

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

TESE

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MORFOLÓGICAS E
FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE *Flemingia*
macrophylla (WILLD.) ALSTON**

Gabriel Talamini de Abreu

2011



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MORFOLÓGICAS E
FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE *Flemingia*
***macrophylla* (WILLD.) ALSTON**

GABRIEL TALAMINI DE ABREU

Sob a Orientação do Professor

Higino Marcos Lopes

e Co-orientação da Professora

Cláudia Antônia Vieira Rossetto

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração Produção Vegetal.

Seropédica RJ

Março, 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

GABRIEL TALAMINI DE ABREU

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração Produção Vegetal.

TESE APROVADA EM 23/03/2011.

Higino Marcos Lopes, Dr. UFRRJ
(Orientador)

Leila Martins, Dr^a CATI / UNICAMP

Roberto Fontes Araújo, Dr. EPAMIG

Maria do Carmo de Araújo Fernandes, Dr^a PESAGRO

Jorge Jacob Neto, Ph.D. UFRRJ

“ O naufrago do mar, perdido nas trevas da tempestade, não recusa a mão que lhe vem em socorro ... mas o naufrago da vida recusa, por vezes, a sabedoria que lhe abre as portas da salvação ”.

GEORGES ROUX

Fonte: GABRIEL TALAMINI DE ABREU (2001).

“ Deus está do lado de todos (...) e em última análise ele está do lado que tem muito dinheiro e grandes exércitos ”.

Fonte: ROTHKOPF, DAVID. SUPERCLASSE: A ELITE que influencia a vida de milhões de pessoas ao redor do mundo. Bethesda, Maryland: AGIR, 16p. Dez./2007.

**“ Se planejamos para um ano, plantamos arroz.
Se planejamos para dez anos, plantamos árvores.
Se planejamos para cem anos, preparamos pessoas ”.**

PROVÉRBIO CHINÊS

Fonte: “CALOURADA DE AGRONOMIA (2008 – I)”.

“ Sorte é aquilo que acontece quando a preparação encontra a oportunidade ”.

ELMER LETTERMAN

Fonte: Jornal ATHON

Seropédica

Lagoinha

Km 32

Itaguaí

2010, ANO II, N° 23, p.11.

DEDICATÓRIA

A Deus,

Aos meus pais (*in memoriam*)

Ao meu irmão Jardel

Aos familiares, colegas e amigos (a).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus, em quem tenho fé e devoção.

Agradeço, em especial, às pessoas que sempre acompanharam minha trajetória com amor, carinho e atenção: meu pai Palmiro (*in memoriam*) e minha mãe Thereza (*in memoriam*) e ao meu irmão Jardel.

Aos meus avós paternos e maternos (*in memoriam*).

Ao padrinho de Batismo Eusilvio Duarte e madrinha Lindaura, padrinho Claudino Gobetti (*in memoriam*) e madrinha Elisa (*in memoriam*).

À irmã paterna Eva Abreu Rezende, seu esposo Dorvalino Rezende e filho Darlan e família de Barra Velha SC; à Auracelis Rezende; à Maria Dina Fernandes de Oliveira “Nêne” (*in memoriam*) e Alessandro; ao meu irmão paterno Ricardo Baldi.

Ao padrinho de Crisma (na Capela São Pedro) Gercy Correa de Carvalho e madrinha Conceição; Rodinei, Janete, Suzete e Ivan.

Aos meus tios Roberto Carlos Paim e Maria Urbana “Ana” e aos primos Paulo Ricardo e Carlos Eduardo Paim pois sempre trabalhamos na propriedade rural sítio sito Capão da Herança, 6º Distrito de Vacaria RS, onde estiveram Anacleto, Antônio, Francelino “França”, Neno, Homero de Abreu, Prudente, Paulo.

Aos (às) primos (as), tios (a) e suas famílias que residem e trabalham em Vacaria RS e outras cidades e outros estados ou infelizmente já não se encontram mais entre nós (*in memoriam*) e aos (às) amigos (a) de infância, adolescência e pós – adolescência.

Aos amigos e colegas da Escolinha de Futebol ROMA de Vacaria / RS, em especial ao professor Bandeira que nos oportunizou disputar jogos em diferentes regiões do Estado.

Meus agradecimentos aos (às) amigos (a) e colegas dos cursos primário e secundário de Vacaria RS: Fabiano, Márcio, Rovani “Nico”, Alessandro, Ricardo, “Petrus”, Sandro, Gustavo I, Anderson, Gustavo II, Gustavo III, Itamar.

Aos amigos da Universidade de Caxias do Sul Ucs: Prof. Getúlio Vazatta coordenador da Vila Olímpica, Prof. Ubirajara Klamos Maciel “Bira”, Rafael, Márcio I, Mário (Márcio II), Ruggiero, Jason, Guidalli, Marcelo I “Marcelinho”, Marcelo II, Paulo, Joaquim.

Aos colegas e/ou amigos (a) do curso de Graduação em Agronomia em Lages SC: Denis, Paulo César, Renato, Borsuk, Geraldo, Vitor, Doniceto, Lauro, Luciano, Claudinei, Anderson, Daniel, Fabrício, Adriano, Jefferson, João Maria, Julio César Gracieti, Vidal, Giacomini, Murilo e as meninas.

Aos Engenheiros Agrônomos Jorge Luz (RASIP – RANDON AGRO- SILVO- PASTORIL), Romualdo Petró e Carlos Roberto Pucci (COOPERVAL – Cooperativa Tritícola Mista Vacariense LTDA.) que contribuíram para minha formação profissional.

Aos pesquisadores Dr^a Rosa Maria, Dr. Reinhard Krueger e Dr. Takeshi Iuchi da Embrapa/CNPV Vacaria RS e/ou EPAGRI/EESJ São Joaquim SC.

Aos professores da UDESC/CAV Cassandro Vidal Talamini do Amarante, Ingrid Heringer, Ildegardis Bertol, Luis Sangoi e Olívio Ciprandi.

Aos professores orientadores do curso de Mestrado em Agronomia da FAEM/UFPel: Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch, Prof. Dr. Manoel de Souza Maia, Dr^a Mariane D’Ávila Rosenthal e aos bolsistas de Graduação em Agronomia da FAEM/UFPel: Édimo Pereira Nunes, Irineu Hartwig, Leandro Damero Cantarelli, Sidnei Bacchi.

Aos funcionários, colegas e amigos da Prefeitura Municipal de Pinhal da Serra / RS: Prefeito Antônio Giordano da Costa (*in memoriam*), Vice César Lisboa Piardi, Secretário Municipal da Agricultura Ayrton Andolfato e Técnico Agrícola Rodrigo Vieira Duarte, Pedro

Alves da Costa e Fernando Técnicos Agrícolas da EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural), Inspetoria Veterinária funcionário Ari Barbosa (*in memoriam*).

Aos pesquisadores Dr. Segundo Urquiaga, Dr. Bruno Alves, Ph.D. Robert Michael Boddey e o Dr. José Guilherme Marinho Guerra da EMBRAPA/CNPAB.

Ao Prof. Dr. Roberto Tozani que me oportunizou participar da sua disciplina e destacando o Prof. Dr. Raul de Lucena Duarte Ribeiro que esteve adoentado.

Aos (às) alunos (a) ou estudantes que foram atentos e prestativos no meu estágio à Doscência no Instituto de Agronomia e à laboratorista Eng^a Agr^a Elânia e estagiários e/ou bolsistas Jean, Uiliam, Bruna, Maria do Carmo, Iasca Maria Amorim, Renata, Daniele, Amanda, Rafaela do Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes; Isabela e Natália do Laboratório de Plantas Mediciniais.

Aos (às) colegas e amigos (a) do curso de Doutorado em Fitotecnia da UFRRJ Antônio, Marcius, Aldir Carlos, Edmilson, Bernardo, Alexandre e de outros cursos e instituições; ao colega e amigo Aldir Carlos Silva pela valiosa contribuição nas análises estatísticas (SAEG).

Ao Prof. Dr. Higino Marcos Lopes pela orientação, amizade e compreensão.

Aos amigos do Km 47 Campus da UFRRJ: Seu Martin (baleiro), Serebíades (Serê Côco Rural), Nelson (porteiro P1), Valdeir (jardineiro), Alberto (mercadinho), Jorge (Guarda Rural), Marco Antônio (Professor “Foca”), Jaedes (livreiro).

Aos amigos do Km 49 Seropédica: “Lica” Elias (Botequim), Delson e Cléber (ADEGA VINHOS DO SUL), André (barbearia), Bira (Bar do “Atan”), Tony Lopes de Brito (Músico e “beberrão”), Valmir e Lucas (bicicleteros), Edmilson Nova Brécia (CHURRASCARIA FACA GAÚCHA), Seu Carlos (RESTAURANTE TIC TITA), Moacir (“pirata careca”), Henrique Alves Lima (Técnico em Eletrônica), Valdir (“Bar Man”), Marquinhos (“Cocota, Botafogo”), Édson (Sansão), Adão (torcedor), Dedé Júnior (Quiosque velho), Dedé (Sacolão), Vitor (vizinho), Prof. Marco Antônio (Professor “Foca”).

Aos (às) novos (a) amigos (a) do Seropédica Palace Hotel (Julho/ 2007 à Março/ 2010).

À Sra. Marilena Storch e Paulo Fernando Vasconcelos Silva meus profundos agradecimentos por me integrarem ao Centro de Apoio a Projetos de Assistência Social CAPAS e demais colegas sócio-fundadores da instituição que está sendo implantada.

Aos (às) funcionários (a) de todas empresas e instituições de ensino, pesquisa e extensão envolvidos (lembro do Vanderlei, Jorge da EMBRAPA/CNPUV, “Tio Ruja” da UDESC/CAV, João, Jorge, Autiberto da EMBRAPA/CNPAB, Salvador, Cristiane, Elen, Elaine, Tatiane, Silvana, Graça, Genésio, Joel, Valdeir, Anselmo Boechat da UFRRJ/Instituto de Agronomia.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra contribuíram e contribuem na minha existência pois: “...a felicidade é uma estrela e você tem que alcançar...”

BIOGRAFIA

Gabriel Talamini de Abreu nasceu aos 25 dias do mês de Maio do ano de 1975 no Hospital Nossa Senhora da Oliveira, Município de Vacaria, Estado do Rio Grande do Sul. O município localiza-se à latitude de 28° 30' 44" Sul e à longitude de 50° 56' 02" Oeste, estando a uma altitude de 971 metros acima do nível do mar. A área total do município é de 2105,6 km² e sua população em 2004 era estimada em 60.756 habitantes. Estudou ensino fundamental primário de 1981 a 1989 na Escola Nossa Senhora da Glória, Bairro Glória. Após, o ensino secundário de 1990 a 1992 na Escola de 1° e 2° Graus Professor José Fernandes de Oliveira. Tendo afinidades com algumas áreas do conhecimento, decidiu por estudar Agronomia de 1993 a 1998 na Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias CAV em Lages, Estado de Santa Catarina. Com participações em seminários, palestras, reuniões, fóruns, encontros, debates, conferências... e bolsas de estudo – pesquisa em Agrostologia e Plantas Tóxicas e monitoria em Uso e Conservação do Solo, sabia que continuaria seus estudos. Assim, decidiu pela área de Fitotecnia retornando para o Rio Grande do Sul, sendo aprovado com bolsa para o curso de Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal da Universidade Federal de Pelotas UFPEL, Pelotas RS. Atuou como Engenheiro Agrônomo na Prefeitura Municipal de Pinhal da Serra / RS por 25 meses quando pediu exoneração do concurso público. Após, realizou o curso de Doutorado em Fitotecnia, Área de Concentração Produção Vegetal no Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Seropédica / RJ.

RESUMO GERAL

ABREU, Gabriel Talamini de. **Características físicas, morfológicas e fisiológicas de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston**. 2011, 122p. Tese (Doutorado em Fitotecnia, Produção Vegetal). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica / RJ, 2011.

A *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston é uma espécie leguminosa com baixa pressão antrópica que está sendo considerada com potencial uso em diversas áreas como planta medicinal, ornamental e adubo verde, cobertura do solo no período de entressafra e recuperação de áreas degradadas. Em leguminosas é comum as sementes apresentarem tegumento impermeável à absorção de água. Um estudo das características físicas e morfológicas da espécie *F. macrophylla* faz-se necessário e a atual publicação das Regras para Análise de Sementes não contempla informações sobre essa espécie. Também é necessário pesquisar metodologias específicas para a superação da dormência das sementes e os fatores como temperatura e substrato. Foram obtidos três lotes de sementes, lote 1 (colheita em Julho/Agosto de 2007), lote 2 (colheita em Julho/Agosto de 2008) e lote 3 (colheita em Julho/Agosto de 2009) na UFRRJ e EMBRAPA – Agrobiologia, Seropédica RJ. A partir de vagens selecionadas as sementes foram retiradas e após a separação das sementes em peneiras, determinou-se a Massa de Mil Sementes (MMS), Massa do Hectolitro, número de sementes por grama, e as medidas de largura e comprimento (mm). As fases da germinação, morfologia e estrutura de plântulas foram avaliadas. O grau de umidade das sementes varia de 9,46 à 12,10 %, a MMS varia de 18,11 à 19,28g, a Massa Hectolitro varia de 72,23 à 74,39 Kg e o número de sementes/g de 52 à 55 sementes. O tegumento é formado pela camada de células paliçádicas, externamente é de coloração brilhosa preta ou com manchas marrons. As sementes de *Flemingia* apresentam dois cotilédones com eixo embrionário e ausência de endosperma, as plântulas apresentam epicótilo caracterizando a germinação hipógea. Posteriormente foram aplicados os tratamentos para superação de dormência: 1. Sem escarificação: sementes intactas; 2. Imersão das sementes durante 24h a 25°C sob agitação de 300 RPM em água destilada; 3. Imersão das sementes durante 48h a 25°C sob agitação de 300 RPM em água destilada; 4. Imersão durante 20 minutos em água a 90°C; 5. Imersão em água a 90°C e repouso por 24h; 6. Imersão durante 10 minutos em água a 90°C; 7. Imersão durante 5 minutos em álcool etílico hidratado; 8. Imersão durante 10 minutos em ácido sulfúrico concentrado; 9. Imersão durante 20 minutos no ácido sulfúrico concentrado; 10. Escarificação durante 45 minutos em lixa d'água N°100, sob rotação de 300 RPM. Foi determinado o grau de umidade periodicamente até 48 horas. O aumento do grau de umidade das sementes é mais uniforme quando as mesmas foram escarificadas em ácido sulfúrico concentrado, atingindo 57,53% após 48 horas. Em função dos resultados obtidos, avaliou-se os métodos 1, 4, 9 e 10 sob as temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C constantes e 20-30°C alternadas. O método de escarificação mais eficiente foi ácido sulfúrico concentrado associado às temperaturas de 25; 30°C constantes e 20-30°C alternados. Em outro experimento avaliou-se a germinação e o vigor das sementes em função dos substratos rolo de papel (RP), sobre papel (SP) e entre areia (EA) sob temperaturas de 30°C e 35°C constantes e 20-30°C alternadas. Observou-se maior germinação e vigor utilizando o substrato entre areia nas temperaturas alternadas 20-30°C e constantes de 30°C e 35°C. O teste de tetrazólio revela-se um teste rápido para ser utilizado em sementes de *Flemingia* estimando a germinação.

Palavras-chave: dormência de sementes, tratamentos, germinação, vigor, tetrazólio.

GENERAL ABSTRACT

ABREU, Gabriel Talamini de. **Physical, physiological and morphological characteristics of *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston seeds.** Thesis (Ph.D. in Crop Science, Plant Production). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica / RJ, 2011.

The *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston is a leguminous species with low anthropogenic pressure that is being considered with potential use in different areas like medicinal plants, ornamental and green manure, soil cover during the offseason and recovery of degraded areas. Its common in legume seed coats are impermeable to water absorption. A study of physical and morphological characteristics of the species *F. macrophylla* is necessary and the current publication of Rules for Seed Analysis does not include information about this species. It is also necessary to research specific methodologies for overcoming seed dormancy and factors such as temperature and substrate. It were obtained three seed lots, one lot (harvested in July / August 2007), lot 2 (harvested in July / August 2008) and Lot 3 (harvested in July / August 2009) in EMBRAPA - Agrobiologia and UFRRJ, Seropédica RJ. From the selected seed pods were removed and after the separation of seed screens, we determined the mass of thousand seeds (MMS), mass of hectolitre, number of seeds per gram, and measures of length and width (mm). In anatomical characterization seeds were sectioned longitudinally and transversely with microtome to visualize the external and internal seed morphology with Binocular Stereoscopic Microscope by WILD M5 model. Stages of germination, seedling morphology and structure were evaluated. The moisture content of seeds ranged from 9.46 to 12.10 %, mass of thousand seeds ranged from 18.11 to 19.28 g, the hectolitre mass ranged from 72.23 to 74.39 kg and the number of seeds / 52 g to 55 seeds. The seed coat is formed by the layer of palisade cells, externally glossy color is black or brown spots. The seeds of *Flemingia* have two cotyledons with embryo axis and the absence of endosperm, seedling epicotyls show featuring the germination hypogeal. Later treatments were applied to scarification: 1. Without scarification, 2. Soaking for 24 h at 25°C shaken at 300 RPM in distilled water, 3. Soaking for 48 h at 25°C shaken at 300 RPM in distilled water, 4. Immersion in water for 20 min. at 90°C, 5. Immersion in water at 90°C and rest for 24 h, 6. Immersion in water for 10 min. at 90°C, 7. Immersion for 5 min. in hydrated ethyl alcohol 8. Immersion for 10 min. in concentrated sulfuric acid, 9. Immersion for 20 min. in c.s.a., 10. Scarification for 45 min. in sandpaper N° 100, under rotation of 300 RPM. It was determined the moisture content periodically up to 48 h. The increase in seed moisture content is more uniform than when used scarified in c.s.a., reaching 57.53 % after 48 h. Depending on the results obtained, we evaluated the methods 1, 4, 9 and 10 at temperatures of 20°C, 25°C and 30°C constant and 20-30°C alternating. The most efficient method of scarification was associated with c.s.a. at temperatures of 25, 30°C Constant and 20-30°C alternating. In another experiment were evaluated the germination and seed vigor in relation to substrates roll of paper (RP), paper (SP) and sand (EA) at temperatures of 30°C and 35°C constant and 20-30°C alternating. There's a higher germination and vigor using the sand substrate at temperatures alternating between 20-30°C and constant 30°C and 35°C. The tetrazolium test reveals a rapid test for use in estimating *Flemingia* seed germination.

Key words: seeds dormancy, treatments, germination, vigor, tetrazolium.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	01
2. REVISÃO GERAL DE LITERATURA	04
2.1 - Importância das espécies leguminosas arbóreas utilizadas como adubação verde e cultivos consorciados.....	04
2.2 – Importância, caracterização e cultivo da espécie <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston	05
2.3 - Morfologia e fenologia da planta, florescimento e polinização	07
2.4 - Qualidade de sementes de leguminosas	08
2.5 – Fatores que afetam a germinação das sementes de espécies da família <i>Leguminosae</i>	09
3. OBJETIVOS	28
3.1 – GERAIS	28
3.2 – ESPECÍFICOS	28
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
5. CAPÍTULO I - ESTRUTURA, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MORFOLOGIA DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE <i>Flemingia macrophylla</i> (WILLD.) ALSTON	44
1.1 – Introdução	47
1.2 - Material e Métodos	49
1.2.1 – Características físicas dos lotes de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston	49
1.2.2 – Morfologia de sementes e plântulas de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston.....	49
1.3 – Resultados e Discussão	51
1.3.1 – Características físicas dos lotes de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston	51
1.3.2 – Morfologia de sementes e plântulas de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston	52
1.4- Conclusões	57
1.5- Referências Bibliográficas	58
ANEXO	62
6. CAPÍTULO II - MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA E EMBEBIÇÃO EM SEMENTES DE <i>Flemingia macrophylla</i> (WILLD.) ALSTON	63
2.1- Introdução	66
2.2 - Material e Métodos	68
2.3 - Resultados e Discussão	69

2.4- Conclusões	72
2.5- Referências Bibliográficas	73
ANEXO	77
7. CAPÍTULO III - EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA E TEMPERATURAS SOBRE A GERMINAÇÃO E O VIGOR DE SEMENTES DE <i>Flemingia macrophylla</i> (WILLD.) ALSTON	78
3.1- Introdução	81
3.2- Material e Métodos	83
3.3 - Resultados e Discussão	84
3.4- Conclusões	88
3.5- Referências Bibliográficas	89
ANEXO	91
8. CAPÍTULO IV - AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>Flemingia macrophylla</i> (WILLD.) ALSTON SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS E O TESTE DE TETRAZÓLIO	92
4.1- Introdução	95
4.2- Material e Métodos	98
4.2.1- Avaliação da germinação e vigor de sementes sob diferentes temperaturas e substratos.....	98
4.2.2- Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de <i>Flemingia</i>	99
4.3 – Resultados e Discussão	100
4.3.1- Avaliação da germinação e vigor de sementes sob diferentes temperaturas e substratos	100
4.3.2- Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de <i>Flemingia</i>	103
4.4- Conclusões	105
4.5- Referências Bibliográficas	106
ANEXO	110
9. CONCLUSÕES GERAIS	111

ÍNDICE DE TABELAS

REVISÃO GERAL DE LITERATURA

Tabela 1. Nitrogênio fixado por algumas espécies leguminosas.....	04
Tabela 2. Padrões de sementes de espécies forrageiras tropicais de acordo com a Instrução Normativa N°40, de 12 de junho de 2002 publicada no DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO de 14.06.2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	09
Tabela 3. Exemplos de instruções para a condução do teste de germinação de sementes de algumas espécies leguminosas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009)	16
Tabela 4. Tratamentos recomendados para superar a dormência das sementes em algumas espécies leguminosas arbóreas	20
Tabela 5. Massa total da amostra (g), distribuição percentual da massa em diferentes peneiras (%); Massa de Mil Sementes (MMS), número de sementes (N° Stes.) número de sementes por grama (N° Stes), Massa do Hectolitro (M.Hect.), largura (Larg.) e comprimento (Comp.) de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston dos lotes após retidas nas malhas peneiras ABNT 6,7,8 e 10	51
Tabela 6. Dados médios da Massa de Mil Sementes (MMS), número de sementes por grama (NSG), Massa do Hectolitro (M.Hect.), largura (L) , comprimento (C), Grau de umidade (GU) de três lotes de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston.....	52
Tabela 7. Análise de variância dos resultados das características físicas dos lotes de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston	62
Tabela 8. Tratamentos de escarificação das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston e correspondentes equações de regressão estimadas para o grau de umidade em função do tempo de embebição das sementes.....	70
Tabela 9. Resumo da análise de variância dos resultados do grau de umidade (%) após a embebição das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston no período de 48h em função de métodos de escarificação e temperaturas.....	77
Tabela 10. Análise de regressão dos resultados obtidos do grau de umidade (%) das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston para os tratamentos de escarificação (TR) em função dos períodos de tempo (TP).....	77
Tabela 11. Identificação dos tratamentos aplicados às sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston	83
Tabela 12. Germinação (%) média das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston com interação entre métodos de escarificação do tegumento e temperaturas	85
Tabela 13. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) médio das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em função de interação entre métodos de escarificação do tegumento e temperaturas	85
Tabela 14. Germinação (%) média das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em até 30 dias de acordo com métodos de escarificação do tegumento e temperaturas	86

Tabela 15. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação transformados em $(x + 1)^{1/2}$ e índice de velocidade de germinação (IVG) em função de temperatura e método de escarificação de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em até 30 dias	91
Tabela 16. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação transformados em $(x + 1)^{1/2}$ em função de temperatura e método de escarificação de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em até 30 dias	91
Tabela 17. Identificação dos tratamentos aplicados às sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston.....	98
Tabela 18. Germinação (%) média das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Aston em função de diferentes temperaturas e substratos.....	100
Tabela 19. Germinação (%) média das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston de acordo com substratos e temperaturas em até 40 dias	102
Tabela 20. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) médio das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston com interação entre temperaturas e substratos	103
Tabela 21. Porcentagem de germinação das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston obtidas após a coloração com sal de tetrazólio e no teste de germinação.....	104
Tabela 22. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação transformados em $(x + 1)^{1/2}$ e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em função de temperaturas e substratos	110
Tabela 23. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação transformados em $(x + 1)^{1/2}$ das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em função de temperaturas e substratos em até 40 dias.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Amostras de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston de diferentes tamanhos misturadas (legendas 1,2 e 3) e uniformes retidas na peneira ABNT 7 Tyler 7 (legendas 4,5 e 6)	53
Figura 2. Estágios sucessivos do desenvolvimento da plântula de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston, no período de 21 dias; Legenda: Rd – radícula; Hi – hilo; Tg – tegumento; Pl – plúmula; Rp – Raiz primária; Ep – epicótilo; Rs – Raiz secundária; Fl – Folha.....	54
Figura 3. Corte transversal da semente de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston visualizando o eixo embrionário (epicótilo radícula).....	55
Figura 4. Visualização interna (morfologia interna) do tegumento da semente de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston	55
Figura 5. Grau de umidade das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston com o decorrer do tempo para as escarificações por imersão de 10 minutos (Tratamento 8: TR.8) e 20 minutos (Tratamento 9: TR.9) ambas em ácido sulfúrico concentrado (98%)	71
Figura 6. Germinação (%) média das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em até 30 dias avaliando métodos de escarificação e temperaturas	84
Figura 7. Germinação (%) média das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em até 30 dias avaliando métodos de escarificação e temperaturas	84
Figura 8. Germinação (%) média das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston em função de substratos e temperaturas em até 40 dias	101
Figura 9. Teste de tetrazólio em <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Alston ilustrando uma semente viável (A) e sementes não viáveis (B) e (C)	104

1. INTRODUÇÃO GERAL

As leguminosas se encontram amplamente distribuídas no mundo todo e desempenham um papel muito importante na agricultura e na fertilização dos solos (BERNAL, 1994). A *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston é uma espécie leguminosa, fixadora de N, com baixa pressão antrópica. Tem potencial uso em diversas áreas como planta medicinal, ornamental e adubo verde, cobertura do solo no período de entressafra, alimentação animal e recuperação de áreas degradadas. Alguns trabalhos de pesquisa estão sendo disponibilizados, a exemplo de ANDERSSON et al. (2006) abordando a morfologia e fenologia da espécie, uso e conservação do solo, potencial uso forrageiro e alimentação animal. É considerada uma forragem pobre devido ao seu alto teor de fibra e concentrações de tanino acima de 1450 ppm, embora em períodos de baixa oferta de forragem esta pode ser uma alternativa para a alimentação de bovinos na época seca, controle de nematóides do solo, usos medicinais (BUDELMAN & SIREGAR, 1987; BANFUL et al., 2000).

Apresenta adaptação a uma ampla diversidade de solos, incluindo muito ácidos e de baixa fertilidade, resistência a baixos níveis de umidade do solo (BUDELMAN, 1988; COSTA, 2000) e terrenos acidentados (BINH et al., 1998), porém não é descrita como planta daninha por LORENZI (2000) dentre várias espécies. Segundo ZIMMER (2006), sua qualidade genética pode ser influenciada pelo meio ambiente conferindo a esta leguminosa resistência a condições adversas de solo. A espécie está sendo introduzida nos sistemas de cultivo, mas existem poucas informações sobre as características genéticas, físicas, morfológicas e qualidade fisiológica e sanitária das sementes. Os atributos físicos das sementes envolvem a pureza física, grau de umidade, danificações mecânicas, massa de mil sementes, textura, aparência, massa volumétrica (ZIMMER, 2006) e podem determinar a característica da dormência em sementes. Os aspectos fisiológicos envolvem a germinação, dormência e vigor e os sanitários envolvem os patógenos transmitidos pela semente incluindo bactérias, fungos, nematóides e vírus sendo os fungos os mais frequentes (ZIMMER, 2006).

Os mecanismos de dormência de sementes são de adaptação evolutiva para a sobrevivência das espécies. A capacidade das sementes em atrasar sua germinação até a época e local ideais através da dormência é um importante mecanismo de sobrevivência em plantas. A dormência das sementes é um sistema complexo que desafia os analistas de sementes e pesquisadores, mas é o método através do qual as plantas são capazes de sobreviver e se adaptarem ao seu meio ambiente (COPELAND & McDONALD et al., 2004). Em leguminosas é comum as sementes apresentarem dormência causada por um bloqueio físico representado pelo tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito da água e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente nem a oxigenação do embrião, que por isso permanece latente (GRUS, 1990; BEWLEY & BLACK, 1985; CÍCERO, 1986; KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; POPINIGIS, 1977; ROLSTON, 1978; VILLIERS, 1972). Essas sementes, denominadas duras, alcançam grande longevidade, e qualquer procedimento que permita romper seu tegumento (escarificação), fazendo-as absorver água, promove sua germinação e emergência de plântulas geralmente vigorosas (GRUS, 1990). O desenvolvimento de sementes “duras” ou com tegumentos impermeáveis são influenciados por fotoperíodo durante o crescimento das plantas, taxa e grau de secagem na maturação ou pós-colheita e a presença de substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura no tegumento da semente (BEWLEY & BLACK, 1985). A permeabilidade do tegumento deve ser considerada, pois a porosidade, a composição química, a estrutura e a pigmentação afetam diretamente essa característica, principalmente em leguminosas (DEMIR et al., 1998).

A impermeabilidade do tegumento é, normalmente, associada à presença de uma ou mais camadas impermeáveis de células, dispostas em paliçada, com espessas paredes

secundárias lignificadas, sendo os macroesclerídeos as células mais comuns (BASKIN & BASKIN, 1998a). Os macroesclerídeos são impermeáveis à água por estarem impregnados de substâncias hidrofóbicas como cutina, lignina, quinonas, materiais pécticos insolúveis, suberina e cera (ROLSTON, 1978; JOLY, 1979). O tegumento também pode conter uma mucilagem que se expande na presença de água, formando uma barreira à difusão de oxigênio e diminuindo a velocidade de germinação (JOLY, 1979) e substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura ao tegumento (BEWLEY & BLACK, 1985). Tem sido verificado que, em algumas leguminosas, há relação entre a coloração do tegumento e sua permeabilidade à água (MARBACH & MAYER, 1974). As sementes com tegumentos claros e opacos apresentam menores restrições à entrada de água do que as mais escuras e brilhantes, mostrando-se mais propensas a injúrias durante a embebição; os tegumentos claros são menos aderentes aos cotilédones e isso permite a entrada mais rápida de água nas sementes (DEMIR et al., 1998) favorecendo, inclusive, o teste de tetrazólio. Estas considerações anteriores envolvem os parâmetros físicos como textura, tamanho, peso e cor do tegumento que podem estar presentes nas sementes de *Flemingia* e teoricamente determinar a característica da dormência - sementes pequenas com dureza do tegumento e de coloração brilhosa escura (preta ou marrom heterogênea).

Essa impermeabilidade se reduz gradualmente em condições naturais, de modo que certa proporção de sementes germina a cada período (FERNANDES et al., 1999). Em sistemas de semeadura sem revolvimento do solo, as sementes tendem a se concentrar nos primeiros centímetros do perfil e apresentar maior densidade de espécies (CARDINA et al., 1991; FELDMAN et al., 1997), semelhante ao que ocorre em ecossistemas naturais (ROBERTS, 1981; MEDEIROS, 2000). Nessas menores profundidades, geralmente há maior atividade microbiológica que pode interagir com as sementes e causar maiores taxas de quebra de dormência ou destruição destas (KREMER, 1993; PITY et al., 1987).

Quando a dormência é causada pela impermeabilidade do tegumento à água, os métodos a serem empregados deverão promover aberturas neste, permitindo a embebição, como ocorre com as escarificações ou cortes do tegumento (ZAIDAN & BARBEDO, 2004). Em laboratório, a ruptura do tegumento (FERNANDES et al., 1999) chamada de superação da dormência (VIEIRA & FERNANDES, 1997) permite a imediata embebição e o início do processo germinativo (FERNANDES et al., 1999). Alguns tratamentos são recomendados para a superação da dormência, especificamente para leguminosas. Como exemplos, a utilização de ácidos fortes, a imersão em solventes (álcool, água, etc.), a escarificação mecânica e o choque térmico (BRASIL, 2009). Algumas publicações descrevem métodos de superação de dormência para diferentes espécies, principalmente leguminosas (ABREU et al., 2009; PRADO JR., 2007; SEIFFERT, 1982; VIEIRA & FERNANDES, 1997).

A Flora Brasileira possui aproximadamente 50.000 espécies, representando 19% da flora mundial e destaca-se a importância em conhecer a biologia destas espécies principalmente relacionada à sua propagação e qualidade de sementes. Nos últimos anos, tem-se intensificado o interesse na propagação de espécies nativas ou introduzidas, em razão da necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. No entanto, não há conhecimento suficiente para a tecnologia e análise das sementes da maioria dessas espécies, de modo a fornecer dados que possam caracterizar seus atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Há, também, necessidade de se obter informações básicas sobre a multiplicação e cultivo visando à sua utilização para os mais diversos fins (ARAÚJO NETO et al., 2003).

A pesquisa envolvendo os mecanismos de dormência em sementes de leguminosas é direcionada a espécies mais comuns e tradicionais em adubação verde (DEMINICIS et al., 2006). A atual publicação das Regras para Análise de Sementes (2009) não contempla

informações sobre os procedimentos para a análise de sementes da espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston, sendo necessário desvendar as características físicas, morfológicas e fisiológicas de sementes e plântulas, as metodologias específicas para o teste de germinação, incluindo a superação da dormência das sementes e curvas de embebição. Da mesma forma é necessário avaliar os efeitos dos métodos de escarificação de tegumento considerados mais eficientes, as melhores temperaturas e substratos para interpretar corretamente a germinação e o vigor das sementes, principalmente, no teste de germinação.

Com base nestas considerações, este trabalho foi dedicado ao estudo das características físicas, morfológicas e fisiológicas das sementes e plântulas de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston.

2. REVISÃO GERAL DE LITERATURA

2.1 - Importância das espécies leguminosas arbóreas utilizadas como adubação verde e cultivos consorciados

Diversas técnicas consideradas estratégicas têm sido incorporadas ao processo produtivo, principalmente aquelas que proporcionam uma melhoria ou manutenção das condições do ambiente, destacando-se a adubação verde (AMABILE et al., 1996). Adubo verde é o adubo incorporado ao solo a partir do corte de plantas cultivadas para esse fim (AZAMBUJA, 1996; DERPSCHE et al., 1990). Para ESPÍNDOLA et al. (2006), adubo verde é uma prática agrícola que consiste no plantio de espécies capazes de reciclar os nutrientes para tornar o solo mais fértil e mais produtivo. Plantas de adubação verde especialmente cultivadas para cobertura do solo e proteção contra erosão, são também denominadas plantas de cobertura ou cobertura verde (DERPSCHE et al., 1990). Em razão do processo de degradação ambiental originado pela erosão do solo e uso indiscriminado de insumos no sistema convencional, o uso de espécies para adubação verde e cobertura do solo tem sido considerado uma alternativa para minimizar este problema (ABREU, 2006). As espécies de cobertura do solo apresentam adequada capacidade de competição por luz, água, oxigênio e nutrientes (ALTIERI et al., 1978; MACHADO, 1983) bem como podem causar inibição da germinação e/ou crescimento de daninhas por alelopatia (MISSIO et al., 2004).

O emprego de adubos verdes pode aumentar os níveis de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions e da produção de ácidos orgânicos; diminuir os teores de alumínio trocável; aumentar a fixação de nitrogênio atmosférico, a capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis presentes nas camadas sub-superficiais do solo (CALEGARI et al., 1993). A quantidade de nitrogênio fixado por algumas leguminosas é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Nitrogênio fixado por algumas espécies leguminosas.

Nome comum	Nome científico	N Kg/ha
Alfafa	<i>Medicago sativa</i>	280 a 330
Trevo subterrâneo	<i>Trifolium subterraneum</i>	207
Trevo vermelho	<i>T. pratense</i>	84 a 191
Tremoço	<i>Lupinus sp.</i>	119 a 170
Ervilhaca	<i>Vicia sativa</i>	88 a 166
Ervilha	<i>Pisum sativum</i>	80 a 147
Soja	<i>Glycine max</i>	63 a 131
Feijão miúdo	<i>Vigna sinensis</i>	63 a 131
Mucuna preta	<i>Mucuna aterrima</i>	66 a 94
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	34 a 92
Flemingia	<i>Flemingia macrophylla</i>	81,93*
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i>	40 a 70

Fonte: Adaptado de AZAMBUJA (1996); *SALMI, (2008).

As leguminosas se encontram amplamente distribuídas no mundo todo e desempenham um papel muito importante na agricultura e na fertilização dos solos (BERNAL, 1994). As plantas forrageiras *Albizia lebeck*, *Albizia samar*, *Cassia grandis*, *Erythrina indica*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*, têm alcançado êxito dentro dos sistemas de produção, especialmente as arbustivas, devido a sua grande diversidade, controle

da erosão, reflorestamento, produção de madeira e derivados, como árvores de sombra, adubo orgânico, como alimento para aves e plantas de cobertura. Têm grande habilidade para fixar nitrogênio do ar, e são uma fonte altamente produtiva e de excelente qualidade alimentícia para o gado (MACHADO & ROCHE, 1996). Além disso, representam uma alternativa dentro dos gêneros, espécies e ecotipos que garantam um melhoramento biológico e ecológico exitoso dos solos da América Tropical (HAGGAR et al., 2000; RODRÍGUEZ, 1988).

