

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas

Camila Ribeiro Magalhães

**ESTRUTURA TEGUMENTAR DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE LEGUMINOSAE E
SUA RELAÇÃO COM O ARMAZENAMENTO**

BELO HORIZONTE – MG
2016

Camila Ribeiro Magalhães

**ESTRUTURA TEGUMENTAR DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE LEGUMINOSAE E
SUA RELAÇÃO COM O ARMAZENAMENTO**

Versão Final

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira

**BELO HORIZONTE – MG
2016**

043 Magalhães, Camila Ribeiro.

Estrutura tegumentar de sementes de espécies arbóreas de Leguminosae e sua relação com o armazenamento [manuscrito] / Camila Ribeiro Magalhães. - 2016.

58 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

1. Desenvolvimento Vegetal. 2. Leguminosa. 3. Sementes / anatomia & histologia. 4. Dessecação. I. Oliveira, Denise Maria Trombert de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 581



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO - MESTRADO
(Defesa MS nº 137)
Camila Ribeiro Magalhães

Data: 24/02/2016
Entrada: 2014/1
Mat.: 2014667971
CPF: 08985523627

Às nove horas do dia vinte e quatro de fevereiro de dois mil e dezesseis, reuniu-se no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais a Comissão Examinadora de Dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa para julgar, em exame final, o trabalho intitulado "Estrutura tegumentar de sementes de espécies arbóreas de Leguminosae e sua relação com o armazenamento" requisito final para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal, área de concentração Morfologia, Sistemática e Diversidade Vegetal pela aluna **Camila Ribeiro Magalhães**. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a comissão reuniu-se, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Membro da Comissão Examinadora	Instituição	Resultado
Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira (orientadora)	Universidade Federal de Minas Gerais	APROVADA
Dra. Sandra Maria Carmello Guerreiro	Universidade Estadual de Campinas	aprovada
Dr. Leonardo Monteiro Ribeiro	Universidade Estadual de Montes Claros	Aprovado

Pelas indicações, a candidata foi considerada: APROVADA.

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou-se a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, vinte e quatro de fevereiro de dois mil e dezesseis.

Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira (orientadora)	
Dra. Sandra Maria Carmello Guerreiro	
Dr. Leonardo Monteiro Ribeiro	

Denise Maria Trombert de Oliveira
Presidente da Comissão Examinadora

**Ao Gabriel, simplesmente por existir.
A todas as mulheres de luta do passado,
que nos deram a possibilidade de “sair
da cozinha” e vir para academia, e às
do presente, que nos trazem a
esperança de um futuro mais justo.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Minas Gerais e ao Instituto de Ciências Biológicas, pela estrutura.

Ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, por proporcionar a experiência de cursar a pós-graduação.

À Capes, pelo apoio financeiro ao Programa.

À Fapemig, pela bolsa de mestrado.

À Profa. Denise Maria Trombert de Oliveira, não só pela orientação, mas também pela compreensão e amizade.

Ao centro de microscopia por possibilitar nossas análises em microscopia eletrônica de varredura, mesmo de última hora.

Ao Gustavo Santos Silva pelo auxílio na deposição das exsicatas no herbário BHCB.

À doutora Angela Maria Studart da Fonseca Vaz, pela identificação da espécie *Bauhinia variegata*.

A todos os funcionários do Departamento de Botânica, por tornarem possível nossa pesquisa e pela convivência.

À Denise Márcia Figueiredo, pelos auxílios prestados nos assuntos administrativos da pós-graduação.

A todos os docentes do Departamento, pelas lições dadas e pelas belas aulas ministradas durante o curso, em especial aos professores Élder Paiva, Fernando Vale e Rosy Isaias, não só pelas aulas extraordinárias, como também pelo convívio no dia a dia do Laboratório de Anatomia Vegetal.

Agradeço imensamente a Poliana Lima, Pedro Brandão, Vinícius Morais, Maria Letícia Figueiredo, Wagner Afonso, Tânia Ribeiro, Luiz Fernando Magalhães, Denise Trombert e Élder Paiva pelo auxílio na coleta de material.

A Poliana Lima e Wagner Afonso Rocha, pelos auxílios nos experimentos.

A todos os colegas de laboratório, em especial ao Agnelo Picorelli, Anete Formiga, Ana Caroline Marques, Danielle Alvarenga, Nina Castro e Rafaella Cardoso, que me ajudaram nos últimos experimentos do projeto e, principalmente, se mostraram verdadeiros amigos.

A Anna Carolina Spelta, Juliana Bastos, Mariana Gonçalves, Nina Castro, Rafaella Cardoso e Thayse Batista, pela amizade, pelo carinho e, principalmente, pela paciência nos momentos de crise.

E agradeço, especialmente, ao meu filho Gabriel Magalhães, minha mãe Tânia Ribeiro, meu pai Fernando Magalhães, meu irmão Luiz Fernando Magalhães, minha sobrinha Sofia Magalhães e a toda minha família, pela compreensão nos momentos de ausência, pelo apoio, pela confiança e pelo amor incondicional.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO.....	5
A família Leguminosae.....	7
Espécies selecionadas para estudo.....	9
OBJETIVOS.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
Coleta de sementes.....	12
Teor de água.....	12
Análise morfológica.....	13
Análise da micromorfologia de superfície.....	13
Análise anatômica.....	13
Curva de embebição.....	14
RESULTADOS.....	16
Teor de água.....	16
Caracterização morfológica de sementes frescas e armazenadas.....	16
<i>Caesalpinioideae</i>	16
<i>Mimosoideae</i>	17
<i>Papilionoideae</i>	18
Análises anatômicas.....	18
<i>Caesalpinioideae</i>	18
<i>Mimosoideae</i>	19
<i>Papilionoideae</i>	20
Curva de embebição.....	20
TABELAS.....	22
FIGURAS.....	26
DISCUSSÃO.....	41
Teor de água das sementes e categorização quanto à susceptibilidade à dessecação.....	41
Sementes de <i>Caesalpinioideae</i>	41
Sementes de <i>Mimosoideae</i>	44

Sementes de Papilionoideae.....	45
Histoquímica, permeabilidade e conteúdo de água nas sementes.....	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS.....	52

RESUMO

Informações sobre características morfológicas e anatômicas de sementes são importantes para o estudo de relações filogenéticas em angiospermas, auxiliam na obtenção de informações sobre aspectos ecológicos das espécies e, além disso, podem auxiliar em estudos de fitotécnica relacionada à propagação. Na maioria das espécies, o evento final do processo de desenvolvimento da semente é a dessecação, sendo as sementes denominadas tolerantes à dessecação. No entanto, em outras espécies, a perda de água é letal às sementes, que são dispersas com elevado teor de água e, por isso, são chamadas de sementes sensíveis à dessecação. A ocorrência desses tipos de sementes é bem documentada para Leguminosae, família de distribuição global e de grande importância ecológica e econômica. Diante disto, o objetivo geral do presente trabalho foi analisar a morfoanatomia de oito espécies pertencentes às três subfamílias de Leguminosae, investigando os aspectos distintivos e semelhantes entre elas e relacionando-os à sua susceptibilidade à dessecação em cada subfamília. Para tanto, sementes maduras das oito espécies selecionadas foram coletadas e separadas em dois lotes: sementes frescas e sementes armazenadas durante 12 meses. Avaliaram-se os teores de água, o tamanho, as características morfológicas e anatômicas das sementes. *Inga laurina* (Mimosoideae) e *Swartzia multijuga* (Papilionoideae) apresentaram os maiores teores de água, respectivamente 67,72% e 40,04%, confirmando sua sensibilidade à dessecação. *Bauhinia variegata* apresentou as maiores dimensões em Caesalpinioideae, enquanto as espécies sensíveis à dessecação, *Inga laurina* e *Swartzia multijuga*, apresentaram maiores dimensões em suas subfamílias. Após o armazenamento, alterações superficiais foram observadas nas sementes de todas as espécies, em diferentes regiões. Em *Bauhinia variegata*, a exotesta é composta por células cúbicas e mesotesta por células parenquimáticas e, em *Caesalpinia ferrea* (Caesalpinioideae), a testa segue o padrão descrito para Leguminosae. *Inga laurina* tem exotesta formada por tricomas muito longos de parede delgada, sua sarcotesta, e mesotesta formada por poucas camadas de células parenquimáticas vivas. Em *Piptadenia gonoacantha* e *Samanea inopinata* (Mimosoideae), a mesotesta é formada por poucas camadas de células parenquimáticas, que seguem o padrão descrito para a família. Em *Swartzia multijuga*, a testa é composta por células compactadas periclinalmente, não sendo possível a distinção das camadas da exotesta e mesotesta. *Erythrina speciosa* e *Platypodium elegans* (Papilionoideae) mantêm o padrão descrito para a testa de Leguminosae. Após armazenamento, apenas as sementes sensíveis à dessecação, *Inga laurina* e *Swartzia multijuga* apresentaram alterações anatômicas. Os dados obtidos não indicaram nenhuma característica típica de cada

subfamília, mas variações relacionadas ao tipo de fruto e à tolerância à dessecação. Considerando a escassez dos estudos que analisam os danos produzidos pelo armazenamento à estrutura do envoltório de sementes, em especial das sensíveis à dessecação, nossos resultados indicam que estas sejam abordagens interessantes para futuros trabalhos, abrangendo inclusive outras famílias.

Palavras-chave: Caesalpinioideae; Leguminosae; Mimosoideae; Papilionoideae; semente tolerante à dessecação; semente sensível à dessecação; tegumento seminal; testa.

ABSTRACT

Data about morphological and anatomical features of seeds are important for studying phylogenetic relationships in angiosperms and can provide ecological information referring to the *taxa*. In most species, the final step of seed development is desiccation and they are desiccation-tolerant seeds. However, in other species, water loss is lethal to the seeds, which are dispersed with high water content (desiccation-sensitive seeds). The occurrence of these seed types is well documented for Leguminosae, a global distribution family with great ecological and economic importance. Therefore, the general aim of this study was to analyze the morphology and anatomy of eight species of the three subfamilies of Leguminosae, investigating the distinctive and similar aspects in the subfamilies and relating the structural traits to desiccation susceptibility in each subfamily. For this, mature seeds of the eight selected species were collected and grouped in two lots: fresh seeds and seeds stored for 12 months. *Inga laurina* (Mimosoideae) and *Swartzia multijuga* (Papilionoideae) have the highest water content, respectively 67.72% and 40.04%, confirming their desiccation susceptibility. *Bauhinia variegata* presented larger dimensions in Caesalpinioideae, while the desiccation-sensitive species *Inga laurina* and *Swartzia multijuga* showed larger dimensions in their subfamilies. After storage, superficial changes were observed in different regions of the seeds of all species. In *Bauhinia variegata*, the exotesta is composed of cubic cells and the mesotesta presented parenchyma cells; *Caesalpinia ferrea* (Caesalpinioideae) shows the typical testa of Leguminosae. *Inga laurina* has a sarcotesta with long thin-walled trichomes in the exotesta and mesotesta composed by a few layers of living parenchyma cells. In *Piptadenia gonoacantha* and *Samanea inopinata* (Mimosoideae), the mesotesta consists of a few layers of parenchyma cells, which follow the pattern for the family. In *Swartzia multijuga*, the testa consists of periclinal compacted cells, with indistinguishable exotesta and mesotesta. *Erythrina speciosa* and *Platypodium elegans* (Papilionoideae) have the typical testa of Leguminosae. After storage, only the desiccation-sensitive seeds of *Inga laurina* and *Swartzia multijuga* had anatomical changes. Our data did not indicate any typical characteristic of each subfamily, but differences related to the type of fruit and desiccation susceptibility. Considering the scarcity of studies examining the damage produced by the storage on the seed coat structure, particularly to the desiccation-sensitive seeds, our results indicate these are interesting approaches for future work, including other families.

Key words: Caesalpinioideae; desiccation-sensitive seed; desiccation-tolerant seed; Leguminosae; Mimosoideae; Papilionoideae; seed coat; testa.

INTRODUÇÃO

Características morfológicas e anatômicas de sementes são muito importantes para o estudo de relações filogenéticas em angiospermas (Boesewinkel e Bouman, 1984), visto que sua estrutura apresenta pequena plasticidade fenotípica (Von Teichman e Van Wyk, 1991). Além disso, a partir do conhecimento destas características, pode-se obter informações sobre germinação e viabilidade, bem como de armazenamento e métodos de semeadura (Barroso *et al.*, 1999), subsidiando, também, estudos ecológicos e de regeneração de áreas degradadas (Oliveira, 1999; Silva e Môro, 2008).

Após a dupla fecundação, o envoltório seminal se desenvolve a partir da diferenciação de um ou dois tegumentos do óvulo (Johri *et al.*, 1992; Werker, 1997) e da região de calaza, onde geralmente não há diferenciação entre nucelo e tegumento (Werker, 1997). Essa estrutura pode desempenhar diversas funções, que dependem do estágio de desenvolvimento da semente, durante o desenvolvimento da semente, pode atuar como caminho para transporte e conversão de aminoácidos e açúcares do pericarpo para o saco embrionário e até mesmo para o próprio desenvolvimento, como tecido de reserva temporário e, entre outras funções, nas trocas gasosas (Werker, 1997). Ainda segundo a autora, na semente madura, o envoltório pode atuar na proteção do embrião contra desidratação, danos físicos e biológicos; pode desenvolver estruturas especializadas, como a sarcotesta ou o arilo, que auxiliam na dispersão da semente; em algumas espécies, serve como tecido de reserva, que favorece a germinação da semente (Johri *et al.*, 1992; Werker, 1997); e, finalmente, pode conferir dormência física devido à impermeabilidade (Werker, 1997).

Durante o desenvolvimento, a semente passa por uma série de modificações morfológicas e bioquímicas até atingir a maturidade. Na maioria das espécies, o último evento que ocorre antes da dispersão é a dessecação da semente (Werker, 1997). Durante o crescimento do embrião, o conteúdo hídrico se mantém alto e constante; à medida em que as reservas vão sendo depositadas, o percentual de água vai diminuindo enquanto ocorre aumento da matéria orgânica (Werker, 1997).

Ao final do desenvolvimento, a semente começa a perder água, o que pode acontecer por dois caminhos diferentes: ativamente, por um fluxo de água da semente para a planta-mãe por meio do funículo, ou passivamente, por evaporação da água pelo envoltório seminal, com ou sem poros especializados (Werker, 1997). Esse processo ocorre em sementes tolerantes à desidratação que, ao dispersarem, mantêm-se quiescentes até o momento da germinação, sem que o processo

interfira na viabilidade da semente (Bewley e Black, 1994). Por outro lado, há sementes em que a dessecação não faz parte dos processos de maturação, sendo dispersadas com alto percentual de água e metabolismo ativo (Werker, 1997). Essas espécies são sensíveis à desidratação, por isso perdem sua viabilidade em caso de perda de água (Bewley e Black, 1994).

Diante das observações dessa variação, Roberts (1973) classificou as sementes em duas categorias: as sementes ortodoxas, tolerantes à dessecação, e as recalcitrantes, sensíveis à dessecação. Ellis *et al.* (1990), estudando *Coffea arabica*, perceberam que, em determinadas espécies, as sementes não poderiam ser classificadas nem como recalcitrantes nem como ortodoxas, por possuírem características de ambas e propuseram a terceira categoria, as sementes intermediárias.

Sementes ortodoxas são capazes de suportar altos níveis de desidratação, podendo a umidade chegar de cerca de 2 a 5%, sem perderem sua viabilidade e, além disso, são tolerantes a temperaturas baixíssimas (Roberts, 1973). Entre outras espécies, essas condições foram observadas em *Caesalpinia echinata*, cujas sementes podem ser armazenadas por até cinco anos a temperatura de -18°C, mantendo-se ainda viáveis (Mello *et al.*, 2013). Os bancos de sementes do solo são compostos, principalmente, por sementes ortodoxas e estas sementes podem manter sua viabilidade por muitos anos, em casos em que as condições ambientais não são favoráveis à sua germinação, por exemplo em baixas temperaturas e/ou baixa umidade relativa do ar (Medeiros, 2001).

Sementes recalcitrantes, por sua vez, possuem longevidade curta, já que são sensíveis à desidratação e a baixas temperaturas (Roberts, 1973), sendo que algumas espécies podem se tornar inviáveis se submetidas a temperaturas entre 10 e 15°C (Medeiros, 2001). Na maturidade, o teor de água dessas sementes varia entre 30 e 70% (Baskin e Baskin, 2001) e, com um mínimo de desidratação, perdem a viabilidade (Medeiros e Eira, 2006; Medeiros, 2001). São, em geral, mais comuns em florestas tropicais que em qualquer outro ambiente (Baskin e Baskin, 2001) e, normalmente, não estão presentes em bancos de sementes do solo (Farnsworth, 2000). Apesar das sementes recalcitrantes possuírem alto percentual de água na maturidade, muitas vezes, o nível de hidratação natural da semente não é suficiente para promover a germinação, o que pode ocasionar a morte da semente em caso de falta de água no ambiente no momento da dispersão (Baskin e Baskin, 2001). Em outros casos, a semente pode germinar dentro do fruto, ainda ligado à planta-mãe, fenômeno denominado viviparidade. Para espécies de mangue, por exemplo, a viviparidade é de tamanha importância para que as mudas, ao serem dispersadas, já tenham adquirido tolerância à elevada salinidade típica do ambiente (Farnsworth, 2000).

As sementes intermediárias suportam certo nível de desidratação, de cerca de 7 a 10% de umidade, porém são sensíveis a baixas temperaturas (Ellis *et al.*, 1990). Em ambientes bem definidos e controlados, que variam de espécie para espécie, essas sementes suportam armazenamento por um prazo médio (Medeiros e Eira, 2006). *Machaerium stiptatum*, *Aspidosperma polyneuron* (Medeiros e Eira, 2006), *Carica papaya* e *Citrus limon* (Hong e Ellis, 1996a) são exemplos de espécies que produzem sementes intermediárias.

Deve ser enfatizado que a categoria intermediária foi criada para contemplar sementes cujas características não se encaixam em nenhuma das outras duas outras categorias (Jayasuriya *et al.*, 2012). Em geral, sementes recalcitrantes tendem a ser maiores que intermediárias que, por sua vez, tendem a ser maiores que ortodoxas (Hong e Ellis, 1996b).

Muitas sementes apresentam dormência, o que significa que, mesmo sob condições apropriadas, elas não podem germinar (Baskin e Baskin, 2001). A dormência pode ser endógena, quando características do embrião impedem a germinação, ou exógena, quando o impedimento é devido a características de outras estruturas seminais. Em geral, a dormência está relacionada com sementes tolerantes à dessecação, no entanto também pode ser observada em sementes sensíveis, como em *Brownea coccinea* e *Cynometra cauliflora*, leguminosas recalcitrantes que possuem dormência fisiológica do epicótilo (Jayasuriya *et al.*, 2012).

A família Leguminosae

Leguminosae possui cerca de 19.500 espécies, distribuídas em aproximadamente 751 gêneros e tem distribuição global, abrangendo variados ambientes de climas temperado, tropical, árido e sazonal (Lewis *et al.*, 2005). No Brasil, ocorrem 2.807 espécies, agrupadas em 222 gêneros (Lima *et al.*, 2015). É considerada uma família de grande importância ecológica, principalmente pelo fato de muitas de suas espécies serem responsáveis pela fixação do nitrogênio atmosférico, graças a interações simbióticas que desenvolvem com bactérias (The Legume Phylogeny Working Group, 2013). Além disso, possui grande importância econômica, já que muitas espécies são utilizadas como cultura alimentar, como o feijão e a soja, ou na ornamentação (Souza e Lorenzi, 2005; The Legume Phylogeny Working Group, 2013).

