



UFAM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E
SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**

**ASPECTOS MORFOANATÔMICOS DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE
Ochroma lagopus Swartz – MALVACEAE**

SIMONE MONFORT ABITBOL

**MANAUS
2008**



UFAM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E
SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**

SIMONE MONFORT ABITBOL

**ASPECTOS MORFOANATÔMICOS DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE
Ochroma lagopus Swartz – MALVACEAE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração em Plantas Nativas e Potenciais Usos.

Orientadora: Maria Silvia de Mendonça Queiroz

Co-orientadora: Marília Contin Ventrella

MANAUS
2008

FICHA CATALOGRÁFICA

(Catalogação na fonte realizada pela Biblioteca Central - UFAM)

Abitbol, Simone Monfort

A149a Aspectos morfoanatômicos de sementes e plântulas de
Ochroma lagopus Swartz – Malvaceae / Simone Monfort
Abitbol. - Manaus: UFAM, 2008.
73 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Agricultura e
Sustentabilidade na Amazônia) — Manaus, Universidade
Federal do Amazonas, 2008.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Silvia de M. Queiroz
Co-orientadora: Marília Contin Ventrella

1. Morfologia vegetal 2. Anatomia vegetal 3.
Ochroma lagopus Swartz I. Universidade Federal do
Amazonas II. Maria Silvia de Mendonça Queiroz III.
Marília Contin Ventrella IV. Título

CDU 581.4(043.3)

SIMONE MONFORT ABITBOL

**ASPECTOS MORFOANATÔMICOS DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE
Ochroma lagopus Swartz – MALVACEAE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração em Plantas Nativas e Potenciais Usos

APROVADA: 11 de junho de 2008

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Silvia de Mendonça, Presidente
Universidade Federal do Amazonas

Dr. Antenor Pereira Barbosa, Membro
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Prof. Dr. Alexandre Antônio Alonso, Membro
Universidade Federal do Amazonas

A Deus que me iluminou e orientou nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

À minha família, pai Paulo Roberto da Silva Abitbol, mãe Norma Suely Monfort Abitbol, minha irmã Rúbia Cristina Monfort Abitbol que sempre me incentivaram, ajudaram e me apoiaram nos meus estudos e para a realização deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre esteve comigo me iluminando e proporcionando momentos maravilhosos na minha vida.

Agradeço à todos que me ajudaram, contribuíram, incentivaram e apoiaram para a realização deste trabalho e, em especial:

À minha mãe, Norma Suely Monfort Abitbol, e meu pai, Paulo Roberto da Silva Abitbol, pelo apoio nas fases deste trabalho e dedicação à família. Por me ensinar a buscar e querer o melhor pra mim.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas por ter dado a oportunidade de ingressar no curso.

Ao CNPq e ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) pelo apoio financeiro.

A Universidade Federal de Viçosa, especialmente aos funcionários, estagiários, professores, alunos, amigos do laboratório de Anatomia vegetal, especialmente Bárbara Elias, Juliana, Diogo e Leonor.

A minha orientadora, Maria Silvia de Mendonça Queiroz, pela orientação e confiança na execução do trabalho.

A minha co-orientadora, Marília Contin Ventrella, pela ajuda, orientação, disponibilidade e auxílio na dissertação.

Ao meu querido e amigo professor Antenor Pereira Barbosa, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, e professora Tereza, da Universidade Federal do Amazonas, que estiveram sempre disponíveis em me receber e orientar no decorrer do trabalho.

Ao meu marido, Emerson Santos da Silva, pela enorme paciência, compreensão e apoio.

A todos os meus colegas do curso, em especial as minhas amigas: Elizângela, Cristiane e Liane.

A todos os professores do curso da pós-graduação que muito contribuíram para a minha formação.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.	Beneficiamento manual das sementes de <i>Ochroma lagopus</i>	24
Figura 2.	Semente de <i>O. lagopus</i>	29
Figura 3.	Tegumento de <i>O. lagopus</i>	32
	Fotomicrografias de seções transversais do tegumento de sementes sem dormência de <i>O.</i>	
Figura 4.	<i>lagopus</i> submetida a testes histoquímicos	34
Figura 5.	Fotomicrografias de sementes de <i>Ochroma lagopus</i> submetida a testes histoquímicos	36

CAPÍTULO II

Figura 1.	Germinação de sementes de <i>Ochroma lagopus</i> em placas de Petri	48
Figura 2.	Plântulas de <i>O. lagopus</i>	49
Figura 3.	Características morfológicas da germinação de <i>O. lagopus</i>	54
Figura 4.	Fases da germinação da semente de <i>O. lagopus</i>	55
Figura 5.	Plântula com eofilos de <i>O. lagopus</i>	57
Figura 6.	Desenvolvimento da plântula de <i>O. lagopus</i> até o segundo par de eofilos ou protofilos	57
	Fotomicrografias de seções transversais da raiz primária de <i>O. lagopus</i> corados com Azul	
Figura 7.	de Toluidina (A – B) e eletromicrografia de varredura da raiz (C – D)	59
	Fotomicrografias de seções transversais de <i>O. lagopus</i> coradas com Azul de Toluidina (A –	
	B), contra-corado com Lugol (C – D) e eletromicrografia de varredura (E – F) do	
Figura 8.	hipocótilo de <i>O. lagopus</i>	60
	Fotomicrografias de seções transversais do cotilédone de <i>O. lagopus</i> corados com Azul de	
Figura 9.	Toluidina (A – C), contra corado com Lugol (D) e eletromicrografia de varredura (E – F)....	62
	Fotomicrografias de seções transversais do epicótilo de <i>O. lagopus</i> corados com Azul de	
Figura 10.	Toluidina (A – D).....	64
	Fotomicrografias de seções transversais do primeiro eofilo de <i>O. lagopus</i> corados com	
Figura 11.	Azul de Toluidina (A, C e D), contra corado com Lugol (B).....	67
	Fotomicrografias de seções transversais do terceiro eofilo de <i>O. lagopus</i> corados com Azul	
Figura 12.	de Toluidina (A, C, D e E), contra corado com Lugol (B).....	68
Figura 13.	Superfície dos eofilos de <i>O. lagopus</i> (A – D). Eletromicrografia de varredura (E – H).....	69

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 Família Malvaceae	5
2.2 Características gerais de <i>Ochroma lagopus</i> Sw.	5
2.3 Importância da morfoanatomia de sementes e plântulas	7
2.4 Morfologia da semente	9
2.5 Morfologia da plântula	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO I – Aspectos morfoanatômicos de sementes de <i>Ochroma lagopus</i> Swartz –	
Malvaceae	18
RESUMO	18
ABSTRACT	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1 Material botânico	23
2.2 Preparação do material para medições e teor de umidade	23
2.3 Caracterização morfológica	25
2.4 Microscopia de Luz	25

2.5	Microscopia Eletrônica de Varredura	26
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1	Teor de umidade da semente	27
3.2	Morfoanatomia da semente	27
3.2.1	Morfologia geral da semente	27
3.2.2	Anatomia e histoquímica do tegumento da semente	30
3.2.3	Anatomia e histoquímica do endosperma e do embrião da semente	34
4.	CONCLUSÃO	37
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
	CAPÍTULO II – Processo germinativo e aspectos morfoanatômicos de plântulas de	
	<i>Ochroma lagopus</i> Swartz – Malvaceae	41
	RESUMO	41
	ABSTRACT	43
1.	INTRODUÇÃO	45
2.	MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1	Processo Germinativo	47
2.2	Morfologia da plântula	48
2.3	Obtenção de plântula	49
2.4	Anatomia da plântula	50
2.5	Diafanização	50
2.6	Microscopia Eletrônica de Varredura	51
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
3.1	Início do desenvolvimento da plântula	52

3.2	Morfologia da plântula	55
3.3	Anatomia da plântula	58
3.3.1	Raiz primária	58
3.3.2	Hipocótilo	59
3.3.3	Cotilédone	61
3.3.4	Epicótilo	63
3.3.5	Eofilos	64
4.	CONCLUSÃO	70
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1. INTRODUÇÃO GERAL

A morfologia de sementes, germinação e plântulas são importantes na análise do ciclo vegetativo das espécies, processos de germinação e crescimento, como também para obtenção de mudas ou mesmo para classificar plântulas com finalidade taxonômica (KUNIYOSHI, 1983).

Como parte de estudos morfoanatômicos, a morfologia de plantas tem merecido atenção, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou agrupamento sistemático de plantas, facilitando o reconhecimento e identificação das espécies de uma determinada região (OLIVEIRA, 1993).

Araújo *et al.* (2004) afirmam que, tanto para espécies florestais nativas como para espécies exóticas, há uma carência de estudos sobre a morfologia de sementes e plântulas. No entanto, para explorar os recursos produzidos por espécies florestais é necessário obter o conhecimento sobre suas características e seu ciclo vegetativo, visando proporcionar o manejo adequado das espécies.

Estudos sobre a morfologia de sementes, da germinação e até a formação da plântula envolvem conhecimentos básicos, informações úteis à identificação botânica (MIRANDA, 1998). Para Crestana e Beltrati (1988), estudos morfológicos e anatômicos da germinação de sementes de espécies florestais tropicais são fundamentais e urgentes à medida que cresce a demanda por seus produtos e estão sendo reduzidas drasticamente as populações naturais, em face das alterações ambientais provocadas principalmente pelo desmatamento contínuo.

Segundo Kuniyoshi (1983) o conhecimento morfológico das estruturas das sementes é de grande importância, pois é possível obter informações sobre germinação,

armazenamento e métodos de semeadura, dispondo-se do maior número de dados sobre o ciclo biológico das espécies, compreendendo os mecanismos naturais do ecossistema florestal. Contribui também para o entendimento da regeneração e manejo das florestas (MARTINI *et al.*, 1994; BELTRATI, 1990).

A identificação das espécies no estágio inicial de crescimento conduz a três direções: contribuição para um melhor entendimento da biologia da planta; estudos taxonômicos e, levantamento ecológico da regeneração natural por sementes (SALES, 1987).

Para Oliveira (1993), o conhecimento morfológico da plântula permite caracterizar famílias, gêneros e também espécies, sendo aplicado no inventário florestal de muitas regiões de clima temperado e tropical. Melo (2001) cita também que o estudo na fase de plântula serve de índice para reconhecer o estágio sucessional de uma vegetação, da diversidade de espécies e dos indivíduos que dominam o solo.

Apesar de alguns autores terem contribuído para ampliação dos estudos no campo da morfologia de sementes e plântulas como: Beltrati (1973), Kuniyoshi (1983), Barroso *et al* (1999), Ferreira & Cunha (2000), Melo (2001), Araújo *et al.* (2004) e Melo & Varela (2006), ainda há carência de informações referentes aos aspectos morfoanatômicos de sementes e plântulas de espécies florestais, principalmente da anatomia, dificultando a compreensão de todo o processo de desenvolvimento estrutural, fisiológico e ecológico de plantas florestais nos seus estágios iniciais.

Ochroma lagopus Swartz, pertence a família Malvaceae (APG II, 2003), é constituída de 250 gêneros e 4.200 espécies espalhadas pelo mundo (SOUZA., *et al* 2005). Possui grande importância econômica, sendo a espécie *O. lagopus*, utilizada em

plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas, de preservação permanente, graças ao seu rápido crescimento e tolerância à luminosidade direta (RIBEIRO *et al.*, 1999; OLIVEIRA, 2006). Sua madeira é leve, macia, fácil de trabalhar e ideal para a construção de jangadas, balsas, salva-vidas, bóias e brinquedos (LOUREIRO *et al.*, 1979).

Com o estudo morfoanatômico das sementes e plântulas de pau-de-balsa, pode-se conhecer melhor o processo germinativo desta espécie, para subsidiar os trabalhos de produção de mudas e também compreender melhor o processo de estabelecimento desta espécie, em condições naturais da floresta.

Até o momento, nenhuma pesquisa aprofundada foi feita com a espécie *O. lagopus* sobre a morfoanatomia de sementes e plântulas. As referências existentes sobre esta espécie, em geral, restringem-se ao estudo da morfologia dos estádios iniciais de espécies tropicais arbóreas (GONZALES e TRIGOSO, 1993), descrições sobre germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urb. (NETTO, 1994); crescimento da espécie *Ochroma lagopus* Sw. usada para recuperar áreas degradadas pela agricultura na Amazônia (BARBOSA *et al.*, 2002); tecnologia alternativa para quebra de dormência de sementes de pau-de-balsa (*O. lagopus* - Bombacaceae) (BARBOSA *et al.*, 2004); conservação de sementes de *Ochroma pyramidale* (PINTO *et al.*, 2004) e a influência da temperatura e quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban (pau-de-balsa) (RAMOS *et al.*, 2006).

Diante disso o objetivo do trabalho foi obter informações sobre a morfoanatomia das sementes e plântulas de *Ochroma lagopus* como contribuição ao estudo ecológico,

taxonômicos, ao manejo adequado da espécie através do conhecimento do processo germinativo e identificação na fase juvenil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Família Malvaceae

O. lagopus, pertence a família Malvaceae (Juss.). APG (Angiosperm Phylogeny Group ou Grupo de Filogenia das Angiospermas) herda os integrantes das antigas famílias Sterculiaceae, Tiliaceae e Bombacaceae, pela nova classificação (APG II, 2003). É constituída de 250 gêneros e 4.200 espécies espalhadas pelo mundo (SOUZA *et al*, 2005), sendo o maior centro de dispersão a América do Sul, com alguns gêneros na África e Ásia (CRONQUIST, 1981). Ocorrem no Brasil 18 gêneros e cerca de 100 espécies (BARROSO *et al.*, 1978;).

2.2 Características gerais de *Ochroma lagopus* Sw.

O. lagopus é vulgarmente conhecida por pau-de-balsa (Amazonas-Brasil), pau-de-jangada, pata-de-lebre (Pará-Brasil), balsa (América Central), palo de lano (Venezuela), tôpa (Peru), palo de balsa (Bolívia), tambor (Guatemala), polak (Nicarágua), etc. Ocorre no México, Antilhas, América Central, Venezuela e Bolívia, e é cultivada no Peru, África e Ásia. No Brasil, é comum na metade ocidental do Estado do Amazonas e no rio Tiquié (alto Rio Negro). Com seu habitat na margem inundável dos rios e igapós (LOUREIRO *et al.*, 1979).

Segundo Hermes e Locatelli (2006), o pau-de-balsa necessita de uma precipitação em torno de 1500 a 3000mm e temperatura entre 22 a 27°C. Tolerância período seco de até quatro meses, desde que a umidade relativa do ar não fique abaixo de 75%. É exigente quanto à qualidade do solo, só crescendo em solos profundos e bem drenados. É uma espécie heliófita de rápido crescimento atinge alturas de 18 a 24 metros e DAP (diâmetro

a altura do peito) de 30 a 45cm. A sua característica heliófita impede o desenvolvimento no interior da floresta, entretanto apresenta abundante regeneração natural em clareiras naturais ou antrópicas, constituindo às vezes, povoamentos puros. A espécie também cresce sob forma de regeneração natural em povoamento homogêneo de outras espécies, porém só se estabelece quando a copa forma acima do dossel da espécie concorrente.

De acordo com LOUREIRO *et al.* (1979), as folhas são grandes e alternas, podendo atingir 40cm de comprimento e 30cm de largura, com pecíolo grosso verde com tom amarronzado. As flores são brancas grandes (25 cm de comprimento). O fruto é constituído por uma cápsula de forma alongada que abre em cinco valvas com fibras abundantes envolvendo as sementes. A pluma que envolve as sementes é empregada no enchimento de colchões e travesseiros. A árvore é útil para plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente, graças ao rápido crescimento. A madeira é muito leve (0,20 a 0,35 g/cm³), fácil de trabalhar, cerne castanho pálido ou avermelhado, alburno branco palha com manchas acinzentadas ou róseas. Pode ser utilizada para caixas de embalagem de produtos perecíveis (RIZZINI, 1978) fabricação de papel e celulose, brinquedos, forros de teto, material isolante, barcos, jangadas, construção aeronáutica e material flutuante (LOUREIRO & SILVA, 1968). As sementes são pequenas, de 2,5 a 4,0mm de comprimento por 1,0 a 1,5mm de largura, cor marrom opaco (CONABIO, 2006).

A primeira frutificação é com a idade de 3 a 5 anos, apresentando em torno de 100 mil sementes por quilo (HERMES e LOCATELLI, 2006).

As folhas da planta são utilizadas na fitoterapia por ser ideal para resolver problemas intestinais (CARDENAS, 2000).

2.3 Importância da morfoanatomia de sementes e plântulas

Atualmente, a morfologia de plantas tem merecido atenção como parte de estudos morfoanatômicos, objetivando ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou agrupamento sistemático de plantas, ou visando o reconhecimento e identificação de plântulas de uma certa região (OLIVEIRA, 1993).

Os trabalhos sobre identificação, germinação, morfologia de sementes e plântulas vem crescendo ultimamente, e é preciso cada vez mais dar importância em pesquisas para conhecer o comportamento de outras espécies não estudadas. A literatura botânica registra também escassos estudos de natureza anatômica, dificultando a compreensão de todo o processo de desenvolvimento estrutural, fisiológico e ecológico de plantas florestais nos seus estágios iniciais.

