

GIZELDA MAIA RÊGO

**ECOFISIOLOGIA DO JEQUITIBÁ-ROSA E DO JACARANDÁ-DA-
BAHIA: MORFOGÊNESE, GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO
INICIAL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edilberto Possamai

CURITIBA

2001

Bendito o homem que confia no **SENHOR**,
cuja esperança é o **SENHOR**.
Porque ele é como uma árvore plantada junto às águas,
que estende as suas raízes para o ribeiro
e não receia quando vem o calor,
mas a sua folha fica verde;
e no ano de sequeidão não se perturba
nem deixa de dar frutos”.

Bíblia Sagrada, Livro de Jeremias, Capítulo 16, Versículos: 5-8.

À DEUS.

À minha filha Raquel,
meu maior presente de DEUS .

À memória da minha tia Abigail Olintho do Rêgo,
minha eterna amiga, pelo seu amor
e pela alegria da sua convivência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu poder, misericórdia, amor e cuidado por mim.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, especialmente à Embrapa Tabuleiros Costeiros, pelo afastamento concedido para realização deste curso.

A Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências Agrárias, por meio do Curso de Pós-graduação em Agronomia - área de concentração: Produção Vegetal, pela acolhida.

Ao Professor Dr. Edilberto Possamai pela orientação, amizade e confiança.

Ao Professor Dr. Flávio Zanette, por sua atenção e apoio.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia e funcionários do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, pelo agradável convívio.

Aos colegas de curso: Luciene, Roseli, Joana, Glicéia, Dirk, Milléo, Pichetti, Bona e Tosin. As amigas Lucimara, Lourdinha, Célia, Maria Emília, Cléia, Izabel e a todos os demais colegas e amigos pela agradável convivência.

Ao colega Dr. Amaury Apolônio de Oliveira, da Embrapa Tabuleiros Costeiros, pelo apoio e incentivo concedido na realização do curso.

A Chefia da Embrapa Florestas, especialmente ao Dr. Vítor Afonso Hoeflich, pelo apoio na condução da Tese, e a todos os demais colegas que me acolheram com carinho durante este período de convivência.

As bibliotecárias da Embrapa Florestas, Carmem Lúcia Cassilha Stival e Lídia Woronkoff, pela ajuda constante na busca dos trabalhos para revisões bibliográficas.

Ao Adilson, Joel e David, funcionários da Embrapa Florestas pela ajuda e cuidado que tiveram com os experimentos de laboratório e de campo.

A minha filha, Raquel Rego Pereira, minha maior incentivadora e amiga constante.

A Júlia Fialho Valeriano, minha querida sobrinha "Jujú", pela convivência e alegria da sua infância.

Aos meus pais e irmãos, toda gratidão pelo carinho e incentivo.

Ao casal Dr. Sofonias (Janety) de Souza, irmãos da Primeira Igreja Batista de Curitiba, pelo carinho, amizade e pelos momentos alegres das reuniões do nosso grupo de oração.

Enfim, carinhosamente, a todos aqueles que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, a minha gratidão.

BIOGRAFIA DO AUTOR

GIZELDA MAIA RÊGO, filha de Elich Maia do Rêgo e de Maria da Conceição Chagas, nasceu em Parnamirim, Estado do Rio Grande do Norte, em 15 de julho de 1950. É mãe da Raquel Rego Pereira.

Cursou o ensino de primeiro e segundo graus no Colégio Estadual da Paraíba (Liceu Paraibano), em João Pessoa - PB. No ano de 1970, ingressou no curso de Agronomia e em dezembro de 1973, recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo, conferido pela Escola de Agronomia do Nordeste, em Areia - PB, hoje, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

Exerceu atividades na Fundação Nacional do Índio - FUNAI, no período de 1974 à 1977, Divisão de Projetos Especiais - DPE, participando da elaboração de projetos agrícolas de subsistência, para as comunidades indígenas.

Em dezembro de 1977, ingressou na Embrapa/Sede, localizada em Brasília/DF, no Departamento de Informação e Documentação - DID, fazendo parte da equipe dos Resumos Informativos.

Em março de 1981, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Tecnologia de Sementes, pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Em agosto de 1983, concluiu os requisitos para obtenção do título de "Magister Scientiae", com a dissertação: "Maturação fisiológica e teores de açúcares redutores totais do sorgo sacarino".

No período de setembro de 1983 a abril de 1985, trabalhou como pesquisadora na Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado em Cruz das Almas - BA. Desde maio de 1985, é pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju/SE.

Em março de 1997, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES.....	4
2.1.1 <i>Cariniana legalis</i>	4
2.1.2 <i>Dalbergia nigra</i>	5
2.2 MORFOLOGIA DAS SEMENTES, PLÂNTULAS E MUDAS.....	6
2.3 GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES.....	9
2.4 ECOFISIOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS.....	15
2.5 A LUZ NO ECOSSISTEMA FLORESTAL.....	17
2.5.1 Luz e crescimento.....	20
2.5.2 Luz e Clorofilas.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	29
3.2 MATERIAL VEGETAL.....	29
3.3 MORFOLOGIA DA SEMENTE, GERMINAÇÃO E PLÂNTULA.....	30
3.4 GERMINAÇÃO E VIGOR.....	31
3.5 LUZ NA GERMINAÇÃO.....	32
3.6 CRESCIMENTO INICIAL.....	33
3.7 CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA.....	34
3.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 CARATERIZAÇÃO MORFOLÓGICA.....	36
4.1.1 Jequitibá-rosa	36
4.1.1.1 Semente.....	36
4.1.1.2 Germinação.....	36
4.1.1.3 Plântula.....	37
4.1.1.4 Muda.....	37

4.1.2 Jacarandá-da-bahia	38
4.1.2.1 Sementes.....	38
4.1.2.2 Germinação.....	38
4.1.2.3 Plântula.....	38
4.1.2.4 Muda.....	39
4.2 GERMINAÇÃO E VIGOR	46
4.2.1 Jequitibá-rosa.....	46
4.2.2 Jacarandá-da-bahia.....	48
4.3 LUZ NA GERMINAÇÃO	51
4.3.1 Jequitibá-rosa	51
4.3.2 Jacarandá-da-bahia	52
4.4 CRESCIMENTO INICIAL	53
4.4.1 Jequitibá-rosa	53
4.4.1.1 Altura e Diâmetro.....	53
4.4.1.2 Matéria seca aérea, radicial e total.....	55
4.4.1.3 Área foliar e Área específica foliar.....	56
4.4.2 Jacarandá-da-bahia	58
4.4.2.1 Altura e Diâmetro.....	58
4.4.2.2 Matéria seca aérea, radicial e total.....	59
4.4.2.3 Área foliar e área específica foliar.....	60
4.5 CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA	61
4.5.1 Jequitibá-rosa	61
4.5.2 Jacarandá-da-bahia	63
5 CONCLUSÕES	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
7 BIBLIOGRAFIA CITADA	66
ANEXOS	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa) - Semente e Germinação	40
Figura 2 - <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa) - Plântula.....	41
Figura 3 - <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa) - Muda.....	42
Figura 4 - <i>Dalbergia nigra</i> (jacarandá-da-bahia) - Semente e Germinação.....	43
Figura 5 - <i>Dalbergia nigra</i> (jacarandá-da-bahia) - Plântula.....	44
Figura 6 - <i>Dalbergia nigra</i> (jacarandá-da-bahia) - Muda.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características químicas dos Substrato Floresta (SF) e Substrato Comercial (SC), utilizados nos experimentos de laboratório e de campo. Colombo/PR.2001.....	32
Tabela 2	Efeito do substrato e da temperatura sobre o percentual de germinação do jequitibá-rosa, em condições de laboratório. Colombo/PR. 2001.....	46
Tabela 3	Efeito do substrato e da temperatura sobre o vigor (IVG) de sementes de jequitibá-rosa, em condições de laboratório. Colombo/PR. 2001.....	47
Tabela 4	Efeito do substrato e da temperatura sobre o percentual de germinação e vigor (IVG) de sementes de jequitibá-rosa, em condições de viveiro. Colombo/PR. 2001.....	48
Tabela 5	Efeito do substrato e da temperatura sobre o percentual de germinação das sementes de jacarandá-da-bahia, em condições de laboratório. Colombo/PR. 2001.....	49
Tabela 6	Efeito da temperatura e do substrato sobre vigor (índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de jacarandá-da-bahia, em condições de laboratório. Colombo/PR.2001.....	50
Tabela 7	Efeito do substrato sobre o percentual de germinação e vigor (índice de velocidade de germinação - IVG) de sementes de jacarandá-da-bahia, em condições de viveiro. Colombo/PR.2001.....	50
Tabela 8	Efeito da intensidade de luz, sobre o percentual de germinação e vigor (IVG) das sementes de jequitibá-rosa. Colombo/PR. 2001.....	51
Tabela 9	Efeito da intensidade de luz, sobre o percentual de germinação e vigor (IVG) das sementes do jacarandá-da-bahia.. Colombo/PR.2001.....	52
Tabela 10	Crescimento inicial: altura e diâmetro do colo do jequitibá-rosa, obtidas em função da intensidade luminosa - RFA. Colombo/PR. 2001.....	54

Tabela 11	Crescimento inicial: matéria seca aérea, radicial e total de mudas de jequitibá-rosa, aos 180 DAE, obtidos em função da RFA. Colombo/PR. 2001.....	55
Tabela 12	Crescimento inicial: área foliar e área específica foliar de mudas de jequitibá-rosa, aos 180 DAE, obtidas em função da RFA . Colombo/PR. 2001.....	57
Tabela 13	Crescimento inicial: altura e diâmetro do colo do jacaranda-da-bahia, em função da intensidade luminosa – RFA. Colombo/PR. 2001.....	58
Tabela 14	Crescimento: matéria seca aérea, radicial, total de mudas de jacarandá-da-bahia obtidas aos 180 DAE, em função da RFA. Colombo/PR, 2001.....	59
Tabela 15	Crescimento inicial: área foliar e área específica foliar de mudas de jacarandá-da-bahia obtidas aos 180 dias, em função da RFA. Colombo/PR, 2001.....	60
Tabela 16	Teor de clorofila <u>a</u> , <u>b</u> , total e relação clorofila a/b das mudas de jequitibá- rosa obtidas aos 180 DAE em função da RFA (concentração em $\mu\text{g}.\text{mg}^{-1}$). Colombo/PR. 2001.....	62
Tabela 17	Teor de clorofila <u>a</u> e <u>b</u> , total e relação clorofila a/b das mudas de jacarandá-da-bahia obtidas em função da intensidade luminosa (concentração em $\mu\text{g}.\text{mg}^{-1}$). Colombo/PR. 2001.....	63

ECOFISIOLOGIA DO JEQUITIBÁ-ROSA E DO JACARANDÁ-DA-BAHIA: MORFOGÊNESE, GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL

RESUMO

Estudou-se a influência de alguns fatores morfológicos e ambientais sobre duas espécies florestais nativas, da Floresta Atlântica: *Cariniana legalis* (Martius) O. Kuntze (Lecythidaceae), jequitibá-rosa e *Dalbergia nigra* (Vellozo) (Leguminosae-Papilionoidae), jacarandá-da-bahia, com a finalidade de caracterizar o comportamento ecofisiológico destas espécies dentro do sistema florestal, descrevendo para cada espécie: os caracteres morfológicos das sementes, as características germinativas, a morfologia externa das plântulas e mudas, o efeito de substratos e temperaturas na germinação e vigor das sementes, o efeito de níveis de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), sobre o crescimento e concentração de clorofilas foliares em mudas destas espécies. Para avaliação, em laboratório, da capacidade germinativa, estudou-se as temperaturas de 20, 25, 30, 20-30 e 35°C e os substratos: solo floresta, substrato comercial, vermiculita e rolo de papel. No viveiro, à temperatura ambiente, estudou-se os substratos: solo floresta, vermiculita e substrato comercial. Os níveis de (RFA) estudados foram: 34, 44, 64, 70 e 100%. As descrições das sementes foram efetuadas em relação à forma, tamanho, superfície o hilo, micrópila e forma e localização do embrião. Foram descritos os estádios da germinação e os caracteres externos das plântulas e mudas. As temperaturas de 30°C e 20-30°C, no substrato vermiculita, foram melhores para a germinação e vigor das duas espécies. No viveiro, o melhor percentual de germinação ocorreu pela utilização do substrato solo floresta. O melhor percentual de germinação e vigor foi obtido com luz branca para o jequitibá-rosa e com luz vermelha para o jacarandá-da-bahia. Para as duas espécies o crescimento em diâmetro e matéria seca total estão relacionados à maior intensidade de luz, enquanto que a altura, área foliar e clorofilas *a* e *b* aumentaram quando se diminuiu a intensidade de luz. Observou-se, que o jacarandá-da-bahia apresenta mais plasticidade e tolerância à luz do que o jequitibá-rosa.

Palavras-chave: espécies florestais, temperatura, luminosidade, germinação, vigor, plasticidade, clorofila, mudas.

ECOPHYSIOLOGY OF JEQUITIBÁ-ROSA AND JACARANDÁ-DA-BAHIA: MORPHOLOGY, GERMINATION AND INITIAL GROWTH

ABSTRACT

This work studied the influence of some morphologic and environmental factors on two native forest species of the Atlantic Forest: *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze, jequitibá-rosa and *Dalbergia nigra* (Vellozo), jacaranda-da-bahia, with the purpose of characterizing the ecophysiological behavior of these species on the forest system, describing for each species: the morphologic characters of the seeds, germination, the external morphology of the seedlings and cuttings, the effect of substrate and temperatures on the germination and vigor of the seeds, the effect of levels of photossinthehtical activates radiation (PAR), on the growth and concentration of the leaf chlorophylls in cuttings of these species. It was evaluated the effect of germination (20, 25, 30, 20-30 and 35°C) and substrate: soil forest, commercial substrate, vermiculita and paper roll on germination. In the nursery, under environmental temperature, it was studied the substrate: soil of forest, vermiculite and commercial substratum. The levels of PAR studied were: 34, 44, 64, 70 and 100%. Description of seeds related to the form, size, surface the hilum, micropyle and form location of the embryo. Was made phase stage of germination and external characteristics of plantlets and cuttings were described. On basis of percentage of germination and emergency speed index, temperatures of 30 and 20-30°C, in vermiculita, were the best treatments for germination and vigour for the two species. In the nursery, the best percentage of germination was found under soil forest. The best percentage of germination and vigour, was obtained under white light for *Cariniana legalis* and red light for the *Dalbergia nigra*. Both two species, presented growth in diameter and total dry matter related to the widest light intensity, while the height, leaf area and chlorophylls a and b, increased when decreased the light intensity. It was observed that *Dalbergia nigra* presented more plasticity and tolerance than *Cariniana legalis*.

Key-words: native forests, temperature, light intensity, germination, vigour, plasticity, chlorophyll, seedlings.

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica tem sido conhecida, como o potencial de várias espécies de grande valor econômico, não sendo convenientemente exploradas, correndo o risco de se perderem pela destruição sistemática desse bioma, principalmente nas últimas décadas. Essa destruição ocorre pela extração de madeira para aproveitamento de lenha carvão, para abertura de novas áreas de cultura e plantio de espécies, como forrageiras. Portanto, há necessidade de se evidenciar cientificamente o potencial de muitas espécies florestais para que venham ser exploradas de forma racional e ordenada.

Nas discussões sobre a destruição dos remanescentes da Floresta Atlântica dois temas são bastante discutidos, a degradação ambiental e a perda da diversidade biológica. A busca de soluções para os problemas gerados pela degradação ambiental, requer uma abordagem científica baseada no conhecimento das distribuições geográficas e na biologia das inúmeras espécies nativas que ocorrem na Floresta Atlântica (NOGUEIRA NETO; REIS et al., 1992).

O Brasil possui grande diversidade de espécies florestais, ao tempo em que existem carência de informações quanto às fases de seu ciclo biológico, sistemas de propagação e produção de mudas. Torna-se, portanto, necessário o desenvolvimento de estudos sobre as espécies nativas com potencialidades para programas de reflorestamento, com finalidade econômica ou conservacionista (SCALON; ALVARENGA, 1993).

A indicação de espécies nativas promissoras e potenciais, que sirvam como alternativas ao reflorestamento, em muitos casos está limitada à insuficiência de informações sobre o comportamento silvicultural. A literatura pertinente apresenta apenas informações parciais sobre elas, restritas à descrição da espécie, sua importância, área de ocorrência natural, fenologia e característica da semente.

A silvicultura de espécies nativas carece de informações básicas, as quais são de fundamental importância para a compreensão do comportamento das plantas, em relação às diversas variações ambientais. Segundo Inoue (1983), as espécies nativas quase sempre

não encontram, sob condições de plantio homogêneo à céu aberto, desde que não sejam pioneiras, as condições ecológicas existente na floresta natural.

A grande plasticidade fenotípica que ocorre em várias espécies florestais, associadas a pouca ou nenhuma atenção dispensada ao conhecimento ecofisiológico destas espécies, pode inviabilizar programas voltados à implantação e manejo das florestas. Faz-se necessário o desenvolvimento de estudos ecofisiológicos que demonstrem a influência de fatores ambientais na organização dos ecossistemas (NAVES, 1993).

A falta de conhecimento autoecológico e sinecológico dos maciços explorados, são limitantes na escolha do método de manejo mais apropriado para se atingir determinados fins. Dentre os principais aspectos que servem de base para o manejo de florestas nativas encontram-se os processos de germinação das sementes como subsídio para a compreensão da regeneração natural e tecnologias para a produção de mudas (WHITMORE, 1983).

Há um grande vazio nas informações sobre morfologia da semente; germinação de sementes, a respeito das exigências de luz, temperatura, água, nutrientes e da ação de inibidores, e posterior sobrevivência das plântulas, para as espécies que ocorrem na Floresta Atlântica. O conhecimento desta vegetação, do ponto de vista fisiológico, é de grande importância, porque atualmente, a Floresta Atlântica ocupa em torno de 150 mil Km², enquanto que na época do descobrimento do Brasil, essa Floresta ocupava em torno de 1,5 milhões de km² (REIS et al., 1992; GANDARA, 1993).

Os estudos morfológicos e fisiológicos de sementes, plântulas e mudas das formações florestais nativas da Floresta Atlântica, são necessários para o manejo e devida reposição, visando uma regeneração natural adequada das espécies que estão ameaçadas de extinção (NOGUEIRA NETO; CARVALHO, 1979; HARRITT; JESUS, 1987). Dentre as essências florestais, o jequitibá-rosa, é uma espécie fornecedora de madeira de grande valor econômico, sendo uma das maiores árvores da flora brasileira. Sabe-se que esta espécie possui uma distribuição geográfica restrita as matas pluviais atlânticas do sul, da região nordeste. O jacarandá-da-bahia, também fornecedor da madeira mais valiosa do Brasil, possui uma distribuição geográfica ampla pois ocupa uma grande variedade de habitats, desde as matas pluviais atlânticas e matas mesófilas semidecíduas (RIZZINI, 1971).

O jequitibá-rosa e o jacarandá-da-bahia estão na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, categoria vulnerável, devido a exploração desordenada e

sem plantio de reposição (CARVALHO, 1994). Apesar da importância dessas duas espécies, são escassos os trabalhos sobre as características morfológicas básicas dos propágulos, dos processos de germinação e estudos dos aspectos silviculturais e auto-ecológicos que demonstrem seu potencial em programas de reflorestamento e, ou de regeneração.

O propósito deste trabalho foi o de estudar a influência de alguns fatores morfológicos e ambientais na produção de mudas do jequitibá-rosa e do jacarandá-da-bahia, como: Descrever os caracteres morfológicos das sementes;

- Determinar as características germinativas de cada espécie;
- Descrever da morfologia externa da plântula e muda;
- Determinar o efeito de diferentes substratos na germinação e no crescimento, sob diferentes temperaturas; e,
- Estudar o efeito de níveis de radiação fotossinteticamente ativa sobre o crescimento de duas espécies arbóreas, em viveiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES

2.1.1 *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze

A espécie *Cariniana legalis* (Martius) (Lecythidaceae), conhecida como jequitibá-rosa é uma árvore semicaducifólia, comumente com 30m a 50m de altura e 70 a 100cm de DAP. Possui tronco reto; fuste com até 50m de altura; copa em forma de guarda-chuva; fruto do tipo pixídio lenhoso, com abertura íntegra, com 4,5cm a 7,0cm de comprimento, e sementes aladas com núcleo seminal basal, com até 30mm de comprimento (LORENZI, 1992).