Além da presença de nódulos radiculares contendo bactérias simbiontes fixadoras de nitrogênio, as espécies de Leguminosae caracterizam-se por serem ervas, árvores ou lianas, de folhas compostas, com estípulas e pulvinos bem desenvolvidos; as flores são geralmente monoclinas, com hipanto curto e carpelo único (Judd *et al.*, 2002); em geral, desenvolvem frutos do tipo legume, mas há ocorrência de sâmara, folículo, craspédio, aquênio, drupa, baga ou lomento. Em geral, as sementes são unitegmentadas, provenientes de óvulos bitegmentados

(Corner 1951; 1976). Observa-se um típico padrão descrito para a anatomia da testa, em que a exotesta constituída de uma camada paliçádica e a mesotesta composta por células hipodérmicas em ampulheta e células parenquimáticas (Corner, 1951; 1976; Gunn, 1981). As sementes podem, ainda, apresentar arilo, pleurograma (Barroso *et al.*, 1991; 1999; Judd *et al.*, 2002) ou sarcotesta (Oliveira e Beltrati, 1994).

Leguminosae é subdividida em três subfamílias, Caesalpinioideae, que forma um grupo parafilético mais ancestral, do qual derivam Papilionoideae e Mimosoideae, ambas formando grupos monofiléticos (The Legume Phylogeny Working Group, 2013), das quais foram selecionadas as espécies a serem aqui estudadas.

Caesalpinioideae abrange cerca de 2.250 espécies em 171 gêneros, ocorre principalmente em regiões tropicais e subtropicais América do Sul, África e Sudeste da Ásia (Lewis *et al.*, 2005). Suas sementes costumam ser anátropas; não possuem pleurograma formado por linha de fissura, mas em algumas espécies pode aparecer como pequena depressão ou pequena elevação do tegumento; o feixe vascular se estende do hilo à micrópila, percorrendo rafe e antirrafe; a forma e estrutura do hilo varia dentro da família e o funículo é, geralmente, espesso; o endosperma, quando presente, possui células de parede espessada; o embrião reto apresenta cotilédones com células de parede delgada e radícula pequena e espessa (Corner, 1951; 1976).

Mimosoideae inclui 83 gêneros e 3.271 espécies, em sua maioria com distribuição pantropical (Lewis *et al.*, 2005). Possuem óvulos e sementes anátropas; testa com pleurograma definido por linha de fissura, aberto na extremidade hilar; o feixe vascular percorre rafe e antirrafe se estende do hilo à micrópila; a região de calaza é oposta ao hilo pequeno, circular ou levemente oblongo, envolto pela camada paliçádica da testa; o funículo é, geralmente, longo e delgado, podendo haver arilo funicular; o endosperma pode estar presente, com células de paredes espessadas, ou ausente; o cotilédone tem células de paredes delgadas, geralmente sem grãos de amido e o eixo embrionário é reto, com radícula pequena e espessa (Corner, 1951; 1976).

Papilionoideae é a maior das subfamílias, com aproximadamente 478 gêneros e 13.800 espécies (Lewis *et al.*, 2005). Seus óvulos tendem a ser campilótopos e sementes, em geral, são reniformes e não têm pleurograma; a rafe é mais curta que a antirrafe; o hilo, em geral, grande e alongado, duas camadas de paliçada (contrapaliçada) e a barra de traqueídes, podendo também apresentar arilo; o funículo é, geralmente, pequeno e achatado; o embrião é muito curvo, com radícula longa e curva, além de cotilédones com células de parede delgada e com grãos de amido (Corner, 1951; 1976).

Espécies selecionadas para estudo

Subfamília Caesalpinioideae

Bauhinia variegata L.: Espécies do gênero *Bauhinia* ocorrem em regiões tropicais, podem apresentar hábito arbóreo, arbustivo ou trepador. Suas folhas são simples e as flores podem variar em cor e tamanho. Os frutos podem ser deiscentes ou indeiscentes, com sementes grandes (Ponomarenko e Pavlova, 2003) e hilo tipicamente em forma de V (Gunn, 1991). Não há descrição na literatura a respeito de sua susceptibilidade à dessecação.

Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul.: Árvore com altura de 20 a 30 metros, de folhas bipinadas e frutos do tipo legume indeiscente. Ocorre, preferencialmente, em várzeas e fundos de vales, cujo solo é úmido e fresco. Seu florescimento ocorre de meados de novembro a fevereiro, apresentando dispersão irregular e descontínua (Lorenzi, 1992). Suas sementes são ortodoxas e endospermicas, com embrião maduro clorofiliano e cotilédones foliáceos de tamanhos iguais; a testa é muito rígida, com estrutura típica das leguminosas (Teixeira *et al.*, 2004), e ocorre dormência por impermeabilidade do tegumento (Crepaldi *et al.*, 1998).

Subfamília Mimosoideae

Inga laurina Willd.: Espécie arbórea, mede de 10 a 20 metros de altura, suas folhas são paripinadas e os frutos do tipo legume indeiscente (Lorenzi, 1998). Produzem sementes grandes, altamente recalcitrantes (Mendes-Rodrigues *et al.*, 2007), revestidas por sarcotesta extremamente succulenta e doce, formada por tricomas muito longos que, devido a sua origem, são considerados uma variação da camada paliçádica típica de Leguminosae (Oliveira e Beltrati, 1994). Devido ao alto teor de água, suas sementes apresentam viviparidade (Schulz *et al.*, 2014).

Piptadenia gonoacantha J.F. Macbr.: Árvore que pode chegar a 20 metros de altura, possui folhas bipinadas e frutos do tipo legume. Cresce em solos férteis ou pobres, é inexistente no cerrado e comum na mata atlântica e na floresta semidecídua da bacia do Paraná. Floresce do final de outubro a janeiro (Lorenzi, 1992; Carvalho, 2004). Suas sementes possuem longevidade inferior a seis meses (Carvalho, 2004).

Samanea inopinata (Harms) Barneby & J.W. Grimes: Árvores com altura variando entre cinco a 20 metros, suas flores são isomórficas, com estames distalmente vermelhos e brancos até a região mediana. Ocorre no Brasil, distribuída nos estados de Alagoas, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Bahia, Roraima e Minas Gerais, além ocorrer, também, na Venezuela e na Guiana (Barneby e Grimes, 1996; Oliveira-Filho, 2006). Não há descrição na literatura a respeito de sua susceptibilidade à dessecação.

Subfamília Papilionoideae

Swartzia multijuga Vogel: Possui cerca de 5 metros de altura, folhas com folíolos opostos e raque alada e os frutos são legumes indeiscentes. Cada fruto produz de 8 a 14 sementes de cor creme e arilo alaranjado (Bortoluzzi *et al.*, 2004). Ocorre na cadeia do Espinhaço de Minas Gerais e no litoral do Espírito Santo (Mansano e Tozzi, 1999). A semente é arilada (Mansano e Tozzi, 1999) e sensível a dessecação (Vieira e Scariot, 2006).

Platypodium elegans Vogel: Hábito arbóreo, com altura de 8 a 12 metros, possui folhas pinadas e frutos do tipo sâmara. É característica de terrenos bem drenados do cerrado e na transição para a floresta semidecídua. Floresce de setembro a novembro e sua dispersão é uniforme, produzindo anualmente grandes quantidades de sementes viáveis (Lorenzi, 1992). As sâmaras são típicas, com núcleo seminífero lenhoso e por uma ala vascularizada (Barroso *et al.*, 1999), sendo muito difícil separar semente e pericarpo (Lorenzi, 1998). Segundo C.R. Magalhães (dados não publicados), 12 meses de armazenamento diminuem em sua viabilidade.

Erythrina speciosa Andrews: Árvores de 3 a 5 metros, com folhas trifolioladas e frutos do tipo legume. Ocorre, preferencialmente, em terrenos muito úmidos ou brejosos do litoral. Durante seu florescimento, que ocorre de julho a setembro, a planta perde todas as folhas. Produz muitas sementes viáveis a cada ano, sendo sua dispersão uniforme (Lorenzi, 1992). A semente é alongada, reniforme e com extremidades arredondadas (Groth e Andrade, 2003), tolerante à dessecação (Mello *et al.*, 2010).

OBJETIVOS

Considerando a importância das leguminosas e a escassez deste tipo de estudo, o objetivo geral do presente trabalho foi descrever a morfoanatomia das sementes das espécies selecionadas, investigando aspectos distintivos e semelhantes entre elas, bem como comparando sementes frescas e após armazenamento em cada subfamília.

São objetivos específicos do presente trabalho:

- Analisar a morfologia das sementes de cada espécie, comparando as características entre espécies de uma mesma subfamília e relacionando-as com a susceptibilidade à dessecação.
- Analisar a anatomia do tegumento das sementes de cada espécie, comparando as características entre espécies de uma mesma subfamília e relacionando-as com a susceptibilidade à dessecação
- Caracterizar e relatar possíveis alterações morfológicas e anatômicas ocorridas durante o armazenamento por 12 meses.
- Caracterizar e relatar possíveis influências da estrutura da testa das sementes tolerantes à dessecação no processo de embebição.

MATERIALE MÉTODOS

Coleta das sementes

Sementes de *Bauhinia variegata* e *Caesalpinia ferrea* (Caesalpinioideae), *Inga laurina*, *Piptadenia gonoacantha* e *Samanea inopinata* (Mimosoideae), e *Erythrina speciosa*, *Platypodium elegans* e *Swartzia multijuga* (Papilionoideae) foram coletadas, de pelo menos três indivíduos de cada espécie, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, no *campus* Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais (19°51'59.3"S- 19°52'11.4"S, 43°57'50.2"W- 43°58'06.0"W); apenas sementes de *Bauhinia variegata* foram coletadas de indivíduos cultivados para arborização urbana (19°51'39" S, 43°56'51" W). Ramos férteis foram coletados para preparação de exsiccatas, as quais foram identificadas por especialista ou por comparação no Herbário BHCB, do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, como documentação taxonômica.

Frutos e sementes maduros foram coletados diretamente da copa ou recolhidos logo após a abscisão, e transportados para o Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, onde foram analisados, processados e armazenados. Separaram-se dois lotes de sementes de cada espécie, cada um de 300 unidades, um para análises a fresco (imediatas) e outro para avaliação após armazenamento durante 12 meses, embaladas em sacos de papel e mantidas em temperatura ambiente.

Teor de água

Para verificação do teor de água das sementes recém coletadas e auxiliar a classificação em sementes tolerantes ou sensíveis à dessecação, amostras cerca de 50 gramas de sementes de cada espécie foram inicialmente pesadas e, posteriormente, acondicionadas em estufa a 105°C por 24 horas (Brasil, 2009). Após este período, as amostras foram colocadas em dessecador até que esfriassem e foram pesadas novamente. O percentual de umidade foi calculado de acordo com a fórmula (Brasil, 2009):

$$\% \text{ de Umidade } (U) = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde P = peso inicial (peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida); p = peso final (peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca); t = tara (peso do recipiente com sua tampa).

Análise morfológica

Sementes recém coletadas e previamente isoladas dos pericarpos foram recolhidas aleatoriamente e seccionadas longitudinal e transversalmente com auxílio de lâmina de aço descartável; sementes com envoltório rígido foram cortadas com microrretífica Dremel® 3000. Tais sementes foram analisadas e fotodocumentadas sob estereomicroscópio Zeiss® Stemi 2000-C com câmara digital Canon® PowerShot A650 acoplada ou com câmera digital Sony® SLT-A58.

Os caracteres morfológicos analisados foram: forma e contorno da semente; consistência, cor e textura da testa; posição do hilo e da micrópila; características da calaza, rafe e lente.

Além disso, foi realizada uma análise morfométrica em amostras de 50 sementes recém colhidas de cada espécie, anotando-se os dados de comprimento, largura e espessura das sementes, tomados com paquímetro, e de peso da matéria fresca, obtido em balança analítica. Para esses dados, foram calculados média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Análise da micromorfologia de superfície

Sementes recém coletadas e armazenadas das espécies tolerantes à dessecação foram desidratadas em estufa a 60°C por 24 horas. Após a desidratação, as sementes foram seccionadas, fixadas em suportes metálicos, utilizando massa adesiva epóxi para adequar o posicionamento das amostras e cola de grafite. As sementes foram posicionadas de forma que fosse possível a visualização das regiões do hilo, micrópila, lateral, rafe, antirrafe e calaza. A metalização das amostras foi feita com 10 nm de ouro em aparelho Balzers® SCD 050. A micromorfologia de superfície foi analisada em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Quanta FEI® 200 (*P. elegans*) e Quanta FEI® FEG 3D (*Bauhinia variegata*, *Caesalpinia ferrea*, *Piptadenia gonoacantha*, *Samanea inopinata* e *Erythrina speciosa*), produzindo-se imagens digitais. As sementes sensíveis à dessecação não passaram por essas análises porque seu alto teor de água desfigurou as características típicas do tegumento durante o armazenamento.

Análise anatômica

As sementes de *Bauhinia variegata* (Caesalpinioideae), *Inga laurina* e *Piptadenia gonoacantha* (Mimosoideae), e *Platypodium elegans* e *Swartzia multijuga* (Papilionoideae), tanto recém coletadas quanto após o armazenamento, foram fragmentadas e as amostras das regiões de hilo, micrópila, lateral, rafe e antirrafe foram fixadas em formol-ácido acético-etanol 50%

(Johansen, 1940) e, após desidratação gradual em série etílica, o material foi infiltrado e incluído em (2-hidroxietil)-metacrilato Leica[®], sendo o processamento feito em freezer para retardar a polimerização e otimizar o processo de infiltração (Paiva *et al.*, 2011, modificado). Quando necessário, as amostras foram conservadas em álcool etílico a 70% (Jensen, 1962), até condições propícias para o início do processo de inclusão.

Posteriormente, o material foi seccionado em micrótomo rotativo Zeiss[®] Hyrax M40, obtendo secções longitudinais e transversais com espessuras entre 8 e 10 μm , que foram coradas com azul de toluidina a 0,05% em tampão acetato, pH 4,7 (O'Brien *et al.*, 1964, modificado) e montadas com Entellan[®].

Por serem muito rígidas, as sementes de *Caesalpinia ferrea* (Caesalpinioideae), *Samanea inopinata* (Mimosoideae) e *Erythrina speciosa* (Papilionoideae) foram seccionadas com o auxílio de microrretífica Dremel[®], para obtenção de amostras com as regiões de hilo, micrópila, lateral, rafe e antirrafe. Os fragmentos foram colocados em glicerina 100% e levados a aquecimento em banho seco a 100°C, sob agitação por 15 minutos. Após este tempo, o material foi levado a resfriamento gradual por 30 min em temperatura ambiente. O processo aquecimento-resfriamento foi feito quatro vezes e, após o último ciclo, as sementes foram lavadas três vezes em etanol 95%, solução em que foram mantidas por cerca de 18 horas (para permitir que toda glicerina fosse removida do material). Iniciou-se, então, o processo de infiltração e inclusão, semelhante ao descrito anteriormente.

Foram também realizados alguns testes histoquímicos, utilizando-se os seguintes reagentes ou corantes: floroglucinol acrescido de HCl, para identificar paredes lignificadas (Sass, 1951); vermelho de rutênio, para identificação de pectinas (Jensen, 1962); e cloreto férrico, acrescido de carbonato de sódio, para verificação da ocorrência de compostos fenólicos (Johansen, 1940).

O laminário preparado foi analisado em microscopia de luz e os resultados descritos e fotodocumentados em microscópio Zeiss[®] Primo Star com câmara digital Canon[®] PowerShot A650 acoplada, aplicando-se as escalas nas condições ópticas adequadas.

Curva de embebição

Foram utilizadas três repetições de 10 sementes para cada espécie, sendo considerados dois tratamentos: sementes frescas e sementes armazenadas por 12 meses. As sementes foram previamente pesadas e colocadas para embeber em placas de Petri com água destilada, suficiente para cobri-las totalmente, em temperatura ambiente. Em intervalos de tempo predeterminados (30 minutos, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 48, 72 e 96 horas após o tempo 0), as sementes foram pesadas, após serem enxutas em toalha de papel (Baskin e Baskin, 2001, modificado). As medições foram

encerradas quando mais de 50% das sementes estavam germinadas, de modo a evitar que o peso da plântula alterasse o resultado. Padronizou-se a apresentação dos resultados pelo menor tempo em que uma das espécies atingiu metade de sementes germinadas.

RESULTADOS

Teor de água

Para as espécies estudadas, os teores de água determinados podem ser vistos na Tab. 1. Os resultados para *Inga laurina* (67,72%) e *Swartzia multijuga* (40,04%) indicam sua sensibilidade à dessecação, enquanto que as outras espécies estudadas apresentaram teor de água inferior a 15%, o que indica sua tolerância à dessecação.

Caracterização morfológica de sementes frescas e armazenadas

Os dados morfométricos das sementes frescas das espécies em estudo encontram-se na Tab. 2. Em Caesalpinioideae, *Bauhinia variegata* apresenta maiores peso e dimensões que *Caesalpinia ferrea*, com exceção da espessura que é maior nesta. Em Mimosoideae, *Inga laurina* é maior em todas as variantes analisadas. Para as variantes peso e largura, não há diferenças significativas entre *Piptadenia gonoacantha* e *Samanea inopinata*. Em Papilionoideae, *Swartzia multijuga* apresenta-se maior em todas as variantes analisadas e não há diferença significativa entre peso e comprimento de *Erythrina speciosa* e *Platypodium elegans*.

Caesalpinioideae

Bauhinia variegata: Semente anátropa, de contorno arredondado e achatada lateralmente; coloração bege-amarronzada heterogênea, apresentando manchas mais escuras sem um padrão específico; textura lisa e fosca; região de calaza obtusa e região hilo-micropilar assimétrica, com lobo radicular elevado e evidente (Fig. 1A); hilo em forma de V (Fig. 1B–C), região onde, nas sementes armazenadas, é possível observar rachaduras superficiais (comparar Fig. 1C com a Fig. 1B); a micrópila só pode ser observada em MEV, por ser um poro muito pequeno (Fig. 1D–E), não mostrando alteração com o armazenamento; na lateral (Fig. 1F–G), antirrafe (Fig. 1J–K) e calaza (Fig. 1L–1M), o revestimento apresenta relevo irregular (Fig. 1F), com pequenas descamações e algumas hifas de fungos após armazenamento (Fig. 1G) e são observados numerosos estômatos (Fig. 1F–M); nas sementes armazenadas, são evidenciadas rachaduras superficiais nas regiões de rafe (Fig. 1I), antirrafe (Fig. 1K) e calaza (Fig. 1M).

Caesalpinia ferrea: Semente anátropa e oblongo-ovalada; apresentam coloração variando de preta a marrom escura; região de calaza obtusa e região hilo-micropilar assimétrica, com lobo radicular pouco evidente (Fig. 2A–C); hilo recoberto por resíduo do funículo, que é persistente mesmo após armazenamento (Fig. 2C–D); lente apresenta-se como inúmeros pequenos poros no estrato mucilaginoso (Fig. 2E–F) e a superfície lateral apresenta várias linhas de fratura

superficiais, sem diferenças entre sementes frescas (Fig. 2G) e armazenadas (Fig. 2H); antirrafe (Fig. 2G–H) e calaza (Fig. 2K–L) também apresentam muitas linhas de fratura, porém mais curvas nas sementes armazenadas que nas frescas.