Dado a importância deste estudo, alguns autores têm contribuído para ampliação do conhecimento no campo da morfologia de sementes e plântulas como também na anatomia. Beltrati (1973) ilustrou e descreveu a morfologia das sementes e a germinação de 18 espécies de *Eucalyptus*; Kuniyoshi (1983) descreveu 25 espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista; Barroso *et al.* (1999), analisaram e descreveram a morfologia externa e interna de frutos e sementes de várias famílias de dicotiledôneas; Ferreira & Cunha (2000) estudaram os aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) – Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) – Apocynaceae; Camargo *et al.* (2000), ampliaram o conhecimento das estruturas morfológicas e anatômicas das amêndoas e plântulas de castanheira-do-brasil; Melo (2001) realizou um estudo morfológico de sementes, germinação e plântulas de cinco espécies com importância agroflorestal;

Araújo *et al.* (2004), estudaram a caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata*. Melo & Varela (2006) estudaram os aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia. I. *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim-pedra). II. *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) – Leguminosae: Mimosoideae; Destacam-se também Pilati e Souza (2006), que tratam da morfoanatomia da plântula de *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. pertencente à Ulmaceae. Ressalta-se o mais recente trabalho de Matheus e Lopes (2007) sobre a morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L e também o trabalho de Silva *et al.* (2007), com a espécie *Cnidosculus juercifolius* Pax & K. Hoffm, da família Euphorbiaceae.

Com relação aos estudos da morfologia e anatomia de sementes e plântulas, assim como os mecanismos de germinação e crescimento, observa-se que, estes trabalhos, apesar de serem variados e dispersos, fornecem valiosas informações que permitem a identificação de muitas espécies em fases juvenis, compreendendo o ciclo biológico e sua regeneração.

Segundo Beltrati (1978) ao estudar a morfologia e anatomia de sementes e plântulas de *Eucalyptus maidenii* e depois compará-la com outras espécies do mesmo gênero, verificou que as características morfológicas externas dos envoltórios das sementes (tegumento), bem como a anatomia, são de grande utilidade na identificação das sementes e menos úteis quando estudada as características do embrião e da plântula. Para Rodrigues & Araki (1988) o conhecimento da morfologia e a origem dos tecidos da plântula a partir da semente é essencial para avaliação da qualidade das sementes florestais.

A morfologia interna das sementes, em combinação com as observações das plântulas, auxilia na identificação de suas estruturas, oferecendo subsídios para a realização de trabalhos de pesquisa (ARAÚJO & MATOS, 1991).

2.4 Morfologia da semente

Para KUNIYOSHI (1983) a semente é o principal elemento de perpetuação da maioria das espécies lenhosas e é o produto de uma série de eventos biológicos que começa com a floração e termina com a germinação. O conhecimento da estrutura da semente é de primordial importância para diversos fins, pode-se obter indicações sobre germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura.

As sementes podem ser identificadas por um conjunto de estruturas externas e internas. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), a superfície do tegumento pode ser lisa, rugosa, estriada, sulcada, reticulada, glabra, mucilaginosa, espinhosa, aculeada ou papilosa. Pode apresentar cicatrizes na identificação, como hilo e rafe. E, além disso, a semente pode possuir apenas uma ou mais de uma cor. Kozłowski e Gunn (1972) citam que as cores como o vermelho, amarelo e branco, também são válidos para identificação, sendo pouco freqüente. Algumas espécies têm pouca variação nas formas das sementes, enquanto outras têm muitas, sendo as mais comuns elipsóides, globosas, lenticulares, oblongas, ovóides e reniformes (FELICIANO, 1989). A forma e o tamanho das sementes são muito variáveis, dependendo da espécie e das condições ecológicas durante o desenvolvimento da planta-mãe e durante as fases posteriores ao florescimento (TOLEDO e FILHO, 1977).

Martin (1946), cita que a morfologia interna das sementes é tão importante como a externa, quando estudou a morfologia interna de 1287 gêneros, de 155 famílias de angiospermas, baseando-se no tamanho do embrião, em relação ao endosperma, e nas diferenças de tamanho, de forma e de posição do embrião dentro da semente.

Barroso *et al.* (1978) analisou e descreveu as estruturas morfológicas externas e internas das sementes de várias famílias de Dicotiledôneas e Monocotiledôneas, definindo tipos de reserva do endosperma e classificando os embriões de acordo com as formas e posições que ocupam no interior da semente.

Para Gunn (1972) tanto as características externas como as internas das sementes são pouco modificadas pelo ambiente, constituindo-se num critério bastante seguro para a identificação.

2.5 Morfologia de Plântula

Nos estudos que envolvem a necessidade de conhecimento da regeneração natural, a identificação da planta no estágio juvenil torna-se imprescindível (AMORIM, 1996).

A germinação nas plantas com sementes pode ser definida como uma série de eventos morfogenéticos que resultam na transformação de um embrião em uma plântula (OLIVEIRA, 1993).

Para Font Quer (1985), plântula é o embrião já desenvolvido como consequência da germinação; plantinha recém-nascida; o autor não define até que fase o termo deve ser empregado. Já a definição de Parra (1984), plântula inclui desde a protrusão da raiz primária, até o aparecimento do primeiro metafilo.

As plântulas são estudadas por dois motivos, o primeiro é a necessidade de identificá-las em certas regiões ou habitats, por isso as plântulas têm sido descritas e ilustradas e em segundo, as plântulas são estudadas porque fornecem informações adicionais ao conhecimento sobre o ciclo de vida das plantas (BOKDAM, 1977).

Segundo Feliciano (1989), vários são os trabalhos de identificação de plântulas e mudas de diversas espécies e famílias, principalmente na literatura internacional. No Brasil, ainda são poucos os trabalhos sobre morfologia de plântulas de espécies florestais, levando em consideração a diversidade da flora brasileira (OLIVEIRA, 1993).

Na Amazônia, pesquisas nesse sentido foram iniciadas por Macedo (1977), descrevendo a dispersão de sementes de plantas lenhosas de uma campina amazônica e identificando o tipo de germinação e a morfologia dos frutos e das sementes de algumas leguminosas.

Lubbock (1892) apresentou importantes trabalhos sobre sementes, forma dos cotilédones e das folhas, com descrição e ilustração de espécies de muitas famílias. Estas obras são consideradas pioneiras e das mais extensas e completas no assunto, muito atual no seu conteúdo, onde o autor chama atenção para a importância da germinação das sementes considerando de grande valor a morfologia das plântulas e suas estruturas.

Com relação às plântulas, destaca-se o trabalho de Ducke (1965), descrevendo cerca de duzentas plântulas de espécies florestais de Porto Rico e do Canal do Panamá, onde ressalta a importância das sementes para a sistemática botânica e das plântulas das espécies no campo.

Entretanto, é de Kuniyoshi (1983), o trabalho mais aprofundado sobre o assunto que trata da morfologia da semente e sua germinação até a fase plântular, com descrições e ilustrações de vinte e cinco espécies florestais nativas da floresta com Araucária.

Em face ao exposto, percebe-se a importância de se intensificar os estudos das estruturas de sementes e plântulas visando diversos fins, como: análises de laboratório, identificação e diferenciação de espécies e grupos, reconhecimento da planta no campo, bem como a taxonomia e silvicultura da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, I. L.; **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras - MG.** 1996. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Departamento de Silvicultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

APG II. 2003. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Bot. J. Linn. Soc.**141: 399-436.

ARAÚJO, S. S.; MATOS, V.P. Morfologia da semente e de plântulas de *Cássia fistula* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.13, p. 217-223, 1991.

ARAÚJO, E. C.; MENDONÇA, A.V.R.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K. R.; SILVA, R.F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (CAV.) Pers. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p. 105-110, 2004.

BARBOSA, A.P.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P.T.B.; NAKAMURA, S.; GONÇALVES, C.Q.B. O crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacarandá copaia* D. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 477-482, 2002.

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

BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G. & PEIXOTO, A. L. **Sistemática de Angiosperma do Brasil.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978. 255p.

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

BELTRATI, C. M. **Morfologia das sementes e de sua germinação, em dezoito espécies de Eucalyptus.** 1973. 236f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Filosofia e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1973.

BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes e plântulas de *Eucalyptus maidenii*. **Turrialba**, Costa Rica, v. 28, n. 3, p. 209-214, 1978.

BELTRATI, C. M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: UNESP, 1990. 100p.

BOKDAM, J. Seedlings morphology of some African Sapotaceae and its taxonomical significance. **Meded. Landbouwhogeschool Wageningen**, v.77, p.1-84, 1977.

CAMARGO, I.P.; CASTRO, E.M.; GAVILANES, M.L. Aspectos da anatomia e morfologia de amêndoas e plântulas de castanheira-do-brasil. **Revista Cerne**, Lavras, v.6, n.2, p. 11-18, 2000.

CARDENAS, J.D.R. **Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis**. 1.ed. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000. 405p.

CONABIO. ***Ochroma pyramidale***. Disponível em: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/15-bomba6m.pdf. Acesso em 15 de agosto de 2006.

CRESTANA, C.M.; BELTRATI, C.M. Morfologia e anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-caesalpinioideae). **Naturalia**, São Paulo, v.13, p. 45-54. 1988.

CRONQUIST, A.. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

DUCKE, A. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight Forest types in Puerto Rico. **Ann, Missouri Bot. Gard.**, v. 52 n. 3, p. 314-350, 1965.

FELICIANO, A. L. P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento da muda, acompanhado de descrições morfológicas de 10 espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido nordestino**. 1989. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

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

FERREIRA, R. A.; CUNHA, M.C. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraíba* (Mart.) Bur.) – Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) – Apocynaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p. 134-143, 2000.

FONT QUER, P. **Diccionario de Botânica**. Barcelona: Labor, 1985. 1244p.

GONZALES, J. D; TRIGOSO, J. R. **Identification de la regeneracion natural de arboles tropicales por la morfologia de sus estádios iniciales**. Revista Forestal, v. 20, n. 1, p. 35 – 61, 1993.

HERMES, A.; LOCATELLI, M. **Pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*)**. Disponível em: www.portaldoagronegócio.com.br . Acesso em 01 de outubro de 2006.

KOZLOWSKI, T. T.; GUNN, C. R. Importance and characteristics of seeds. In: Kozlowski, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. p.1-20.

KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária**. 1983. 233f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M.F. **Catálogo das madeiras da Amazônia**, Belém: SUDAM, v.1, 1968, p.167-168.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. & ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: INPA/SUFRAMA, v. 2, 1979, 187p.

LUBBOCK, J. B. 1892. **A contribution to our knowledge of seedlings**. London. Kegan Paul. Trench. Trubner 1 (1-8): 1 - 608

MACEDO, M. Dispersão de plantas lenhosas das campinas amazônicas. II-Observações gerais. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 5, n. 30, p. 211-223, 1977.

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

MARTINI, A. M. Z.; ROSA, N. A.; UHL, C. Na attempt to predict which Amazonian tree species may be threatened by logging. **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 21, n. 2, p. 152-162, 1994.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 08-17, 2007.

MELO, M.G.G. **Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de cinco espécies arbóreas utilizadas em sistemas agroflorestais (SAF) na Amazônia**. 2001. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2001.

MELO, M.F.F.; VARELA, V.P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia. I. *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim-pedra). II. *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) – Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 54-62, 2006.

MIRANDA, P. R. M. **Morfologia de fruto, semente, germinação e plântula e o efeito da temperatura na germinação e viabilidade de sementes de sete espécies florestais da Amazônia Central**. 1998. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1998.

NETTO, D. A. M. Germinação de sementes de Pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam.) Urban., (Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 159-161, 1994.

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

OLIVEIRA, L.A. Disponível em: http://www.inpa.gov.br/cpca/luizoli/textos/amazonia_33_area_degradada.html . Acesso em: 22 de agosto de 2006.

PARRA, P. Estudio de la morfología externa de plântulas de *Calliandra gracilis*, *Mimosa albida*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa camporum* y *Mimosa tenuiflora*. **Revista de la Facultad de Agronomía**. v.13, n ¼, p. 31-50. 1984.

PILATI, R; SOUZA, L.A. Morfoanatomia da plântula de *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. (Ulmaceae) **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 1-6 , 2006.

PINTO, A. M.; INOUE, M. T.; NOGUEIRA, A. C. Conservação e vigor de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 233-236, 2004.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urban. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p.103-106. 2006.

RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R.; PROCÓPIO, L.C. **Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Manaus, INPA. 1999. 816p. il.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil, manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Blücher. 1978. 296p.

RODRIGUES, F. C. M. P.; ARAKI, S. M. N. Formação da semente. **In:** Piña-Rodrigues, F.C.M. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargil, 1988. 100p.

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

SILVA, L. M. de M.; AGUIAR, I. B.; TERTULIANO, S. S. X. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Cnidoculus juercifolius* Pax & K. Hoffm (Euphorbiaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 7, n. 2, p. 83-92, 2007.

SOUZA,V. C. Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II / Vinícius Castro Souza,Harri Lorenzi-Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum,2005.

TOLEDO, F. F.; FILHO, M. J. Formação da semente na planta. **In:** Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo, Agronômica Ceres, 1977, p. 25-43.

CAPÍTULO I

ASPECTOS MORFOANATÔMICOS DE SEMENTES DE *Ochroma lagopus* Swartz – Malvaceae

RESUMO – *Ochroma lagopus* Swartz (Malvaceae) é vulgarmente conhecida por pau-de-balsa e ocorre naturalmente desde o sul do México até a Bolívia. No Brasil é comum no Estado do Amazonas. É uma espécie arbórea onde sua principal importância está relacionada à utilização de sua madeira, na manufatura de barcos e jangadas e com potencialidade de uso para reflorestamento na região. Objetivou-se descrever e ilustrar os aspectos morfoanatômicos das sementes de pau-de-balsa. O trabalho foi iniciado com a coleta dos frutos e árvores matrizes na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus/AM. O estudo da morfologia foi realizado no Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) da Universidade Federal do Amazonas e a análise anatômica no Laboratório de Anatomia, no Núcleo de Microscopia e Microanálise (NMM) e no Laboratório de Micorrizas/BIOAGRO da Universidade Federal de Viçosa (MG). Foram feitas medições de comprimento, largura, espessura e teor de umidade. Foram observados os parâmetros morfológicos externos e internos das sementes para descrição morfológica, o uso de técnicas de microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura para caracterização anatômica, sendo empregado teste histoquímico com Sudan Red B, Azul do Nilo, Lugol, Floroglucina, Xilidine Ponceau, Azul de Astra e Fucsina Básica, Vermelho de Rutênio e Cloreto Férrico. *Ochroma lagopus* contém 8,8% de teor de umidade. A semente é estenospérmica, albuminosa, embrião axial invaginado plicado, cotilédones foliáceos. O tegumento é formado por células alargadas dispostas em paliçada. O endosperma e o embrião possuem células de paredes delgadas com formato e tamanho variável. Na

análise do tegumento com os testes histoquímicos deram respostas positivas para polissacarídeos, lignina e compostos fenólicos. No endosperma e embrião para proteínas, lipídios e amido.

MORPHOANATOMICS ASPECTS OF SEEDS OF *Ochroma lagopus* Swartz – Malvaceae

ABSTRACT - *Ochroma lagopus* Swartz (Malvaceae) is commonly known as pau-de-balsa and occurs naturally from southern Mexico to Bolivia. In Brazil is common in the state of Amazonas. It is a tree species and its main importance is related to the use of their wood in the manufacturing of boats and rafts and with potential for use for reforestation in the region. The objective is describe and illustrate morfoanatomics aspects of seed of pau-de-balsa. The work began with the collection of fruit and trees in the Estação Experimental de Silvicultura Tropical, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus/AM. The study was conducted morphology of the Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) da Universidade Federal do Amazonas and anatomical analysis in laboratory anatomy, no Núcleo de Microscopia e Microanálise (NMM) and the Laboratory of Micorrhyzum / BIOAGRO da Universidade Federal de Viçosa (MG). Been made measurements of length, width, thickness and moisture content. The parameters were observed morphological external and internal seed for morphological description, the use of techniques for light microscopy, and scanning electron microscopy to characterize anatomical, and employee test histochemical with Sudan Red B, Nile Blue, Lugol, Floroglucine, Xilidine Ponceau, Astra Blue and Basic Fuchsin, Rutênio Red and Ferric chloride. *Ochroma lagopus* contains 8,8% of moisture content. The seed is estenospérmic, albuminose, axial invaginated plicate embryo, foliaceous cotyledons. The tegument is formed by cells expanded arranged in palisading. The endosperm and the embryo cells have thin walls with varying shape and size. In the histochemical analysis of the tegument the tests gave positive responses to polysaccharides, lignin and phenolic compounds and endosperm and the embryo to proteins, lipids and starch.

1. INTRODUÇÃO

Ochroma lagopus é uma espécie arbórea conhecida popularmente no Brasil como pau-de-balsa, pau-de-jangada ou balsa (RIZZINI, 1977), pertencente à família Malvaceae pela nova classificação APG (APG II, 2003).