2.2 – Importância, caracterização e cultivo da espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

A espécie de origem africana *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseolae e subtribo Cajanine (ILDIS, 2005). Sinônimos são *Flemingia congesta* Roxb., *Flemingia latifolia* Benth., *Moghania macrophylla* (Willd.) Kuntze e *Crotalaria macrophylla* Willd. (Basionym) (ANDERSSON et al., 2008). É uma planta perene, raiz profunda com 0,5 à 2,5 m e 2 à 3 m de altura, hábito de crescimento prostrado a ereto, caules numerosos partindo da base, as folhas são trifolioladas, as inflorescências são densos racemos axilares. ANDERSSON et al. (2006) destacam que a *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston é uma leguminosa tropical tolerante à seca, multipropósito utilizada como forragem suplementar na época seca, cobertura viva do solo, barreira viva, entre outras. Diferentes morfotipos foram identificados na coleção de *F. macrophylla* e estudos de marcadores moleculares e morfológicos são necessários para definir seus estados taxonômicos (espécies, subespécies, variedades botânicas) e a relação entre elas. Estas incluem a análise compreensiva de espécies de herbário, focando em particular nas características de inflorescência (ramificação de inflorescência, comprimento da haste, número de nós por inflorescência e de flores por nós, comprimento do cálice, pubescência da corola, pecíolos e vagens, presença/abscisão de botões florais). Acessos semi-erectos tinham baixa capacidade de rebrote e poderiam não ser recomendados para utilizações tais como barreira viva ou forrageira devido a sua altura de planta, pobre capacidade de rebrote e produção de matéria seca. No entanto, poderiam ser úteis como cobertura viva do solo controlando plantas daninhas devido ao seu crescimento horizontal, prostrado.

A diversidade da coleção mundial de 70 acessos classificados como *F. macrophylla* acessou-se usando traços morfológicos e fenológicos e em termos agrônômicos e de potencial forrageiro. Verificou-se alta variabilidade na produção de matéria seca que variou entre 5 à 586 g/planta na época de maior ocorrência de chuvas e de 2 à 272 g /planta na época de menor ocorrência de chuvas. A espécie agronomicamente mais importante é *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston (syn. *F. congesta*, *Moghania macrophylla*), uma leguminosa perene, tolerante à seca, múltiplos propósitos, leguminosa arbustiva crescendo mais de 4 m de altura, a qual é especialmente apropriada para sistemas de produção de baixos insumos na pequena propriedade dos trópicos úmidos e sub-úmidos (ANDERSSON et al., 2006).

Em experimentos conduzidos no CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) – Estação Experimental de Quilichao na Colômbia, acessos e morfotipos de *F. macrophylla*, diferiram quanto ao crescimento, florescimento e características da semente. Observou-se, em geral lento estabelecimento inicial de plantas de *F. macrophylla* quando se utilizou a semeadura manual. Após 6 meses, a altura de plantas variou de 0,25 à 1,91 m, com média de 1,04 m, o diâmetro do dossel da planta de 0,44 à 1,64 m, com média de 1,10 m. As massas de mil sementes variaram de 8 à 24 g enquanto que o rendimento de sementes variou de 3 à 140 g/planta. A coloração das sementes apresenta-se brilhosa preta e com manchas marrons heterogêneas. Após a poda na emissão da folha bandeira, observou-se ampla variabilidade da altura de planta, capacidade de rebrote, produção de matéria seca, digestibilidade da matéria seca *in vitro*, e conteúdo de proteína bruta entre diferentes acessos testados. A relação altura

de planta: diâmetro de dossel da planta provou ser um parâmetro útil para separação de morfotipos, porém não foi um atributo para caracterização de hábitos de crescimento arbustivos. No entanto, esta relação pode ser alterada em função dos hábitos de crescimento alterados quando submetidos a regime de poda, sendo então dependente do manejo agrônomico ou ambiental (ANDERSSON, et al., 2006). Nos experimentos conduzidos no CIAT com a *F. macrophylla*, verificou-se que as características agrônomicas e forrageiras diferiram grandemente entre acessos e morfotipos. Isso era esperado, considerando que o estudo incluiu ampla gama de acessos de *F. macrophylla* que também diferiram morfológicamente, por isso apresentando grande diversidade genética. Grandes diferenças existem em produção de matéria seca e digestibilidade da matéria seca *in vitro*, e menor grau em conteúdo de proteína bruta. Como esperado, a produção de matéria seca era alta no maior período de chuvas. Os acessos eretos de *F. macrophylla* tinham maiores alturas de planta, diâmetro do dossel e produção de matéria seca, seguido pelos morfotipos semi-erectos.

A *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston revela adaptação a uma ampla diversidade de solos incluindo muito ácidos, solos de baixa fertilidade e umidade (BUDELMAN, 1988; COSTA, 2000) e terrenos acidentados, pode melhorar a fertilidade do solo (BINH et al., 1998) com potencial de utilização em sistemas de produção de baixos insumos na pequena propriedade dos trópicos úmidos e sub-úmidos (ANDERSSON et al., 2002), cobertura viva do solo e barreira viva (ANDERSSON et al., 2006). As plantas são usadas como “cobertura morta” (*mulching*) do solo (ANDERSSON et al., 2002) relacionada a uma maior produção de serrapilheira de lenta decomposição (MARTINS et al., 2007) das folhas devido à concentração de taninos. É considerada uma forragem pobre devido ao seu alto teor de fibra e concentrações de tanino, acima do limite de 1450 ppm, embora em períodos de baixa oferta de forragem esta poderá ser uma alternativa para a alimentação de bovinos na época seca, controle de nematóides do solo, usos medicinais (BUDELMAN & SIREGAR, 1987; BANFUL et al., 2000) e como planta ornamental. As vagens fornecem uma tinta laranja brilhante para tecido (www.tropicalforages.info...).

A *Flemingia* parece ser mais resistente ao encharcamento e a deficiência de O₂ que a tefrosia (*Tephrosia candida*). Esta afirmativa advém da observação de uma baixa taxa de sobrevivência da tefrosia nas parcelas mais encharcadas. Outra vantagem da *Flemingia* é que suas folhas são mais coriáceas e seus galhos mais fibrosos que tornam a decomposição da serrapilheira mais lenta, o que é uma vantagem pois aumenta o tempo de proteção do solo. O cultivo da *Flemingia* possibilita redução das perdas de água por evaporação e diminui a temperatura do solo tornando-o propício ao estabelecimento da vida no solo (MARTINS et al., 2007) e como fonte de nutrientes e massa verde em sistemas de cultivo em aléias, conhecido como o cultivo em fileiras chamadas renques em que as culturas anuais são cultivadas nas ruas entre as fileiras, ou seja, as aléias (BRITO et al., 2001). A *Flemingia* pode ser usada para o sombreamento em café jovem e plantas de cacau para supressão de plantas daninhas, melhoria do solo e fornecer lenha para combustão (www.tropicalforages.info...). Apresenta potencial de utilização como adubo verde (ANDERSSON et al., 2002) considerando a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (JIMÉNEZ, 2007), fonte de nutrientes e massa verde (www.tropicalforages.info...). JIMÉNEZ (2007) avaliou plantas de 18 espécies da subfamília *Mimosoideae* e de 11 espécies da subfamília *Papilionoideae*. Dentre estas 11, a *Flemingia macrophylla* apresentou elevado número de nódulos (306,01) 180 dias após a semeadura. As espécies da subfamília *Papilionoideae* apresentaram uma melhor nodulação que as espécies da subfamília *Mimosoideae*. A fixação de Nitrogênio (atividade da nitrogenase) média de etileno produzido (micromoles de C₂H₄ / planta / hora) pela *F. macrophylla* foi também elevada: 9,74.

Estudos conduzidos no Camboja e Vietnã com *F. macrophylla* provaram ser uma espécie muito conveniente com potencial forrageiro, planta perene arbustiva cultivada em

associação com mandioca (*Manihot esculenta*), visto que ela aumentou o rendimento de raízes e de folhagem, restaurou a fertilidade do solo e reduziu erosão (PRESTON et al., 2000; DUNG et al., 2005).

LUYEN et al. (2003) conduziram experimentos no Centro de Pesquisa de Cabra e Coelho, de fevereiro a dezembro de 2000, para estudar o crescimento de amora *Morus* sp. e *Trichanthera gigantea* em monocultura ou associada com *F. macrophylla* sobre terreno declivoso e usando as folhagens como suprimentos para coelhos. A *Flemingia* foi semeada com espaçamento de 5 cm entre sementes na linha. As forragens eram ceifadas quando a média de altura das plantas atingia 1,5 m na primeira época e 1,2 m para as épocas subsequentes a 50 cm acima da superfície do solo. Rendimentos de biomassa foram maiores e a fertilidade do solo melhorada quando amora e tricantera foram cultivadas em associação com *F. macrophylla*, comparado com o cultivo delas em monocultura. Diferenças na fertilidade do solo tornaram-se evidentes 12 meses após a semeadura, com menor valor para amora em monocultura e o maior para a associação de tricantera com *F. macrophylla*.

O Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) na Nigéria adaptou um sistema tradicional de cultivo entre as árvores desenvolvido por agricultores do sudeste asiático para uso potencial em regiões tropicais que conduziu em última instância o desenvolvimento do sistema de aléias (KANG, 1993). É uma prática agroflorestal na qual árvores ou arbustos de rápido crescimento são estabelecidos em fileiras chamadas renques e as culturas anuais são cultivadas nas ruas entre as fileiras, ou seja, as aléias. As fileiras de árvores são podadas periodicamente durante os ciclos de cultivo para prevenir o sombreamento da cultura principal, com as podas aplicadas ao solo como cobertura e/ou adubo verde. É permitido que as plantas dos renques cresçam livremente para cobrir a terra entre os ciclos de cultivos (BRITO et al., 2001). Na seleção de espécies de renques deve-se levar em consideração sua capacidade de melhor disponibilizar as águas de chuvas para as culturas e controlar a erosão, que representa um problema tão importante quanto a adição de nutrientes. Regulando a qualidade, quantidade e período de podas de árvore como adubo verde e/ou cobertura, é possível sincronizar o período de pico de demanda das culturas com a adição de nutriente por decomposição da biomassa dos renques (PALM, 1995).

Estudos mostraram os efeitos do sistema de aléias nas propriedades do solo, no aproveitamento da água de chuva, no controle de ervas daninhas e no rendimento das culturas. O sistema de aléias pode se tornar um modelo de exploração apropriado para o semi-árido brasileiro, porque sua adoção, com utilização de plantas de renques adaptadas às condições da região e culturas anuais eficientes no uso da água, disponibilizará mais umidade para essas plantas entre os renques e manterá durante os períodos mais secos uma cobertura sobre o solo, reduzindo assim os efeitos maléficos do clima (BRITO et al., 2001). A utilização de *Flemingia* no sistema de aléias mostrou potencial, quando cultivada em consórcio com a produção de hortaliças (SALMI, 2008).

2.3 - Morfologia e fenologia da planta, florescimento e polinização

As flores da *Flemingia macrophylla* são papilionáceas com 5 pétalas livres (1 superior chamada estandarte, 2 laterais que se chamam alas e 2 inferiores soldadas que formam a quilha) em densos racemos axilares que são as inflorescências de 5 – 30 cm de comprimento com 15 – 40 flores lateralmente e todas com um pedicelo. O fruto é uma vagem oblonga de 11 – 15 mm de comprimento com 5 – 7 mm de largura, cor marrom escura e tecido delgado, débil e deiscente com 2 sementes. As sementes são globulares, esféricas de coloração brilhosa marrom heterogênea ou preta com 2 – 3 mm de diâmetro (ANDERSSON et al., 2006). *F. macrophylla* é sensível ao fotoperíodo e o florescimento ocorre em dias curtos, 150 dias após

o transplântio se estendendo até 180 dias com a formação da semente (SALMI, 2008). O melhor crescimento das plântulas ocorre entre 22 – 28°C produzindo crescimento mínimo acima de 36°C e abaixo de 12°C sendo encontrada em altitudes de 2000 m acima do nível do mar (www.tropicalforages.info...).

Em experimentos conduzidos no CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) – Estação Experimental de Quilichao na Colômbia, morfotipos de *F. macrophylla*, diferiram quanto ao crescimento e florescimento. Após 6 meses da sementeira, a altura de plantas variou de 0,25 à 1,91 m, com média de 1,04 m, o diâmetro do dossel da planta de 0,44 à 1,64 m, com média de 1,10 m. Observou-se alto vigor da planta e não havia incidência de pragas, doenças ou deficiência mineral. Os ciclos, ou seja, número de dias da sementeira ao florescimento, variaram de 180 à 388 dias. O número de dias da sementeira até a formação dos botões florais variou de 210 à 340 dias (ANDERSSON, et al., 2006). Geralmente, os principais fatores externos que afetam o florescimento em leguminosas tropicais são fotoperíodo e estresse hídrico (SCHULTZE-KRAFT & KELLER-GREIN, 1999). BEWLEY & BLACK, (1985) relacionaram, dentre outras causas, o fotoperíodo durante o crescimento das plantas com o desenvolvimento de sementes “duras” e/ou com tegumentos impermeáveis.

O florescimento em *F. macrophylla* está relacionado com o decréscimo no comprimento do dia, antecipação do período de pôr-do-sol (Fotoestímulo) ou estresse por déficit hídrico e provavelmente uma combinação destes fatores. Propõem-se novas pesquisas para avaliar o comportamento de plantas de *F. macrophylla* em relação ao seu ciclo, principalmente em outras latitudes e manejo ambiental (ANDERSSON et al., 2006). Nas plantas Angiospermas predomina a polinização realizada pela ação de insetos (Entomófila). No entanto, a *F. macrophylla* apresenta taxa de auto-fecundação de 80-90% sendo classificada como planta autógama, a exemplo do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.

2.4 - Qualidade de sementes de leguminosas

A legislação de sementes estabelece padrões mínimos de qualidade para as espécies leguminosas, considerando-as como forrageiras e para formação de pastagens. Porém independente da finalidade de sua exploração, as sementes certificadas devem seguir os padrões estabelecidos. A Instrução Normativa N°40, de 12 de junho de 2002 publicada no DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO de 14/06/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento instituiu Normas de Produção de Sementes de Espécies Forrageiras Tropicais estabelecendo os padrões de sementes, eliminando os índices de Valor Cultural com a fixação dos limites mínimos de Pureza e Germinação (Tabela 2).

Tabela 2. Padrões de sementes de espécies forrageiras tropicais de acordo com a Instrução Normativa N°40 de 12 de junho de 2002 publicada, no DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO de 14/06/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

FABACEAE – Leguminosae	P* (%)	G* (%)
<i>Arachis pintoi</i> Krapov. e W.C.Gregory (Amendoim –forrageiro)	70	60
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. (Guandu)	95	60
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv. (Calopogônio)	85	60
<i>Centrosema pubescens</i> Benth. (Centrosema)	95	60
<i>Crotalaria juncea</i> L. (Crotalaria)	95	70
<i>Dolichos lablab</i> L. (= Lablab purpureus (L.) Sweet) (Lablab)	95	70
<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urban (Galactia)	95	60
<i>Neonotonia wightii</i> (Wight et Arn.) J. A. Lackey (Soja-perene)	95	60
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (Leucena)	95	60
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urban (Siratro)	95	60
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC. (Piper et Tracy) Holland (Mucuna-preta)	95	70
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.(Kudzu Tropical)	95	60
<i>Stylosanthes capitata</i> Vog. (Estilosantes)	95	60
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aublet) Sw. (Estilosantes)	95	60
<i>Stylosanthes macrocephala</i> M. B. Ferre N.S.Costa (Estilosantes)	95	60

P: Pureza, G: Germinação.

Fonte: DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (1992).

2.5 – Fatores que afetam a germinação das sementes de espécies da família *Leguminosae*

2.5.1 – Embebição

A germinação tem início com a absorção de água pela semente e termina com o início da elongação pelo eixo embrionário, usualmente a radícula. Todos os tecidos das estruturas das sementes, são formados por células com potenciais hídricos específicos, fazendo com que a semente, como um todo, comporte-se como uma grande célula, com relações hídricas específicas para cada tecido, célula ou compartimento celular (ZIMMER et al., 2006). O potencial hídrico das células (ψ_w), nos tecidos das sementes é resultante da interação entre os três potenciais: o osmótico (ψ_o), que representa a concentração de solutos dissolvidos nas células; o mátrico (ψ_m), que está relacionado com a capacidade de matrizes como parede celular, amido, proteínas e outras, hidratarem-se e ligarem-se à água; e o de pressão (ψ_p), relacionado à força contrária exercida pela parede celular externa por causa da turgescência causada pela entrada de água nas células. Os valores do ψ_o e do ψ_m são negativos tendo, assim, um potencial hídrico mais baixo que a água pura. O ψ_p é uma força oposta e, consequentemente, positiva. A soma dos três componentes do potencial hídrico é um valor negativo, exceto em células completamente túrgidas, em que se aproxima de zero (BEWLEY & BLACK, 1993).

A água penetra através do tegumento da semente e difunde-se por todos os tecidos provocando a turgescência das células, o que torna o tegumento mais permeável às trocas gasosas (O_2/CO_2) e proporciona aumento da atividade respiratória e de todos os outros eventos metabólicos necessários à retomada do crescimento do eixo embrionário (FERREIRA & BORGHETTI, 2004). Ao monitorar o conteúdo de água de sementes secas submetidas à embebição em água, muito frequentemente se observa um padrão típico trifásico (BEWLEY & BLACK, 1993; 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 1988; POWELL & MATHEUS, 1979) de absorção de água e hidratação (BEWLEY & BLACK, 1994). A Fase I é

relativamente rápida, dirigida pelo potencial matricial da semente, consistindo na simples ligação da água com a matriz da semente (CASTRO et al., 2004; ZIMMER, 2006), variando de uma a duas horas. Essencialmente, é uma fase em que as substâncias de reserva são desdobradas em substâncias simples de menor peso molecular, que permitem um transporte mais fácil até o embrião (BEWLEY & BLACK, 1993; CARVALHO & NAKAGAWA, 1988; POWELL & MATHEUS, 1979).

Daí para a frente, o conteúdo de água será mantido praticamente estável ou com pequenos aumentos (ZIMMER, 2006) por um período conhecido como intervalo ou fase de preparação e ativação do metabolismo, ou apenas Fase II da embebição (CASTRO et al., 2004). Ao se atingirem teores de umidade de 25 à 30%, para sementes endospermáticas, e 35 à 40%, para sementes cotiledonares, inicia-se a segunda fase, em que ocorre o transporte ativo das substâncias desdobradas na fase anterior. Os potenciais hídricos do meio e da semente, nessa fase, são muito próximos, de tal modo que, praticamente, estabiliza-se a absorção de água pela semente. Essa fase pode ter um período de duração de oito a dez vezes ao da fase anterior (BEWLEY & BLACK, 1993; CARVALHO & NAKAGAWA, 1988; POWELL & MATHEUS, 1979). Nesta fase, as células no interior das sementes não podem absorver mais água porque não podem expandir; o ψ semente = 0 (se estiver em água pura) de acordo com CASTRO et al. (2004). Durante a Fase III observa-se novamente um aumento na quantidade de água absorvida pelo embrião, principalmente em decorrência do aumento da expansão das células e do número de divisões celulares (alongamento e protrusão da radícula). A partir da emissão da radícula, as sementes perdem a tolerância à dessecação e ficam comprometidas com a emergência e desenvolvimento da plântula (ZIMMER, 2006). O potencial total de água nas sementes pode ser estimado através de equações específicas para cada espécie vegetal, a partir dos dados do grau de umidade (VIEIRA-JUNIOR et al., 1999). Com relação aos fatores intrínsecos relacionados ao potencial de água das sementes e, conseqüentemente, aos seus pontos de equilíbrio higroscópico, o conteúdo de proteínas é de maior importância (WOODSTOCK, 1988); as contribuições da celulose, das substâncias pécnicas e do amido são de reduzido significado (NGODDY & BAKKER-ARKEMA, 1976). Sementes ricas em proteínas geralmente absorvem água mais rapidamente, por ser aquela substância, altamente hidrofílica. A composição química das sementes contribui também para a diferença na velocidade de embebição verificada entre as espécies. Sementes imaturas e sementes deterioradas também absorvem água mais rapidamente. Este fato está associado à maior permeabilidade das membranas nestas sementes (POPINIGIS, 1977).

A taxa de absorção de água dentro da semente é crítica para o sucesso da germinação. Se a absorção de água é muito baixa, a germinação é reduzida porque as sementes podem deteriorar; se a absorção de água é muito rápida, as sementes podem sofrer dano por embebição em excesso (BEWLEY & BLACK, 1994). A disponibilidade de água excessiva no substrato pode promover a embebição rápida de grande quantidade de água, provocando danos celulares e, por conseguinte, reduzindo a porcentagem de germinação (CSERESNYES & VOROVENCI, 1984).

Cada espécie e variedade tem seus requisitos para a germinação que são determinados por fatores genéticos e pelas condições em que se formou a semente. Os fatores ambientais que influenciam na germinação estão relacionados com as condições ecológicas e o habitat da planta (VELÁSQUEZ, 2002). De acordo com POPINIGIS (1977), para que a germinação ocorra, determinadas condições devem ser satisfeitas, a saber: a semente deve ser viável; as condições internas da semente devem ser favoráveis à germinação (conteúdo de reservas, livre de dormência); as condições ambientais devem ser favoráveis (água, temperatura, oxigênio, luz); condições satisfatórias de sanidade ou ausência de agentes patogênicos.

2.5.2 - Temperatura, substrato e luz na germinação

A qualidade fisiológica de um lote de sementes é determinada principalmente pelo teste de germinação prescrito nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Esse é um teste conduzido em condições padronizadas de temperatura, umidade, luz e substrato (QUEIROZ et al., 2001).

Diversos trabalhos de pesquisa avaliam os efeitos destes fatores sobre a germinação de sementes. CAVALCANTE & PEREZ (1995), variando a temperatura de germinação a intervalos de 5°C a partir de 10°C, determinaram os pontos cardeais 10, 30 e 45°C, respectivamente mínimo, ótimo e máximo. Para avaliação do estresse térmico de diferentes intensidades, as sementes foram incubadas por 12, 24, 48 e 72h à 50°C, 24 e 48h à 65°C e 24h à 85°C. Quando secas as sementes permaneceram viáveis após exposição de até 85°C, por 24h, o contrário sendo verificado em sementes embebidas expostas a 50°C por 12h. Os autores constataram que a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit se verifica em uma ampla faixa de temperatura, com temperatura ótima de germinação em torno de 30°C, e extremos mínimo e máximo de germinação entre 10°C a 15°C e 40°C a 45°C, respectivamente.

MEDEIROS & ZANON (1999) objetivaram determinar a melhor combinação entre três temperaturas (20°C, 25°C e 30°C) e quatro substratos (papel toalha, papel de filtro, areia e vermiculita) para a germinação de sementes de duas espécies florestais, com potencial de uso na recuperação de ecossistemas degradados: a sapuva (*Machaerium stiptatum* (DC.) Vog.) Leguminosae-Papilionoideae e a acácia marítima (*Acacia longifolia* (Andr.) Willdenow) Leguminosae-Mimosoideae. Concluiu-se que a temperatura de 25°C e o substrato papel toalha foi a melhor combinação para a realização do teste de germinação de sementes de *Machaerium stiptatum* e, temperatura de 25°C e substrato areia, para o de *Acacia longifolia*.

VARELA et al. (2005) estudaram a germinação de sementes de itaubarana *Acosmium nitens* sob diferentes condições de temperatura e substrato, utilizando-se como parâmetros a porcentagem e o tempo médio de germinação. O experimento foi delineado fatorial 4x3, nas temperaturas constantes de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C e utilizando os substratos sobre areia (S.A.), sobre papel (S.P.) e sobre vermiculita (S.V.). Dos substratos testados, o papel de filtro mostrou-se prejudicial para a germinação das sementes de *Acosmium nitens*, onde verificou-se valores nulos de médias de germinação nas temperaturas de 30°C e 35°C. Para as temperaturas de 30°C e 35°C foram observadas variações no tempo médio de germinação em função dos substratos, exceto quando foram utilizadas as temperaturas de 20°C e 25°C.

LIMA et al. (2006) não detectaram efeito significativo do substrato e da interação temperatura e substrato. Não ocorreu diferença na porcentagem de germinação das sementes nas temperaturas de 25°C e 30°C. Todavia, a 35°C houve uma tendência de queda na porcentagem de germinação, além de ter sido observado maior incidência de microorganismos nas sementes.

SUÑÉ & FRANKE (2006), para a determinação das condições para o teste de germinação, avaliaram os parâmetros luz (presença e ausência), substratos (papel e areia), posição da semente no substrato (sobre e entre) e diferentes temperaturas constantes (5, 10, 15, 20, 25 e 30°C). As sementes de *D. depressus* apresentam maior germinação na presença de luz, sobre substrato papel a 25°C, e as sementes de *T. riograndense* na ausência de luz, substrato sobre papel a 30°C. Para ambas as espécies, a temperatura alternada de 20-30°C é considerada adequada para a condução do teste de germinação.

SIMIONI & BONINI FILHO (2007) conduziram experimento em duas etapas. Na primeira, as temperaturas utilizadas foram 25°C, 30°C, 35°C, 25-30°C, 25-35°C e 30-35°C, com e sem luz. Na segunda, as temperaturas alternadas de 25-30°C e 25-35°C foram comparadas com a recomendada para o amendoim comum (*Arachis hypogaea* L.), 20-30°C

com luz. Entre os tratamentos com temperatura constante, a de 30°C com luz promove o maior número de plântulas normais. As temperaturas alternadas de 20-30°C e 25-30°C, com luz, são as mais recomendadas para a condução do teste de germinação. Através da contagem diária do número de plântulas normais, recomenda-se a realização da primeira contagem aos 8 dias e o encerramento do teste de germinação aos 14 dias.

DUTRA et. al (2007) concluíram que a leguminosa *Senna siamea* apresenta sementes dormentes e, entre os tratamentos para superação de dormência destacam-se a escarificação mecânica e a utilização do ácido sulfúrico. As sementes mostram-se indiferentes à luz e sua germinação não foi influenciada pelas temperaturas testadas. As sementes imersas em água quente apresentaram germinação intermediária. As sementes mostram-se indiferentes à luz e sua germinação não foi influenciada pelas temperaturas testadas. Apesar da eficiência dos tratamentos com ácido sulfúrico, sua utilização apresenta uma série de desvantagens, entre as quais o perigo de queimaduras ao técnico ou operário que executa a escarificação, pelo seu alto poder corrosivo e por sua violenta ação com a água, causando elevação na temperatura e respingos ao redor (POPINIGIS, 1977).

OLIVEIRA & MEDEIROS FILHO (2007) concluíram que a espécie *Leucaena leucocephala* apresenta sementes dormentes, destacando-se o ácido sulfúrico como método eficiente para a superação da dormência. As sementes de leucena são insensíveis à luz e sua germinação não foi influenciada pelas temperaturas aplicadas. NASCIMENTO et al. (2002) avaliaram temperatura e substrato para germinação de sementes *Parkia platycephala* Benth. Leguminosae – Mimosoideae (faveira-preta) e constataram que a germinação sobre papel não foi eficiente favorecendo o desenvolvimento de microrganismos. Conclui-se que o teste de germinação de sementes de faveira-preta pode ser conduzido no substrato entre areia sob temperatura de 30°C constantes.

2.5.3 - Dormência

Embora se reconheçam algumas de suas causas, ainda não há uma definição precisa de dormência em sementes, tendo em vista o pouco conhecimento a respeito dos mecanismos envolvidos. Além disso, as discussões sobre o tema baseiam-se principalmente em pesquisas realizadas com sementes de espécies de regiões temperadas, na maioria plantas de interesse econômico (CARDOSO, 2004a). A dormência de sementes é um processo caracterizado pelo atraso da germinação, quando as sementes mesmo em condições favoráveis de umidade, temperatura, luz e oxigênio, não germinam (VIEIRA & FERNANDES, 1997); há necessidade de anular a ação de mecanismos de bloqueio, estabelecidos durante o processo de maturação (MARCOS FILHO, 2005) exigindo tratamentos especiais para superá-la (QUEIROZ et al., 2001).

O fenômeno de dormência em sementes advém de uma adaptação da espécie às condições ambientais em que ela se reproduz, podendo ser influenciada por estresse hídrico, incidência direta de luz, baixa temperatura, entre outras causas. Constitui-se, portanto, um recurso utilizado pelas plantas para que suas sementes germinem na estação mais propícia ao seu desenvolvimento, buscando através disto a perpetuação da espécie ou colonização de novas áreas (VIEIRA & FERNANDES, 1997) principalmente em regiões onde ocorrem secas (SEIFFERT, 1982). Sendo assim, dentre os atributos de qualidade de sementes, na qualidade genética uma das características procuradas é a resistência à deterioração de campo através da incorporação do caráter de dureza da semente (ZIMMER, 2006). NAUTIYAL & PUROHIT (1985) explicaram que a perda de água em sementes recalcitrantes desencadeia alguns processos deterioráveis, como a desnaturação de proteínas, alterações na atividade das enzimas peroxidases e danos no sistema de membranas, podendo resultar na completa perda de sua viabilidade.

A impermeabilidade do tegumento à água é um tipo de dormência bastante comum em sementes da família Leguminosae (BEWLEY & BLACK, 1985; CÍCERO, 1986; KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; POPINIGIS, 1977; ROLSTON, 1978; VILLIERS, 1972) e das famílias Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Geraniaceae, Liliaceae, Malvaceae, Solanaceae (CÍCERO, 1986; KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; POPINIGIS, 1977), Anacardiaceae, Bixaceae, Cannaceae, Myrtaceae, Rhanaceae, Sapindaceae e Zingiberaceae (ATWATER, 1980; BALLARD, 1973). ROLSTON (1978) examinou 260 espécies de leguminosas constatando que 85% (221) apresentavam sementes com tegumento total ou parcialmente impermeável à água. Estima-se que 2/3 das espécies florestais apresentem sementes com problemas de dormência (LEDO, 1979; BORGES et al., 1982).

Em sementes de diversas espécies, a dormência é ocasionada por um balanço hormonal desfavorável entre promotores, como as giberilinas (GA), e inibidores da germinação, como o ácido abscísico (ABA) (BEWLEY & BLACK, 1994). Em arroz, a dormência é entendida como uma resistência à germinação pré e pós-colheita (FOLEY & FENNIMORE, 1998) e inúmeras causas são definidas como responsáveis por este evento. Entre elas, destaca-se a necessidade de O₂ nas fases iniciais do processo de germinação, o que resulta na principal forma de dormência das sementes. Este fato estaria relacionado à impermeabilidade da casca e do pericarpo dificultando a entrada de O₂ para o embrião, impedindo assim a germinação (ROBERTS, 1961; LARINDE, 1979).

Em muitas leguminosas a porcentagem de sementes duras situa-se entre 69 a 90% e a dormência é devida a presença de uma cobertura impermeável à penetração da água, o que impede a germinação. Em condições naturais a cobertura torna-se gradualmente permeável e ocorre a germinação de uma certa proporção de sementes a cada período, o que contribui para assegurar a sobrevivência da espécie, principalmente em regiões onde ocorrem secas (SEIFFERT, 1982). Nas leguminosas, a dormência das sementes é causada por um bloqueio físico representado pelo tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito da água e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente nem a oxigenação do embrião, que por isso permanece latente. Essas sementes, denominadas “duras”, alcançam grande longevidade, e qualquer procedimento que permita romper o tegumento das sementes (escarificação), fazendo-as absorver água, promove sua germinação e emergência de plântulas geralmente vigorosas (GRUS, 1990). O desenvolvimento de sementes duras ou com tegumentos impermeáveis são influenciados por fotoperíodo durante o crescimento das plantas, taxa e grau de secagem na maturação ou pós-colheita e a presença de substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura no tegumento da semente (BEWLEY & BLACK, 1985). Nas sementes de mucuna preta, a dormência se estabelece durante a fase de maturação das sementes, sendo a sua intensidade diferente para as sementes de um mesmo lote. A secagem no interior das vagens favorece o aparecimento de sementes duras e aumenta as imaturas em relação às secas fora das vagens (NAKAGAWA et al., 2003). A permeabilidade do tegumento deve ser considerada, pois a porosidade, a composição química, a estrutura e a pigmentação afetam diretamente essa característica, principalmente em leguminosas (DEMIR et al., 1998) favorecendo, inclusive, o teste de tetrazólio.

A impermeabilidade do tegumento é normalmente associada à presença de uma ou mais camadas impermeáveis de células, dispostas em paliçada, com espessas paredes secundárias lignificadas, sendo os macroesclerídeos as células mais comuns (BASKIN & BASKIN, 1998a). Os macroesclerídeos são impermeáveis à água por estarem impregnados de substâncias hidrofóbicas como cutina, lignina, quinonas, materiais pécticos insolúveis, suberina e cera (ROLSTON, 1978; JOLY, 1979). O tegumento também pode conter uma mucilagem que se expande na presença de água, formando uma barreira à difusão de oxigênio e diminuindo a velocidade de germinação (JOLY, 1979) e substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura ao tegumento (BEWLEY & BLACK, 1985).

Em algumas leguminosas tem sido verificado que há relação entre a coloração do tegumento e sua permeabilidade à água (MARBACH & MAYER, 1974). As sementes com tegumentos claros e opacos apresentam menores restrições à entrada de água que as mais escuras e brilhantes, mostrando-se mais propensas a injúrias durante a embebição; os tegumentos claros são menos aderentes aos cotilédones e isso permite a entrada mais rápida de água nas sementes (DEMIR et al., 1998).

Essa impermeabilidade se reduz gradualmente em condições naturais, de modo que certa proporção de sementes germina a cada período (FERNANDES et al., 1999). Quando a dormência é causada pela impermeabilidade do tegumento à água, os métodos a serem empregados deverão promover aberturas neste, permitindo a embebição, como ocorre com as escarificações ou cortes do tegumento (ZAIDAN & BARBEDO, 2004). Em laboratório, a ruptura do tegumento permite a imediata embebição e o início do processo germinativo (FERNANDEZ et al., 2000).

Testes de germinação realizados com espécies que têm sementes dormentes podem produzir resultados insuficientes para a correta previsão do comportamento das mesmas após sua sementeira. Isso porque são registradas, nos boletins de análise, a porcentagem de sementes que germinaram e a de sementes dormentes (ISTA, 1985). Deve-se salientar, porém, que, mesmo quando se pensa em utilização das sementes pelo homem, a dormência pode representar vantagens. Em muitas sementes, a impermeabilidade do tegumento à água, por exemplo, é o principal mecanismo de manutenção de baixos teores de água no interior da semente, o que evita o metabolismo mais intenso, reduz a respiração e, assim, diminui o consumo de reservas, fundamentais para a germinação e o crescimento inicial da plântula, quando as condições ambientais favorecem. O mesmo poderia ser dito quanto à permeabilidade a gases, evitando a entrada de O₂ e a saída de CO₂. Além disso, mantendo-se baixo o grau de umidade nas sementes, dificulta-se o desenvolvimento de microorganismos causadores de deterioração, bem como o ataque mais intenso de insetos e roedores. Portanto, a dormência das sementes muitas vezes contribui para sua melhor conservação e armazenamento (ZAIDAN & BARBEDO, 2004). Para as espécies consideradas como silvestres ou espontâneas ainda é incipiente o conhecimento relacionado à sua propagação e melhorias da qualidade de sementes. Sendo assim, a pesquisa envolvendo os mecanismos de dormência em sementes de leguminosas é direcionada a espécies mais comuns e tradicionais em adubação verde (DEMINICIS et al., 2006).

JACOB JR. et al., (2004) observa que existe a necessidade de se utilizar métodos pré-germinativos que permitam superar a dormência das sementes, possibilitando a expressão da máxima germinação do lote. A imersão das sementes em hipoclorito de sódio normalmente é recomendada para a desinfecção superficial das sementes (MACHADO, 1988; BRASIL, 2009), podendo-se constituir também em tratamento para superar a dormência de sementes como recomendado por BRASIL (2009) para sementes de algumas espécies como, por exemplo, o arroz. Em sementes de pimenta-malagueta, a imersão em hipoclorito de sódio a 1%, embora não diferindo estatisticamente dos tratamentos envolvendo lavagem em água, mostrou-se eficiente na superação da dormência dos dois lotes estudados (QUEIROZ et al., 2001). De acordo com Thomas citado por KHAH & PASSAM (1992) o tratamento de sementes com hipoclorito de sódio reduz perdas de germinação causadas por patógenos, podendo, também, alterar o metabolismo das sementes contribuindo para promover a germinação. Esta alteração no metabolismo pode estar relacionada à maior disponibilidade de oxigênio para o embrião.