Espécie com característica de floresta secundária tardia. Ocorre nas baixadas e encostas úmidas, sendo encontradas em pequenos grupos, no estrato superior da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), na formação Baixo-Montana e na Floresta Estacional Semidecidual. O jequitibá-rosa possui tolerância moderada a luz direta durante os primeiros anos e o seu crescimento varia de moderado a rápido (CARVALHO, 1994).

Em alguns Estados do Brasil, esta espécie apresentou mortalidade alta com taxa de sobrevivência abaixo de 40%. A floração ocorre em períodos diversos, conforme a latitude. A frutificação se inicia ao redor dos 20 anos de idade, em plantio e a dispersão das sementes é anemocórica. Na Floresta Atlântica, localizada no norte do Espírito Santo, o volume da madeira é de 4,10 m³ /ha.ano, sendo encontradas 0,6 árvores/ha (CARVALHO, 1994).

A madeira é moderadamente pesada, com alburno pouco diferenciado do cerne, geralmente bege-claro. Possui superfície irregularmente lustrosa e ligeiramente áspera ao tato; baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos, quando expostas em condições adversas; sua madeira tem aplicação semelhante a do cedro (*Cedrela fissilis*); madeira usada em carpintaria; marcenaria; tabuados em geral; artigos escolares; cabos de vassoura; compensados; laminados; celulose e papel. Da casca se extrai a resina, o tanino e tem grande poder desinfetante, sendo muito usada na medicina popular contra as afecções da boca, inflamação da garganta, amigdalites e faringites. Suas flores apresentam potencial

apícola e suas sementes são usadas na dieta de animais (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994).

2.1.2 *Dalbergia nigra* (Vellozo)

A espécie *Dalbergia nigra*, conhecida como jacarandá-da-bahia é uma árvore perenifólia a semi-caducifólia, comumente com 15 a 25 m de altura e 15 a 45 cm de DAP. Possui tronco tortuoso e irregular; fuste com até 10m de comprimento. Possui folhas compostas, alternadas, paripenadas, com 10-20 folíolos glabrescentes. O fruto é do tipo sâmara elíptica ou oblonga, plana, membranaceae, com 3cm a 8cm de comprimento e 18mm a 22mm de largura, em geral com uma semente. As sementes são castanhas lisas, reniformes, achatadas e pequenas, de testa delgada e membranácea (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994).

Espécie com características de secundária tardia a clímax e exclusiva da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) dos Estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. Espécie semi-heliófila, tolerando sombreamento leve a moderado na fase juvenil. Na floresta a espécie aparece em terrenos ondulados e montanhosos, ocupando o topo e as encostas das elevações onde ocorrem solos argilosos e argilo-arenosos, profundos e de boa drenagem. A espécie floresce e frutifica a intervalos de dois a três anos e a quantidade de sementes produzidas é variável ano a ano. O sul da Bahia, é a melhor zona de ocorrência do jacarandá, onde é encontrado numa frequência de 0,8 árvores/ha, correspondendo a um volume de 1,4m³/ha (CARVALHO, 1994).

A madeira em massa específica alta a muito alta, entre 0,75 a 1,22g/cm³, é bastante decorativa muito resistente e de longa durabilidade natural. Possui alburno que varia de branco a amarelado, geralmente bem demarcado. Cerne geralmente pardo escuro arroxeadado, com listras pretas; superfície lisa; madeira muito durável, de alta resistência. A madeira é utilizada na fabricação de móveis de luxo, principalmente na confecção de capa de painéis de objetos decorativos e de escritório, na fabricação de instrumentos musicais e caixas de piano (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994).

O jacarandá-da-bahia é conhecido comercialmente há mais de trezentos anos, por ser a mais valiosa das espécies madeireiras que ocorrem no Brasil. Sua madeira, muito procurada para móveis, foi objeto de exportação, desde os tempos coloniais. O cerne responsável pela produção da famosa madeira provém de árvores velhas, sendo formado

muito lentamente. Uma árvore adulta produz cerca de 2m³ de madeira (CARVALHO, 1994).

2.2 MORFOLOGIA DAS SEMENTES, PLÂNTULAS E MUDAS

A necessidade de se dispor de um maior número de dados e informações sobre o ciclo biológico das espécies, na tentativa de compreender os mecanismos naturais existentes no ecossistema florestal, como renovam seus recursos e como as espécies se comportam nos diferentes estádios de desenvolvimento, torna imprescindível a aquisição de conhecimentos básicos sobre a morfologia, germinação, regeneração e comportamentos em plantios heterogêneos (KUNIYOSKI, 1983; KAGEYAMA et al., 1990).

A morfologia das sementes, plântulas e mudas constitui elementos de diagnóstico na identificação dessas espécies, principalmente no período juvenil, contribuindo para um melhor entendimento da biologia de cada espécie. Este estágio da planta ainda é pouco estudado, embora a capacidade de reconhecimento das plântulas e dos estádios juvenis num determinado ecossistema possa ter grande valor no estudo da dinâmica de populações; na ampliação dos estudos taxonômicos; nos levantamentos ecológicos; no estudo de banco de sementes e de plântulas, na produção de mudas para recomposição de ambientes degradados, além de servir como índice para caracterizar o estágio sucessional em que se encontra o ecossistema (KAGEYAMA; CASTRO, 1989).

A semente ainda é o principal meio de perpetuação das espécies lenhosas, e o produto de uma série de eventos biológicos que começam com a floração e terminam com a germinação. A partir do conhecimento das estruturas das sementes, podem-se obter indicações do seu comportamento que venham a auxiliar nos estudos da germinação e nos métodos de cultivo (BELTRATI, 1978; KUNIYOSHI, 1983).

A importância de se identificar sementes vem se tornando cada vez mais essencial. A forma e o tamanho das sementes são muito variáveis, dependendo das espécies, das condições ecológicas durante o desenvolvimento da planta-mãe e durante as fases posteriores ao florescimento (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977; KUNIYOSHI, 1983). Labouriau (1983), enfatiza a importância do conhecimento da estrutura morfológica das sementes, pois, a partir dela, pode-se obter indicações sobre germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura. O estudo sobre a morfologia de sementes se faz necessário devido a importância dessas estruturas na identificação botânica. As sementes apresentam características básicas para a identificação de famílias ou até mesmo do

gênero, da espécie ou variedade, a qual a planta se subordina, mais freqüentemente, é apenas um elemento a mais na cadeia de caracteres que servem para identificar uma planta (BARROSO, 1978; OLIVEIRA; PEREIRA, 1984).

Dados sobre morfologia, germinação da semente e desenvolvimento de plântulas são de grande importância, não só para o conhecimento da biologia da reprodução dos componentes de uma comunidade vegetal, mas também, sob aspecto aplicado, de fornecer subsídios a uma eventual utilização das espécies no reflorestamento (BELTRATI, 1978).

As dificuldades encontradas na identificação botânica das sementes são tantas que taxonomistas, mesmo os especialistas numa única família, ao fazerem a classificação de uma espécie vegetal, utilizam normalmente, material mais ou menos complexo, que vai da inflorescência até a raiz; enquanto que os analistas de sementes contam somente com a semente ou quando muito, com os frutos. O conhecimento da estrutura da semente é de primordial importância para fins diversos, pois, a partir dele, podem-se obter informações sobre germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura (KUNIYOSHI, 1983).

Autores como Gunn (1972); Beltrati (1978); Esau (1986), evidenciaram a necessidade de um maior número de estudos relacionados com a morfologia e com a anatomia das sementes. Para Martin (1946), a morfologia interna das sementes é tão importante como a externa. Este autor estudou a morfologia interna de sementes 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.

Estudos minuciosos da morfologia do fruto e da semente de diversas famílias, foram realizadas primeiramente por Gaertner (1791), citado por Gunn (1972), onde foram feitas descrições sobre as estruturas externas e internas de sementes de vários gêneros.

A presença ou ausência de apêndices como o arilo, arilóide, carúncula, asa, espinhos e pelos, são características adicionais que, quando presentes, são úteis na identificação das sementes. A presença de arilo e arilóides é mais comumente encontrada em plantas tropicais e subtropicais (BRAVATO, 1974; FAHN, 1982; BELTRATI, 1978)

As características morfológicas externas das sementes, por não variarem com as modificações ambientais, são usadas tão seguramente quanto a de uma planta inteira, para se chegar à identificação da família, gênero e, possivelmente da espécie. A identificação botânica de sementes também se faz necessário em manejo, em conservação da fauna

silvestre (estudo de conteúdo estomacal em aves e animais), em estudos ecológicos e em paleobotânica (GUNN, 1972; BELTRATI, 1978; BARROSO, 1978; GROTH, 1983)

O estudo sobre a morfologia de sementes se faz necessário devido a importância dessas estruturas na identificação botânica. As sementes apresentam características básicas para a identificação de famílias ou até mesmo do gênero, da espécie ou variedade, a qual a planta se subordina, mais freqüentemente, é apenas um elemento a mais na cadeia de caracteres que servem para identificar uma planta (BARROSO, 1978; OLIVEIRA; PEREIRA, 1984).

Segundo Silva et al., (1995), a identificação botânica e o estudo da morfologia das plântulas de espécies florestais se fazem necessária no manejo florestal e em estudos ecológicos, porque fornece subsídios na identificação de espécies, sendo igualmente importantes as ilustrações que facilitam e padronizam a identificação. Paoli et al., (1987) estudando a morfologia de duas espécies do gênero *Croton*, constataram que os caracteres morfológicos usados em conjunto fornecem subsídios que facilitam o reconhecimento das espécies estudadas no campo, tanto em gênero como em espécie.

O desenvolvimento do embrião, durante a germinação da semente, se faz heterotróficamente, a princípio, às custas das estruturas anexas e dos cotilédones. O desenvolvimento inicial da plântula é relativamente independente do meio externo onde se encontra. Esgotado os suprimentos daquelas estruturas, a plântula passa a depender amplamente do meio, isto é, da superfície do solo e da atmosfera suprajacente. Trata-se de uma fase bastante crítica do desenvolvimento. Acredita-se que a pressão de seleção se faz sentir intensamente no estágio de plântula, e não tanto na planta adulta, já que aquela é que se constitui, talvez, na fase mais vulnerável do desenvolvimento (LARCHER, 2000).

Identificar uma planta no estágio juvenil é tarefa complexa, isto porque os caracteres morfológicos externos de uma planta, nos estádios iniciais de desenvolvimento, podem ser diferentes daqueles observados no indivíduo adulto, além de plântulas de espécies e gêneros afins, que normalmente apresentam semelhanças morfológicas externas e tornam a identificação das espécies imprecisa e, às vezes até impossível (PINHEIRO, 1986). Nos estudos de sucessão onde a regeneração natural é importante para o conhecimento de fatores responsáveis por competições intra e interespecífica, na comunidade vegetal, a identidade no estágio juvenil é básica e imprescindível (FINGER, 1977; KUNIYOSHI, 1983).

A identificação das plantas no estágio juvenil conduz a três direções principais: contribuição de um melhor entendimento da biologia da espécie; ampliação dos estudos

taxonômicos das espécies e fundamentação de trabalhos de levantamentos ecológicos, nos aspectos de regeneração de áreas, por sementes, em condições naturais, na ocupação e estabelecimento ambiental por qualquer espécie (SALLES, 1987).

Finger (1977), descreveu e identificou mudas de regeneração natural de 50 espécies florestais nativas, utilizando as características das folhas, do caule, das gemas, da exsudação e de odores. Para identificação, estabeleceu correlações de características morfológicas dessas com a planta adulta.

2.3 GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES

O estudo da germinação de sementes de espécies nativas assume um papel relevante dentro das pesquisas científicas, com objetivo bem definido, visando a preservação e utilização das plantas potencialmente econômicas e de interesse diversificados. A contribuição deste estudo está diretamente ligado ao incremento da utilização das essências nativas, pois os conhecimentos deste processo relacionado com as sementes são básicos, para qualquer tipo de empreendimento que se pretende estabelecer para exploração racional das mesmas (MARTINEZ-RAMOS et al, 1979; PINÃ-RODRIGUES; PIRATELLI, 1993)

A germinação das sementes é um processo biológico que envolve um grande número de reações químicas, pelas quais compostos orgânicos são desdobrados e reorganizados de maneira a permitir o desenvolvimento do eixo embrionário. Segundo Bewley e Black (1985), a germinação inicia com a embebição da semente e termina com a alongação do eixo embrionário. Para os botânicos, a germinação é a emergência da radícula através do tegumento; os tecnólogos de sementes caracterizam a germinação por um desenvolvimento estrutural da plântula, bem definida para cada espécie, que permita prever condições de desenvolvimento normal no campo. Carvalho e Nakagawa (1983), consideram o final da germinação, do ponto de vista tecnológico, o instante em que se tem uma plântula completa, em condições de se desenvolver autotróficamente. Popinigis (1977), relata que o estágio posterior à germinação é o ponto crítico de suscetibilidade das condições adversas do meio.

A crescente necessidade de se conhecer os principais processos que envolvem a germinação de sementes de espécies nativas, se evidenciou no Brasil nos últimos anos, principalmente devido aos incentivos às áreas de recomposição de matas ciliares e

recuperação de áreas degradadas. A maioria dessas espécies carece de conhecimentos básicos que são necessários ao manuseio e análise de sementes, de modo a fornecer informações que realmente expressem a sua qualidade física e fisiológica. Por outro lado, há também a necessidade de se obter mais informações básicas sobre a morfologia da semente; germinação; desenvolvimento e estabelecimento de mudas; cultivo e potencialidades destas espécies nativas, visando sua utilização e sua manutenção em bancos de germoplasma (REIS et al., 1992; OLIVEIRA-FILHO, 1994).

Vários fatores ambientais são essenciais para que ocorra o processo germinativo, como: água, temperatura, luz e oxigênio. A água é fundamental no processo de reidratação do protoplasma a fim de proporcionar o desencadeamento das atividades enzimáticas pré-existentes e as oriundas da síntese, envolvidas na mobilização de reservas. Se a casca não se romper, a estrutura da radícula emergente, ainda muito frágil, poderia não ter forças suficientes para rompê-la. Por outro lado, existe um nível mínimo da água disponível para que ocorra a completa reidratação da semente, abaixo do qual a germinação pode não ocorrer (HARRYNGTON et al., 1984; WILSON; McCARTY, 1984).

Segundo Bewley e Black (1985), a absorção da água se dá em três fases: A primeira fase é bastante rápida, pois a absorção de água ocorre como consequência do potencial matricial dos vários tecidos das sementes. Na fase seguinte, a semente praticamente não absorve água. Na terceira fase, verifica-se a absorção ativa da água, pois o eixo embrionário já iniciou seu crescimento, de maneira que, as novas células em formação e crescimento exigem mais água.

A germinação tem início com a embebição da semente e termina com a alongação do eixo embrionário que leva a emissão da radícula. A reidratação é a primeira condição para que ocorra a germinação de uma semente viável, não dormente, embora seja um processo puramente físico de difusão, não se relacionando com a viabilidade da semente (POPINIGIS; SANTOS, 1990).

A temperatura é um fator determinante para a germinação e está diretamente associada às características ecológicas das espécies (AGUIAR; BARBOSA, 1985; BARBOSA et al., 1990). Estudos relatam que o processo de germinação de sementes é fortemente influenciado pela temperatura que pode atuar na taxa de reações enzimáticas e outras reações químicas na semente, ou mesmo aumentar a sensibilidade desta aos hormônios ou ativar sua síntese. A temperatura interfere na velocidade de embebição e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo e acelera a germinação das sementes

(POPINIGIS, 1990). Segundo Carvalho e Nakagawa (1983), a temperatura interfere no processo germinativo de três maneiras distintas: sobre o total da germinação, sobre a velocidade de germinação, sobre a uniformidade de germinação, além de atuar na velocidade de absorção de água, fator decisivo no desencadeamento dos eventos metabólicos. A germinação será tanto mais rápida e o processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura, até certo limite.

As complexas trocas que ocorrem na que germinação de semente envolve eventos metabólicos, razão pela qual existe uma estreita relação com a temperatura. A germinação é um processo também complexo onde as variações na temperatura, alteram cada passo constituinte de força individual (LANG, 1961). Os efeitos da temperatura podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade e frequência relativa de germinação ao longo do tempo de incubação (LABOURIAU, 1983). Dungey e Pinfield (1980), verificaram a relação entre a temperatura e o consumo de oxigênio para sementes intactas e embriões isolados de *Acer pseudoplatanus* e concluíram que a taxa de consumo de oxigênio foi dependente da temperatura.

A temperatura na qual a semente germina é usualmente uma temperatura ótima para cada espécie. Sob altas temperaturas, não haverá germinação ou a mesma poderá reduzida. A exigência de altas ou baixas temperaturas está diretamente relacionada com o tipo de dormência, seja por impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento ou por embrião dormente, ou mesmo de acordo com a classificação ecológica de cada espécie (SACCO, 1974; QUEIROZ; FIAMONCINI, 1989).

O efeito da temperatura sobre a germinação tem especial importância para a ecologia das populações. Para que as sementes possam germinar, suas temperaturas cardinais devem corresponder às condições externas que asseguram um desenvolvimento suficientemente rápido para as plantas jovens. A faixa de temperatura para o início da germinação é extensa nas espécies com ampla distribuição e nas espécies adaptadas às grandes flutuações de temperatura em seu habitat. A taxa de germinação aumenta exponencialmente com o aumento da temperatura. Há frequentemente uma relação ecológica entre a velocidade de germinação e as condições climáticas (LARCHER, 2000).

Borges et al., (1980), observaram que é de 20°C a temperatura ótima para maior germinação de sementes de *Myroxilon balsamum* (L), embora a velocidade de germinação tenha sido menor. A temperatura ótima para a germinação não é necessariamente a exigida para o desenvolvimento da plântula. Assim, a temperatura ótima para a germinação de

Baeria chrysostoma é de 30°C, mas logo após a emergência da plântula, cai rapidamente no primeiro dia para 20°C, no segundo para 17°C e no final do terceiro dia para 14°C. O mesmo autor determinou como sendo 31°C a temperatura ótima para a germinação de *Pinus strobillus*, mas a porcentagem de sobrevivência das plântulas foi maior em temperaturas mais baixas.

Elevados percentuais de germinação, para maioria das espécies, são encontrados na faixa térmica entre 20 a 30°C (FELIPE; SILVA, 1984). Trabalhando com aquênios de diferentes idades de *Bidens pilosa* L., Garcia (1987), observou respostas diferenciadas destas quanto a temperatura, baseado na porcentagem germinativa e índice de velocidade de germinação.

Miranda e Ferraz (1999), estudando o efeito de seis temperaturas na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke), concluíram que a temperatura de 30°C, foi a melhor para a germinação das sementes. No entanto, o desenvolvimento da plântula normal foi observado na faixa de temperatura de 20 a 30°C. Goldman et al. (1987), observaram que a temperatura de 30°C também foi indicada para *Cariniana micrantha* (Lecytidaceae). Foi estudada a influência de temperaturas sobre a germinação de sementes de *Dalbergia nigra*, e constatou-se que a temperatura ótima foi de 30,5°C. A espécie apresenta uma ampla faixa de temperatura onde a germinação ocorre e onde a luz branca não influenciou no processo de germinação. Pode-se observar a germinação não sincronizada, ou seja, acima e abaixo da temperatura ótima de germinação. A semente insensível à luz e a germinação em altas temperaturas indicam que, a espécie pode ocorrer tanto na sombra da vegetação, como em clareiras (FERRAZ-GRANDE; TAKAKI, 2000).

Em várias espécies florestais, principalmente aquelas de habitat abertos e de clareira nas florestas, as sementes só germinam quando expostas à luminosidade em que predomina o comprimento de onda vermelho (luz promotora da germinação). Em habitats abertos, a razão entre a radiação natural vermelho/vermelho extremo (660/730 nm) é de: 1:2-1:3, no entanto, abaixo da copa fechada, a quantidade de vermelho-extremo pode ser 2-10 vezes maior que de vermelho (DOWS; HELMERS, 1975; GOUDRIAAN; VANLAAR, 1994).