Mimosoideae

Inga laurina: Semente anátropa e oblonga-ovalada; é coberta superficialmente pela sarcotesta de coloração branca (Fig. 3A–B) e conteúdo adocicado; após o armazenamento, a semente fica mais rígida, em função da intensa desidratação, e a sarcotesta torna-se acinzentada (Fig. 3C).

Piptadenia gonoacantha: Semente anátropa, de contorno arredondado e achatada lateralmente; coloração bege-amarronzada; região de calaza obtusa e região hilo-micropilar assimétrica, com lobo radicular evidente (Fig. 4A); pleurograma aberto; hilo ovalado e nas sementes armazenadas observa-se descamação (Fig. 4B–C); lente ovalada alongada, localizada sobre a rafe e próxima ao hilo (Fig. 4D–E), de superfície com várias ondulações na semente fresca (Fig. 4D) e lisa na armazenada (Fig. 4E); região lateral com superfície bastante irregular, sendo as irregularidades mais acentuadas na semente armazenada (Fig. 4G) que na fresca (Fig. 4F); pleurograma mostra uma fenda no estrato mucilaginoso, mais estreita na semente fresca (Fig. 4H) que na armazenada, onde se aprofunda (Fig. 4I); rafe com grande ondulação na semente armazenada (Fig. 4K), não observada na semente fresca (Fig. 4J), ambas com ornamentação similar; região de calaza e antirrafe com características superficiais similares entre si.

Samanea inopinata: Semente anátropa, oblonga e achatada; coloração marrom, mais amarelada na região próxima ao pleurograma, que é aberto (Fig. 5A); região de calaza obtusa e região hilo-micropilar assimétrica, com lobo radicular evidente (Fig. 5A); funículo persistente, sem alterações superficiais entre sementes fresca (Fig. 5B) e armazenada (Fig. 5C); micrópila pequena, quase imperceptível, próxima à base do funículo, mais visível na semente armazenada (Fig. 5E) que na fresca (Fig. 5D); lente ovalada, alongada e sem alterações superficiais entre sementes frescas (Fig. 5F) e armazenadas (Fig. 5G); ao redor da lente, observam-se rachaduras apenas nas sementes armazenadas (Fig. 5G); pleurograma como uma fenda no estrato mucilaginoso, mais profunda na semente armazenada (Fig. 5I) que na fresca (Fig. 5H); superfície lateral com linhas de fraturas (Fig. 5H–I), em maior densidade e mais nítidas nas sementes armazenadas; superfície da região de rafe da semente armazenada também apresenta fissuras (Fig. 5K), porém, diferente das encontradas na lateral, as fissuras dessa região ocorrem preferencialmente no sentido do comprimento, na semente fresca a superfície apresenta pequenas elevações arredondadas e não foram observadas fissuras (Fig. 5J).

Papilionoideae

Erythrina speciosa: Semente campilótropa, levemente reniforme, aproximadamente oblonga no sentido longitudinal e circular em secção transversal mediana; hilo pronunciado; coloração marrom escura (Fig. 6A); a superfície do hilo é formada por várias fissuras na semente fresca, as quais não são observadas na semente armazenada (Fig. 6B–C), onde a superfície é irregular; fenda hilar bastante evidente nos dois tratamentos; micrópila em forma de Y e pequena, com sulco profundo e mais visível na semente armazenada que na fresca (Fig. 6D–E); na superfície da lateral e na região calazal das sementes frescas, o estrato mucilaginoso apresenta-se como uma espécie de malha, através da qual é possível ver a superfície das células paliçádicas da testa (Fig. 6F–J); nas sementes armazenadas, isso não é possível, já que o estrato mucilaginoso cobre igualmente toda a superfície (Fig. 6G–K); na região de rafe, observam-se várias pequenas elevações e não foram observadas diferenças entre sementes fresca e armazenada (Fig. 6H–I).

Platypodium elegans: Semente campilótropa, achatada e alongada no sentido longitudinal; coloração marrom-avermelhada (Fig. 7A); hilo ovalado e sem diferenças estruturais superficiais entre sementes frescas e armazenadas (Fig. 7B–C); micrópila próxima ao hilo, formada por um poro relativamente grande, quando comparada ao tamanho do hilo (Fig. 7D–E); em sementes armazenadas, resquícios desprendidos do funículo podem aparecer sobre a superfície, inclusive no poro micropilar (Fig. 7C, E); superfície lateral com pequenas elevações, mais acentuadas na semente armazenada que na fresca (Fig. 7F–G); região de rafe na semente fresca apresenta uma dobra, não é observada na semente armazenada (Fig. 7H–I); região de calaza com muitas elevações na superfície da semente armazenada, não evidentes na semente fresca (Fig. 7J–K).

Swartzia multijuga: Semente com hilo linear circundante e arilo amarelo; coloração bege (Fig. 8A–B); após armazenamento, as sementes ficaram bastante rígidas e o tegumento, que na fresca é liso e brilhante (Fig. 8A–B), ficou enrugado e o arilo perdeu a cor e começou a descamar (Fig. 8C).

Análises anatômicas

Os resultados dos testes histoquímicos realizados na testa de todas as espécies podem ser conferidos na Tab. 3 e nas Fig. 9A–P.

Caesalpinioideae

Bauhinia variegata: Exotesta formada por células quase cúbicas, alongadas anticlinalmente, diferenciadas das células parenquimáticas que compõem a mesotesta, que são consideravelmente maiores (Fig. 10A). Na exotesta, são observados numerosos estômatos (Fig. 10C). Rafe e antirrafe

(Fig.10D–E) são muito semelhantes, sendo o feixe rafeal de posição mais simétrica na mesotesta. No hilo, a mesotesta é mais espessa, formando uma protuberância (Fig. 11A). Não foram observadas diferenças anatômicas entre sementes frescas e armazenadas por 12 meses (Fig. 10A–B).

Caesalpinia ferrea: Exotesta formada por células paliçádicas, cobertas externamente por nítido estrato mucilaginoso; mesotesta formada por células em ampulheta, em contato com a paliçada, seguida por várias camadas de células parenquimáticas (Fig. 10F). Rafe e antirrafe com feixe vascular de contorno arredondado, que se diferenciam apenas pela simetria na mesotesta, estando a rafe com feixe vascular mais simétrico (Fig. 10I–J). O hilo é localizado em uma invaginação, onde o funículo, em geral persistente, se encaixa. Nessa região, a camada de células paliçádicas é duplicada, observando-se a contrapaliçada (Fig. 11B). Não foram observadas diferenças anatômicas entre sementes frescas e armazenadas por 12 meses (Fig. 10F–G).

Mimosoideae

Inga laurina: Exotesta formada pela sarcotesta, composta por tricomas unicelulares muito longos e de parede delgada (Fig. 12A–B) e mesotesta formada por poucas camadas de células parenquimáticas vivas, de paredes pectocelulósicas mais espessas que as da exotesta (Fig. 12A). Rafe e antirrafe são muito semelhantes, havendo pequena variação na dimensão dos feixes vasculares, tendo o antirrafeal contorno mais elíptico que o rafeal (Fig. 12C–D). O hilo está localizado em região em que a mesotesta é mais espessa, e não exibe nenhuma modificação estrutural (Fig. 11C). Após armazenamento, os tricomas que formam a sarcotesta apresentam-se colapsados, bem como as células parenquimáticas que formam a mesotesta (Fig. 12E–F), e o feixe vascular da rafe mostra-se mais compacto (Fig. 12G).

Piptadenia gonoacantha: Exotesta formada por células em paliçada, com linha lúcida próxima da superfície externa; mesotesta com células em ampulheta bastante espaçadas entre si e poucas camadas de células parenquimáticas mais internas (Fig. 12H). Rafe e antirrafe são idênticas (Fig. 12J–K). O hilo não mostra grandes alterações teciduais, sendo a paliçada interrompida e o hilo localizado no mesmo plano que ela (Fig. 11D). Não foram observadas diferenças anatômicas entre sementes frescas e armazenadas por 12 meses (Fig. 12H–I).

Samanea inopinata: Testa formada por exotesta composta por células em paliçada, com linha lúcida evidente e periférica; mesotesta composta de células em ampulheta e várias camadas de células parenquimáticas, cujas paredes celulares são bastante espessas (Fig. 12L). Rafe e antirrafe não diferem entre si (Fig. 12N–O). Região de hilo sem grandes diferenciações estruturais e o

funículo é persistente (Fig. 11E). Não foram observadas diferenças anatômicas entre sementes frescas e armazenadas por 12 meses (Fig. 12L–M).

Papilionoideae

Erythrina speciosa: Exotesta composta por células em paliçada, com linha lúcida próxima a face anticlinal das células. e mesotesta composta por células em ampulheta e por poucas camadas parenquimáticas, que se apresentam muito compactadas (Fig. 13A); a espessura da camada paliçada é maior que a de toda a mesotesta. O hilo é avantajado, onde se observa a paliçada e uma camada contrapaliçada, que definem a fenda hilar; internamente, ocorre espessa faixa de tecido esponjoso, na qual se insere a barra de traqueídes (Fig. 11G, 13C). Não foram observadas diferenças anatômicas entre sementes frescas e armazenadas por 12 meses (Fig. 13A–B).

Platypodium elegans: Exotesta formada por células em paliçada, com linha lúcida próxima a face anticlinal das células. e mesotesta formada por células em ampulheta, bem espaçadas entre si, e células parenquimáticas em camadas compactadas (Fig. 13D). Na região da rafe, a testa tem espessura variável, ocorrendo projeções evidentes (Fig. 13F). Hilo formado em pequena depressão e funículo, em geral, persistente (Fig. 11F). Não foram observadas diferenças anatômicas entre sementes frescas e armazenadas por 12 meses (Fig. 13D–E).

Swartzia multijuga: Não é possível distinguir as camadas de exotesta e mesotesta, visto que o tegumento é todo composto por células compactadas, alongadas periclinalmente (Fig. 13G). O hilo é formado em região em que a testa é mais espessa (Fig. 13I) e há presença de arilo parcial (Fig. 13J), de espessura maior que o próprio tegumento (Fig. 13H). Após o armazenamento, houve a formação de espaços intercelulares (Fig. 13H) e o arilo diminuiu bastante sua espessura (Fig. 13K).

Curva de Embebição

Entre as espécies de Caesalpinioideae, *Bauhinia variegata* apresentou rápida absorção de água nas primeiras seis horas e, a partir de então, a embebição se tornou mais lenta, apresentando pequena variação de massa fresca (Fig. 14A); *Caesalpinia ferrea*, por sua vez, não apresentou absorção de água, mantendo sua massa constante durante todo período de observação (Fig. 14A). Em Mimosoideae, observou-se em *Piptadenia gonoacantha* um padrão de embebição semelhante ao de *Bauhinia variegata* e, em *Samanea inopinata*, não houve absorção até 48 horas de observação, mantendo constante sua massa fresca, que começou a variar mais intensamente a partir de 72 horas de observação (Fig. 14B). Nas espécies de Papilionoideae, *Platypodium elegans* apresentou rápida absorção de água nas primeiras seis horas e, assim como *Bauhinia variegata* e

Piptadenia gonoacantha, tornou-se mais lenta a partir de dezoito horas de observação (Fig. 14C); *Erythrina speciosa* manteve sua massa constante nas seis primeiras horas e, a partir das 18 horas de observação, começou a absorver água, aumentando sua massa (Fig. 14C).

Não houve diferença de absorção de água entre sementes frescas e armazenadas em nenhuma das espécies estudadas, com exceção de *Erythrina speciosa*, em que não houve embebição, nas sementes armazenadas, durante todo o período de observação (Fig. 14C).

TABELAS

Tabela1. Teor de água das sementes recém coletadas das espécies de Leguminosae estudadas (amostras com 50 g de sementes).

Subfamília	Teor de água (%)
Espécie	
Caesalpinioideae	
<i>Bauhinia variegata</i>	11,35
<i>Caesalpinia ferrea</i>	10,86
Mimosoideae	
<i>Inga laurina</i>	67,72
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	9,38
<i>Samanea inopinata</i>	10,43
Papilionoideae	
<i>Erythrina speciosa</i>	7,42
<i>Platypodium elegans</i>	11,57
<i>Swartzia multijuga</i>	40,04

Tabela 2. Média, desvio padrão e coeficiente de variação para as variáveis peso da matéria fresca (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm) de sementes recém coletadas das três subfamílias de Leguminosae estudadas (n = 50).

Subfamília	Peso da matéria fresca			Comprimento			Largura			Espessura			
	Espécie	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)
Caesalpinioideae													
	<i>Bauhinia variegata</i>	0,43	0,0780	18,0594	17,37	1,0881	6,2656	15,67	1,1610	7,4686	2,72	0,4458	16,4068
	<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,14	0,0222	16,1343	8,87	0,7442	8,3905	6,02	0,3934	6,5367	3,97	0,5511	13,8654
Mimosoideae													
	<i>Inga laurina</i>	3,24	2,1382	65,9833	20,95	1,9774	9,4380	14,82	3,0242	20,4067	17,66	2,4188	13,6960
	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	0,06	0,0154	25,9709	7,92	0,8814	11,1323	6,53	0,8265	12,6610	1,92	0,2597	13,5624
	<i>Samanea inopinata</i>	0,36	0,0527	14,7354	13,83	0,7722	5,5851	7,06	0,7217	10,2299	5,53	0,6283	11,3536
Papilionoideae													
	<i>Erythrina speciosa</i>	0,30	0,0553	18,4333	6,81	0,5650	8,2988	12,92	0,9052	7,0080	5,89	0,4913	8,3395
	<i>Platypodium elegans</i>	0,23	0,0645	28,5344	6,68	0,6218	9,3149	15,91	0,9030	5,6740	4,58	0,8613	18,8063
	<i>Swartzia multijuga</i>	11,86	2,7532	23,2099	27,84	2,9593	10,6290	32,05	3,6227	11,3039	21,11	3,4570	16,3768

Tabela 3. Resultados dos testes histoquímicos realizados com floroglucinol + HCl, vermelho de rutênio e com a solução aquosa a 10% de cloreto férrico adicionado de carbonato de sódio, aplicados à testa das sementes das espécies de Leguminosae estudadas. (++): intenso resultado positivo; (+): discreto resultado positivo; (-): resultado negativo.

Subfamília Espécie	Floroglucinol + HCl	Cloreto férrico	Vermelho de rutênio	Figuras
Caesalpinioideae				
<i>Bauhinia variegata</i>	(+) somente elementos traqueais	(++) conteúdo das células parenquimáticas	(++) paredes celulares	Fig. 9A–B
<i>Caesalpinia ferrea</i>	(+) somente elementos traqueais	(+) conteúdo das células parenquimáticas e das células em paliçada	(++) paredes celulares	Fig. 9C–D
Mimosoideae				
<i>Inga laurina</i>	(+) somente elementos traqueais	(-)	(++) paredes celulares, inclusive tricomas	Fig. 9E–F
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	(+) somente elementos traqueais	(+++) conteúdo das células parenquimáticas	(++) paredes celulares	Fig. 9G–H
<i>Samanea inopinata</i>	(+) somente elementos traqueais	(-)	(++) paredes celulares	Fig. 9I–J
Papilionoideae				
<i>Erythrina speciosa</i>	(+) somente elementos traqueais	(+) conteúdo das células parenquimáticas e das células em paliçada	(++) paredes celulares	Fig. 9K–L
<i>Platypodium elegans</i>	(+) somente elementos traqueais	(+++) conteúdo das células parenquimáticas e das células em paliçada	(++) paredes celulares	Fig. 9M–N
<i>Swartzia multijuga</i>	(+) somente elementos traqueais	(-)	(++) paredes celulares	Fig. 9O–P

FIGURAS

Figura 1. Morfologia da semente de *Bauhinia variegata* (Caesalpinioideae). (A) Aspecto geral em vista lateral. (B–M) Aspectos micromorfológicos, observações em MEV. (B–C) Hilo, respectivamente de semente fresca e armazenada. (D–E) Micrópila, respectivamente de semente fresca e armazenada. (F–G) Região lateral, com detalhe do estômato, respectivamente de semente fresca e armazenada. (H–I). Rafe, respectivamente de semente fresca e armazenada. (J–K) Antirrafe, respectivamente de semente fresca e armazenada. (L–M) Calaza, respectivamente de semente fresca e armazenada. Ponta de seta: rachaduras superficiais, observadas após armazenamento; hi: hilo; lr: lobo radicular; mi: micrópila.

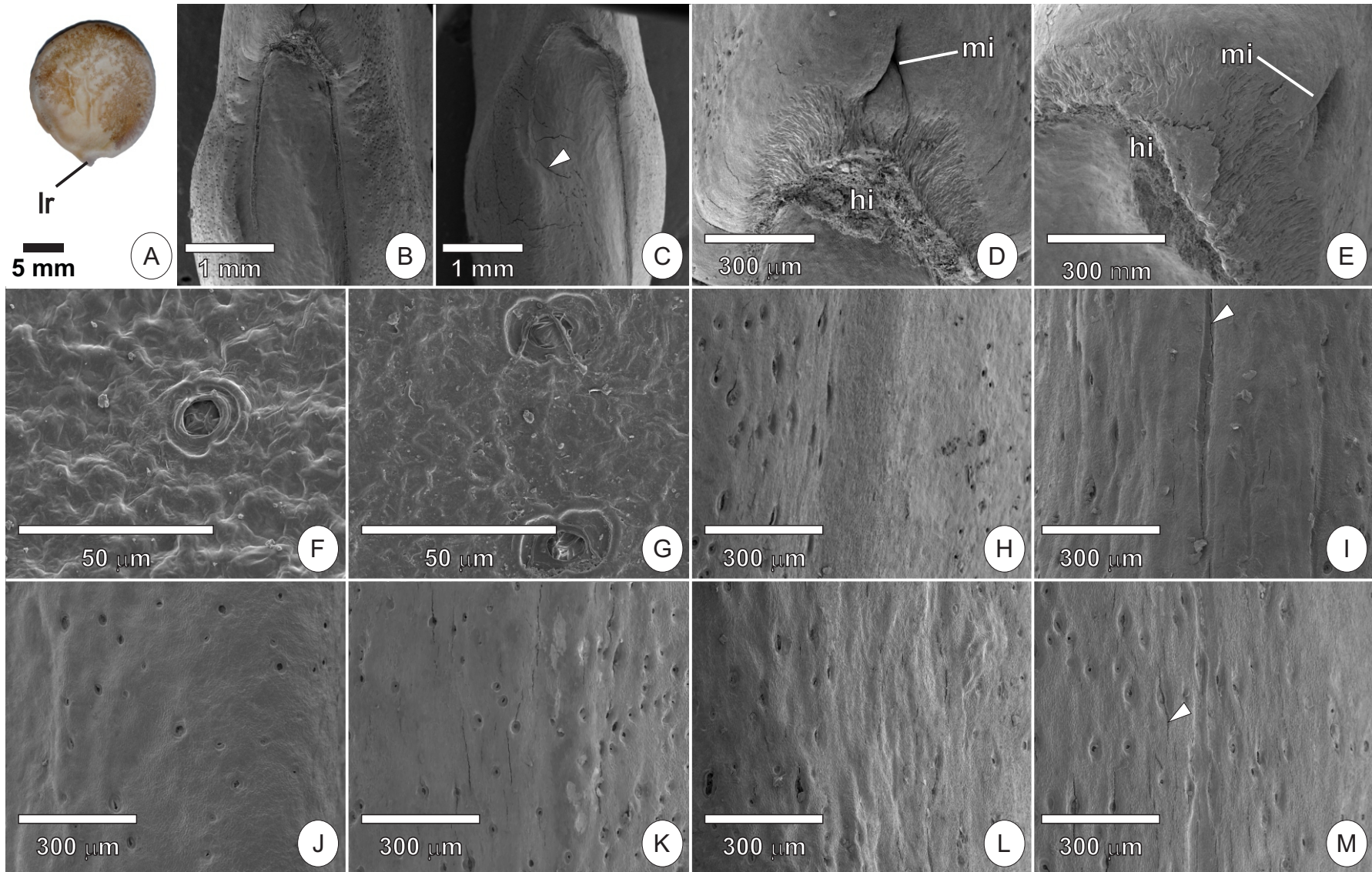


Figura 2. Morfologia da semente de *Caesalpinia ferrea* (Caesalpinioideae). (A–B) Aspecto geral em vista lateral. (A) Morfotipo marrom. (B) Morfotipo preto. (C–L) Aspectos micromorfológicos, observações em MEV. (C–D) Hilo, respectivamente de semente fresca e armazenada, com resíduo do funículo que é persistente. (E–F) Lente, respectivamente de semente fresca e armazenada. (G–H) Superfície lateral, respectivamente de semente fresca e armazenada, mostrando as linhas de fratura (ponta de seta). (I–J) Antirrafe, respectivamente de semente fresca e armazenada. (K–L) Calaza, respectivamente de semente fresca e armazenada. fu: funículo; lr: lobo radicular.