A espécie *F. macrophylla* apresenta como característica alto índice de sementes dormentes, principalmente devido ao tegumento impermeável à absorção de água. Além disso, há poucas informações com relação à qualidade de suas sementes e nas Regras para

Análises de Sementes (BRASIL, 2009), não há informações sobre as avaliações para as sementes desta espécie.

Estas considerações envolvem os parâmetros físicos como tamanho, massa, textura e cor do tegumento das sementes de *Flemingia* e que podem influenciar a característica da dormência - sementes pequenas com dureza do tegumento e de coloração brilhosa escura preta ou marrom heterogênea.

Exemplos de instruções para a condução do teste de germinação de sementes de algumas espécies leguminosas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) constam na Tabela 3.

A) Mecanismos de dormência

Com base nos mecanismos presumivelmente envolvidos, a dormência de sementes pode ser classificada em dois grandes grupos: exógena e endógena. A dormência exógena, ou extra-embriônica, é causada primariamente pelo tegumento, pelo endocarpo, pelo pericarpo e/ou por órgãos extraflorais, em geral com pouca ou nenhuma participação direta do embrião na sua quebra. A dormência endógena, que também pode ser chamada de embriônica, é causada por algum bloqueio à germinação relacionado ao próprio embrião – mas que eventualmente pode envolver tecidos extra-embriônicos, podendo ser dividida em: fisiológica, morfológica e morfofisiológica. (CARDOSO, 2004a).

A dormência pode ser física, química, mecânica (CARDOSO, 2004a), morfológica, fisiológica (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; FOWLER & BIANCHETTI, 2000; SMITH et al., 2003) ou morfofisiológica (CARDOSO, 2004a):

Dormência exógena:

- Física – É caracterizada pela impermeabilidade do tegumento à água e gases; pode ser superada através de escarificação;
- Química – É devida à presença de fatores inibidores no pericarpo; supera-se removendo o pericarpo;
- Mecânica – É provocada por resistência do tegumento ao crescimento do embrião; deve-se remover o pericarpo para superá-la;

Dormência endógena:

- Morfológica – Devida à imaturidade do embrião é superada através de processos de pós-maturação do embrião;
- Fisiológica – Deve-se a mecanismos fisiológicos de inibição da germinação, por exemplos, Giberilinas ou Ác. Giberélico (GA) ; são usados diversos métodos para superá-la, como adição de hormônios e fitoreguladores, lavagem das sementes por longos períodos, tratamento térmico, etc.
- Morfofisiológica - Em sementes que apresentam dormência morfológica e fisiológica. Para que a germinação ocorra, é preciso que o embrião atinja um determinado tamanho crítico, variável conforme a espécie, e que a dormência fisiológica seja quebrada por estratificação ou outro tratamento.

Entre os principais tratamentos utilizados para a superação da dormência exógena, podem ser citados: escarificação ácida; imersão em água quente ou em água fria, e escarificação mecânica; e para superação da dormência endógena: estratificação a frio e estratificação quente e fria (FOWLER, 2000).

Tabela 3. Exemplos de instruções para a condução do teste de germinação de sementes de algumas espécies leguminosas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Nome comum	Nome científico	Substrato	Temperaturas (°C)	Contagem Dias		* Instruções adicionais incluindo recomendações...
				Primeira	Final	
Crotalaria	<i>Crotalaria spectabilis</i>	EP, SP, EA	20-30°C alternadas	4	10	-----
	<i>C. japônica</i>	SP		7	28	
	<i>C. juncea</i>	RP, EA		4	10	(38)
	<i>C. lanceolata</i>					
	<i>C. pallida</i>	EP, EA				
	<i>C. paulina</i>	EP, SP, EA				
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	SP, EP	25°C constantes	4	10	(38); (39)
Cornichão	<i>Lotus corniculatus</i>	SP, EP	20 - 30°C alternadas, 20°C constantes	4	12	(1) : (38)
	<i>L. tenuis</i>					
	<i>L. uliginosus</i>					
Alfafa	<i>Medicago arabica</i>	SP, EP	20°C constantes	4	14	(38), (45)
	<i>M. italica</i>		20°C, 15°C constantes			
	<i>M. littoralis</i>	SP	20°C constantes			(1), (28), (38)
	<i>M. lupulina</i>	SP, EP, EA	20°C, 15°C constantes			(28), (38), (45)
	<i>M. obicularis</i>	SP, EP				20°C constantes
	<i>M. polymorpha</i>		(1) : (28) : (38)			
	<i>M. rugosa</i>					
	<i>M. sativa</i>					
<i>M. scutellata</i>			(29), (38)			
Mucuna	<i>Mucuna aterrima</i>	RP, RP, EA, SA	30°C constante, 20 – 30°C alternadas	3	14	(38) : (39)
Sesbania	<i>Sesbania exaltata</i>	SP, EP	20 – 30°C alternadas	5	7	(38)
Estilosantes	<i>Stylosanthes capitata</i>	SP	20 – 35°C alternadas	4	10	(38)
Tefrosia	<i>Tephrosia cândida</i>	EP, SP	30°C constante, 20 - 30°C alternadas	3	7	(38)
	<i>Trifolium alexandrinum</i>	SP, EP				
	<i>T. campestre</i>			4	10	(27), (38)

	<i>T. dubium</i>					(1), (27), (38)
Trevo	<i>T. fragiferum</i>	SP, EP	20°C constantes	4	10	(27), (38)
	<i>T. glomeratum</i>					
	<i>T. hirtum</i>					
	<i>T. hybridum</i>					(1), (27), (38), (53)
	<i>T. incarnatum</i>					4
	<i>T. lappceum</i>	3	7			
	<i>T. michelianum</i>	SP	20°C, 15°C constantes	4	10	(1), (27), (38)
	<i>T. pratense</i>	SP, EP	20°C constantes	4	7	(1), (27), (38), (53)
	<i>T. repens</i>					
	<i>T. resupinatum</i>					
	<i>T. semipilosum</i>	EP, EA	20°C, 15°C constantes	3	7	
	<i>T. squarrosum</i>	SP, EP		4	14	(1), (27), (38)
	<i>T. subterraneum</i>			(27), (38), (82)		
<i>T. vesiculosum</i>	4			10	(27), (38)	

* Instruções adicionais incluindo recomendações para superar a dormência.

(1) Pré-esfriamento à temperatura de 5-10°C por um período de até sete dias ou mais se necessário e testar na temperatura mais baixa indicada, como método alternativo;

(27) A temperatura não deve exceder 20°C, sendo a temperatura de 18°C a mais desejável;

(29) Se for observado, nas plântulas de *Phaseolus vulgaris*, o apodrecimento do colo do hipocótilo, o reteste deverá ser realizado usando-se para umedecer o substrato, uma solução de 0,1% de nitrato de Cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$);

(53) Quando ocorrer uma alta porcentagem de sementes intumescidas podem ser no final do teste, retestar e colocar o substrato em saco plástico fechado de tamanho adequado ao substrato;

(82) Realizar o teste no escuro.

18.4.3 - Aplicação das tabelas de tolerância (BRASIL, 2009).

B) Causas e superação de dormência em sementes de espécies leguminosas

A dormência das sementes é, geralmente, uma característica indesejável na agricultura, onde rápida germinação e crescimento são requeridos. No entanto, algum grau de dormência é vantajoso pelo menos durante o desenvolvimento da semente (BEWLEY, 1997). Em espécies forrageiras e leguminosas, esta característica é sumamente importante, pois mantém um banco de sementes no solo, permitindo a regeneração das pastagens frente às diferentes formas de distúrbios, ainda que na etapa de estabelecimento a dormência deva ser removida para que se obtenha uma germinação homogênea (JACOB JR. et al., 2004). No caso de sementes de plantas daninhas, a dormência é considerada ruim para o agricultor, pois dificulta o seu controle, pois a semente pode ficar dormente por vários anos no solo. Um exemplo benéfico da dormência é o caso de sementes duras de soja que podem ficar no campo aguardando a colheita com um mínimo de deterioração. Nas sementes de forrageiras e de plantas espontâneas o percentual pode alcançar mais de 50% das sementes dos lotes (PESKE et al., 2006). Dentre os atributos de qualidade de sementes, na qualidade genética uma das características procuradas é a resistência à deterioração de campo através da incorporação do caráter de dureza da semente (ZIMMER, 2006). BACIU-MICLAUS (1970) afirmam que a umidade relativa do ar na fase final da maturação da semente tem grande efeito sobre a produção de sementes duras em soja. BEWLEY & BLACK, (1985) consideram que o desenvolvimento de sementes “duras” ou com tegumentos impermeáveis são influenciados por fotoperíodo durante o crescimento das plantas, taxa e grau de secagem na maturação ou pós-colheita e a presença de substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura ao tegumento da semente. De acordo com BASKIN & BASKIN, (1998b) o percentual e a intensidade de desenvolvimento da impermeabilidade do tegumento, dependem entre outros fatores, do estágio de maturação das sementes quando a secagem se inicia.

Os seguintes efeitos são possíveis nos tecidos envolvendo o embrião, durante a dormência: interferência no aproveitamento de água, restrições mecânicas, interferência nas trocas gasosas, prevenção da saída de inibidores do embrião, suprimento de inibidores do embrião e a prevenção da germinação pode ser relacionada com a ação de um ou mais desses efeitos (BEWLEY & BLACK, 1994).

ROLSTON (1978) examinou 260 espécies de leguminosas constatando que 85% (221) apresentavam sementes com tegumento total ou parcialmente impermeável à água. Nas leguminosas, a dormência das sementes é causada por um bloqueio físico representado pelo tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito da água e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente nem a oxigenação do embrião, que por isso permanece latente. Essas sementes, denominadas duras, alcançam grande longevidade, e qualquer procedimento que permita romper o tegumento das sementes (escarificação), fazendo-as absorver água, promove sua germinação e emergência de plântulas geralmente vigorosas (GRUS, 1990).

A proporção de sementes “duras” produzidas varia de ano para ano e de local para local (QUINLIVAN, 1967; CLEMENTS, 1977). Em várias espécies de leguminosas, a dormência diminui à medida que as sementes envelhecem e a taxa de superação da dormência varia com a espécie (NAKAMURA, 1962). Essa impermeabilidade se reduz gradualmente em condições naturais, de modo que certa proporção de sementes germina a cada período (FERNANDES et al., 1999). Em sistemas de cultivo estabelecidos, a quebra da dormência ocorre naturalmente. FELDMAN et al. (1997) demonstram que em sistemas de plantio sem revolvimento do solo (menor distúrbio), as sementes tendem a se concentrar nos primeiros

centímetros do solo e apresentar maior densidade de espécies (CARDINA et al., 1991), semelhante ao que ocorre em ecossistemas naturais (ROBERTS, 1981; MEDEIROS, 2000). Nessas menores profundidades, geralmente há maior atividade microbiológica que pode interagir com as sementes e causar maiores taxas de quebra de dormência ou destruição destas (KREMER, 1993; PITTY et al., 1987), ou seja, uma dinâmica mais acelerada do banco de sementes. Estes são dados importantes, visto que na última década, grande parte da área agrícola brasileira passou a ser semeada com menor distúrbio do solo (FAVRETO & MEDEIROS, 2004). KARSSSEN & HILHORST (1993) consideram a ação do nitrato no solo como estimulante na remoção da dormência e conseqüente germinação das sementes. BEKKER et al. (1998) registraram a redução da viabilidade de sementes com uma maior disponibilidade de nutrientes no solo, o que provavelmente ocorreu por causa do estímulo à decomposição por microorganismos. Assim, em situações de semeadura direta, onde reconhecidamente há uma maior concentração de nutrientes nos primeiros centímetros do solo, haverá tanto estímulo à germinação quanto à destruição de sementes. Desse modo, parece adequado utilizar semeadura direta, porém com grande quantidade de cobertura morta para inibir a germinação de sementes (FENNER, 1980).

Nas condições descritas anteriormente, sistemas de cultivo estabelecidos, a remoção da dormência ocorre naturalmente. Entretanto, em laboratório, a ruptura do tegumento (FERNANDES et al., 1999) no processo de escarificação (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989) permite a imediata embebição e o início do processo germinativo (FERNANDES et al., 1999). A ruptura do tegumento através dos métodos de escarificação, além de aumentar a permeabilidade à água, pode induzir a um aumento da sensibilidade à luz e temperatura, da permeabilidade aos gases, da remoção de inibidores e promotores e da possibilidade de injúrias aos tecidos, possuindo assim, significativa influência no metabolismo das sementes e, conseqüentemente, na dormência (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989). O armazenamento pode resultar uma prática eficiente para romper a dormência e o tempo que dure a semente no armazenamento sem deteriorar o poder germinativo, depende em parte do manejo e do ambiente que lhes envolve, o qual constitui uma das práticas agrônômicas fundamentais (CONTRERAS & VIVAS, 1995). RAZZ & CLAVERO (2003) afirmam que numerosos métodos de escarificação aplicam-se às sementes de leguminosas com a finalidade de romper a dormência e incrementar a germinação, entre eles se mencionam os métodos físicos, químicos e mecânicos, cujos resultados dependem da espécie (RAZZ & CLAVERO, 1996; TORAL, 1998). As sementes de algumas espécies como calopogônio, siratro, cudzu tropical, soja perene necessitam receber algum tipo de tratamento, antes da semeadura, para germinarem satisfatoriamente, pois apresentam o tegumento resistente à penetração de água. Para permitir uma adequada absorção de água pelas sementes dessas espécies, recomenda-se realizar um tratamento à base de ácido sulfúrico ou água quente (GODOY & SOUZA, 2007). RIZZINI (1976) atribui à dormência presente nas sementes de *Caesalpinia ferrea* a um bloqueio físico proporcionado pelo tegumento, impedindo a embebição e a oxigenação do embrião que, desse modo, permanece dormente, necessitando da submissão dos diásporos a tratamentos que levam à ruptura dessa barreira e conseqüente germinação. RAMSAY (1997) verificou que, em *Vicia faba* (L.), a dormência de sementes é caráter herdável, monogênico e de herança simples.

NAKAGAWA et al., (2007) observaram que a intensidade de dormência das sementes de mucuna – preta é afetada pelo estágio de maturação em que ocorre a secagem. No entanto, FERNANDEZ et al. (2000) afirmam que a dormência das sementes de leguminosas é uma característica hereditária, atribuída à camada de células em paliçada, cujas paredes celulares são espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa.

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) é uma leguminosa arbustiva, anual ou perene, que foi introduzida no Brasil há muito tempo, tendo-se adaptado perfeitamente às condições

do país (OTERO, 1952). Apesar da introdução ser antiga, a cultura não se estabeleceu como de importância econômica, tendo como consequência ou causa, os poucos trabalhos de pesquisa com esta espécie, principalmente os relacionados à produção e qualidade de sementes (VIEIRA et al., 1986; GIOMO, 1999; PEDROSO et al., 1988), sendo mais restrito os de armazenamento de sementes, mesmo na literatura internacional (ELLIS et al., 1979; ASALMOL & ZADE, 1998; GODOY & SOUZA, 2004; HEPPELRY & RODRÍGUEZ, 1984; RAO et al., 1982). SKERMAN (1977) afirma que a porcentagem de sementes com dureza do tegumento em guandu é inferior a 10%, não sendo necessário tratamento para superar a dormência para o plantio. A mesma opinião foi expressa por SEIFFERT (1982), segundo o qual sementes de guandu não necessitam ser escarificadas antes da semeadura pois, em geral, a porcentagem de sementes duras é baixa. RAO et al. (1982) encontraram grandes diferenças no potencial de armazenamento, entre genótipos de guandu. Um ensaio conduzido para estudar a ocorrência de dormência, expressa em porcentagem de sementes duras, em sementes de 17 linhagens e 3 cultivares comerciais de guandu mostrou que genótipos variam amplamente entre si quanto ao caráter “produção de sementes duras” e que a germinação de suas sementes pode depender de escarificação química ou mecânica (GODOY & SOUZA, 2007).

NEVES (1988) estimou os efeitos da escarificação das sementes sobre 10 germoplasmas do gênero *Stylosanthes* utilizando-se o parâmetro de estabilidade segundo metodologia tradicional ou de Yates & Cochran. Os tratamentos utilizados foram: controle (sem escarificação), escarificação por meio dos métodos físicos (8 tempos de imersão em água em ebulição), químico (6 tempos de imersão em ácido sulfúrico) e mecânico (abrasamento com lixa de ferro). O resultado diferencial dos germoplasmas variou segundo o caráter avaliado. Para a porcentagem de germinação a maioria dos germoplasmas apresentou-se como estável, enquanto para o valor da germinação, classificou-se como instável ou apresentando instabilidade média.

Alguns tratamentos especiais para superação de dormência em sementes de diferentes espécies leguminosas são descritos por VIEIRA & FERNANDES, (1997) (Tabela 4).

GARCIA et al. (2000) verificaram que sementes de anileira (*Indigofera frugiperda*) apresentam dificuldades de germinação, devido à impermeabilidade do tegumento. Assim, com vistas a superar esse tipo de dormência e elevar a porcentagem de germinação das sementes desta espécie, depois de secas, as sementes foram submetidas aos tratamentos de água em ebulição e ácido sulfúrico. Os tratamentos efetuados com água em ebulição e com ácido sulfúrico não diferiram estatisticamente entre si. As sementes sem qualquer

Tabela 4. Tratamentos recomendados para superar a dormência das sementes em algumas espécies leguminosas arbóreas.

Espécie	Nome Científico	Tratamento
Amendoim-do-Campo	<i>Pterogyne nitens</i>	Ácido Sulfúrico - 5 min.
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	Água (70°C) - 5 min.
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	Água (80°C) - 5 min.
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	Idem
Fava barbatimão	<i>Stryphodendron adstringens</i>	Água Ambiente - 12h. 00 min.
Guapuruvu, ficheira	<i>Schizolobium parahyba</i>	Água (90°C) - 5 min.
Guapuruvu, ficheira	<i>S. parahyba</i>	Escarificação Mecânica
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Ácido Sulfúrico - 20 min.
Leucena	<i>L. leucocephala</i>	Água Ambiente - 12h. 00 min.
Pau ferro	<i>Caesalpinia leiostachya</i>	Ácido Sulfúrico - 45 segundos

Fonte: Adaptado de VIEIRA & FERNANDES (1997).

condicionamento apresentaram porcentagem de germinação mais baixas.

BRUNO et al. (2001) avaliaram tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). Os autores verificaram na temperatura de 25°C que os tratamentos de escarificação ácida por 7, 10 e 13 minutos e o desponte, para as sementes claras, e a imersão em ácido sulfúrico por 13 minutos e desponte para as sementes escuras, proporcionaram as maiores porcentagens de sementes germinadas.

Na temperatura de 30°C, os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos em ácido sulfúrico por 10 e 13 minutos e desponte para as sementes claras e ainda a escarificação ácida por 7, 10 e 13 minutos e desponte para as sementes escuras.

ROVERSI et al. (2002) submetem as sementes acácia negra (*Acacia mearnsi* Willd.) aos seguintes tratamentos para superação de dormência: Testemunha (sem tratamento); Escarificação mecânica com lixa Norton 60, para madeira, por 15 segundos; imersão em água quente (90°C), seguida de repouso na mesma água fora do aquecimento por 24h e imersão em água quente em início de ebulição (97°C), seguida de repouso na mesma água fora do aquecimento por 24h. Constatou-se que, nas variáveis, primeira contagem de germinação, contagem final, IVG e comprimento da raiz primária que o maior percentual e comprimento de plântulas normais ocorreu nas sementes que foram submetidas à escarificação mecânica por 15 seg. - EM15" com valores significativamente superiores aos demais tratamentos. BRUM et al. (1995) observaram em sementes de acácia trinervis (*Acacia longifolia* Willd.), que sementes mecanicamente escarificadas apresentaram germinação superior a 90%. Em sementes de acácia trinervis, embora os resultados obtidos no laboratório por MATTEI (1999), tenham revelado uma germinação equivalente nos tratamentos com água quente, no viveiro, a escarificação mecânica demonstrou ser um método eficiente na superação da dormência.

SMIDERLE & SOUSA (2003) realizaram tratamentos para superação da dormência de sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth) que consistiram em escarificação mecânica com lixa d'água por 1'; imersão em H₂SO₄ p.a. por 10'; imersão em álcool etílico por 5' e testemunha (sem tratamento). Os tratamentos com H₂SO₄ e com lixa d'água apresentaram redução na porcentagem de sementes duras e maiores porcentagens de germinação diferindo do observado para as sementes tratadas com álcool e para a testemunha. Os autores concluíram que, dentre os tratamentos realizados, a escarificação química com H₂SO₄ (5 minutos), foi o método mais apropriado para o alívio da dormência, e consequentemente o aumento na porcentagem da germinação das sementes de paricarana.

BARBOSA et al. (2004) desenvolveram um trabalho que teve como objetivo estudar a germinação das sementes de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw., Bombacaceae) em diferentes estágios de maturação aparente dos frutos; a germinação das sementes provenientes de árvores com diferentes diâmetros a altura do peito (DAP) e a germinação das sementes tratadas para quebra de dormência. Os autores concluíram que as sementes de pau-de-balsa germinaram melhor e mais rápido quando coletadas de frutos negros ou negros deiscentes, ou coletadas de árvores com 17 meses de plantadas e com diâmetros pequenos ou médios. As sementes recém colhidas e germinadas não apresentaram dormência tegumentar. Os melhores tratamentos para a quebra da dormência das sementes desta espécie foram com água quente a 80°C até esfriar ou com ácido sulfúrico por ½ ou 1 minuto com ou sem paina. Os tratamentos com ácido sulfúrico têm a vantagem de quebrarem a dormência da semente e dissolver a paina, reduzindo a mão-de-obra com o beneficiamento e o tempo do processo germinativo.

MEDEIROS FILHO et al. (2005) concluíram que as escarificações mecânica e química são tratamentos eficazes na superação da dormência de sementes de *Caesalpinia ferrea*. De modo similar, DUTRA et al. (2007) concluíram que a leguminosa *Senna siamea* apresenta sementes dormentes e, entre os tratamentos para superação de dormência destacam-se a escarificação mecânica e a utilização do ácido sulfúrico.

CRUZ et al., (2006) avaliaram a germinação das sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, escarificadas por diferentes tratamentos. Sementes escarificadas com água a 80°C e imersas em água por 24h apresentaram a mais baixa germinação final, atingindo apenas 31,5%. Imersão em água a 100°C não foi efetiva para promover a germinação das sementes, mas quando seguida por um período de 24h de imersão em água, a germinação atingiu 82,5%.

FERREIRA et al. (2009) estudaram o efeito de tratamentos para a superação da dormência em sementes de biribá (*Rollinia mucosa*. (Jacq.) Baill). Os resultados indicam que a dormência tegumentar foi superada satisfatoriamente quando as sementes foram submetidas à escarificação mecânica, permitindo a passagem de água e dando início ao processo germinativo. A escarificação das sementes nos dois lados seguida de embebição em água destilada durante 24h proporciona maior porcentagem de emergência de plântulas, caracterizando eficiência na quebra de dormência desta espécie.

CRUZ et al. (2009) avaliaram metodologias específicas para superação da dormência de anjelim - pedra (*Dinizia excelsa*): imersão em ácido sulfúrico por 10, 20, 30, 40, 50 e 60 min. (experimento 1); escarificação em superfície abrasiva na região distal, próximo à micrópila e na lateral da semente e corte de 1 mm no tegumento na região distal, próximo a micrópila e na lateral da semente (experimento 2); escarificação em superfície abrasiva e imersão em água por 0, 12, 24 e 48h (experimento 3). Sementes escarificadas em superfície abrasiva e imersas em água apresentaram melhores resultados quando o tempo de imersão foi de 12 e 24h, juntamente com as sementes não imersas, com emergência de 73,6%; 65,6% e 75%, respectivamente. A imersão de sementes em ácido sulfúrico por 20 e 30 minutos e escarificadas em superfície abrasiva na região distal são tratamentos indicados para superar a dormência de *D. excelsa*.

Comprovando a eficiência dos tratamentos com água quente, REIS & SALOMÃO (1999) obtiveram 80% e 95% de germinação em sementes de *Helicteres cf. sacarrolha* St. Hill. tratadas com água à 100°C imersas por 4 e 8 minutos, respectivamente. Apesar de ser um método vantajoso, de baixo custo e eficiente para superar a dormência de sementes de leguminosas, a água fervente tem apresentado resultados inferiores (RODRIGUES et al., 1990). Em sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby, os tratamentos com água quente foram menos eficientes do que aqueles com ácido sulfúrico (SANTARÉM & ÁQUILA, 1995).

As sementes de *Flemingia macrophylla* são de tamanho reduzido com dureza do tegumento que é impermeável à absorção de água - dormência característica de muitas espécies de plantas da família Leguminosae. A impermeabilidade do tegumento é normalmente associada à presença de uma ou mais camadas impermeáveis de células, dispostas em paliçada, com espessas paredes secundárias lignificadas, sendo os macroesclerídeos as células mais comuns (BASKIN & BASKIN, 1998). Os macroesclerídeos são impermeáveis à água por estarem impregnados de substâncias hidrofóbicas como cutina, lignina, quinonas, materiais pécticos insolúveis, suberina e cera (ROLSTON, 1978; JOLY, 1979). O tegumento também pode conter uma mucilagem que se expande na presença de água, formando uma barreira à difusão de oxigênio e diminuindo a velocidade de germinação (JOLY, 1979) e substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura ao tegumento (BEWLEY & BLACK, 1985). Tem sido verificado que, em algumas leguminosas, há relação entre a coloração do tegumento e sua permeabilidade à água (MARBACH & MAYER, 1974). As sementes com tegumentos claros e opacos apresentam menores restrições à entrada de água que as mais escuras e brilhantes, mostrando-se mais propensas a injúrias durante a embebição; os tegumentos claros são menos aderentes aos cotilédones e isso permite a entrada mais rápida de água nas sementes (DEMIR et al., 1998). Estas considerações envolvem os parâmetros físicos como textura, tamanho, peso e cor do tegumento das sementes de

Flemingia e teoricamente determinam a característica da dormência - sementes pequenas com dureza do tegumento e de coloração brilhosa escura (preta ou marrom heterogênea) sendo necessário pesquisar metodologias específicas para a superação deste tipo de dormência (ABREU et al., 2009; LOPES et al., 2008).

A espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston está sendo pesquisada por vários autores para diferentes usos. Observa-se na literatura e na prática que sementes de leguminosas apresentam desuniformidade e falhas na germinação. Esta característica está relacionada à presença de sementes dormentes causada principalmente por impermeabilidade do tegumento. Esse fato pode afetar o planejamento de semeaduras e prejudicar, por exemplo, a produção de mudas e estabelecimento das plantas no campo. O estudo ou observação das causas da dormência e tratamentos para superá-la são importantes para a solução desse problema. Vários fatores estão envolvidos no estabelecimento da dormência em sementes e são fundamentais para o seu conhecimento técnico-científico.

SALMI (2008) avaliou tratamentos para superação da dormência de sementes de *Flemingia macrophylla* e testemunha, com sementes intactas. A imersão por vinte minutos em H₂SO₄ concentrado revelou-se eficiente com 88% de germinação, a maior porcentagem dentre os tratamentos. Imersão das sementes em H₂O a 90°C e repouso por uma hora resultou em 44% de germinação, imersão em H₂O por 24 horas 15% e, naturalmente, a testemunha com 14% de germinação das sementes. SALMI (2008) recomenda a superação da dormência das sementes de *Flemingia macrophylla* por imersão em H₂O a 90°C e posterior repouso na mesma água por uma hora, considerando ser de fácil aplicação, custo baixo, relativamente menos perigoso quanto a possíveis acidentes de trabalho, haja vista que não proporciona riscos na manipulação e nem a uma possível contaminação ambiental. ANDERSSON et al. (2006) observaram variação no rendimento de sementes de 3 a 140 g.planta⁻¹. A espécie produz sementes abundantemente, e a produtividade pode chegar a 600 Kg de sementes/ha (GOMES & MORAES, 1997), isto pode facilitar seu estabelecimento, em detrimento da menor germinação obtida com este tratamento. Para cada tipo de dormência e para cada condição na qual as sementes estão inseridas haverá um ou mais métodos mais adequados e eficientes (ZAIDAN & BARBEDO, 2004).

Alguns laboratórios utilizam escarificações químicas das sementes mantendo ácidos em estoque que são utilizados por pessoal devidamente capacitado e autorizado, haja vista que o ácido sulfúrico é muito reativo e corrosivo aos materiais. Para PRADO JR. (2007), impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento são resolvidas com a escarificação química feita geralmente com ácidos (sulfúrico, clorídrico, etc.) (VIEIRA & FERNANDES, 1997) ou imersão em solventes (água quente, álcool, acetona e outros) (PRADO JR., 2007). Muitos trabalhos utilizam ácido sulfúrico, quando as sementes são imersas por diferentes períodos. VIEIRA & FERNANDES, (1997) citam para as sementes de espécies florestais imersão por 5, 15, 20, 35, 45, 60 e 90 minutos. O tratamento com ácido sulfúrico tem sido citado por vários autores como um dos mais promissores na superação da dormência de sementes de várias espécies que apresentam dureza do tegumento (ALCALAY & AMARAL, 1982; EIRA et al., 1993; TORRES & SANTOS, 1994; RIBAS et al., 1996; JELLER & PEREZ, 1999; BORGES et al., 1982; ALVES et al., 2006b), inclusive de *Stryphnodendron pulcherrimum* (VARELA et al., 1991).

A escarificação química com ácido sulfúrico revelou-se eficiente no desempenho germinativo: percentual de germinação e também no índice de velocidade de germinação, ou seja, no vigor e pode ser considerada útil para fins técnicos. Relativamente poucas sementes são necessárias para a semeadura da *Flemingia macrophylla* e isso não indica que nível de contaminação ambiental representaria desde que não haja desperdício do reagente utilizado no laboratório. Em cultivos adensados a espécie produz muitas sementes mas não sabemos exatamente que efeitos podem ocorrer aumentando a quantidade de sementes introduzidas ao

solo por ocasião da sementeira. Aquelas sementes dormentes germinam ao longo do tempo, mas as sementes inviáveis podem significar aumento de material orgânico adicionado ao solo. ZAIDAN & BARBEDO (2004) salientam que um determinado lote com sementes dormentes poderá resultar em campos de produção irregulares, com plantas em diferentes estádios de desenvolvimento. Nesse caso, a dormência é desvantajosa, tanto mais quanto menor o ciclo da cultura. Além disso, quanto maior o tempo de permanência das sementes no solo sem germinar, maiores as chances de perdê-las, seja por deterioração ou predação.

Apesar da eficiência dos tratamentos com ácido sulfúrico, sua utilização apresenta uma série de desvantagens, entre as quais o perigo de queimaduras ao técnico ou operário que executa a escarificação, pelo seu alto poder corrosivo e por sua violenta ação com a água, causando elevação na temperatura e respingos ao redor (POPINIGIS, 1977), além disso, dificilmente poderia ser empregado em larga escala, devido aos cuidados necessários à sua aplicação, custo e dificuldade de aquisição (BRUNO et al., 2001).

Finalmente, até mesmo a correta avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes pode ser dificultada pela existência de dormência. Testes de germinação realizados com espécies que têm sementes dormentes podem produzir resultados insuficientes para a correta previsão do comportamento das mesmas após sua sementeira. Isso porque são registradas, nos boletins de análise, a porcentagem de sementes que germinaram e a de sementes dormentes (ISTA, 1985). Estas últimas, após a sementeira, podem germinar no campo em períodos praticamente imprevisíveis tornando-se necessários tratamentos para quebra da dormência após sua constatação nos testes de germinação. Contudo, dependendo da espécie, nem sempre há suficiente informação quanto ao método mais adequado ou eficiente para a quebra da dormência das sementes.

Deve-se salientar, porém, que mesmo quando se pensa em utilização das sementes pelo homem, a dormência pode representar vantagens. Em muitas sementes, a impermeabilidade do tegumento à água, por exemplo, é o principal mecanismo de manutenção de baixos teores de água no interior da semente, o que evita o metabolismo mais intenso, reduz a respiração e, assim, diminui o consumo de reservas, fundamentais para a germinação e o crescimento inicial da plântula. O mesmo poderia ser dito quanto à permeabilidade a gases, evitando a entrada de O₂ e a saída de CO₂. Além disso, mantendo-se baixo o grau de umidade nas sementes, dificulta-se o desenvolvimento de microorganismos causadores de deterioração, bem como o ataque mais intenso de insetos e roedores (ZAIDAN & BARBEDO, 2004). Em sementes de *Hymenaea courbaril* (jatobá) e de *Lathyrus nervosus* (espécie forrageira nativa do Brasil), por exemplo, a escarificação do tegumento impermeável à água, pode resultar em deterioração mais rápida (FRANKE & BASEGGIO, 1998; GUIMARÃES, et al., 1995). A dormência das sementes muitas vezes contribui para sua melhor conservação e armazenamento (ZAIDAN & BARBEDO, 2004). Os mecanismos de dormência de sementes são mecanismos de adaptação evolutiva para a sobrevivência das espécies. A capacidade das sementes em atrasar sua germinação até a época e local ideais através da dormência é um importante mecanismo de sobrevivência em plantas. A dormência das sementes é um sistema complexo que desafia os analistas de sementes e pesquisadores, mas é o método através do qual as plantas são capazes de sobreviver e se adaptarem ao seu meio ambiente (COPELAND & McDONALD et al., 2004).

No entanto, predominam as desvantagens da ocorrência de sementes dormentes em espécies cultivadas. A distribuição da germinação no tempo, a redução da porcentagem de emergência de plântulas e a conseqüente desuniformidade no estabelecimento do estande afetam de maneira negativa o desempenho de lotes de sementes. Da mesma forma, a contribuição para longevidade de sementes de plantas invasoras, para a ocorrência de plantas voluntárias ou espontâneas, a necessidade de tratamento pré-sementeira (frequentemente não disponível) e os problemas causados à condução e interpretação de testes de germinação em

laboratório são aspectos que contribuem para considerar a dormência uma característica indesejável (MARCOS FILHO, 2005).

B.1) Escarificação Química

Impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento (PRADO JR., 2007) são resolvidas com a escarificação química feita geralmente com ácidos (sulfúrico, clorídrico, etc.) (VIEIRA & FERNANDES, 1997) ou imersão em solventes (água quente, álcool, acetona e outros) (PRADO JR., 2007). Embora seja amplamente usada, a escarificação com ácido sulfúrico deve ser aplicada com certos cuidados, uma vez que longo período de exposição pode causar danos à semente e, conseqüente, redução da germinação (EGLEY, 1972).

Muitos trabalhos utilizam ácido sulfúrico, quando as sementes são imersas por diferentes períodos. DUTRA et al. (1994) obtiveram resultados semelhantes ao submeterem sementes de *Caesalpinia ferrea* à escarificação química com ácido sulfúrico, para eliminação da dormência, com 82% de germinabilidade. Esses resultados mostram a eficiência do ácido sulfúrico na superação da dormência desta e de várias outras espécies como: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (CAVALCANTE & PEREZ, 1996); *Bauhinia vahlii* Wight & Arnott (UPRETI & DHAR, 1997); *Bauhinia monandra* Britt (ALVES et al. 2000). VIEIRA & FERNANDES, (1997) citam para as sementes de espécies florestais imersão por 5, 15, 20, 35, 45, 60 e 90 minutos. Para as sementes de pau-de-ferro (*Caesalpinia leiostachya*) o período de imersão é de 45 segundos. BARBOSA et al., (2004) estudaram a germinação das sementes de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw., Bombacaceae), utilizando escarificação química. A imersão das sementes com ácido sulfúrico ocorreu durante 30 segundos a 1 minuto. MEDEIROS FILHO et al. (2005), inicialmente estudaram percentagem e tempo médio de germinação das sementes de *Caesalpinia ferrea* concluindo que as escarificações mecânica e química são tratamentos eficazes na superação da dormência das sementes. DUTRA et al. (2007) concluíram que a leguminosa *Senna siamea* apresenta sementes dormentes e, entre os tratamentos para superação de dormência destacam-se a escarificação mecânica e a utilização do ácido sulfúrico. As sementes imersas em água quente apresentaram germinação intermediária. Entre os tratamentos para superação de dormência destacam-se a escarificação mecânica e a utilização do ácido sulfúrico. As sementes mostram-se indiferentes à luz e sua germinação não foi influenciada pelas temperaturas testadas. OLIVEIRA & MEDEIROS FILHO (2007) verificaram que a espécie *Leucaena leucocephala* apresenta sementes dormentes, destacando-se o ácido sulfúrico como método eficiente para a superação da dormência. As sementes de leucena são insensíveis à luz e sua germinação não foi influenciada pelas temperaturas aplicadas.

B.2) Escarificação Mecânica

A escarificação mecânica, quando usada em grandes lotes de sementes, pode reduzir significativamente a percentagem de sementes duras (HARE & ROLSTON, 1985). DEMINICIS et al. (2006) avaliaram diversos tratamentos para a superação de dormência em sementes de 8 espécies leguminosas forrageiras tropicais e constataram que a escarificação manual com lixa d'água N° 80 foi o tratamento mais eficiente em promover a germinação. A pesquisa envolvendo os mecanismos de dormência em sementes de leguminosas é direcionada a espécies mais comuns e tradicionais em adubação verde. Em contraste, para as espécies consideradas como silvestres ou espontâneas ainda é incipiente o conhecimento relacionado à sua propagação e melhorias da qualidade de sementes.