Essa espécie possui alto valor econômico com a utilização da madeira, pois é macia e fácil de trabalhar, podendo ser usada na fabricação de papel e celulose, confecção de embarcações e brinquedos (VARELA e FERRAZ, 1991). Apresenta grande importância ecológica como espécie pioneira no uso para reflorestamento, sendo utilizada em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente, graças ao seu rápido crescimento e tolerância à luminosidade direta (VASQUEZ-YANES, 1974). Atualmente é plantado em alguns países asiáticos e africanos. No Brasil já existem algumas experiências feitas por empreendedores do setor florestal (VIEIRA e LOCATELLI, 2006).

Trabalhos de morfologia envolvendo sementes vêm sendo conduzidos há muito tempo e muitos autores vêm contribuindo com esse estudo no decorrer dos anos, mas ainda existe carência de informações a respeito. Em relação aos trabalhos de morfologia realizados com *Ochroma*, alguns pesquisadores estudaram a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (VARELA E FERRAZ, 1991; NETTO, 1994); Gonzáles e Trigoso (1993) estudaram a morfologia dos estádios iniciais de algumas espécies tropicais, inclusive *O. pyramidale*; conservação e vigor de sementes de *O. pyramidale* (PINTO *et al.*, 2004); tecnologia alternativa para quebra de dormência de sementes de *O. lagopus* (BARBOSA *et al.*, 2004), influência da temperatura e da quantidade de água de substrato sobre a germinação de sementes de *O. pyramidale* (RAMOS *et al.*, 2006). Vásquez-

Yánes & Perez-Garcia (1976) mostraram as características morfológicas das sementes de *O. lagopus*, de uma maneira bem simples e resumida, podendo servir como complemento e comparação da espécie em estudo.

Um fator interessante que ocorre com o pau-de-balsa é que, segundo Vasques-Yanes & Perez-Garcia (1976), *O. lagopus*, por suas características morfológicas, possui dormência tegumentar. A dureza e a impermeabilidade do tegumento são fatores que caracterizam a dormência das sementes dessa espécie. E é através da anatomia que pode-se identificar o órgão, a sua estrutura ou os diferentes tipos de células que ocorrem no tegumento e/ou no tecido de reserva desta espécie. Para Solereder (1908) ou Metcalfe & Chalk (1950), os estudos de morfologia e anatomia são importantes e servem como subsídios até para a taxonomia.

Assim, considerando a importância desta espécie, e a relevância de tais estudos, o presente trabalho tem por objetivo descrever e ilustrar os aspectos morfoanatômicos de sementes de *O. lagopus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material botânico

Frutos maduros de *Ochroma lagopus* foram coletados diretamente de árvores matrizes, na época de dispersão das sementes, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, situada no Km 43 da BR-174, em Manaus/AM.

Parte do trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) com a retirada manual das sementes dos frutos, e no viveiro da UFAM (Universidade Federal do Amazonas) para verificação do processo de germinação e obtenção de plântulas.

O estudo anatômico foi desenvolvido no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (MG) através do PROCAD (Programa Nacional de Cooperação Acadêmica/CAPES) parceria entre os cursos de Pós-graduação em Botânica (UFV) e Agronomia Tropical (UFAM).

2.2 Preparação do material para medições e teor de umidade

Após o beneficiamento (Figura 1), foram selecionadas 100 sementes isentas de ataque de insetos e fungos, atrofiamento, livre de impurezas e injúrias. Foram feitas medições de comprimento (medida entre o ápice e a base), largura (medida mais larga em contraposição ao comprimento) e espessura (medida mais larga em contraposição à largura), utilizando paquímetro digital Mitutoyo (com precisão de 0,1 mm) e obtidos: média aritmética, desvio-padrão, e a amplitude de variação.



Figura 1. Beneficiamento manual das sementes de *Ochroma lagopus*

Foi determinado o teor de água das sementes, de duas amostras com peso úmido de 1,5g cada. As amostras foram submetidas à secagem em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, sendo as pesagens feitas na balança de precisão 0,001g, até estabilização do peso seco para aplicação na Fórmula 1.

$$\% \text{ Teor de água} = \frac{100 \cdot (P - p)}{P - t} \quad (1)$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente.

O teor de água final foi dado pela média dos teores de água das repetições (BRASIL, 1992).

2.3 Caracterização morfológica

Os aspectos morfológicos externos e internos das sementes foram observados através da observação de secções transversais e longitudinais em microscópio estereoscópico Carls Zeiss®:

- a) Aspectos externos: envoltórios (tegumentos: testa e tégmen); cor; textura; forma; posição do hilo e da micrópila; rafe.
- b) Aspectos internos: presença ou ausência de endosperma, e no embrião (cotilédone, eixo hipocótilo-radícula e plúmula), o tipo, a forma e a cor.

A terminologia adotada para as descrições morfológicas foi recomendado por Corner (1976), Vidal & Vidal (1984), Barroso *et al.* (1999), Beltrati e Paoli (2003), Ferreira e Borguetti (2004).

2.4 Microscopia de Luz

Para as avaliações anatômicas, as sementes foram fixadas em FAA₅₀ (formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 5:5:90, v/v) por 24 horas, preservadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940), desidratadas em série etílica e incluídas em resina sintética (Historesin, Leica), de acordo com as recomendações do fabricante. Cortes transversais, com 5 µm de espessura, foram obtidos em micrótomato rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc.®) e corados com azul-de-toluidina pH 4,0 (O'BRIEN e McCULLY, 1981) ou azul de toluidina seguido de coloração com lugol diluído, para caracterização estrutural e detecção de amido. As lâminas foram posteriormente montadas em resina sintética (Permout), onde as observações e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical®) equipado com sistema U-Photo.

Foram selecionadas para os testes histoquímicos dez sementes dormentes e dez não dormentes. O material foi seccionado transversalmente em criomicrotomo (LEICA CM 1850[®]), no Laboratório de Micorrizas/BIOAGRO/UFV, com espessura de 50 µm.

Alguns cortes histológicos foram montados em lâminas sem terem sido submetidos a reagentes, visando identificar a coloração e/ou aspecto natural das substâncias secretadas. Posteriormente foram utilizados os seguintes reagentes específicos, empregando-se Sudan Red B para lipídios totais (JENSEN, 1962), Azul do Nilo para lipídios ácidos e neutros (CAIN, 1947), Lugol para amido (JOHANSEN 1940), Floroglucina para lignina (JENSEN 1962), Xilidine Ponceau (XP) para proteínas totais (O'BRIEN e McCULLY, 1981), Azul de Astra e Fucsina Básica, para paredes primárias (celulósicas) e secundárias (lignificadas), respectivamente (KRAUS *et al.*, 1998), Vermelho de Rutênio para pectina e o Cloreto Férrico para substâncias fenólicas (JOHANSEN, 1940).

As lâminas foram montadas em gelatina glicerizada ou glicerina 50% e a lutagem foi feita com esmalte incolor (JENSEN, 1962).

2.5 Microscopia Eletrônica de Varredura

Para estudos no microscópio eletrônico de varredura (MEV), as sementes foram fixadas em FAA₅₀ por 24 horas e preservadas em etanol 70%. Posteriormente, o material foi desidratado em série etílica, seco em ponto crítico com CO₂ (Bal-Tec CPD 030) e fixado em suportes metálicos (stubs) com fita adesiva dupla-face. Após cobertura com ouro, em metalizador Balzers (modelo FDU010), o material foi documentado utilizando microscópio eletrônico de varredura (modelo LEO 1430 VP, Zeiss[®]), do Núcleo de Microscopia e Microanálise (NMV) da UFV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de umidade da semente

Ochroma lagopus se encaixa no grupo das ortodoxas por apresentar o teor de umidade de 8,8%, estando de acordo com Bradbeer (1988) citado por Lima *et al* (2006) onde a maioria das sementes ortodoxas apresenta na massa fresca de 5 a 20% de água. Sementes ortodoxas são descritas como relativamente pequenas, com taxas metabólicas e respiração menores, as quais podem ser armazenadas com baixa temperatura e teor de água por longo período de tempo (FLORIANO, 2004).

3.2 Morfoanatomia da semente

3.2.1 Morfologia geral da semente

A semente de *O. lagopus* provém de óvulos anátropos e bitegmentados; é estenospérmica, de formato obovóide, com o ápice arredondado e base pontiaguda (Figura 2A). Cada semente, após a retirada do fruto, pesa em média 0,008g e apresenta as seguintes dimensões: comprimento 3,68 – 5,49 mm com média de 4,57 mm; largura 1,06 – 2,03 mm com média de 1,72 mm e espessura 1,07 – 1,90 mm com média de 1,59 mm.

O hilo está localizado na extremidade mais afilada da semente, com tamanho pequeno, visível, cilíndrico, com forma linear, coloração marrom fosco, localizado próximo à micrópila. A micrópila encontra-se ao lado do hilo quase imperceptível; A rafe é saliente, bem visível de coloração marrom escuro.

A semente é formada por dois tegumentos (Figura 2B e 2E), a parte externa chamada de testa tem superfície rugosa, pigmentada, marrom opaco, de consistência cartácea (Figura 2C); e a parte interna, o tégmen tem superfície esponjosa (Figura 2D)

com cor bege (Figura 2E); e no ápice possui a calaza, oposta à região hilar, de cor preta, arredondada e lisa (Figura 2 F).

As sementes são albuminosas, com endosperma branco, de consistência firme (Figura 2G). Na semente das Malvaceae, segundo Barroso *et al.* (1999), o endosperma fica situado entre as dobras dos amplos cotilédones foliáceos e muito dobrados em torno do eixo hipocótilo-radícula, mais ou menos curvo. Quanto à posição o embrião é axial invaginado plicado, reto, composto por dois cotilédones brancos, membranáceos, largos, foliáceos e dobrados, apresentando nervuras e uma curvatura na margem (Figura 2G e 2H). O espaço interno é médio não-dominante, ou seja, ocupa a metade do espaço interno da semente e no eixo central, conforme indicado por Barroso *et al.* (1999). O eixo hipocótilo-radícula é reto, com formato cilíndrico e tamanho curto (Figura 2H).

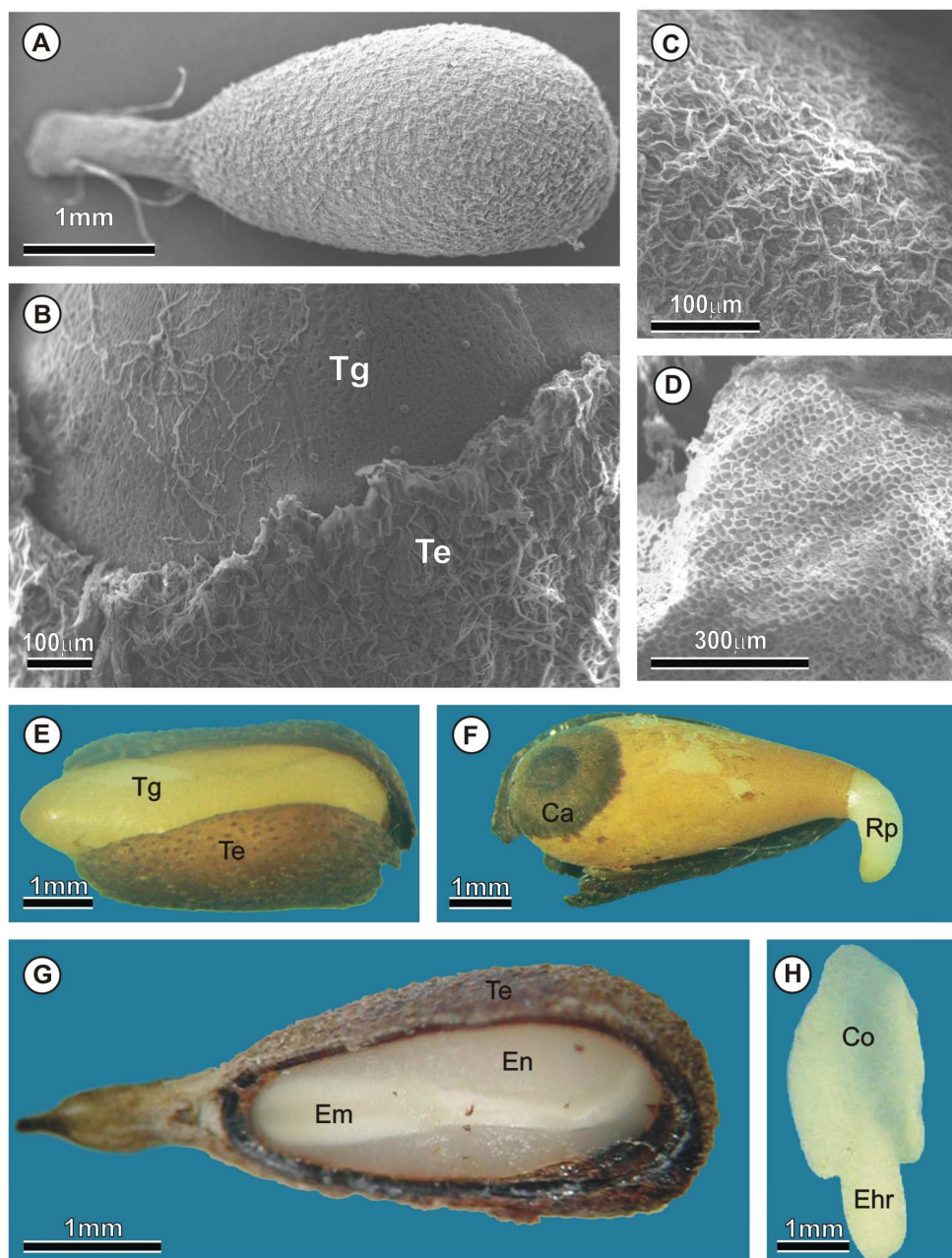


Figura 2. Semente de *O. lagopus*. Eletromicrografias de varredura (A – D). A – Aspecto geral da semente; B – Detalhe do tegumento da semente; C – Detalhe da superfície da camada externa do tegumento; D – Detalhe da superfície da camada esponjosa do tegumento; E – Detalhe da semente intumescida. Observe os tipos de tegumento, a teste e o tégmen; F – Detalhe da calaza e a semente germinada; G – Corte longitudinal da semente; H – Detalhe do embrião. Ca – calaza; Co – cotilédone; Em – embrião; En – endosperma; Ehr – eixo hipocótilo radícula; Rp – raiz principal; Te – testa; Tg – tégmen

3.2.2 Anatomia e histoquímica do tegumento da semente

Na descrição geral da anatomia das sementes de Malvaceae, apresentada por Corner (1976), não se observa referência ao gênero *Ochroma*.

A semente é exotégmica conforme classificação de Apezato-da-Glória e Carmello-Guerreiro (2006), onde a principal camada de tecido mecânico está presente no tégmen.

Apresenta a testa composta por uma camada de células paliçádicas curtas e com conteúdo fenólico na parte mais externa (Figura 3A e 3C). O tégmen é caracterizado também pela presença de uma camada paliçádica sendo mais alongada, bastante esclerificada e lignificada. Para Corner (1951), a camada paliçádica funciona como um obstáculo mecânico. Acredita-se que devido o fato desses tecidos que envolvem a semente de pau-de-balsa existirem, impedem a entrada de água, sendo dificilmente germinadas depois de um certo período de tempo. Assim, esse tegumento permeável, torna-se impermeável retardando a germinação. Segundo Barbosa *et al.* (2004), em sementes de *O. lagopus* recém-colhidas e germinadas este problema não ocorre. Vásquez-Yánes & Perez-Garcia (1976) mostraram as características morfológicas das sementes de *O. lagopus* descrevendo que a estrutura anatômica do tegumento é característica de espécies que apresentam dormência tegumentar. A dureza e a impermeabilidade do tegumento são fatores que caracterizam a dormência das sementes dessa espécie. No trabalho de Oliveira e Paiva (2005), utilizando *Pterodon emarginatus*, Fabaceae (= Leguminosae) mostraram que os fatores considerados como causa da impermeabilidade das sementes foram na testa com a camada paliçádica e barreiras químicas (com cutícula espessa e compostos fenólicos).

Há evidências também de que a estrutura do tegumento interno na semente madura foi comprimido durante o desenvolvimento do endosperma e do embrião, que em *Ochroma* é bastante desenvolvido e ocupa grande parte da semente. Por esta razão, grande parte das camadas parenquimáticas podem estar compactadas, sendo a camada em paliçada o único estrato celular que pode ser visualizado de forma íntegra. Vale destacar neste trabalho que para ter a certeza da divisão da testa e tégmen da semente (Figura 3D), seria necessário fazer um estudo ontogenético.

Em relação a linha lúcida ou linha clara, conforme vemos na figura 3A (seta vermelha), Vásquez-Yánes & Perez-Garcia (1976) explicam que essa linha pode estar diretamente relacionada como uma eficiente barreira para entrada de água no interior da semente, a qual é comum ocorrer em famílias de Bombacaceae, Malvaceae e Leguminosae. No trabalho de Ilkiu-Borges (2005), com sementes de Leguminosae-Caesalpinioideae de *Bauhinia monandra*, a autora observou a presença da linha lúcida, contínua que acompanha toda a extensão da semente. A linha lúcida é definida como linha refrativa que percorre transversalmente o tegumento onde algumas pesquisas demonstram que a posição da linha é variável (MELO-PINNA *et al.*, 1999). Segundo Esau (1974), a parede celular ao nível da região da linha lúcida é descrita como especialmente compacta. Experimentos realizados com a entrada de corantes em sementes não-lesadas indicam que a linha lúcida representa uma barreira à sua passagem, onde a camada paliçada pode estar coberta por outras camadas celulares fortemente impermeáveis. Esta mesma autora afirma que a camada paliçada despertou atenção pelo fato de sua estrutura, em certas sementes de leguminosas duras, ser tida como causadora do alto grau de impermeabilidade, afetando a capacidade de germinação.