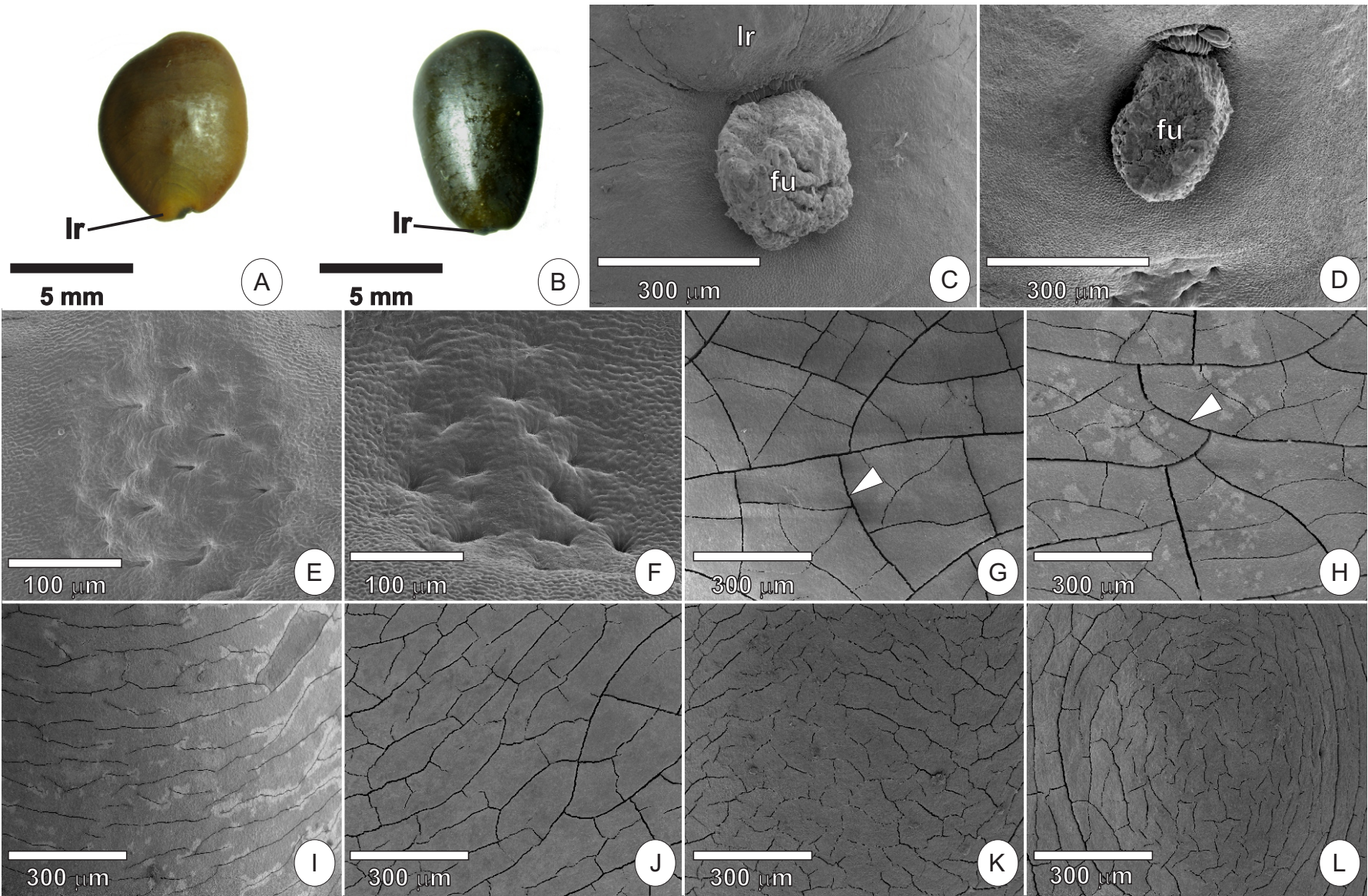


Figura 3. Morfologia das sementes de *Inga laurina* (Mimosoideae). (A) Semente fresca inteira. (B) Semente fresca, expondo o embrião e evidenciando a espessura da sarcotesta. (C) Semente armazenada. em: embrião; fu: funículo; st: sarcotesta.

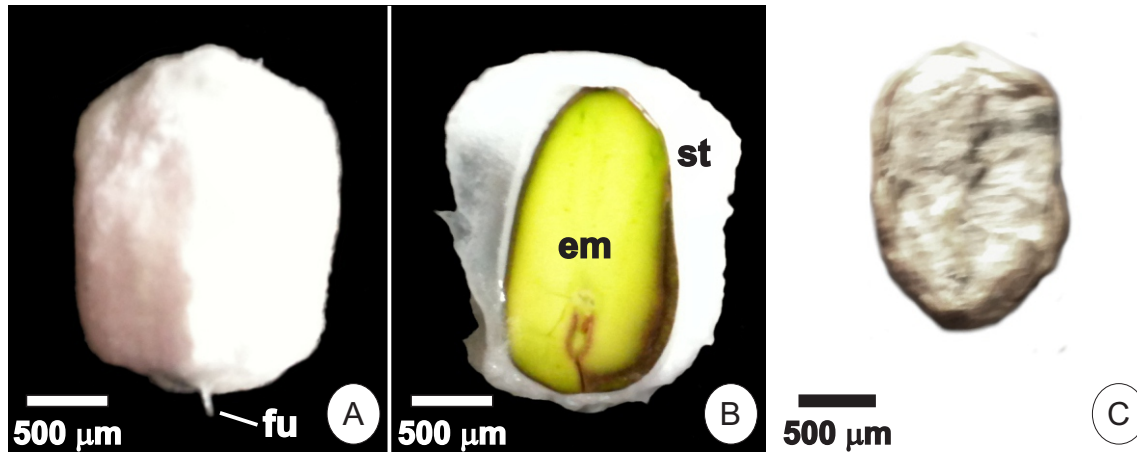


Figura 4. Morfologia da semente de *Piptadenia gonoacantha* (Mimosoideae). (A) Aspecto geral em vista lateral. (B–K) Aspectos micromorfológicos, observações em MEV; (B–C) Hilo e micrópila, respectivamente de semente fresca e armazenada. (D–E) Lente, com detalhe da superfície, respectivamente de semente fresca e armazenada. (F–G) Superfície lateral, respectivamente de semente fresca e armazenada. (H–I) Pleurograma, respectivamente de semente fresca e armazenada. (J–K) Rafe, com detalhe da superfície, respectivamente de semente fresca e armazenada. hi: hilo; le: lente; lr: lobo radicular; mi: micrópila; ra: rafe.

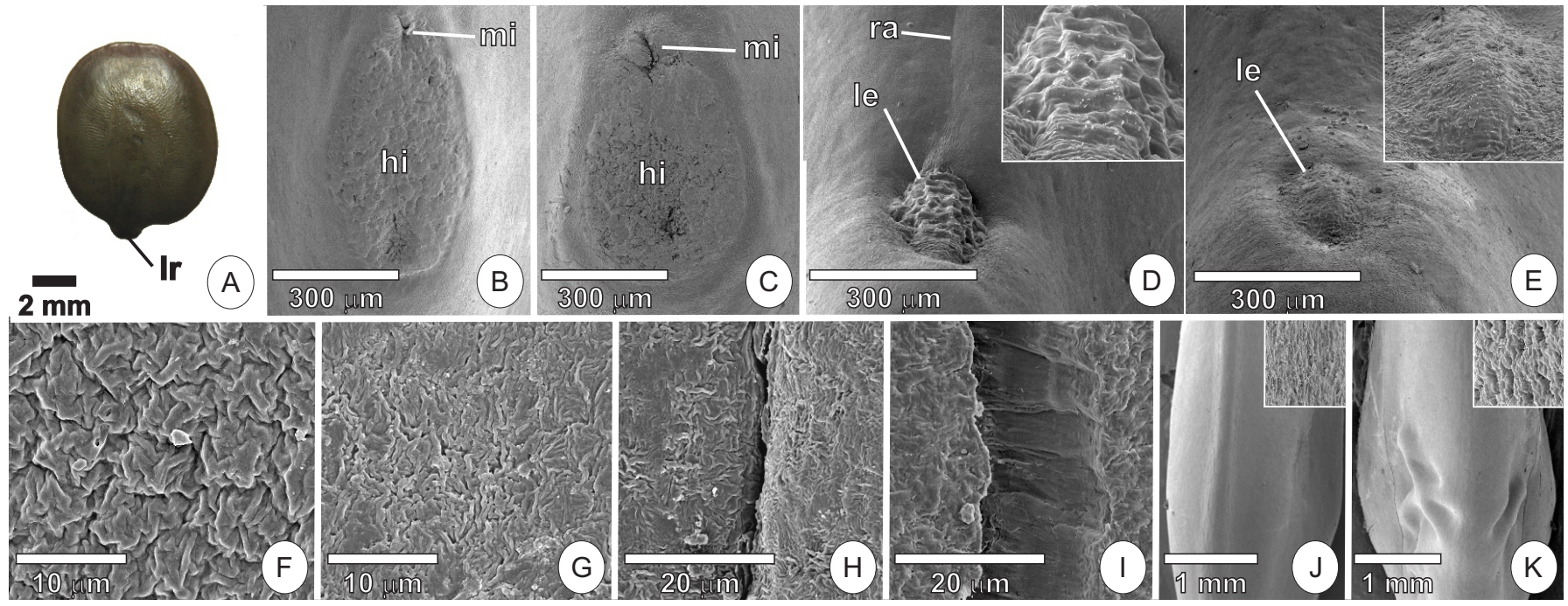


Figura 5. Morfologia da semente de *Samanea inopinata* (Mimosoideae). (A) Aspecto geral em vista lateral. (B–K) Aspectos micromorfológicos, observações em MEV. (B–C) Hilo com resquício do funículo, respectivamente de semente fresca e armazenada. (D–E) Micrópila, respectivamente de semente fresca e armazenada. (F–G) Lente, respectivamente de semente fresca e armazenada. (H–I) Superfície lateral, respectivamente de semente fresca e armazenada. (J–K) Rafe, respectivamente de semente fresca e armazenada. Ponta de seta: linha de fratura; fu: funículo; lr: lobo radicular; mi: micrópila.

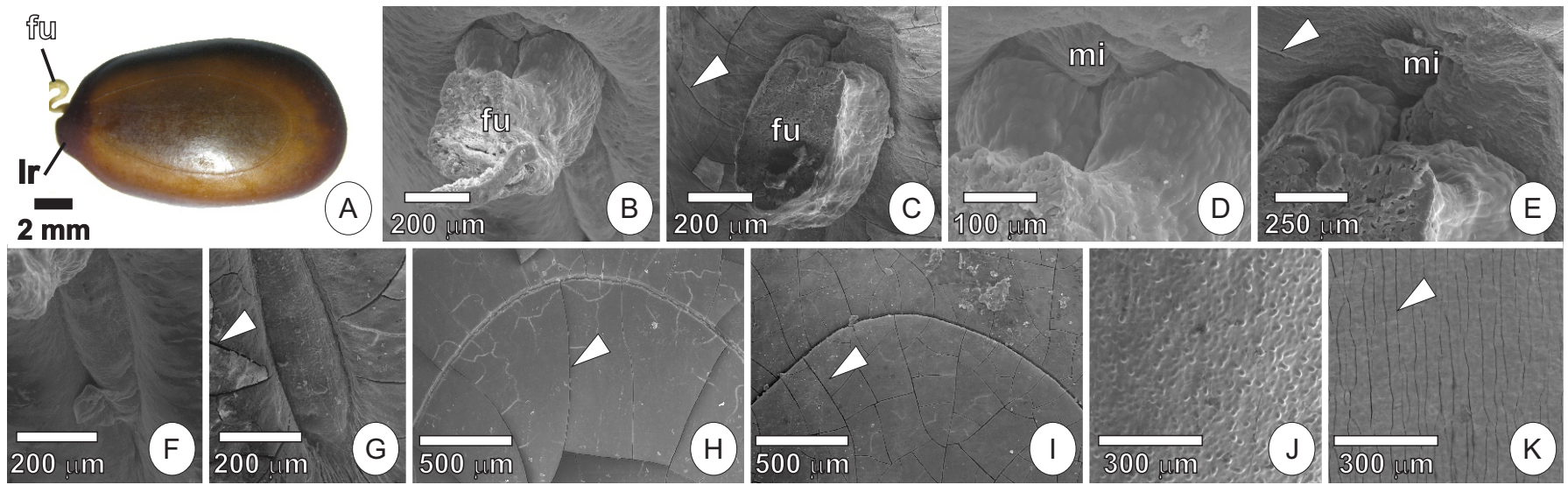


Figura 6. Morfologia da semente de *Erythrina speciosa* (Papilionoideae). (A) Aspecto geral, em vista lateral à esquerda e hilo-micropilar à direita. (B–K) Aspectos micromorfológicos, observações em MEV. (B–C) Hilo, com detalhe da fenda hilar, respectivamente de semente fresca e armazenada. (D–E) Micrópila, respectivamente de semente fresca e armazenada. (F–G) Superfície lateral, respectivamente de semente fresca e armazenada. (H–I) Rafe, respectivamente de semente fresca e armazenada. (J–K) Calaza, respectivamente de semente fresca e armazenada. fh: fenda hilar; fu: funículo; hi: hilo; mi: micrópila.

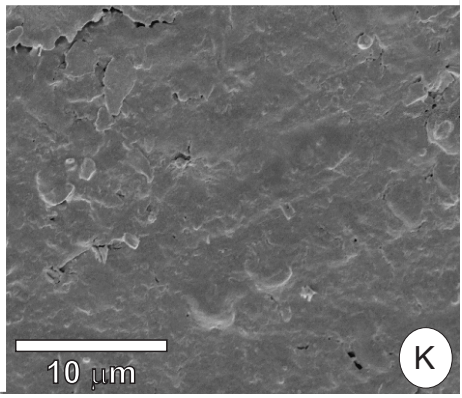
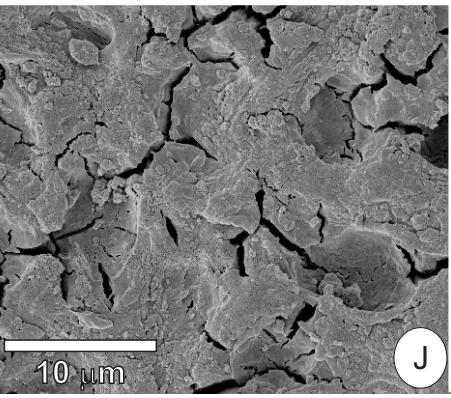
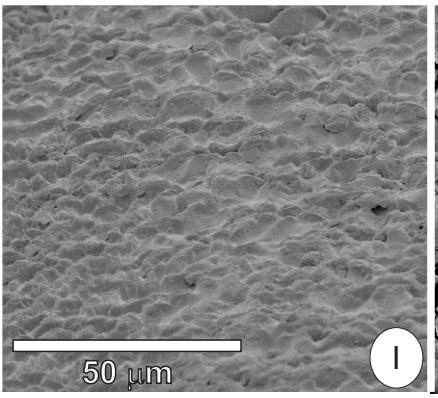
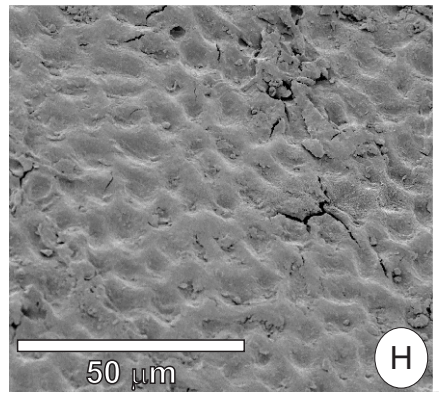
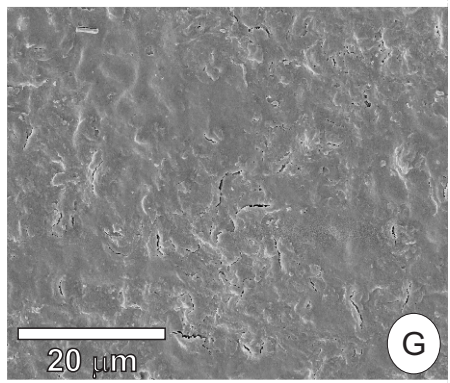
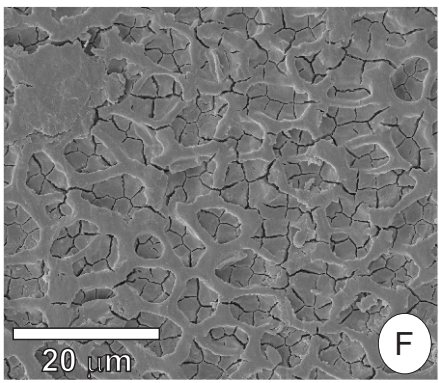
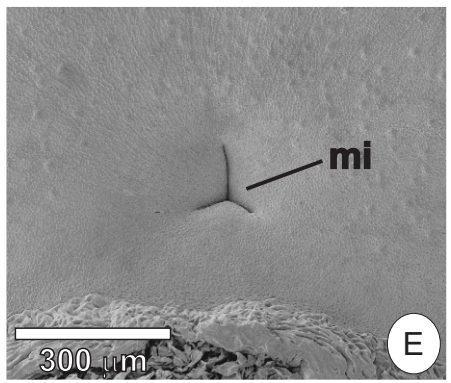
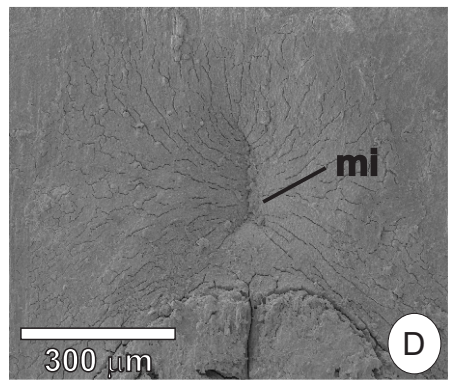
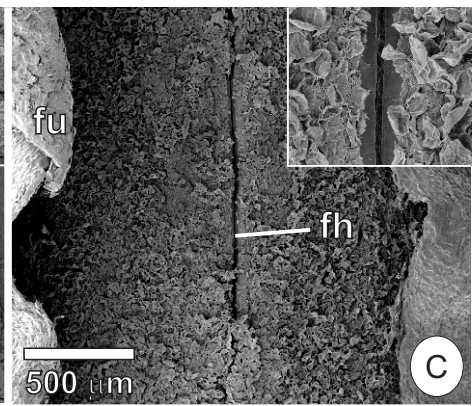
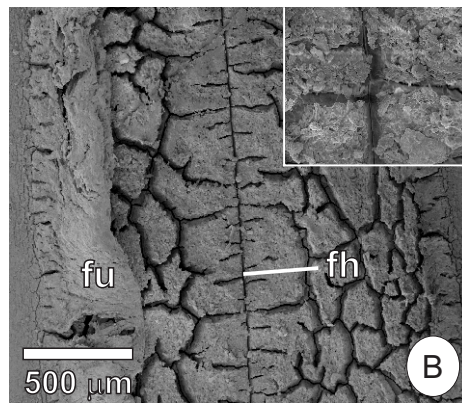
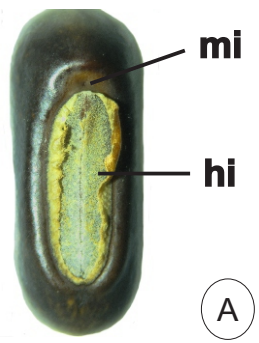
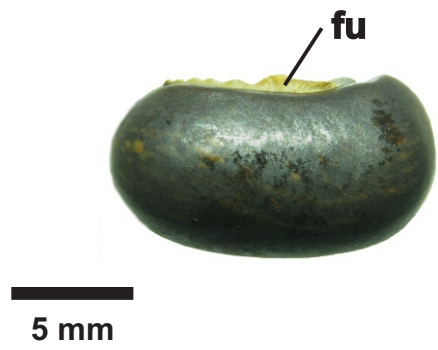