JACOB JR. et al., (2004) avaliaram pré-tratamentos para superação da dormência de dois lotes de sementes de cornichão anual (*Lotus subflorus* L.) cv. “El Rincón”: teste de

germinação (testemunhas), pré-esfriamento por 4, 7 e 10 dias em temperatura de 7°C, pré-aquecimento por 1, 4 e 7 dias em temperatura de 50°C e escarificação por lixa mecânica por 30, 60 e 90 seg. Utilizou-se na escarificação mecânica, um escarificador elétrico (1750 RPM e 1 CV.), constituído por um cilindro, tendo no seu interior um eixo rotatório com quatro pás. Neste aparelho as sementes foram submetidas a três tempos de exposição (30, 60 e 90 segundos). A escarificação mecânica foi o tratamento mais eficiente para a superação de dormência não apresentando diferença entre os tempos de 30, 60 e 90 seg. Os resultados de germinação atingiram valores próximos a 90%. ABREU et al. (2001, 2004, 2005ab), de modo similar, utilizaram escarificador elétrico Forsberg 1725 RPM com lixa para escarificar as sementes dos trevos branco (*Trifolium repens* L.), vermelho (*T. pratense* L.) e vesiculoso (*T. vesiculosum* Savi) e as sementes dos cornichões El Rincon (*Lotus subflorus* L.) e São Gabriel (*L. corniculatus* L.). Com tempos de escarificação variando de 15 a 20 segundos obteve-se acima de 70% de germinação.

ROVERSI et al. (2002) objetivando desenvolver um método prático e eficiente para acelerar e uniformizar a germinação, estudaram os efeitos dos seguintes tratamentos: escarificação mecânica por 15 segundos, água quente a 90°C e água quente em início de ebulição (97°C). O trabalho constou de duas etapas, sendo uma em laboratório e outra em viveiro. A escarificação mecânica foi feita com um escarificador elétrico da marca Forsberg 1725 RPM, tempo definido em 15 segundos em testes preliminares. Os resultados no laboratório indicaram que a escarificação mecânica foi o melhor tratamento de superação da dormência, com mais de 98% de germinação. Os resultados obtidos no viveiro indicaram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, atingindo valores superiores a 80% de emergência.

Na prática, com maiores volumes de sementes, a escarificação mecânica é muito utilizada para superação de dormência provocada por impermeabilidade do tegumento, entretanto, no laboratório apresenta dificuldades de padronização. A escarificação de sementes dormentes com utilização de lixa apresenta eficiência variável. Neste método, normalmente alguns segundos são suficientes (1750 RPM), pois qualquer aumento no tempo de escarificação pode causar danos físicos e fisiológicos, afetando a germinação e elevando o número de plântulas anormais (CÂMARA, 1977). Esses problemas foram observados por HUGHES et al., (1975) com sementes de cornichão São Gabriel (*Lotus corniculatus* L.) quando constataram uma redução na germinação utilizando tempos excessivos de escarificação.

CRUZ & CARVALHO (2006), identificaram métodos eficientes para superar a dormência em sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke destacando a escarificação em esmeril elétrico seguido de semeadura imediata, escarificação em lixa com semeadura imediata e semeadura após 24h de imersão em água. SUÑÉ & FRANKE (2006) avaliando métodos para superação da dormência e condução do teste de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb., leguminosas nativas ainda não relacionadas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) vigentes, concluíram que a imersão em água aquecida e a escarificação manual do tegumento com lixa (escarificação mecânica) são os tratamentos mais eficientes para a superação da dormência em sementes de *D. depressus* e *T. riograndense*, respectivamente. As sementes de *D. depressus* apresentam maior germinação na presença de luz, sobre substrato papel a 25°C, e as sementes de *T. riograndense* na ausência de luz, sobre substrato papel a 30°C. A temperatura alternada de 20-30°C foi considerada adequada para a condução do teste de germinação, para ambas as espécies.

B.3) Escarificação Térmica

A dormência, principalmente causada por impermeabilidade do tegumento, pode ser superada por embebição em água à temperatura ambiente ou quente. É relatado que o processo inicial de embebição das sementes, pode ser revertido quando se encontra na Fase I, de acordo com BEWLEY & BLACK (1985). O uso da água quente para superação da dormência em sementes com tegumento impermeável tem sido sugerido para algumas espécies florestais (FOWLER & BIANCHETTI, 2000), mas a eficiência de cada tratamento depende das espécies, temperatura da água e tempo de imersão durante a escarificação (SCHMIDT, 2000). A utilização de calor seco é um método empregado em laboratório, para a superação da impermeabilidade do tegumento, com conseqüente germinação das sementes consideradas duras. Dentre os trabalhos que utilizaram essa técnica WUTKE et al. (1995) citam os de Rolston (1978), Almeida et al. (1979) e Figueiredo & Popinigis (1979). A germinação de sementes recém - colhidas de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) foi estimada por WUTKE et al. (1995) após tratamento com "calor seco", em estufa elétrica com ventilação forçada, nas temperaturas de 35, 45 e 55°C, por períodos de exposição correspondentes a 0, 2, 4, 6, 8,16,24, 48, 72 e 96 horas. A temperatura de 55°C foi adequada para a superação da impermeabilidade do tegumento da semente, sendo mais efetivos os períodos de exposição entre 16 e 24 horas. Para a mucuna-preta, à semelhança do observado em sementes de alfafa (ELLIS & PALMER, 1973); amendoim (SHARIR, 1978); leguminosas forrageiras (ALMEIDA et al., 1979); *Leucaena leucocephala* (DUBOC et al., 1993); *Trifolium resupinatum* L. e *Adesmia muricata* var. *muricata* (Jacq.) DC (MEDEIROS et al., 1993); *Acácia longifolia* Willd. (BRUM et al., 1995) e *Brachiaria brizantha* (LAGO & MARTINS, 1995), o tratamento com calor seco, particularmente à temperatura de 55°C, provoca efeito satisfatório para quebra de dormência. A escarificação térmica, através da imersão em água a 60°C por 5 minutos e a escarificação manual do tegumento com lixa são tratamentos eficientes para a superação da dormência em sementes de *D. depressus* e *T. riograndense*, respectivamente (SUÑÉ & FRANKE, 2005).

3. OBJETIVOS

Para o estudo envolvendo a espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston, os seguintes objetivos gerais e específicos foram propostos:

3.1 – GERAIS

- 3.1.1 - Avaliar as qualidades físicas e fisiológicas de três lotes de sementes.
- 3.1.2 - Avaliar as estruturas externas e internas de sementes e a sequência de germinação e o desenvolvimento de plântulas.
- 3.1.3 - Relacionar as características físicas com a dormência em sementes.
- 3.1.4 - Avaliar diferentes métodos de superação de dormência e os seus efeitos na germinação e no vigor de sementes.
- 3.1.5 - Avaliar as interações entre substratos e temperaturas na germinação e no vigor.
- 3.1.6 - Avaliar a metodologia do teste de tetrazólio.

3.2 - ESPECÍFICOS

- 3.2.1 - Coletar, identificar e avaliar as características físicas e fisiológicas de três lotes de sementes produzidas em Seropédica RJ.
- 3.2.2 - Avaliar as características físicas como tamanho, classificação, massa de mil sementes, número de sementes por grama em três lotes de sementes.
- 3.2.3 – Identificar as estruturas essenciais do embrião e do tegumento das sementes.
- 3.2.4 - Obter informações sobre a morfologia e estrutura de sementes e plântulas com o objetivo de auxiliar principalmente as avaliações em análise de sementes.
- 3.2.5 – Identificar as fases de germinação desde a emissão da radícula e definir os padrões de plântulas normais, assim como o tipo de germinação (hipógea/ epígea).
- 3.2.6 - Determinar a absorção de água e correlacionar com a estrutura do tegumento e métodos de escarificação.
- 3.2.7 - Avaliar métodos de superação de dormência em sementes da espécie.
- 3.2.8 - Avaliar os efeitos de métodos de escarificação, temperaturas e substratos e suas interações sobre a germinação e o vigor das sementes.
- 3.2.9 – Avaliar a viabilidade e o vigor das sementes através do teste de tetrazólio.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, D.C.A. de; NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.deS. Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. WINTERACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.149 – 157, 2005.
- ABREU, G. T. de. **Efeitos de resíduos culturais de inverno e doses de Nitrogênio sobre o milho cultivado no sistema de semeadura direta**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, p.2 - 3, 15p. (Projeto ao CPGFitotecnia nível Doutorado), 2006.
- ABREU, G.T. de; LOPES, H.M. Dormência das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston – Leguminosae Faboideae e tratamentos para a germinação. Seropédica: **Anais do IV Fórum da Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, CD_ROM, 2009.
- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Análise do crescimento de aveia branca (*Avena sativa* L.) em cultivo companheiro com leguminosas forrageiras. **Revista Agronomia**, Seropédica, v.38, n.1, p.16 – 21, 2004.
- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa* L.) e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.1, p.19 – 24, jan. – mar. 2005a.
- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Produção de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em cultivo companheiro com leguminosas forrageiras. **Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida**, Seropédica, v. 25, n. 2, p.70 – 79, jul.- dez 2005b.
- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Produção de grãos de aveia (*Avena sativa* L.) em sistemas de cultivo consorciados com leguminosas forrageiras de inverno. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21, 2001, Lages – SC. **Resultados Experimentais**. Lages: CAV/UDESC, 2001. p.121, 365p.
- ALCALAY, N.; AMARAL, D. M. I. Quebra de dormência em sementes de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong.). **Silvicultura em São Paulo**, v.16A, n.1, pt.2, p.1149-1152. (Edição Especial), 1982.
- ALMEIDA, L.D.A.; MAEDA, J.A.; FALIVENE, S.M.P. Efeitos de métodos de escarificação na germinação de sementes de cinco leguminosas forrageiras. **Bragantia**, Campinas, v.38, p.83 – 96, 1979.
- ALTIERI, M.A.; FRANCIS, C.A.; SCHOONHOVEN, A.V.; DOLL, J.D. Review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris*) polycultural systems. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 1, p.33-49, 1978.
- ALVES, E. U. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidade de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.187-195, 2006.

ALVES, M. D. C. S.; MEDEIROS FILHO, S., ANDRADE NETO, M.; TEÓFILO, M. Superação de dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L.–Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.139-144, 2000.

AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M. de; DUARTE, J.B.; FANCELLI, A.L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos cerrados da região do Mato Grosso e de Goiás. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.2/3, p.296-303, maio/dez. 1996.

ANDERSSON, M.S.; SCHULTZE-KRAFT, R.; PETERS, M. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill [Online]. **FAO Grassland Index**, Rome, Italy. 2002. Disponível em: <<http://www.Science direct.com/science>>; Acesso em 22.08.2005.

ANDERSSON, M.S.; SCHULTZE-KRAFT, R.; PETERS, M.; HINCAPIE, B.; LASCANO, C. E. Morphological, agronomic and forage quality diversity of the *Flemingia macrophylla* world collection. **Field Crops Research**, Montgomery, 96 (2-3), p.387- 406, 2006.

ANDERSSON, M.S.; SCHULTZE-KRAFT, R.; PETERS, M. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill [Online]. **FAO Grassland Index**, Rome, Italy. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect>>, acesso em 10.03.2008.

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**, São Paulo, v. 26, n. 2, p.249- 256, 2003.

ASALMOL, M.N.; ZADE, V.R. Effect of seed treatment on storability of seeds of different crops. **Seed Research**, Oregon, v.26, p.53 – 56, 1998.

AZAMBUJA, J.M.V. de. **O solo e o clima na produtividade agrícola**. Guaíba: Agropecuária, 163p. 1996.

BALLARD, L.A.T. Physical barriers to germination. **Seed Science and Technology**, Zürich, v1., n.2, p.285 - 303. 1973.

BANFUL, B.; DZIETROR, A.; OFORI, I.; HEMENG, O. B. Yield of plantain alley cropped with *Leucaena leucocephala* and *Flemingia macrophylla* in Kumasi, Ghana, **Agroforestry Systems**. Beltsville, 49 (2000), p.189–199. [Full Text via CrossRef](#) | [View Record in Scopus](#) | [Cited By in Scopus \(5\)](#)

BARBOSA, A. P.; SAMPAIO, P. de T.B.; CAMPOS, M. A. A.; VARELA, V. P.; GONÇALVES, C. de Q. B.; IIDA, S. Tecnologia alternativa para a quebra de dormência das sementes de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw., Bombacaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, vol. 34, n. 1, p.107– 110. 2004.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 666p. 1998a.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, physiology of development and germination**. San Diego: Academic Press, 666p. 1998b.

BEKKER, R.M.; KNEVEL, I.C.; TALLOWINI, J.B.R.; TROOST, E.M.L.; BAKKER, J.P. Soil nutrient input effects on seed longevity: a burial experiment with fen-meadow species. **Functional Ecology**, London, v.12, p.673 - 682. 1988.

BERNAL, E. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. **Editorial Banco Ganadero**. Tercera Edición. Santa Fe de Bogota, Colombia. 575p. 1994.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. San Diego: Academic Press, 367p. 1985.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. 2 ed., New York, Plenum Press, 445p. 1993.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 445p. 1994.

BEWLEY, J.D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, Stanford, v.9, p.1055 – 1066. 1997.

BINH, D.V.; TIEN, N.P.; MUI, N.T. Study on biomass yield and quality of *Flemingia macrophylla* and on soil fertility. In: **Proceedings of Workshop on Animal Nutrition Science**, Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam, p.137. 1998.

BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; CANDIDO, J.M. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaíba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.1, p.9 - 12. 1982.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLV, 2009. 365p.

BRITO, D.R.; SILVA, M.N.B. da; BELTRÃO, N.E. de M. Importância do sistema de aléias em cultivos dependentes de chuvas. **3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido**, Petrolina, p.1 - 6, 21-23 de novembro de 2001.

BRUM, E.; MATTEI, V.L.; SCHUCH, L.O.B.; STAHLSCHEMIDT, N.R. Superação de dormência em sementes de acácia trinervis (*Acacia longifolia* Willd). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9., Florianópolis, 1995. Resumos... **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5, n.2, p.93. 1995.

BRUM, E.; MATTEI, V.L.; SCHUCH, L.O.B. et al. Superação de dormência em sementes de acácia trinervis (*Acacia longifolia* Willd). In: **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.137 **Resumos...** Brasília, 1995.

BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P.; PAULA, R.C. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n.2, p.136 - 143. 2001.

BUDELMAN, A. The decomposition of the leaf mulches of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Flemingia macrophylla* under humid tropical conditions, **Agroforest**.

Syst. 7 (1988), p.33 – 45. [Full Text via CrossRef](#) | [View Record in Scopus](#) | [Cited By in Scopus \(21\)](#). 1988.

BUDELMAN, A.; SIREGAR, M. E. *Flemingia macrophylla*. In: I. Faridah Hanum, L.J.G. Maesen and van der, Editors, **Plant Resources of South-East Asia (PROSEA) N° 11 Auxiliary plants**, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands (1987), p.144 – 147.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord.) **Adubação Verde no Sul do Brasil**. AS-PTA, 346p. 1993.

CÂMARA, F.J. **Superação da dormência e condições para a germinação de sementes de malva (*Ureana lobata* L.)**. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. 1977.

CARDINA, J.; REGNIER, E.; HARRISON, KI. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio Soils. **Weed Science**, Lawrence, v.39, p.186- 194. 1991.

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. Cap. 5. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.95- 108, 323p. 2004a.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Fundação Cargill. 424p. 1988.

CASTRO, R. D. de; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. Cap. 9. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.149 - 162, 323p. 2004.

CAVALCANTE, A. de M.B.; PEREZ, S.C.J.G. de A. Efeitos da temperatura sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (1995). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.1- 8. 1995.

CÍCERO, S.M. Dormência de sementes. In: **SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1**. Piracicaba, 07 a 11 jul. 1986. Relatos. Campinas: Fundação Cargill, p.41- 73.

CONTRERAS, V.; VIVAS, J. Comportamiento del porcentaje de germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* ecotipo San Cristóbal porte bajo, sometida a dos formas de almacenamiento. **Zootecnia Tropical**, Maracay, 13(1). (1995). (En línea): <[http// www.ceniap.gov.com](http://www.ceniap.gov.com)>.

COPELAND, L.; McDONALD, M. **Principles of Seed Science and Technology**. 4th. Edition. KLUWER Academic Publishers, Massachusetts, USA. 2004, 467p.

COSTA, N. de L. **Recomendações técnicas para o cultivo do Guandu**. Comunicado técnico n°. 49. EMBRAPA – UEPAE / Porto Velho, RO, Brasil. 7p. 1987.

COSTA, W.A.J.M. de. **Decomposition and nutrient release from green manures of different tree species in three agroecological zones of Sri Lanka**. In: Gunasena, H.P.M.

(Ed.), Multipurpose Tree Species in Sri Lanka: Green Manuring and Fodder Tree Species for Crop-livestock Productivity Improvement, 18 December 2000, Kandy, Sri Lanka, p.1 – 34.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. de. Métodos para a superação de dormência em sementes de *Schizolobium Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, dez. 2006, v.28, n.3, p.108-115.

CRUZ, E. D.; QUEIROZ, R. J. B.; CARVALHO, J. E. U. de. Methods for overcoming dormancy in *Dinizia excelsa* Ducke seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.4, p.152– 159. 2009.

CSERESNYES, Z.; VOROVENCI, O. Improved method for *Glycine max* seed germination by improving seed water supply. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.679 - 685. 1984.

DEMINICIS, B. B.; ALMEIDA, J.C.C., BLUME, M.C., ARAÚJO, S.A.C., PÁDUA, F.T., ZANINE, A. M., JACCOUD, C.F. Superação da dormência de sementes de oito leguminosas forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.55, n.212, p.401- 404. 2006.

DEMIR, I.; GÜRAI, A.; CEYLAN, Y. Seed moisturization as an enhancement treatment for emergence and seedling growth in bean. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.2, p.281- 288. 1998.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N; et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Paraná.** Brasil: IAPAR, GTZ, 1990. p.117- 64. 272p. 1990.

DOMMERGUERS , Y.; DUHOUX, É.; DIEM, H. G. Les arbres fixateurs d'azote: caractéristiques fondamentales et rôle dans l'aménagement des écosystèmes méditerranéens et tropicaux. **Coédition Espaces 34, ORSTOM, CIRAD et FAO**, Montpellier, 498p. 1999.

DUNG, N.T.; LEDIN, I.; MUI, N.T. Intercropping cassava (*Manihot esculenta* Crantz) with Flemingia (*Flemingia macrophylla*): effect on biomass yield and soil fertility, **Livestock Research for Rural Development**, Cali, 17 (2005) Art. 6.

DUTRA, A. S. R.; CASTRO, J. R.; SOUZA, R. P.; RIBEIRO M. C. C. Superação de dormência em Sementes de Jucá. In: **REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA**, 18., 1994, Areia. Resumos...Areia: SBB, p.25.

DUTRA, A.S.R; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E.M.; DINIZ, F.O. Germinação de sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin e Barneby – Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.160- 164. 2007.

EGLEY, G.H. Influence of the seed envelop and growth regulators upon seed dormancy in witchweed (*Stringa lutea* Lour.). **Annals of Botany**, Oxford, v.36, n.147, p.755. 1972.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.- Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.177-181. 1993.

ELLIS, T.J.; PALMER, T.P. Heat treatment of hard seed in lucerne. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, Wellington, v.1, p.44- 45. 1973.

ELLIS, M.A.; RAVALO, E.J.; SMITH, R.S. Methods for pigeon pea seed storage in Puerto Rico, **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, Puerto Rico, v.63, n.4, p.423 – 427. 1979.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de; ABBOD, A. C. de S. Adubos Verdes: Uma Alternativa Auto-Sustentável de Fertilização. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, **AGROBIOLOGIA INFORMA**, Ano 1, n.2, Jul./Ago./Set. – 2006 (Informativo Externo).

FAVRETO, R.; MEDEIROS, R.B. de Banco de sementes do solo em áreas agrícolas: potencialidades de uso e desafios para o manejo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.10, n.1 - 2, p.79- 89. 2004.

FELDMAN, S.R.; ALZUGARAY, C.; TORRES, P.S.; LEWIS, P. The effect of different tillage systems on the composition of the seedbank. **Weed Research**, Oxford, v.37, p.71- 76. 1997.

FENNER, M. The inhibition of germination of *Bidens pilosa* seeds by leaf canopy shade in some natural vegetation types. **New Phytologist**, Lancaster, v.84, p.95- 101. 1980.

FERNANDES, M.F.; BARRETO, A.C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1593 - 1600. 1999.

FERNANDEZ, C.D.; GROF, B.; CARVALHO, J. Escarificação mecânica de sementes de *Stylosanthes* spp. com beneficiadora de arroz. In: Embrapa. **Comunicado Técnico**, 2000.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 323p. 2004.

FERREIRA, M. das G. R.; SANTOS, M.R.A. dos; SILVA, E. de O.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, E.U.; BRUNO, R. de L. A. Superação de dormência em sementes de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.4, p.95- 99. 2009.

FIGUEIREDO, F.J.C.; POPINIGIS, F. Superação da dormência de sementes de malva. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.3, p.1– 13. 1979.

FOLEY, M.E.; FENNIMORE, S.A. Genetics basis for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v.8, p.173 - 182. 1998.

FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 27p. (Documentos, 40). 2000.

FRANKE, L.B.; BASEGGIO, J. Superação da dormência de sementes de *Desmodium incanum* DC. e *Lathyrus nervosus* Lam. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, p.420 - 424. 1998.

GARCIA, J.; KAMADA, T.; JACOBSON, T.K.B.; NOGUEIRA, J.C.M.; OLIVEIRA, S.M. de. Efeito de tratamentos para acelerar a germinação de sementes de anileira (*Indigofera suffruticosa*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 30(2): 55-57, jul./dez. 2000.

GIOMO, G.S. **Efeitos de espaçamento no crescimento da planta, na produção e qualidade de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), em semeadura tardia**. Botucatu, 1999. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 1999.

GODOY, R.; SOUZA, F.H.D. Dormência em sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.2201 – 2205, Suplemento 3. 2004.

GOMES, T.C. de A.; MORAES, R.N. de S. **Recomendações para o plantio de espécies leguminosas para o manejo de solos no Acre**. EMBRAPA Rio Branco, Acre. 3p. (EMBRAPA ACRE Comunicado Técnico, 110). 1997.

GRUS, V.M. Germinação de sementes de Pau-ferro e *Cassia javanese* submetidas a tratamentos para quebra de dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.6, p.29- 35. 1990.

GUIMARÃES, F.L.C.; MALUF, A.M.; BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C. Germinação e dormência de Sementes de *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae – Caesalpinoideae). **Hoehnea**, São Paulo, v.22, p.217- 227. 1995.

HAGGAR, J. ; URIBE, G. ; GRANIEL, J. ; AYALA, A. Barbechos mejorados en la península de Yucatán, México. **Agroforesteria en las Américas**, Turrialba, 7:19-24. 2000.

HARE, M.D.; ROLSTON, M.P. Scarification of *lotus* seed. **Applicated Seed Production**, v.3, p.6- 10. 1985.

HEPPERLY, P.R.; RODRÍGUEZ, R. Mycofloral succession and viability losses in pigeon pea seed in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, Puerto Rico, v.68, n.1, p.19- 31. 1984.

HUGHES, H.D.; HEATH, M.; METCALFE, D.S. **Forages: la ciência de la agricultura baseada en la producción de pastos**. México: Companhia Editorial Continental. 758p. 1975.

<http://nutricaodeplantas.agr.br/site/nutr_qual_sementes.php>. Acesso em: 16.05.2009

<<http://www.tropicalforages.info/Key/Forages/Html/Flemingia-macrophylla.htm>>

HYDE, E.O.C. The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to ripening of the seed and the permeability of the testa. **Annals of Botany**, Oxford, 18: 241-256. 1954.

ILDIS (International Legume Database and Information Service). **International Legume Database**. 2005. Disponível em: <<http://www.ildis.org>>. Acesso em 20.02.2008.

INTERNATIONAL rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, p.356- 513. 1985.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.32-40. 1999.

JIMÉNEZ, M.S. **FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO POR LEGUMINOSAS ARBÓREAS PARA SOMBRA DE CAFÉ EM PUERTO RICO**. Mayagüez, 103p. Tese (Mestrado em Ciências em Agronomia), Universidad de Puerto Rico. 2007.

JOLY, C.A. **Fisiologia da germinação e aspectos taxonômicos do gênero Magonia (Sapindaceae)**. Campinas, 1979. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Unicamp.

KANG, B.T. Alley cropping: past achievements and future directions. **Agroforestry Systems**, Beltsville, 23: 141-155. 1993.

KARSSSEN, C.M.; HILHORST, H.W.M. Effect of chemical environment of seed germination. In: FENNER, M. (Ed.) **Seed: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB International, p.327- 348. 1993.

KHAH, E.M.; PASSAM, H.C. Sodium hypochlorite concentration, temperature and seed age influence germination of sweet pepper. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.7, p.821- 823. 1992.

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

KRAMER, P.I.; KOSLOWSKI, T.T. **Physiology of Trees**. New York, McGraw and Hill Book Co. 642p. 1960.

KREMER, R.J. Management of weed banks with microorganisms. **Ecological Applications**, Tempe, v.3, n.1, p.42- 52. 1993.

LABOURIAU, L.G. **A Germinação das Sementes**. Washington, D.C.: Secretaria Geral da OEA, p.179. 1983.

LAGO, A.A. do; MARTINS, L. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* 'Marandu'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9., Florianópolis, **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5, n.2, p.123. 1995.

LARINDE, M.A. **Seed maturation, development and release of dormancy in red rice**. Mississippi: Mississippi State University, 54 p. (Thesis M.Sc.). 1979.

LEDO, A.A. **Produção de sementes, mudas e tratos culturais em essências florestais para reflorestamento e arborização**. Recife: UFRPE, 113p. 1979.

LIMA, J.D.; ALMEIDA, C.C.; DANTAS, V.A.V.; SILVA, B.M. da.; MORAES, W. da S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, jul./ ago. 2006.

LOPES, H.M.; GUERRA, J.G.M.; ABREU, G.T. de; SILVA, E. R. da. Avaliação da qualidade e condicionamento fisiológico de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill e *Macrotiloma axillare* E. Mey. Seropédica: **Anais do II Fórum da Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, CD_ROM, 2007.

LOPES, H.M.; GUERRA, J.G.M.; ABREU, G.T. de; SILVA, E. R. da. Avaliação da qualidade e condicionamento fisiológico de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill. Seropédica: **Anais do III Fórum da Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, CD_ROM, 2008.

LORENZI, H. **PLANTAS DANINHAS DO BRASIL – terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 640p.

LUYEN, L.T.; MUI, N.T.; TIEN, N.P.; BINH, D.V.; PRESTON, T.R. Growing Mulberry and *Trichanthera gigantea* in association with *Flemingia macrophylla* on sloping land and using the foliage as feeds for rabbits; In: **Proceedings of Final National Seminar-Workshop on Sustainable Livestock Production on Local Feed Resources** (Editors: Reg Preston and Brian Ogle). HUAF-SAREC, Hue City, 25 – 28 March, 2003. Disponível em: <<http://www.mekarn.org/sarec03/luyenbavi.htm>>; Acesso em 08/out./2007.

MACHADO, C.M.N. **Eficiência de consorciação de culturas na utilização da terra e no controle de plantas daninhas**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1983.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação. Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 107p.

MACHADO, R.; ROCHE, R. Variedades comerciais. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, 19:72. 1996.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The Germination of Seeds**. 4 ed. New York: Pergamon Press, 270p. 1989.

MARBACH, I.; MAYER, A.M. Permeability of seed coats to water as related to drying conditions and metabolism of phenolics. **Plant Physiology**, Kutztown, v.54, n.6, p.817-820. 1974.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 1 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, v.1, 495. 2005.

MARTIN, A.C. The comparative internal morphology of seeds. **American Midland Naturalist Journal**, Indiana, v.36, n.3, p.513- 660. 1946.

MARTINS, G.C.; TEIXEIRA, W.G.; MACEDO, R.S. **RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO COMO INDICADOR DA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO NA PROVÍNCIA PETROLÍFERA DE URUCU, COARI-AM**. Disponível em: <[http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop_site/Resumos_PT2/pdf/PENETROMETRO_MARTINS% 20 REV .pdf](http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop_site/Resumos_PT2/pdf/PENETROMETRO_MARTINS%20REV.pdf)>. Acesso em: 27/Set./2007, p.2, 4p.

MATTEI, V.L. Efeito de tratamentos em sementes de acácia trinervis (*Acacia longifolia* Willd.), sobre a germinação em laboratório, emergência e desenvolvimento inicial em viveiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, n.3, p.185- 189, 1999.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The Germination of Seeds**. 2 ed. Oxford: Pergamon Press, 192p. 1989.

MEDEIROS, A.C. de S.; ZANON, A. Germinação de sementes de sapuva (*Machaerium stiptatum* (DC.) Vog) e de acácia marítima (*Acacia longifolia* (Andr.) Willdenow). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.38, p.31-38, Jan./Jun. 1999.

MEDEIROS, R.B.; NABINGER, C.; SOUZA, H.E. Tratamentos pré- germinativos em sementes de leguminosasforrageiras. In:CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 8., Foz de Iguaçu, 1993. Resumos... **Informativo ABRATES**, Brasília, v.3, n.3, p.70.

MEDEIROS, R.B. Banco de sementes no solo e dinâmica vegetacional. In: **REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 18**, 2000, Guarapuava. Anais ... Guarapuava: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, p.62- 87.

MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, M.A.P. da; SANTOS FILHA, M.E.C. dos. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul var. *ferrea* em casa de vegetação e germinador. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, Vol. 36, Nº 2, maio - ago., 2005: 203 – 208.

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T.L.D; STORCK, L. Efeito do nível de umedecimento do substrato sobre a germinação de cucurbitáceas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.2, p.157-160. 1993.

MISSIO, E.L.; DEBIASI, H.; MARTINS, J.D. Comportamento de leguminosas para cobertura do solo, adubação verde e controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.10, n.1-2, p.129- 136. 2004.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MARTINS, C. C.; COIMBRA, R. de A. Intensidade de dormência durante a maturação de sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.165– 170. 2007.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZUCARELI, C. **Maturação, secagem e dormência de sementes de mucuna preta**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes – ABRATES, XIII. Congresso Brasileiro de Sementes. v.13, n.3, set. 2003. p.153. 538p.

NASCIMENTO, W.M.O. do; RAMOS, N.P.; CARPI, V.A.F.; SCARPARE FILHO, J. A.; CRUZ, E.D. **Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia platycephala* BENTH. (Leguminosae - Mimisoideae)**. 2002. Disponível em: <<http://www.ufmt.br/agtrop/revista7/doc/10.htm>>. Acesso em 27.04.2008.

NAUTIYAL, A.R.; PUROHIT, A.N. Seed viability in sal. II. Physiological and biochemical aspects of ageing in seeds of *Shorea robusta*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, p.69-76. 1985.

NEVES, M. do P. H. das. **Estudo da interação germoplasma x escarificação, estimativas de herdabilidade e correlações em caracteres da germinação de sementes de *Stylosanthes Sw.*** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, UFV (Tese de Melhoramento Genético Vegetal), 103p. 1988.

NGODDY, P.O.; BAKKER-ARKEMA, F.W.A. A generalized theory of sorption phenomena in biological materials: the isotherm equation. **Transactions of the ASAE**, Madison, v.13, p.612- 617. 1976.

OLIVEIRA, A.B. de; MEDEIROS FILHO, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.4, p.268- 274. 2007.

OTERO, J.R. **Informações sobre algumas plantas forrageiras.** Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola. 313p. (Série Didática, 11). 1952.

PALM, C.A. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. **Agroforestry Systems**, Beltsville, 30: 105- 124. 1995.

PEDROSO, P.A.C.; VIEIRA, R.D.; SADER, R.; SCOTTON, L.A. Efeito de espaçamentos e densidades de plantas na produção e qualidade de sementes de guandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.2, p.45– 53. 1988.

PESKE, S. T.; LUCCA-FILHO, O.; BARROS, A. C. S. **SEMENTES: FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS.** 2ª ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p.34– 38, 472p. 2006.

PIMENTEL, C. A água no Sistema Solo – Planta – Atmosfera. In: ---. **A Relação da Planta com a Água.** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRuralRJ, Editora Universitária Edur, p.66. 192p. 2004.

PITTY, A.; STANIFORTH, D.W.; TIFFANY, L.H. Fungi associated with cariopses of *Setaria* species from field – harvested seeds and from soil under two tillage systems. **Weed Science**, Lawrence, v.35, p.319- 323. 1987.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente.** 2 ed. Brasília, Agiplan. 1977. 289p.

POWELL, A.A.; MATHEWS, S. The damaging of water on dry pea embryos during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, 30: 193 - 197. 1979.

PRADO JR., N. **METODOLOGIA PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTES FLORESTAIS.** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas - Departamento de Silvicultura, Disciplina: Silvicultura Básica, 16p. 2007.

PRESTON, T.R., RODRÍGUEZ, L.; BORIN, K. Associations of cassava and legume trees as perennial forage crops for livestock. In: PRESTON, T.R., OGLE, R.B. (Eds.), **Proceedings of the National Workshop-Seminar on Sustainable Livestock Production on Local Feed Resources**, Ho Chi Minh City, Vietnam. SAREC-UAF, University of Tropical Agriculture Foundation and Royal University of Agriculture, Cambodia. 2000.

<pt.wikipedia.org/wiki>. Acesso em 24/05/2009.

QUEIROZ, T.F.N. ; FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Superação da dormência em sementes de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2. p.309- 312. 2001.

QUINLIVAN, B. J. The influence of the growing season and the following dry season on the hardseedness of subterranean clover in different environments. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.16, n.3, p.277– 291. 1965.

RAO, N.K.; MAESEN, L.J.G.; REMANANDAN, P. Seed viability of pigeon pea stored in two treatments. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Netherlands, v.30, p.99– 103. 1982.

RAZZ G., R.; CLAVERO C., T. Métodos de escarificación en semillas de *Humboldtiella ferruginea* y *Leucaena leucocephala*. **Rev. Fac. Agron.**, Caracas, 13: p.73- 77. 1996.

RAZZ G., R. ; CLAVERO C., T. Efecto de la escarificación, remojo y tiempos de almacenamiento sobre la germinación de *Pithecellobium dulce*. **Rev. Fac. Agron.**, Caracas, v.20, n.2, abr. 2003.

REIS, R.B.; SALOMÃO, A.N. Tratamentos para superar a dormência de sementes de sacarolha (*Helicteres* cf. *sacarolha* St. Hill. – Sterculiaceae). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES**, 11, Foz do Iguaçu, 1999. Informativo ABRATES, Curitiba, v.9, n.½, p.71 (Resumos).

RIBAS, L. L. F.; FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Superação de dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze (maricá). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.98-101. 1996.

RIZZINI, C. T. Influência da Temperatura sobre a Germinação de Diásporos do Cerrado. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.41, p.341-383. 1976.

ROBERTS, E.H. Dormancy in rice seed III. The influence of temperature, moisture and gaseous environment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.13, p.75- 94. 1961.

ROBERTS, H.A. Seed bank in soils. **Advances in Applied Biology**, London, v.6, p.1- 55. 1981.

RODRIGUES, E.H.A.; AGUIAR, I.B.; SADER, R. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero *Cassia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.12, p.17- 25. 1990.

RODRÍGUEZ, I. **Importancia ecológica de la *Leucaena leucocephala* en el medio tropical**. Maracaibo, Venezuela. Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. 24p. 1988.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, Lancaster, v.44, n.3, p.365-396. 1978.

ROVERSI, T.; MATTEI, V.L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; FALCK, G.L. Superação da dormência em sementes de acácia negra (*Acacia negra mearnsii* Willd.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.161 – 163, mai. – ago., 2002 (NOTA TÉCNICA).

SALMI, A. P. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em *Flemingia macrophylla* [(Willd. Merrill)]**. 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

SANTARÉM, E.R.; ÁQUILA, M.E.A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n. 2, p.205-209. 1995.

SCHMIDT, L. Dormancy and pretreatment. In: OLSEN, K. (Ed.). **Guide to handling of tropical and subtropical forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, p.263 - 303. 2000.

SEIFFERT, N.F. **MÉTODOS DE ESCARIFICAÇÃO DE SEMENTES DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS**. Comunicado Técnico N°.13 Outubro/1982. 5 p. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicações/cot/COT13.html>>. Acesso em 16.08.2009.

SHARIR, A. Some factors affecting dormancy breaking in peanut seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.6, n.3, p.655– 660. 1978.

SHULTZE-KRAFT, R.; KELLER-GREIN, G. Crop growth and development: legumes. In: D.S. Loch and J.E. Ferguson, Editors, **Forage Seed Production**, vol. 2: Tropical and Subtropical Species, CAB International, Wallingford, UK (1999), p.57– 80.

SIMPSON, K. G.; LOPES, H. M. **Produção de sementes de algumas espécies de leguminosas tropicais e seu uso para adubação verde**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, 23p. (Informativo Técnico). 2001.