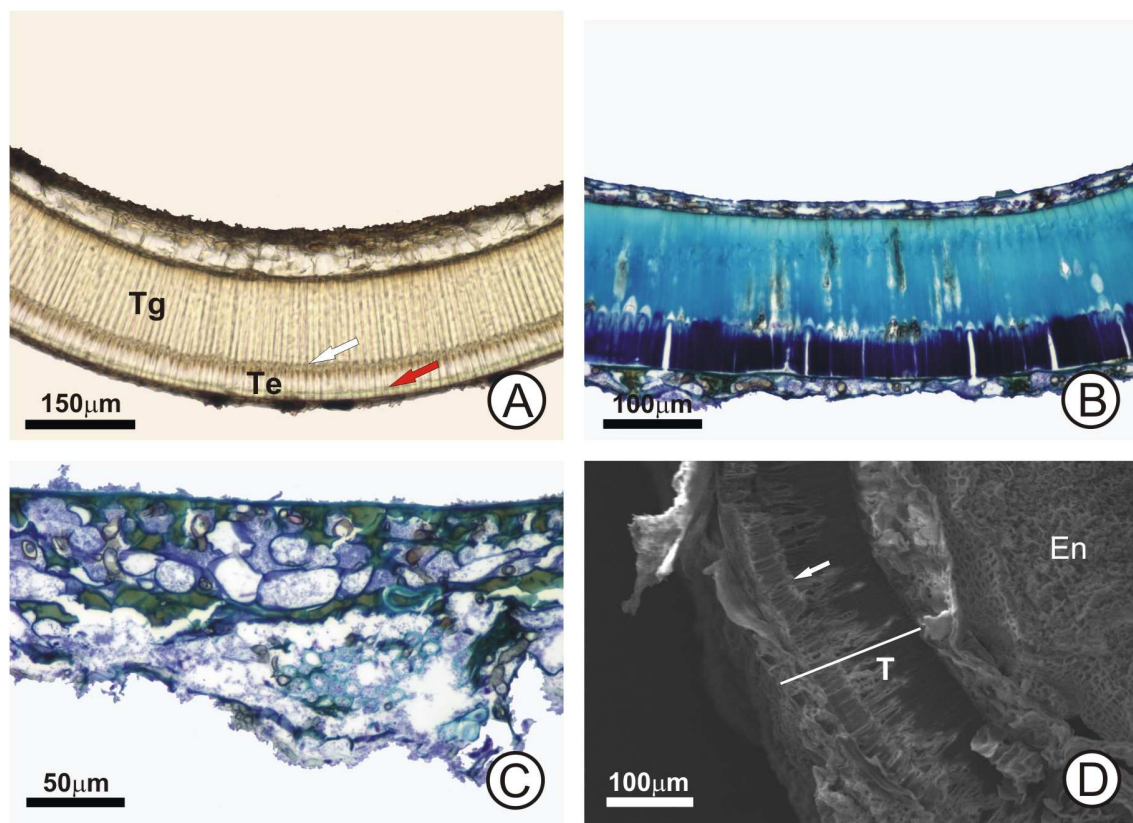


Figura 3. Tegumento de *O. lagopus*. A – Detalhe do tegumento (secção sem coloração); Observar a linha lúcida (seta vermelha); Télgmen (região mais interna) com camada de células esclerificadas em paliçada (seta branca); B – Tegumento corado com Azul de toluidina; C – Camada mais externa do tegumento com compostos fenólicos; D – Eletromicrografia de varredura do tegumento da semente. Observar a divisão entre a testa e o télgmen (seta branca). En = endosperma; T = tegumento Te = testa; Tg = télgmen

De acordo com os testes histoquímicos no tegumento não houve diferença nos resultados de sementes dormentes e não dormentes com os corantes utilizados.

O teste com vermelho de rutênio indicou a presença de pectinas no tegumento, principalmente na porção das células em paliçada mais curtas (Figura 4A).

O azul de astra corou as paredes primárias (celulósicas) das células e a fucsina básica corou as paredes secundárias, lignificadas (Figura 4B).

No teste com floroglucina para detectar lignina foi registrado reação positiva (Figura 4C), na parte maciça dos esclereídes, que se encontra mais internamente e intensamente corado de rosa, constitui a zona lignificada.

Pode-se observar compostos fenólicos presentes no tegumento da semente de *O. lagopus* (Figura 4D) utilizando o cloreto férrico. No trabalho de Oliveira e Paiva (2005) essa característica distintiva foi observada em *Pterodon emarginatus*. Boesewinkel & Bouman (1984) *apud* Oliveira e Paiva (2005) concordam que essas substâncias fenólicas além de produzir uma coloração típica, aumentam a dureza da testa da semente. Suárez & Engleman (1980), confirmam que o conteúdo fenólico existente na testa apresenta maior dureza e acrescenta ainda mais a baixa permeabilidade da água, e maior resistência ao ataque de patógeno.

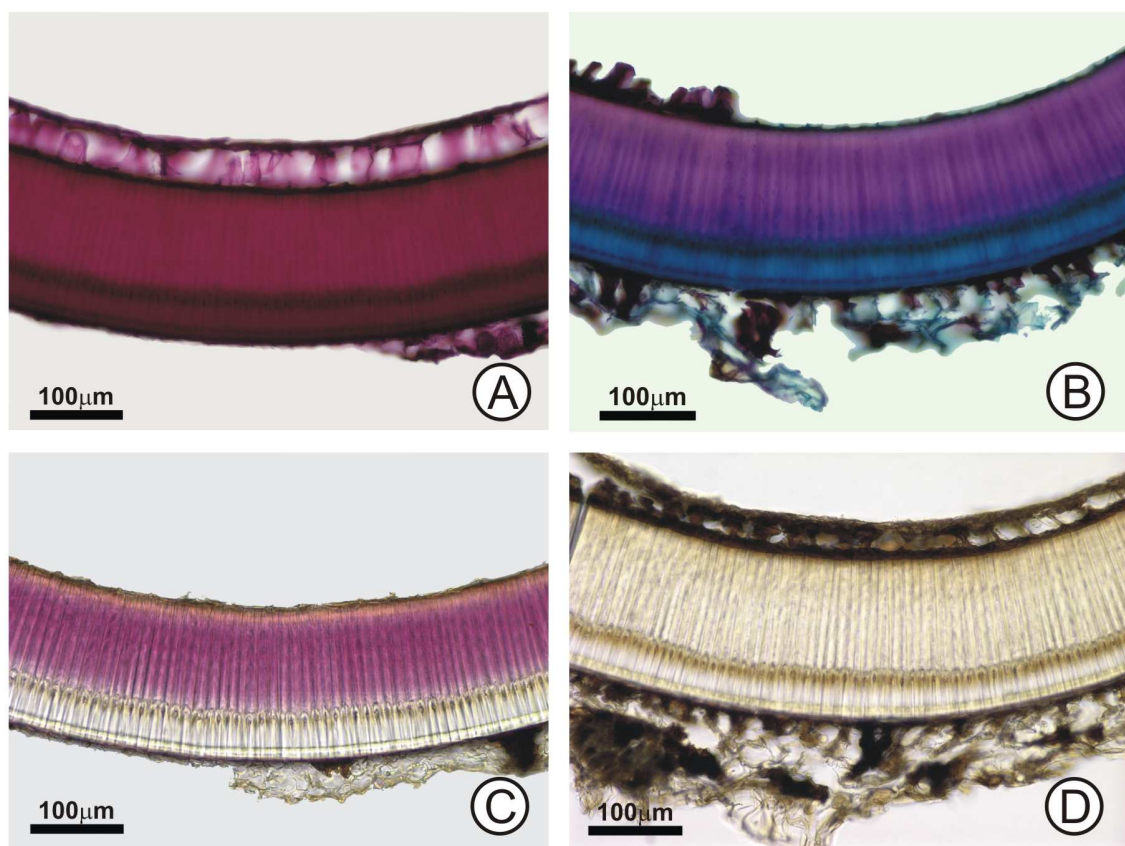


Figura 4. Fotomicrografias de seções transversais do tegumento de sementes sem dormência de *O. lagopus* submetida a testes histoquímicos (A – D). A – Vermelho de Rutênio; B – Azul de Astra e fuccina básica; C – Floroglucina; D – Cloreto Férrico

3.2.3 Anatomia e histoquímica do endosperma e do embrião da semente

O endosperma e o embrião (Figura 5A e 5B), com os cortes sem coloração, possuem células de paredes delgadas com vários tamanhos e formatos.

Durante o teste histoquímico na análise para detecção de proteínas usou-se o Xilidine Pounceau (XP), que corou de vermelho proteínas do endosperma e do embrião (Figura 5C, 5F e 5I). O mesmo ocorreu no trabalho de Guerra *et al.* (2006), em sementes de *Copaifera langsdorfii* (Leguminosae-Caesalpinioideae), com a presença de XP, que

apresentaram no conteúdo citoplasmático cotiledonar inúmeros corpúsculos corados, revelando substâncias de natureza protéica.

O teste com Azul do Nilo foi registrado também reação positiva, detectando lipídios neutros de coloração rosa e lipídios ácidos de coloração azul (Figura 5D, 5G e 5J).

O teste com Sudan confirma a presença de lipídios no endosperma e no embrião, pela coloração vermelha (Figura 5E, 5H e 5L). Vasquez-Yanes e Perez-Garcia (1976) confirmaram que tanto o endosperma quanto o embrião da semente de *Ochroma lagopus* é um tecido rico em gorduras quando corados com Sudan. E essas reservas de gordura são características da família Malvaceae (CORNER, 1976).

Para a localização do amido, utilizando o Azul de Toluidina seguido pela coloração com Lugol, as células do parênquima cotiledonar e do endosperma reagiram positivamente, indicando a presença de pequenos grãos de amido (Figura 5M e 5N). Grãos de amido e gotículas de óleo foram encontrados em *Luehea grandiflora* (Tiliaceae) (PAOLI, 1992), também da família Malvaceae. Segundo Werker (1997) *apud* Santos (2003) o amido é mais comumente encontrado nos tecidos de reserva, muito raramente encontra-se no tegumento da semente madura. Para Serrato-Valenti *et al* (1998) o amido é a principal reserva durante o desenvolvimento da semente enquanto as proteínas tornam-se a maior substância de armazenamento da semente em desenvolvimento.

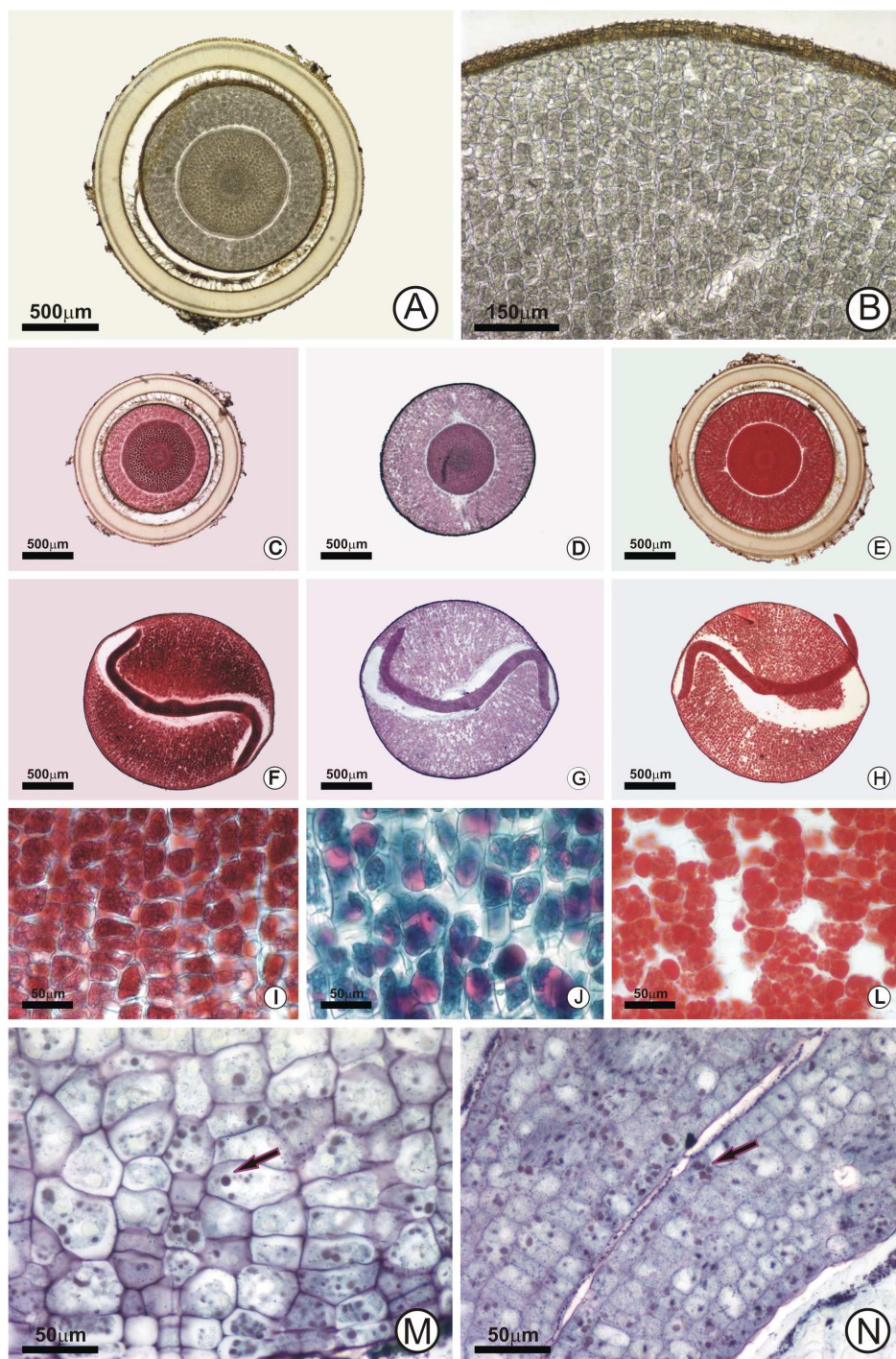


Figura 5. Fotomicrografias de sementes de *O. lagopus* submetidas a testes histoquímicos. A – Branco (secção sem coloração); B – Detalhe do endosperma (secção sem coloração); C, F e I - Xyloidine Ponceau; D, G e J – Azul do Nilo; E, H e L – Sudan Red B; Azul de Toluidina contra-corado com Lugol (M – N), notar os grãos de amido (seta). M – Detalhe do endosperma; N – Detalhe do embrião.

4. CONCLUSÃO

A semente de *O. lagopus* é estenospérmica, albuminosa e bitegumentada. O embrião é axial invaginado composto por dois cotilédones foliáceos e dobrados. Tanto no embrião quanto no endosperma possuem células de paredes delgadas com formato e tamanho variável.

A utilização de técnicas histoquímicas permitiu a visualização da distribuição de polissacarídeos, lignina e compostos fenólicos no tegumento; e no endosperma e embrião foram encontradas proteínas totais, lipídios e amido em sementes maduras.

A descrição morfoanatômica de semente de *Ochroma lagopus* revelou caracteres estruturais que contribuem na identificação da espécie, bem como fornece dados para posteriores estudos fenológicos e reprodutivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG II. 2003. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Bot. J. Linn. Soc.**141: 399-436.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2006, 438p.

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

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

BELTRATI, C. M.; PAOLI, A. A. S. Semente. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. Cap. 15, p. 399 – 424.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Brasília, 1992. 365p.

CAIN, A. J. The use of Nile blue in the examination of lipids. **Quarterly Journal of Microscopical Science**, v. 88, p. 383-392, 1947.

CORNER, E. J. H. The leguminous seed. *Phytomorphology*, 1951, 1: 117-150.

CORNER, E. J. H. **The seeds of dicotyledons**. University Press, Cambridge, 1976, v. 1, 311p., v. 2, 552p.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. São Paulo: Edgard Blucher, 1974, 393p.

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

FLORENTINO, L. **O Nortão**. Disponível em: <<http://www.onortao.com.br/ler.asp?id=10406>> Acesso em 20 de abril de 2008.

FLORIANO, E. P. **Armazenamento de sementes florestais**. Caderno Didático n.1, 1.ed. Santa Rosa, 2004. 10 p.

GONZALES, J. D; TRIGOSO, J. R. **Identification de la regeneracion natural de arboles tropicales por la morfologia de sus estádios iniciales**. Revista Forestal, v. 20, n. 1, p. 35 – 61, 1993.

GUERRA, M. E. C.; FILHO, S. M.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 322 – 328, 2006.

ILKIU-BORGES, F. Morfo-anatomia de sementes e órgãos vegetativos em três estádios de desenvolvimento de *Bauhinia monandra* Kurz (Leguminosae-Caesalpinioideae) como contribuição ao estudo farmacognóstico de plantas na região amazônica. Manaus: INPA/UFAM, 2005. 149p. (Tese de Doutorado).