Figura 7. Morfologia da semente de *Platypodium elegans* (Papilionoideae). (A) Aspecto geral em vista lateral. (B–K) Aspectos micromorfológicos, observações em MEV. (B–C) Hilo, respectivamente de semente fresca e armazenada. (D–E) Micrópila, respectivamente de semente fresca e armazenada. (F–G) Superfície lateral, respectivamente de semente fresca e armazenada. (H–I) Rafe, respectivamente de semente fresca e armazenada. (J–K) Calaza, respectivamente de semente fresca e armazenada. fu: funículo; hi: hilo; lr: lobo radicular; mi: micrópila.

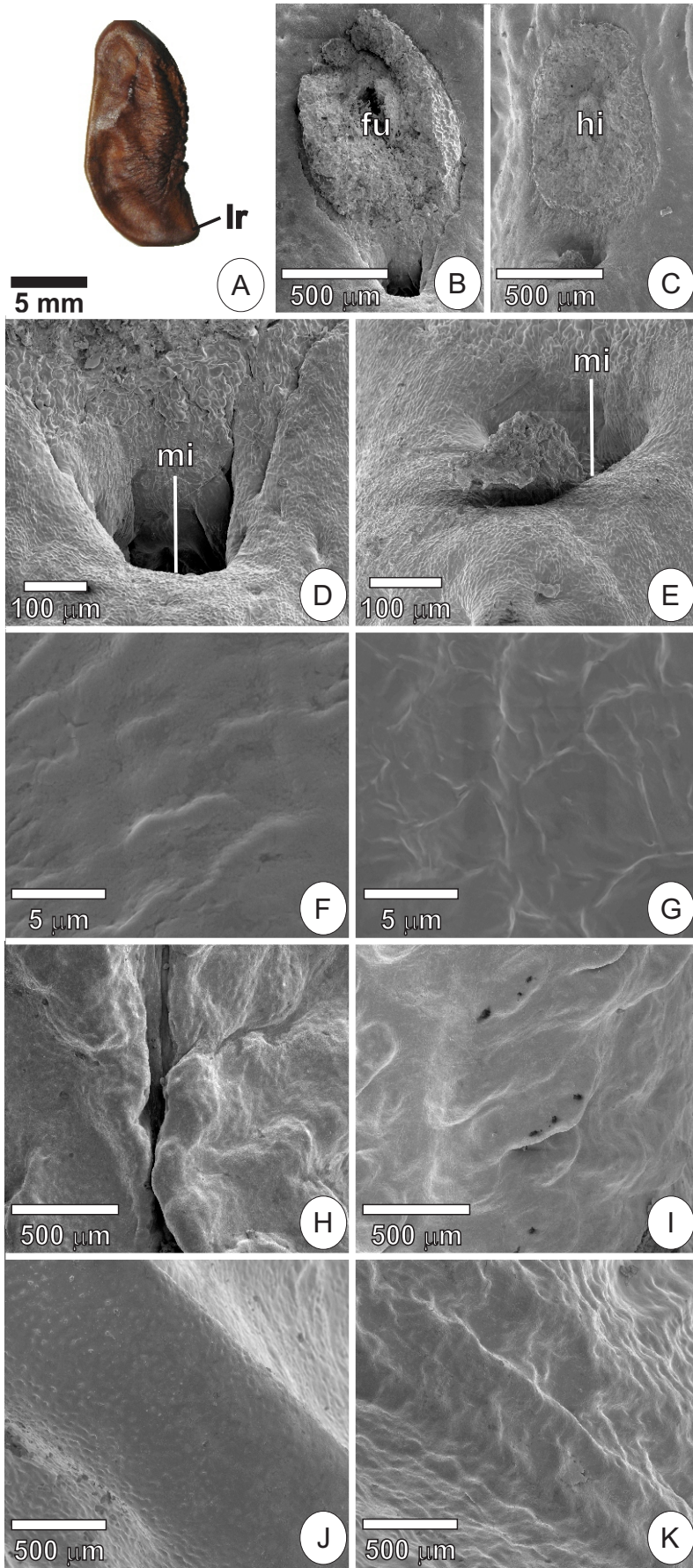


Figura 8. Morfologia da semente *Swartzia multijuga* (Papilionoideae). (A–B) Sementes frescas, respectivamente em vista lateral com o arilo e em vista hilo-micropilar, após remoção do arilo. (C) Semente armazenada. ar: arilo; hi: hilo; mi: micrópila.

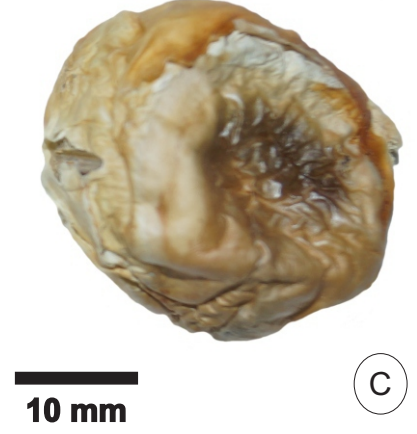
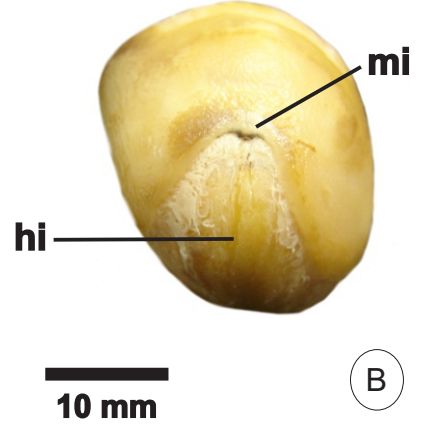
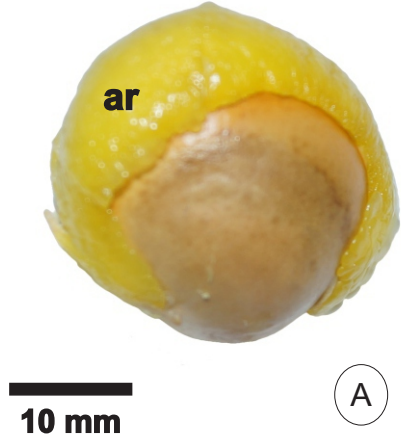


Figura 9. Secções transversais da testa de sementes frescas, respectivamente em reação com solução aquosa a 10% de cloreto férrico adicionado de carbonato de sódio e com vermelho de rutênio. (A–B) *Bauhinia variegata* (C–D) *Caesalpinia ferrea*. (E–F) *Inga laurina*. (G–H) *Piptadenia gonoacantha*. (I–J) *Samanea inopinata*. (K–L) *Swartzia multijuga*. (M–N) *Platypodium elegans*. (O–P) *Erythrina speciosa*.

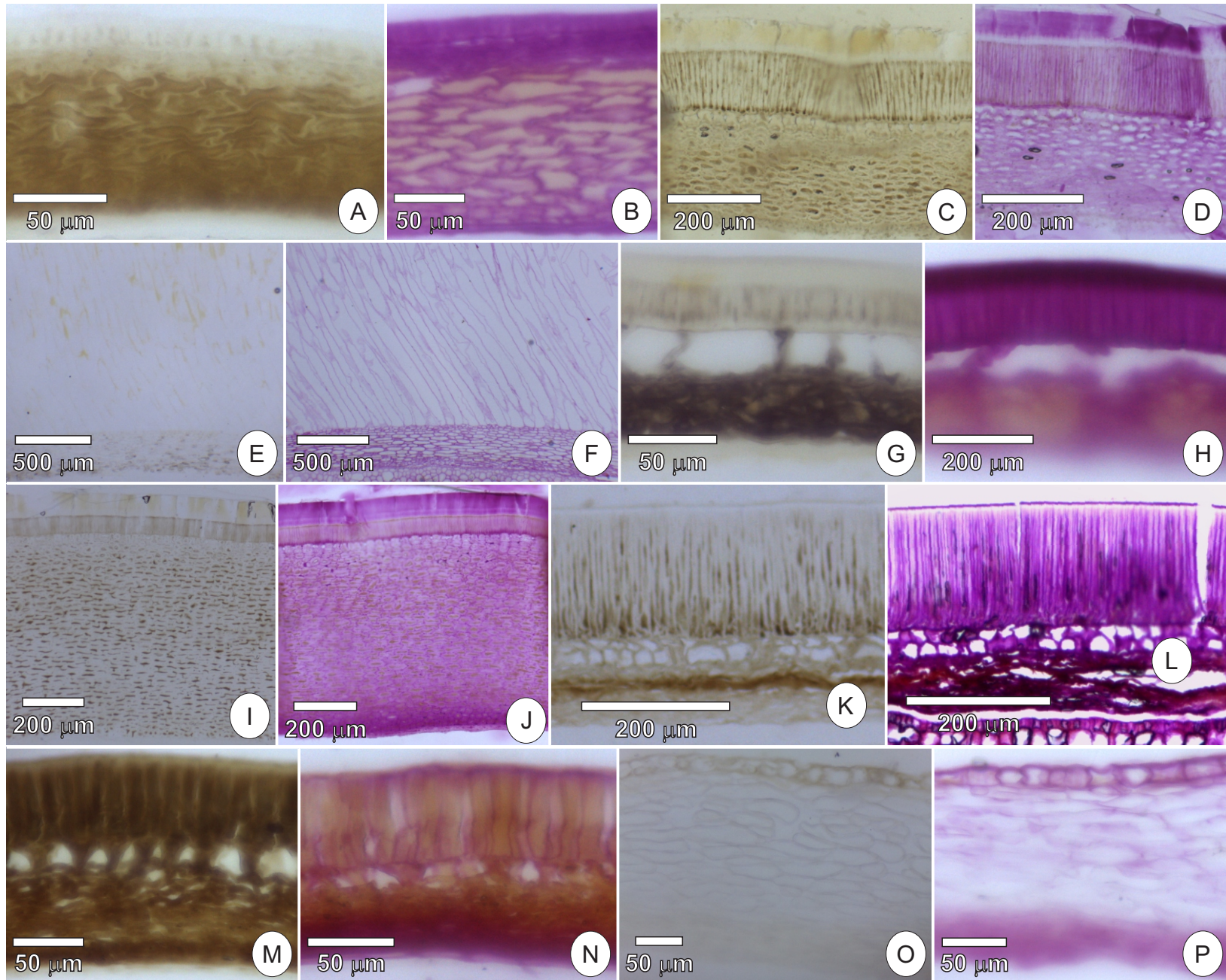


Figura 10. Secções transversais da testa de sementes frescas e armazenadas de Caesalpinioideae, analisadas em microscopia de luz. (A–E) *Bauhinia variegata*. (A–B) Região lateral da testa, respectivamente de semente fresca e armazenada. (C–E) Respectivamente, detalhes da exotesta, rafe e antirrafe de semente fresca. (F–J) *Caesalpinia ferrea*. (F–G) Região lateral da testa, respectivamente de semente fresca de armazenada. (H–J) Respectivamente, detalhes da exotesta, rafe e antirrafe de semente fresca. Asterisco: estômato; ponta de seta: linha lúcida; em: estrato mucilaginoso; et: exotesta; fv: feixe vascular; mt: mesotesta.

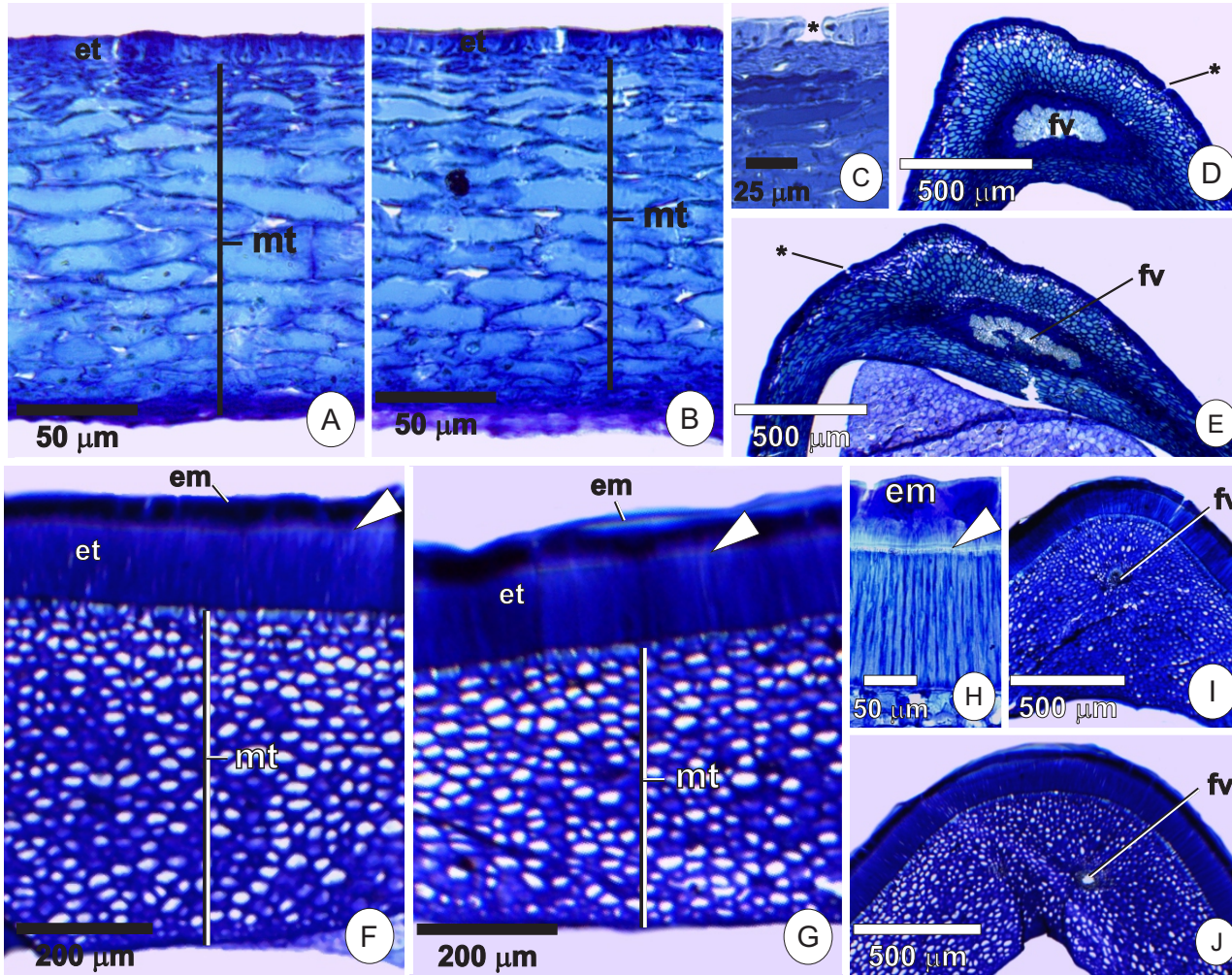
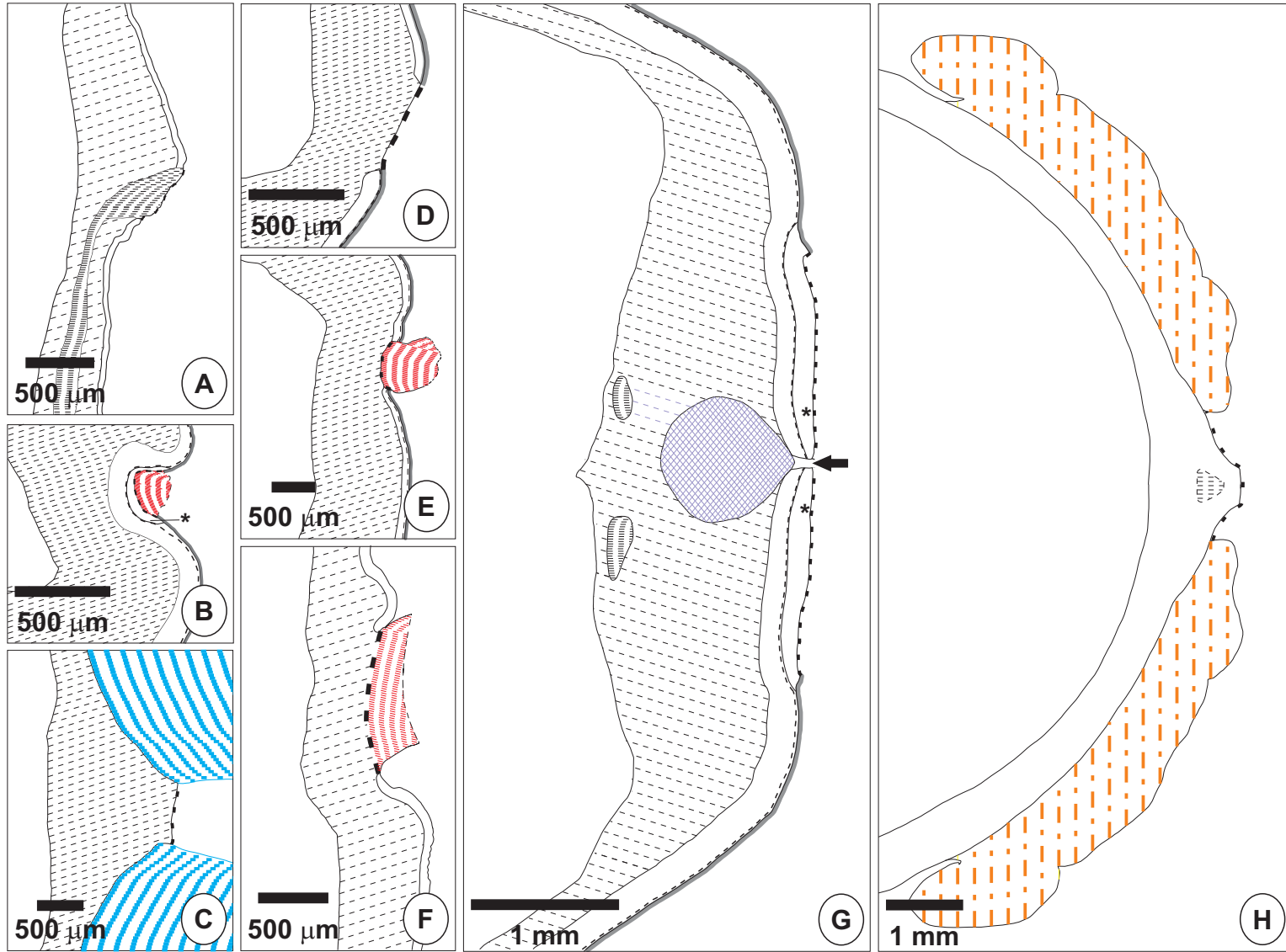


Figura 11. Diagramas da região do hilo das Leguminosae estudadas, produzidos sobre secções transversais de sementes frescas. (A) *Bauhinia variegata* (B) *Caesalpinia ferrea*. (C) *Inga laurina*. (D) *Piptadenia gonoacantha*. (E) *Samanea inopinata*. (F) *Platypodium elegans*. (G) *Erythrina speciosa*. (H) *Swartzia multijuga*. Asterisco: contrapaliçada; seta: fenda hilar.