As sementes que requerem vermelho extremo não podem germinar até que a qualidade da radiação seja alterada (fotodormência). Todas as sementes que são submetidas ao vermelho extremo antes de serem depositadas no solo requerem uma

exposição à luz natural vermelho para germinar. Nesse caso, a prorrogação da germinação regula a próxima geração (efeito ecológico que influencia o número de indivíduos e o tempo de reposição desses indivíduos na população). Algumas sementes requerem menos radiação para a germinação, após serem sombreadas por um longo período (ANDERSON, 1964; LARCHER, 2000).

A luz nem sempre é um fator imprescindível e limitante para que a germinação ocorra, havendo sementes, cuja germinação é influenciada positiva ou negativamente pela luz e sementes indiferentes a ela. Por outro lado, a presença de luz pode contribuir para intensificar os efeitos da temperatura (POPINIGIS; SANTOS, 1990).

As espécies de estádios sucessionais iniciais são fotoblásticas e requerem um balanço entre tipos de luz vermelho/vermelho longo para germinar. Espécies de estádios sucessionais mais avançados podem ou não germinar em resposta a luz direta (PINÃ-RODRIGUES, 1990).

Durante a germinação a taxa de oxigênio aumenta devido ao processo oxidativo da respiração ser intenso. Se a concentração de oxigênio for baixa poderão ocorrer influências no processo e na formação de plântulas normais. A germinação obtida em laboratório é um parâmetro que nem sempre expressa bem a população inicial no campo. Por isso deve, normalmente, ser acompanhada de um teste de vigor. Quanto maior o vigor, maior o potencial das sementes em estabelecerem mudas no campo (ANDRADE, 1978).

Morgan e Nevenschwander (1988) e Kageyama et al, (1978), comentam que a germinação das sementes de espécies pioneiras na floresta natural requer condições específicas principalmente de luz e temperatura, geradas por clareiras acima de um limite de tamanho que é variável. Uma área mínima de 150m² a 1000m², pode ser tomada como referencial de clareira grande para ocorrência de espécies pioneiras.

As exigências para a germinação das espécies secundárias e clímax, capazes de se estabelecerem tanto sob os dosséis florestais, quanto em clareiras, ainda não estão bem definidas. As sementes das espécies secundárias germinam em condições de luz ou sombra e germina rapidamente após a indução do processo germinativo (PINÃ-RODRIGUES; COSTA, 1990).

Segundo Ching (1973), o vigor pode ser definido como o potencial para uma rápida e uniforme germinação e um rápido crescimento da plântula em condições normais de tempo. "Uma semente é considerada mais ou menos vigorosa, quando depende da sua habilidade para originar plântulas normais, sob certas condições ótimas"; "Um conceito de vigor não

pode ser emitido simplesmente em termos de germinação, para uma definição completa deve-se observar o comportamento durante o armazenamento e seus efeitos sobre a produção"; "Vigor é uma característica fisiológica determinado pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa a capacidade de uma semente originar rapidamente uma plântula no solo e tolerar significativas variações do ambiente; a influência do vigor da semente pode persistir por toda a vida da planta e interferir na produção".

Dentre os testes existentes para avaliação do vigor, os mais usados são: os testes de frio, o de envelhecimento precoce, da emergência em campo e velocidade de germinação. A velocidade de germinação (IVG), é um teste de fácil aplicação porque pode ser executado em conjunto com o teste de germinação, podendo ser considerado um bom índice (COPELAND, 1976). Para Labouriau (1983), a velocidade de germinação permite avaliar os fatores do ambiente que influem no processo germinativo, sendo importante medida de homogeneidade fisiológico das sementes, principalmente na investigação da dormência.

O substrato tem a função de fornecer a semente o ambiente no qual ela pode germinar e se desenvolver. Ele tem grande influência no processo germinativo, pois fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, podem favorecer ou prejudicar a germinação das sementes (BARBOSA et al. 1985). Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), na escolha do substrato deve-se levar em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação a quantidade de água, sua sensibilidade ou não à luz e a facilidade que este oferece para a realização das contagens e avaliação de plântulas.

Analisando a interação substrato x temperatura, para sementes de cerejeira (*Torresia acreana* - Ducke), Albrecht e Rosado. (1986), observaram que o substrato areia x 25-35°C apresentou maior porcentagem de germinação e a interação rolo de papel x 35°C, apresentaram a maior velocidade de germinação.

Jesus et al., (1988), estudando as relações entre nível de luz, tipo de substrato e desenvolvimento de mudas de louro - *Cordia trichotoma* (Vellozo) e gonçalo-alves - *Astronium fraxinifolium* (Schott & Spring), observaram que o melhor substrato foi o que continha 50% de matéria orgânica e 50% de terra arenosa, com as mudas mantidas sombreadas. Foi afirmado ainda, que o substrato exerce uma influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, interferindo na qualidade das mudas.

Para verificar o efeito de três níveis de sombreamento e três tipos de substrato no

desenvolvimento de mudas de pau-pereira (*Platycomus regnelli* (Benth), Scalon e Alvarenga (1993), concluíram que o sombreamento não interferiu no desenvolvimento das mudas, embora tenha havido um menor crescimento nas mudas que estavam sombreadas. O substrato constituído de terra de subsolo + NPK + esterco de curral foi o que proporcionou o melhor desenvolvimento da muda, levando em consideração a altura, o diâmetro do caule, a área foliar, o peso da matéria seca, a taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar.

2.4 ECOFISIOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS

Os conhecimentos atuais sobre as espécies florestais nativas são ainda insuficientes para assegurar a reconstituição das florestas exploradas, principalmente porque não se conhecem as exigências ecofisiológicas para a sua regeneração natural (ENGEL, 1989). Esses estudos devem desenvolver, para cada espécie, a identificação das exigências da planta nos diferentes estádios de desenvolvimento, em relação aos fatores ambientais, destacando-se as exigências de luz, temperatura, água e nutrientes (ALENCAR; ARAÚJO, 1980; DOLEY, 1982; GALVÃO, 1986; ENGEL, 1989; KOZLOWSKI et al., 1991).

Durante a evolução das espécies vegetais houve uma diferenciação entre estas, ocorrendo uma grande diversificação de modos de vida e de reprodução. Torna-se necessário agrupar a infinidade de espécies florestais em grupos que possuam estratégias de reprodução semelhantes. Um agrupamento de espécies ou grupo ecológico tem valores de definição ambiental semelhante, pois é integrado por espécies que se comportam de maneira semelhante em relação aos fatores ambientais (ANDRADE, 1978; KAGEYAMA; CASTRO, 1989).

Diversos autores têm utilizado critérios na classificação dos grupos ecológicos, como: Budowski (1965); Shaine e Whitmore (1988), utilizaram as clareiras para classificar os grupos ecológicos. Bazzaz e Pichett (1980); Denslow (1980); Schupp et al. (1989), utilizaram critérios ecofisiológicos, e Martinez-Ramos (1979), o critério demográfico.

Vander Pijl (1972); Denslow (1980), classificaram as espécies em três categorias: a) pioneiras: aquelas especialistas em grandes clareiras, cujas sementes germinam somente sob condições de alta temperatura e/ou luminosidade; b) secundárias ou oportunistas: aquelas que aceitam sombreamento parcial mais necessitam de um determinado comprimento de luz para crescerem e reproduzirem; c) clímax ou tolerantes: aquelas que definem a estrutura da floresta e estabelecem-se nas condições de sub-bosque.

As espécies pioneiras produzem frutos e sementes pequenos, em grande quantidade e são adaptadas às dispersões pelo vento e por pequenos animais e teriam o papel de recobrir rapidamente o solo. Esta estratégia possibilita a espécie, uma maior probabilidade de suas sementes atingirem sítios favoráveis ao seu estabelecimento (BUDOWSKI, 1985).

Nas espécies clímax, os frutos e sementes são maiores, menos abundante e disseminados em sua maioria por gravidade e animais maiores. As sementes dessas espécies requerem alto conteúdo de umidade para o início da germinação e são capazes de germinar sob o dossel em condições de baixa relação vermelho/infravermelho, imediatamente após a dispersão ou após a indução (KAGEYAMA et al., 1978).

O estudo da fenologia das espécies arbóreas é importante, porque estuda a correlação entre as etapas de crescimento e reprodução e as condições edafo-climáticas, determinando padrões diferentes de florescimento e frutificação em uma mesma comunidade. Esses aspectos são determinantes da composição da população e do complexo gênico que elas partilham. Com relação às espécies, a época do florescimento, varia conforme o ano, local e as condições climáticas (PINÃ-RODRIGUES; PRATELLI, 1993).

A sazonalidade entre espécies também é observada, encontrando-se aquelas que florescem anualmente ou que apresentam intervalos entre os anos de produção (floração supra-anual). A *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia), floresce e frutifica a intervalos de dois a três anos, no Estado do Espírito Santo e a quantidade de sementes é variável ano a ano (JESUS; PINÃ-RODRIGUES, 1991). Como a alocação de recursos para o florescimento é intensa, os anos de intervalo ou de baixa produção de sementes permitiriam a planta recuperar suas reservas nutricionais, para o crescimento vegetativo. Mesmo as espécies que florescem continuamente apresentam variação na quantidade de sementes produzidas.

Os fatores ecológicos ligados a sazonalidade de produção de sementes tornam-se mais uma ferramenta para o conhecimento da dinâmica de uma floresta. Espécies pioneiras produzem periodicamente grande quantidade de sementes, relativamente às espécies de estádios sucessionais mais avançados. Por isso, a produção de sementes de espécies pioneiras não é um problema para a tecnologia de sementes florestais. As espécies clímax apresentam maiores problemas quanto à produção de sementes, por esta ser mais irregular para este grupo ecológico (PINÃ-RODRIGUES; FIGLIOLA, 1991; KAGEYAMA; VIANA, 1991).

Segundo Larcher (2000), o processo de emergência e o estágio de plântula

representam um período particularmente sensível. Durante esta fase, a plântula exige um abastecimento de nutrientes, necessários para suprir o aumento de energia dos metabólitos utilizados na biossíntese, bem como um estado de hidratação suficiente para manter a turgescência durante o rápido crescimento em extensão e a diferenciação da parede celular. Essa é a fase da planta em que ocorrem as maiores perdas da progênie devido a extremos climáticos e a fatores bióticos. O estágio de plântula é, portanto, uma fase decisiva para a sobrevivência de um indivíduo e para a distribuição espacial de uma população, pois uma espécie somente é capaz de ocupar de maneira permanente um habitat no qual o indivíduo supere os estádios mais sensíveis do ciclo de vida.

O estudo do estabelecimento das plântulas das diversas espécies dentro da floresta é um aspecto muito importante, como também a origem das sementes. As maiorias dos estudos sobre banco de sementes e estabelecimento de plântulas são direcionadas para áreas abertas da floresta, principalmente com espécies pioneiras, as mais encontradas em área perturbadas. Poucos estudos foram feitos com estabelecimento de plântulas dentro do dossel da floresta, onde há a regeneração das espécies secundárias tardias e clímax, que são pouco exigentes em luminosidade (DENSLOW; GOMEZ DIAZ, 1990; KENNEDY; SWAINE, 1992; LIEBERMAN, 1996).

O desenvolvimento das espécies, envolvendo o estudo das raízes, caule e gemas desde o estágio de plântulas e mudas são importantes, quando se estuda a regeneração natural das florestas (PUTZ; BROKAW, 1989; SAGERS, 1996). Plantas jovens em estágio de desenvolvimento inicial crescem rapidamente tanto em extensão como em diâmetro. Conforme aumentam de tamanho, gradualmente assumem a sua forma típica e alcançam um equilíbrio na razão parte aérea/parte subterrânea, mantendo uma correlação logarítmica linear entre a massa do caule e a massa da raiz. O balanço dinâmico do crescimento, é consequência de um sistema regulatório morfogenético que assegura o suprimento de substâncias minerais e um balanço hídrico favorável, efetivado pelos sinais hormonais provenientes das raízes (HUMPHREYS, 1991; LARCHER, 2000).

2.5 A LUZ NO ECOSSISTEMA FLORESTAL

A luz desempenha papel fundamental na organização dos ecossistemas, sendo apontada como um dos fatores mais importantes para as estratégias de crescimento e regeneração de plantas, por sua ligação com a fotossíntese e por correlacionar-se

diretamente ou indiretamente com um grande número de processos ligados ao crescimento vegetal (ENGEL,1989). A adaptação das plantas à luz durante a fase inicial do desenvolvimento condiciona mudanças em sua estrutura e metabolismo que determinará o sucesso ou não do crescimento da espécie florestal (INOUE, 1977; TURNBULL, 1991; AGYEMAN et al, 1999).

Fotossíntese é o processo usado pelas plantas para conversão de energia solar em compostos químicos. A fotossíntese envolve processos fitoquímicos que ocorrem na presença de luz, processos enzimáticos que não requerem luz (as chamadas reações de escuro) e processos de difusão que provocam trocas de dióxido de carbono entre os cloroplastos e o ar exterior (LARCHER, 2000).

A luz é o fator ambiental mais importante para assimilação dos carboidratos. Com o aumento da intensidade luminosa, as plantas atingem o ponto de compensação, no qual a captação de CO₂ pela fotossíntese se equilibra com o eliminado pela respiração, sem que ocorra permuta líquida de gás entre as folhas e a atmosfera (CONCEIÇÃO, 1977; GALVÃO, 1986).

O estímulo para a germinação das espécies pioneiras da floresta tropical ocorre com a mudança na qualidade de luz difusa filtrada e refletida pelo dossel de plantas vizinhas para a luz direta, ou uma forte flutuação na temperatura do solo que ocorre com a formação de clareiras expostas parte do dia a luz solar direta. A radiação do ambiente de uma clareira é tipicamente caracterizada por um período de radiação solar direta quebrada por períodos de radiação difusa e raios solares ocasionais (TOGNETTI et al., 1994).

O pigmento responsável pela absorção dos diferentes tipos de radiação e pela percepção das mudanças do ambiente luminoso é o fitocromo. O fitocromo é uma cromoproteína, que existe sob duas formas interconvertíveis, ou seja: o Fv, que tem sua absorção máxima em torno de 660nm, e o Fve, cuja absorção máxima em torno de 730nm. O modo com que o fitocromo atua depende das proporções relativas de Fv e Fve que a luz incidente produz. Uma luz rica no comprimento de onda do vermelho, 660nm, produz alta qualidade de Fve. Contrariamente, uma luz que contém uma quantidade relativamente grande do vermelho-extremo, ou seja, 730nm, produz muito menos Fve e muito mais Fv, para estabelecer um balanço natural, no qual chamamos de fotoequilíbrio do fitocromo. Quando o Fv absorve luz no comprimento de onda de 660nm, é convertido na forma Fve, que desencadeia várias respostas fisiológicas, sendo esta a forma considerada ativa do fitocromo (TURNBULL, 1991).

Em geral as espécies intolerantes (dos estádios iniciais de sucessão) têm seus pontos de compensação e de saturação (a partir do qual o aumento da intensidade de luz não aumenta a fotossíntese líquida) mais altos que os das espécies tolerantes. A relação entre a fotossíntese aparente e a intensidade luminosa é importante porque proporciona informação essencial sobre energia luminosa absorvida pela folha. Plantas que crescem na sombra têm capacidade fotossintética maior, que as plantas que crescem sob a luz total, quando ambas são colocadas sobre baixa intensidade luminosa. Muitas espécies arbóreas tolerantes a sombra, como a *Fagus grandifolia*, têm máxima fotossíntese em intensidades de luz tão baixas, como 5 a 10% de luz plena (LOACH, 1967).

A determinação do ponto de compensação lumínico em plantas de diferentes estratos de uma floresta pode informar a respeito da sobrevivência de plantas nesses estratos. Esta relação entre as condições de luz na floresta e a adaptabilidade de cada planta é muito importante na dinâmica do ecossistema florestal (CONCEIÇÃO, 1977; INOUE, 1980).

Vários estudos sobre intensidade luminosa definem como uma planta de sol, aquela que combina uma alta razão entre a área foliar e unidade de peso seco total na unidade de tempo (razão de área foliar- RAF) a pleno sol com pequena mudança neste índice a intensidades de luz mais baixas. Como plantas de sombra aquelas que apresentam uma baixa RAF a pleno sol e um rápido aumento deste índice ao sombreamento (WILSON; McCARTY, 1984; WELANDER ; OTTOSSON, 1997).

Plantas de sol são aquelas que necessitam de intensidades luminosas mais altas tanto para o PCL (ponto de compensação de lumínica), quanto para PSL (ponto de saturação lumínica), em relação às plantas de sombra. Nem sempre as respostas fotossintéticas isoladas constituem um bom parâmetro de classificação das espécies. Estudos indicam que o ambiente em que as plantas foram cultivadas pode influir nas suas características fotossintéticas (BAZZAZ; PICHETTI, 1980; AGYAMAN et al. 1999).

A necessidade de luz das espécies florestais e a variedade de hábitos de crescimento desta resultam no desenvolvimento de comunidades estratificadas que determinam o ambiente para as plantas e demais organismos que delas dependem (JACOBS, 1988; TOGNETTI et al., 1994).

Durante a regeneração natural, o crescimento das plântulas pode ser limitado pela qualidade da luz. Sob intensidade de luz muito baixa as plantas de sombra apresentam maior número de folhas, maior área foliar e máxima produção de matéria seca e como consequência há alteração no crescimento, na morfologia e na transpiração (GOULET;

BELLEFLEUR, 1986; MADSEN, 1994). A relação entre a transpiração e os acúmulos de matéria seca das plântulas são determinados pelas condições ambientais, principalmente quando a luz interfere no crescimento das plântulas (DAVIES; PEREIRA, 1992).

O crescimento das plântulas de *Favus sylvicata* foi estudado por Welander e Ottosson (1997). O estudo comprovou que a luz interfere nos parâmetros morfológicos das plântulas, ou seja, determinando o número de folhas e conseqüentemente a área foliar. Plantas submetidas a uma maior intensidade de luz produziram gemas iniciais com maior rapidez que as desenvolvidas à sombra. Logo, as plantas de sombra apresentaram menor número de folhas com áreas foliares maiores.

Outros fatores ambientais ligados direta ou indiretamente a energia radiante e suas interações com a cobertura florestal podem ser importantes para o crescimento das plantas nas camadas inferiores do perfil vertical da floresta. Entre os fatores, destacam-se os teores de umidade, o tipo de solo e microorganismos, o regime de temperaturas, velocidade do vento e umidade relativa do ar, que se modificam bastante quando comparadas com as condições dos espaços abertos (ENGEL, 1989).

2.5.1 Luz e crescimento

Dentre os fatores ambientais, é a luz que exerce maior influência sobre todos os estádios de desenvolvimento da planta, existindo um ponto ótimo em cada fase. A intensidade de luz interfere no crescimento vegetativo por exercer efeitos diretos sobre a fotossíntese, a abertura estomática e a síntese da clorofila. A luz age pela intensidade, comprimento de onda ou qualidade, grau de polarização, direção, duração ou periodicidade. Seu papel ecológico essencial reside na manutenção de ritmos biológicos de períodos vulneráveis, lunares e estacionais (KOZLOWSKI et al., 1991; CARVALHO, 1996).

Durante a fase inicial de crescimento, com a utilização da luz, as plantas estão no pico de suas atividades metabólicas (fotossíntese, respiração, absorção de substâncias minerais). Do ponto de vista da competição por espaço nas comunidades vegetais, o rápido crescimento em altura da parte aérea e partes subterrâneas será decisivo para o futuro indivíduo. Durante a fase vegetativa de crescimento é que se manifestam as características de plasticidade fenotípica e, sobretudo, as adaptações modificativas em relação às condições do habitat (LARCHER, 2000).

Scalon e Alvarenga (1993), afirmam que a distribuição da luz e os mecanismos pelos

quais as plantas respondem às mudanças ambientais, exercem um importante papel no controle da estrutura e composição da floresta tropical. Pequenas variações nas condições luminosas e a habilidade diferencial dessas espécies para maximizar a interceptação luminosa pode ser de grande impacto sobre o crescimento, sobrevivência e regeneração das espécies. Kageyama e Castro (1989), estudando a sucessão nas florestas, afirmam que a resposta das plantas ao fator luminosidade é muito diversificada, sobretudo no que tange à sobrevivência.

A eficiência do crescimento pode ser relacionada com a habilidade de adaptação das plântulas às condições de intensidade luminosa do ambiente. As análises do crescimento são utilizadas para prever o grau de tolerância das diferentes espécies ao sombreamento. Os estudos indicam que as espécies tolerantes apresentaram um crescimento mais lento em relação às intolerantes, devido às taxas metabólicas mais baixas (AMO, 1985; SCALON, 1991).