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw- Hill, 1940. 523p.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: WH Freeman, 1962. 408p.

LIMA, J. D. et al. **Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes *Caesalpinia férrea* Mart. Ex. Tul. (Leguminosae caesalpinoideae)**. Revista Árvore, v. 30, n.004, p. 513 – 518, 2006.

KRAUS, J. E.; SOUZA, H. C.; REZENDE, M. H.; CASTRO, M. N.; VECCHI, C.; LUQUE, R. 1998. Astra Blue and Basic Fuchsin double staining of plants materials. **Biotechnic & Histochemistry** 73:235-243.

MELO-PINNA, G. F.; NEIVA, M. S.; BARBOSA, D. C. A. Estrutura do tegumento seminal de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae), ocorrentes numa área de caatinga (PE – Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n. 3, p. 375-379,1999.

METCALFE, C. F; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Clarendon Press, Oxford. v. 1. 1950.

NETTO, D. A. M. Germinação de sementes de Pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam.) Urban., (Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 159-161, 1994

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. **The study of plant structure principles and select methods**. Melbourne: Termarcaphi Pty. 1981. 45p.

OLIVEIRA, D. M. T.; PAIVA, E. A. S. Anatomy and ontogeny of *Pterodon emarginatus* (FABACEAE: FABOIDEAE) seed. **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 65, n. 3, p. 483-494, 2005.

PAOLI, A. A. S. Estudo morfo-anatômico do desenvolvimento de frutos, sementes e plântulas de *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. (Tiliaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n. 1, p. 21 – 29, 1992.

PINTO, A. M.; INOUE, M. T.; NOGUEIRA, A. C. Conservação e vigor de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 233-236, 2004.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urban. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p.103-106. 2006.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977.

SANTOS, S. F. **Estrutura e histoquímica de sementes do gênero *Theobroma* L. (STERCULIACEAE)**. Florianópolis: UFSC, 2003, 122 p. (Dissertação de Mestrado).

SERRATO-VALENTI, G.; MARIOTTI, M. G.; CORNARA, L.; CORALLO, A. A histological and structural study of *Phacelia tanacetifolia* endosperm in developing, mature and germinating seed. **International journal of plant sciences**, Chicago, v. 159, n. 5, p. 753 – 761, 1998.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. Clarendon Press, Oxford. V. 2. 1908.

SUÁREZ, G. R. & ENGLEMAN, E. M. Depósito de taninos en la testa de *Amaranthus hypochondriacus* L. (alegria). **Agrociência**, 42: 35-50,1980.

VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K. 1991. Germinação de sementes de pau-de-balsa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 10, p. 1685-1689, 1991.

VASQUES-YANES, C. Estudios on the germination of seeds os *Ochroma lagopus*. **Turrialba**, México, v. 24, n. 2, p. 176-179, 1974.

VASQUES-YANES, C.; PEREZ-GARCIA, B. 1976. Notas sobre lamorfologia y la anatomia de la testa de las semillas de *Ochroma lagopus* Sw. **Turrialba**, México, v. 26, n. 3, p. 310-311, 1976.

VIDAL, W. N. & VIDAL, M. R. R. **Botânica: organografia**. 3. ed., Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1984. 114 p.

VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M. Pau de balsa (*Ochroma pyramidale*) Fam. Bombacaceae. Portal do Agronegócio, 2006.

CAPÍTULO II

PROCESSO GERMINATIVO E ASPECTOS MORFOANATÔMICOS DE PLÂNTULAS DE *Ochroma lagopus* Swartz – Malvaceae

RESUMO – *Ochroma lagopus*, popularmente conhecida como pau-de-balsa, pertence à família Malvaceae. É uma espécie de importância econômica, ecológica e paisagística. Trabalhos sobre morfologia e anatomia dessa espécie dentro da região são escassos e constituem uma boa base para os estudos sobre adaptações da espécie na Amazônia. Pretendeu-se com este trabalho conhecer melhor o processo germinativo e os aspectos morfológicos e anatômicos da plântula. O trabalho foi iniciado com a coleta dos frutos das árvores matrizes na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus/AM. O estudo da morfologia foi realizado no Viveiro e Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) da Universidade Federal do Amazonas e a análise anatômica no Laboratório de Anatomia da Universidade Federal de Viçosa (MG). Fragmentos da raiz, hipocótilo, cotilédones, epicótilo e eófilos foram incluídos em historresina para obtenção de cortes em micrótomo rotativo, os quais foram corados com azul de toluidina. Amostras de lâmina foliar foram diafanizadas processadas para observação em microscópio eletrônico de varredura (MEV). A análise morfológica permitiu observar que: a germinação é do tipo fanerocotiledonar, epígea, com emergência curvada, hipocótilo desenvolvido, cotilédones obovados e persistentes, epicótilo verde, piloso e menor que o hipocótilo, eófilos simples, alternos, ovóides, com base levemente auriculada. Quanto à anatomia, foram observados canais contendo mucilagem no epicótilo e nos eófilos; compostos fenólicos no epicótilo e cotilédones; e grãos de amido na medula do hipocótilo, cotilédones, epicótilo e eófilos. A raiz é tetrarca e o hipocótilo apresenta epiderme unisseriada, com tricomas tectores e glandulares. O

epicótilo em início de crescimento secundário apresenta a epiderme unisseriada com presença de tricomas. Os cotilédones e os eofilos são dorsiventrais, anfiestomáticos e com muitos tricomas. Os dados obtidos não diferem basicamente da descrição geral dada por alguns autores, entretanto, foram acrescentados alguns aspectos de morfologia e anatomia da plântula, não antes descritos.

GERMINATIVE PROCESS AND MORPHO-ANATOMICS ASPECTS OF SEEDLING OF *Ochroma lagopus* Swartz – Malvaceae

ABSTRACT - *Ochroma lagopus*, popularly known as pau-de-balsa, belongs to the family Malvaceae. It is a species of economic importance, ecology and landscape. Works on morphology and anatomy of this species in the region are scarce and constitute a good basis for the studies on adaptations of the Amazonian species. So, wanted to do with this work, understand better the germination process and the morphological and anatomical aspects of the seedling. The work was performed from July/2006 to November/2007 with the collection of fruit trees matrices in the Estação Experimental de Silvicultura Tropical, the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus/AM. The study of the morphology was held in arboretum and Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) da Universidade Federal do Amazonas and anatomical analysis Laboratório de Anatomia da Universidade Federal de Viçosa (MG). Fragments of roots, hypocotyls, cotyledon, epicotyl and eophiles were included in resin to obtain cuts in rotary microtome, which were stained with toluidine blue. Samples of leaf blade were submitted to diafanization and processed for observation in the scanning electron microscope (SEM). The morphological analysis enabled the following observations: the germination is the type fanero-cotyledonal, epígea with emergency curved, hypocotyl developed, cotyledons obovate and persistent, epicotyl green, pilose and small than the hypocotyl, eophilos simple, alternate, ovoid with slightly auriculate base. As for the anatomy, and idioblasts cavities containing mucilage, the sheath cells with phenolic compounds and grains of starch, are in the cortex, medulla and in the mesophyll. The root is tetrarch. The hypocotyl presents epidermis uniseriate with trichomes tectors and glandular. The

epicotyl at beginning of secondary growth, with uniseriate epidermis and the presence of trichomes. The cotyledons and eophyls are dorsiventral, amphistomatic and many trichomes. These data don't differ essentially from the general description given by some authors, however, were added some aspects of morphology and anatomy of the seedling, not described before.

1. INTRODUÇÃO

Ochroma lagopus Swartz é uma planta arbórea pertencente à família Malvaceae (APG II, 2003). A espécie é conhecida como “balsa” ou “pau-de-balsa” e encontra-se distribuída nas regiões tropicais das Américas do Sul e Central (BARBOSA *et al.*, 2002). Sua principal importância está relacionada à utilização da madeira por ser bastante leve (0,20 a 0,35 g/cm³), para fabricação de brinquedos, forros de teto, material isolante, caixas de embalagem, construção aeronáutica e material flutuante (LOUREIRO *et al.*, 1979). A paina dos frutos pode ser usada no enchimento de almofadas e travesseiros (RIZZINI, 1977). Com potencialidade de uso para reflorestamento, é utilizada em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente, graças ao seu rápido crescimento e tolerância à luminosidade direta (VASQUEZ-YANES, 1974).

Segundo Kuniyoshi (1983), a morfologia de plântulas tem papel importante, seja para compreender o ciclo de vida, processos de germinação e crescimento de suas espécies como também para obtenção de mudas ou mesmo para classificar plântulas com finalidade taxonômica. Na literatura são registrados alguns trabalhos de morfologia e anatomia de plântulas (KUNIYOSHI, 1983; BELTRATI, 1978; OLIVEIRA, 1997; ALBIERO *et al.*, 2005; BORGES, 2005; PILATI e SOUZA, 2006), mas existe uma carência, principalmente com relação ao estudo de anatomia que auxilia na compreensão do processo de desenvolvimento estrutural, fisiológico e ecológico de plantas florestais nos seus estágios iniciais (MOURÃO *et al.*, 2002).

Os estudos já realizados com *O. lagopus* apresentam poucas informações a respeito da morfologia e anatomia, principalmente sobre plântulas (VASQUEZ-YANES

& PEREZ-GARCIA, 1976; VARELA E FERRAZ, 1991; GONZALES e TRIGOSO, 1993; NETTO, 1994; PINTO *et al.*, 2004; BARBOSA *et al.*, 2004; RAMOS *et al.*, 2006).

Assim, o estudo sobre o processo germinativo e a morfologia de plântula propicia informações que contribuem para o conhecimento da biologia da espécie, a fim de fornecer subsídios para uma melhor compreensão dos aspectos relacionados aos testes de germinação, produção de mudas e recuperação de áreas degradadas.

Dessa forma o objetivo do trabalho foi descrever o processo germinativo até a fase plantular registrando os caracteres morfoanatômicos de *Ochroma lagopus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de *O. lagopus* foram coletados diretamente das árvores na época de dispersão das sementes, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, situada no Km 43 da BR-174, em Manaus/AM.

Parte do trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) com a retirada manual das sementes dos frutos, e no viveiro da UFAM (Universidade Federal do Amazonas) para verificação do processo de germinação e obtenção de plântulas.

O estudo anatômico foi desenvolvido no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (MG) através do PROCAD (Programa Nacional de Cooperação Acadêmica/CAPES) parceria entre os cursos de Pós-graduação em Botânica (UFV) e Agronomia Tropical (UFAM).

2.1 Processo Germinativo

Para a análise, descrição e ilustração do processo germinativo, foi efetuado semeio de 200 sementes, em laboratório, sem nenhum tratamento, em 4 placas de Petri sobre papel de filtro com 50 sementes em cada placa (Figura 1).

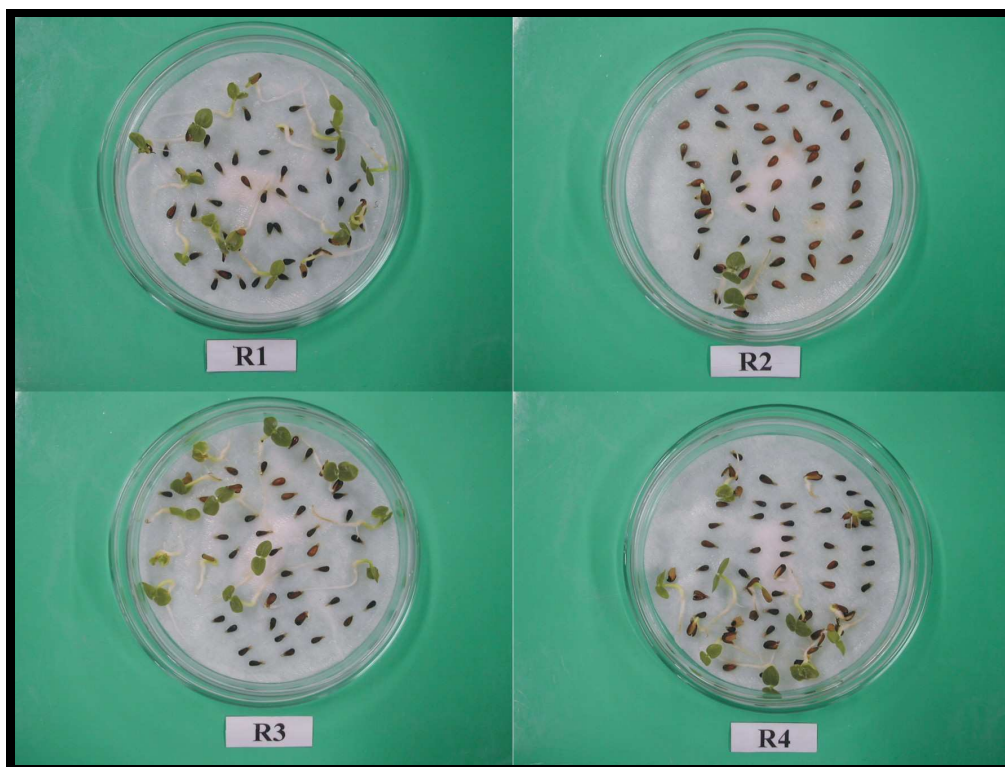


Figura 1. Germinação de sementes de *Ochroma lagopus* em placas de Petri

Considerou-se germinação o período que vai desde a emergência da raiz primária até a abertura dos cotilédones. As observações foram feitas diariamente com o auxílio do estereomicroscópio binocular. Para a descrição morfológica do desenvolvimento, foram consideradas as mudanças significativas na estrutura analisando-se apenas as unidades que apresentavam raiz primária, hipocótilo e cotilédones, sendo ilustradas através de representações esquemáticas e fotos.

2.2 Morfologia da plântula

A fase plantular foi definida a partir do momento da expansão completa da primeira folha (eofilo ou protofilo). Neste estudo o desenvolvimento da plântula foi acompanhado até a formação do segundo par de folhas.

2.3 Obtenção de plântula

Após o processo de germinação, 100 plântulas foram transferidas das placas de Petri para bandeja plástica, com dimensões de 30cm x 20cm x 6cm, tendo como substrato areia lavada e vermiculita na proporção 1:1, regadas diariamente com água destilada para manter a umidade do substrato e mantidas em condições ambiente no viveiro (Figura 2).



Figura 2. Plântulas de *O. lagopus*

Observações diárias foram realizadas considerando cinco fases de desenvolvimento pós-seminal: 1) protrusão da raiz primária, 2) expansão do hipocótilo, 3) expansão cotiledonar, 4) alongamento do epicótilo, 5) expansão dos eófilos. Analisou-se o tipo de germinação, forma, cor e consistência da raiz; filotaxia, textura, forma, ápice, base, margem e pecíolo tanto nos cotilédones quanto nos protofilos.

A metodologia e a terminologia empregada para descrever as fases de germinação e as descrições morfológicas das plântulas seguiram as recomendações de Beltrati (1990), Feliciano (1989) e Silva & Matos (1991). As ilustrações foram feitas utilizando representações esquemáticas, e os detalhes observados foram tomados com o auxílio de estereomicroscopia.

2.4 Anatomia da plântula

Para as avaliações anatômicas, as amostras das plântulas foram fixadas em FAA₅₀ (formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 5:5:90, v/v) por 24 horas e preservadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). A raiz primária, o hipocótilo, cotilédones, epicótilo, primeira e terceira folhas foram seccionadas transversalmente. O material foi desidratado em série etílica, incluído em metacrilato (Historesin, Leica®), de acordo com as recomendações do fabricante. Cortes transversais, com 5 µm de espessura, foram obtidos em micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc.®) e corados com azul-de-toluidina pH 4,0 (O'BRIEN e McCULLY, 1981). Em seguida parte do material corado com azul-de-toluidina foi contra-corado com Lugol, para verificação de amido (JOHANSEN 1940). As lâminas foram posteriormente montadas em resina sintética (Permout), e as observações e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical®) equipado com sistema U-Photo.

2.5 Diafanização

Para as observações da rede de nervuras das folhas dos eofilos (1ª e 3ª), amostras foram submetidas a diafanização em uma solução de hidróxido de sódio aquoso a 10% por 30 min. Depois de lavadas, as amostras foram submetidas ao hipoclorito de sódio e lavadas em água corrente por várias vezes. Os fragmentos foram corados com uma solução aquosa de violeta cristal 1%, lavados em água corrente e transferidos para uma série etílica/xilólica (50, 60, 70, 80, 90 e 100%) a cada 5 min, sendo as lâminas montadas em resina sintética (Permout).