- | | | | | |
|---|--|--|--|---|
|  Arilo |  Estrato mucilinoso |  Vascularização |  Hilo |  Mesotesta+Endotesta |
|  Barra de traqueídes |  Exotesta |  Funículo |  Linha lúcida |  Sarcotesta |

Figura 12. Secções transversais da testa de sementes frescas e armazenadas de Mimosoideae, analisadas em microscopia de luz. (A–G) *Inga laurina* (A) Região lateral do tegumento seminal de semente fresca. (B) Região lateral do tegumento seminal de semente fresca, evidenciando a região de sarcotesta (C–D) Respectivamente, detalhes da rafe e antirrafe de semente fresca. (E) Região lateral do tegumento seminal de semente armazenada. (F–G) Respectivamente, detalhes da sarcotesta e da rafe na semente armazenada. (H–K) *Piptadenia gonoacantha*. (H–I) Região lateral do tegumento seminal, respectivamente de semente fresca de armazenada. (J–K) Respectivamente, detalhes da rafe e antirrafe de semente fresca. (L–O) *Samanea inopinata*. (L–M) Região lateral do tegumento seminal, respectivamente de semente fresca de armazenada. (N–O) Respectivamente, detalhes da rafe e antirrafe de semente fresca. Asterisco: estômato; ponta de seta: linha lúcida; em: estrato mucilaginoso; et: exotesta; fv: feixe vascular; mt: mesotesta.

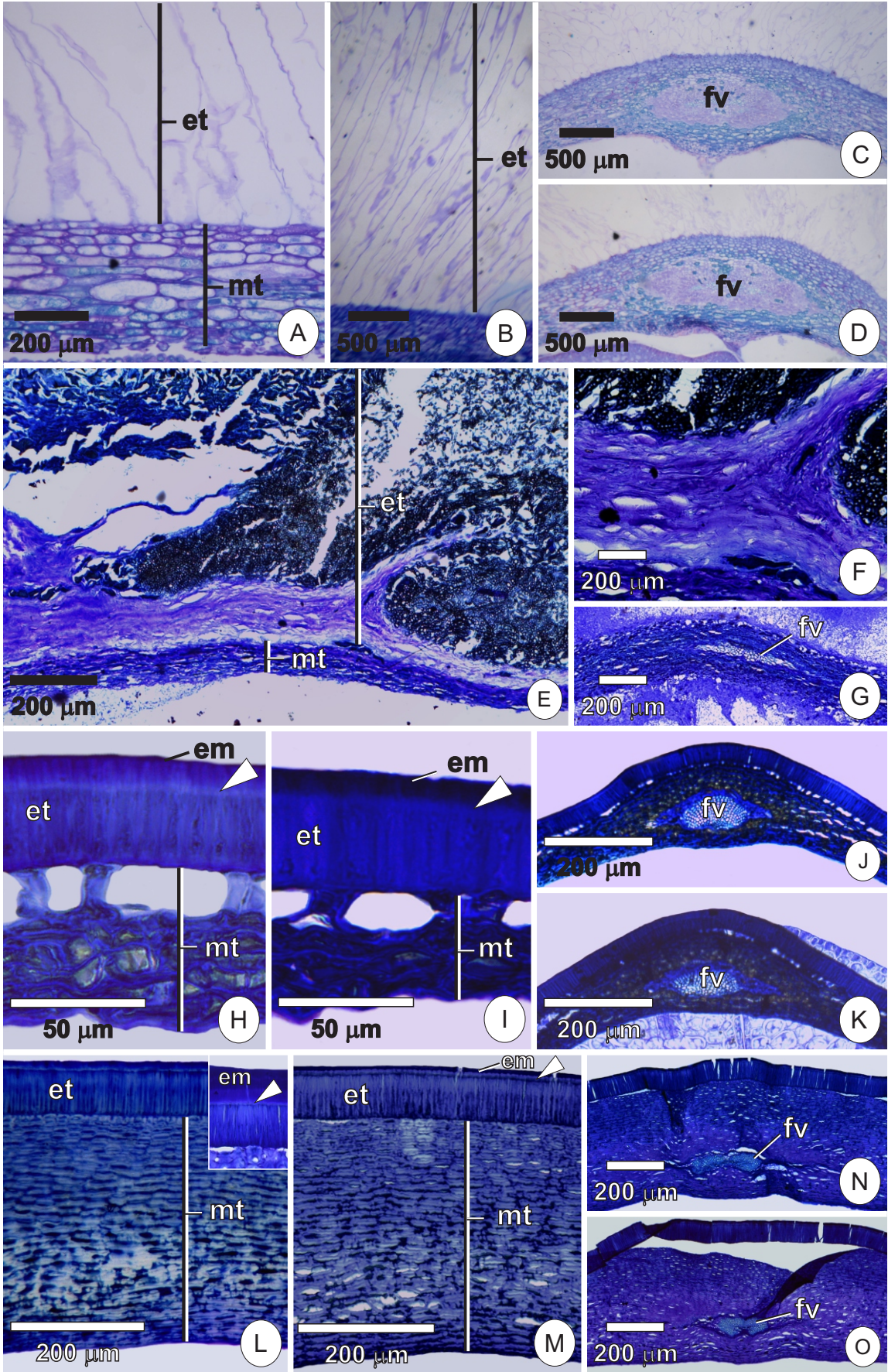


Figura 13. Secções transversais da testa de sementes frescas e armazenadas de Papilionoideae, analisadas em microscopia de luz. (A–C) *Erythrina speciosa*. (A–B) Região lateral do tegumento seminal, respectivamente de semente fresca de armazenada. (C) Detalhes da barra de traqueídes de semente fresca. (D–F) *Platypodium elegans*. (D–E) Região lateral do tegumento seminal, respectivamente de semente fresca de armazenada. (f) Detalhe da rafe de semente fresca. (G–K) *Swartzia multijuga*. (G–H) Região lateral do tegumento seminal, respectivamente de semente fresca de armazenada. (I–J) Respectivamente, detalhes do hilo e arilo de semente fresca. (K) Hilo de semente armazenada. Asterisco: fenda hilar; ponta de seta: linha lúcida; bt: barra de traqueídes; em: estrato mucilaginoso; et: exotesta; fv: feixe vascular; mt: mesotesta; t: testa.

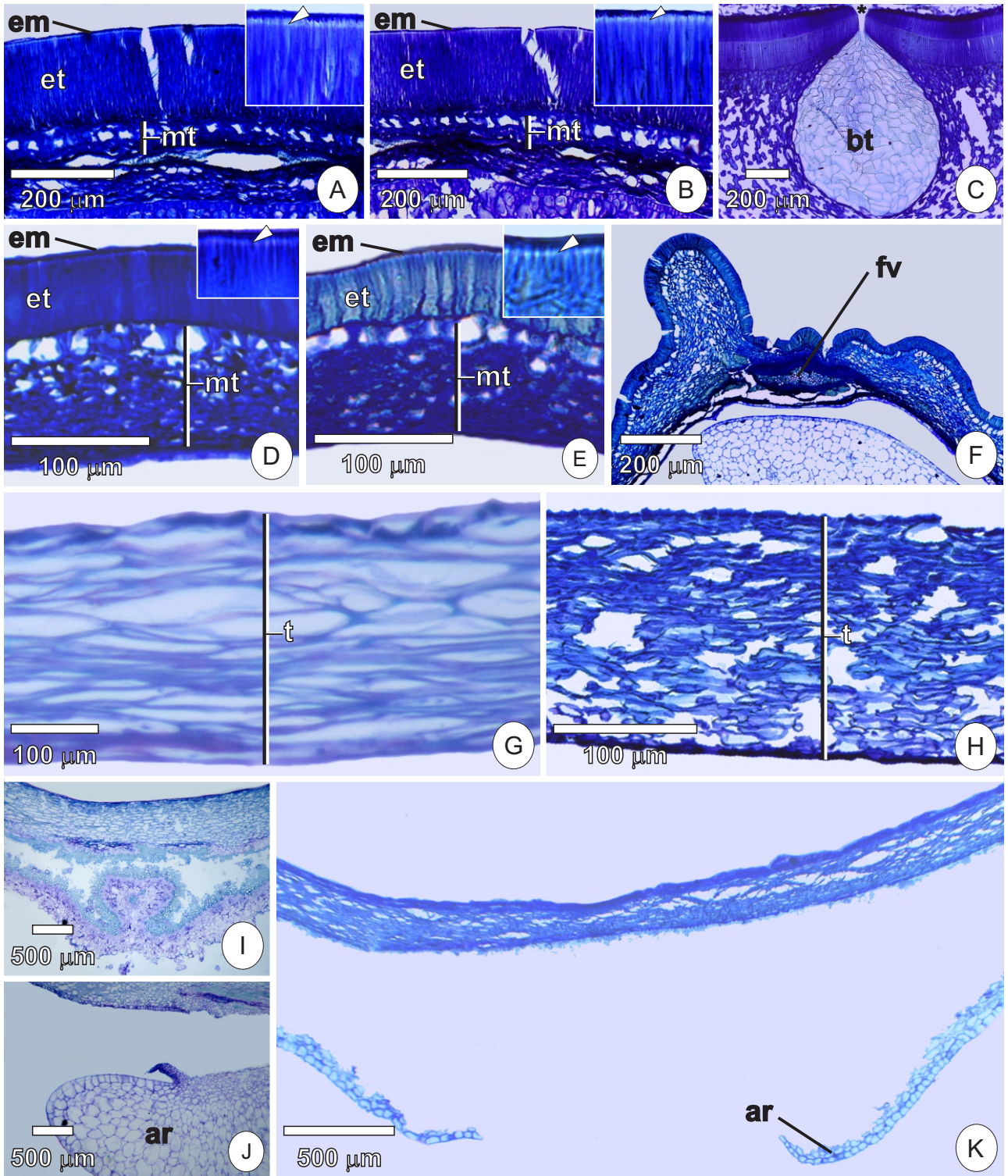
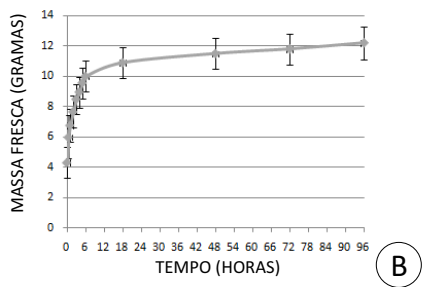
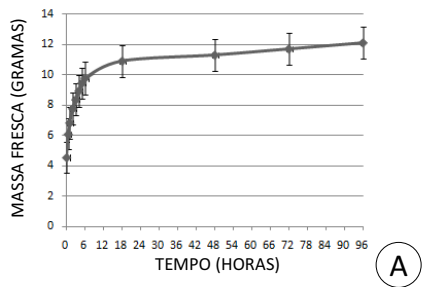
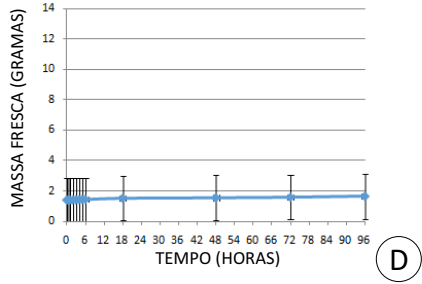
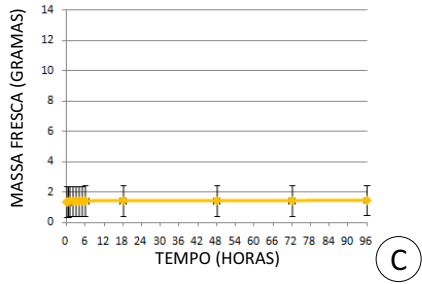


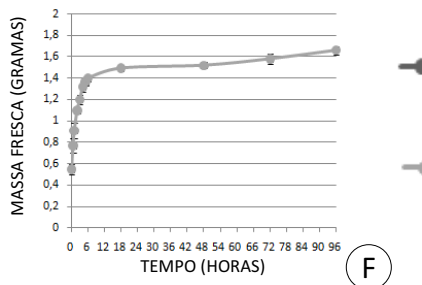
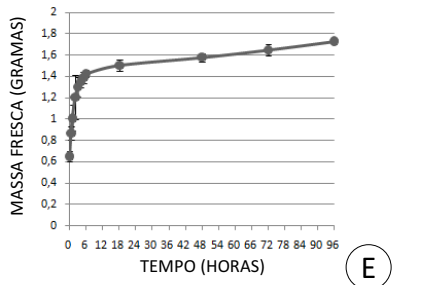
Figura 14. Curva de embebição de sementes das espécies estudadas de Leguminosae. (A–D)Caesalpinioideae. (A) Semente fresca de *Bauhinia variegata*. (B) Semente armazenada de *Bauhinia variegata*. (C) Semente fresca de *Caesalpinia ferrea*. (D) Semente armazenada de *Caesalpinia ferrea*. (E–H) Mimosoideae. (E) Semente fresca de *Piptadenia gonoacantha*. (F) Semente armazenada de *Piptadenia gonoacantha*. (G) Semente fresca de *Samanea inopinata*. (H) Semente armazenada de *Samanea inopinata*. (I–L)Papilionoideae. (I) Semente fresca de *Platypodium elegans*.(J) Semente armazenada de *Platypodium elegans*. (K) Semente fresca de *Erythrina speciosa*. (L) Semente armazenada de *Erythrina speciosa*.



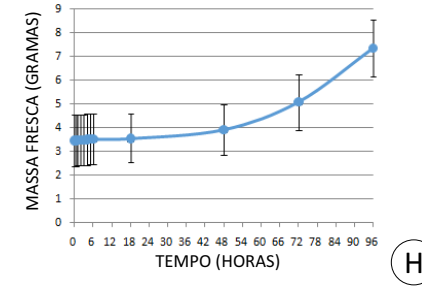
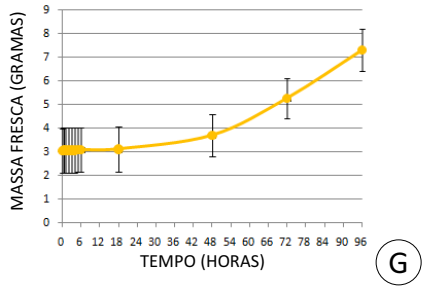
● Bauhinia variegata (Fresca)
 ● Bauhinia variegata (Armazenada)



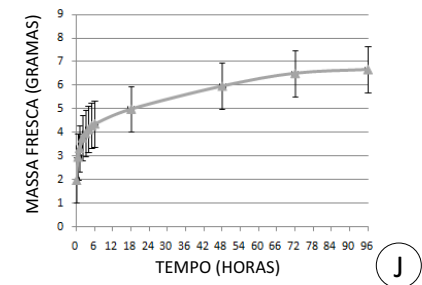
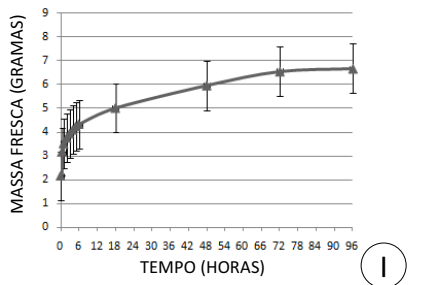
● Caesalpinia ferrea (Fresca)
 ● Caesalpinia ferrea (Armazenada)



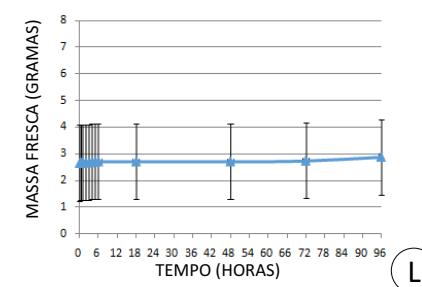
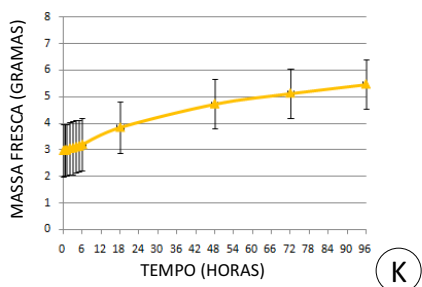
● Piptadenia gonoacantha (Fresca)
 ● Piptadenia gonoacantha (Armazenada)



● Samanea inopinata (Fresca)
 ● Samanea inopinata (Armazenada)



● Platypodium elegans (Fresca)
 ● Platypodium elegans (Armazenada)



● Erythrina speciosa (Fresca)
 ● Erythrina speciosa (Armazenada)

DISCUSSÃO

Teor de água das sementes e categorização quanto à susceptibilidade à dessecação

Inga laurina e *Swartzia multijuga* apresentaram, respectivamente, teor de água de 67,72% e 40,04%; além disso, avaliações prévias indicam que, após armazenamento por 12 meses, as sementes de ambas as espécies perdem completamente a viabilidade (C.R. Magalhães, dados não publicados). Considerando seu alto teor de água e que sementes sensíveis à dessecação apresentam longevidade curta e perdem sua viabilidade com a mínima desidratação (Roberts, 1973; Baskin e Baskin, 2001; Medeiros, 2001; Medeiros e Eira, 2006), *Inga laurina* e *Swartzia multijuga* são confirmadas como espécies sensíveis à dessecação.