SMIDERLE, O.J.; SOUSA, R. de C.P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth Fabaceae – Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.25, n.2, p.48- 52. 2003.

SMITH, M.; WANG, T.B.S.P.; MSANGA, H.P. Chapter 5: Dormancy and Germination. In: **Tropical Tree Seed Manual**. [s.l]: USDA Forest Service's/Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources. 2003.

SUÑÉ, A.D.; FRANKE, L. B. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.3, p.29- 36. 2006.

TORAL, O. Comportamiento de especies arbóreas forrajeras en sus primeras etapas de desarrollo. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, 21: p.293 - 302. 1998.

TORRES, S. B.; SANTOS, S. S. B. Superação de dormência em sementes de *Acacia senegal* (L.) Willd. e *Parkinsonia aculeata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.54- 57. 1994.

VARELA, V. P.; BROCKI, E.; SÁ, S. T. V. Tratamentos pré-germinativos de semente de espécies florestais da Amazônia: IV. Faveira camuzê - *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr *Leguminosae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.87-90. 1991.

VARELA, V.P.; COSTA, S. de S.; RAMOS, M.B.P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - *Leguminosae*, *Caesalpinoideae*. **Acta Amazonica**, Manaus, v.35, n.1, p.35– 39. 2005.

VEGIS, A. Dormancy in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v.15, p.185- 224. 1964.

VELÁSQUEZ, J.C. **Fisiologia de semillas y plântulas**. Medellín: Universidad Nacional de Colômbia, 153p. 2002.

VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Espécies – Dormência de Sementes**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, 4 p. 1997. Disponível em: <[http:// www.ipef. br](http://www.ipef.br)>.

VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Métodos de Quebra de Dormência de Sementes. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, **Informativo Sementes IPEF**, nov-1997. Acesso em: 10.02.2010. Disponível em: <<http://www.ipef.br/sementes/>>.

VIEIRA, R.D.; FORNASIERI FILHO, D.; NUNES, O.L.G.S. Efeito da época de semeadura sobre a produção e qualidade fisiológica de sementes de guandu e labe-labe. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.8, n.3, p.47– 54. 1986.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. & FRANÇA NETO, J. de B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, Londrina, p.4-1 a 4-26. 1999.

VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKY, T.T. (Ed.) **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972. v.2, p.220- 282. 1972.

WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.1- 15. 1988.

WUTKE, E.B.; MAEDA, J.A.; PIO, Maeda; PIO, R.M. operação da dormência de sementes de mucuna-preta pela utilização de "calor seco". **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.3, set./dez. 1995.

ZAIDAN, L.B.P; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. Cap. 8. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.135– 146. 323p. 2004.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da Qualidade de Sementes. Cap. 2. In: PESKE, S. T.; LUCCA-FILHO, O.; BARROS, A. C. S. **SEMENTES: FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS**. 2ª ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p.34– 38, 472p. 2006.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, ESTRUTURA E MORFOLOGIA DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Flemingia macrophylla* (WILLD.) ALSTON

RESUMO

Características físicas, estrutura e morfologia de sementes e plântulas de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

Resumo: As características físicas das sementes que envolvem o tamanho (comprimento, largura e espessura), massa de mil sementes, massa do hectolitro e o grau de umidade podem influenciar a sua qualidade fisiológica. Também a estrutura das sementes e a morfologia de plântulas são importantes para a taxonomia de espécies e de famílias e auxiliam as interpretações nas avaliações do teste de germinação. O objetivo do trabalho foi avaliar a estrutura e características físicas da semente, bem como a morfologia de plântulas de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston. Para isto, amostras de três lotes de sementes de *Flemingia*, colhidas em 2007, 2008 e 2009 foram classificadas em peneiras ABNT 6, 7, 8 e 10. Amostras de sementes da fração ABNT 7 foram utilizadas para as avaliações do grau de umidade em base úmida, da massa de mil sementes (MMS), da massa do hectolitro (M.Hect.) e do número de sementes por grama. Estas características foram comparadas entre os três lotes, seguindo delineamento inteiramente casualizado com 8 repetições. Posteriormente, as sementes foram seccionadas com o uso de micrótomo para a observação e descrição da anatomia do tegumento, tecidos de reserva e embrião. Para o estudo das estruturas das plântulas, as sementes após escarificadas com ácido sulfúrico concentrado, foram semeadas em areia e o desenvolvimento das plântulas avaliado diariamente. O grau de umidade das sementes varia de 9,46 a 12,10%, a MMS varia de 18,11 a 19,28g, a M.Hect. varia de 72,23 a 74,39 Kg e o número de sementes/g de 52 a 55 sementes. O tegumento é formado por camada de células paliçádicas, externamente é de coloração brilhosa preta ou com manchas marrons. As sementes de *Flemingia* apresentam dois cotilédones com eixo embrionário e ausência de endosperma, as plântulas apresentam epicótilo caracterizando a germinação hipógea. Palavras-chave: Fabaceae, estruturas, tecidos, dormência, germinação.

ABSTRACT

Seed and seedling physical, structure and morphology of *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

Abstract: The physical characteristics of seed involving the size (length, width and thickness), the thousand seed weight, hectolitre mass and moisture content can influence the physiological quality. The structure of the seed and seedling morphology are important for the taxonomy of species and families and assists in the interpretations of the germination test evaluations. The objective of this work was to evaluate the structure and physical characteristics of *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston seed and the seedling morphology. For this, samples of three seed lots of *Flemingia*, collected in 2007, 2008 and 2009 were classified in ABNT 6,7,8 and 10. Seed samples of ABNT 7 fraction were used to evaluation of moisture content on wet basis, mass of thousand seeds, and number of seeds per gram. These characteristics were compared among the three groups, following a completely randomized design with eight replications. Then the seeds were sectioned using microtome for observation and description of seed anatomy coat and embryo tissues. To study the structures of seedlings, a sample of seeds was scarified with concentrated sulfuric acid sown in sand and the seedling development was assessed daily. The moisture content of seeds ranged from 9.46 to 12.10%, mass of thousand seeds ranged from 18.11 to 19.28 g, the hectolitre mass ranged from 72.23 to 74.39 kg and the number of seeds from 52 g to 55 seeds. The seed coat is formed by the layer of palisade cells, externally glossy color is black or brown spots. The seeds of *Flemingia* have two cotyledons with embryo axis and the absence of endosperm, seedling epicotyls show featuring the germination hypogeal.

Keywords: Fabaceae, structures, tissues, dormancy, germination.

1.1 - Introdução

O conhecimento em anatomia vegetal, especificamente sobre as estruturas reprodutivas de algumas espécies arbóreas oriundas das regiões sul e sudeste do Brasil, tem sido relatado (GARCIA et al., 2006). Apresentam estudos baseados nas características morfológicas de frutos e/ou sementes em diferentes famílias botânicas e assinalam a importância das características físicas das sementes para a identificação, classificação taxonômica, e estudos filogenéticos (ARAÚJO & MATOS, 1991; BARROSO, 1978; CHAVES, 1994; DUARTE, 1978; FELICIANO, 1989; ICHASO, 1980; LIMA, 1985; OLIVEIRA & PEREIRA, 1984; SALES, 1987; SOUSA & LIMA, 1993; SILVA, 1995; KANG & PRIMACK, 1999; LAPP et al., 2001; PÉREZ-CORTÉZ et al., 2002). A família Fabaceae Juss. é a terceira maior das Angiospermas depois das Orchidaceae e Compositae. Agrupa aproximadamente 650 gêneros e 18.000 espécies (JONES, 1955; LAWRENCE, 1970; POLHILL et al., 1981). A maior das sub-famílias é Faboideae, que inclui cerca de 440 gêneros e 12.000 espécies, estando bem representada nas regiões tropicais (POLHILL, 1981).

A *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston é uma planta da família Fabaceae, subfamília Faboideae com Centro de Origem na Ásia e mais tarde naturalizada na África Subshariana (ANDERSSON et al., 2008). Encontra-se com baixa pressão antrópica e com potencial de utilização em diversas áreas. ANDERSSON et al. (2006) citam utilizações como planta medicinal, ornamental e adubo verde, cobertura do solo no período de entressafra, alimentação animal e recuperação de áreas degradadas. Apresenta adaptação a uma ampla diversidade de solos, incluindo muito ácidos e de baixa fertilidade, resistência a baixos níveis de umidade do solo (BUDELMAN, 1988; COSTA, 2000) e terrenos acidentados (BINH et al., 1998), porém não é descrita como planta daninha por LORENZI (2000) dentre várias espécies. A *Flemingia* é uma planta arbustiva perene e utilizada no sistema de cultivo em “aléias” ou fileiras de arbustos, sendo o manejo fitotécnico conduzido com poda para reduzir o crescimento apical, forçando as brotações laterais (SALMI, 2008).

Os caracteres externos e internos das sementes de muitos grupos de plantas são de grande interesse para a classificação, como a presença ou ausência de endosperma, forma e posição do embrião e número e disposição dos cotilédones (LAWRENCE, 1970). Em Fabaceae o embrião das dicotiledôneas é constituído por um eixo embrionário e dois cotilédones. O eixo embrionário é composto de três partes: o epicótilo ou plúmula, que é a parte situada acima do ponto de ligação dos cotilédones ao eixo; a radícula na extremidade inferior do eixo e o hipocótilo, entre a radícula e os cotilédones. Da radícula resulta a raiz primária ou seminal, após a germinação das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

O tegumento é uma cobertura constituída por camadas celulares originárias dos integumentos ovulares. As principais funções dos tegumentos das sementes são manter unidas as partes internas das sementes; proteção contra impacto e abrasões; barreira à entrada de insetos e microorganismos; regular a velocidade de hidratação, evitando ou diminuindo possíveis danos devidos às pressões desenvolvidas durante a embebição; e regular a intensidade e a velocidade das trocas gasosas entre a semente e o ar (MARCOS FILHO, 2005). A permeabilidade do tegumento deve ser considerada, pois a porosidade, a composição química, a estrutura e a pigmentação afetam diretamente essa característica, principalmente em leguminosas (DEMIR et al., 1998). A permeabilidade do tegumento está na dependência da sua estrutura e do tipo de impregnações presentes. Em algumas espécies, a restrição à embebição de água é resultante de modificações causadas pela desidratação das paredes celulares do tegumento da semente. Estas modificações ocorrem na estrutura micelar das membranas e manifestam-se na modificação da capacidade potencial de dilatação do gel. Em outras, é causada pela impregnação das membranas celulares, como lignina, gorduras,

suberina ou taninos (MARCOS FILHO, 2005). O desenvolvimento de sementes “duras” ou com tegumentos impermeáveis são influenciados por fotoperíodo durante o crescimento das plantas, taxa e grau de secagem na maturação ou pós colheita e a presença de substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura no tegumento da semente (BEWLEY & BLACK, 2004).

Os aspectos morfológicos das plântulas podem ser empregados, tanto para a identificação de plantas de uma determinada região, quanto para facilitar a interpretação de testes de germinação em laboratório (OLIVEIRA, 1993).

A espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston está sendo introduzida nos sistemas de cultivo, mas existem poucas informações sobre a qualidade de suas sementes quanto às suas características físicas, estruturas externas e internas e morfologia de plântulas. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram identificar as características físicas e a estrutura de sementes e plântulas de *Flemingia*.

1.2 - Material e Métodos

As amostras de sementes utilizadas neste experimento foram obtidas de vagens colhidas de plantas de *Flemingia* cultivadas em sistemas de cultivo em aléias no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e no Sistema de Produção Integrado de Produção Agroecológica (SIPA). O SIPA é instituído pelo Convênio entre a UFRRJ, o Colégio Agrícola da UFRRJ, a PESAGRO RJ, a EMBRAPA / CNPAB e a Prefeitura Municipal de Seropédica, Secretaria Municipal da Agricultura. A SIPA e a UFRRJ estão situadas na latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' W Greenwich e altitude 33 m e o solo é classificado como Planossolo Háplico. De acordo com KOEPPEN, o clima predominante na região é AW, com precipitação pluvial no verão e seca no inverno (BERNARDES, 1952).

Foram utilizados três lotes de sementes: Lote 1 - constituído com sementes colhidas em julho/agosto de 2007 na UFRRJ; Lote 2: com sementes colhidas em agosto de 2008 na EMBRAPA; Lote 3: com sementes colhidas em maio de 2009 na UFRRJ. Após a colheita manual das vagens, estas foram espalhadas sobre lona, submetidas à secagem ao sol por dois dias e trilhadas manualmente. Posteriormente, as sementes, foram beneficiadas por um equipamento com ventilação forçada para a retirada das impurezas. As massas iniciais obtidas por lote foram: lote 1 com 270 g, lote 2 com 316 g e o lote 3 com 659 g. A seguir, as sementes foram acondicionadas em embalagem impermeável e conservadas a 8°C até o início dos experimentos.

1.2.1 – Características físicas dos lotes de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

As amostras de sementes foram fracionadas e classificadas por tamanho com uso de peneiras: ABNT 6, 7, 8 e 10 com aberturas quadriculadas que correspondem a 3,35 mm, 2,80 mm, 2,36 mm e 2,00 mm respectivamente. Posteriormente, foram avaliadas utilizando-se as seguintes análises e determinações: a. Grau de umidade (b.u.): determinado pelo método estufa a 105°C ± 3°C por 24h. b. Massa de Mil Sementes (MMS): obtida pela contagem de 8 repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009a) c. Massa Volumétrica: determinada com proveta graduada, obtendo-se a massa média do volume de 50 ml de sementes com grau de umidade ajustado para 10%. Os resultados obtidos foram transformados para Massa do Hectolitro (M.Hect. em kg/100L) (adaptado de BRASIL, 2009a). d. número de sementes por grama. Com a massa de mil sementes e o número total de sementes calculou-se o número de sementes por grama. e. largura e comprimento. Com o uso de paquímetro obteve-se as medidas de largura e comprimento (mm).

O experimento foi realizado utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com três lotes de sementes e oito repetições. Os valores da massa de mil sementes, número de sementes por grama, massa do hectolitro (kg / 100L), largura (mm), comprimento (mm) e o grau de umidade foram avaliados e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

1.2.2 – Morfologia de sementes e plântulas de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

Amostras de sementes de cada lote com mistura das peneiras e as sementes retidas na peneira ABNT 7 foram visualizadas e fotografadas em microscópio estereoscópio BEL Photonics modelo SZT com câmera digital de alta resolução BEL Photonics USB 9MP conectada ao microcomputador. Outra amostra do lote 3, retida na peneira ABNT 7 foi

umedecida e posteriormente as sementes seccionadas, utilizando-se lâmina sob lupa de mesa com luz fluorescente, expondo os dois cotilédones e o eixo epicótilo-radícula. A escala foi representada pela medida de 1 mm, conforme trabalho de ALMEIDA (2008) e IMATOMI et al. (2009). Na caracterização anatômica, uma amostra de sementes e plântulas de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston foi utilizada para a visualização e descrição das estruturas internas e externas. As sementes foram previamente imersas por cinco minutos em água e seccionadas transversalmente e longitudinalmente com o uso de micrótomo. As lamínulas foram preparadas para a observação utilizando lupa (Microscópio Estereoscópio Binocular modelo WILD M-5) com aumento de 12x. Fez-se a descrição da anatomia das sementes, principalmente dos tecidos do tegumento e dos cotilédones. Para o estudo das estruturas de plântulas, as sementes foram imersas por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado P.A. (98%) e semeadas em areia esterilizada e umedecidas diariamente. Foi realizado o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas até 21 dias, classificando como plântulas normais quando apresentavam todas suas estruturas e, de acordo com MELO et al. (2004), considerou-se plântula a fase de desenvolvimento em que o segundo folíolo estava totalmente formado. As diferentes fases de desenvolvimento das plântulas foram registradas em desenhos e figuras.

1.3 – Resultados e Discussão

1.3.1 – Características físicas dos lotes de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

Observa-se na Tabela 5 que a maior proporção das sementes de *Flemingia* ficou retida na peneira ABNT 7 sendo 97,88% para o lote 1 e 84,13% para o lote 2. Para o lote 3,

Tabela 5. Massa total da amostra (g), distribuição percentual da massa em diferentes peneiras (%); Massa de Mil Sementes (MMS), número de sementes (N° Stes); número de sementes por g (N° Stes/g), Massa do Hectolitro (M.Hect. em Kg/100 L), Largura (Larg.) e Comprimento (Compr.) de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston dos lotes retidas nas malhas peneiras ABNT 6, 7, 8 e 10.

Peneira ABNT	Lote 1 (2007)							
	Massa (g)	Percent. (%)	MMS (g)	N° Stes	N° Stes/g	M.Hect. (Kg/100 L)	Larg. (mm)	Compr. (mm)
6	2,44	0,90	21,59	113	46,31	67,78	3,03	3,09
7	264,52	97,88	19,28	13.720	51,87	72,23	2,35	3,21
8	3,07	1,14	13,35	230	74,92	68,22	2,96	3,07
10	0,22	0,08	7,59	29	131,82	44,00	2,15	2,34
Média	67,56	25,00	17,97	3.523	76,23	63,06	2,62	2,93
Dpadrão	131,31	48,59	-----	6.798	39,07	12,86	0,44	0,40
Total	270,25	100,00	-----	14.092	-----	-----	-----	-----
Peneira ABNT	Lote 2 (2008)							
	Massa (g)	Percent. (%)	MMS (g)	N° Stes.	N° Stes./g	M.Hect. (Kg)	Larg. (mm)	Compr. (mm)
6	27,50	8,69	19,46	1.413	51,38	72,37	3,00	3,12
7	266,35	84,13	18,41	14.467	54,33	74,39	2,58	3,19
8	22,68	7,16	15,79	1.436	63,32	75,58	2,90	2,98
10	0,05	0,02	9,00	6	120	52,17	2,10	2,34
Média	79,15	25,00	18,33	4.331	72,26	68,63	2,65	2,91
Dpadrão	125,38	39,60	-----	6.791	32,23	11,05	0,41	0,39
Total	316,58	100,00	-----	17.322	-----	-----	-----	-----
Peneira ABNT	Lote 3 (2009)							
	Massa (g)	Percent. (%)	MMS (g)	N° Stes.	N° Stes./g	M.Hect. (Kg)	Larg. (mm)	Compr. (mm)
6	376,78	57,16	19,99	18.848	50,02	71,7	3,05	3,13
7	266,00	40,35	18,11	14.688	55,27	72,97	2,40	3,16
8	15,08	2,29	7,28	2.071	137,33	32,6	2,96	3,04
10	1,34	0,20	5,28	253	188,81	4,5	2,14	2,27
Média	164,80	25,00	17,74	8.965	107,86	45,44	2,64	2,90
Dpadrão	186,47	28,29	-----	9.199	67,16	33,11	0,44	0,42
Total	659,20	100,00	-----	35.862	-----	-----	-----	-----

57,16% das sementes ficaram retidas na peneira ABNT 6 apresentando medidas de comprimento e largura acima de 2,35 mm. Considerando as sementes retidas na peneira 7, com maior proporção, a massa de mil sementes variou de 19,28 g para o lote 1 e 18,41 g para o lote 2; 19,99 g no lote 3 peneira 6. A média da massa volumétrica para as sementes retidas na peneira 7 foi de 72,23 kg/100 L no lote 1; 74,39 kg/100 L no lote 2 e 72,97 kg/100 L no lote 3. A presença de pedúnculo ou pedicelo remanescente nas sementes (BRASIL, 2009b), resultou em uma separação desuniforme e menos eficiente. As sementes de *Flemingia* são

pequenas, esféricas, globulares, com tegumento rígido e de coloração escura e brilhosa. Comparando com outras da mesma família, por exemplo, feijão guandu *Cajanus cajan* (L.) Millsp., as de *Flemingia* são menores, mais uniformes e contém 5 a 10 vezes mais sementes por grama (BRASIL, 2009a). Na Figura 1 são apresentadas amostras de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston de diferentes tamanhos e uniformes retidas na peneira ABNT 7.

Os resultados das características físicas das sementes retidas na malha da peneira ABNT 7 foram submetidos à análise estatística e as médias apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Dados médios da Massa de Mil Sementes (MMS), número de sementes por grama (NSG), Massa do Hectolitro (M.Hect.), Largura (L), Comprimento (C), Grau de umidade (GU) de três lotes de sementes *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston.

Lote	MMS* (g)	NSG	M.Hect. (Kg)	L (mm)	C (mm)	GU(%)
1 (2007)	19,28 a	51,89 b	72,23 b	2,35 ns	3,21 ns	9,46 c
2 (2008)	18,41 b	54,33 a	74,39 a	2,58 ns	3,19 ns	10,32 b
3 (2009)	18,11 b	55,27 a	72,97 ab	2,40 ns	3,16 ns	12,10 a
CV (%)	2,57	2,63	2,04	10,63	7,56	2,00

* Massa de mil sementes corrigida para o grau de umidade 10%.

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

De acordo com os resultados constantes na Tabela 6, observa-se que há diferenças nas características físicas avaliadas entre os três lotes de sementes de *Flemingia*. As sementes do lote 1, apresentaram maior massa de mil sementes em relação aos demais lotes, correspondendo ao menor número de sementes por grama. A maior massa do hectolitro foi observada para os lotes 2 e 3 e as medidas de comprimento e largura não apresentaram diferenças estatísticas devido às sementes serem globulares, esféricas. O grau de umidade das sementes de *Flemingia* variou de 9,46 a 12,10% indicando que, possivelmente, as sementes sejam classificadas como ortodoxas. A maioria das ortodoxas se adapta a campos abertos, sendo provenientes de espécies anuais temperadas (Illy & Viani, 1995, citados por LIMA, 2001). Deve-se considerar que são necessários estudos de secagem e armazenamento das sementes de *Flemingia* para uma classificação mais precisa. As variações observadas podem ser resultantes das condições edafoclimáticas de cultivo diferentes a cada ano, crescimento e desenvolvimento diferentes das plantas, formação e maturação das sementes, época de colheita e o período de armazenamento em condições de ambiente em laboratório.

1.3.2 – Morfologia de sementes e plântulas de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

Na Figura 2, observa-se na semente de *Flemingia* em fase inicial de germinação a raiz primária (Rp), o hilo (Hi), o tegumento (Tg) e também as fases posteriores de plântulas, acompanhando seu desenvolvimento inicial. Classificaram-se as plântulas normais identificando as suas estruturas: a plúmula (Pl) com folha (Fl) e epicótilo (Ep) e raízes com a raiz primária (Rp) e a raiz secundária (Rs). O embrião é cotiledonar e observa-se que os cotilédones ficam próximos ao sistema radicular axial ou pivotante e a estrutura que se alonga é o epicótilo. Na germinação de sementes de dicotiledôneas, os cotilédones se colocam acima da superfície do solo. Tal fato caracteriza a germinação epígea. Nas monocotiledôneas o único cotilédone que se forma permanece abaixo da superfície do solo, o que caracteriza uma

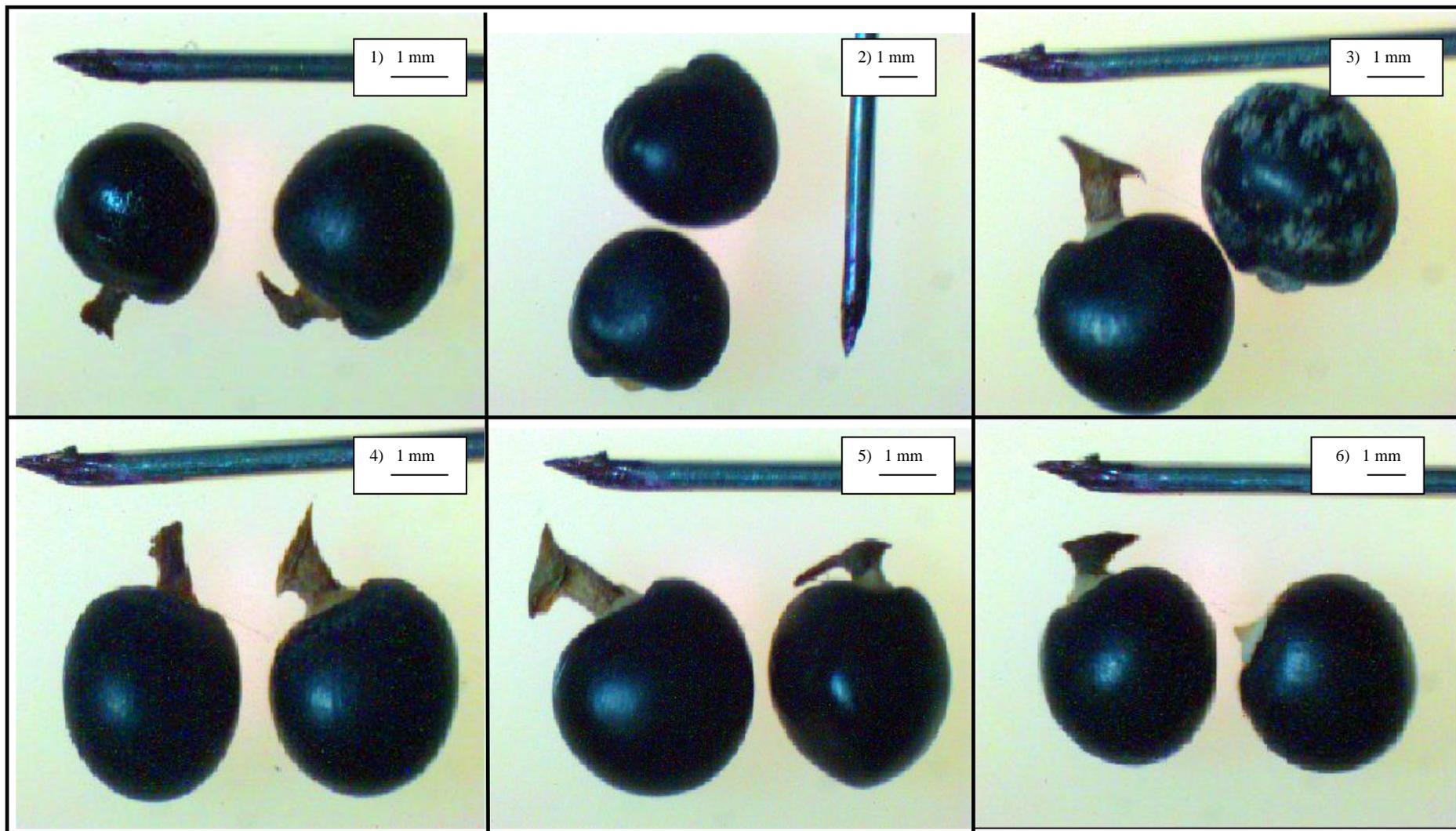


Figura 1. Amostras de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston de diferentes tamanhos misturadas (legendas 1,2 e 3) e uniformes retidas na peneira ABNT 7 Tyler 7 (legendas 4,5 e 6).

Legenda: 1) Lote 1 (2007) mistura de todas as peneiras; 2) Lote 2 (2008) todas as peneiras; 3) Lote 3 (2009) todas as peneiras; 4) Peneira ABNT 7 Tyler 7 lote 1 (2007); 5) Peneira ABNT 7 Tyler 7 lote 2 (2008) e 6) Peneira ABNT 7 Tyler 7 lote 3 (2009).

germinação hipógea (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Na germinação do tipo hipógea, como no caso da ervilha (*Pisum sativum* L.) e do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), o epicótilo é a estrutura que emerge do solo, e os cotilédones permanecem abaixo da superfície do solo, onde são decompostos logo após o consumo das reservas (ZIMMER, 2006). As sementes de *Flemingia* são mais uma exceção dentro do grupo das dicotiledôneas, a exemplo da ervilha e do guandu, pois apresentam germinação do tipo hipógea. A germinação tem

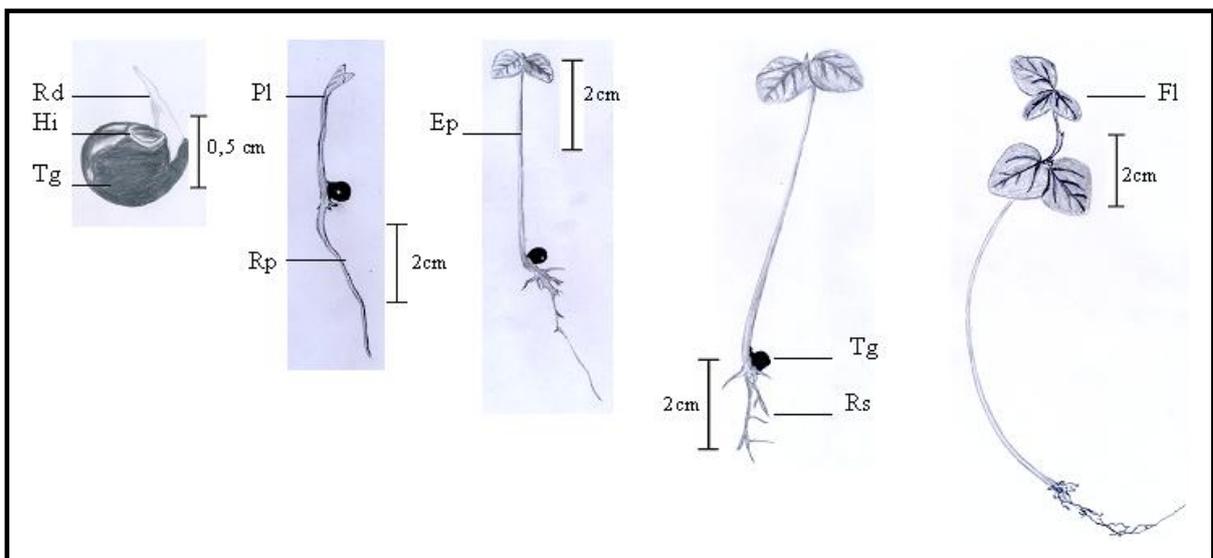


Figura 2. Estágios sucessivos do desenvolvimento da plântula de *Flemingia macrophylla*, no período de 21 dias; Legenda: Rd – Radícula; Hi – Hilo; Tg – Tegumento; Pl – plúmula; Rp – Raiz primária; Ep – Epicótilo; Rs – Raiz secundária; Fl – Folha.

início com a embebição, 1ª fase da absorção de água pela semente e termina com o início da alongação pelo eixo embrionário, usualmente a radícula (BEWLEY & BLACK, 2004). A sobrevivência da plântula, em condições naturais, depende da interação que se estabelecerá entre esta e o ambiente, desde a germinação até o estabelecimento, ambas as fases críticas na vida vegetal (SALLES, 1987). Considerando estes resultados pode-se avaliar como plântula normal desta espécie aquelas que apresentam todas suas estruturas essenciais, ou seja, epicótilo, raiz primária e folíolos primários. A semente de *Flemingia* seccionada longitudinalmente possibilitou visualizar o eixo epicótilo radícula onde se visualiza cotilédone que faz parte do embrião (dicotiledôneas) e tegumento caracterizando sua anatomia (Figura 3).

Na semente seccionada transversalmente foi possível visualizar o tegumento formado pela camada de células paliçádicas e também os cotilédones (Figura 4). O tegumento das sementes de *Flemingia* externamente é de coloração brilhosa preta ou marrom heterogênea sendo constituído por duas camadas de tecidos, testa (externa) e tegma (interna). Estes dados são semelhantes aos observados por ESAÚ (1997) que descreve as sementes das Fabaceae

com dois tegumentos, sendo que o interno desaparece durante a ontogênese; no entanto o externo se diferencia em diversas camadas. A camada mais externa, a epiderme, permanece unisseriada e origina a camada paliádica característica das sementes das Fabaceae. A

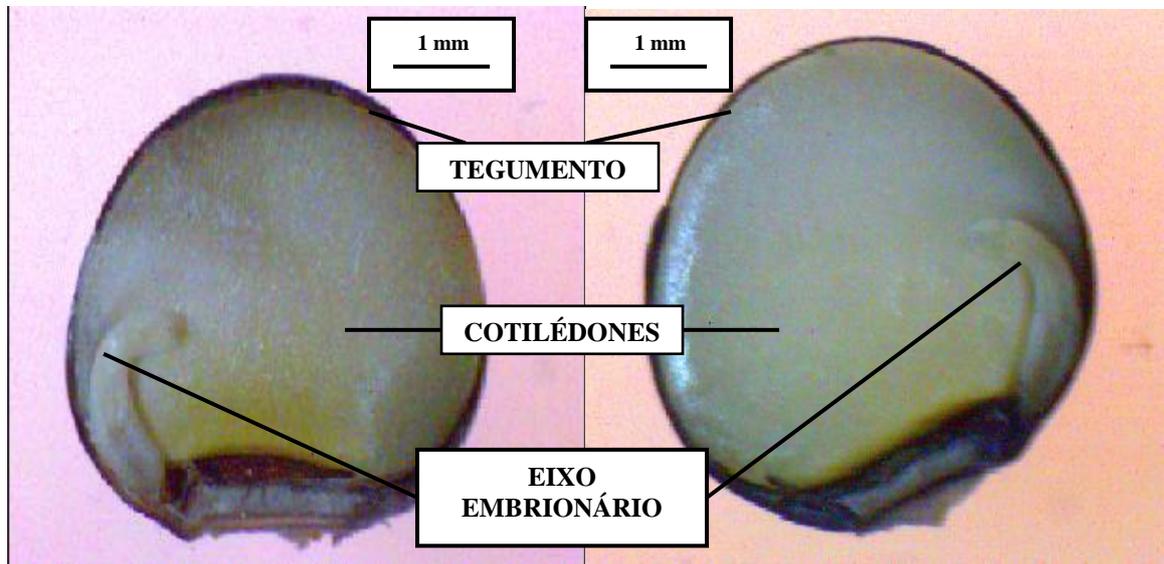


Figura 3. Corte transversal da semente de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston visualizando o eixo embrionário (epicótilo radícula).

chamada linha lúcida das células em paliçada é considerada como região particularmente impermeável. A linha lúcida resulta do alto grau de reforço de uma região restrita das paredes da epiderme. Em cortes das sementes, esta região tem orientação tangencial um pouco acima de cada célula.

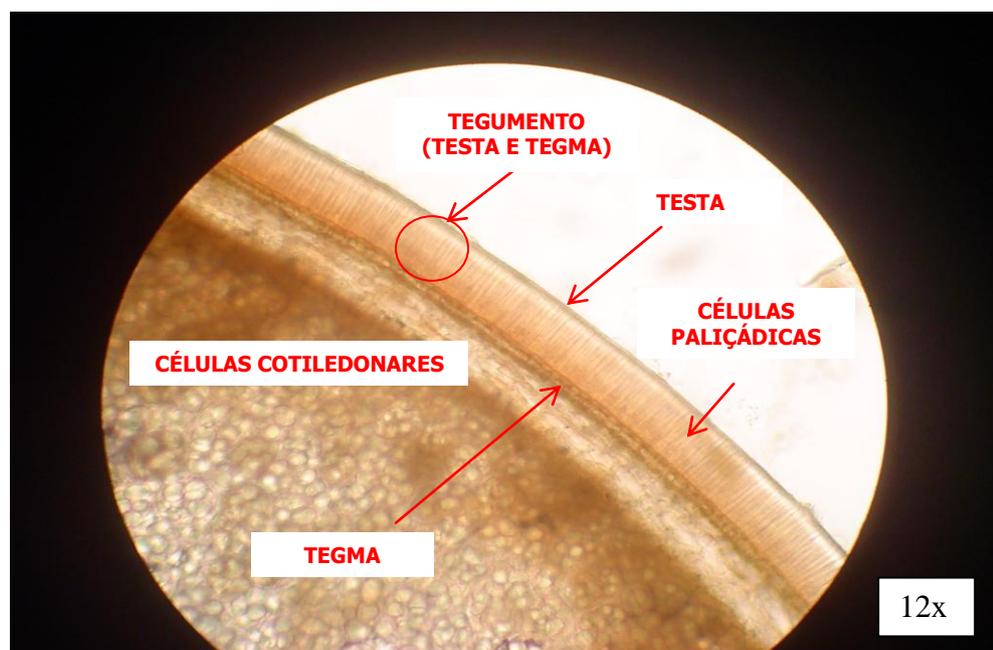


Figura 4. Visualização interna (morfologia interna) do tegumento da semente de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston seccionada longitudinalmente.

ANDERSSON et al., (2006) descreveram as sementes de *Flemingia macrophylla* sendo globulares de coloração brilhosa marrom heterogênea ou preta com 2 – 3 mm de diâmetro. As sementes de *Flemingia* observadas são reniformes, com testa lisa de coloração brilhosa negra ou marrom. Os cotilédones são planos convexos de coloração creme e o embrião é salmão-claro.

Na maioria das monocotiledôneas - plantas cujas sementes têm um só cotilédone - as reservas encontram-se fora do cotilédone - sementes com albúmen - enquanto na maioria das dicotiledôneas - plantas cujas sementes têm dois cotilédones - as reservas estão armazenadas nos cotilédones - sementes sem albúmen (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). A permeabilidade do tegumento deve ser considerada, pois a porosidade, a composição química, a estrutura e a pigmentação afetam diretamente essa característica, principalmente em leguminosas (DEMIR et al., 1998). A dormência das sementes de leguminosas é uma característica hereditária atribuída à camada de células em paliçada, cujas paredes celulares são espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa. Em condições naturais essa impermeabilidade se reduz gradualmente, de modo que certa proporção de sementes germina a cada período. Entretanto, em laboratório, a ruptura do tegumento permite a imediata embebição e o início do processo germinativo (FERNANDEZ et al., 2000) sendo necessário pesquisar metodologias específicas utilizadas para determinação de curvas de embebição das sementes.