Espécies representadas por pioneiras e secundárias, não têm a capacidade de formar folhas típicas de sol e de sombra. Apresentam um pequeno ajuste, quando levemente sombreadas, mas não são capazes de responder à baixa condição lumínica. Ao contrário, as espécies tolerantes à sombra têm a capacidade de se ajustar morfológicamente melhor ao ambiente de luz, formando folhas de sombra e de sol típicas (GOULET; BELLEFLEUR, 1986).

Engel (1989), considera o sombreamento artificial um método válido no estudo das necessidades luminosas das diferentes espécies em condições de viveiro, por apresentar certas vantagens para experimentos em condições naturais. Por meio dos métodos artificiais pode-se selecionar o efeito da intensidade luminosa, oferecendo às parcelas condições uniformes de iluminação. Segundo a autora, torna-se difícil avaliar, na floresta, o efeito do sombreamento sobre as espécies florestais.

Vários parâmetros têm sido utilizados para avaliar as respostas de crescimento de plântulas florestais à intensidade luminosa. Dentre esses, a altura e o diâmetro do colo são os mais utilizados. Esses parâmetros dependem da atividade cambial que, por sua vez é estimulada a partir de carboidratos produzidos pela fotossíntese corrente e hormônios translocados das regiões apicais. Cada espécie tem exigências próprias para o seu desenvolvimento. Entre os fatores considerados essenciais, a intensidade de luz é especialmente importante para o crescimento das plantas, por influir, entre outros processos, na taxa de fotossíntese (REIS, 1991)

A capacidade de crescer em altura quando sombreadas é um mecanismo importante na adaptação das espécies com estratégias de “competidoras”, ou ainda como “pioneiras” ou “nômades”, como forma do escape ao déficit de luz, já que estas não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas por meio do ajuste de suas taxas metabólicas. É evidente que o crescimento em altura de muitas espécies ocorre primariamente às expensas dos carboidratos armazenados. Portanto, espécies que possuem sementes ricas em reservas podem se beneficiar inicialmente de um rápido crescimento em altura (KOZLOWSKI, 1962; LARCHER, 2000).

O peso da matéria seca é o parâmetro quantitativo que melhor retrata o potencial de crescimento de uma planta em relação aos fatores ambientais. Isto porque, além de quantificar a produção de biomassa, permite verificar como esta massa se distribui pela planta, em decorrência do grau de luminosidade. Em geral, há um decréscimo da produção de matéria seca com o aumento do sombreamento. Esse decréscimo pode ser explicado pelo favorecimento do desenvolvimento do parênquima clorofiliano paliçádico e de cutícula mais espessa nas folhas, pela ação da luz. As reduções na área foliar e na produção de matéria seca total, sob condições de sombra, podem ser explicadas pela menor produção de clorofila e da taxa de fotossíntese aparente por unidade de área foliar (SOUZA, 1981).

A produção de matéria seca esta relacionada com a radiação. Sob crescente radiação a produção é maior, estando na dependência de um bom balanço hídrico e adequado suprimento de nutrientes (LARCHER, 2000). A produção de matéria seca é tida como o melhor índice de crescimento e pode ser útil para avaliar as condições relativas de luz que são requeridas pelas espécies. Mudas de *Astronium fraxinifolium* (Schott & Spring), produzidas sob radiação total, apresentaram maior produção de matéria seca (ALBRECHT; ROSADO, 1986).

Um dos parâmetros que define a habilidade competitiva de uma espécie é a quantidade de matéria seca produzida em relação àquela de outras espécies. A quantidade total de matéria seca fixada pela planta é um reflexo direto da fotossíntese líquida somada à quantidade de nutrientes minerais absorvidos, o que corresponde a apenas uma pequena parcela daquela. Uma planta de rápido crescimento é aquela capaz de acumular mais matéria seca por unidade de tempo. Por isso, a maioria dos estudos sobre crescimento utiliza o peso seco total como índice de acúmulo de matéria seca (BORDEAU, 1957; ENGEL, 1989; SCALON, 1991).

Segundo Evans (1972), a diferença entre a porcentagem de matéria seca da parte

aérea das plantas, reflete a proporção existente entre os tecidos meristemáticos e tecidos diferenciados, além de diferenças quanto ao grau de espessamento de paredes de células individuais maduras, o que leva a um aumento do peso seco sem o aumento correspondente do volume de turgor.

O crescimento do sistema radicular está indiretamente influenciado pela radiação luminosa, apesar das respostas serem rápidas, isto porque o sistema radicular depende de assimilados da parte aérea. Por outro lado o crescimento da parte aérea depende das raízes para o fornecimento de água e nutrientes. Logo, as plantas contam com o mecanismo que garante condições mínimas de equilíbrio entre estas duas partes, de modo que uma não limita o desenvolvimento da outra (EVANS, 1973; LARCHER, 2000; SCALON, 1993).

Inoue (1980), afirma que o crescimento do sistema radicular é prejudicado pela diminuição da intensidade relativa da luz. Isto ocorre, quando a produção de matéria seca da parte aérea, também é prejudicada, ou então quando a razão entre sistema radicular e a parte aérea diminui não pela diminuição do crescimento radicular, mas sim pelo maior aumento relativo do crescimento aéreo.

Poggiani et al. (1992), estudando plântulas de *Piptadenia rigida* (angico-branco) e *Schizolobium parahyba* (coração-de-negro), concluíram que as espécies apresentaram um maior crescimento em altura, nas condições de 80% de sombreamento do que em plena luz. Porém, as plântulas de *Piptadenia rigida* (Benth) evidenciaram incrementos significativos do peso da matéria seca das folhas e da área foliar, quando expostas a 20% de luminosidade.

Analisando o comportamento de mudas de *Licaria canella* (Louro-pirarucu), sob os níveis de 0, 30, 50 e 70% de sombreamento, Pinto e Varela (1993), constataram que aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, as mudas produzidas sob 50% de sombreamento apresentaram maiores valores de peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular quando comparadas com as produzidas em céu aberto. Os autores concluíram que a altura, área foliar e razão da área foliar não foram influenciadas pelos níveis de sombreamento.

Carvalho (1996), estudando a influência de cinco intensidade luminosa (10, 30, 50 e 100%) no crescimento das mudas de *Cabrallea canjerana*; *Callophyllum brasiliense* e *Centrolobium robustum*, concluiu o crescimento em altura e diâmetro do colo das espécies, está relacionado com o acréscimo da intensidade luminosa. No entanto, para que ocorra um rápido crescimento no estágio juvenil, as espécies necessitam de um grau variável de sombreamento, isto porque a maior área foliar foi obtida com um sombreamento moderado

(50%), fazendo com que as espécies fossem capazes de aumentar a eficiência de captação e transformação em energia luminosa.

O diâmetro do colo é um outro parâmetro utilizado para medir o crescimento das plantas. O crescimento em diâmetro depende das atividades cambiais, que por sua vez é estimulada a partir de carboidratos produzidos pela fotossíntese corrente e hormônios translocados das regiões apicais. Logo, o crescimento em diâmetro é um bom indicador da assimilação líquida, já que depende da fotossíntese corrente (KOZLOWSKI, 1962; ENGEL, 1989).

Segundo Larcher (2000), plantas em estágio inicial de desenvolvimento anterior a fase reprodutiva crescem rapidamente tanto em extensão como em diâmetro. Conforme aumentam de tamanho, gradualmente assumem sua forma típica e alcança o equilíbrio na razão parte aérea/parte subterrânea. Sendo assim, é mantida uma correlação logarítmico-linear entre a massa do caule e a massa da raiz. Este balanço é consequência de um sistema regulatório morfogenético que assegura o suprimento de substância mineral e um balanço hídrico favorável, efetivado pelos sinais hormonais provenientes das raízes.

Vários autores relacionam um maior diâmetro do colo a uma maior intensidade luminosa, onde encontraram uma correlação positiva entre o diâmetro do colo e a intensidade de luz para plântulas de cedro (INOUE, 1977; SOUZA, 1981).

Ferreira (1977), estudando o efeito de 0, 25, 50, e 70% de sombreamento no desenvolvimento de mudas do guapuruvu (*Schizolobium parahybum* Blake.); jatobá (*Hymenaea stignocarpa* (Mart.); (*Peltophorum dubium* (Taub.) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Morong.)), concluíram que a produção total de matéria seca das mudas do tamboril foi maior a 25% do que a 70% de sombreamento e que o jatobá apresentou maior quantidade de matéria seca, sob nenhum sombreamento. Em referência à relação parte radicial/parte aérea (expressa em peso de matéria seca), os valores foram maiores em mudas de tamboril a pleno sol, do que a 70% de sombreamento. Constataram também que o diâmetro do colo para o guapuruvu e jatobá, foi maior quando cultivadas a pleno sol.

Sturion e Iede (1983) trabalhando com mudas de *Ocotea porosa* (imbuia), sob os tratamentos de 30% e 60% de sombreamento, em comparação com mudas produzidas em céu aberto, constataram que não houve diferença significativa para altura diâmetro, diâmetro do colo e peso da matéria seca. Os demais parâmetros apresentaram valores mais favoráveis à qualidade das mudas aos níveis de 100% de luminosidade e 30% de sombreamento.

Naves et al.,(1990), estudando o efeito da luminosidade sobre o desenvolvimento e composição química de duas espécies florestais, concluíram que *Hovenia dulcis* (uva-do-japão) apresenta características heliófilas, enquanto que as plantas de *Copaifera langsdorffii* (óleo-copaíba) poderiam ser classificadas como plantas umbrófilas.

Trabalhando com angelim-pedra (*Danizia excelsa*), Varela e Santos (1991), pesquisaram a influência dos níveis de sombreamento de 30, 50 e 70%. Os resultados mais elevados de crescimento em altura foram observados nos níveis de 30 e 50%. Houve constatação de valores mais baixos do diâmetro do colo e altura, no sombreamento de 70%. Os maiores valores de peso de matéria seca da parte aérea e sistema radicial foram encontrados nas mudas sombreadas a 30 e 50%.

Reis et al., (1992), estudaram o comportamento de mudas de angico vermelho (*Piptadenia rigida* (Benth), ipê-amarelo, (*Tabebuia serratifolia* (Vall) G. Nicholson), jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) e sobrasil (*Colubrina rufa* (Perkins), submetidas aos níveis de 0, 30 e 50% de sombreamento. Constataram que o nível de sombreamento interferiu no crescimento em altura e no diâmetro das espécies. As maiores alturas foram observadas sob intensidade de luz mais baixas, com exceção do ipê-amarelo, que se apresentou insensíveis aos níveis de sombreamento.

Scalon (1991), avaliou três níveis de sombreamento, sendo: pleno sol, 30 e 50% de sombreamento. As mudas de pau-pereira (*Platycyamus regnelli* - Benth), mostraram capacidade de tolerância ao sombreamento, na fase inicial de desenvolvimento. Mudas submetidas a 50% de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) apresentaram maior altura do que a pleno sol.

Estudando o comportamento de canela-fogo (*Cryptocarpa aschersoniana* Mez), submetida a diferentes níveis de sombreamento em viveiro (0, 50, 70 e 90%), Salgado et al. (1996), citado por Larcher (2000), concluíram que, por meio do peso da matéria seca, que a espécie é nitidamente adaptada à condição de clareira, possuindo caráter semi-heliófilo pelo seu desempenho a 50% de sombreamento (tratamento que melhor simula um ambiente de clareira).

Groninger et al., (1996), estudando o efeito do sombreamento de 70 e 80%, sobre o crescimento das plântulas de *Pinus taeda* L., *Pinus strobus* L., *Acer rubrum* L. e *Liriodendron tulipifera* L, observaram que para todas as espécies de Pinus houve uma redução da biomassa quando o sombreamento foi maior. No entanto com a *Liriodendron tulipifera*, houve um aumento do peso seco, no tamanho e peso do caule, quando a espécie

foi submetida ao sombreamento de 80%. Foi observado ainda, que para os dois tratamentos, houve aumento da área foliar para todas as espécies, a medida que aumentou o sombreamento. A área foliar foi menor no tratamento submetido a total radiação, para todas as espécies estudadas.

Na avaliação de tolerância das espécies ao sombreamento, a área foliar é uma característica muito utilizada. O aumento da área foliar com o sombreamento é uma das maneiras da planta aumentar a superfície, fotossintética assegurando um aproveitamento mais eficiente das baixas intensidades luminosas e em consequência compensar a baixas taxas de fotossíntese por unidade de área foliar, característica de folhas de sombra (GRAÇA, 1983). Estes resultados concordam com os encontrados por Engel (1989), que estudando o comportamento do ipê-roxo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell), *Tabebuia avellanedae* (Lorentz) e *Amburana cearensis* (Allemão), verificou que as espécies apresentaram um aumento de área foliar com o aumento do sombreamento).

Welander e Ottosson (1977), afirmam que não só a área foliar em termos absolutos é importante para a determinação do potencial de uso mais eficiente da energia luminosa, mas também a proporção relativa entre os tecidos fotossintetizantes e tecidos que apenas respiram. Engel (1989), relata que quanto menor é a proporção de partes não-verdes da planta, menor será a sua necessidade de luz, ou seja, maior é a tolerância à sombra. Esta proporção geralmente é expressa em termos de razão da área foliar e peso seco total da planta.

2.5.2 Luz e Clorofilas

Segundo Engel (1989), para que a energia luminosa produza seu efeito, depende da sua absorção por determinadas substâncias, que são os pigmentos vegetais. Os sistemas de pigmentos são moléculas que contêm um grupo cromofórico responsável pelas suas cores, sendo os principais pigmentos vegetais as clorofilas, fitocromos, flavinas carotenóides e a antocianina. Dentre estes, o grupo das clorofilas é o mais importante, por estar envolvido diretamente na fotossíntese, junto com alguns carotenóides em menor escala.

Embora vários tipos de clorofila possam ocorrer no reino vegetal, as clorofilas a e b, são as únicas importantes para as plantas lenhosas. A clorofila a, cuja fórmula é $C_{(55)} H_{(72)} O_{(5)} N_{(4)} Mg$, diferencia-se da clorofila b, de fórmula $C_{55} H_{70} O_6 N_4 Mg$, apenas por um dos grupos metil, que é convertido em um grupo aldeído, o que tolera ligeiramente suas

propriedades de absorção, pela mudança na absorção de elétrons. Ambas apresentam dois picos de absorção de luz, que são os comprimentos de onda onde a absorção máxima é de: 420 e 660nm para a clorofila a, e 435 e 643nm para a clorofila b, sendo a absorbância nos picos da esquerda mais alta de que nos da direita (KOZLOWSKI,1962).

A clorofila extraída em uma solução de acetona a 80% possui picos de absorção na faixa do vermelho nos comprimentos de onda de 645 e 663nm, respectivamente para as clorofilas a e b. A leitura da absorbância nestes comprimentos de onda pode fornecer estimativas da concentração destes pigmentos, por meio de equações específicas. Para a determinação da clorofila total, utilizam-se leituras a 652nm, que é o ponto isobécticos, ou seja, onde as absorbâncias da clorofila a e b são iguais. O espectro característico da absorção da clorofila a mostra, ainda uma região entre 450 e 600nm, onde a absorção é quase nula, enquanto a clorofila b nesta região está situada entre 490 e 620nm, aproximadamente (LINDER, 1974; PALTA, 1990; YODER; DALEY, 1990).

O conteúdo de clorofila nas folhas freqüentemente é utilizado por pesquisadores para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa. A planta com alta concentração de clorofila seria capaz de atingir taxas fotossintéticas mais altas, pelo seu valor potencial de captação de “quanta” na unidade de tempo. Entretanto, nem sempre esta relação existe, pois a etapa bioquímica da fotossíntese (fase escuro) pode limitar o processo (PORRA et al, 1989; CHAPPELLE; KIM,1992).

Os resultados experimentais que expressam em unidade de área foliar a concentração de clorofila com base no peso fresco ou peso seco são bastante concordantes no que se refere ao aumento da clorofila com a diminuição da intensidade luminosa (YODER; DALEY 1990; MEBRAHTU; HAVOVER, 1991). Entretanto, quando expressos em unidade de área foliar, os resultados não são tão consistentes. Alguns autores observaram uma diminuição na concentração de clorofila com o aumento da sombra (GRAÇA, 1983; MEBRAHTU; HANOVER, 1991).

Os resultados distintos para a concentração de clorofila na área foliar se prendem ao fato de que as respostas das diferentes espécies ao sombreamento com relação a “área foliar específica”, não são uniformes. O teor de clorofila tem maior validade quando expressos com base na “área foliar”, por esta se relacionar com a superfície iluminada (CHAPPELLE; KIM, 1992).

O aumento da clorofila b em plantas sombreadas pode ser devido a um aumento da

proporção do complexo coletor clorofila a/b-proteína, em relação ao complexo P-700-clorofila a-proteína. Um outro fator importante pode ser o maior desenvolvimento de “grana” em cloroplastos de folhas de sombra em relação a folhas de sol, que é onde se encontra o complexo a/b-proteína (MEBRAHTU; HANOVER, 1991).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Sementes da Embrapa Florestas e do Setor de Ciências Agrárias da UFPR e no viveiro da área experimental da Embrapa Florestas, situados entre os paralelos: 22° 42' 30" S; longitude 47° 38'00", com altitude média de 950m. A temperatura média anual é de 16,5° C; temperatura média do mês mais frio 12,6° C; temperatura média do mês mais quente 20,1°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.600 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso (média de 200mm) e o menos chuvoso é o mês de julho (média de 26mm). Segundo o sistema climático de Köeppen, o clima da região é classificado por Cfb, temperado úmido.

Os dados referentes as temperaturas máximas, médias e mínimas, precipitação pluviométrica, insolação e umidade relativa mensal, durante o período de condução do experimento, foram coletadas na Estação Climatológica da Embrapa Florestas, situada nas proximidades da área experimental e encontram-se anexo.

3.2 MATERIAL VEGETAL

A escolha das espécies para o estudo baseou-se na sua importância econômica; ecológico - silvicultural; ausência de estudos semelhantes e por serem classificadas como "espécies em extinção e raras na Floresta Atlântica" (CARVALHO, 1994).

As sementes da espécie *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze (Jequitibá-rosa) pertencente a família Lecythidaceae, foram coletadas na reserva Florestal da ARACRUZ CELULOSE, em Linhares, no Espírito Santo. As da *Dalbergia nigra* (Vellozo) (jacarandá-da-bahia), pertencente a família Leguminosae – Papilionoidae, foram coletadas em áreas de Floresta Atlântica, nas Reservas Florestais do Instituto Florestal de São Paulo.

3.3 MORFOLOGIA DA SEMENTE, GERMINAÇÃO, PLÂNTULA E MUDA

As características observadas e descritas, para a morfologia das sementes, foram: a) externos: dimensões (altura, largura e espessura em mm); envoltório (tegumento); coloração, textura e consistência do tegumento, forma e borda das sementes, posição do hilo, da micrópila e rafe; b) internos: presença ou ausência de endosperma; embrião: constituído de cotilédones e córculo (eixo embrionário - radícula e plúmula). Foram analisados o tipo, forma, cor, posição e dimensões dos cotilédones, eixo radícula-hipocótilo e plúmula. As observações foram feitas com o auxílio de estereomicroscópio com aumento de cinco vezes, equipado com câmara clara.

Para cada espécie, foram escolhidas aleatoriamente, 100 sementes para as medições do: comprimento, largura e espessura, usando-se o paquímetro digital, modelo MITUTOYO, com precisão de 0,1mm. As características internas e externas foram descritas de acordo com Beltrati (1978); Feliciano (1989); Kuniyoshi (1983); Stern (1992).

Para o acompanhamento do desenvolvimento e crescimento da plântula e da muda,, foram colocadas no viveiro, 100 sementes de cada espécie, em bandejas de isopor, utilizando-se como substrato a vermiculita. As bandejas foram colocadas sobre bancada de ferro, sob sombrite de 30% de sombreamento. Quando as plântulas possuíam duas folhas, repicou-se as mais vigorosas, para saco de polietileno preto (7cmx 20cm), contendo com substrato composto por solo de floresta. As mudas foram regadas diariamente.

Todo o processo ontogênico da germinação foi monitorado pela descrição e ilustração desde a semente até a plântula estabelecida, ou seja aquela que apresentou desenvolvimento e diferenciação normal dos seguintes caracteres: presença de raiz primária; pêlos absorventes; formação do hipocótilo, cotilédones, epicótilo e emissão dos protófilos.