2.6 Microscopia Eletrônica de Varredura

Para análise no microscópio eletrônico de varredura (MEV), as amostras de raiz primária, hipocótilo, cotilédone, epicótilo e eofilos (1ª e 3ª) das plântulas foram fixadas em FAA₅₀ por 24 horas e preservadas em etanol 70%. Posteriormente, o material foi desidratado em série etílica, seco em ponto crítico com CO₂ (Bal-Tec CPD 030) e fixado em suportes metálicos (stubs) com fita adesiva dupla-face. Após cobertura com ouro, em metalizador Balzers (modelo FDU010), as amostras foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura (modelo LEO 1430 VP, Zeiss, Cambridge, Inglaterra), do Núcleo de Microscopia e Microanálise (NMM) da UFV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Início do desenvolvimento da plântula

A germinação é do tipo epígea, fanerocotiledonar, em formato curvo (Figura 3A). Com a hidratação, a semente se intumescce e o contorno da raiz primária torna-se mais evidente à medida que se desenvolve, até romper o tegumento na região hilar, e progressivamente toda região lateral da semente. Observa-se, nitidamente a testa e o tégmen durante o processo. A protrusão da raiz primária foi aos quatro dias após a semeadura, onde inicialmente apresenta-se cilíndrica, esbranquiçada, curta e glabra. Quando ocorre o alongamento da raiz primária, nota-se a presença de pêlos ainda curtos e esbranquiçados (Figura 3B). A raiz primária apresenta-se de forma cilíndrica, longa e pilosa. A coifa glabra, cônica e gelatinosa; coleto evidente.

O hipocótilo é epígeo, cilíndrico, verde claro, piloso e curvo (Figura 3C).

Os cotilédones se elevam, mas continuam por algum tempo aderidos um ao outro conforme descrição feita por Barroso (1999). Aos seis dias após a semeadura, os cotilédones estavam completamente expandidos na posição horizontal (Figura 3D), assumindo função fotossintetizante, de acordo com Gonzáles e Trigos (1993) para *Ochroma pyramidale*. Os cotilédones foliáceos e fotossintetizantes estão associados à semente com baixo conteúdo de reservas (sementes pequenas), e durante o desenvolvimento consomem as reservas da semente. Todavia esses tipos de cotilédones são capazes de suprir as demandas energéticas iniciais das plântulas (FERREIRA e BORGUETTI, 2004). Os cotilédones de *O. lagopus* ao se expandirem, apresentam-se membranosos, pilosos com margem lisa e formato levemente obovado, com filotaxia oposta. Durante a etapa final da germinação (Figura 4), os cotilédones estão expandidos,

com as raízes secundárias finas, curtas, cilíndricas e pilosas, e da mesma cor da raiz primária. As primeiras raízes secundárias nascem imediatamente abaixo do coleto, bem evidenciado pelo maior diâmetro do hipocótilo. Estas mesmas características descritas para *O. lagopus*, desde a emergência da raiz até a expansão dos cotilédones, foram encontradas também para a espécie de *Guazuma ulmifolia* (mutamba) (SOBRINHO e SIQUEIRA, 2008).

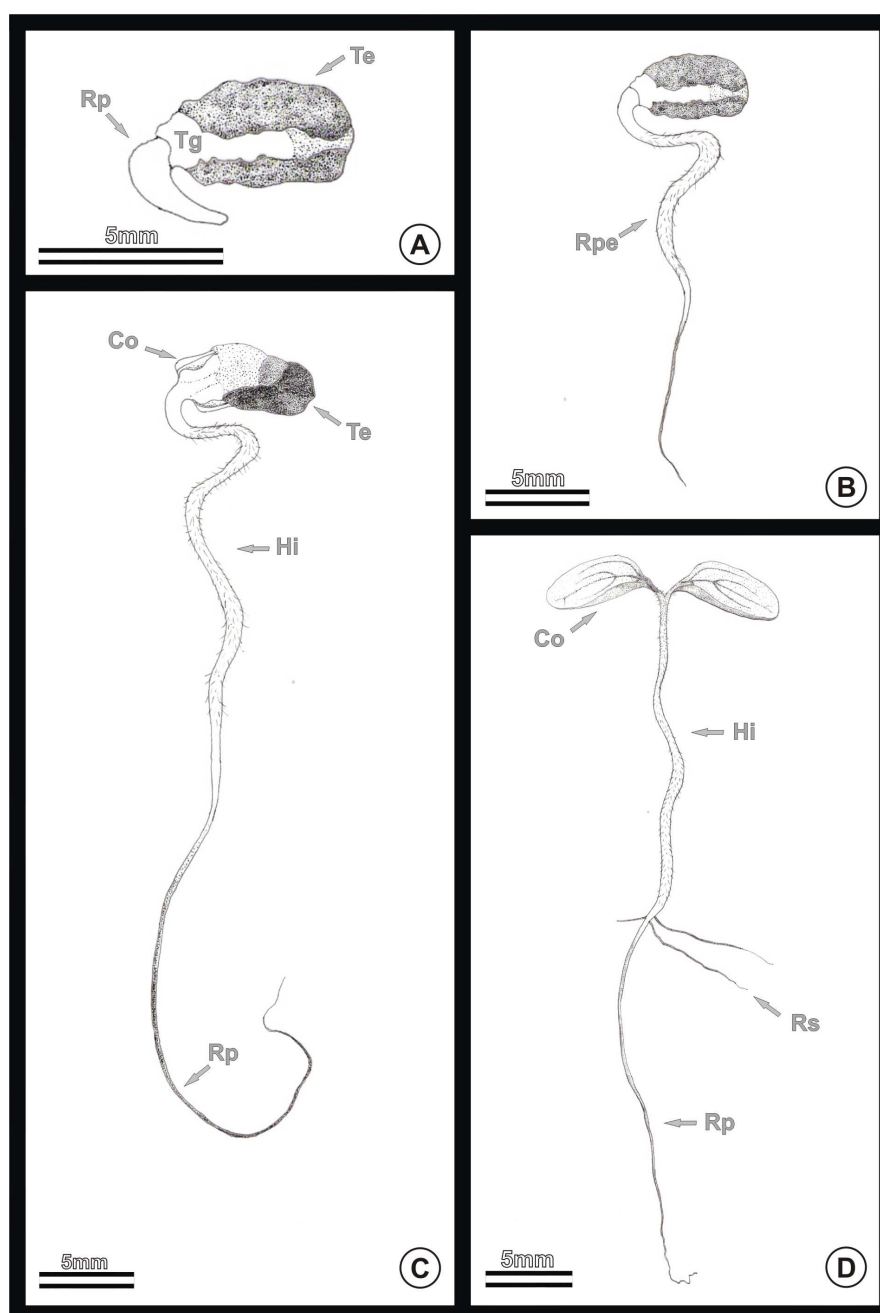


Figura 3. Características morfológicas da germinação de *O. lagopus*. A – Protrusão da raiz primária aos quatro dias após a semeadura. B – Alongamento da raiz primária; C – Hipocótilo alongado; D – Cotilédones expandidos. Co = cotilédone; Hi = hipocótilo; Rp = raiz principal; Rpe = região de pêlos; Rs = raiz secundária; Tg = tégmen; Te = tegumento



Figura 4. Fases da germinação da semente de *O. lagopus*

3.2 Morfologia da plântula

A raiz primária é levemente sinuosa, cilíndrica, mais alargada e com inúmeras raízes secundárias, ramificadas, com pêlos absorventes, retos e curtos (Figura 5). O coleto é cilíndrico com muitos tricomas e sem região de transição morfológica evidente.

O hipocótilo é epígeo, cilíndrico, longo, reto, levemente sinuoso com tricomas abundantes. Hipocótilo inicialmente de coloração branca, mas com o desenvolvimento da plântula observa-se a mesma coloração do epicótilo, verde-escuro. O mesmo ocorreu com *Guazuma ulmifolia* (SOBRINHO e SIQUEIRA, 2008).

Os cotilédones são isofilos, simétricos, pré-foliação convoluta, opostos e persistentes na plântula até a formação dos eofilos, de formato ovóide arredondado, discolores e fotossintetizantes. As nervuras são pouco evidentes em ambas as faces, sendo a nervura central mais proeminente, com margem ciliada, base truncada e ápice arredondado. Com numerosos tricomas longos na face abaxial e adaxial. O pecíolo é

arredondado com inúmeros tricomas. No nó cotiledonar, na axila do pecíolo, observa-se uma estrutura densamente pilosa semelhante a uma diminuta estípula.

A superfície do epicótilo é similar ao hipocótilo, entretanto, com o comprimento menor. Para Font Quer (1982), o epicótilo das plântulas das Magnoliophyta (Angiospermae) é considerado como o primeiro entrenó acima da inserção dos cotilédones.

O eofilo é simples, alterno de formato ovóide com base levemente auriculada, margem serreada, ciliada e ápice triangular; face adaxial pilosa e face abaxial com pêlos evidentes. As nervuras proeminentes possuem tricomas nas margens central e lateral, e nas nervuras de segunda ordem os tricomas são reunidos em tufos.

De acordo com Souza (2003), a plântula desenvolvida consiste de raiz primária, coleto, hipocótilo, cotilédone, epicótilo e eofilos. Com relação aos aspectos morfológicos da plântula estudada, convém destacar que a transição entre os eofilos e o metafile não ocorreu, pois as observações foram feitas durante 47 dias, até o surgimento do segundo par de eofilos, estando de acordo com o trabalho de Gonzáles e Trigoso (1993). Estes autores estudaram a plântula de *Ochroma* até os 74 dias com o desenvolvimento do metafile (folha verdadeira), definição dada por Souza (2003) e Mourão *et al.* (2007).

O surgimento do primeiro, segundo, terceiro e quarto eofilos foi aos 19, 30, 40 e 47 dias, respectivamente, após a semeadura (Figuras 6A, 6B, 6C e 6D).

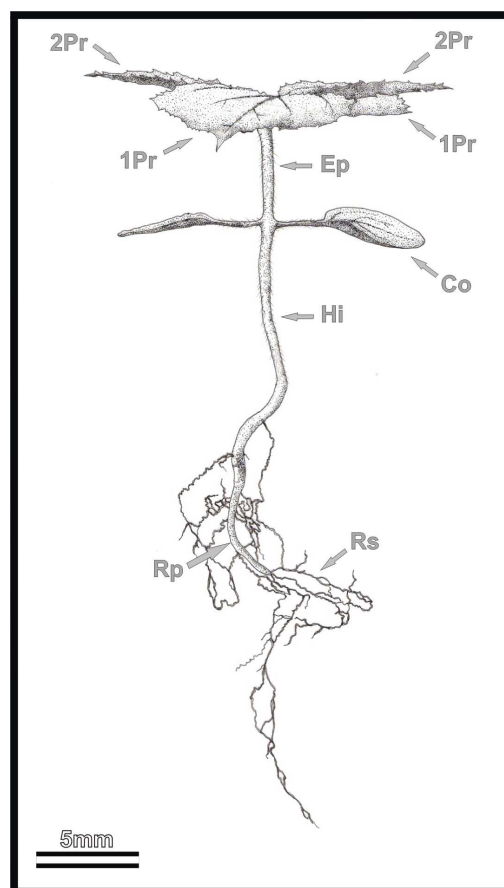


Figura 5. Plântula com eofilos de *O. lagopus*. Co = cotilédones; Ep = epicótilo; Hi = hipocótilo; Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; 1pr = primeiro par de protofilos; 2pr = segundo par de protofilos

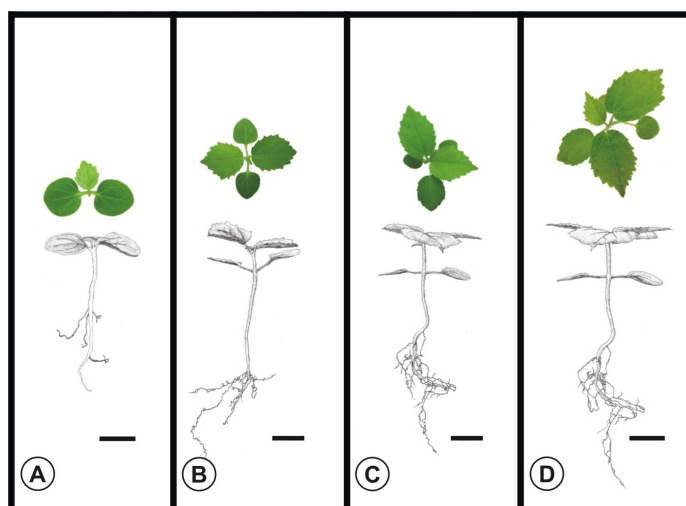


Figura 6. Desenvolvimento da plântula de *O. lagopus* até o segundo par de eofilos ou protofilos (barra = 5mm). A – Surgimento do primeiro eofilo ao 19º dia; B – 30º dia; C – 40º dia; D – 47º dia.

3.3 Anatomia da plântula

3.3.1 Raiz primária

A raiz primária (Figura 7A) da plântula é tetrarca, epiderme unisseriada e córtex com várias camadas de células parenquimáticas, sem acúmulo de amido (Figura 7B). Apezato-da-Glória e Carmello-Guerreiro (2006) relatam que nessas camadas de células parenquimáticas é comum a presença de amido. Bona e Morretes (2003) afirmaram que os grãos de amido simples ou compostos são comuns nas raízes de plantas terrestres, porém ausentes ou muito reduzidos nas plantas aquáticas, entretanto não foram encontrados na espécie em estudo. A exoderme é constituída de uma camada de células justapostas com tamanho e formato irregulares e menores que as demais células corticais e a endoderme possui um arranjo compacto e sem espaços intercelulares (Figura 7B). A região apical da raiz, com a coifa evidente e pêlos absorventes (Figuras 7C e 7D).

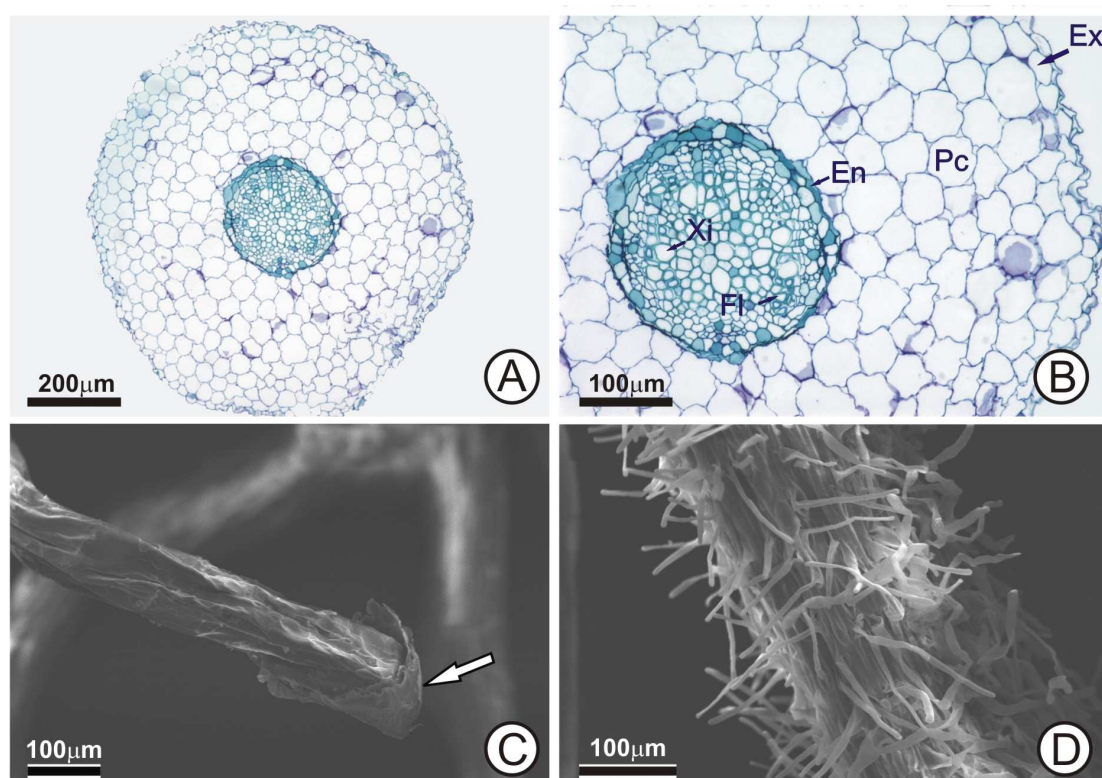


Figura 7. Fotomicrografias de seções transversais da raiz primária de *O. lagopus* corados com Azul de Toluidina (A – B) e eletromicrografia de varredura da raiz (C – D). A – Aspecto geral da raiz; B – Detalhe da figura A; C – Detalhe da coifa (seta). D – Pêlos absorventes. En = endoderme; Ep = epiderme; Ex = exoderme; Fl = floema; Pc = parênquima cortical; Xi = xilema

3.3.2 Hipocótilo

A epiderme é unisseriada, apresenta tricomas tectores simples e ramificados e tricomas glandulares plurisseriados (Figura 8B, 8E e 8F). O hipocótilo ainda jovem já apresenta crescimento secundário, porém ainda mantém a região cortical e epidérmica pouco modificadas, sem a formação do felogênio. Observa-se grande quantidade de xilema secundário produzido para o interior da faixa cambial e floema secundário para o exterior (Figura 8C). No centro do hipocótilo há uma medula parenquimática com acúmulo de amido, identificado pela coloração com azul de toluidina e lugol (Figura 8D).