A impermeabilidade do tegumento é, normalmente, associada à presença de uma ou mais camadas impermeáveis de células, dispostas em paliçada, com espessas paredes secundárias lignificadas, sendo os macroesclerídeos as células mais comuns (BASKIN & BASKIN, 1998). Os macroesclerídeos são impermeáveis por estarem impregnados de substâncias hidrofóbicas como cutina, lignina, quinonas, materiais pécticos insolúveis, suberina e cera (ROLSTON, 1978; JOLY, 1979). O tegumento também pode conter uma mucilagem que se expande na presença de água, formando uma barreira à difusão de oxigênio e diminuindo a velocidade de germinação (JOLY, 1979) e substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura ao tegumento (BEWLEY & BLACK, 2004). As sementes com tegumentos claros e opacos apresentam menores restrições à entrada de água que as mais escuras e brilhantes, mostrando-se mais propensas a injúrias durante a embebição. Os tegumentos claros são menos aderentes aos cotilédones e isso permite a entrada mais rápida de água nas sementes (DEMIR et al., 1998) o que facilita o teste de Tetrazólio.

ANDERSSON et al. (2006) destacam que diferentes morfotipos foram identificados na coleção de *F. macrophylla* e estudos de marcadores moleculares e morfológicos, inclusive de estruturas reprodutivas, são necessários para definir seus estados taxonômicos (espécies, subespécies, variedades botânicas) e sua relação.

Estas considerações envolvem os parâmetros físicos como textura, tamanho, massa e coloração do tegumento das sementes de *Flemingia* e teoricamente determinam a característica da dormência - sementes pequenas com dureza do tegumento e de coloração brilhosa escura preta ou marrom heterogênea.

1.4 - Conclusões

O grau de umidade das sementes dos lotes 1, 2 e 3 de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston variou de 9,46 a 12,10%.

A maior porcentagem de sementes de *Flemingia* dos lotes 1 e 2 ficaram retidas na peneira ABNT 7 e do lote 3 na peneira ABNT 6.

A largura e o comprimento das sementes não diferem estatisticamente sendo as mesmas globulares e esféricas.

O lote 1 apresentou maior massa de mil sementes e menor número de sementes por grama.

A germinação de sementes de *Flemingia* é do tipo hipógea.

A estrutura do tegumento é característica de leguminosas, família Fabaceae.

1.5 - Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, T.M.H. de. **Germinação e conservação de quatro espécies de Cactaceae do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, 57p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, UFRRJ), 2008.
- ANDERSSON, M.S.; SCHULTZE-KRAFT, R.; PETERS, M.; HINCAPIE, B.; LASCANO, C. E. Morphological, agronomic and forage quality diversity of the *Flemingia macrophylla* world collection. **Field Crops Research**, v.96, n.2-3, p.387- 406, 2006.
- ARAÚJO, S.S.; MATOS, V.P. Morfologia da semente e de plântulas de *Cassia fistula* L., **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.13, p. 217-23, 1991.
- BARROSO, G.M. **Curso de identificação de sementes**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas / CETREISUL, 1978, 36 p.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666p.
- BERNARDES, L.M.C. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, 14(1):57-80. 1952.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. 2 ed., New York, Plenum Press, 2004.
- BINH, D.V.; TIEN, N.P.; MUI, N.T. Study on biomass yield and quality of *Flemingia macrophylla* and on soil fertility. In: **Proceedings of Workshop on Animal Nutrition Science**, Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam, p.137, 1998.
- BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009a. 395p.
- BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Glossário Ilustrado de Morfologia**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009b. 406p.
- BUDELMAN, A. The decomposition of the leaf mulches of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Flemingia macrophylla* under humid tropical conditions, **Agroforest. Syst.** 7 (1988), p.33 – 45. [Full Text via CrossRef](#) | [View Record in Scopus](#) | [Cited By in Scopus \(21\)](#).
- CARVALHO, N.M; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. FUNEP, 588 p. 2000.
- CHAVES, M.M.F. **Descrição morfológica de sementes, de plântulas e de mudas de 10 espécies arbóreas pioneiras, na microrregião de Viçosa-MG**. Viçosa-MG: UFV, 1994. 108p. (Tese de mestrado em Ciências Florestais).

COSTA, W.A.J.M. de. **Decomposition and nutrient release from green manures of different tree species in three agroecological zones of Sri Lanka.** In: Gunasena, H.P.M. (Ed.), *Multipurpose Tree Species in Sri Lanka: Green Manuring and Fodder Tree Species for Crop-livestock Productivity Improvement*, 18 December 2000, Kandy, Sri Lanka, p.1 – 34.

DEMIR, I.; GÜRAI, A.; CEYLAN, Y. Seed moisturization as an enhancement treatment for emergence and seedling growth in bean. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.2, p.281- 288. 1998.

DUARTE, M.J. **Análise de sementes de seis espécies autóctones e alternativas para o reflorestamento na região semi-árida do Nordeste Brasileiro.** Curitiba: UFPR, 1978. 153p. (Tese de Mestrado em Ciências Florestais).

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes.** São Paulo: Edgard Blücher (13^a reimpressão). 1997. 293p. ilustr.

FELICIANO, A.L.P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento da muda, acompanhado de descrições morfológicas de 10 espécies arbóreas ocorrentes no semiárido nordestino.** Viçosa: UFV, 1989. 114p. (Tese mestrado em Ciências Florestais).

FERNANDEZ, C.D.; GROF, B.; CARVALHO, J. Escarificação mecânica de sementes de *Stylosanthes* spp. com beneficiadora de arroz. In: Embrapa. **Comunicado Técnico**, 2000.

GARCIA, L.C.; NOGUEIRA, A.C.; ALQUINI, Y. Aspectos morfo-anatômicos de sementes de *Podocarpus lambertii* Klotz. e *Podocarpus sellowii* Klotz. – Podocarpaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.3, p.129 – 134. 2006.

ICHASO, C.L.F. Morfologia das sementes de 35 gêneros de Scrophulariaceae do Brasil: sua aplicação à sistemática desta família. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.32, n.53, p.33-107. 1980.

IMATOMI, M.; PEREZ, S.C.J.G. de A.; FERREIRA, A.G. Caracterização e comportamento germinativo de sementes de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.2, p.36- 47. 2009.

JOLY, C.A. **Fisiologia da germinação e aspectos taxonômicos do gênero Magonia (Sapindaceae).** Campinas, 1979. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Unicamp.

JONES, G. **Leguminales: a new ordinal name.** *Taxon* 4:188-189. 1955.

KANG, H.; PRIMACK, R. Evolutionary change in seed size among some legume species: the effects of phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, Uppsala, 219:151-164. 1999.

LAPP, M.; CASTRO, M.; MARINA, G. Micromorfología de semillas de algunas especies de la tribu *Cereeae* (Cactaceae). **International Journal of Experimental Botany**. Ohio, 35-46. 2001.

LAWRENCE, G.H.M. **Taxonomy of Vascular Plants.** New York: The Macmillan Press. 1970. 823p.

LIMA, M.P.M. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimoseae Leguminosae- Mimosoideae) aplicada à sistemática. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.37, n.62, p.53 - 78, jan./jun. 1985.

LIMA, S.M.P. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro: efeitos na germinação, vigor e formação de mudas**. 2001. 161f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras.

LORENZI, H. **PLANTAS DANINHAS DO BRASIL – terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 640p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 1 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, v.1, 495. 2005.

MELO, M. da G.G. de; MENDONÇA, M.S. de; MENDES, Â.M. da S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *Adenotricha* (Ducke) Lee & Lang (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34 (1), p.9 – 14. 2004.

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

OLIVEIRA, E. de C.; PEREIRA, T.S. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinoideae- *Martiodendron* Gleason, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia* Aublet e *Schizolobium* Vogel. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.36, n.60, p.35 - 42, jul./set. 1984.

PÉREZ-CORTÉZ, S., TILLET, S.; ESCALA, M. Estudio morfológico de la semilla de 51 especies del género *Passiflora* L. **Acta Botanica**, Venezuela. 25(1):67- 96. 2002.

POLHILL, R.; RAVEN, W.; STIRTON, C. Evolution and Systematics of Leguminosae. p.1-26. En: Polhill R. y P. Raven (Eds.). **Advances in Legume Systematics**. Vol. I. Royal Botanic Garden. Kew, England. 1981.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, Lancaster, v.44, n.3, p.365-396. 1978.

SALLES, H.G. Expressão morfológica de sementes e plântulas I: *Cephalocereus fluminensis* (Miq) Britton e Rose (Cactacea). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.1, p. 73 - 81, 1987.

SALMI, A. P. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em *Flemingia macrophylla* [(Willd. Merrill)]**. 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

SILVA, L.M. de M. **Morfologia do fruto, semente, plântula e muda de dez espécies florestais ocorrentes no sertão e brejo paraibanos**. Areia: UFPB, 1995, 97p. (Tese de mestrado em produção vegetal).

SOUSA, S.M. ; LIMA, P.C.F. Caracterização de sementes de algumas espécies florestais nativas do Nordeste. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, Campos do Jordão, SP, 1982. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, v.2, p.1156 - 1167. 1993.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da Qualidade de Sementes. Cap. 2. In: PESKE, S. T.; LUCCA-FILHO, O.; BARROS, A. C. S. **SEMENTES: FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS**. 2ª ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p.34– 38, 472p. 2006.

ANEXO

Tabela 7. Análise de variância dos resultados das características físicas dos lotes de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston.

Variável	F.V.	G.L.	Q.M.
Largura (mm)	Lote	2	0,1116667 NS
	Erro	21	0,06738095
	CV (%) = 10,63		
Comprimento (mm)	Lote	2	0,005000 NS
	Erro	21	0,05791667
	CV (%) = 7,55		
Massa do Hectolitro	Lote	2	9,589870 *
	Erro	21	2,222783
	CV (%) = 2,04		
Grau de Umidade	Lote	2	14,49294 *
	Erro	21	0,04522572
	CV (%) = 2,00		
Massa de mil sementes	Lote	2	2,962580 *
	Erro	21	0,2278422
	CV (%) = 2,57		
Número de sementes por grama	Lote	2	24,24468 *
	Erro	21	2,006978
	CV (%) = 2,63		

CAPÍTULO II

MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA E EMBEBIÇÃO EM SEMENTES DE *Flemingia macrophylla* (WILLD.) ALSTON

RESUMO

Métodos de superação de dormência e embebição em sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

A dormência das sementes de leguminosas é uma característica hereditária atribuída à camada de células em paliçada. Há necessidade de se utilizar métodos que permitam superar a dormência, possibilitando a expressão da máxima germinação do lote. O objetivo do trabalho foi avaliar os métodos de superação de dormência e a embebição em sementes de *Flemingia*. As sementes previamente separadas foram classificadas por tamanho, massa de mil sementes e determinado o grau de umidade. A seguir, amostras de sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1. Sementes sem escarificação; 2. Imersão em água a 25°C, durante 24h sob agitação de 300 RPM; 3. Imersão em água a 25°C, durante 48h sob agitação de 300 RPM; 4. Imersão durante 20 minutos em água a 90°C; 5. Imersão durante 20 minutos em água a 90°C seguida de repouso por 24h em temperatura ambiente; 6. Imersão durante 10 minutos em água a 90°C; 7. Imersão por 5 minutos em álcool etílico hidratado; 8. Imersão durante 10 minutos em ácido sulfúrico concentrado; 9. Imersão durante 20 minutos no ácido sulfúrico, e 10. Escarificação durante 45 minutos com lixa d'água N°100. Após os tratamentos citados, amostras de 25 sementes de cada tratamento foram pesadas, colocadas para embeber por 1, 2, 4, 8, 12, 24 e 48h determinando-se o teor de água. As sementes de *Flemingia* apresentaram respostas diferenciadas quanto à absorção de água em função dos métodos de escarificação do tegumento. O aumento do teor de água das sementes foi mais uniforme quando as mesmas foram escarificadas em ácido sulfúrico concentrado.

Palavras-chave: dormência, tegumento, escarificação, embebição.

ABSTRACT

Overcoming methods of dormancy and soaking in *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

The dormancy of legume seeds is an inherited trait attributed to the layer of palisade cells. There is need to use methods to overcome seed dormancy, allowing the maximum seeds germination expression. The objective was to evaluate methods of scarification and imbibition in seeds of *Flemingia*. The seeds were classified previously separated by size and weight of thousand seeds and determined the moisture content. Subsequently, samples of seeds were treated as follows: 1. Seeds without scarification 2. Immersion in water at 25°C for 24h under agitation of 300 RPM, 3. Immersion in water at 25°C for 48h under agitation of 300 RPM, 4. Immersion in water for 20 minutes at 90°C, 5. Immersion in water for 20 minutes at 90°C followed by rest for 24 hours at ambient temperature, 6. Immersion in water for 10 minutes at 90°C, 7. Immersion for 5 minutes in hydrated ethyl alcohol, 8. Immersion for 10 minutes in concentrated sulfuric acid, 9. Soaking for 20 minutes in acid, and 10. Scarification for 45 minutes with sandpaper N° 100. After the above treatments, samples of 25 seeds were weighed, placed to soak for 1, 2, 4, 8, 12, 24 and 48 hours by determining the moisture content. The seeds of *Flemingia* showed different responses to water absorption as a function of seed coat scarification methods. Increasing the moisture content of seeds was more uniform when they were scarified in concentrated sulfuric acid.

Keywords: dormancy, seed coat scarification, soaking.

2.1 – Introdução

A dormência das sementes de leguminosas é uma característica hereditária atribuída à camada de células em paliçada, cujas paredes celulares são espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa que causa impermeabilidade do tegumento. Em condições naturais essa impermeabilidade reduz gradualmente, de modo que certa proporção de sementes germina a cada período (FERNANDEZ et al., 2000) o que contribui para assegurar a sobrevivência da espécie, principalmente em regiões onde ocorrem secas (SEIFFERT, 1982).

Dentre os atributos de qualidade genética de sementes, procura-se resistência à deterioração de campo pela incorporação do caráter de dureza da semente (ZIMMER, 2006). Entretanto, para a semeadura e análise de sementes, há necessidade da ruptura do tegumento para embebição e o início do processo germinativo (FERNANDEZ et al., 2000).

A dormência das sementes pode ter diversas causas e, antes da tomada de decisão quanto ao método a ser adotado para a sua quebra, deve-se identificar, tanto quanto possível essas causas. Além disso, é necessário considerar a existência de ciclos de sensibilidade das sementes aos processos de superação de dormência (EGLEY, 1995), o que pode provocar maior ou menor sucesso da aplicação dos métodos. Para cada tipo de dormência e para cada condição na qual as sementes estão inseridas haverá um ou mais métodos mais adequados e eficientes (ZAIDAN & BARBEDO, 2004).

A taxa de absorção de água pela semente é crítica para o sucesso da germinação. Se a absorção de água é muito baixa, a germinação é reduzida porque as sementes podem deteriorar e se a absorção de água é muito rápida, as sementes podem sofrer dano por embebição em excesso (BEWLEY & BLACK, 1994). A deterioração pode ocorrer pela peroxidação de lipídeos e desorganização das membranas celulares. O dano por embebição em excesso está relacionado aos potenciais hídricos da semente. A embebição limitada das sementes colocadas em soluções osmóticas (polietilenoglicol ou solução salina) permite o início do metabolismo germinativo, mas evita sua conclusão por falta de água. Dessa forma, o pré-condicionamento (*priming*) permite aumentar o desempenho de um lote de sementes, pois uniformiza todas as sementes do lote (ZIMMER, 2006).

A impermeabilidade do tegumento pode ser superada por meio da escarificação, termo que se refere a qualquer tratamento que resulte na ruptura ou no enfraquecimento do tegumento, permitindo a passagem de água e dando início ao processo germinativo (MAYER & POLJAKOF-MAYBER, 1989). Sendo assim, a imersão em água quente por alguns minutos, a escarificação com lixa e a escarificação química com ácido sulfúrico são atualmente utilizadas de forma bem sucedida, para eliminar a dormência das sementes destas espécies (PEREZ, 2002). Contudo, muitos destes métodos são de difícil padronização e execução, podendo representar riscos ao manipulador (JACOB JR. et al., 2004).

Especificamente para leguminosas, são utilizadas escarificações com ácidos fortes, imersão em solventes como álcool, escarificação mecânica e choque térmico (BRASIL, 2009). Existem outros tratamentos tais como imersão das sementes em bases fortes, água quente ou fria, água oxigenada (BRUNO et al., 2001), soda cáustica (ANTÔNIO et al., 1985), hidróxido de sódio (FERRARESI et al., 2009), hipoclorito de sódio (BRASIL, 2009), acetona (PRADO JR., 2007), fitohormônios, como as giberilinas, especialmente GA₃ em cereais

(BEWLEY & BLACK, 1994; BEWLEY, 2001) e auxina em leguminosas, (BEWLEY, 2001), lixa d'água e hidrocondicionamento por imersão em água destilada (LOPES et al., 2008), corte do tegumento na extremidade onde é emitida a radícula (REIS, 1976), trincagem do tegumento (DAVIDE et al., 1995), resfriamento rápido, exposição à alta temperatura (PRADO JR., 2007), calor seco (ALMEIDA et al., 1979; FIGUEIREDO & POPINIGIS, 1979; ROLSTON, 1978; WUTKE et al., 1995), choques e impactos contra superfície dura (PRADO JR., 2007; BRUNO et al., 2001), desponete com auxílio de lâmina de aço (FUNGUETTO et al., 2009) e tesoura (GONÇALVES et al., 2009).

ABREU et al. (2001, 2004, 2005ab) utilizaram escarificador elétrico com pás em seu interior e lixa para escarificar as sementes dos trevos branco (*Trifolium repens* L.), vermelho (*T. pratense* L.) e vesiculoso (*T. vesiculosum* Savi) e as sementes dos cornichões El Rincon (*Lotus subflorus* L.) e São Gabriel (*L. corniculatus* L.), utilizando tempos de escarificação variando de 15 a 20 segundos, obtendo-se mais de 70% de germinação.

Na atual publicação das Regras para Análise de Sementes não constam informações sobre a condução do teste de germinação e superação de dormência para sementes de *Flemingia*, sendo necessário pesquisar metodologias específicas para superação da dormência e a germinação. O primeiro passo deste processo é a embebição que é o início da absorção de água pela semente e que pode ser afetada pelo método de escarificação empregado.

Os objetivos desta pesquisa foram avaliar métodos de superação de dormência a partir dos efeitos destes sobre a embebição em sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston.

2.2 – Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Amostras de sementes do lote 1 (2007) foram previamente classificadas por tamanho, com o auxílio de peneiras, sendo separadas aquelas retidas na peneira ABNT 7. O grau de umidade das sementes foi determinado pelo método de secagem em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3$ por 24h (BRASIL, 2009). Em seguida as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1. Sementes sem escarificação; 2. Imersão em água a 25°C , durante 24h sob agitação de 300 RPM; 3. Imersão em água a 25°C , durante 48h sob agitação de 300 RPM; 4. Imersão durante 20 minutos em água a 90°C ; 5. Imersão durante 20 minutos em água a 90°C seguida de repouso por 24h em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$); 6. Imersão durante 10 minutos em água a 90°C ; 7. Imersão por 5 minutos em álcool etílico hidratado a $92,8^{\circ}$; 8. Imersão durante 10 minutos em ácido sulfúrico concentrado a 98%; 9. Imersão durante 20 minutos no ácido sulfúrico concentrado, e 10. Escarificação durante 45 minutos com lixa d'água N° 100, sob rotação de 300 RPM. Nas escarificações utilizando ácido sulfúrico concentrado, 25 sementes foram imersas por 10 ou 20 minutos e após esses períodos as sementes foram colocadas em uma peneira e lavadas por 5 minutos sob água corrente para retirar o ácido residual. Na escarificação com lixa, utilizou-se um recipiente de 200 ml revestido internamente com lixa N° 100. Amostras de sementes foram colocadas e agitadas sob rotação de 300 RPM durante 45 minutos. A imersão em água foi realizada com amostras de sementes mergulhadas em água aquecida por ebulidor a 90°C constantes por 20 minutos. Após os tratamentos, sub-amostras de 25 sementes foram pesadas, tratadas com fungicida de contato CAPTAN (120mg do produto comercial/1000 ml) e colocadas para embeber sobre três folhas de papel germitest umedecidas com volume de água destilada (ml) equivalente a 2,5 vezes a sua massa em gramas. Após a montagem dos rolos, estes foram colocados em germinador a 25°C e após os períodos de 1, 2, 4, 8, 12, 24 e 48h, as sementes foram pesadas. Em seguida, foram determinados os teores de água em relação aos teores iniciais.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos e 4 repetições. Os resultados da porcentagem do grau de umidade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

2.3 – Resultados e Discussão

Ao monitorar o conteúdo de água de sementes secas submetidas à embebição em água, frequentemente se observa um padrão típico trifásico de absorção de água e hidratação (BEWLEY & BLACK, 1994; LOPES, 1996). De acordo com a Tabela 8 observa-se que os métodos de escarificação do tegumento utilizados causaram diferentes respostas na absorção de água nas sementes gerando diferentes modelos matemáticos. Neste caso, somente os tratamentos 8 e 9 resultaram comportamento de absorção de água de acordo com o padrão esperado, atingindo graus de umidade suficientes para o processo de germinação, os quais foram representados na Figura 5. As escarificações com ácido sulfúrico concentrado permitiram maior uniformidade na absorção de água, alcançando 57,53% de umidade, quando escarificadas por 20 minutos (Tabela 8 e Figura 5). O padrão de embebição seguiu o proposto por outros autores (BEWLEY & BLACK, 2004) identificando-se neste trabalho, as Fases I e II de embebição para a escarificação imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado. Pode-se concluir que o ácido dissolveu substâncias hidrofóbicas impermeabilizantes ou barreiras físicas com eficiência, permitindo a absorção de água. Neste tratamento, as sementes rapidamente embeberam água na Fase I, até 12h. Na Fase II, das 24h às 48h, o grau de umidade manteve-se constante. Ao se atingirem teores de umidade de 35 à 40% para sementes cotiledonares, inicia-se a segunda fase, em que ocorre o transporte ativo das substâncias desdobradas na fase anterior. Os potenciais hídricos do meio e da semente, nesta fase, são muito próximos, de tal modo que, praticamente, estabiliza-se a absorção de água pela semente (BEWLEY & BLACK, 1993; CARVALHO & NAKAGAWA, 1988; POWELL & MATHEUS, 1979). Nesta fase, as células no interior das sementes não podem absorver mais água porque não podem expandir; o $\psi_{\text{semente}} = 0$ (se estiver em água pura) de acordo com CASTRO et al. (2004).

O ácido sulfúrico atuou com maior eficiência na diluição de substâncias impermeabilizantes. O tratamento com ácido sulfúrico tem sido citado por vários autores como um dos mais promissores na superação da dormência de sementes de várias espécies que apresentam dureza do tegumento (ALCALAY & AMARAL, 1982; EIRA et al., 1993; TORRES & SANTOS, 1994; RIBAS et al., 1996; JELLER & PEREZ, 1999; BORGES et al., 1982; ALVES et al., 2006), inclusive de *Stryphnodendron pulcherrimum* (VARELA et al., 1991).

SALMI (2008) avaliou tratamentos para superação da dormência de sementes de *Flemingia macrophylla* e testemunha, com sementes intactas. A imersão por vinte minutos em H₂SO₄ concentrado revelou-se eficiente com 88% de germinação, a maior porcentagem dentre os tratamentos. Imersão das sementes em H₂O a 90°C e repouso por uma hora resultou em 44% de germinação, imersão em H₂O por 24 horas 15% e, naturalmente, a testemunha com 14% de germinação das sementes. SALMI (2008) recomenda a superação da dormência das sementes de *Flemingia macrophylla* por imersão em H₂O a 90°C e posterior repouso na mesma água por uma hora.

Durante a formação e maturação das sementes, o acúmulo de substâncias que conferem impermeabilidade à absorção de água nas células e tecidos do tegumento pode ser diferenciado. Portanto as sementes poderão apresentar diferenças do grau de umidade em função do método ou substância utilizada para a escarificação ou remoção destas substâncias do tegumento.

As sementes sem escarificação apresentaram os menores graus de umidade, evidenciando a impermeabilidade do tegumento. Nos demais tratamentos ocorreram variações significativas do grau de umidade no decorrer dos períodos de embebição, provavelmente devido à escarificação ineficiente ou desuniforme. As substâncias hidrofóbicas, uma das causas

Tabela 8. Tratamentos de escarificação das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston e correspondentes equações de regressão estimadas para o grau de umidade em função do tempo de embebição das sementes.

Tratamento	Equação	R ²	Significância
1. Sementes sem escarificação	$\hat{U} = 10,9032 + 0,154014 \cdot TP$	0,92	**
2. Imersão em H ₂ O a 25°C / 24h	$\hat{U} = 11,8874 + 0,575687 \cdot TP - 0,0327171 \cdot TP^2 + 0,000461952 \cdot TP^3$	0,37	n.s.
3. Imersão em H ₂ O a 25°C / 48h	$\hat{U} = 20,6481 + 0,102001 \cdot TP - 0,00264167 \cdot TP^2 - 0,0000202155 \cdot TP^3$	0,44	n.s.
4. 20 minutos em H ₂ O 90°C	$\hat{U} = 1,75531 + 3,63635 \cdot TP - 0,195101 \cdot TP^2 - 0,00257419 \cdot TP^3$	0,64	n.s.
5. H ₂ O a 90°C e repouso por 24h	$\hat{U} = 21,0302 + 0,726397 \cdot TP - 0,0148101 \cdot TP^2$	0,80	*
6. 10 minutos H ₂ O 90°C	$\hat{U} = 16,9798 + 1,01532 \cdot TP - 0,0199244 \cdot TP^2$	0,41	n.s.
7. 5 minutos álcool etílico	$\hat{U} = 9,02054 + 0,737074 \cdot TP - 0,0138547 \cdot TP^2$	0,67	n.s.
8. 10 minutos H₂SO₄ conc. (98%)	$\hat{U} = 18,9192 - 3,53911 \cdot TP^{1/2} + 3,26677 \cdot TP - 0,3199531^{1/2}$	0,99	**
9. 20 minutos H₂SO₄ conc. (98%)	$\hat{U} = - 13,7376 + 29,1921 \cdot TP^{1/2} - 4,68482 \cdot TP + 0,282229 \cdot TP^{11/2}$	0,99	**
10. 45 minutos lixa d'água N°100	$\hat{U} = 15,4799 - 5,53160 \cdot TP^{1/2} + 2,57311 \cdot TP - 0,241276 \cdot TP^{1/2}$	0,997	**

n.s.: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade de erro; e **: significativo a 1% de probabilidade de erro;
 \hat{U} : estimativa do grau de umidade (%); TP: tempo (h).

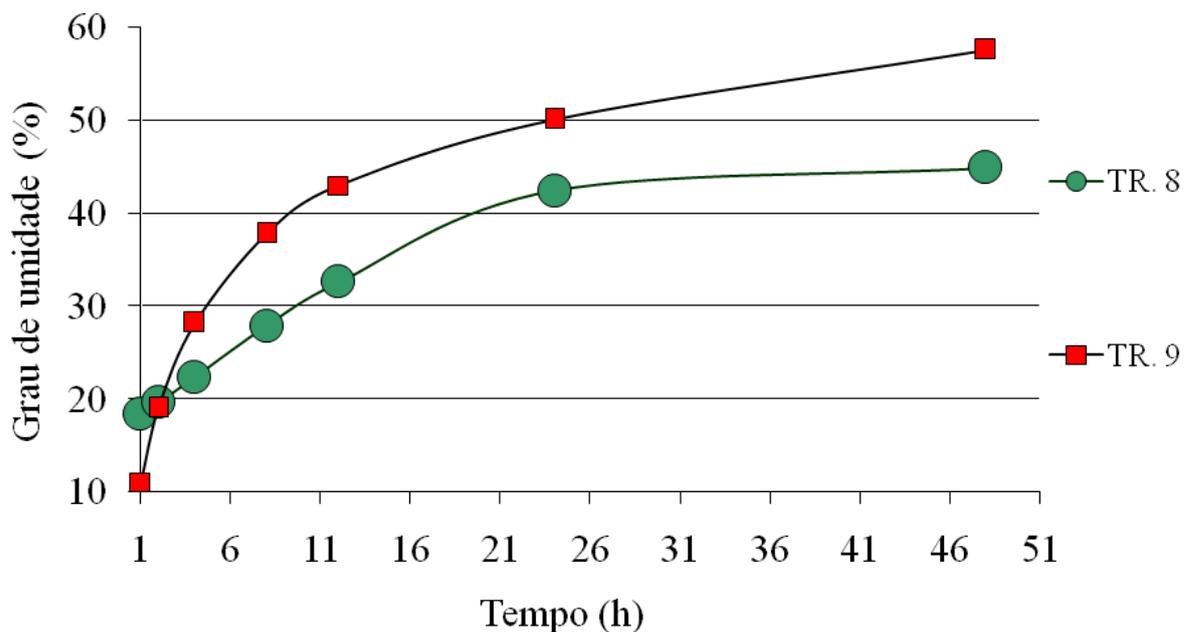


Figura 5. Grau de umidade das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston com o decorrer do tempo para as escarificações por imersão de 10 minutos (Tratamento 8: TR.8) e 20 minutos (Tratamento 9: TR.9) ambas em ácido sulfúrico concentrado (98%).

causas da impermeabilização deste tegumento, não foram removidas, resultando em menores teores de água nas sementes.

Em muitas leguminosas a porcentagem de sementes duras situa-se entre 69 à 90% e a dormência é devida a presença de uma cobertura impermeável à penetração da água, o que impede a germinação (SEIFFERT, 1982). No presente trabalho, as sementes de *Flemingia*, após submetidas aos diferentes métodos de superação de dormência avaliados, apresentaram de 3,25 à 70,88% sementes duras. Para o tratamento testemunha, com sementes intactas, o percentual de sementes duras é máximo (70,88%) e com tratamentos para superação de dormência é de 67,5% para imersão por 20 minutos em H₂O a 90°C; 67,38% para escarificação por 45 minutos em lixa d'água N°100 e apenas 3,25% para sementes quando foram imersas por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado. Os parâmetros físicos como textura, tamanho, aparência, massa e coloração do tegumento das sementes de *Flemingia*, sementes pequenas com dureza do tegumento, teoricamente determinam a característica de dormência.

A resistência principal à entrada de água é conferida pela testa, que apresenta uma camada de células paliçádicas com espessas paredes secundárias lignificadas, sendo os macroesclerídeos as células mais comuns (BASKIN & BASKIN, 1998). Os macroesclerídeos são impermeáveis por estarem impregnados de substâncias hidrófobas como cutina, lignina, quinonas, materiais pécticos insolúveis, suberina e cera (ROLSTON, 1978; JOLY, 1979; MARCOS FILHO, 2005; ESAU, 1997). O tegumento também pode conter uma mucilagem que se expande na presença de água, formando uma barreira à difusão de oxigênio e diminuindo a velocidade de germinação de sementes de leguminosas (JOLY, 1979) e substâncias fenólicas oxidadas que conferem a coloração escura ao tegumento (BEWLEY & BLACK, 2004). Os tratamentos considerados mais eficientes, presumivelmente, não causam danos às estruturas internas das sementes, sendo utilizados na avaliação dos efeitos de temperaturas sobre a germinação das sementes de *Flemingia*.

2.4 - Conclusões

As sementes de *Flemingia* apresentam aumento inicial do grau de umidade até 24 horas. Esse aumento é menos acentuado até o final do período de 48 horas, atingindo até 57,53%.

A escarificação das sementes com ácido sulfúrico por 20 minutos permite maior e mais uniforme absorção de água.

2.5 - Referências Bibliográficas

- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Análise do crescimento de aveia branca (*Avena sativa* L.) em cultivo companheiro com leguminosas forrageiras. **Revista Agronomia**. Seropédica, v.38, n.1, p.16 – 21. 2004.
- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa* L.) e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.1, p.19 – 24, jan. – mar. 2005a.
- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Produção de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em cultivo companheiro com leguminosas forrageiras. **Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida**, Seropédica, v. 25, n. 2, p.70 – 79, jul.- dez 2005b.
- ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. de S.; et al. Produção de grãos de aveia (*Avena sativa* L.) em sistemas de cultivo consorciados com leguminosas forrageiras de inverno. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21, 2001, Lages – SC. **Resultados Experimentais**. Lages: CAV/UEDESC, 2001. p.121, 365p.
- ALCALAY, N.; AMARAL, D. M. I. Quebra de dormência em sementes de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.). **Silvicultura em São Paulo**, v.16A, n.1, pt.2, p.1149-1152. (Edição Especial), 1982.
- ALMEIDA, L.D.A.; MAEDA, J.A.; FALIVENE, S.M.P. Efeitos de métodos de escarificação na germinação de sementes de cinco leguminosas forrageiras. **Bragantia**, Campinas, v.38, p.83 – 96. 1979.
- ALVES, E. U. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidade de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.187-195, 2006.
- ANTÔNIO, F.G.; PENTEADO, M.I. de O.; SEIFFERT, N.F. **Recomendações para quebra de dormência em sementes de *Galactia* spp.** Comunicado Técnico N°.29 Dezembro/1985. 5p. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicações/cot/COT29.html>>. Acesso em 16.08.2009.
- BEWLEY, J.D. Seed germination and reserve mobilization. In: Encyclopedia of life sciences. **Nature Publishing Group**, London, 2001. Disponível em <www.els.net>.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 445p. 1993.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 445p. 1994.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds Physiology of Development and Germination**. 2 ed., New York, Plenum Press, 2004.

BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; CANDIDO, J.M. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaíba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.1, p.9 - 12. 1982.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLV, 2009. 395p.

BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P.; PAULA, R.C. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n.2, p.136 - 143. 2001.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Fundação Cargill, 588p. 2000a.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal – SP: FUNEP, 588p. 2000b.

CASTRO, R. D. de; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. Cap. 9. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.149 - 162, 323p. 2004.

DAVIDE, A.C. ; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG / Lavras: UFLA, 41p. 1995.

EGLEY, G.H. Seed germination in soil: dormancy cycles. In: KIGEL, J.; GALLI, G. **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker, p.529- 543. 1995.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.177-181. 1993.

ESAU, K. **Anatomia das Plantas com Sementes**. São Paulo: Edgard Blücher (13ª reimpressão). 293p. ilustr. 1997.

FERNANDEZ, C.D.; GROF, B.; CARVALHO, J. Escarificação mecânica de sementes de *Stylosanthes* spp. com beneficiadora de arroz. In: Embrapa. **Comunicado Técnico**, 2000.

FERRARESI, D.A.; YAMASHITA, O.M.; CARVALHO, M.A.C. de. Superação da dormência e qualidade de luz na germinação de sementes de *Murdannia nudiflora* (L.) Brenans. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.4, p.126 – 132. 2009.

FIGUEIREDO, F.J.C.; POPINIGIS, F. Superação da dormência de sementes de malva. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.3, p.1 – 13. 1979.

FUNGUETTO, I.; BUCCI, D.; SCHIKORSKI, J.T.M. Valiação da superação da dormência em sementes de *Erythrina speciosa* Andrews. In: **XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES**. Curitiba: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes ABRATES, 2009. p.337. 632p.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J. Sucessão de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 24: 153 – 159. 2000.

GONÇALVES, L.P.; VAZ, U.L.; ABREU, D.C.A. de; AGUIAR, I.B. de. Tratamentos pré-germinativos em sementes de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus* Vogel) e vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth). In: **XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES**. Curitiba: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes ABRATES, 2009. p.505. 632p.

JACOB JR., E.A.; MENEGHELLO, G.E.; MELO, P.T.B.S.; MAIA, M.S. Tratamentos para superação da dormência em sementes de Cornichão Anual. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p.15-19, 2004.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.32-40. 1999.

JOLY, C.A. **Fisiologia da germinação e aspectos taxonômicos do gênero Magonia (Sapindaceae)**. Campinas, 1979. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Unicamp.

LOPES, H.M. **Embebição e condicionamento fisiológico de sementes de cebola influenciados por temperatura e potencial osmótico da solução**. 103p. (Tese D. S.), Viçosa, 1996.

LOPES, H.M.; GUERRA, J.G.M.; ABREU, G.T. de; SILVA, E. R. da. Avaliação da qualidade e condicionamento fisiológico de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill. Seropédica: **Anais do III Fórum da Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, CD_ROM, 2008.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The Germination of Seeds**. Oxford: Pergamon, 270p. 1989.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 1 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, v.1, 495. 2005.

PÉREZ, R.; RINCÓN, A.; CIPAGAUTA, M.; SCHIMIDT, A.; PLAZAS, C.; LASCANO, C. **Maquenque (*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. subsp. *Ovalifolium* (Prain.) Ohashi CIAT 13651) – Leguminosa de usos múltiplos em sistemas agropecuários em Colômbia**. Cali, Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, p.3 - 4, 31p. 2002.