A germinação foi descrita, como sendo a primeira fase caracterizada pelo intumescimento da semente até a emissão da radícula; segunda fase, quando observou-se a emissão dos cotilédones livres do tegumento e a terceira fase, quando os cotilédones já estavam livres do tegumento e com os protófilos formados, caracterizando a plântula normal.

A caracterização morfológica das sementes, processo germinativo, fases de plântula e muda, foram feitas por meio da descrição detalhada acompanhada de ilustrações com desenhos esquemáticos, em escala 1:1 e quando necessário foram ampliadas para

elucidação das estruturas. As ilustrações foram feitas manualmente e as observações foram feitas com auxílio da lupa de mesa e microscópio estereoscópio binocular. A descrição morfológica das plântulas e mudas teve início aos 20 dias após a sementeira, para o jacarandá-da-bahia e aos 30 dias após a sementeira para o jequitibá-rosa.

A metodologia e a terminologia empregadas para descrever a semente e as fases da germinação e da descrição morfológicas das plântulas e mudas foram feitas segundo Lawrence (1977); Ferri (1977); Roderjan (1983); Kuniyoshi (1983); Feliciano (1989); Beltrati (1978); Vidal; Vidal (1995).

3.4 GERMINAÇÃO E VIGOR

No Laboratório de Sementes, utilizando germinadores, foram estudada a influência de cinco temperaturas e quatro substratos sobre o percentual de germinação e vigor (índice de velocidade de germinação - IVG) das duas espécies. As temperaturas utilizadas foram: 20, 25; 30; 20/30 e 35°C, com fotoperíodo de oito horas para todas as temperaturas. Os substratos testados foram: solo de floresta (SF); substrato comercial (SC); vermiculita (V) e rolo de papel (RP). Para cada substrato e temperatura, foram colocadas quatro repetições de 100 sementes.

Foi utilizado como um dos substratos, o solo de floresta (SF) coletado nos primeiros 20 cm de profundidade, no município de Morretes (Floresta Ombrófila Densa), na Estação Experimental do IAPAR, no Estado do Paraná.

As observações foram realizadas em dias alternados, permitindo o acompanhamento e descrição morfológica do desenvolvimento pós-seminal. A germinação total das sementes foi considerada, quando as plântulas apresentaram as estruturas essenciais em perfeito estágio de desenvolvimento e quando a radícula apresentava mais de 0,5cm de comprimento. Critérios utilizados para caracterizar plântula normal e tipo de anormalidade, foram baseados na Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

No viveiro, sob condições de temperatura ambiente e sob sombrite (70% de luminosidade), foram colocadas 400 sementes, de cada espécie, em bandejas de isopor tendo como substrato a vermiculita.

A capacidade de vigor das sementes foi determinada por meio do Índice de Velocidade de Germinação - IVG, de acordo com Popinigis (1990) e Nakagawa (1994), efetuando-se contagens diárias das plântulas normais com hipocótilo superior a 1,0 cm. Para o cálculo do

IVG, considerou-se o somatório do número de plantas normais obtidas e divididos pelos respectivos dias de contagens, transcorridos desde o início do teste.

$$IVG = \sum(x_1/n_1 + x_2/n_2 + \dots + x_i/n_n)$$

Onde:

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

n_i = Número de plantas contadas no dia X;

X = Dia de contagem.

A análise granulométrica e a determinação dos nutrientes dos substratos (floresta e comercial) foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição da Embrapa Florestas, no município de Colombo/ PR (Tabela 1).

Tabela 1 Características químicas dos substratos Solo Floresta (SF) e Substrato Comercial (SC), utilizados nos experimentos de laboratório e de viveiro. Embrapa Florestas. 2000.

Parâmetros	Unidade	SF	SC
pH CaCl ₂		4,20	3,64
P ₂ O ₅	mg/dm ³	26,4	45,3
Na ⁺	mg/dm ³	12	20
K ⁺	cmol _c /dm ³	0,17	1,00
Ca ⁺⁺	cmol _c /dm ³	2,29	5,74
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /dm ³	0,50	1,12
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /dm ³	3,83	10,77
H ⁺ + Al ⁺⁺⁺	cmol _c /dm ³	5,76	15,09
M.O.	g/kg	17,63	129,46

3.5 LUZ NA GERMINAÇÃO

Para o estudo da influência da luz na germinação das sementes, foram instalados dois experimentos, no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da UFPR. Para cada espécie, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, sendo: luz branca; vermelho; vermelho intenso e ausência de luminosidade (escuro). As sementes foram colocadas para germinar, em germinadores tipo Biomatrix.

Os resultados em porcentagem foram transformados em arco seno (%/100) para

normalização da sua distribuição. Utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para comparação entre médias quando houver significância no teste F (PIMENTEL GOMES, 1982).

3.6 CRESCIMENTO INICIAL

O acompanhamento do crescimento inicial de cada espécie foi realizado nos experimentos dos testes de germinação e IVG. Quando as plântulas apresentavam duas folhas (cerca de 20 dias após a sementeira, para o jacarandá-da-bahia e 30 dias para o jequitibá-rosa), foram transferidas para sacos de polietileno com 10 cm de diâmetro e 20 de profundidade, contendo solo de floresta e submetidas aos tratamentos de sombreamento. Trinta dias após o transplante das plântulas, foi estipulado o início das avaliações.

Foram testadas cinco intensidades luminosas, sendo quatro obtidas pela confecção de campânulas de sombreamento, que consistiram de armações de madeira de 2,00m² de área (2,00m de comprimento x 1,00m de largura x 1,00m de altura) recobertas com telas de nylon, conhecidas como sombrite de cor preta e o quinto nível, constitui na exposição das mudas à luz plena do dia.

Os tratamentos testados foram cinco: 18, 30, 50, 70% e 100% de luminosidade total. Após a fixação das campânulas no solo, foram feitas medições com o LICOR - 1000, em todos os tratamentos. Após as medições, o LICOR forneceu as seguintes luminosidades médias: 18% (34%); 30% (44%); 50% (64%); 70% (70%), em relação à luz do dia.

Foi utilizado como substrato, o solo de floresta coletado no município de Morretes (Floresta Ombrófila Densa), na Estação Experimental do IAPAR, no Estado do Paraná.

O delineamento foi o de bloco ao acaso, com quatro repetições, com 49 plantas por parcela, para cada espécie. As análises de crescimento: altura da parte aérea e diâmetro do colo foram realizados em cinco mudas da área útil de cada parcela, aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a emergência (DAE) das plântulas, sempre nas mesmas mudas da área útil, selecionadas para estas avaliações.

As avaliações, como: peso da matéria seca da parte aérea, peso seco da raiz (radical) e peso seco total, foram realizadas aos 180 dias de idade da planta. Quatro plantas de cada espécie, dentro de cada nível de radiação e repetição foram separadas em caule, folhas e raízes. Os materiais foram condicionados em sacos de papel, identificados e colocados para secar em estufa com circulação de ar a 65°C durante 24 horas e posteriormente pesados.

A área foliar e área específica foliar foram realizadas aos 180 dias, utilizando-se as folhas de cinco plantas por repetição. Para a leitura da área foliar foi usado o medidor portátil, Modelo LI - 3000. Foram retiradas três folhas completamente expandidas da parte superior e mediana das copas de cada planta. Cada folha foi medida três vezes, tomando-se por valor definitivo, a média aritmética das três leituras. Após as leituras, as folhas foram secas em estufa a 65°C, durante 24 horas e novamente pesadas para o cálculo do peso da matéria seca foliar. A área foliar (AF) foi determinada pela relação entre a área específica foliar (cm²) e o peso seco total foliar(g).

3.7 CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA

Foram retiradas amostras dos folíolos das folhas completamente expandidas, dos últimos lançamentos maduros, de cinco plantas de cada parcela e por espécie, em cada nível de sombreamento, para extração e análise do teor de clorofila. Foram eliminadas as nervuras mais grossas e os fragmentos das folhas foram picados.

Sub-amostras (peso fresco) por plantas foram pesadas e transferidas para tubos de ensaio e identificadas, recebendo cerca de 5ml de DMSO (dimetilsulfoxido, 99% de pureza) em volume. Os tubos foram fechados com tampa de borracha e colocados em banho-maria com água pré-aquecida a 70°C, durante duas horas, para solubilização da clorofila. Posteriormente, os tubos foram centrifugados e a quantificação da clorofila **a** e **b** foi feita por espectrofotometria. O processo de extração foi considerado completo, quando as amostras das folhas tornaram-se transparentes, num exame visual.

Alíquotas das soluções foram transferidas para tubos de ensaio de 3 cm³, onde foram feitas colorimetricamente as leituras de absorvância (%) para as faixas de comprimentos de ondas de 665nm e 648nm, utilizando-se como o branco apenas o DMSO 99%. A absorvância dos extratos foi medida em espectrofotômetro marca Shinadzu, modelo UV - 601. Os cálculos de mg de clorofila por g de peso fresco de tecido foliar, foram feitos segundo equações (1) e (2), de acordo com Ronen e Galun (1984); Barnes et al., (1992).

$$C_a = 14,85(A_{665}) - 5,14(A_{648}) \quad (1)$$

$$C_b = 25,48(A_{648}) - 7,36(A_{665}) \quad (2)$$

Onde C_a :quantidade de clorofila **a**, em (ug.cm⁻³ extrato);

C_b : quantidade de clorofila b, em ($\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ extrato; e

A_{648} e A_{665} : absorvância como indicada no comprimento de onda

A concentração de clorofila foi determinada em relação às duas magnitudes: peso fresco da folha ($\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ p.s) e área da folha ($\mu\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$).

3.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para observação da germinação e vigor (Índice de Velocidade de germinação - IVG) em laboratório, os tratamentos foram esquematizados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (cinco níveis de luminosidade e duas espécies), com quatro repetições de 100 sementes, onde foram avaliadas as variáveis: germinação total (%) e IVG (POPINIGIS, 1977). No viveiro, com temperatura ambiente, foi realizado o mesmo estudo, empregando-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições de 200 sementes, para cada espécie estudada.

Para o estudo do crescimento inicial, o experimento envolveu a combinação de cinco níveis de intensidade luminosa (% de radiação fotossinteticamente ativa - RFA) e duas espécies. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os níveis de intensidade luminosa constituíram as parcelas. Nas sub-subparcelas foram testadas as variáveis do crescimento, sendo: altura, diâmetro do colo, peso da matéria seca da parte aérea e radicial, área foliar e área específica foliar.

No estudo do crescimento inicial e teores de clorofilas a e b, a análise estatística foi realizada para cada espécie, utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para comparação entre médias quando houver significância no teste F (PIMENTEL GOMES, 1982).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

4.1.1 Jequitibá-rosa

4.1.1.1 Semente

Características externas: a semente é do tipo obovado, plano-convexo; extremidade micropilar aguda; provida de fina asa unilateral papirácea, com expansão da testa de comprimento variável, na região da rafe e pre-rafe, contendo feixe funicular; micrópila situada na extremidade aguda do núcleo seminífero, e hilo pequeno, lateral, localizado no terço final do dorso da asa; chalaza marrom escura, localizada no ápice da semente. A superfície da semente é rugosa, opaca, de coloração marrom clara, com estrias longitudinais. Mede em média 24,6mm (21,5mm a 28,3mm) de comprimento e largura média de 9,0mm (7,7 a 11,2mm) (Figura 1).

Características internas: embrião axial, longo, constando do eixo hipocótilo-radícula, com cotilédones amarelo-claros e foliáceos, imbricados, finos, amplamente expandidos, plicados, formando pregas bastante acentuadas.

4.1.1.2 Germinação

A germinação é epígea, fanerocotiledonar e ocorre a partir de 25 dias após a semeadura (Figura 1). Há um desprendimento do tegumento junto a fenda apical, onde dá-se o desenvolvimento geotrópico positivo da radícula, possibilitando o aparecimento da raiz primária. A medida que ocorre a hidratação, há o início da ruptura do endocarpo na linha de fissura longitudinal e ocorre o aparecimento dos cotilédones, expondo os protófilos.

A raiz primária é longa e exibe pêlos curtos, finos brancos e brilhantes. A coifa é

marrom clara e sem pêlos e o coleto é piloso ligeiramente engrossado; raízes secundárias finas, cilíndricas, tenras de coloração esbranquiçadas. Após aproximadamente 10 dias da emissão da radícula, começam a surgir os cotilédones de cor brancos - esverdeados. Nesta fase o hipocótilo é sinuoso e os cotilédones permanecem no interior dos envoltórios; quando os mesmos se desprendem surgem entre eles a gema apical, com nervuras bem salientes e nesta fase o hipocótilo se torna ereto, aos 15 dias após a germinação.

4.1.1.3 Plântula

A plântula apresenta cotilédones livres epigeos, iguais, persistente, foliáceos, peciolados. Raiz primária longa, fina, cilíndrica, de coloração marrom clara na base e esbranquiçada no ápice; raízes secundárias curtas, finas cilíndricas, coloração branca, tenras, com a mesma coloração da raiz primária.

Coleto quase ausente e pouco desenvolvido. Hipocótilo cilindro, com coloração arroxeada, medindo de 1,5 a 2,0 cm de comprimento.

Epicótilo pouco pronunciado, cilíndrico, com cerca de 0,1cm de comprimento. Protófilos opostos simples, peciolado (0,1 a 0,3 cm de comprimento), de lanceolados a ovados (Figura 2).

4.1.1.4 Muda

O sistema radicular apresenta raiz primária axial, cilíndrica, reta, com 15,0 a 20,3 cm de comprimento. As raízes secundárias são finas, em pouca quantidade e esparsas, castanho-clara.

O hipocótilo mede cerca de 5,0 cm de comprimento, intumescido junto a base, castanho, com estrias castanho escuras. Cotilédones opostos, foliáceos, persistentes ou não, verdes ou amarelados, superfície lisa, brilhante, curtamente peciolados. Epicótilo curto, com cerca de 2,0 cm de comprimento, cilíndrico, reto. Protófilos simples, opostos, com 4,5 cm a 7,8 cm de comprimento e 2,6 a 3,2cm de largura, subcilíndrica, pecioladas (pecíolo com 1,0 a 1,9 cm de comprimento). Caule arroxeado próximo a base cilíndrica, a partir do segundo ou terceiro par de folhas. Gemas axilares diminutas (Figura 3).

4.1.2 Jacarandá-da-bahia

4.1.2.1 Sementes

Sementes de forma orbicular a oblonga, geralmente pouco assimétrica em um dos lados, biconvexa, com 7,0 a 10,0mm de comprimento por 5,9 a 8,8mm de largura; tegumento castanho escuro, brilhante, córneo, com os lados achatados; estrias semicirculares a partir do hilo, bem perceptíveis a olho nu quando secas. Hilo bem visível, circular, escuro. Embrião reto, axial, invaginado, ocupando metade da semente, com endosperma branco, transparente; cotilédones com 8,2 a 10,8 mm de comprimento por 5,8 a 8,0mm de largura, verdes, subcarnosos, geralmente planos; eixo hipocótilo-radícula, com 3 a 4 mm de comprimento, branco largo, reto; plúmula bem visível, com protófilos amarelo-claro (Figura 4).

4.1.2.2 Germinação

A germinação é epígea, fanerocotiledonar, com início da germinação aos 15 dias após o semeio. Com o intumescimento da semente o tegumento sofre descamação nas estrias semicirculares e se rompe na altura do hilo, havendo, portanto a emissão da radícula de cor branca, fina, cônica. O hipocótilo é cilíndrico verde-claro e na região do colo torna-se mais espesso. Os cotilédones ficam livres dos tegumentos e apresentam coloração verde; exibe protófilos com pelos glandulares (Figura 4)

4.1.2.3 Plântulas

Possui raiz principal de cor bege e raízes secundárias finas e escassas. O hipocótilo, com cerca de 4,2 cm de comprimento, cilíndrico, reto, recoberto por um revestimento branco, sulcado, que se prolonga desde a base até a altura dos cotilédones. Os cotilédones são opostos, carnosos, e verde-claros com 1,0 a 1,2 cm de comprimento por 0,7 a 0,9 cm de largura, curtos peciolados. O epicótilo com 1,8 a 2,6 cm de comprimento, reto cilíndrico, verde. Os protófilos são compostos, ternado-paripinados; pecíolo com 0,5 a 2,0 de comprimento, envolvendo diminuta gema axilar verde, com pelos glandulosos. Folíolos opostos, herbáceos, pulvinolulados, verde-claros, com cerca de 1,2 cm de comprimento por 0,8cm de

largura, obovados, bordos inteiros, nervura principal bem evidente (Figura 5)

4.1.2.4 Muda

Possui raiz axial sinuosa, amarelada, com poucas raízes secundárias. Hipocótilo com cerca de 5,0 cm de comprimento, reto, cilíndrico, recoberto principalmente por um revestimento creme. Os cotilédones são persistentes, castanhos, com pêlos glandulosos escuros, eles estrias castanhas. Os protófilos são compostos alternos, os basais terno-paripinados semelhantes aos da plântula; pecíolo com 3,5 a 4,6 cm de comprimento, verde a verde-violáceos nos protófilos mais novos. Caule cilíndrico, recoberto com lenticelas, agrupadas ou não, com pêlos glandulosos escuros (Figura 6).

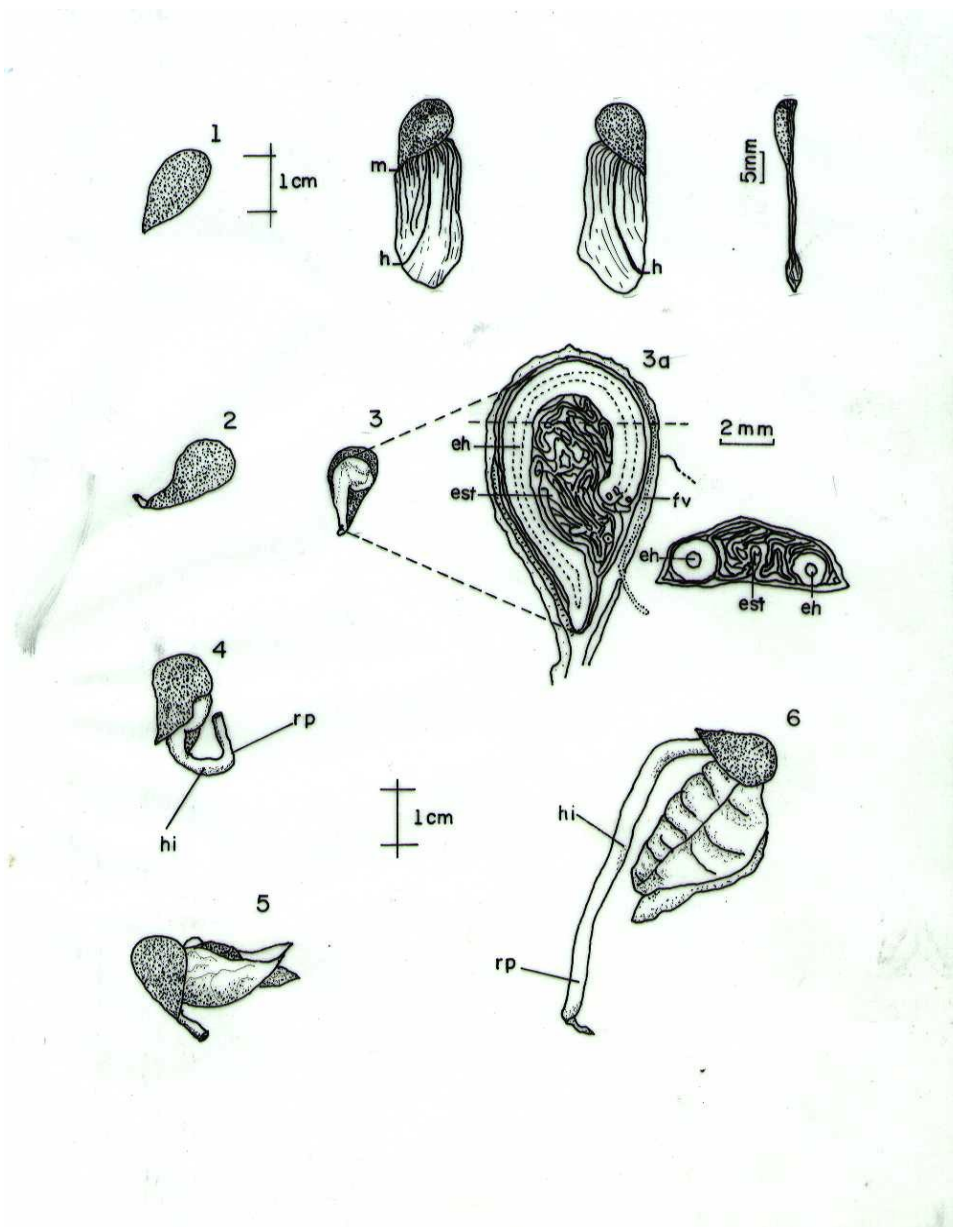


Figura 1. *Cariniana legalis* (Jequitibá-rosa) - Semente e Germinação

1. Semente; 2. Início da germinação; 3. Corte longitudinal e secção transversal da semente; 4. Desenvolvimento inicial da germinação; 5. Desprendimento dos envoltórios; 6. Plântula