Bauhinia variegata, *Piptadenia gonoacantha* e *Platypodium elegans* apresentaram, respectivamente, teor de umidade de 11,35%, 9,38% e 11,57%, demonstrando que há tolerância à dessecação, porém nessas espécies foram observadas diminuição na viabilidade após o armazenamento por 12 meses (C.R. Magalhães, dados não publicados), indicando que esta tolerância é perdida com o passar do tempo.

Caesalpinia ferrea, *Erythrina speciosa* e *Samanea inopinata* apresentaram, respectivamente, 10,86%, 7,42% e 10,43% de água e mantiveram sua viabilidade após os 12 meses de armazenamento, sendo confirmadas como tolerantes à dessecação, já que sementes dessa categoria podem manter-se viáveis por muitos anos (Medeiros, 2001).

Sementes de Caesalpinioideae

Bauhinia e *Caesalpinia* estão entre os gêneros com maior número de espécies dentro da subfamília Caesalpinioideae e as dimensões das sementes das espécies estudadas estão de acordo com o descrito para os gêneros em questão por Gunn (1991).

O hilo em forma de V observado, em *Bauhinia variegata*, é uma característica exclusiva do gênero (Gunn, 1991). Segundo Corner (1976), essa forma é dada durante a maturação da semente, quando ocorre a secagem do tecido central do funículo e ele se destaca da testa, formando dois lobos de aspecto típico. Outra característica interessante do envoltório de *Bauhinia variegata* é a presença de numerosos estômatos que, em geral, não são encontrados em sementes (Werker, 1997), ocorrendo apenas em certas famílias das angiospermas (Jernstedt e Clark, 1979). Em Leguminosae, Rugenstein e Lersten (1981) encontraram estômatos em oito espécies de *Bauhinia*, indicando que

essa deve ser uma característica do gênero. Werker (1997) lista três principais funções para os estômatos em sementes: a possível participação na desidratação que ocorre ao final do desenvolvimento da semente; possibilitar trocas gasosas; e agir como locais preferenciais para a entrada de água durante a embebição. Essas duas últimas funções foram documentadas em *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) por Paiva *et al.* (2006), que acrescentaram ainda que os estômatos podem possibilitar a formação de uma reserva de ar na semente que, após a embebição, permite a respiração do embrião até a ruptura do envoltório seminal. Segundo Jernstedt e Clark (1979), os estômatos encontrados em *Eschscholzia* (Papaveraceae), juntamente com aqueles presentes nos frutos, estão relacionados ao processo fotossintético desempenhado pelos referidos frutos e sementes. Nas espécies de *Bauhinia* estudadas por Rugenstein e Lersten (1981), esta função não se aplica, pelo menos antes de sua dispersão, já que essas espécies não apresentam estômatos no endocarpo.

À primeira vista, um fato que chama atenção em *Caesalpinia ferrea* é a produção de sementes com duas colorações diferentes, às vezes dentro de um mesmo fruto, fenômeno denominado heteromorfismo (Werker, 1997; Imbert, 2002). O heteromorfismo é a produção de dois ou mais tipos de sementes, que diferem em forma, tamanho, peso ou cor, em um mesmo indivíduo ou uma mesma população (Werker, 1997). A cor da semente é atribuída pelo envoltório seminal ou pelo embrião e a variação pode ocorrer por diferenças na espessura das paredes celulares, no número de camadas de células ou no conteúdo das células, tanto do embrião quanto do tegumento da semente (Werker, 1997). A variação de cor das sementes pode estar relacionada à germinação (Imbert, 2002), como observado por Cao *et al.* (2012) em *Suaeda corniculata* (Amaranthaceae), espécie em que sementes pretas tiveram germinação menor que marrons. Esse fato não pôde ser observado neste trabalho, já que não foram realizados testes de germinação, mas verificou-se que não houve diferença de embebição no período de 96 horas, já que a absorção de água não ocorreu neste período e nos lotes havia, indiscriminadamente, tanto sementes pretas quanto marrons.

A partir das análises feitas em MEV, foi possível identificar diferenças na superfície seminal, quando comparadas sementes frescas e armazenadas em ambas as espécies estudadas de Caesalpinioideae. Em *Bauhinia variegata*, foram observadas rachaduras superficiais nas regiões de rafe, antirrafe e calaza nas sementes armazenadas; em *Caesalpinia ferrea*, as linhas de fissura se intensificaram com o armazenamento. No

entanto, essas alterações não influenciaram a absorção de água, já que as curvas de embebição foram idênticas para sementes frescas e armazenadas de ambas as espécies.

Paula *et al.* (2012) demonstraram que a micrópila é o local de entrada de água em *Cassia leptophylla* (Caesalpinioideae), diferente do descrito por Baskin *et al.* (2000), que determinaram que, em geral, a lente é o local de entrada de água. Pinto (2013), por sua vez, demonstrou que o que permite a entrada de água em sementes de *Senna multijuga* (Caesalpinioideae), após escarificação por ácido sulfúrico, é a formação de rachaduras na camada paliçádica. Considerando que a intensificação das linhas de fissura, observada na região de antirrafe e calaza das sementes armazenadas de *Caesalpinia ferrea* ocorreu de forma natural, sem intervenção adicional, é possível que elas se intensifiquem no decorrer do tempo e que, na natureza, essas fissuras aumentem de forma a chegarem à paliçada, permitindo assim a embebição, semelhante ao que ocorre em *Senna multijuga*. Processo similar foi registrado por Melo-Pinna *et al.* (1999), que estudaram leguminosas da caatinga e observaram que as altas temperaturas do típico período de estiagem resultaram em alterações superficiais próximas ao pleurograma em *Caesalpinia pyramidalis*.

A estrutura da testa de *Caesalpinia ferrea* explica sua impermeabilidade (Corner, 1976), aqui comprovada pela análise da embebição das sementes frescas e pós-armazenamento. Já os dados obtidos sobre *Bauhinia variegata* não indicam impermeabilidade ou dormência (C.R. Magalhães, dados não publicados), fatos já esperados devido à anatomia da testa. Ponomarenko e Pavlova (2003) estudaram 13 espécies de *Bauhinia* e observaram que, no gênero, ocorre variação anatômica na estrutura do tegumento seminal, que pode seguir o padrão descrito para leguminosas ou ser composto por células cuboídes externamente e várias camadas de células parenquimáticas internamente, como o que foi observado no presente estudo. *Bauhinia monandra* possui a camada paliçádica típica de Leguminosae (Ilkiu-Borges e Mendonça, 2009) o que lhe confere uma dormência causada por impermeabilidade do tegumento (Alves *et al.*, 2000). Além disso, uma grande diferença observada na anatomia das duas espécies é a presença do estrato mucilaginoso, nitidamente mais espesso em *Caesalpinia ferrea* que em *Bauhinia variegata*, que pode vir a conferir, juntamente com as outras características mencionadas anteriormente, a impermeabilidade ao tegumento de *Caesalpinia ferrea*.

Sementes de Mimosoideae

Inga laurina é a espécie cujas sementes apresentam maiores diferenças morfológicas, anatômicas e fisiológicas, quando comparada às outras duas Mimosoideae estudadas. Suas dimensões e peso são maiores que *Piptadenia gonoacantha* e *Samanea inopinata*, sendo grande parte da variação, especialmente de peso das sementes de *Inga laurina*, devida à presença da sarcotesta que, sendo constituída pela polpa suculenta, tem conteúdo de água variável, que interfere intensamente no peso. Além disso, as sementes do gênero *Inga* são consideradas supercrescidas por Corner (1976), sementes que têm seu crescimento determinado apenas pelo tamanho da cavidade seminal e crescem até preenchê-lo e não possuem a diferenciação típica da testa de leguminosas (Corner, 1951; Gunn, 1981). Essa característica também explica o elevado coeficiente de variação observado para o peso da matéria fresca dessas sementes (65,9833%).

Segundo Corner (1976), o maior tamanho das sementes do gênero *Inga* está relacionado à poliembrião, comum no gênero, também registrada para a espécie estudada (C.R. Magalhães, dados não publicados). Von Teichman e Van Wyk (1994), em sua revisão, relacionaram a característica de semente grande, juntamente com outras características como hábito arbóreo e grande embrião entre outras, com a recalcitrância, o que corrobora as características aqui observadas. *Piptadenia gonoacantha* e *Samanea inopinata* têm dimensões que estão de acordo com o descrito por Gunn (1984) para os gêneros, bem como as características referentes ao pleurograma definido por linha fissura aberta na extremidade hilar (Corner, 1976).

Além da morfologia, *Inga laurina* também possui características anatômicas particulares, que a diferenciam das outras duas espécies estudadas de Mimosoideae. A estrutura de sua testa é bastante diferenciada, formada por tricomas muito longos, que formam a sarcotesta, e por células parenquimáticas. Segundo Oliveira e Beltrati (1994), em seu estudo com *Inga fagifolia*, esse tricomas derivam da epiderme externa da testa, constituindo uma variação da camada paliçádica típica do tegumento seminal de leguminosas. Em algumas espécies, a presença da sarcotesta pode interferir negativamente na germinação, tornando-a mais lenta, como em *Carica papaya* (Tokuhisa *et al.*, 2007) e em *Jaracatia spinosa* (Freitas *et al.*, 2011). Porém, em *Inga laurina*, essa interferência não é observada, já que suas sementes são vivíparas e até 50% das sementes germinam ainda encerradas no fruto (Schulz *et al.*, 2014), indicando que não há inibidores da germinação nem na sarcotesta nem no pericarpo.

Piptadenia gonoacantha e *Samanea inopinata* apresentam estrutura tegumentar típica de Leguminosae, sendo que, na primeira, as células paliçádicas são mais curtas que na segunda. Em outras espécies de *Piptadenia* (Benedito *et al.*, 2008; Azeredo *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2014) e de *Samanea* (Lopes *et al.*, 1998; Oliveira *et al.*, 2012), foi identificada dormência física, o que não foi observado nas espécies aqui estudadas, apesar das características estruturais da testa.

Sementes de Papilionoideae

Dentre as Papilionoideae, as características morfológicas observadas em *Swartzia multijuga*, *Platypodium elegans* e *Erythrina speciosa* estão de acordo com as descritas por Kirkbride *et al.* (2003) e, apenas para a última, também por Gunn e Barnes (1977). A maioria das sementes em Papilionoideae têm o hilo escondido pelo funículo remanescente (Kirkbride *et al.*, 2003), seja totalmente, como aqui registrado em *Platypodium elegans*, ou parcialmente, como em *Swartzia multijuga*, em que o hilo é parcialmente escondido pelo arilo.

Com exceção das medidas da espessura, que em *Swartzia multijuga* é um pouco maior, as outras dimensões estão de acordo com o descrito para o gênero por Kirkbride *et al.* (2003); em *Platypodium elegans*, as dimensões variam um pouco do descrito para o gênero pelos referidos autores e *Erythrina speciosa* tem suas dimensões compatíveis com as previamente descritas para o gênero (Gunn e Barnes, 1977; Kirkbride *et al.*, 2003).

Swartzia multijuga é a espécie cuja semente apresenta maior peso e dimensões entre todas as espécies aqui estudadas, o que pode estar relacionado ao seu elevado percentual de água (40,04%, ver Tab. 1) e ao fato de ser uma semente supercrescida, esse último caso, também relacionado à ausência de diferenciação dos tecidos da testa. Mais da metade das espécies de Papilionoideae possuem sementes com arilo (Kirkbride *et al.*, 2003); na amostra aqui estudada, apenas *Swartzia multijuga* apresenta arilo, excrescência carnosa que pode desempenhar diversas funções: quando apresentam cores distintas do envoltório, podem estar relacionados à atração de agentes dispersores; podem auxiliar na abscisão da semente da placenta, devido à hidratação de arilos secos; arilos suculentos podem auxiliar na deiscência do pericarpo; podem ainda, favorecer a flutuação das sementes de Nymphaeaceae (Werker, 1997). A referida autora relaciona arilos de cor amarela com a dispersão por formigas, o que seria improvável para *Swartzia multijuga* dado tamanho da semente. No entanto, há registros de interações em

que as formigas não participam da dispersão, mas removem o arilo, o que aumenta o sucesso de germinação dessas sementes (Leal e Oliveira, 1998; Pizo e Oliveira, 2001), o que pode ocorrer também em *Swartzia multijuga*.

Platypodium elegans apresenta características anatômicas do tegumento típico das leguminosas, mas as células parenquimáticas da mesotesta estão completamente compactadas e as células em ampulheta são bastante espaçadas. As células paliçádicas mantêm as características comuns de Leguminosae, mas, quando comparada a *Erythrina speciosa*, são células muito mais curtas; a camada paliçádica de *Erythrina speciosa* tem células mais longas, sendo esta camada mais espessa que toda a testa de *Platypodium elegans*. Além disso, a estrutura do hilo, pouco diferenciada e sem a formação da barra de traqueídes, também devem possibilitar a embebição, bem como a micrópila, que se apresenta como um poro relativamente grande. Nessa espécie, a função de proteção da semente também não é desempenhada pelo envoltório seminal, já que é membranáceo e delicado, característica relacionada ao tipo de fruto que a espécie desenvolve. Em frutos em que a semente é retida em um pericarpo lenhoso e indeiscente, como as sâmaras de *Platypodium elegans*, a função de proteção que, em geral, é desempenhada pelo envoltório seminal, é transferida para o pericarpo (Martins e Oliveira, 2001; Nakamura e Oliveira, 2005; Oliveira *et al.*, 2007).

A fenda hilar, observada neste trabalho apenas em *Erythrina speciosa*, é uma característica exclusiva de Papilionoideae (Kirkbride *et al.*, 2003). A barra de traqueídes, também aqui observada apenas no hilo de *Erythrina speciosa*, é uma estrutura vascular especializada encontrada apenas em Papilionoideae (Werker, 1997), cuja função básica é retirar água da semente em forma de vapor durante sua maturação (Manning e Van Staden, 1985; Werker, 1997). Segundo Hyde (1954), durante a dessecação da semente a água passa livremente pela epiderme até que a umidade da semente chegue a 25%, a partir daí a epiderme passa a ser mais resistente à passagem da água e tem início a ação do mecanismo hilar e a água começa a sair da semente também através do hilo. Quando o percentual de água da semente chega a 14%, a epiderme se torna totalmente impermeável e a água, então, só é perdida por meio da fissura hilar, sendo assim, segundo o referido autor, a ação da barra de traqueídes pode intensificar a impermeabilidade do tegumento.

As análises em MEV revelaram que, na superfície lateral e da calaza das sementes frescas de *Erythrina speciosa*, o estrato mucilaginoso não é contínuo, sendo possível ver, através dele, a face periclinal externa das células paliçádicas, o que não ocorre nas

sementes armazenadas. Na região de hilo, observam-se rachaduras, as quais são inexistentes nas sementes armazenadas. É possível que, durante o armazenamento, o teor de água da semente tenha diminuído e, em consequência, houve contração da semente, ocasionando o fechamento das fissuras hilares, o que possibilitou que o estrato mucilaginoso ficasse contínuo, cobrindo toda a superfície da semente.

Histoquímica, permeabilidade e conteúdo de água nas sementes

Os testes histoquímicos demonstraram que as paredes celulares da testa de todas as sementes têm natureza pectocelulósica, não ocorrendo lignina nas paredes celulares, mesmo nas sementes de envoltórios mais rígidos, com exceção dos elementos traqueais. Baskin e Baskin (2001) relacionaram a impermeabilidade do tegumento à impregnação por lignina, mas Werker (1997) enfatizou que, na camada paliçádica de leguminosas cujo tegumento é impermeável, as faces periclinais são impregnadas por substâncias pécnicas insolúveis, as quais compõem o estrato mucilaginoso que, após a dessecação, sofre mudança química, tornando as sementes duras e hidrofóbicas.

Quanto à presença de compostos fenólicos, as sementes estudadas exibiram grande variação. Compostos fenólicos foram observados em *Bauhinia variegata*, *Piptadenia gonoacantha* e *Platypodium elegans*, sendo que, nas duas primeiras, foram observados apenas no conteúdo celular das células parenquimáticas e, na última, ocorreram no conteúdo celular tanto das células em paliçada quanto das células parenquimáticas; em *Caesalpinia ferrea* e *Erythrina speciosa*, foram observados no conteúdo celular tanto das células em paliçada quanto das células parenquimáticas; e não foram observados em *Inga laurina*, *Samanea inopinata* e *Swartzia multijuga*. Os compostos fenólicos podem desempenhar variadas funções, dentre elas se destacam: a proteção contra herbívoros e patógenos; podem ser responsáveis pela coloração da semente, agindo na proteção contra luz excessiva; promovem impermeabilidade e rigidez em sementes; e podem agir como inibidores ou reguladores da germinação (Werker, 1997). Os resultados observados no presente trabalho indicam que, para as espécies estudadas, a presença dos compostos fenólicos não está relacionada à impermeabilidade do tegumento, tão pouco à sua rigidez, já que as espécies que apresentam maior rigidez e menor permeabilidade à água no tegumento (*Caesalpinia ferrea*, *Erythrina speciosa* e *Samanea inopinata*) apresentam esses compostos em menor frequência ou não os apresentam.

É reconhecido que a absorção de água por uma semente apresenta um padrão trifásico, sendo a fase I caracterizada pela rápida absorção inicial de água, na fase II a

absorção se torna mais lenta até não ocorrer mais embebição e, na fase III, a absorção de água aumenta novamente, em decorrência do alongamento dos eixos embrionários (Bewley, 1997). No presente estudo, só foram observadas as duas primeiras fases, já que o objetivo seria apenas determinar se havia impermeabilidade da testa nas espécies consideradas tolerantes à dessecação.

Dentre as espécies com sementes de tegumento permeável, em *Bauhinia variegata* e *Piptadenia gonoacantha*, a fase I foi observada nas seis primeiras horas e, em *Platypodium elegans*, foi até as 72 horas de observação, sem diferença de embebição entre sementes frescas e armazenadas. A curva de embebição de *Piptadenia gonoacantha* é aparentemente menor que a de *Samanea inopinata*, porém a absorção na primeira ocorre mais rapidamente que na segunda, a diferença observada é devido ao menor peso das sementes de *Piptadenia gonoacantha*. Dentre as espécies com tegumentos permeáveis, sementes frescas e armazenadas de *Samanea inopinata* iniciaram a primeira fase de embebição a partir de 48 horas de avaliação, enquanto que, em sementes frescas e armazenadas de *Caesalpinia ferrea* e em sementes armazenadas de *Erythrina speciosa* não foi observada absorção de água durante todo o experimento. Nas sementes frescas de *Erythrina speciosa*, a partir da sexta hora de avaliação, foi observado o início da absorção de água.

Em geral, quando uma semente impermeável passa a absorver água, essa absorção ocorre através de locais específicos, como a lente ou a micrópila (Baskin e Baskin, 2001). Porém, existem casos em que a semente pode apresentar permeabilidade no envoltório seminal, dependendo de seu teor de água, sendo sementes relativamente mais hidratadas passíveis de absorver água por toda a testa e as menos hidratadas impermeáveis (Baskin e Baskin, 2001). As análises de embebição de *Erythrina speciosa* indicam que, possivelmente, essas sementes passam por este processo, ou seja, ao serem armazenadas perdem água para o ambiente, se tornando, assim, impermeáveis. Isso explica a alteração no comportamento de embebição, registrada para espécie ao se compararem sementes frescas e armazenadas.