POWELL, A.A.; MATHEWS, S. The damaging of water on dry pea embryos during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, 30: 193 -197. 1979.

PRADO JR., N. **METODOLOGIA PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTES FLORESTAIS**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas - Departamento de Silvicultura, Disciplina: Silvicultura Básica, 16p. 2007.

REIS, G.G. dos. **Estudo sobre a dormência de sementes de sucupira (*Pterodon pubescens* Benth.)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1976. 41p. Tese de Mestrado. 1976.

RIBAS, L. L. F.; FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Superação de dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze (maricá). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.98-101. 1996.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa UFV, (Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Informática). 301p. 2001.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, Bronx, v.44, n.3, p.365 - 396. 1978.

SALMI, A. P. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em *Flemingia macrophylla* [(Willd. Merrill)]**. 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

SEIFFERT, N.F. **Métodos de escarificação de sementes de leguminosas forrageiras tropicais**. Comunicado Técnico N.º.13 Outubro/1982. 5p. Disponível em: <<http://www.cnpgc.embrapa.br/publicações/cot/COT13.html>>. Acesso em 16.08.2009.

TORRES, S. B.; SANTOS, S. S. B. Superação de dormência em sementes de *Acacia senegal* (L.) Willd. e *Parkinsonia aculeata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p.54- 57. 1994.

VARELA, V. P.; BROCKI, E.; SÁ, S. T. V. Tratamentos pré-germinativos de semente de espécies florestais da Amazônia: IV. Faveira camuzê - *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr *Leguminosae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.87-90. 1991.

WUTKE, E.B.; MAEDA, J.A.; PIO, Maeda; PIO, R.M. Superação da dormência de sementes de mucuna-preta pela utilização de "calor seco". **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.3, set./dez. 1995.

ZAIDAN, L.B.P; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. Cap. 8. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.135 – 146. 323p. 2004.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da Qualidade de Sementes. Cap. 2. In: PESKE, S. T.; LUCCA-FILHO, O.; BARROS, A. C. S. **SEMENTES: FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS**. 2ª ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p.34 – 38, 472p. 2006.

ANEXO

Tabela 9. Resumo da análise de variância dos resultados do grau de umidade (%) após a embebição das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston no período de 48h em função de métodos de escarificação e temperaturas.

FV	GL	QM
Escarificações (E)	9	1702,22 *
Tempo (T)	6	631,32 *
Interação E x T	54	177,62 *
Erro	210	21,54
C.V. (%)	22,99	-----

Tabela 10. Análise de regressão dos resultados obtidos do grau de umidade (%) das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston para os tratamentos de escarificação (TR) em função dos períodos de tempo (TP).

Fonte de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Tratamento 1. Devido a Regressão	1	40,53482	40,53482	54,68	0,0007 **
Independente	5	3,706861	0,7413723		
Tratamento 2. Devido a Regressão	3	6,866659	2,288886	0,60	ns
Independente	3	11,45423	3,818075		
Tratamento 3. Devido a Regressão	3	13,33017	4,443391	0,79	ns
Independente	3	16,80011	5,600038		
Tratamento 4. Devido a Regressão	3	207,2251	69,07504	1,77	ns
Independente	3	117,3025	39,10082		
Tratamento 5. Devido a Regressão	2	60,78981	30,39490	7,87	0,0411 *
Independente	4	15,44636	3,861591		
Tratamento 6. Devido a Regressão	2	114,1038	57,05191	1,36	ns
Independente	4	167,5308	41,88269		
Tratamento 7. Devido a Regressão	2	60,54112	30,27056	4,13	ns
Independente	4	29,29797	7,324492		
Tratamento 8. Devido a Regressão	3	686,8382	228,9461	136,76	0,0010 **
Independente	3	5,022065	1,674022		
Tratamento 9. Devido a Regressão	3	1678,446	559,4819	113,40	0,0014 **
Independente	3	14,80061	4,933535		
Tratamento 10. Devido a Regressão	3	94,53250	31,51083	299,74	0,0003 **
Independente	3	0,3153813	0,1051271		

ns: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade de erro; **: significativo a 1% de probabilidade de erro.

CAPÍTULO III

EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA E TEMPERATURAS SOBRE A GERMINAÇÃO E O VIGOR DE SEMENTES DE *Flemingia macrophylla* (WILLD.) ALSTON

RESUMO

Efeitos de diferentes métodos de superação de dormência e temperaturas sobre a germinação e o vigor de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston

A velocidade de embebição de água e a germinação de sementes de leguminosas aumentam, dentro de determinados limites, após a escarificação e com o aumento de temperatura. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de métodos de superação da dormência e temperaturas sobre a germinação e o vigor de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston. A partir de resultados preliminares, selecionou-se os métodos de escarificação: sementes sem escarificação ou controle; escarificação por 45 minutos com lixa d'água N°100; imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado e imersão por 20 minutos em água a 90°C. Quatro subamostras de 50 sementes após os tratamentos citados foram submetidas às temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C constantes e 20-30°C alternadas no substrato rolo de papel (RP). As sementes de *Flemingia* foram avaliadas diariamente, registrando a emissão da raiz primária ou protrusão da radícula até o completo desenvolvimento das plântulas normais e assim determinando a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG). O percentual final de germinação das sementes de *Flemingia* foi maior após a imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado e sob temperatura constante de 30°C no substrato rolo de papel.

Palavras-chave: temperatura, germinação, vigor, plântulas normais.

ABSTRACT

***Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston seed germination and vigor under different methods of dormancy overcoming and temperature**

Abstract: The rate of legumes seed water uptake increases within the scarification and the temperature increasing. The objective this work was to evaluate the effects of methods to overcome dormancy and temperature on germination and vigor of *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston seeds. According to preliminary results, the scarification methods deemed most effective were: seeds without scarification; scarification for 45 minutes with sandpaper N°100; immersion for 20 minutes in concentrated sulfuric acid and immersion for 20 minutes in water at 90°C. Four subsamples of 50 seeds were subjected to temperatures of 20°C, 25°C and 30°C constant and 20-30°C alternating in rolled paper (RP). The seeds of *Flemingia* were evaluated daily, recording the issuance of the primary root or radicle protrusion until the complete development of normal seedlings and then determining the germination percentage and germination speed index (GSI). The final percentage germination of *Flemingia* is greater after immersion for 20 minutes in concentrated sulfuric acid and kept under constant temperature of 30°C in rolled paper.

Keywords: temperature, germination, vigor, normal seedlings.

3.1 - Introdução

A qualidade fisiológica de um lote de sementes é determinada principalmente pelo teste de germinação prescrito nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Esse teste é conduzido em condições ideais de temperatura, umidade, luz e substrato (QUEIROZ et al., 2001). Para que uma semente viável possa germinar, são necessários: suprimento de água em quantidade suficiente, temperatura, substrato e uma composição de gases adequada, bem como de luz para determinadas espécies (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). O grau de contribuição desses fatores é variável entre as espécies e determinado pelo genótipo e pelas condições ambientais prevalentes durante a germinação das sementes (MAYER & POLJAKOFF – MAYBER, 1989). A germinação de sementes em solos úmidos é promovida principalmente pelos fatores ambientais luz e temperatura. Esta última, no entanto, ganha importância extra, pois afeta tanto a velocidade como a porcentagem final de germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A temperatura ótima de germinação para a maioria das espécies encontra-se entre 20-30°C sendo que, tanto abaixo quanto acima desta temperatura, pode ser detectada a redução na velocidade do processo bem como no total de germinação (KRAEMER et al., 2000). O melhor crescimento da espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston ocorre entre 22 – 28°C produzindo crescimento mínimo acima de 36°C e abaixo de 12°C sendo encontrada em altitudes de 2000 m acima do nível do mar (www.tropicalforages.info...).

A absorção de água é mais rápida em altas temperaturas em relação às baixas, embora nestas o volume total absorvido no final do processo é maior. A taxa de absorção é proporcional ao aumento da temperatura, embora varie amplamente entre as espécies (COPELAND, 1976). A elevação da temperatura provoca redução da viscosidade e aumento da energia cinética da água, beneficiando a embebição e a velocidade das reações componentes do metabolismo (MARCOS FILHO, 2005). Aquecendo-se a água, aumenta-se a energia desta, resultando um aumento da pressão de difusão da mesma. Além disso, as atividades metabólicas são alteradas com o aumento da temperatura propiciando também uma maior velocidade de embebição (POPINIGIS, 1977).

VEGIS (1964) relacionou dormência da semente com a sua capacidade germinar em resposta à temperatura. Assim, quanto mais dormente a semente, mais estreita a faixa térmica na qual ela germina, até a condição de dormência total ou absoluta, quando ela não germina em nenhuma temperatura. Inversamente, a interrupção (superação) da dormência é acompanhada de um alargamento do intervalo de temperaturas no qual a germinação ocorre. Nesse conceito – que se assemelha ao de dormência imposta – uma semente parcialmente dormente pode germinar desde que colocada em uma temperatura adequada, vinculando-se assim a dormência às condições às quais a semente está exposta.

Os efeitos negativos causados por baixas temperaturas durante o período de absorção de água pela semente sobre a germinação, e subsequentemente crescimento e desenvolvimento da plântula, são conhecidos por injúria por resfriamento. A injúria por resfriamento está provavelmente relacionada a danificações nas membranas, porque os eixos embrionários a ela submetidos perdem substâncias orgânicas, principalmente nucleotídeos. Sementes de baixa qualidade fisiológica são mais susceptíveis à injúria por resfriamento que as de alta qualidade. Tegumentos intactos atuam como agentes protetores contra injúrias por resfriamento, atrasando a embebição durante o período de resfriamento (POPINIGIS, 1977). Quanto menor a temperatura, menor a solubilidade e, portanto, menor a disponibilidade de oxigênio para o embrião (CARDOSO, 2004). A importância da temperatura do solo consiste que, quanto menor a temperatura, mais demorada é a germinação e emergência da cultura e

quanto maior a temperatura, maiores e mais rápidas as perdas de umidade pelo mesmo (AZAMBUJA, 1996).

Os efeitos da temperatura sobre a germinação podem ser também profundamente influenciados pela condição fisiológica da semente. Sementes recém-colhidas, apresentando dormência residual (em menor proporção), geralmente exigem temperaturas diferentes daquelas exigidas por sementes não dormentes, para alcançarem máxima germinação. À medida que as sementes perdem essa dormência residual, a temperatura ótima de germinação muda para mais ou para menos, e a extensão, entre os limites de variação de temperatura, da mínima à máxima aumenta, a semente torna-se menos especificativa em suas exigências de temperatura (POPINIGIS, 1977). Os testes de vigor que se baseiam no desempenho das plântulas são realizados em laboratório, sob condições controladas, ou em condições de campo. A velocidade de germinação é um dos conceitos mais antigos de vigor de sementes (AOSA, 1983). Alguns lotes de sementes com percentagens de germinação semelhantes frequentemente mostram diferenças em suas velocidades de germinação, indicando que existem diferenças de vigor entre eles (NAKAGAWA, 1999).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos de métodos de superação de dormência e sua interação com diferentes temperaturas sobre a germinação e vigor de sementes de *Flemingia*.

3.2 - Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes do Instituto de Agronomia da UFRRJ. Amostras de sementes de *Flemingia* do lote 3 (2009), com 12,10% de grau de umidade, após classificadas em peneira ABNT 7, foram submetidas aos seguintes tratamentos de escarificação, selecionados com base nos resultados obtidos no experimento do capítulo anterior: 1. sementes sem escarificação ou controle; 2. escarificação por 45 minutos com lixa d'água N°100; 3. imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado P.A. (98%) e 4. imersão por 20 minutos em água a 90°C.

Na escarificação, com lixa, utilizou-se um recipiente de 200 ml revestido com lixa N°100. Cada amostra de sementes foi colocada e agitada por 300 RPM durante 45 minutos. Na escarificação das sementes utilizando ácido, 200 sementes foram imersas por 20 minutos, em solução de sulfúrico concentrado P.A. (98%). Após escorrer o ácido as sementes foram colocadas em uma peneira e submetidas à lavagem por 5 minutos sob água corrente para retirar o ácido residual. A imersão em água quente foi realizada com amostras de sementes mergulhadas em água aquecida a 90°C por 20 minutos. Após os tratamentos, as sementes foram tratadas com fungicida de contato CAPTAN (120 mg do produto comercial / 1000 ml). Em seguida, quatro sub - amostras de 50 sementes foram distribuídas sobre folhas de papel germitest umedecidas com volume de água destilada (ml) equivalente a 2,5 vezes a sua massa em gramas e condicionadas em rolos de papel (RP). Os rolos foram acondicionados dentro de sacos plásticos e colocados em germinadores a 20°C, 25°C e 30°C constantes e 20-30°C alternadas, com controle de fotoperíodo 8h de luz e 16h de escuro. O fator substrato não variou, utilizando-se em todos os tratamentos rolo de papel (RP).

As avaliações foram realizadas até 30 dias e foram registrados o número de sementes germinadas, a porcentagem de germinação (PG) e o índice de velocidade de germinação (IVG), calculado pela fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$IVG = \Sigma (G/D) = (G_1/D_1) + (G_2/D_2) + \dots + (G_{i,j}/D_n), \text{ em que:}$$

$G_{i,j}$ = número de sementes germinadas na primeira, segunda, ..., última contagem, e

D_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com 4 temperaturas x 4 métodos de escarificação com 4 repetições. Para as análises dos dados de germinação (%) e IVG foram aplicados os testes de normalidade e homogeneidade. A normalidade foi avaliada pelo Teste de Lilliefors e a homogeneidade das variâncias pelo Teste de Cochran e Bartlett. Os resultados do Teste de Lilliefors revelaram a necessidade de transformação dos dados da porcentagem de germinação em $(x + 1)^{1/2}$. A avaliação da germinação no decorrer dos períodos de tempo foi realizada comparando-se os 16 tratamentos (Tabela 11). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas SAEG (RIBEIRO JR., 2001).

Tabela 11. Identificação dos tratamentos aplicados às sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston.

Escarificação/Temperat. (°C)	Tratamentos			
	20	25	30	20 – 30
Sem escarificação	T1	T2	T3	T4
45 min. lixa d'água N°100	T5	T6	T7	T8
20 min. H ₂ SO ₄ conc. (98%)	T9	T10	T11	T12
20 min. H ₂ O 90°C	T13	T14	T15	T16

3.3 – Resultados e Discussão

Os métodos de escarificação do tegumento foram significativos e as temperaturas para os intervalos de tempo, também altamente significativos ($\text{prob.} > F = 0,000$). Existe interação entre tempo e temperatura, tempo e escarificação e entre os fatores avaliados, interação conjunta de tempo, escarificação e temperatura. As Figuras 6 e 7 apresentam a porcentagem de germinação das sementes com o decorrer do tempo separando-se os tratamentos mais efetivos daqueles com baixo grau de eficiência.

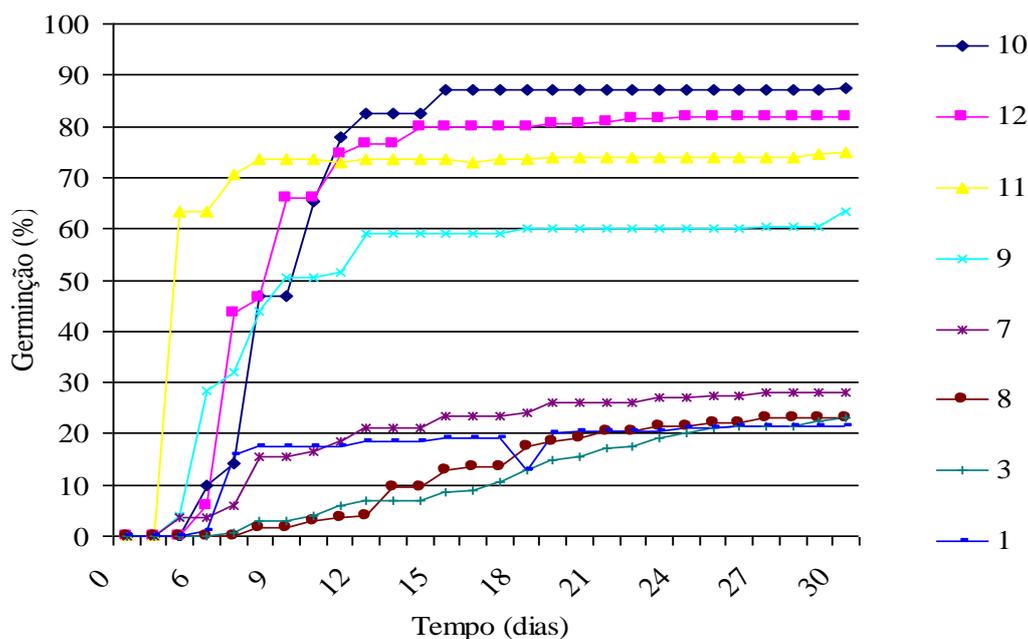


Figura 6. Germinação (%) média das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em até 30 dias avaliando métodos de escarificação e temperaturas.

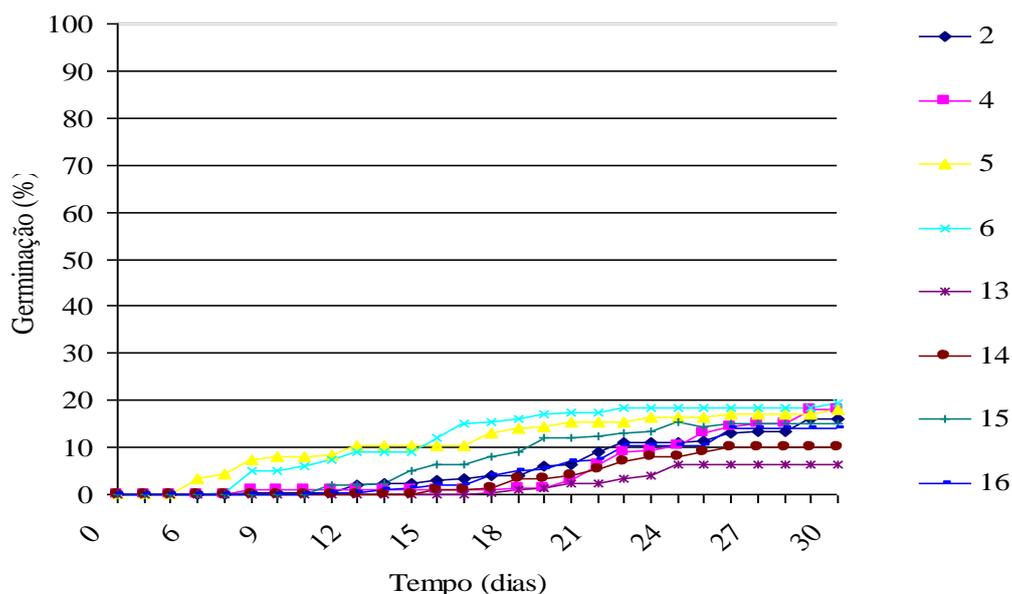


Figura 7. Germinação (%) média das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em até 30 dias avaliando métodos de escarificação e temperaturas.

Os tratamentos mais efetivos (Figura 6) foram, por ordem, os seguintes: T10 - imersão por 20 minutos em H₂SO₄ conc. (98%) e 25°C; T12 - imersão 20' no ácido e 20-30°C; T11 - 20' no ácido e 30°C; e T9 - 20' no ácido sulfúrico e sob 20°C. Os tratamentos menos efetivos estão representados na Figura 7.

A porcentagem de germinação média das sementes de *Flemingia*, após escarificação por imersão de 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado, superou os demais tratamentos sob todas as temperaturas testadas (Tabela 12). As sementes intactas ou sem escarificação tiveram menor percentual de germinação e que não diferiu para todas as temperaturas consideradas não havendo interação entre os métodos de escarificação e temperaturas. A Tabela 13 apresenta os resultados do IVG das sementes que apresentou interação entre escarificações e temperaturas e a Tabela 14, apresenta a porcentagem de germinação média das sementes de *Flemingia* para os 16 tratamentos iniciando dos 5 dias até 30 dias.

Tabela 12. Germinação média (%) das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em função de interação entre métodos de escarificação do tegumento e temperaturas.

Escarificação	Temperatura (°C)			
	20	25	30	20-30
Sem escarificação	21,5 Ab	16,0 Ab	23,0 Ab	18,0 Ab
45min. lixa d'água N° 100	18,0 Ab	19,5 Ab	28,0 Ab	23,0 Ab
20min. H ₂ SO ₄ concentrado	63,5 Ba	87,5 Aa	75,0 ABa	82,0 ABa
20 min. H ₂ O 90°C	6,5 Ac	10,0 Ab	15,0 Ab	14,0 Ab

C.V. (%) = 14,3. Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 13. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) médio de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em função de métodos de escarificação do tegumento e temperaturas.

Escarificação	Temperatura (°C)			
	20	25	30	20-30
Sem escarificação	1,34 Ab	0,40 Ab	0,74 Ab	0,55 Ab
45min. lixa d'água N° 100	0,80 Ab	0,76 Ab	1,43 Ab	0,79 Ab
20min. H ₂ SO ₄ conc. (98%)	4,52 Ba	5,02 Ba	7,07 Aa	4,49 Ba
20 min. H ₂ O 90°C	0,15 Ab	0,25 Ab	0,46 Ab	0,39 Ab

C.V. (%) = 36,7. Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para o fator temperatura, a maior porcentagem de germinação das sementes ocorreu sob 25°C constantes. As sementes escarificadas e mantidas sob 20°C constantes apresentaram 60% de germinação aos 18 dias após o início do teste de germinação. As sementes sob 25°C também constantes estavam com 87% de germinabilidade já aos 15 dias. Quando mantidas a 30°C constantes a porcentagem de germinação foi 75% e que ocorreu somente aos 30 dias. Sob temperaturas alternadas de 20-30°C o percentual máximo foi 82% porém aos 25 dias. Os resultados de germinação das sementes de *Flemingia* (Tabela 13) indicaram que a primeira contagem do teste de germinação pode ser realizada aos 8 dias e a contagem final aos 15 dias. Estes períodos são considerados para as escarificações das sementes por 45 minutos em lixa d'água N°100 e imersão por 20 minutos em H₂SO₄ concentrado.

A elevação da temperatura provoca redução da viscosidade e aumento da energia cinética da água, beneficiando a embebição e a velocidade das reações componentes do metabolismo (MARCOS FILHO, 2005). A maior temperatura resulta em maior atividade

Tabela 14. Germinação (%) média das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em até 30 dias de acordo com métodos de escarificação do tegumento e temperaturas.

Tempo (dias)	Sem esc.20°C	Sem esc.25°C	Sem esc.30°C	S/esc. 20-30°C	45' Lixa 20°C	45' Lixa 25°C	45'Lixa 30°C	45'Lixa 20-30°C	20'H ₂ SO ₄ 20°C	20' H ₂ SO ₄ 25°C	20'H ₂ SO ₄ 30°C	20'H ₂ SO ₄ 20-30°C	20' água 90°C,20°C	20' água 90°C,25°C	20' água 90°C,30°C	20' ág.90°C 20-30°C
3	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A
5	0 C	0 C	0 C	0 C	0 C	0 C	3,5 BC	0 C	4,0 B	0 C	63,5 A	0 C	0 C	0 C	0 C	0 C
6	1,0 C	0 C	0 C	0 C	3,5 C	0 C	3,5 C	0 C	28,5 B	10,0 BC	63,5 A	0 C	0 C	0 C	0 C	0 C
7	16,0 BC	0 D	0,5 D	0 D	4,5 CD	0,50 D	6,0 CD	0 D	32,0 B	14,25 BC	70,5 A	6,0 CD	0 D	0 D	0 D	0 D
8	17,5 C	0,5 EF	3,0 EF	1,0 EF	7,5 CDE	5,0 DEF	15,5 CD	1,5 EF	44,0 B	46,75 B	73,5 A	43,5 B	0 F	0 F	0 F	0 F
9	17,5 C	0,5 F	3,0 EF	1,0 EF	8,0 CDE	5,0 DEF	15,5 CD	1,5 EF	50,50 AB	46,75 B	73,5 A	46,5 B	0 F	0 F	0 F	0 F
10	17,5 B	0,5 E	4,0 DE	1,0 DE	8,0 BCD	6,0 CDE	16,5 BC	3,0 DE	50,5 A	65,5 A	73,5 A	66,0 A	0 E	0 E	0 E	0 E
11	17,5 C	0,5 FG	6,0 DEF	1,0 EFG	8,5 CD	7,5 CDE	18,5 C	3,5 DEFG	51,5 B	78,0 A	73,0 AB	66,0 AB	0 G	0 G	2,0 DEFG	0,5 FG
12	18,5 BC	2,0 DEF	7,0 CDE	1,0 EF	10,5 BCD	9,0 BCD	21,0 B	4,0 DEF	59,0 A	82,5 A	73,5 A	74,5 A	0 F	0 F	2,0 DEF	0,5 EF
13	18,5 BC	2,5 DEF	7,0 CDE	1,0 EF	10,5 BCD	9,0 BCD	21,0 B	9,5 BCD	59,0 A	82,5 A	73,5 A	76,5 A	0 F	0 F	2,5 DEF	1,0 EF
14	18,5 BC	2,5 DEFG	7,0 CDEF	1,0 FG	10,5 BCD	9,0 BCDE	21,0 B	9,5BCDE	59,0 A	82,5 A	73,5 A	76,5 A	0 G	0 G	5,0 DEFG	1,5 EFG
15	19,0 BC	3,0 DEFG	8,5 BCDEF	1,0 FG	10,5 BCDE	12 BCD	23,5 B	13,0 BCD	59,0 A	87,0 A	73,5 A	80,0 A	0 G	1,0 FG	6,5 CDEFG	2,0 EFG
16	19,0 BC	3,5 DEF	9,0 BCDE	1,0 EF	10,5 BCDE	15,0 BCD	23,5 B	13,5 BCD	59,0 A	87,0 A	73,0 A	80,0 A	0 F	1,0 EF	6,5 CDEF	2,0 EF
17	19,0 BC	4,0 DEF	10,5 BCDE	1,0 F	13,0 BCD	15,5 BCD	23,5 B	13,5 BCD	59,0 A	87,0 A	73,5 A	80,0 A	0,5 F	1,5 EF	8,0 CDEF	4,0 DEF
18	13,0 B	4,0 DE	13,0 BCD	1,5 E	14,0 BCD	16,0 BCD	24,0 A	17,5 BC	60,0 A	87,0 A	73,5 A	80,0 A	1,0 E	3,5 DE	9,0 BCDE	5,0 CDE
19	20,0 BC	6,0 CDEFG	15,0 BCDE	1,5 FG	14,5 BCDE	17,0 BCDE	26,0 B	18,5 BCD	60,0 A	87,0 A	74,0 A	80,0 A	1,5 G	3,5 EFG	12,0 BCDEF	5,5 DEFG
20	20,5 BC	6,5 CDEF	15,5 BCD	3,0 EF	15,5 BCDE	17,5 BCD	26,0 B	19,0 BC	60,0 A	87,0 A	74,0 A	80,5 A	2,5 F	4,0 DEF	12,0 BCDEF	7,0 CDEF
21	20,5 BC	9,0 BCDE	17,0 BCD	6,50 CDE	15,5 BCD	17,5 BCD	26,0 B	20,5 BC	60,0 A	87,0 A	74,0 A	80,5 A	2,5 E	5,5 DE	12,5 BCDE	7,5 CDE
22	20,5 BC	11,0 BCD	17,5 BC	9,0 BCD	15,5 BCD	18,5 BC	26,0 B	20,5 BC	60,0 A	87,0 A	74,0 A	81,0 A	3,5 D	7,0 CD	13,0 BCD	10,5 BCD
23	20,5 BCD	11,0 BCD	19,0 BCD	9,5 BCD	16,5 BCD	18,5 BCD	27,0 B	21,5 BC	60,0 A	87,0 A	74,0 A	81,5 A	4,0 D	8,0 CD	13,5 BCD	10,5 BCD
24	21,0 BCD	11,0 BCD	20,0 BCD	10,5BCD	16,5 BCD	18,5 BCD	27,0 B	21,5 BC	60,0 A	87,0 A	74,0 A	81,5 A	6,5 D	8,0 CD	15,5 BCD	10,5 BCD
25	21,0 BC	11,5 BCD	21,0 BC	13,0 BCD	16,5 BCD	18,5 BCD	27,5 B	22,0 BC	60,0 A	87,0 A	74,0 A	82,0 A	6,5 D	9,0 CD	14,5 BCD	10,5 BCD
26	21,5 BC	13,0 BC	21,5 BC	14,5 BC	17,0 B	18,5 BC	27,5 B	22,0 B	60,0 A	87,0 A	74,0 A	82,0 A	6,5 C	10,0 BC	15,0 BC	14,0 BC
27	21,5 BCD	13,5 BCD	21,5 BC	15,0 BCD	17,0 BCD	18,5 BCD	28,0 B	23,0 BC	60,5 A	87,0 A	74,0 A	82,0 A	6,5 D	10,0 CD	15,0 BCD	14,0 BCD
28	21,5 BCD	13,5 BCD	21,5 BC	15,0 BCD	17,0 BCD	18,5 BCD	28,0 B	23,0 BC	60,5 A	87,0 A	74,0 A	82,0 A	6,5 D	10,0 CD	15,0 BCD	14,0 BCD
29	21,5 BC	16,0 BCD	22,5 BC	18,0 BCD	17,0 BCD	18,5 BCD	28,0 B	23,0 BC	60,5 A	87,0 A	74,5 A	82,0 A	6,5 D	10,0 CD	15,0 BCD	14,0 BCD
30	21,5 BC	16,0 BCD	23,0 BC	18,0 BCD	18,0 BCD	19,5 BCD	28,0 B	23,0 BC	63,5 A	87,5 A	75,0 A	82,0 A	6,5 D	10,0 CD	15,0 BCD	14,0 BCD

C.V. = 17,9%. Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

metabólica com maior velocidade das reações bioquímicas pela atividade enzimática. Alta temperatura favorece a ativação de enzimas e mobilização de reservas para o processo respiratório suprindo energia para o crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas.

Dentro de determinados limites, a velocidade de embebição de água pela semente aumenta com o aumento de temperatura. Isto porque, aquecendo-se a água, aumenta-se a energia desta, resultando um aumento da pressão de difusão da água. Além disso, as atividades metabólicas são aceleradas com o aumento da temperatura, causando mais rápida utilização da água no interior da semente, que resulta num decréscimo de pressão de difusão interna, propiciando também um aumento na velocidade de embebição (POPINIGIS, 1977). A elevação da temperatura provoca redução da viscosidade e aumento da energia cinética da água, beneficiando a embebição e a velocidade das reações componentes do metabolismo. Considerando-se que a maior velocidade da germinação é determinada principalmente pela velocidade de embebição, ressalta-se a importância da temperatura, pois é desejável a menor exposição possível das sementes a condições menos favoráveis do ambiente. Em outras palavras, o sucesso da produção está diretamente ligado à rapidez do estabelecimento das plantas (MARCOS FILHO, 2005).

3.4 - Conclusões

O percentual final de germinação de sementes de *Flemingia* é maior após imersão destas por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado e expostas a temperaturas de 25 e 30°C constantes e 20-30°C alternadas.

O vigor estimado pelo índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes é maior após a imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado, porém sob temperatura constante de 30°C.

Nas condições em que foi realizado o experimento, a leitura da germinação final das sementes de *Flemingia* pode ser realizada aos 15 dias.

3.5 - Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed Vigor Testing Handbook**. S.L. AOSA, 1983. 88p. (Handbook on Seed Testing, 32).

AZAMBUJA, J.M.V. de. **O solo e o clima na produtividade agrícola**. Guaíba: Agropecuária, 163 p. 1996.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLV, 2009. 395p.

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. Cap. 5. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.95 – 108, 323p. 2004a.

CARDOSO, V.J.M. Germinação. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S/A. 1ª Ed, p.386 - 408. 2004b.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal – SP: FUNEP, 588p. 2000.

COPELAND, L.O. **Principles of Seed Science and Technology**. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1976. 369p.

<[http:// www. tropical forages. info/ Key/ Forages/ Html/ Flemingia- macrophylla. htm](http://www.tropicalforages.info/Key/Forages/Html/Flemingia-macrophylla.htm)>
Acesso em: 20.02.2008.

KRAEMER, K.H.; KÂMPF, A.N.; ÁQUILA, M.E.A. Luz e temperatura na germinação de sementes de *Tibouchina urvilleana*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.26, n.1/2, p.39-45. 2000.

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

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4 ed. New York: Pergamon Press, 1989, 270p. 1989.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 1 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, v.1, 495. 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1- 2.24. 1999.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. 2 ed. Brasília, Agiplan. 1977. 289p.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa UFV, (Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Informática). 301p. 2001.

QUEIROZ, T.F.N. ; FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Superação da dormência em sementes de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2. p.309- 312. 2001.

VEGIS, A. Dormancy in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, v.15, p.185- 224. 1964.

ANEXO

Tabela 15. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação transformados em $(x + 1)^{1/2}$ e índice de velocidade de germinação (IVG) em função de temperatura e método de escarificação de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em até 30 dias.

FV	GL	QM	
		G	IVG
Temperatura (TE)	3	1,899988 *	2,642625 *
Método de esc. (ME)	3	88,76491 *	85,82089 *
TE x ME	9	0,8092354 ns	1,497203 *
Erro	48	0,5845753	0,4466946
C.V. (%)	-----	14,3	36,7

Tabela 16. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação transformados em $(x + 1)^{1/2}$ em função de temperatura e método de escarificação de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em até 30 dias.

FV	GL	G
Métodos escarif. (ES)	3	2669,855 *
Temperaturas (TE)	3	59,37780 *
Tempos (TP)	26	94,32322 *
TE x ES	9	38,52508 *
TP x ES	78	8,738479 *
TP x TE	78	1,773996 *
TP x TE x ES	234	1,775104 *
Erro	1296	0,5444624
C.V. (%)	17,9	-----

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Flemingia macrophylla* (WILLD.) ALSTON SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS E O TESTE DE TETRAZÓLIO

RESUMO

Avaliação da germinação e vigor de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston sob diferentes temperaturas e substratos e o teste de tetrazólio

A temperatura, juntamente com a umidade do substrato e a luz, são os principais fatores que influenciam a germinação de sementes durante o teste de germinação. A avaliação da qualidade de sementes com testes rápidos que proporcionem resultados reproduzíveis tem sido alvo constante dos tecnologistas de sementes. O teste de tetrazólio apresenta esta característica e vem sendo utilizado em leguminosas, principalmente soja e feijão. Os objetivos desta pesquisa foram avaliar os efeitos simples e interativos da temperatura e do substrato sobre a germinação e o vigor de sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston e a viabilidade das sementes após a coloração no teste de tetrazólio. Amostras de 50 sementes foram escarificadas por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado e posteriormente distribuídas em diferentes substratos e câmaras para germinação com temperaturas distintas. O experimento consistiu em avaliar os substratos rolo de papel (RP), entre areia (EA) e sobre papel (SP) e temperaturas constantes de 30°C e 35°C e alternadas 20-30°C. Foram avaliadas a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação em até 40 dias. O teste de tetrazólio foi realizado em quatro subamostras de 50 sementes após classificadas por tamanho e, depois de retirados os tegumentos foram imersas em solução de tetrazólio na concentração de 0,075%, permanecendo a 30°C por 3h. Os resultados mostram que as sementes têm maior porcentagem de germinação e vigor no substrato entre areia em todas as temperaturas avaliadas. O teste de tetrazólio se mostra viável sendo correlacionado com o teste de germinação podendo ser utilizado para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Flemingia*.

Palavras-chave: temperatura, umidade, substrato, luz, germinação, vigor, tetrazólio.

ABSTRACT

Evaluation of the germination and vigor of *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston seeds under different temperatures and substrates and the tetrazolium test

Abstract: The temperature, moisture from the substrate and the light are the main factors influencing the seeds germination on the germination standart test. The evaluation of seed quality with rapid tests that provide reproducible results has been the constant target of seed technologists. The tetrazolium test shows this characteristic and has been used in legumes, especially soybeans and beans. The objectives were to evaluate simple and interactive effects of temperature and substrate on germination and vigor of *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston seeds and viability after staining in tetrazolium salt. The samples of 50 seeds were scarified for 20 minutes in concentrated sulfuric acid and subsequently distributed to different substrates and chambers with different temperatures for germination. The experiment was to evaluate the substrate paper roll (PR) between sand (EA) and paper (SP) and constant temperatures of 30°C and 35°C and alternating 20-30°C. We evaluated the germination percentage and rate of germination within 40 days. The test was conducted in four replicates of 50 seeds after classified by size. The seeds were first scarified for 20 minutes in concentrated sulfuric acid, then washed with water and after the coats were removed to immersion of seeds in tetrazolium solution at concentration of 0.075%, remaining at 30°C for 3 hours. The seeds have better germination and vigor in the substrate of sand and under all temperatures. The tetrazolium test is validated and correlated with the germination test can be used to evaluate the physiological quality of Flemingia seeds.

Keywords: temperature, humidity, substrate, light, germination, vigor, tetrazolium.