(cot = colidédone; eh = eixo hipocótilo-radicula; fv = feixe vascular; h = hilo; m = micrópila; p = raiz primária; hi = hipocótilo)

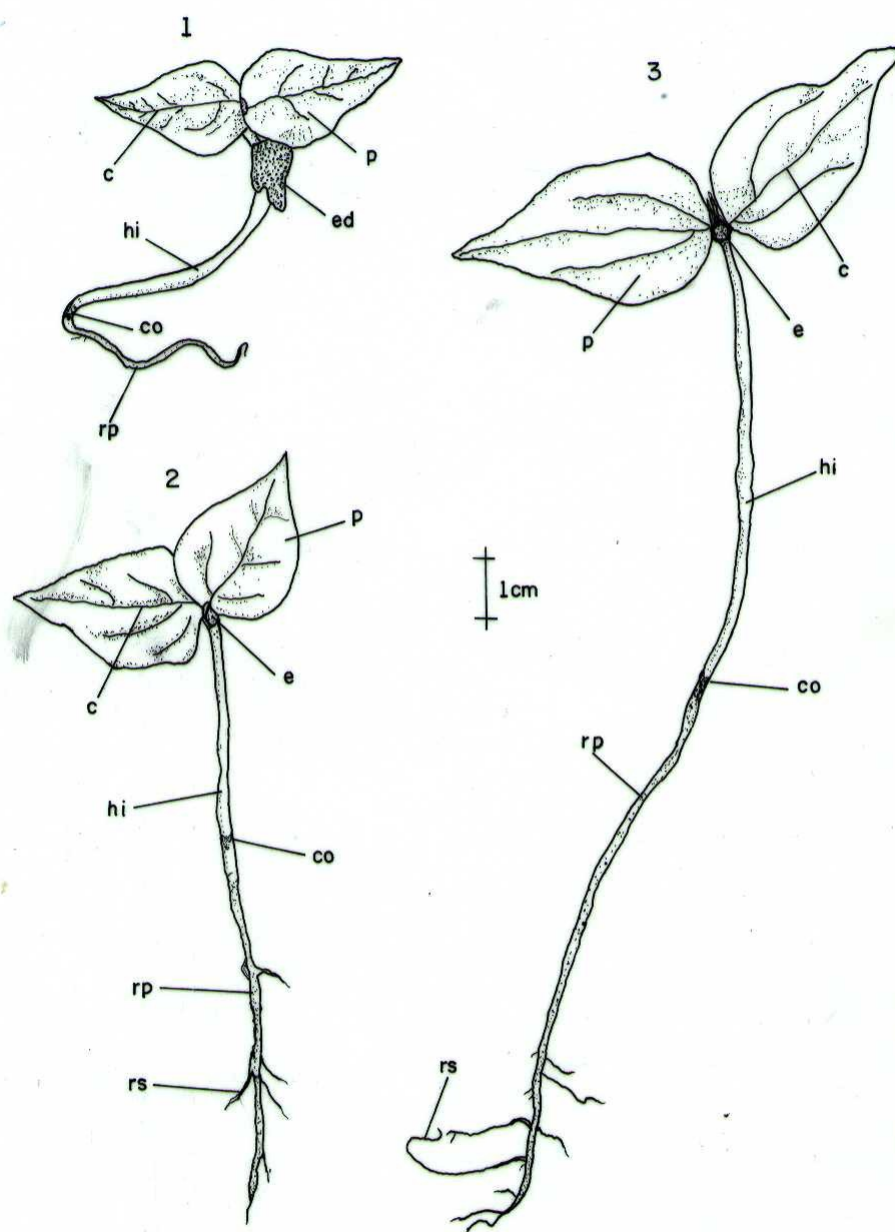


Figura 2 *Cariniana legalis* (Jequitibá-rosa) – Plântula

1 Desenvolvimento da germinação - desprendimento do endocarpo;
2 e 3. Plântula.

(c = cotilédone; co = coletos; e = epicótilo; ed = endocarpo; h = hilo p = protófilo; rp = raiz primária; rs = raiz secundária)

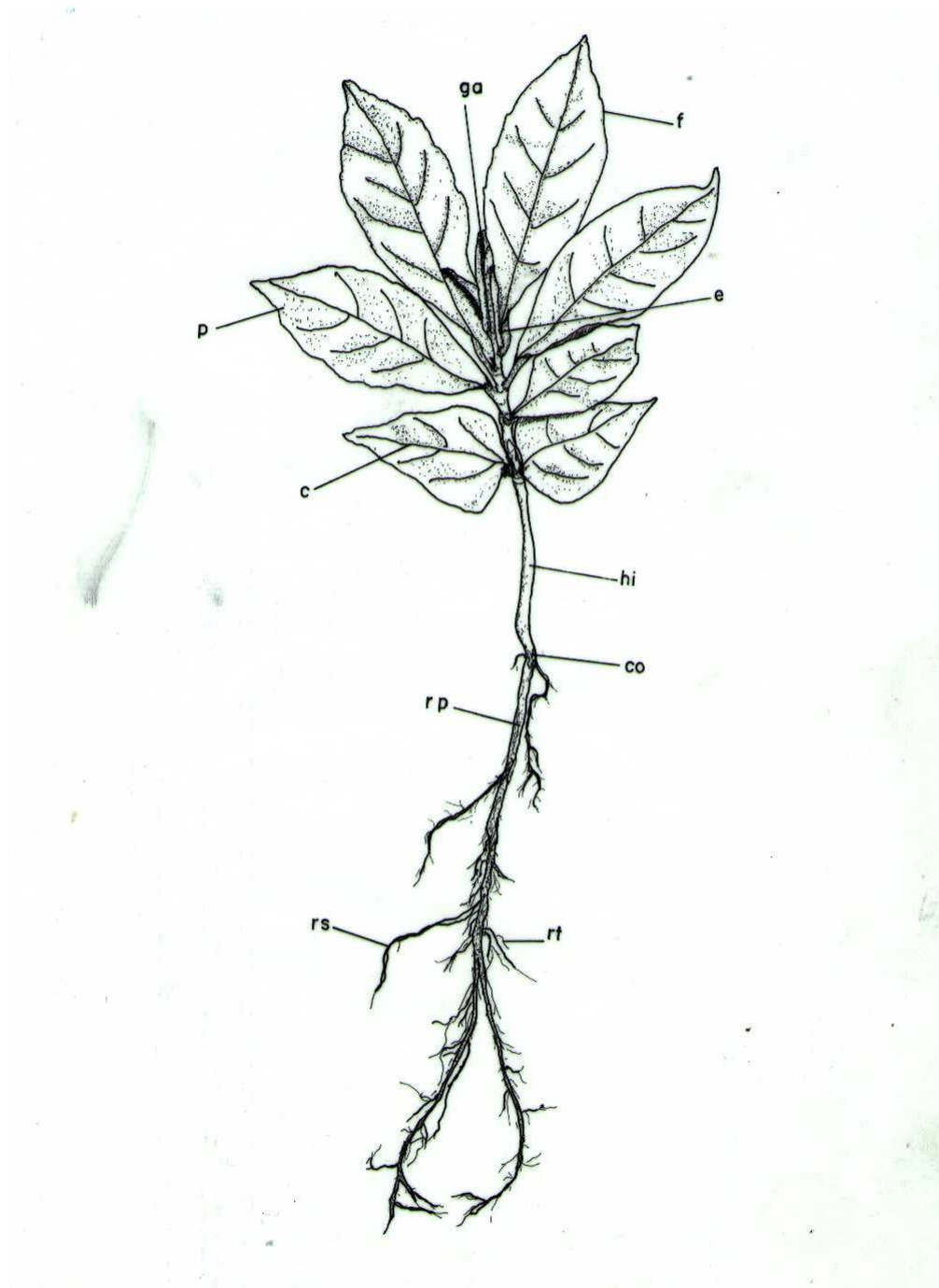


Figura 3 *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) - Muda
Estádio de desenvolvimento da muda.

(c = cotilédone; co = coleto; f = folha; hi = hipocótilo; p = protófilo; rp = raiz primária; rs = raiz secundária; rt = raiz terceária)

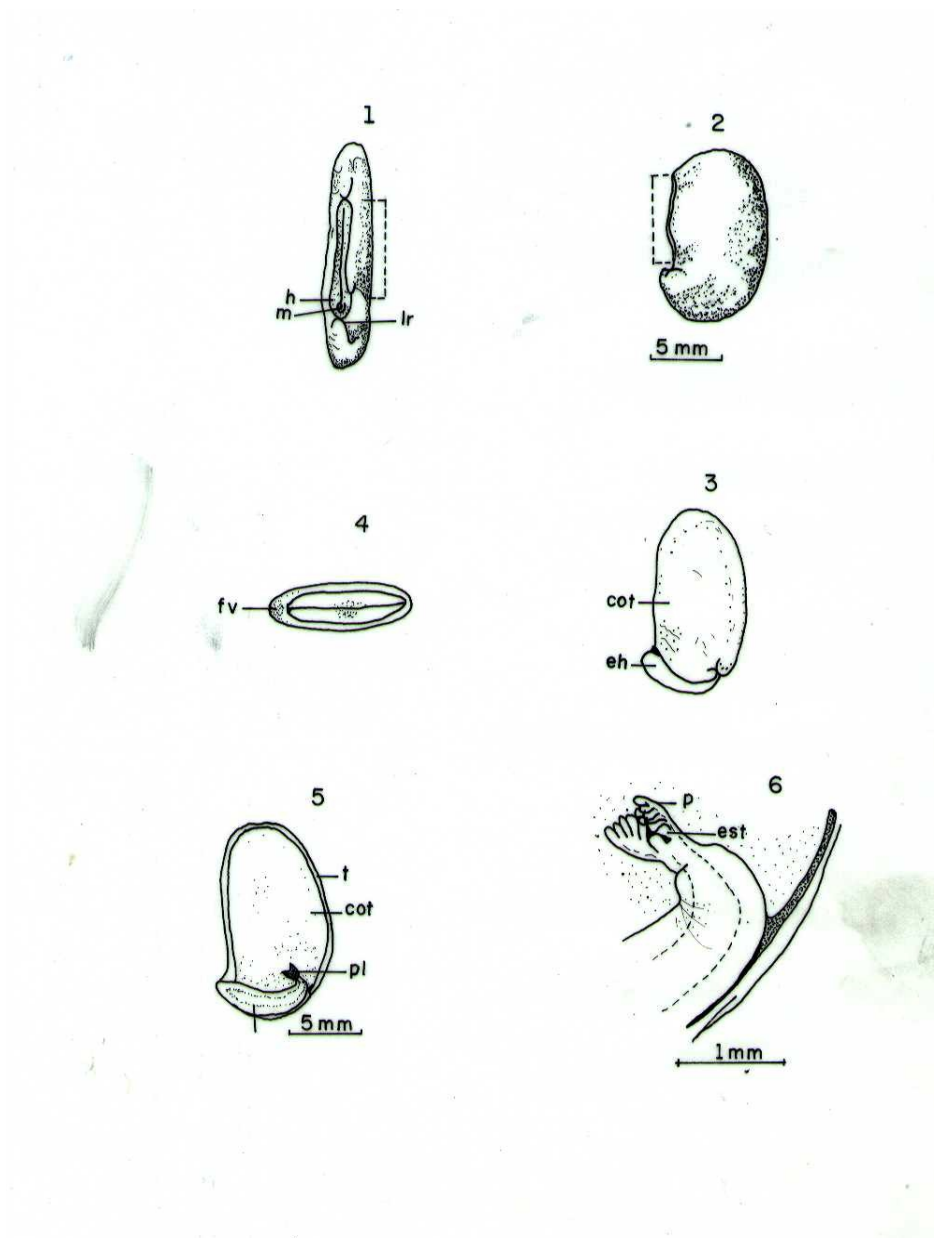


Figura 4. *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia) - Semente e Germinação.

1 e 2. Sementes em diferentes ângulos; 3. Seção transversal da semente; 4. Embrião; 5. Seção longitudinal da semente; 6. Detalhe da plúmula.
(cot = cotilédone; eh = eixo hipocótilo radícula; est = estípulas; lr = lóbulo da radícula; p = pinas; r = rafe; t = tegumento)

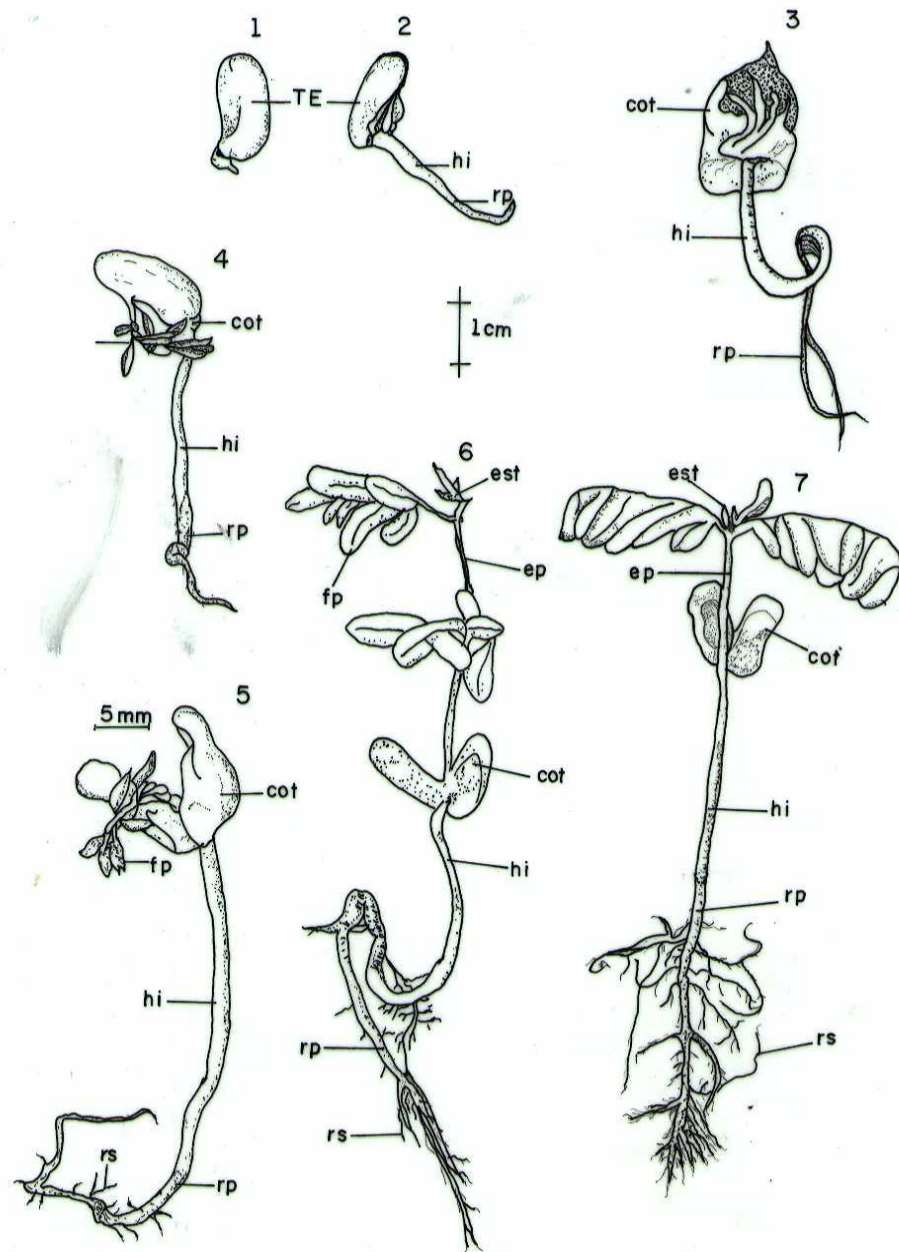


Figura 5. *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia) - Plântula

1 e 2. Estádios da germinação;

3, 4, 5, 6 e 7. Desenvolvimento da plântula.

(cot = cotilédones; ep = epicótilo; est = estípulas; fp = folha primária; hi = hipocótilo; pl = plúmula; te = testa)

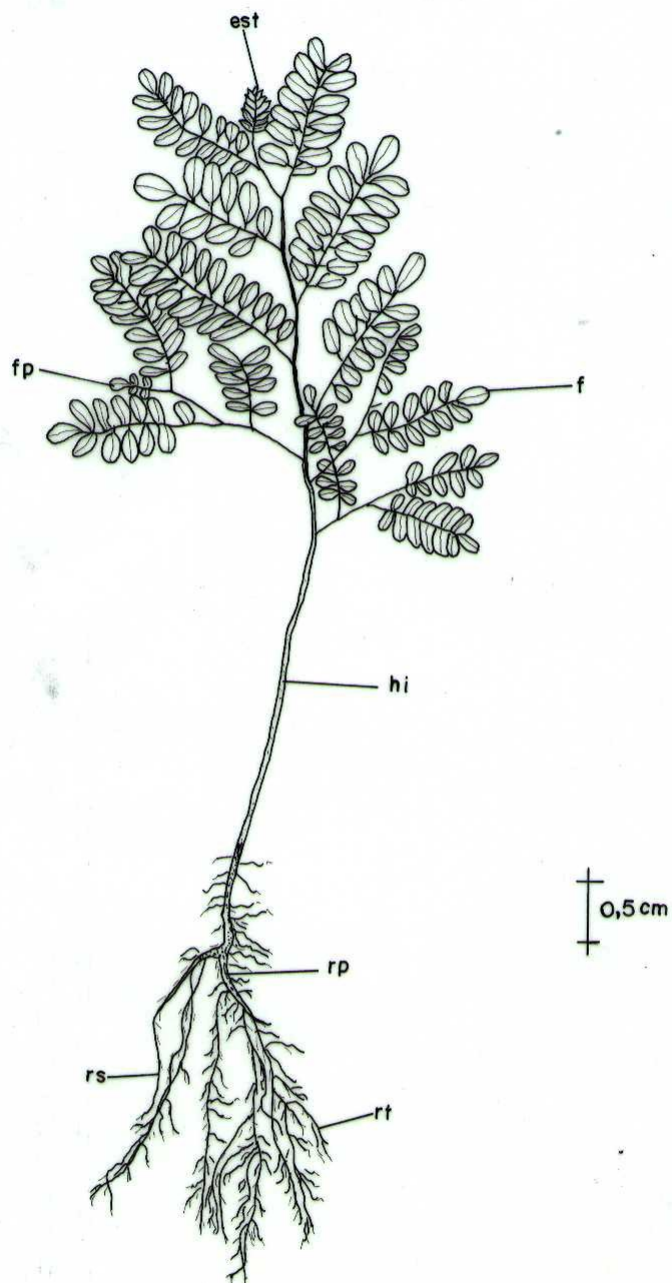


Figura 6 *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia) - Muda.

1 e 2 – Desenvolvimento da muda.