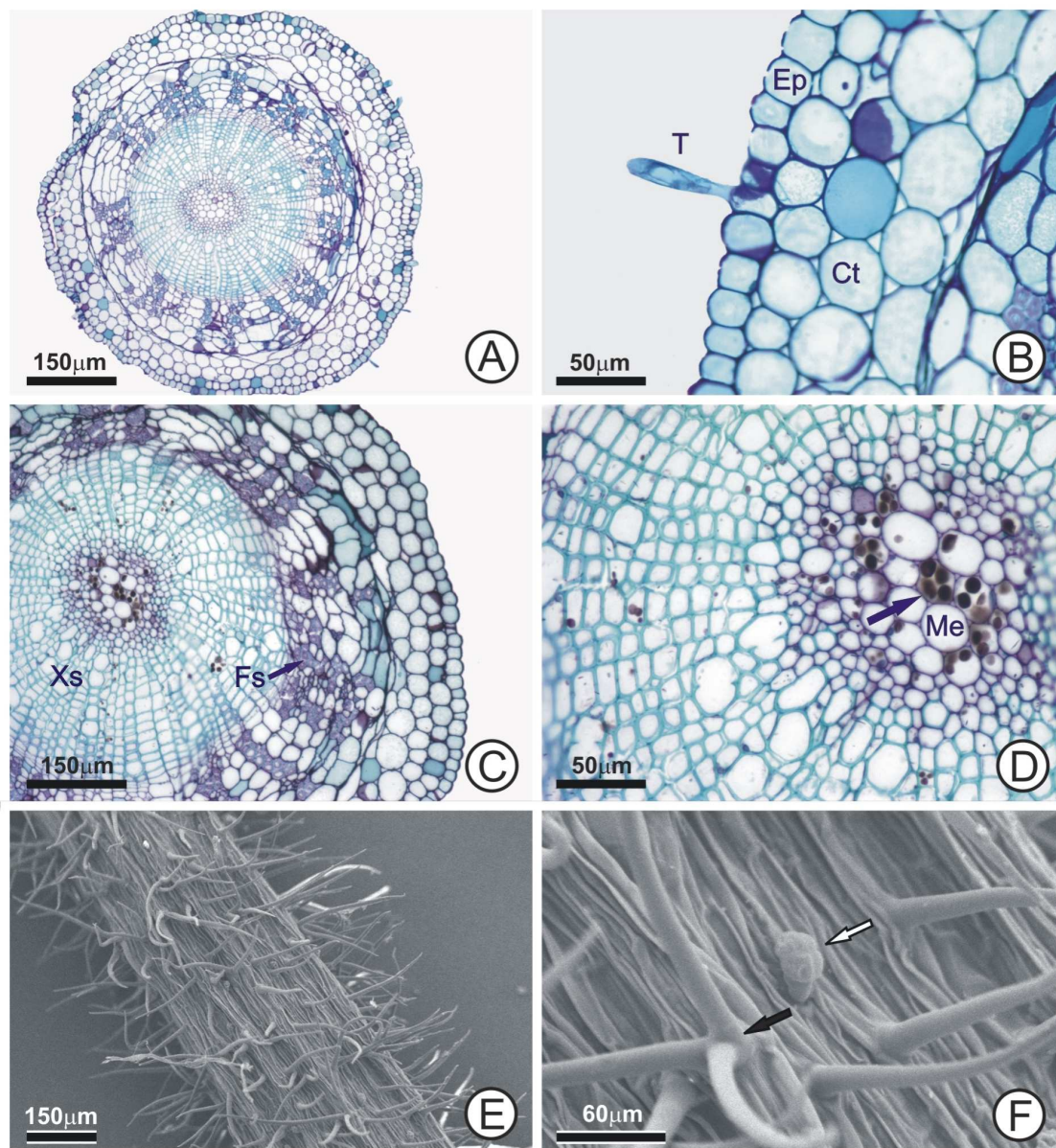


Figura 8. Fotomicrografias de seções transversais de *O. lagopus* coradas com Azul de Toluidina (A – B), contra-corado com Lugol (C – D) e eletromicrografia de varredura (E – F) do hipocótilo de *O. lagopus*. A – Aspecto geral do hipocótilo; B – Detalhe da região epidérmica e cortical; C – Região do xilema e floema secundário (seta); D – Detalhe da medula. Notar os grãos de amido (seta); E – Aspecto geral da superfície do hipocótilo. Notar a abundância de tricomas; F – Detalhe da foto anterior onde se observa um tricoma glandular (seta branca), tricomas tectores simples e ramificados (seta preta). Ep = epiderme; Ct = córtex; Fs = floema secundário; Me = medula; Xs = xilema secundário; T = tricoma

3.3.3 Cotilédone

A folha cotiledonar é anfiestomática, com epiderme unisseriada, com células de tamanho variado, tanto na face adaxial quanto na face abaxial (Figura 9A). O complexo estomático é anomocítico (Figura 9E) e possuem tricomas tectores distribuídos principalmente nas nervuras e margem de ambas as faces da folha (Figura 9F). Algumas células com conteúdo mucilaginoso são encontradas na epiderme. O mesofilo é heterogêneo, com uma camada de parênquima paliádico voltado para a face adaxial da folha e parênquima lacunoso voltado para a face abaxial, o que caracterizou a folha como dorsiventral (Figura 9D). O parênquima clorofiliano apresenta muitos espaços intercelulares e inúmeros grãos de amido. Os feixes vasculares são colaterais assim como algumas células da bainha do feixe vascular podem conter compostos fenólicos, corados de verde com o azul de toluidina (Figura 9C). Na região da nervura principal (Figura 9B), levemente dilatada dorsiventralmente, há pequena quantidade de colênquima em posição subepidérmica.

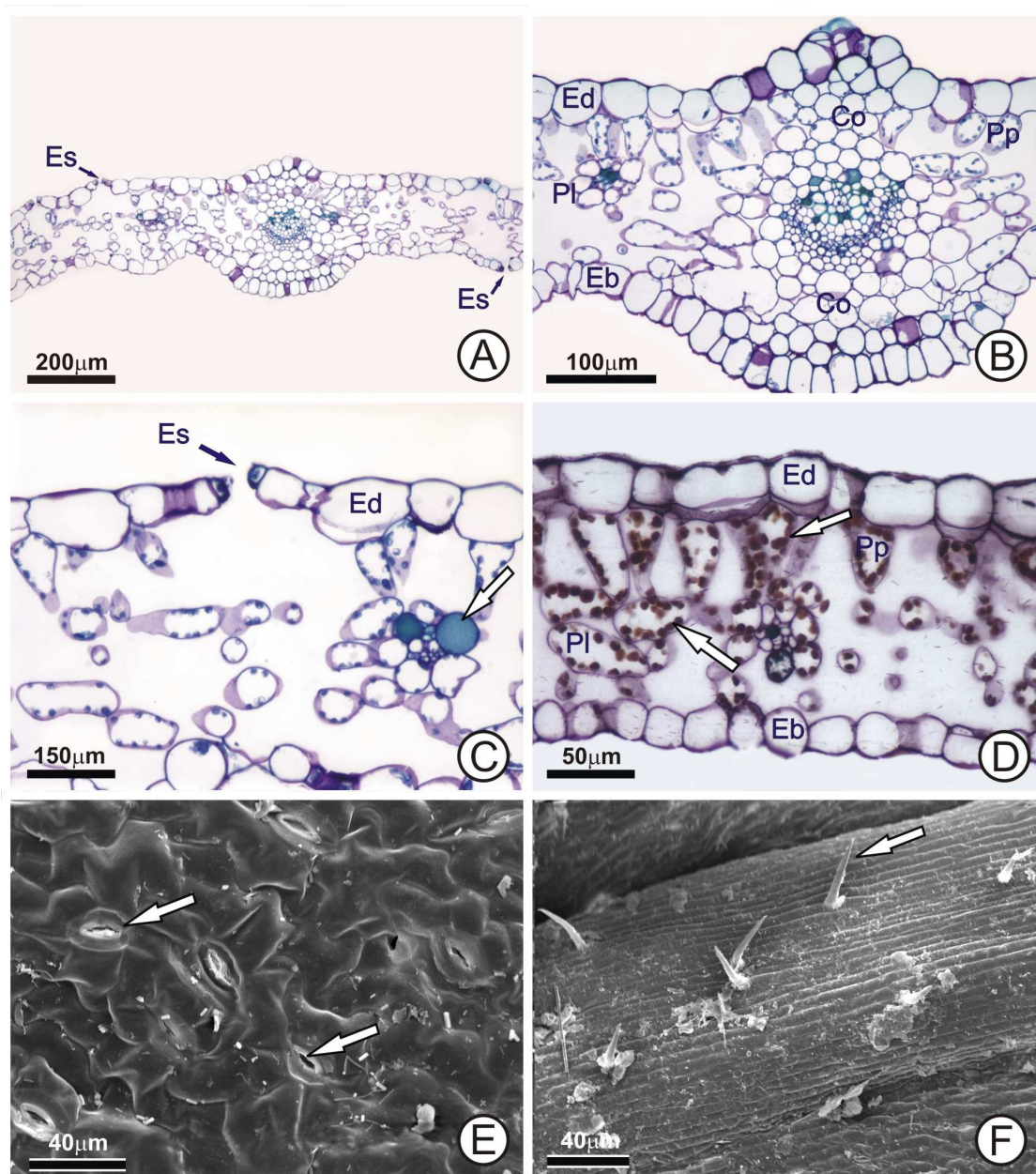


Figura 9. Fotomicrografias de seções transversais do cotilédone de *O. lagopus* corados com Azul de Toluidina (A – C), contra corado com Lugol (D) e eletromicrografia de varredura (E – F). A – Aspecto geral do cotilédone; B – Detalhe da região da nervura principal; C – Detalhe da região intervenal. Seta indica a presença de composto fenólico; D – Região intervenal. Grãos de amido (setas) no parênquima clorofiliano são corados de marrom pelo Lugol; E – Superfície adaxial. Setas indicam estômatos; F – Detalhe dos tricomas tectores (seta) na nervura, face abaxial. Legenda: Co = colênquima; Eb = Epiderme abaxial do cotilédone; Ed = Epiderme adaxial do cotilédone; Es = estômatos; Pl = parênquima lacunoso; Pp = parênquima paliádico

3.3.4 Epicótilo

O epicótilo em início de crescimento secundário (Figura 10A) diferencia-se do hipocótilo por apresentar canais secretores de mucilagem na medula e no córtex (Figura 10B), não sendo observado o amido.

A epiderme é unisseriada, com células pequenas, que podem conter compostos fenólicos, corados de verde pelo azul de toluidina, e tricomas tectores simples ou ramificados, semelhantes aos encontrados no hipocótilo (Figura 10C e 10D). O córtex é composto por duas a três camadas de colênquima na região subepidérmica, cujas células podem conter compostos fenólicos, e parênquima de preenchimento, onde são encontrados canais secretores de mucilagem. A presença da mucilagem é indicada pela coloração arroxeada com o azul de toluidina. Assim como no hipocótilo, não há formação de felogênio, mas o câmbio já se encontra em atividade, com produção de xilema secundário para o interior e floema secundário para o exterior, onde fibras também são observadas. A região central do hipocótilo é preenchida por uma medula parenquimática, onde os canais secretores de mucilagem também são observados, mas não amido.

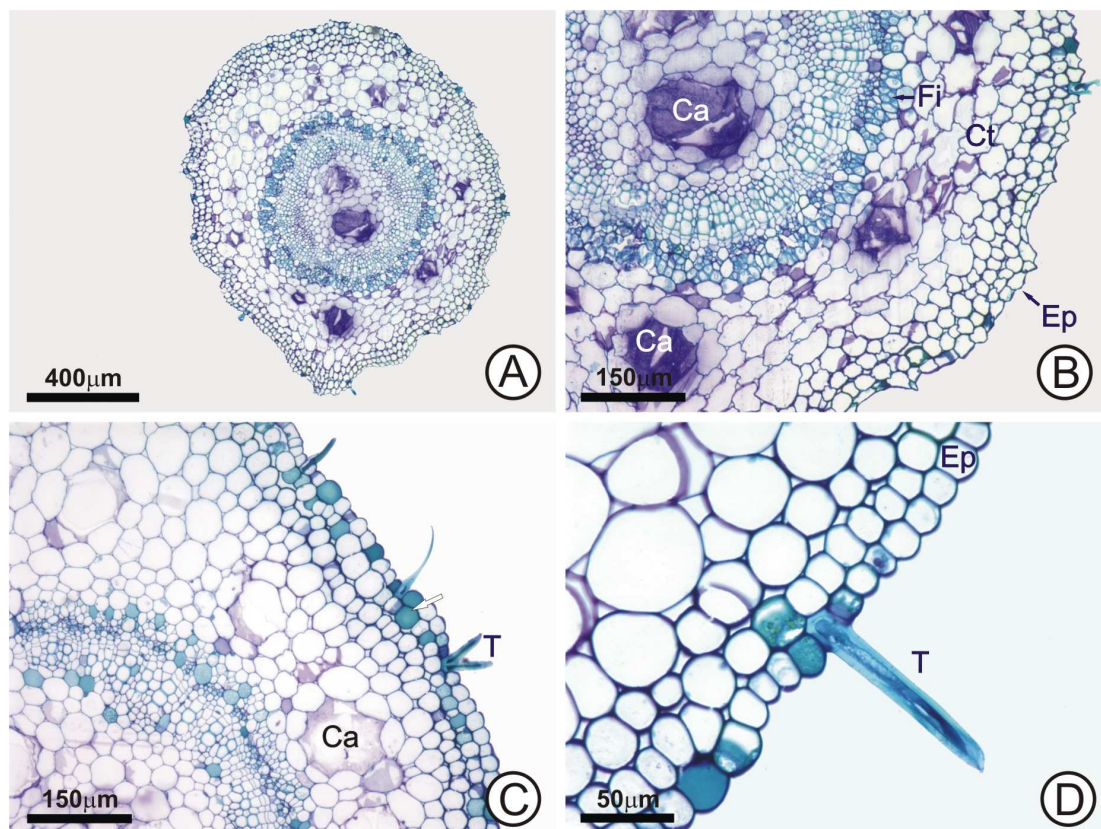


Figura 10. Fotomicrografias de seções transversais do epicótilo de *O. lagopus* corados com Azul de Toluidina (A – D). A – Aspecto geral do epicótilo; B e C – Detalhes da figura A; D – Detalhe da epiderme. Ca = canal secretor de mucilagem (coloração roxa); Ct = Córtex; Ep = epiderme; Fi = Fibras; T = Tricoma.

3.3.5 Eofilos

Os eofilos são anfiestomáticos com estômatos anomocíticos (Figura 13D). A epiderme é unisseriada, com células de paredes delgadas (Figuras 11A e 12A), paredes anticlinais sinuosas (Figura 13H) e, freqüentemente, com conteúdo mucilaginoso, indicado pela coloração arroxeada com o azul de toluidina (Figuras 11C e 12B). Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950) relatam que eofilos anfiestomáticos são característicos de vários gêneros da família Malvaceae, com estômatos anomocíticos, situados no mesmo nível das demais células epidérmicas e recobertas por cutícula espessa (Figura 11B, 12B). Possuem tricomas tectores simples e, mais freqüentemente,

ramificados ou estrelado e tricomas glandulares pluricelulares que se distribuem em ambas as faces das folhas (Figura 13B e 13C; Figura 13E, 13F e 13G). Segundo Metcalfe & Chalk (1950), tricomas do tipo estrelado são especialmente característicos para a família Malvaceae. Nas espécies de *H. tiliaceus* e *H. pernambucensis*, os tricomas foram observados de quatro a oito braços que se originam a partir de divisões anticlinais de uma célula da protoderme. Esta característica é apontada no trabalho de Rocha e Neves (2000), como típica dos tricomas da família Malvaceae, os quais consistem de um grupo de diversas células, que emergem da epiderme, lado a lado, unidos por suas bases. Webber (1938), citado por Rocha e Neves (2000), afirma que tricomas estrelados são mais abundantes na epiderme abaxial das folhas do gênero *Gossypium*.

O mesofilo é dorsiventral formado por uma camada de parênquima paliádico e parênquima lacunoso com muitos grãos de amido identificados (Figura 11B) e com conteúdo mucilaginoso em algumas células epidérmicas (Figura 12B). Tais células apresentavam formatos irregulares, o que condiciona a formação de espaços intercelulares de dimensões variadas, o mesmo visto nas espécies *Hibiscus tiliaceus* e *Hibiscus pernambucensis* (ROCHA e NEVES, 2000).

Canais de mucilagem são encontrados no parênquima cortical da nervura principal e das nervuras de maior calibre, acima e abaixo do feixe vascular. Uma diferença marcante entre a primeira e terceira folha do protofilo é que a primeira possui apenas um canal de mucilagem voltado para a face abaxial na nervura principal, e a terceira possui dois canais de mucilagem (Figura 11C e 12 C). Não se sabe exatamente o motivo dessa diferença, acredita-se que essa folha possa estar entrando na fase de transição e

adquirindo algumas características do metafilo. Para se obter uma resposta mais concreta, seria necessário estudar a anatomia do metafilo.

Na nervura principal são encontradas poucas camadas de colênquima em posição subepidérmica, acima e abaixo do feixe vascular. O sistema vascular é constituído por feixes vasculares colaterais. Na nervura principal o feixe vascular é levemente arqueado (Figura 11D e 12D). De acordo com Solereder (1908), e Metcalfe & Chalk (1950), os feixes vasculares de Malvaceae são do tipo colateral, apresentando-se em número variável, separados entre si, ou formando um anel contínuo. Estes mesmos autores apontam que a distribuição, o número e a presença de canais secretores devem ser vistos como um carácter anatômico de valor taxonômico para a família Malvaceae.