4.1- Introdução

A espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston apresenta adaptação a uma ampla diversidade de solos, incluindo muito ácidos, solos de baixa fertilidade e umidade (BUDELMAN, 1988; COSTA, 2000) e terrenos acidentados (BINH et al., 1998). Segundo ZIMMER et al. (2006), sua qualidade genética pode ser influenciada pelo meio ambiente conferindo a esta leguminosa resistência a condições adversas de solo. A qualidade das sementes abrange os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Dentre os atributos de qualidade de sementes, na qualidade genética uma das características procuradas é a resistência à deterioração de campo através da incorporação do caráter de dureza da semente (ZIMMER, 2006). Entretanto, em laboratório, a ruptura do tegumento permite a imediata embebição e o início do processo germinativo (FERNANDEZ et al., 2000).

Entre os testes indiretos considerados rápidos, o teste de tetrazólio destaca-se, pois além de avaliar a viabilidade e o vigor, permite em alguns casos a identificação dos fatores que influenciam a qualidade das sementes como danos mecânicos e os causados pela secagem, por insetos e deterioração por umidade (BHÉRING et al., 1996; FRANÇA NETO, 1999).

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases, como a desidrogenase do ácido málico, que catalisa a reação de redução do sal de tetrazólio (2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio) nas células vivas. Quando a semente é imersa em solução de tetrazólio, esta é difundida através dos tecidos, ocorrendo, nas células vivas, uma reação de redução, que resulta na formação de um composto vermelho, não difusível, conhecido por Formazan. Além disso, o teste apresenta as seguintes vantagens: a) não é afetado por diversas condições que podem interferir no teste de germinação; b) analisa individualmente, tanto física como fisiologicamente, as sementes; c) permite rápida avaliação da viabilidade e do vigor; d) identifica diferentes níveis de viabilidade; e) identifica a causa da redução da viabilidade das sementes; f) o equipamento necessário é simples e barato; g) um técnico experiente pode analisar de quatro a cinco amostras (duas repetições de 50 sementes por amostra) por hora (FRANÇA NETO, 1999).

Conforme relatado por FRANÇA NETO (1999) e VIEIRA & VON PINHO (1999), o analista deve estar bem familiarizado com as partes vitais da semente, em especial o eixo hipocótilo-radícula e a área de ligação dos cotilédones ao eixo embrionário, pois os danos ocorridos nessas regiões são mais prejudiciais do que aqueles localizados em regiões menos vulneráveis, como a parte dos cotilédones oposta ao eixo embrionário. Desta forma, a interpretação do teste de tetrazólio baseia-se, principalmente, na distribuição dos tecidos vivos, deteriorados e mortos entre os vários órgãos do embrião (BITTENCOURT & VIEIRA, 1999). A continuidade do processo de deterioração resulta, primeiro, em perda de vigor e por último na perda da viabilidade.

Alguns resultados de pesquisa são relatados para as sementes de espécies leguminosas. FERREIRA & SADER (1987), com as sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth.) nas concentrações de tetrazólio 0,1; 0,2; 0,5 e 1,0% durante os períodos de 1, 2, 3, 4, 5 e 6h definiram 0,1 a 1,0% por 4h. TESSER et al. (2002) avaliaram a viabilidade das sementes de timburi (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) escarificadas com lixa seguindo 24h embebição. As concentrações do tetrazólio utilizadas foram 0,075 ou 0,1% por 3h sendo ambas recomendadas para as sementes de timburi. OLIVEIRA et al. (2005) avaliaram o teste de tetrazólio para as sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) que foram previamente escarificadas pelos tratamentos: a) escarificação manual com lixa e após

imersão em água por 14h a 25°C; b) água quente a 95°C e repouso por 24h a 25°C. As concentrações da solução de tetrazólio foram 0,07; 0,1 e 0,3% no período de 150 min. sendo recomendada a concentração 0,1%. De acordo com SANTOS et al. (2006), para as sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs), as concentrações que proporcionaram uma coloração considerada adequada, nos dois períodos de pré-condicionamento, foram 0,1% por 2 e 4h; 0,2% por 2h, e 0,05 e 0,075% por 4h. O pré-condicionamento por 3h, com corte longitudinal e imersão das sementes em solução de tetrazólio a 0,2%, por 4h, também proporcionou coloração adequada. Por haver concordância de resultados com os tratamentos envolvendo dois períodos de pré-condicionamento, optou-se por utilizar, no teste de eficiência do tetrazólio, apenas os tratamentos com menor tempo de pré-embebição, ou seja, 3h, e eliminando-se, dentre estes, as concentrações de 0,1 e 0,2% por 4h, uma vez que, com a mesma concentração do sal, porém com 2h de imersão, foi possível obter coloração adequada dos tecidos da semente. FOGAÇA et al. (2006) estudaram a qualidade das sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. (sugará). Antes do período de reação na solução de tetrazólio, as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: controle, sementes escarificadas manualmente (com lixa N° 80 na região oposta ao embrião), e sementes escarificadas manualmente e submetidas a 24 ou 48h de embebição, entre papel-toalha umedecido com água a 25°C, com e sem posterior retirada do tegumento. A retirada do tegumento foi executada manualmente evitando-se danos ao embrião. Após as preparações acima descritas, as sementes foram submersas por 1, 3 ou 6h em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio (pH 6,5 a 7,0) nas concentrações de 0,025; 0,050; 0,075 ou 0,10% em câmara regulada a 35°C, no escuro. As sementes escarificadas e embebidas em água por 48h, com retirada do tegumento, quando submersas em tetrazólio a 0,050 ou 0,075% por 3 ou 6h ou em solução a 0,10% por uma hora apresentaram coloração ideal, permitindo a diferenciação e avaliação das condições em que se encontravam os tecidos das sementes. KALIL FILHO et al. (2008), submetendo as sementes de imbuia *Ocotea porosa* Nees et Martius a concentrações de solução de tetrazólio 0,1; 0,3 e 0,5% nos tempos de 1 e 2h observaram a viabilidade das sementes com a concentração de 0,1% por 1h.

O teste de tetrazólio apresenta-se como uma alternativa complementar para a avaliação da germinação e vigor das sementes, uma vez que nesse teste não ocorre a germinação das sementes e os microorganismos danosos às plântulas não se manifestam e, portanto, praticamente não interferem nos resultados (MARCOS FILHO, 1987). O teste de tetrazólio tem sido utilizado com sucesso nos programas de controle de qualidade de sementes, por ser um método rápido que estima a germinação potencial e o vigor de lotes de sementes (HAMPTON & COOLBEAR, 1990).

JACOB JR. et al. (2004) consideram a necessidade de se utilizar métodos pré-germinativos que permitam superar a dormência das sementes, possibilitando a expressão da máxima germinação do lote. Os testes de vigor que se baseiam no desempenho das plântulas são realizados em laboratório, sob condições controladas, ou em condições de campo.

A velocidade de germinação é um dos conceitos mais antigos de vigor de sementes (AOSA, 1983) e lotes de sementes com percentagens de germinação semelhantes frequentemente mostram diferenças em suas velocidades de germinação, indicando que existem diferenças de vigor entre eles (NAKAGAWA, 1999). A taxa de absorção de água é proporcional ao aumento da temperatura, embora varie amplamente entre as espécies (COPELAND, 1976).

A elevação da temperatura provoca redução da viscosidade e aumento da energia cinética da água, beneficiando a embebição e a velocidade das reações componentes do metabolismo (MARCOS FILHO, 2005). A temperatura ótima para a maioria das espécies encontra-se entre 20-30°C, sendo que, tanto abaixo quanto acima desta temperatura pode ser detectada a redução na velocidade do processo bem como no total de germinação

(KRAEMER et al., 2000). O melhor crescimento da espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston ocorre entre 22 – 28°C produzindo crescimento mínimo acima de 36°C e abaixo de 12°C sendo encontrada em altitudes de 2000 m acima do nível do mar (www.tropicalforages.info...).

O substrato influencia diretamente na germinação, em função de sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros, podendo favorecer ou prejudicar a germinação das sementes. O substrato constitui o suporte físico no qual a semente é colocada e tem a função de manter as condições adequadas para a germinação e o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993). GENTIL & TORRES (2001) observam que, nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), as recomendações sobre o umedecimento do substrato papel são vagas, estando baseadas na relação volume de água por massa do substrato sem hidratação. A padronização do volume de água que favoreça a germinação, conforme a espécie, provavelmente minimizaria as variações nos resultados dos testes. Nesse sentido, alguns estudos têm demonstrado que resultados consistentes são obtidos pelo método de umedecimento baseado na relação volume de água por massa do substrato papel sem hidratação (BISOGNIN et al., 1991; EIRA & BARROS, 1987; MENEZES et al., 1993; NOVEMBRE & MARCOS FILHO, 1999; PHANEENDRATH, 1980; TANAKA et al., 1991).

ABREU et al., (2005) avaliaram o comportamento germinativo das sementes de casca d'anta (*Drimys brasiliensis* Miers) que apresentam dormência por imaturidade fisiológica, sob diferentes temperaturas, substratos e tempo de estratificação. A estratificação constituiu-se na colocação de uma camada de 5 cm de espessura de areia em caixas plásticas perfuradas em baixo. Os resultados indicaram que, além da temperatura, o substrato empregado, também age de forma diferenciada no resultado do comportamento germinativo. A estratificação em areia por 60 dias é eficiente para superar a dormência das sementes. Em temperatura constante de 17°C e com uso dos substratos ágar, areia e papel de filtro, obtém-se maiores valores de velocidade e percentagem de germinação. NASCIMENTO et al. (2002) constataram que a germinação de sementes de faveira preta (*Parkia platycephala* Benth) sobre papel não foi eficiente e favoreceu o desenvolvimento de microrganismos. Concluíram que o teste de germinação de sementes de faveira-preta deve ser conduzido entre areia na temperatura de 30°C. LIMA et al. (2006) observaram em sementes escarificadas de *Caesalpinia ferrea* que a porcentagem de germinação foi influenciada pela temperatura (25, 30, 35°C), mas não pelos substratos utilizados (papel, areia, vermiculita ou plantmax). Os autores não detectaram efeito significativo do substrato e da interação temperatura e substrato. Com base no tempo médio de germinação, recomenda-se a temperatura de 30°C e areia como substrato para germinação mais rápida de sementes escarificadas.

Nos capítulos anteriores foram estudadas as curvas de embebição, a superação da dormência, efeitos de métodos de escarificação do tegumento das sementes e temperatura de germinação. Os objetivos desta pesquisa foram avaliar os efeitos simples e interativos da temperatura e do substrato sobre a germinação e o vigor e a coloração das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston após a exposição à solução de tetrazólio e correlacionar esta coloração com o teste de germinação.

4.2 - Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Seropédica RJ.

4.2.1 - Avaliação da germinação e vigor de sementes sob diferentes temperaturas e substratos

Amostras de sementes de *Flemingia* do lote 3 (2009), com grau de umidade 12,10%, foram classificadas em peneira ABNT 7 e posteriormente escarificadas por imersão de 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado P.A. (98%). A seguir as sementes foram distribuídas nos seguintes substratos: rolo de papel (RP), sobre papel (SP) em caixas do tipo Gerbox e entre areia (EA) utilizando bandejas plásticas e submetidas às temperaturas de 20-30°C alternadas, 30°C e 35°C constantes com fotoperíodo de 8 horas de luz. O método de escarificação não variou. Para a escarificação das sementes, utilizaram-se 200 sementes imersas por 20 minutos em solução de ácido sulfúrico concentrado. Após, as sementes foram colocadas em uma peneira e submetidas a lavagem sob água corrente por 5 minutos para retirar o ácido residual.

Para o teste de germinação, as folhas de papel foram umedecidas com volume de água destilada (ml) equivalente a 2,5 vezes a sua massa em grama, consistindo no substrato rolo de papel (RP) e folhas de papel foram dispostas em caixas Gerbox constituindo o substrato sobre papel (SP). Para o substrato entre areia (EA), a areia foi peneirada, lavada e esterilizada em autoclave a 120°C por 3h e colocada em bandejas plásticas. As sementes previamente tratadas com fungicida de contato CAPTAN (120 mg do produto comercial /100 ml) foram distribuídas nos substratos e colocadas em germinador com controle de fotoperíodo de 8 horas, nas temperaturas testadas.

As avaliações foram realizadas até 40 dias registrando-se o número de plântulas normais, a porcentagem de germinação (PG) e o índice de velocidade de germinação (IVG), calculado a partir da fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$IVG = \Sigma (G/D) = (G_1/D_1) + (G_2/D_2) + \dots + (G_{i,j}/D_n), \text{ em que:}$$

$G_{i,j}$ = número de sementes germinadas na primeira, segunda, ..., última contagem, e

D_n = número de dias da semente à primeira, segunda, ..., última contagem.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com 3 temperaturas x 3 substratos constituindo 9 tratamentos com 4 repetições (Tabela 17). Foram aplicados os testes de normalidade de Lilliefors e homogeneidade de Cochran e Bartlett e os dados de germinação (%) transformados em $(x + 1)^{1/2}$; as médias originais foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

Tabela 17. Identificação dos tratamentos aplicados às sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston.

Temperaturas (°C) / Substratos	Tratamentos		
	Rolo de Papel (RP)	Entre Areia (EA)	Sobre Papel (SP)
20 – 30	T1	T2	T3
30	T4	T5	T6
35	T7	T8	T9

4.2.2- Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de Flemingia

Amostras de sementes de Flemingia colhidas no ano de 2009 (lote 3), foram utilizadas para o teste, realizado em quatro sub-amostras de 50 sementes. O preparo da amostra consistiu na escarificação das sementes imersas por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado P.A. (98%). Em seguida, as sementes foram lavadas com água destilada, e então umedecidas sobre papel, permanecendo por 20h sob temperatura de 30°C para a pré-embrição. Após este período, foram retirados os tegumentos para a imersão das sementes em solução de tetrazólio na concentração de 0,075%, permanecendo sob temperatura de 30°C por 3h para a coloração, de acordo com testes preliminares. As sementes foram avaliadas individualmente, seccionando longitudinalmente, com o cuidado para que não fosse danificado o eixo embrionário, com o auxílio de uma espátula para abertura dos cotilédones. Os dois cotilédones foram separados, observados e fotografados utilizando microscópio dotado de lupa e câmera fotográfica de alta resolução. A partir deste procedimento, as sementes foram classificadas em viáveis, com coloração vermelho - brilhante a vermelho - carmim claro e não viáveis, descoloridas. Simultaneamente foi realizado um teste de germinação com 4 repetições de 50 sementes no substrato entre areia sob 30°C constantes. A avaliação foi realizada aos 15 dias após a semeadura registrando-se o número de plântulas normais.

4.3 – Resultados e Discussão

4.3.1- Avaliação da germinação e vigor de sementes sob diferentes temperaturas e substratos

Os resultados de porcentagem de germinação obtidos da interação entre substratos e temperaturas encontram-se na Tabela 18 e Figura 8.

Tabela 18. Germinação (%) média das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em função de diferentes temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)/ Substratos	Germinação (%) média		
	Rolo de Papel (RP)	Entre Areia (EA)	Sobre Papel (SP)
20-30	78,3 Aa	89,8 Aa	53,5 Bb
30	87,0 Aa	85,0 Aa	74,5 Aa
35	4,0 Bb	94,0 Aa	2,0 Bc

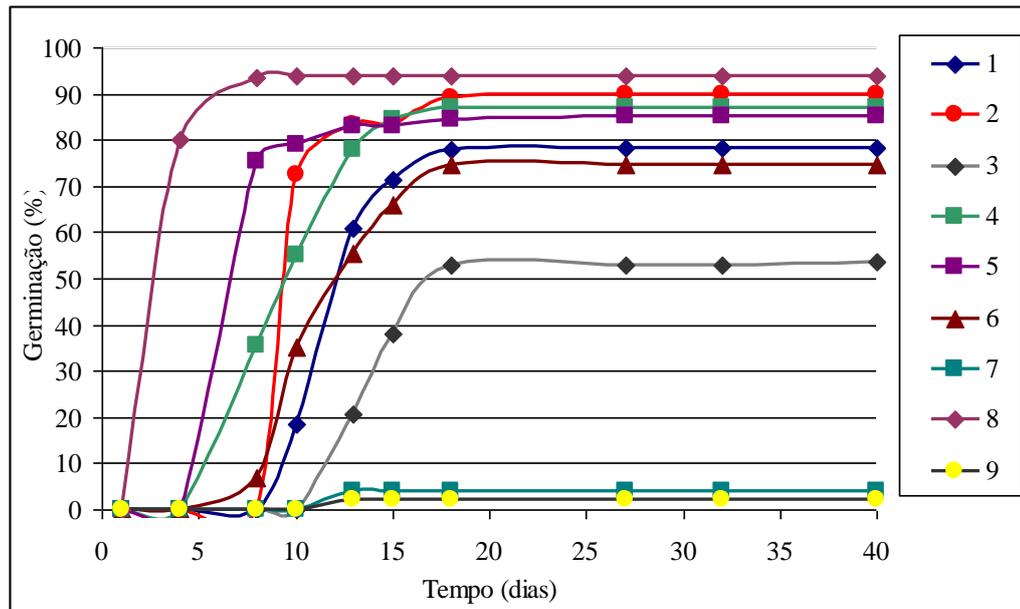
C.V. = 6,69%. Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os melhores desempenhos germinativos foram observados das sementes nas temperaturas alternadas de 20-30°C nos substratos entre areia (EA) e rolo de papel (RP). As médias de germinação final para EA e RP foram respectivamente 89,8% e 78,3%. A temperatura ótima para a maioria das espécies encontra-se entre 20-30°C, sendo que, tanto abaixo quanto acima desta temperatura pode ser detectada a redução na velocidade do processo bem como no total de germinação (KRAEMER et al., 2000). A elevação da temperatura provoca redução da viscosidade e aumento da energia cinética da água, beneficiando a embebição e a velocidade das reações componentes do metabolismo (MARCOS FILHO, 2005).

Pelos resultados verificou-se que o melhor substrato para o teste de germinação de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston foi entre areia (EA) e a melhor temperatura foi constante de 35°C. Aos 4 dias haviam as primeiras plântulas normais e o número máximo aos 10 dias com percentual de germinação 94% que manteve-se constante até a contagem final aos 40 dias. Ao considerar todos os tratamentos, a primeira contagem do teste de germinação pode ser realizada aos 8 dias e a contagem final aos 18 dias.

Os tratamentos mais efetivos para a germinação das sementes foram, por ordem, os seguintes: 35°C, E.A.; 20-30°C, E.A.; 30°C, R.P.; 30°C, E.A., 30°C, S.P. Os maiores percentuais de germinação das sementes ocorreram em todos os substratos empregados, sendo que 3 eram entre areia, o que indica que a *Flemingia macrophylla* teve bom desenvolvimento inicial em condições semelhantes às condições naturais sob as temperaturas avaliadas.

A temperatura de 35°C para os substratos rolo de papel e sobre papel, inviabilizou a germinação. Provavelmente, as sementes destes tratamentos estavam desprotegidas e expostas à alta temperatura perdendo umidade para o meio ambiente inicialmente no processo higroscópico de dessecamento e após evapotranspiração das plântulas. As poucas plântulas formadas eram pequenas e tinham raiz seminal retorcida e enrolada devido ao substrato inadequado e/ou alta temperatura para seu estabelecimento.



Legenda: (1) 20-30° C, R.P.; (2) 20-30° C, E.A.; (3) 20-30° C, S.P.; (4) 30° C, R.P.; (5) 30° C, E.A.; (6) 30° C, S.P.; (7) 35° C, R.P.; (8) 35° C, E.A.; (9) 35° C, S.P.

Figura 8. Germinação (%) média das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em função de substratos e temperaturas em até 40 dias.

Após escarificação das sementes imersas por 20 minutos em H₂SO₄ concentrado, as sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston apresentaram maior germinação no substrato entre areia (EA) para todas as temperaturas avaliadas (Tabelas 18 e 19 e Figura 8) assim como maior IVG (Tabela 20).

Tabela 19. Germinação (%) média das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston de acordo com substratos e temperaturas em até 40 dias.

Tempo (dias)	20-30°C RP	20-30°C EA	20-30°C SP	30°C RP	30°C EA	30°C SP	35°C RP	35°C EA	35°C SP
4	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	80,0 A	0 B
8	0 C	0 C	0 C	35,5 B	75,5 A	7,0 C	0 C	93,5 A	0 C
10	18,5 E	72,5 B	0 F	55,0 C	79,0 AB	35,0 D	0 F	94,0 A	0 F
13	60,8 BC	83,3 A	20,5 D	78,0 AB	83,0 A	55,5 C	4,0 E	94,0 A	2,0 E
15	71,3 AB	83,3 AB	38,0 C	84,5 AB	83,0 AB	66,0 B	4,0 D	94,0 A	2,0 D
18	77,8 A	89,3 A	53,0 B	87,0 A	84,5 A	74,5 A	4,0 C	94,0 A	2,0 C
27	78,3 A	89,8 A	53,0 B	87,0 A	85,0 A	74,5 A	4,0 C	94,0 A	2,0
32	78,3 A	89,8 A	53,0 B	87,0 A	85,0 A	74,5 A	4,0 C	94,0 A	2,0 C
40	78,3 A	89,8 A	53,5 B	87,0 A	85,0 A	74,5 A	4,0 C	94,0 A	2,0 C

C.V. = 8,26%. Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

ABDO & PAULA (2006) avaliaram a influência de diferentes temperaturas e da imersão em água na germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng.). Inicialmente as sementes foram submetidas à germinação a 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, 20-30°C e 25-35°C, com e sem imersão das mesmas em água fria (temperatura ambiente) por duas horas. As maiores taxas de germinação (>85%) ocorreram nas temperaturas alternadas de 20-30°C e 25-35°C, que superaram as constantes.

As sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston tiveram maior IVG (Tabela 20) no substrato entre areia após escarificadas com imersão por 20 minutos em H₂SO₄ concentrado e condicionadas à temperatura constante de 35°C. Isto significa que as estruturas internas das sementes não foram danificadas pelo ácido e a porosidade do substrato promoveu adequada aeração no momento da germinação desenvolvendo plântulas vigorosas. As Regras para Análise de Sementes recomendam para outras espécies, principalmente leguminosas, o substrato entre areia como o mais apropriado (BRASIL, 2009).

Tabela 20. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) médio das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston com interação entre temperaturas e substratos.

Temperaturas (°C)/ Substratos	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) médio		
	Rolo de Papel (RP)	Entre Areia (EA)	Sobre Papel (SP)
20-30	3,09 Bb	3,99 Ac	1,79 Cb
30	4,05 Ba	5,10 Ab	3,26 Ca
35	0,15 Bc	9,60 Aa	0,08 Bc

C.V. = 11,48%. Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O estudo de temperaturas específicas em diferentes espécies se faz relevante ao considerar-se que as sementes apresentam capacidade germinativa em limites distintos de temperatura. Além disso, embora muitas sementes germinem em ampla variação de temperatura, elas geralmente não germinam abaixo ou acima de certa faixa específica para a espécie (BEWLEY & BLACK, 1985). A sobrevivência da plântula, em condições naturais, depende da interação que se estabelecerá entre esta e o ambiente, desde a germinação até o estabelecimento, ambas fases críticas na vida vegetal (SALLES, 1987).

4.3.2- Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Flemingia*

A Figura 9 ilustra os cotilédones e o eixo embrionário de sementes de *Flemingia* após a coloração na solução de sal de tetrazólio. Nesta, são representadas as sementes viáveis e inviáveis sendo que as sementes consideradas viáveis (Figura 9A) apresentaram as áreas vitais coloridas e intactas e os tecidos com o aspecto normal e firme. A coloração da superfície externa e interna das sementes viáveis variou de um vermelho-brilhante a vermelho-carmim claro, e naquelas inviáveis (Figura 9B e 9C), apresentaram coloração branco-leitoso ou com manchas vermelho-carmim. Também foi observado que em sementes classificadas como não viáveis o eixo embrionário (eixo epicótilo radícula) não apresentou coloração.

As sementes de *Flemingia* possuem forma globular, esférica (Tabela 6, CAPÍTULO 1), tegumento liso, coloração escura e brilhosa ou marrom heterogênea (Figura 1, CAPÍTULO 1). Considerando a avaliação dos resultados conforme descrição acima, a amostra de sementes apresentou 80% de sementes viáveis (Tabela 21). O resultado foi obtido pela média das sementes viáveis, encontradas nas sub-amostras testadas, no teste de tetrazólio e por repetições do teste de germinação.

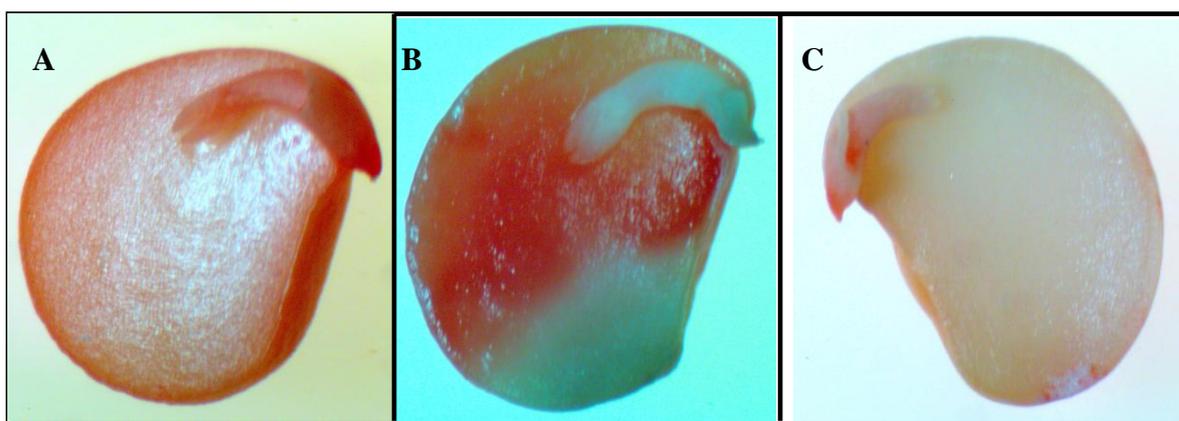


Figura 9. Teste de tetrazólio em *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston ilustrando uma semente viável (A) e sementes não viáveis (B) e (C).

De acordo com BITTENCOURT & VIEIRA, (1999) a interpretação do teste de tetrazólio baseia-se, principalmente, na distribuição dos tecidos vivos, deteriorados e mortos entre os vários órgãos do embrião. Os resultados obtidos com a espécie *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston confirmam estes autores e indicam ainda que lotes de sementes de *Flemingia macrophylla* podem ter a avaliação da sua qualidade fisiológica, principalmente germinação, utilizando o teste de tetrazólio. É necessário realizar outras pesquisas para confirmação destes resultados, assim como foi constatada a dificuldade por exemplo, em proceder cortes uniformes para a exposição dos cotilédones e sua coloração.

Tabela 21. Porcentagem de germinação das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston obtidas após a coloração com sal de tetrazólio e no teste de germinação.

REPETIÇÃO	1	2	3	4	MÉDIA
Sementes viáveis	80	80	76	84	80
S. não viáveis	20	20	24	16	20
Teste de Germinação	86	84	80	90	85

O teste de tetrazólio vem sendo utilizado com sucesso nos programas de controle de qualidade de sementes, por ser um método rápido que estima a germinação potencial e o vigor de lotes de sementes (HAMPTON & COOLBEAR, 1990).

4.4 - Conclusões

As maiores porcentagens de germinação e o vigor estimado pelo IVG são observadas para as sementes depois de escarificadas e colocadas em substrato entre areia sob temperaturas alternadas 20-30°C e constantes de 30°C e 35°C.

A avaliação do teste de germinação em sementes de *Flemingia* pode ser realizada aos 4 dias (primeira avaliação) e aos 8 dias (última avaliação), quando o teste for conduzido no substrato entre areia nas temperaturas avaliadas.

O teste de tetrazólio revela-se um teste rápido para ser utilizado em sementes de *Flemingia* estimando a germinação.

4.5 - Referências Bibliográficas

- ABDO, M.T.V.N.; PAULA, R.C. de. Temperaturas para germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.3, p.135 – 140, 2006.
- ABREU, D.C.A. de; NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.deS. Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. WINTERACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.149 – 157. 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA), ed. **Seed Vigor Testing Handbook**. S.L.p. 1983. 88p. (Handbook on Seed Testing, 32).
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. San Diego: Academic Press, 367p. 1985.
- BHÉRING, M.C.; SILVA, R.F.; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.N.F.S.; PENA, M.F. **Avaliação da viabilidade e do vigor de Sementes de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo teste de tetrazólio**. **Boletim Técnico UFV**, Viçosa, 27p. 1996.
- BINH, D.V.; TIEN, N.P.; MUI, N.T. Study on biomass yield and quality of *Flemingia macrophylla* and on soil fertility. In: **Proceedings of Workshop on Animal Nutrition Science**, Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam, p.137. 1998.
- BISOGNIN, D.A.; IRIGON, D.L.; MARTINAZZO, A.A. Teste de germinação em porongo – *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.21, n.2, p.159 - 167. 1991.
- BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de amendoim. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.8.2-1– 8.2-8.
- BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLV, 2009. 395p.
- BUDELMAN, A. The decomposition of the leaf mulches of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Flemingia macrophylla* under humid tropical conditions, **Agroforest. Syst.** 7 (1988), p.33 – 45. [Full Text via CrossRef](#) | [View Record in Scopus](#) | [Cited By in Scopus](#) (21). 1988.
- CARNEIRO, J.W.P.; PIRES, J.C. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.5, n.3, p.127 – 131. 1983.
- COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1976. 369p.

COSTA, W.A.J.M. de **Decomposition and nutrient release from green manures of different tree species in three agroecological zones of Sri Lanka**. In: Gunasena, H.P.M. (Ed.), *Multipurpose Tree Species in Sri Lanka: Green Manuring and Fodder Tree Species for Crop-livestock Productivity Improvement*, 18 December 2000, Kandy, Sri Lanka, p.1 – 34. 2000.

EIRA, M.T.S.; BARROS, A.S.R. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, Gramado. **Resumos**. Brasília: ABRATES, 1987. p.60. 1987.

FERNANDEZ, C.D.; GROF, B.; CARVALHO, J. Escarificação mecânica de sementes de *Stylosanthes* spp. com beneficiadora de arroz. In: Embrapa. **Comunicado Técnico**, 2000.

FERREIRA, S.A. do N.; SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.109 - 114. 1987.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993.

FOGAÇA, C. A. **Padronização do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de três espécies florestais**. 2003. 55f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FOGAÇA, C.A.; MALAVASI, M. de M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U.C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.28, n.3, p.101 - 107. 2006.

FRANÇA NETO, J. B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.8.1- 8.7.

GENTIL, D.F. de O.; TORRES, S.B. Umedecimento do substrato e germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.113 - 116. 2001.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. O. Potential versus actual seed performance $\frac{3}{4}$ can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, n.2, p.215-228. 1990.

<[http:// www. tropical forages. info/ Key/ Forages/ Html/ Flemingia- macrophylla. htm](http://www.tropicalforages.info/Key/Forages/Html/Flemingia-macrophylla.htm)>
Acesso em: 20.02.2008.

JACOB JR., E.A.; MENEGHELLO, G.E.; MELO, P.T.B.S.; MAIA, M.S. Tratamentos para superação da dormência em sementes de Cornichão Anual. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p.15-19, 2004.

KALIL FILHO, A.N.; LOPES, A.J.; RÊGO, G.M.; TOMACHITZ, A. Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Imbuia pelo Teste do Tetrazólio. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.57, p.69 – 72, jul./dez. 2008.

KRAEMER, K.H.; KÂMPF, A.N.; ÁQUILA, M.E.A. Luz e temperatura na germinação de sementes de *Tibouchina urvilleana*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.26, n.1/2, p.39-45. 2000.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C.C.; DANTAS, V.A.V.; SILVA E SILVA, B.M. da; MORAES, W. da S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.513-518. 2006.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 1 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, v.1, 495. 2005.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T.L.D; STORCK, L. Efeito do nível de umedecimento do substrato sobre a germinação de cucurbitáceas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.2, p.157-160. 1993.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1- 2.24. 1999.

NASCIMENTO, W.M.O. do; RAMOS, N.P.; CARPI, V.A.F.; SCARPARE FILHO, J. A.; CRUZ, E.D. **Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia platycephala* BENTH. (Leguminosae - Mimisoideae)**. 2002. Disponível em: <<http://www.ufmt.br/agtrop/revista7/doc/10.htm>>. Acesso em 27.04.2008.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslindadas mecanicamente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.187-193. 1999.

OLIVEIRA, L.M. de; CARVALHO, M.L.M. de; DAVIDE, A.C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Leguminosae Caesalpinoideae. **Cerne**, Lavras, v.11, n.2, p.159 – 166, abr./jun. 2005.

PHANEENDRATH, B.R. Influence of amount of water in the paper towel on standard germination tests. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.5, n.2, p. 82-87. 1980.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa UFV, (Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Informática). 301p. 2001.

SALLES, H.G. Expressão morfológica de sementes e plântulas. I. *Cephalocereus fluminensis* (Miq.) Britton e Rose (*Cactaceae*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.1, p.73 - 81. 1987.

SANTOS, S.R.G. dos; PAULA, R.C. de; FOGAÇA, C.A.; MÔRO, F.V.; COSTA, R.S. Viabilidade de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae – pelo teste de tetrazólio. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.30 -45. 2006.

TANAKA, A.S.; MARIANO, M.I.A.; LEÃO, N.V.M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.1, p.73-76. 1991.

TESSER, S.M.; SIRTOLI, L.; KHON, N.; MALAVASI, M. de M.; MALAVASI, U.C. **Padronização do teste de tetrazólio para sementes de tímberi (*Enterolobium contortisiliquum* Vell.)**. Maringá: XI Encontro Anual de Iniciação Científica, 1 a 4/10/2002.

VICENTE, M.; NORONHA, A.; SILBERSCHMIDT, K. Substrate moisture levels for germination testing of some agricultural seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.41, n.4, p.633-639. 1969.

VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.8.1-1– 8.1-13.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da Qualidade de Sementes. Cap. 2. In: PESKE, S. T.; LUCCA-FILHO, O.; BARROS, A. C. S. **SEMENTES: FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS TECNOLÓGICOS**. 2ª ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p.34 – 38, 472p. 2006.

ANEXO

Tabela 22. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação, transformados em $(x + 1)^{1/2}$ e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em função de temperaturas e substratos em até 40 dias.

FV	GL	QM	
		G	IVG
Substrato (SU)	2	42,28523 *	85,47259 *
Temperatura (TE)	2	74,80395 *	4,273072 *
SU x TE	4	22,38117 *	38,48612 *
Erro	27	0,2455506	0,1706276
C.V. (%)	-----	6,69	11,48

Tabela 23. Resumo da análise de variância dos resultados de porcentagem de germinação transformados em $(x + 1)^{1/2}$ das sementes de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston em função de temperaturas e substratos em até 40 dias.

FV	GL	QM
Temperaturas (TE)	2	288,1027 *
Substratos (SU)	2	501,1047 *
Tempos (TP)	8	148,6789 *
SU x TE	4	181,4379 *
TE x TP	16	32,52667 *
TP x SU	16	4,002944 *
TE x TP x SU	32	2,808736 *
Erro	243	0,2480264
C.V. (%)	8,26	-----

CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, pode-se concluir que:

O grau de umidade das sementes dos lotes 1, 2 e 3 de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston variou de 9,46 a 12,10%.

A maior porcentagem de sementes de *Flemingia* dos lotes 1 e 2 ficaram retidas na peneira ABNT 7 e do lote 3 na peneira ABNT 6.

A largura e o comprimento das sementes não diferem estatisticamente sendo globulares, esféricas.

O lote 1 apresentou maior Massa de Mil Sementes e menor número de sementes por grama.

A germinação das sementes de *Flemingia* é do tipo hipógea.

A estrutura do tegumento é característica de leguminosas, família Fabaceae.

As sementes de *Flemingia* apresentam aumento inicial do grau de umidade até 24 horas. Esse aumento é menos acentuado até o final do período de 48 horas, atingindo até 57,53%.

A escarificação das sementes com ácido sulfúrico por 20 minutos permite maior e mais uniforme absorção de água.

O percentual final de germinação das sementes é maior depois de imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado e semeadas nas temperaturas de 25 e 30°C constantes e 20-30°C alternadas.

O vigor estimado pelo índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes é maior após imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico concentrado, porém semeadas sob temperatura constante de 30°C.

Nas condições em que foi realizado o experimento, a leitura da germinação final das sementes de *Flemingia* pode ser realizada aos 15 dias.

As maiores porcentagens de germinação e o vigor estimado pelo IVG são observadas para as sementes depois de escarificadas e colocadas em substrato entre areia sob temperaturas alternadas 20-30°C e constantes de 30°C e 35°C.

A avaliação do teste de germinação em sementes de *Flemingia* pode ser realizada aos 4 dias (primeira avaliação) e aos 8 dias (última avaliação), quando o teste for conduzido no substrato entre areia nas temperaturas avaliadas.

O teste de tetrazólio revela-se um teste rápido para ser utilizado em sementes de *Flemingia* estimando a germinação.