(est = estípula; f = folha; fp = folha primária; hi = hipocótilo; rp = raiz primária; rs = raiz secundária; rt = raiz terciária)

4.1 GERMINAÇÃO E VIGOR

4.2.1 Jequitibá-rosa

Os dados mostram que os maiores percentuais de germinação ocorreram sob temperaturas de 30°C e 20-30°C, não havendo diferenças significativas entre os substratos. Sob temperaturas de 20 e 35°C, no substrato rolo de papel, verificaram-se os menores percentuais de germinação. Dentro de cada substrato foram observadas variações significativas na porcentagem de germinação, quando submetidas a diferentes faixas de temperatura, com exceção do substrato vermiculita, onde as sementes apresentaram altas porcentagens de germinação, em todas as temperaturas. A temperatura de 35°C foi a que apresentou os menores percentuais de germinação, para o substrato comercial e rolo de papel (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito do substrato e da temperatura sobre o percentual de germinação do jequitibá-rosa, em condições de laboratório. Colombo/PR. 2001

Substrato	Temperaturas (°C)					Média
	20	25	30	20-30	35	
Solo Floresta	90,5b ¹	96,5ab	100,0a	99,5a	88,0ab	94,9b
Subst. Comercial	89,0 b	93,0 b	100,0a	97,5a	84,5 b	92,0c
Vermiculita	98,0a	98,0a	100,0a	100,0a	92,0a	97,0a
Rolo de papel	82,5 c	96,5ab	99,0a	100,0a	79,5 c	91,5c
Médias	90,0 C	96,0 B	98,7A	99,2A	86,0 D	
Temperatura (T)	127,73**					
Substrato (S)	38,12**					
Interação(TxS)	9,07**					
CV (%)	2,18					

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, a 1% pelo teste de Tukey.

** - altamente significativo;

A faixa de 20 à 30°C foi considerada por Borges e Rena (1993), como a mais adequada para a germinação de um grande número de espécies florestais subtropicais e tropicais. De acordo com Larcher (2000), as temperaturas acima de 30°C prejudicam a germinação das sementes, interferindo na mobilização de substâncias de reservas no endosperma, que é seguido pela síntese dos hormônios, quando os mesmos promovem a divisão celular e o crescimento em extensão (citocinina e auxina); na respiração mitocondrial e na síntese de proteína, como consequência não há indução da germinação.

A interação significativa entre temperatura e substrato foi relatada por Figliola et al.,

(1993), explicando que a capacidade de retenção de água e a quantidade de luz que o substrato permite chegar à semente podem ser responsáveis por diferentes respostas obtidas até para a mesma temperatura, como ocorreu neste trabalho, com as sementes de jequitibá-rosa. De acordo com Cavallari et al., (1992), o contato com as sementes e o substrato vermiculita é bem maior, sendo recomendado para todos os tipos de sementes, em especial para as que apresentam germinação lenta, como a maioria das sementes de espécies arbóreas.

Com relação ao parâmetro vigor (IVG), os dados permitem constatar que o substrato vermiculita em todas as temperaturas mostrou-se estatisticamente superior aos demais substratos (Tabela 3).

Tabela 3 Efeito da temperatura e do substrato sobre o vigor (IVG) de sementes de jequitibá-rosa, em condições de laboratório. Colombo/PR. 2001

Substrato	Temperaturas (° C)					Média ¹
	20	25	30	20/30	35	
S. Floresta	1,21a ¹	1,32 a	1,49 a	1,45 b	1,51 a	1,40 b
Subst. Comercial	1,12 b	1,21 b	1,39 b	1,39 bc	1,41 b	1,31 c
Vermiculita	1,21 a	1,35 a	1,54 a	1,58 a	1,52 a	1,44 a
Rolo de Papel	1,19 a	1,19 b	1,37 b	1,38 c	1,38 b	1,30 c
Médias	1,11B	1,27 B	1,50 A	1,45 A	1,46 A	
Temperatura (T)	176,30**					
Substrato (S)	61,21**					
(T x S)	2,98 **					
CV (%)	2,83					

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, a 1% pelo teste de Tukey.

** - altamente significativo

Para o substrato solo de floresta, não houve diferença significativa entre as temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, diferindo apenas da temperatura alternada de 20/30°C. O substrato comercial e o rolo de papel apresentaram os menores índices de vigor (IVG).

Na Tabela 4, são apresentados os valores médios do número de sementes germinadas e o vigor (IVG) de sementes do jequitibá-rosa, em condições de viveiro. A análise dos dados revela que para a germinação, não houve diferença estatística entre os substratos, sendo o maior percentual para o substrato floresta. No entanto, para o vigor ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o melhor índice foi verificado no substrato floresta.

Tabela 4. Efeito do substrato sobre o percentual de germinação e vigor (IVG) de sementes de jequitibá-rosa, sob condições de viveiro. Colombo/PR. 2001

Substrato	Germinação (%)	Vigor (IVG)
Vermiculita	79,13 a ¹	4,71 c
Solo Floresta	82,38 a	6,61a
Substrato Comercial	80,38 a	6,00 b
(S X Temperatura ambiente)	2,94 ns	202,64**
CV (%)	2,28	2,36

¹ Médias seguidas pela mesma letra, não diferem a 1% pelo teste de Tukey

* *- altamente significativo; n s - não significativo.

4.2.2 Jacarandá-da-bahia

Na Tabela 5, são apresentados os valores médios do número de sementes germinadas do jacarandá-da-bahia, considerando os diferentes substratos e temperaturas de germinação. Verificou-se que o número de sementes germinadas no substrato vermiculita e solo da floresta foram estatisticamente superiores aos demais em todas as temperaturas. Observou-se que as temperaturas de 20-30°C e 35°C proporcionou um maior número de sementes germinadas e de plântulas normais em menor espaço de tempo, quando comparadas com as demais temperaturas. Estes resultados indicam que as sementes de jacarandá-da-bahia, requerem temperaturas elevadas para a germinação.

Estes resultados discordam com os encontrados por Ferraz-Grande e Takaki (2000), que trabalhando com sementes de *Dalbergia nigra*, verificaram que o maior percentual de germinação ocorreu sob temperatura de 30,5° C e que a germinação foi bastante reduzida, quando as sementes foram submetidas a 35°C e 40° C.

Tabela 5. Efeito do substrato e da temperatura sobre o percentual de germinação das sementes de jacarandá-da-bahia, sob condições de laboratório. Colombo/PR. 2001

Substrato	Temperaturas (° C)					Média
	20	25	30	20/30	35	
Solo Floresta	92,0 ab ¹	96,5 a	98,5 a	97,5 a	76,0 a	92,1 a
Subst. Comercial	86,2 b	93,5 a	91,7b	94,7 a	74,5 a	88,1 b
Vermiculita	93,0 a	96,0 a	98,0 a	99,0 a	73,0 a	91,8 a
Rolo de Papel	67,7 c	72,5 a	79,0 c	84,5 a	77,5 a	76,2c
Médias	84,7 C	89,6B	91,8AB	93,9A	75,2D	
Temperatura (T)	123,79**					
Substrato (S)	154,69**					
(T x S)	17,02**					
CV(%)	3,07					

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, a 1% pelo teste de Tukey.

** - altamente significativo (P < 0,01)

Trabalhos que estudam a germinação das sementes de espécies florestais nativas informam que a temperatura mais adequada para a germinação é a de 30°C. Entretanto Barbosa et al., (1985), verificaram que a temperatura de 25°C foi a mais adequada em todos os testes realizados para quatro espécies florestais nativas estudadas. Os autores concluíram que, tanto a temperatura como o substrato adequado para a germinação, variam de acordo com as espécies estudadas e com a metodologia imposta no teste, sugerindo os melhores resultados a partir da interação das variáveis (temperatura, substrato e luz), de acordo com o local.

A Tabela 6, mostra os índices de vigor das sementes de jacarandá-da-bahia, quando submetidas a diferentes temperaturas e substratos. Observou-se que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos solo floresta e substrato comercial, para as temperaturas de 20, 25, 30 e 20/30°C. Pode-se atribuir este fato, aos nutrientes do solo floresta onde as sementes encontram condições ideais para germinarem.

Tabela 6. Efeito da temperatura e do substrato sobre o vigor (IVG) das sementes de jacarandá-da-bahia, em condições de laboratório. Colombo/PR. 2001

Substrato	Temperaturas (°C)					Médias
	20	25	30	20/30	35	
Solo Floresta	1,64 a ¹	1,74 a	1,96 a	2,00 a	1,84 b	1,84 a
Subst. Comercial	1,66 a	1,72 a	1,96 a	1,88 a	2,10 a	1,86 a
Vermiculita	0,83 b	0,81 b	0,76 b	0,75 b	0,43 c	0,72 b
Rolo de Papel	0,61 c	0,65 b	0,66 b	0,53 b	1,84 b	0,86 b
Médias	1,19 D	1,23 CD	1,34 B	1,29 BC	1,55 A	
Temperatura (T)	53,66**					
Substrato (S)	1276,11**					
(T x S)	67,82**					
CV(%)	5,85					

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo (P < 0,01)

Observa-se que os maiores percentuais de germinação e vigor foram encontrados (Tabela 7), quando as sementes foram submetidas aos tratamentos solo floresta e substrato comercial, com a temperatura ambiente (condições de viveiro). Os dados diferem dos obtidos em laboratório, quando se testou os substratos sob temperaturas controladas. Os dados revelam que houve diferença altamente significativa para germinação e vigor, entre os tratamentos, destacando-se o solo de floresta com os maiores percentuais de germinação e índice de vigor. Pode-se dizer que estes dados, obtidos em condições de viveiro, são os mais indicados porque servem como referência para a produção de mudas do jacarandá-da-bahia.

Tabela 7. Efeito do substrato sobre o percentual de germinação e vigor (IVG) de sementes de jacarandá-da-bahia, sob condições de viveiro. Colombo/PR. 2001

Substrato	Germinação	Vigor (IVE)
Vermiculita	68,50 b ¹	5,35 c
Solo Floresta	91,00 a	7,45 a
Subst. Comercial	82,38 a	6,08 b
Substrato	62,95**	115,09**
CV(%)	3,55	3,16

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo (P < 0,01)

4.3 LUZ NA GERMINAÇÃO

4.3.1 Jequitibá-rosa

Com relação à influência da luz na germinação de sementes de jequitibá-rosa, observa-se que o maior percentual de germinação ocorreu no comprimento de onda da luz branca e diminuiu à medida que o percentual de luz incidente diminuía. O mesmo ocorreu com o vigor (IVG), que foi maior quando as sementes foram submetidas à intensidade total de luz (Tabela 8).

TABELA 8. Efeito da intensidade de luz, sobre o percentual de germinação e vigor (IVG) das sementes do jequitibá-rosa. Colombo/PR.2001

Intensidade de Luz	Germinação (%)	Vigor (IVG)
Branca	98.0 a	2.08 a
Vermelha	69.0b	1.35 b
Vermelha intensa	20.0c	0.40c
Escuro	0.0d	0.0d
Luz intensidade	699.72**	240.67**
CV(%)	7.24	11.82

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo ($P < 0,01$)

As plântulas de jequitibá-rosa sob regime de ausência de luz ou luz vermelha intensa apresentaram maior índice de anormalidade, quando comparadas com as plântulas sob condições de luz branca e vermelha, conferindo superioridade estatística em relação à germinação para o tratamento com luz, quando comparadas à ausência de luz.

Com estes resultados, pode-se dizer que as sementes do jequitibá-rosa necessitam de luz para germinar, embora a espécie pertença ao grupo das secundárias tardias ou clímax, ou seja, espécie que necessitam de sombreamento para se desenvolver sob o dossel da floresta. Estes dados concordam com os de Kageyama e Viana (1991), que afirmam que espécies de estádios sucessionais mais avançados, necessitam da presença de luz para germinação das suas sementes. Semelhantes resultados foram obtidos por Amaral e Kageyama (1993), onde concluíram que os aquênios de *Citharexylum myrianthum* germinam melhor em presença de luz e são indiferentes à temperatura.

Este aspecto pode indicar porque o jequitibá-rosa é considerada uma espécie rara na

Floresta Atlântica. Constatou-se que as sementes expostas à condição de luz branca favoreceram a pronta germinação da semente. Estudos sobre banco de sementes informam que a dispersão das sementes do jequitibá-rosa ocorre próximo à planta-mãe, em locais onde predomina o comprimento de onda vermelho-intenso e temperaturas mais baixas, não havendo, portanto a indução da germinação e em consequência o estabelecimento das plântulas (KAGEYAMA; CASTRO, 1989).

4.3.2 Jacarandá-da-bahia

A influência da luz vermelha foi altamente significativa para a germinação e vigor. (Tabela 9). Este resultado indica que o jacarandá-da-bahia, germina em condições de áreas semi-abertas, podendo também apresentar bons percentuais de germinação, em condições de alta e baixa luminosidade. Leal e Borges (1992), Lieberg e Joly (1993), citados por Naves (1993), verificaram comportamento idêntico quando estudaram a *Mabea fistulifera* e *Inga affins*, respectivamente, cujas sementes germinaram sob intensidades de luz vermelha e vermelha intensa.

Observou-se diferenças significativas nas intensidades de luz para o vigor. As sementes do jacarandá-da-bahia, apresentaram os maiores índices de vigor, quando submetidas a luz vermelha.

TABELA 9. Efeito da intensidade de luz, sobre o percentual de germinação e vigor (IVG) das sementes do jacarandá-da-bahia. Colombo/PR. 2001

Intensidade de Luz	Germinação (%)	Vigor (IVE)
Branca	62,5 b	1.114 b
Vermelha	93,3 a	1.859 a
Vermelha intensa	74,5 b	1.428 ab
Escuro	0,1c	0.135 c
Luz intensidade	193.95**	81.56**
CV(%)	10.07	14.30

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo (P< 0,01)

4.4 CRESCIMENTO INICIAL

4.4.1 Jequitibá-rosa

4.4.1.1 Altura e Diâmetro

Os resultados mostram que houve uma interação altamente significativa entre os percentuais de intensidade de luz, para os parâmetros altura e diâmetro do colo, das mudas do jequitibá-rosa. As plantas apresentaram uma maior altura, quando cultivadas sob 44, 64 e 70% da RFA (radiação fotossinteticamente ativa), e um maior diâmetro quando submetidas a RFA de 100%. Este comportamento das plântulas é uma resposta característica da fase inicial de espécies secundárias tardias. Pela classificação proposta por Budowski (1985), o jequitibá-rosa seria uma espécie clímax, porque as menores alturas ocorreu sob altas intensidades luminosas (Tabela 10). Resultados semelhantes foram obtidos para outras espécies como: *Tabebuia avellanedae* e *Erythrina speciosa* (ENGEL, 1989); em *Cybistax antisyphylitica* e *Sesbania sesban*; em *Callophyllum brasiliense*; *Cabralea canjerana* e *Centrolobium robustum* (CARVALHO, 1996).

O aumento em altura, quando as mudas foram sombreadas, pode ter ocorrido em razão do estiolamento induzido pela intensidade luminosa estar abaixo dos níveis requeridos pela planta (WHATLEY; WHATLEY, 1982), ou porque o crescimento foi favorecido em decorrência das temperaturas mais amenas nas folhas, o que favoreceria a abertura dos estômatos e a fixação de carbono pelas plantas. Sob as estruturas sombreadas, é provável que tenha havido um eficiente controle de temperatura foliar, e conseqüentemente, do status hídrico da planta, de modo a permitir uma otimização da atividade fotossintética e da turgescência necessárias ao crescimento das plantas (REIS et al. 1992).

A redução do crescimento em altura das mudas do jequitibá-rosa, quando sob intensidade de luz de 100%, pode estar ligada à exposição das plantas a uma radiação solar bastante intensa. Nesta condição há uma elevação da temperatura das folhas e uma intensificação de sua taxa respiratória, o que induziria ao fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e causando um aumento no consumo de fotoassimilados (GRIME, 1982; WARDLAW, 1990; KOZLOWSKI et al, 1991).

Tabela 10 Crescimento inicial: altura e diâmetro do colo do jequitibá-rosa, obtidas em função da intensidade luminosa - RFA. Colombo/PR. 2001

Idade das Plantas (DAE)	RFA (%)	Altura da planta (cm)	Diâmetro colo (mm)
60	34	5,35b ¹	0,51c
	44	6,39ab	0,63b
	64	7,52a	0,69b
	70	5,5b	0,83ab
	100	5,47b	0,92a
90	34	6,64b	0,72c
	44	7,82a	0,88b
	64	8,02a	0,91b
	70	6,31b	0,96b
	100	5,99b	1,43a
120	34	7,04b	0,91
	44	8,39ab	1,09b
	64	9,12a	1,09b
	70	7,46b	1,24ab
	100	6,73b	1,89a
150	34	7,75ab	0,99c
	44	8,86a	1,27b
	64	9,61a	1,29b
	70	8,01ab	1,45b
	100	7,02b	2,12a
180	34	13,65ab	1,26b
	44	14,62a	1,45b
	64	16,16a	1,53b
	70	15,06a	1,89ab
	100	11,56b	2,64a

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si (Tukey, a 1%).

A capacidade de crescer rapidamente quando sombreado é um mecanismo importante de adaptação da espécie, constituindo uma estratégia de fuga à baixa intensidade luminosa. Esta adaptação às baixas intensidades luminosas é uma característica genética, o qual faz com que as folhas apresentem estrutura anatômica e propriedades fisiológicas, que as capacitem a um uso efetivo da radiação solar disponível (CARVALHO, 1996; LARCHER, 2000).

As mudas do jequitibá-rosa mostraram um maior diâmetro quando cultivadas em condições de maior disponibilidade de RFA. Segundo Kozlowski (1972) e Larcher (2000), o crescimento em diâmetro guarda uma relação direta com a fotossíntese líquida do que o crescimento em altura, o qual depende mais dos carboidratos acumulados e de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e respiração.

Maiores diâmetros do caule sob maiores níveis de radiação também foram observados

em algumas espécies tais como em *Tabebuia avellanedae* e *Erythrina speciosa* (ENGEL, 1989) e em *Platygyamus regnelli* (SCALON, 1991). O decréscimo do diâmetro sob níveis mais altos de sombreamento, deve ser decorrente de uma diminuição da disponibilidade de carboidratos e auxinas translocáveis, pela diminuição da taxa de fotossíntese aparente (LOACH, 1967; MEBRAHTU; HANOVER, 1991).

4.4.1.2 Matéria seca aérea, radicial e total

As matérias secas total, aéreas e radicial diferiram significativamente em função do sombreamento (Tabela 11). A interceptação de 70% de RFA, pode ter sido efetiva em reduzir a temperatura foliar, permitindo a entrada da luz o bastante para manter elevada taxa fotossintética das plantas, ocorrendo o acúmulo da matéria seca total.

Tabela 11. Crescimento inicial: matéria seca aérea, radicial e total de mudas de jequitibá-rosa, aos 180 DAE, obtidos em função da RFA. Colombo/PR. 2001

RFA (%)	Matéria seca aérea (g/planta)	Matéria seca raiz (g/planta)	Matéria seca total (g/planta)
34	0,235 b ¹	0,057 b	0,292 b
44	0,251 ab	0,058 b	0,309 b
64	0,261 ab	0,063 b	0,323 ab
70	0,278 a	0,064 b	0,347 a
100	0,232 b	0,080a	0,311 ab
Luminosidade	10,48**	17,27**	8,65**
CV (%)	4,68	6,93	4,44

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo (P< 0,01)

As plantas de jequitibá-rosa aos 180 dias de idade apresentaram um incremento no acúmulo da matéria seca aérea, no nível de 70% de radiação incidente, decrescendo quando a radiação fotossinteticamente ativa foi de 34 e 100%. Ficou demonstrado que a espécie mostrou-se altamente favorável a luminosidade com relação à produção de matéria seca da parte aérea, enquanto que a matéria seca das raízes aumentou quando a radiação incidente foi de 100%. A menor alocação de matéria seca total na condição de baixa disponibilidade de RFA, pode ser creditado a uma possível tentativa de escape àquela condição. Wardlaw (1990), comenta que nesta situação as folhas responsáveis em atender

a demanda de carbono do ápice caulinar, em posição mais privilegiada da planta, dispensariam proporcionalmente uma maior quantidade de carbono para o caule.

A distribuição da matéria seca para os diferentes órgãos da planta, também variou com o sombreamento. A proporção de matéria seca direcionada para as raízes incrementou com o aumento da radiação incidente. Estes resultados demonstram que as raízes são prejudicadas com a redução da disponibilidade de luz. Resultados semelhantes foram encontrados para algumas espécies estudadas por Ferreira (1977). Uma menor produção de fotoassimilados por parte da fonte encarregada de atender a demanda de carbono nas raízes, normalmente localizada na base do caule é que naturalmente experimenta um sombreamento adicional proporcionado pelas folhas situadas mais na parte superior do caule (WARDLAW, 1990).