Apenas nas sementes sensíveis à dessecação (*Inga laurina* e *Swartzia multijuga*), foram observadas modificações estruturais quando comparadas sementes frescas e armazenadas por 12 meses, em que as células da testa, que no momento da dispersão eram evidentemente vivas, após o armazenamento apresentaram-se mortas e colapsadas. Poucos estudos abordaram danos causados pela desidratação na estrutura seminal após a dispersão e, dentre eles, são abordadas apenas estrutura e ultraestrutura embrionária

(Farrant *et al.*, 1989; Justo *et al.*, 2007), não tendo sido encontrados estudos que analisem a estrutura tegumentar. Nossos resultados indicam que as variações estruturais do tegumento seminal após armazenamento por variados períodos de tempo sejam abordagens interessantes para futuros trabalhos, abrangendo inclusive outras famílias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Bauhinia variegata e *Caesalpinia ferrea* (Caesalpinioideae), *Piptadenia gonoacantha* e *Samanea inopinata* (Mimosoideae), *Erythrina speciosa* e *Platypodium elegans* (Papilionoideae) não sofreram alterações anatômicas após armazenamento por 12 meses em condições ambientais e, com exceção de *Bauhinia variegata*, todas possuem a estrutura de testa típica das leguminosas. A partir das análises de micromorfologia de superfície foi possível observar variações nas sementes armazenadas, quando comparadas com as sementes frescas. Na maioria das espécies, foram observadas pequenas rachaduras superficiais, observadas em regiões que variaram de espécie para espécie; em *Bauhinia variegata*, também se observou a contaminação por fungos nas sementes armazenadas. Nossos resultados indicam que os estudos micromorfológicos de superfície podem auxiliar no entendimento das alterações superficiais que ocorrem nas sementes, à medida em que perdem a sua viabilidade, e de como alterações na superfície da semente podem influenciar na quebra de dormência de espécies de tegumento rígido, porém análises feitas em intervalos de tempo menores (por exemplo, de dois em dois meses) e por um maior período de armazenamento, incompatível com uma dissertação de mestrado, podem trazer resultados mais completos.

As alterações pós-armazenamento da micromorfologia de superfície mais marcantes foram observadas em *Erythrina speciosa*, em que o estrato mucilaginoso forma uma espécie de malha através da qual é possível ver o ápice da paliçada da testa nas sementes frescas, cobrindo uniformemente a superfície das sementes armazenadas por 12 meses, o que possivelmente influenciou nas diferenças observadas na absorção de água, que ocorre sem escarificação apenas nas sementes frescas. Os resultados obtidos sugerem que, nesta espécie, deve haver dormência secundária, porém, experimentos direcionados a este aspecto se fazem necessários para uma melhor interpretação e para uma conclusão efetiva. Estudos que abordem a micromorfologia de superfície relacionada a características de germinação de outras espécies do gênero *Erythrina* também podem auxiliar no entendimento de como ocorre a aquisição da dormência nas espécies do gênero e se há alguma relação filogenética nessas características.

As espécies sensíveis à dessecação, *Inga laurina* (Mimosoideae) e *Swartzia multijuga* (Papilionoideae), foram as que apresentaram as maiores dimensões da semente dentro das subfamílias a que pertencem e também quando comparadas a todas

as espécies analisadas no presente estudo, isso devido ao fato de serem sementes supercrescidas. Além disso, a anatomia da testa dessas duas espécies são as que possuem as maiores variações da estrutura padrão descrita para a família Leguminosae, o que também se relaciona ao fato de serem sementes supercrescidas, nas quais há pouca diferenciação das células que compõem o envoltório seminal. Em ambas as espécies, as células que compõem a testa são claramente vivas e, após o armazenamento, foram as únicas que mostraram evidentes alterações anatômicas. Nossos resultados indicam que análises da estrutura do tegumento de sementes sensíveis à dessecação, inclusive de espécies de outras famílias, bem como estudos sobre as alterações estruturais que ocorrem no envoltório seminal destas sementes no decorrer do tempo, sejam abordagens interessantes para futuros trabalhos, contribuindo para o melhor entendimento das características comuns a essas sementes.

REFERÊNCIAS

- Alves, M.C.S., Medeiros-Filho, S., Andrade-Neto, M., Teófilo, E.M.** (2000) Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L. – Caesalpinioideae. Revista Brasileira de Sementes 22, 139-144
- Azeredo, G.A., Paula, R.C., Valeri, S.V., Moro, F.V.** (2010) Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. Revista Brasileira de Sementes 32, 49-58
- Barneby, R.C., Grimes, J.W.** (1996) Silk tree, guanacaste, monkey's earring: a generic system for the synandrous Mimosaceae of the Americas: part I. *Abarema*, *Albizia* and allies. Memories of the New York Botanical Garden 74, 1-292.
- Barroso, G.M., Morin, M.P., Peixoto, A.L., Ichaso, C.L.F.** (1999) Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Editora da Universidade Federal de Viçosa
- Barroso, G.M., Peixoto, A.L., Costa, C.G., Falcão-Ichaso, C.L., Guimarães, E.F., Lima, H.C.** (1991) Sistemática de Angiospermas do Brasil, Editora da Universidade Federal de Viçosa
- Baskin, C.C., Baskin, J.M.** (2001) Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press
- Baskin, J.M., Baskin, C.C., Li, X.** (2000) Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. Plant Species Biology 15, 139-152
- Benedito, C.P., Torres, S.H., Ribeiro, M.C.C., Nunes, T.A.** (2008) Superação da dormência de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.). Revista Ciência Agronômica 39, 90-93
- Bewley, J.** (1997) Seed germination and dormancy. Plant Cell 9, 1055-1066
- Bewley, J., Black, M.** (1994) Seeds: physiology of development and germination. New York, Plenum Press
- Boesewinkel, F.D., Bouman, F.** (1984) The seed: structure. In: Johri, B.M. (Ed.). Embryology of angiosperms. Berlin, Springer-Verlag. 567-610
- Bortoluzzi, R.L.C., Carvalho-Okano, R.M., Garcia, F.C.P., Tozzi, A.M.G.A.** (2004) Leguminosae, Papilionoideae no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. II: árvores e arbustos escandentes. Acta Botanica Brasilica 18, 49-71
- Brasil** (2009) Regras para análise de sementes. Brasília, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária

- Cao D., Baskin C.C., Baskin J.M., Yang, F. Huang, Z.** (2012) Comparison of germination and seed bank dynamics of dimorphic seeds of the cold desert halophyte *Suaeda corniculata* subsp. *mongolica*. *Annals of Botany* 110, 1545-1558
- Carvalho, P.E.R.** (2004) Pau-jacaré – *Piptadenia gonoacantha*. Circular técnica 91. Embrapa
- Corner, E.J.H.** (1951) The leguminous seed. *Phytomorphology* 1, 117-150
- Corner, E.J.H.** (1976) The seeds of dicotyledons. Cambridge, Cambridge University Press
- Crepaldi, I.C., Santana, J.R.F., Lima, P.B.** (1998) Quebra de dormência de sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. Ex. Tul. - Leguminosae, Caesalpinioideae). *Sitientibus* 18, 19-29
- Ellis, R.H., Hong, T.D., Roberts, E.H.** (1990) An intermediate category of seed storage behavior? I. *Coffee*. *Journal of Experimental Botany* 41, 1167-1174
- Farnsworth, E.** (2000) The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31, 107-138
- Farrant, J.M., Pammenter, N.W., Berjak, P.** (1989) Germination-associated events and the desiccation sensitivity of recalcitrant seeds - a study on three unrelated species. *Planta* 178, 189-198
- Freitas, S.J., Barroso, D.G., Silva, R.F., Martins, V.H.C.R., Freitas, M.D.S., Ferreira, P.R.** (2011) Métodos de remoção da sarcotesta na germinação de sementes de jaracatiá. *Revista Árvore* 35, 91-96
- Groth, D., Neli, E.R., Andrade, B.D.E.** (2003) Caracterização morfológica de unidades de dispersão de cinco espécies ornamentais. *Revista Brasileira de Sementes* 24, 11-17
- Gunn, C.R.** (1981) Seeds of the Leguminosae. In: Polhill, R.M., Raven, P.H. (Eds.). *Advances in legume systematics. Part 2.* Kew, Crown Copyright. 913-926
- Gunn, C.R.** (1991) Fruits and seeds of genera in the subfamily Caesalpinioideae (Fabaceae). *Technical Bulletin, United States Department of Agriculture* 1751, 1-408
- Gunn, C.R., Barnes, D.E.** (1977) Seed morphology of *Erythrina* (Fabaceae). *Lloydia* 40, 454-470
- Hong, T.D., Ellis R.H.** (1996a) A protocol to determine seed storage behavior. IPGRI Technical Bulletin No. 1. (J.M.M. Engels and J. Toll, vol. eds.) International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy

- Hong, T.D., Ellis, R.H.** (1996b) Seed storage behavior: a compendium. Handbooks for Genebanks: No. 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome
- Hyde, E.O.C.** (1954) The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to the ripening of the seed and the permeability of the testa. *Annals of Botany* 18, 241-256
- Ilkiu-Borges, F., Mendonça, M.S.** (2009) Morfo-anatomia da semente de *Bauhinia monandra* Kurz. (Leguminosae-Caesalpinioideae) *Revista Brasileira de Sementes* 31, 168-174
- Imbert, E.** (2002) Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* 5, 13-36
- Jayasuriya, K.M.G.G., Wijetunga, A.S.T.B., Baskin, J.M., Baskin, C.C.** (2012) Physiological epicotyl dormancy and recalcitrant storage behavior in seeds of two tropical Fabaceae (subfamily Caesalpinioideae) species. *AoB Plants* 2012, pls044
- Jensen, W.A.** (1962) *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco, W.H. Freeman
- Jernstedt, J., Clark, C.** (1979) Stomata on the fruits and seeds of *Eschscholzia* (Papaveraceae). *American Journal of Botany* 66, 586-590
- Johansen, D.A.** (1940) *Plant microtechnique*. New York, McGraw-Hill Book
- Johri, B.M., Ambegaokar, K.B., Srivastava, P.S.** (1992) *Comparative embryology of Angiosperms*. Berlin, Springer-Verlag
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.S.** (2002) *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sunderland, Sinauer Associates
- Justo, C.F., Alvarenga, A.A., Alves, E., Guimarães, R.M., Strassburg, R.C.** (2007) Efeito da secagem, do armazenamento e da germinação sobre a micromorfologia de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. *Acta Botanica Brasilica* 21, 539-551
- Kirkbride, J.H., Gunn, C.R., Weitzman, A.L.** (2003) Fruits and seeds of genera in the subfamily Faboideae (Fabaceae). *Technical Bulletin, United States Department of Agriculture* 1890, 1-1208
- Leal, I.R., Oliveira, P.S.** (1998) Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in Cerrado vegetation in Southeast Brazil. *Biotropica* 30, 170-178
- Lewis, G., Schirire, B., Mackinder, B., Lock, M.** (2005) *Legumes of the world*. Richmond, Royal Botanic Gardens
- Lima, H.C., Queiroz, L.P., Morim, M.P., Souza, V.C., Dutra, V.F., Bortoluzzi, R.L.C., Iganci, J.R.V., Fortunato, R.H., Vaz, A.M.S.F., Souza, E.R., Filardi,**

- F.L.R., Valls, J.F.M., Garcia, F.C.P., Fernandes, J.M., Martins-Da-Silva, R.C.V., Perez, A.P.F., Mansano, V.F., Miotto, S.T.S., Tozzi, A.M.G.A., Meireles, J.E., Lima, L.C.P., Oliveira, M.L.A.A., Flores, A.S., Torke, B.M., Pinto, R.B., Lewis, G.P., Barros, M.J.F., Schütz, R., Pennington, T., Klitgaard, B.B., Rando, J.G., Scalon, V.R., Cardoso, D.B.O.S., Costa, L.C., Silva, M.J., Moura, T.M., Barros, L.A.V., Silva, M.C.R., Queiroz, R.T., Sartori, A.L.B., Camargo, R. A., Lima, I.B., Costa, J., Soares, M.V.B., Snak, C., São-Mateus, W., Falcão, M. J., Martins, M.V., Reis, I.P., Cordula, E.** (2001) Fabaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 31 Jan. 2016.
- Lopes, J.C.** (1998) Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpineae ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamento para superar a dormência. Revista Brasileira de Sementes 20, 80-86
- Lorenzi, H.** (1992) Árvores brasileiras: manual de identificação e Cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, Editora Plantarum
- Lorenzi, H.** (1998) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.2. Nova Odessa, Editora Plantarum
- Manning, J.C., Van Staden, J.** (1985) The development and ultrastructure of the testa and tracheid bar in *Erythrina lysistemon* Hutch. (Leguminosae: Papilionoideae). Protoplasma 129, 157-167
- Mansano, V.F., Tozzi, A.M.G.A.** (1999) The taxonomy of some Swartzieae (Leguminosae, subfam. Papilionoideae) from Southeastern Brazil. Brittonia 51, 149-158
- Martins, M.A.G., Oliveira, D.M.T.** (2001) Morfo-anatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae). Revista Brasileira de Botânica 24, 109-121
- Medeiros, A.C.S.** (2001) Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas. Documentos 66. Brasília, Embrapa
- Medeiros, A.C.S., Eira, M.T.S.** (2006) Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. Circular Técnica 127. Colombo, Embrapa Florestas

- Mello, J.I.O., Barbedo, C.J., Salatino, A., Figueiredo-Ribeiro, R.D.C.L.** (2010) Reserve carbohydrates and lipids from the seeds of four tropical tree species with different sensitivity to desiccation. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 53, 889-899
- Mello, J.I.O., Figueiredo-Ribeiro, R.C., Barbedo, C.J.** (2013) Sub-zero temperature enables storage of seeds of *Caesalpinia echinata* Lam. *Journal of Seed Science* 35, 519-523
- Melo-Pinna, G.F.D.A., Neiva, M.S.M., Barbosa, D.C.D.A.** (1999) Estrutura do tegumento seminal de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae), ocorrentes numa área de caatinga (PE - Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 22, 375-379
- Mendes-Rodrigues, C., Ferreira, W.R., Lima, J.A., Dornelles, M.C., Ranal, M., Santana, D.G.** (2007) Germinação de embriões de duas espécies de *Inga* (Mimosaceae). *Revista Brasileira de Biociências* 5, 561-563
- Nakamura, A.T., Oliveira, D.M.T.** (2005) Morfoanatomia e ontogênese da sâmara de *Pterocarpus violaceus* Vogel (Fabaceae: Faboideae). *Revista Brasileira de Botânica* 28, 375-387
- O'Brien, T.P.; Feder, N.; McCully, M.E.** (1964) Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59, 368-373
- Oliveira, D.M.T.** (1999) Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Leguminosae. *Acta Botanica Brasilica* 13, 263-269
- Oliveira, D.M.T., Beltrati, C.M.** (1994) Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). *Revista Brasileira de Biologia* 54, 91-100
- Oliveira, D.M.T., Siqueira, A.C.N.S., Nakamura, A.T.** (2007) Anatomia e ontogênese da sâmara de *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. (Leguminosae: Papilionoideae). *Rodriguésia* 58, 231-247
- Oliveira, L.M., Bruno, R.L.A., Alves, E.U., Sousa, D.M.M., Andrade, A.P.** (2012) Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* Benth. - (Leguminosae- Mimosoideae) *Revista Árvore* 36, 433-440
- Oliveira-Filho, A.T.** (2006) Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras, Editora UFLA

- Paiva, E.A.S., Lemos-Filho, J.P., Oliveira, D.M.T.** (2006) Imbibition of *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) seeds: the role of stomata. *Annals of Botany* 98, 213-217
- Paiva, E.A.S., Pinho, S.Z., Oliveira, D.M.T.** (2010) Large plant samples: how to process for GMA embedding? In: Chiarini-Garcia, H., Melo, R.C.N. (Eds.). *Light microscopy: methods and protocols*. New York, Springer/Humana Press. *Methods in Molecular Biology* 689, 37-49
- Paula, A.S., Delgado, C.M.L., Paulilo, M.T.S., Santos, M.** (2012) Breaking physical dormancy of *Cassia leptophylla* and *Senna macranthera* (Fabaceae: Caesalpinioideae) seeds: water absorption and alternating temperatures. *Seed Science Research* 22,259-267
- Pinto, T.T.** (2013) Morfoanatomia e fisiologia de sementes com dormência física de *Colubrina glandulosa* Perkins (Rhamnaceae) e *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinioideae - Fabaceae). Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina
- Pizo, A.M., Oliveira, P.S.** (2001) Size and lipid content of nonmyrmecochorous diaspores: effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil. *Plant Ecology* 157, 37-52
- Ponomarenko, S.F., Pavlova, M.E.** (2003) Seed structure in the genus *Bauhinia* L. (fam. Fabaceae Lindl.) in the context of taxonomy. *Biology Bulletin* 30, 361-369
- Roberts, E.H.** (1973) Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1, 499-514.
- Rugenstein, S.R., Lersten, N.R.** (1981) Stomata on Seeds and Fruits of *Bauhinia* (Leguminosae: Caesalpinioideae) *American Journal of Botany* 68, 873-876
- Santos, J.L., Luz, I.S., Matsumoto, S.N., D'Arêde, L.O., Viana A.E.S.** (2014) Superação da dormência tegumentar de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth pela escarificação química. *Bioscience Journal* 30, 1642-1651
- Sass, J.E.** (1951) *Botanical microtechnique*. Ames, Iowa State University Press.
- Schulz, D.G., Oro, P., Volkweis, C., Malavasi, C.C., Malavasi, V.C.** (2014) Maturidade fisiológica e morfometria de sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. *Floresta e Ambiente* 21, 45-51
- Silva, B.M.S., Môro, F.V.** (2008) Aspectos morfológicos do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Leguminosae). *Revista Brasileira de Sementes* 30,195-201

- Souza, V.C., Lorenzi, H.** (2005) Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, Instituto Plantarum
- Teixeira, S.P., Carmello-Guerreiro, S.M., Machado S.R.** (2004). Fruit and seed ontogeny related to the seed behavior of two tropical species of *Caesalpinia* (Leguminosae) Botanical Journal of the Linnean Society 146, 57-70
- The Legume Phylogeny Working Group** (2013) Legume phylogeny and classification in the 21st century: progress, prospects and lessons for other species-rich clades. Taxon 62, 217-248
- Tokuhisa, D., Dias, D.C.F.D.S., Alvarenga, E.M., Hilst, P.C., Demuner, A.J.** (2007) Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya*). Revista Brasileira de Sementes 29, 180-188
- Vieira, D.L.M., Scariot, A.** (2006) Effects of logging, liana tangles and pasture on seed fate of dry forest tree species in Central Brazil. Forest Ecology and Management 230, 197-205
- Von Teichman, I., Van Wyk, A.E.** (1991) Trends in the evolution of dicotyledonous seeds based on character associations, with special reference to pachychalazy and recalcitrance. Botanical Journal of the Linnean Society 105,211-237
- Von Teichman, I., Van Wyk, A.E.** (1994). Structural aspects and trends in the evolution of recalcitrant seeds in dicotyledons. Seed Science Research 4, 225-239
- Werker, E.** (1997) Seed anatomy. Berlin, Gebrüder Borntraeger