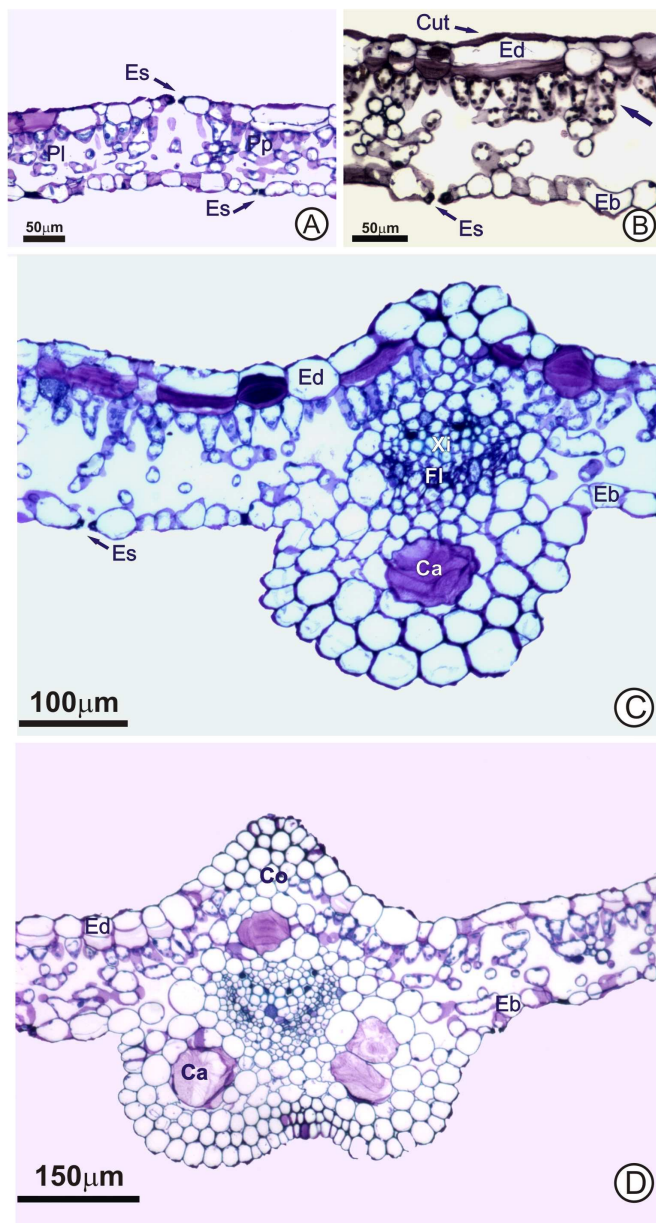


Figura 11. Fotomicrografias de seções transversais do primeiro eófilo de *O. lagopus* corados com Azul de Toluidina (A, C e D), contra corado com Lugol (B). A e B, região intervenal. Notar os estômatos na face adaxial e abaxial da epiderme e os grãos de amido (seta) no parênquima clorofiliano (B); C – Região de nervura de segunda ordem; D – Região da nervura principal. Notar os canais de mucilagem coradas de roxo. Ca = canal de mucilagem; Co = colênquima; Eb = epiderme abaxial; Ed = epiderme adaxial; Es = estômatos; Fl = floema; Pl = parênquima lacunoso; Pp = parênquima paliçádico; Xi = xilema

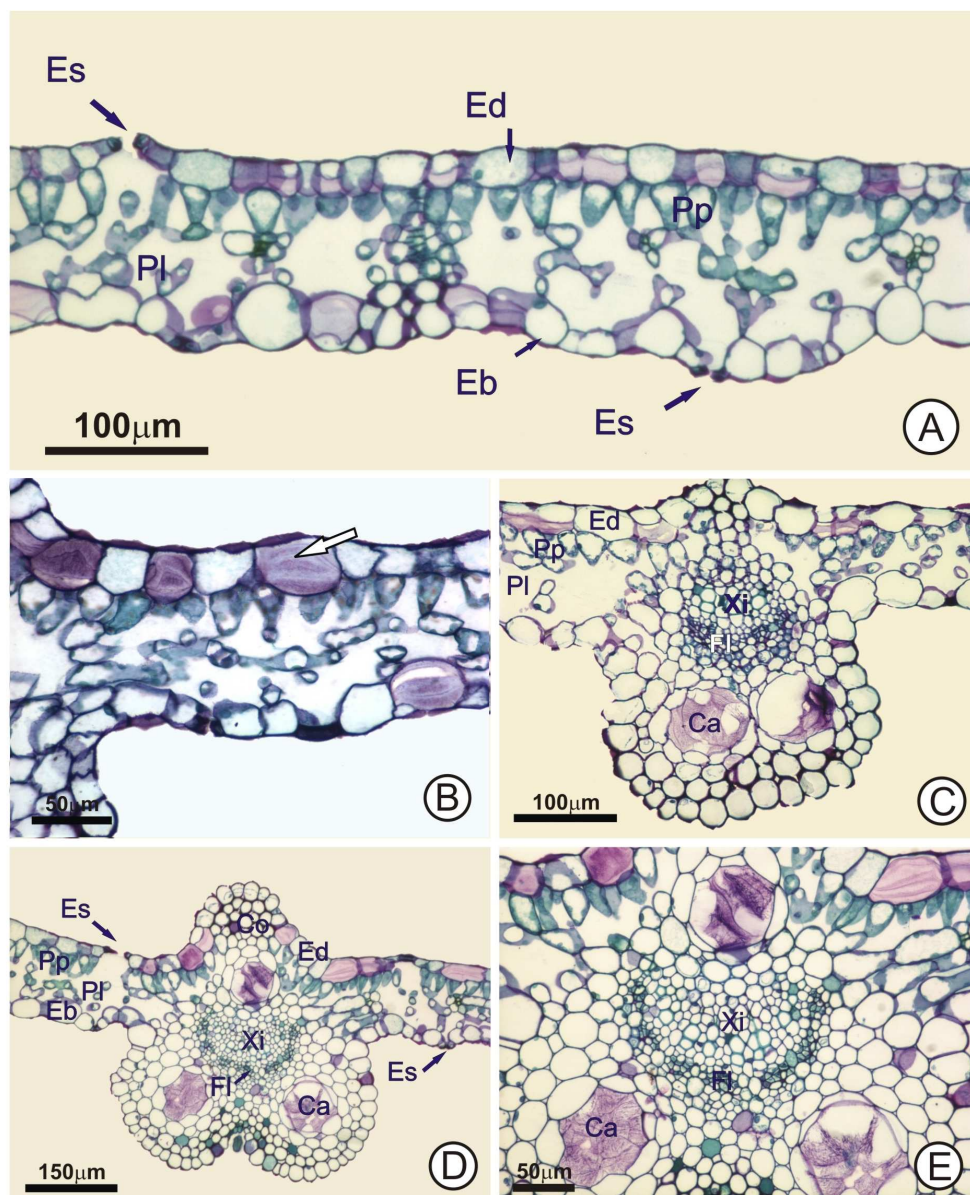


Figura 12. Fotomicrografias de seções transversais do terceiro eófilo de *O. lagopus* corados com Azul de Toluidina (A, C, D e E), contra corado com Lugol (B). A – Região intervenal. Notar os estômatos na face adaxial e abaxial da folha; B – Região intervenal corada com lugol. Os grãos de amido são quase imperceptíveis no eófilo. Notar o conteúdo mucilaginoso de algumas células epidérmicas (seta); C – Região da nervura de segunda ordem. D – Nervura principal. Notar os canais secretores de mucilagem coradas de roxo; E – Detalhe da figura D. Ca = canal de mucilagem; Eb = epiderme abaxial; Ed = epiderme adaxial; Es = estômatos; Fl = floema; Id = idioblasto; Pl = parênquima lacunoso; Pp = parênquima paliçádico; Xi = xilema

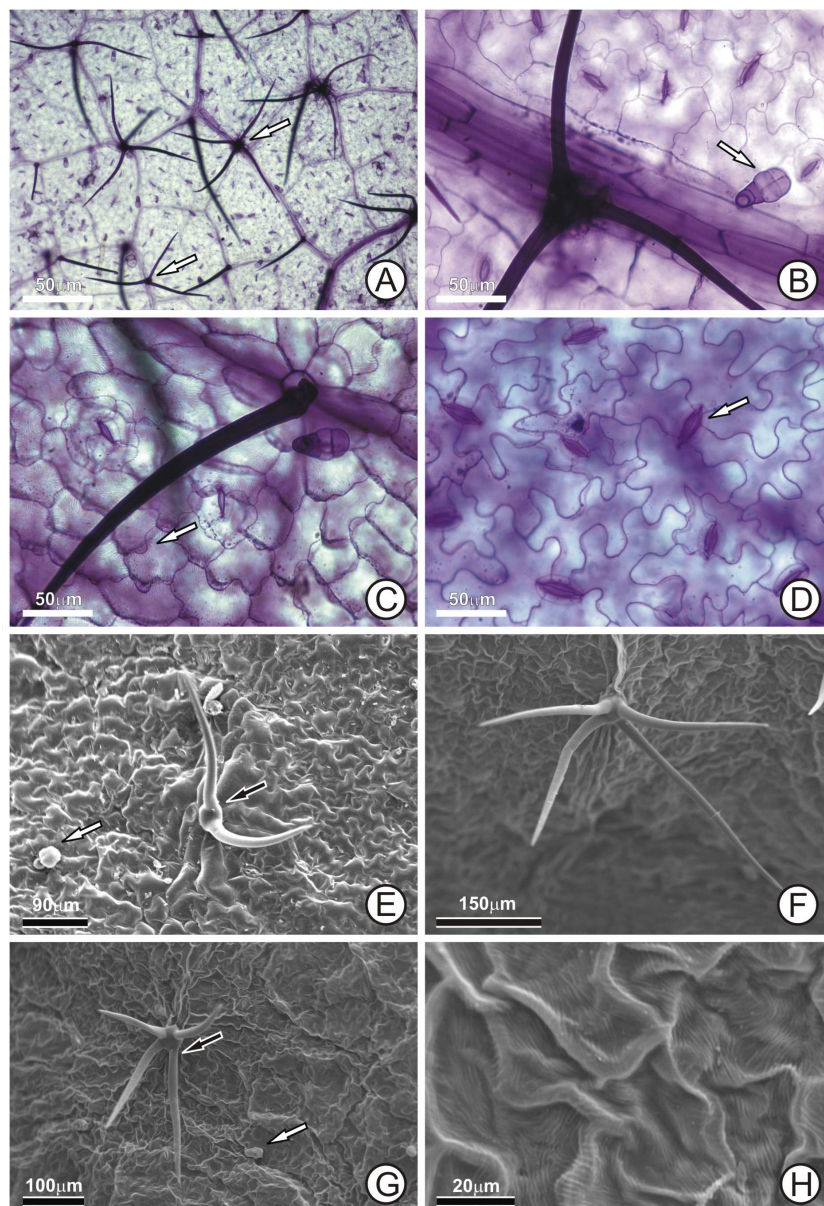


Figura 13. Superfície dos eofilos de *O. lagopus* (A – D). Eletromicrografia de varredura (E – H). A – Tricomas tectores (setas) da face abaxial (3ª folha); B – Tricoma glandular (seta) da face abaxial (3ª folha); C – Detalhe das estrias da face adaxial (3ª folha) (seta); D – Detalhe do estômato anomocítico (seta); E – Detalhe do Tricoma tector (seta preta) e tricoma glandular (seta branca) da face abaxial da 1ª folha; F – Tricoma tector da face abaxial da 3ª folha do tipo estrelado; G – Tricoma tector (seta preta) e tricoma glandular (seta branca) da face adaxial da 3ª folha; H – Estrias da face adaxial da 3ª folha

4. CONCLUSÃO

A germinação de *Ochroma lagopus* é epígea, fanerotiledonar com emergência curvada. A protrusão da raiz primária ocorre aos quatro dias após a semeadura.

A raiz primária é tetrarca com grãos de amido ausentes e as raízes secundárias distribuídas ao longo da raiz primária. Hipocótilo epígeo com tricomas tectores e glandulares abundantes, possuindo um acúmulo de amido na medula. Cotilédones isofilos, anfiestomáticos e persistentes na plântula. Possui tricomas tectores, conteúdo mucilaginoso e muitos grãos de amido. O epicótilo é menor que o hipocótilo, com tricomas tectores, canais secretores de mucilagem, compostos fenólicos e ausência de amido. Os eofilos são simples, alternos, anfiestomáticos, tricomas tectores e glandulares, com conteúdo mucilaginoso e grãos de amido.

A morfoanatomia das plântulas fornece subsídios que facilitam o reconhecimento desta espécie no campo e para regeneração natural.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBIERO, A. L. M.; PAOLI, A. A. S.; SOUZA, L. A.; MOURÃO, K. S. M. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H. B. & K. (Piperaceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 305 – 312, 2005.

APG II. 2003. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Bot. J. Linn. Soc.** 141: 399-436.

BARBOSA, A. P.; CAMPOS, M. A. A.; SAMPAIO, P. T. B., NAKAMURA, S., GONÇALVES, C. Q. B. O crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 477-482, 2002.

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

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

BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes e plântulas de *Eucalyptus maidenii*. **Turrialba**, San José, v. 28, n. 3, p. 209-214, 1978.

BELTRATI, C.M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: UNESP/IB/Depto Botânica, 1990. 352p. (Dissertação de Mestrado).

BONA, C.; MORRETES, B. L.; Anatomia das raízes de *Bacopa salzmanii* (Benth.) Wettst. Ex Edwall e *Bacopa monnierioides* (Cham.) Robinson (Scrophulariaceae) em ambientes aquático e terrestre. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 155 – 170, 2003.

BORGES, F. I. **Morfo-anatomia de sementes e órgãos vegetativos em três estádios de desenvolvimento de *Bauhinia monandra* Kurz (Leguminosae-Caesalpinioideae) como contribuição ao estudo farmacognóstico de plantas na região amazônica**. 149f. 2005. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - INPA/UFAM, Manaus, 2005.

FELICIANO, A.L.P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento da muda, acompanhado de descrições morfológicas de 10 espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido nordestino**. Viçosa: UFV, 1989, 114 p. (Dissertação de Mestrado).

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

FONT-QUER, P. 1982. Diccionario de botánica. Editorial Labor, Barcelona.

GONZALES, J. D; TRIGOSO, J. R. **Identificación de la regeneración natural de árboles tropicales por la morfología de sus estádios iniciales.** Revista Forestal, v. 20, n. 1, p. 35 – 61, 1993.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique.** New York: McGraw- Hill, 1940. 523p.

KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária.** 1983. 233f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. & ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia.** Vol. II. INPA, Manaus, 1979. 187p.

METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. Anatomy of the dicotyledons. Claredon Press, Oxford.

MOURÃO, K. S. M.; PINTO, D. D.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S. Morfo-anatomia da plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. E *T. pallida* Sw. (Meliaceae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 601 – 610, 2002.

MOURÃO, K. S. M.; DOMINGUES, L.; MARZINEK, J. Morfologia de plântulas e estádios juvenis de espécies invasoras. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 261 – 268, 2007.

NETTO, D. A. M. Germinação de sementes de Pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam.) Urban., (Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 159-161, 1994

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. **The study of plant structure principles and select methods.** Melbourne: Termarcaphi Pty. 1981. 45p.

OLIVEIRA, D. M. T. **Análise morfológica comparativa de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de fabaceae ocorrentes no estado de São Paulo.** 1997. 208f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

PILATI, R; SOUZA, L.A. Morfoanatomia da plântula de *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. (Ulmaceae) **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 1-6 , 2006.

PINTO, A. M.; INOUE, M. T.; NOGUEIRA, A. C. Conservação e vigor de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 233-236, 2004.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urban. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p.103-106. 2006.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977.

ROCHA, J. F.; NEVES, L. de J. Anatomia foliar de *Hibiscus tiliaceus* L. E *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae). **Rodriguésia**, v. 51, n. 78/79, p. 113 – 132, 2000.

SILVA, L.M.M.; MATOS, V.P. Morfologia da semente e da germinação de *Erythrina velutina* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, p.137-143, 1991.

SOBRINHO, S. P.; SIQUEIRA, A. G. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutumba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 140 – 180, 2008

SOLEREDER, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons. Oxford, Clarendon press. V.1.664 p. il.

SOUZA, L.A. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa: UEPG, 2003. 258p.

VARELA, V.P.; FERRAZ, I.D.K. 1991. Germinação de sementes de pau-de-balsa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 10, p. 1685-1689, 1991.

VASQUES-YANES, C. Estudios on the germination of seeds os *Ochroma lagopus*. **Turrialba**, México, v. 24, n. 2, p. 176-179, 1974.

VASQUES-YANES, C.; PEREZ-GARCIA, B. 1976. Notas sobre lamorfologia y la anatomia de la testa de las semillas de *Ochroma lagopus* Sw. **Turrialba**, México, v. 26, n. 3, p. 310-311, 1976.