De uma maneira geral, a matéria seca das raízes apresentou uma relação linear com o diâmetro do caule dessa espécie, demonstrando uma estreita relação entre estas duas características. Souza (1981), verificou uma relação linear entre o peso da matéria seca das raízes e o diâmetro do caule em plantas de *Cedrella fissilis*. Wardlaw (1990), afirma que o menor diâmetro do caule é devido a uma menor área de superfície pelo quais menores quantidades de metabólicos, chegariam até as raízes.

O crescimento das raízes depende da disponibilidade de hidratos de carbono, do grau de umidade, de porosidade do solo e da luz que influi na disponibilidade de translocação. É freqüente, em estudos do crescimento inicial de espécies arbóreas a obtenção de resultados que demonstram a influência negativa, de forma significativa, do sombreamento no desenvolvimento do sistema radicial (CARVALHO, 1996).

Engel (1989), trabalhando com *Erytrina speciosa*, informou que a matéria seca total de uma planta é um índice muito importante para se estudar o crescimento inicial, por relacionar-se diretamente com a produtividade primária líquida. Logo, o crescimento em altura ou diâmetro quando não acompanhado do aumento do peso seco, pode ser resultado apenas de um maior aumento das células pelo acréscimo da sua turgescência, e não da quantidade da biomassa produzida.

4.4.1.3 Área Foliar e Área Específica Foliar

Os dados da Tabela 12 mostram, que houve interação altamente significativa para a

área foliar e área específica foliar, com relação aos níveis de radiação. A área foliar e área específica foliar do jequitibá-rosa diminuíram com o aumento da radiação incidente.

As plantas do jequitibá-rosa apresentaram maior área foliar sob 34% de radiação incidente e nos demais níveis de RFA os valores da área foliar, sofreu uma queda de aproximadamente 40%. A área foliar sob 34% de RFA, foi acompanhada de uma maior valor de área específica foliar, indicando que o aparelho fotossintético desta espécie sofreu um ajustamento na estrutura foliar devido à baixa disponibilidade de radiação.

Resultados semelhantes foram obtidos para outras espécies como: *Liriodendron tulipifera* (KOLB; STEINER, 1990); *Cabralea canjerana* (CARVALHO, 1996). Os valores obtidos com relação a estas duas variáveis, concordam com os valores encontrados por Daniel et al. (1994), que trabalhando com *Gouplia glabra*, observaram que a diminuição da luminosidade, ocasionou um aumento da área foliar levando a uma maior produção de matéria seca total, formando plantas mais altas com diâmetros de colo e peso dos sistemas radiculares também maiores.

Tabela 12. Crescimento inicial: área foliar e área específica foliar de mudas de jequitibá-rosa, obtidos aos 180 DAE, em função da RFA . Colombo/PR. 2001

RFA (%)	Área foliar (cm ² /planta)	Área esp.foliar (cm ² /g ⁻¹)
34	50,42a ¹	208,43a
44	37,49 b	158,39 b
64	35,26 b	142,42 b
70	31,09 bc	130,59 b
100	21,90 c	120,40 b
Luminosidade	21,66**	23,78**
CV (%)	12,66	9,32

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo (P < 0,01)

Estes resultados demonstram claramente a adaptação das mudas de jequitibá-rosa ao sombreamento, concordando com aqueles encontrados na literatura (ENGEL, 1989), em que as espécies vegetais arbóreas, em geral, respondem diferentemente à luminosidade, no que tange ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea.

Com os dados obtidos, pode-se inferir que a espécie apresentará melhor desempenho na fase juvenil do seu desenvolvimento, se for cultivada sob sombreamento, em sistemas de

enriquecimento de vegetação primária não muito densa, ou em sistema silviculturais nos quais o jequitibá-rosa possa crescer sob sombra de outras espécies até que, naturalmente, os indivíduos alcancem as camadas superiores do dossel, como ocorre na floresta natural.

4.4.2 Jacarandá-da-bahia

4.4.2.1 Altura e Diâmetro

Os dados da Tabela 13, mostram uma interação altamente significativa para as intensidades de luz e o diâmetro do colo das mudas de jacarandá-da-bahia, enquanto que não foi observada diferença significativas na altura, em função dos diversos níveis de luminosidade, aos 180 dias após semeadura.

Tabela 13 Crescimento inicial: altura e diâmetro do colo do jacarandá-da-bahia, em função da intensidade luminosa - RFA. Colombo/PR. 2001

Idade das Plantas (DAE)	RFA (%)	Altura da planta (cm)	Diâmetro colo (mm)
60	34	6,7a ¹	0,51b
	44	6,9a	0,49c
	64	7,2a	0,70a
	70	6,7a	0,69a
	100	5,3b	0,70a
90	34	7,9a	0,45d
	44	8,5a	0,58c
	64	8,6a	0,79b
	70	7,4b	0,86a
	100	6,6c	0,78b
120	34	8,8a	0,50c
	44	9,2a	0,67b
	64	9,1a	0,85a
	70	8,1b	0,89a
	100	7,3bc	0,84a
150	34	9,3a	0,56c
	44	10,2a	0,71bc
	64	9,9a	0,89b
	70	9,0b	0,95a
	100	8,2bc	0,96a
180	34	10,60a	0,62c
	44	11,30a	0,78bc
	64	10,80a	0,92ab
	70	10,90a	1,01a
	100	9,8a	1,08a

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si (Tukey, a 1%).

O crescimento em diâmetro do colo, de jacarandá-da-bahia, aumentou com o acréscimo da luminosidade (70 e 100%), indicando que as mudas possuem tolerância a altas intensidades de luz. Segundo Kozlowski et al. (1991), o crescimento em diâmetro guarda uma relação mais direta com a fotossíntese líquida, do que o crescimento em altura, o qual depende mais dos carboidratos acumulados e de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e respiração.

Pela classificação proposta por Budowski (1965), o jacarandá-da-bahia, seria uma espécie secundária inicial, porque os valores de altura e diâmetro, apresentam uma relação positiva com os valores obtidos para matéria seca das raízes e total, quando cultivadas sob 64 e 70% de sombreamento. Este fato explica, porque o jacarandá-da-bahia, ocorre em vários ecossistemas, além do seu habitat natural que é a Floresta Altântica, explicando sua grande plasticidade fenotípica de se adaptar em diversos ambientes.

4.4.2.2 Matéria seca aérea, radicial e total

As plantas do jacarandá-da-bahia, apresentaram um incremento do acúmulo de matéria seca total em função do aumento da radiação incidente (Tabela 14). Esse padrão de comportamento foi idêntico, para a matéria seca das raízes. Sabe-se efetivamente que, quanto mais baixa a radiação, menor será o crescimento do sistema radicial (SPURR; BARNES, 1980).

Tabela 14 Crescimento: matéria seca aérea, radicial, total de mudas de jacarandá-da-bahia obtidas aos 180 dias, em função da RFA. Colombo/PR, 2001.

RFA (%)	Matéria seca aérea (g/planta)	Matéria seca raiz (g/planta)	Matéria seca total (g/planta)
34	13.93 c ¹	5.125 b	19.06 b
44	16.06 c	5.173 b	21.97 b
64	27.62a	8.710a	36.33a
70	23.84ab	9.548a	33.40a
100	19.06 bc	10.990a	30.05a
Luminosidade	30.06**	27.91**	38.66**
CV (%)	10.19	12.68	8.46

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo (P < 0,01); n s - não significativo

Os maiores acúmulos de matéria seca da parte aérea ocorreram nos níveis de sombreamento de 64%, enquanto que os maiores valores de matéria seca da raiz foram obtidos sob intensidades luminosas de 64, 70 e 100%.

Para a produção de matéria seca total, houve uma superioridade das mudas que cresceram sob as maiores intensidades luminosas (64,70 e 100%). O jacarandá-da-bahia revelou um comportamento típico de espécie heliófila nessa fase inicial do desenvolvimento da planta.

Na radiação fotossinteticamente ativa (RFA) mais alta, observou-se nas plantas do jacarandá-da-bahia, um aumento da matéria seca total disponível para o crescimento desses órgãos em relação às plantas crescidas sob intensidades menores de RFA. Comportamento semelhante foi observado em *Piper hispidum* (SANCHEZ-CORONADO et al. 1990), e em *C. antisiphilitica* (NAVES, 1993)

4.4.2.3 Área Foliar e Área Específica Foliar

Os valores da área foliar (Tabela 15), apresentaram uma correlação altamente significativa entre os níveis de intensidades luminosas.

Tabela 15 Crescimento inicial: área foliar e área específica foliar de mudas de jacarandá-da-bahia obtidas aos 180 dias, em função da RFA. Colombo/PR, 2001.

RFA (%)	Área foliar (cm ² /planta)	Área espec. foliar (cm ² /g ⁻¹)
34	45.64ab ¹	173.1a
44	36.24 c	136.6abc
64	47.96a	149.2ab
70	39.20 bc	120.8 bc
100	14.81 d	101.8 c
Luminosidade	102.32**	13.58**
CV (%)	7.07	10.81

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo (P < 0,01); n s - não significativo

Sob intensidade luminosa de 44% houve uma redução significativa da área foliar, para depois haver um acréscimo sob 64% da RFA e depois novamente decrescer significativamente, com o aumento da radiação fotossinteticamente ativa (70 e 100%). Estes

resultados discordam com os encontrados por Naves (1993), que trabalhando com *Sesbania sesban*, observou uma maior área foliar, quando as mudas foram submetidas a 100% da RFA. Segundo Dale (1988), a área foliar das espécies tolerantes ao sombreamento tendem a ser aumentada em condições de baixa disponibilidade de luz. A expansão foliar está intimamente ligada à fotossíntese e a disponibilidade de carbono proveniente da própria folha.

Em geral o incremento da área foliar com o sombreamento é uma das maneiras da planta aumentar sua eficiência fotossintética, assegurando um aproveitamento mais eficiente nas baixas intensidades luminosas e, conseqüentemente, compensar as baixas taxas de fotossíntese por unidade de área foliar (BENINCASA, 1988).

Os dados mostram que a área específica foliar aumentou, com a redução da RFA (34%) e que não houve uma interação entre as intensidades de luz. Analisando os dados dessas duas variáveis, observa-se que o jacarandá-da-bahia apresenta plasticidade do seu aparelho fotossintético, possibilitando que este se adapte bem a uma faixa ampla de disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa.

Analisando os dados de crescimento inicial, pode-se observar que houve uma interação altamente significativa da área foliar com a altura, diâmetro, matéria seca total, matéria seca aérea e radicial, quando as mudas se desenvolveram sob RFA de 64%.

4.5 CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA

4.5.1 Jequitibá-rosa

As determinações quantitativas de clorofila por unidade de peso fresco (Tabela 16) revelam que, os maiores níveis de sombreamento provocaram um aumento na concentração de clorofila *a*, *b* e total nas mudas de jequitibá-rosa. A interação entre intensidades luminosas e clorofilas foi altamente significativa, exceto os valores encontrados para a relação clorofila *a/b* que não foram significativos.

Foram encontradas interações significativas entre os teores de clorofila a, b e total, com a altura, área foliar e área específica foliar, para as mudas do jequitibá-rosa.

Tabela 16 Teor de clorofila a, b, total e relação clorofila a/b das mudas de jequitibá-rosa obtidas aos 180 DAE em função da RFA (concentração em $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$). Colombo/PR. 2001

RFA (%)	Clorofila <u>a</u>	Clorofila <u>b</u>	Clorofila Total (a+b)	Relação clorofila a/b
34	0,902a ¹	0,686a	1,589a	1,317 a
44	0,838a	0,649 ab	1,488a	1,293 a
64	0,598 b	0,549 bc	1,148 b	1,089 a
70	0,576 b	0,450 c	1,025 b	1,284 a
100	0,506 b	0,420 c	0,936 b	1,184 a
Luminosidade	18,88*	28,58*	28,93*	2,74 n s
CV (%)	11,75	7,81	8,64	9,30

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo ($P < 0,01$); n s - não significativo

Observa-se que, quanto menor a radiação incidente (34%), mais alto é o teor de clorofila nas folhas do jequitibá-rosa. Kramer e Kozlowisk (1979), afirmaram que folhas de sombra apresentam uma maior concentração de clorofilas do que as folhas de sol. De um modo geral, o aumento da concentração de clorofila aumenta a capacidade de absorção de luz de comprimento de onda diferente dos picos da fotossíntese, tal como a luz na faixa verde, presente em grande quantidade no interior das florestas.

As intensidades luminosas de 34 e 44% foram suficientes para aumentar a concentração da clorofila b, sem, contudo alterar a clorofila a. Estes resultados concordam com os encontrados por Carvalho (1996), que observou maior concentração de clorofila a e b nos níveis mais altos de sombreamento para a *Cabralea canjarana* e *Centrolobium robustum*. Os dados contradizem os do Engel (1989) que afirma, ser a clorofila a altamente sensível à redução da intensidade luminosa.

Os dados da clorofila total mostram valores menores quando cultivadas com maiores intensidades luminosas, podendo afirmar que o jequitibá-rosa é uma espécie que pode ser cultivada sob condições de sombra, muito embora o acúmulo de matéria seca total tenha sido observado com maiores intensidades de luz.

4.5.2 Jacarandá-da-bahia

Em todos os tratamentos, os teores de clorofila b foram menores que o da clorofila a. Na Tabela 17, observa-se que os valores da clorofila a e a clorofila total, não mostraram diferenças significativas, ou seja, não apresentaram qualquer modificação com o aumento ou diminuição da RFA.

Os valores de clorofila b apresentaram diferenças significativas em função da luminosidade. De acordo com Yoder e Daley (1990), provavelmente este fato ocorre porque a clorofila a está presente nos dois tipos de complexo clorofila-proteína, que variam diferentemente da ação da luz, enquanto que a clorofila b tem uma resposta mais definida.

Tabela 17 Teores de clorofila a, b, total e relação clorofila a/b das mudas de jacarandá-da-bahia obtidas aos 180 DAE, em função da RFA (concentração em $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$). Colombo/PR. 2001

RFA (%)	Clorofila <u>a</u>	Clorofila <u>b</u>	Clorofila Total (a+b)	Relação clorofila a/b
34	0.6800a	0.6310a ¹	1.318a	1.092 b
44	0.6495a	0.5642ab	1.214a	1.144ab
64	0.5605a	0.4798ab	1.040a	1.177ab
70	0.5270a	0.4263ab	0.953a	1.249ab
100	0.4990a	0.3790 b	0.872a	1.345a
Luminosidade	2.61 ns	6.11**	4.52 ns	5.66**
CV (%)	16.63	16.65	16.03	6.88

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% do teste de Tukey

** - altamente significativo ($P < 0,01$); n s - não significativo

5 CONCLUSÕES

A morfologia interna e externa das sementes, plântulas e mudas permite fazer identificações imediatas e seguras; as características das sementes podem facilitar o conhecimento da propagação das espécies e permite sua identificação em várias fases do seu desenvolvimento. O conhecimento da morfologia permite incluir nos herbários, as exsicatas com as diversas fase de desenvolvimento das plantas do jequitibá-rosa e jacarandá-da-bahia, fornecendo informações sobre seu desenvolvimento inicial.

As temperaturas de 30 e 20-30° C, juntamente com os substratos vermiculita e solo de floresta são mais adequados para a germinação de sementes de jequitibá-rosa e jacarandá-da-bahia, em condições de laboratório. No viveiro, à temperatura ambiente, o maior percentual de germinação e vigor (IVG), ocorreu quando se utilizou o substrato solo floresta.

Os maiores percentuais de germinação e índice vigor (IVG), ocorreram quando as sementes foram submetidas à intensidade de luz vermelha, para o jacarandá-da-bahia, indicando que esta espécie não necessita de luminosidade intensa para germinarem, enquanto que as sementes do jequitibá-rosa, germinam melhor e mais rapidamente sob luz branca.

As mudas do jequitibá-rosa apresentaram as maiores alturas sob condições de sombreamento, enquanto que para as mudas do jacarandá-da -bahia, a intensidade de luz não interferiu no crescimento em altura.

Os maiores valores de razão de área específica foliar e área foliar, ocorreram quando as mudas foram cultivadas nas menores intensidades de luz (34%), para o jequitibá-rosa e 64% de luminosidade para o jacarandá-da-bahia;

Para as duas espécies, os valores de matéria seca total, aumentaram à medida que aumentou a radiação incidente - RFA.

As mudas de jequitibá-rosa cultivadas sob baixa radiação incidente, obtiveram as maiores concentrações de clorofila a e b, enquanto que para o jacarandá-da-bahia, não ocorreram diferenças significativas na concentração de clorofila a e total.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivando a continuidade do estudo do crescimento inicial dessas espécies, são recomendadas algumas ações de pesquisa:

- Estabelecer métodos para quantificar o estabelecimento dessas espécies na floresta, ou seja, quantificar o número de sementes no banco de sementes e plântulas, como também verificar o estabelecimento das plântulas na floresta.
- As sementes do jequitibá-rosa quando germinam tardiamente, apresentam uma quebra do hipocótilo, não completando o geotropismo negativo. Seria interessante estudar este aspecto, que provavelmente, pode estar relacionado com a raridade e/ou extinção desta espécie na floresta.
- As sementes do jacarandá-da-bahia são recalcitrantes perdendo sua viabilidade muito rapidamente. Estudar qual a época de maturação, onde ocorra o maior percentual de sementes germinadas, pois qualquer período de armazenamento diminui o percentual de germinação e vigor desta espécie.
- Verificar o por que das mudas do jequitibá-rosa serem tão vigorosas quando cultivadas no solo floresta. Pode ter alguma relação com as micorrizas do solo.
- O jacarandá-da-bahia não se adaptou tão bem ao solo da floresta. Provavelmente este tipo de solo, não tenha o *Rizhobium* compatível com esta espécie.

7 BIBLIOGRAFIA CITADA

AGUIAR, F.F.A.; BARBOSA, J. M. Estudo da conservação e longevidade de sementes de Pau Brasil (*Caesalpinia echinata* Lan). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.10, p. 145-150, 1985.

AGYEMAN, V.K; SWAINE, M.D; THOMPSON, J. Response of tropical forest seedlings to irradiance and the derivation of a light response index. **Journal of Ecology**. v.87. p. 815-827. 1999.

ALBRECHT, J. M. F; ROSADO, J.S. **Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre a produção de mudas de gonçaleiro (*Astronium fraxinifolium*)**. Cuiabá: Departamento de Engenharia Florestal, 1986. 46p.

ALENCAR, J.C.; ARAÚJO,V.C. Comportamento de espécies florestais amazônicas a luminosidade. **Acta Amazônica**, Manaus, v.10, n.3, p:435-444, 1980.

AMARAL, W.A.N, do; KAGEYAMA, P.Y. Ecofisiologia da germinação e estabelecimento de plântulas de *Citharexylum myrianthum* Cham. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: SBS/SBEF, 1993, v.2, p. 419- 421.

AMO, S.R. del. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primarias. In: GOMES-POMPA, A; AMO, S.R. del. **Investigations sobre la regeneracion de selvas altas en Veracruz**. Mexico. Editora Alhambra Mexicana. V II, p. 79-92, 1985.

ANDERSON, M.C. Light relations of terrestrial plant communities and their measurement. **Biological Reviews**, v.39, p.425-486, 1964.

ANDRADE, F.H. **Ecologia Florestal**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1978. 230p.

BARBOSA, J.M. BARBOSA, L.M.; SILVA, T.S.; FERREIRA, D.T.L. Influência de substrato e temperaturas na germinação de sementes de duas frutíferas silvestres. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n.2, p.66-73, 1990.

BARBOSA, J.M.; BARBOSA, L.M.; MECCA PINTO, M. Influência do substrato, da temperatura e do armazenamento, sobre a germinação de sementes de quatro espécies nativas. **Ecosistema**, v. 10, p. 23-27, 1985.

BARNES, J.D.; BALUGUER, L.; MANRIQUE, E. ELVIRA, S.; DAVISON, A. W. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. **Environmental and Experimental Botany**. Elmsford, v.32, n.2, p.85-100, 1992.

BARROSO, G.M. **Curso sobre identificação de sementes**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas/CETREISUL, 1978. 36p.

BAWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation of germination**. New York, Springer-Verlag, 1985, v. 2. 306p.

BAZZAZ, F. A.; PICHETTI, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: A comparative serie. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.11, p. 287-310, 1980.

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

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41p.

BORDEAU, P. F. Relation between growth and unit rate of photosynthesis. **In: NORTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE**, 5, Orono. 1957, p. 58-62.

BORGES, E.E.L; REGAZI, A.J.; BORGES, R.C.G.; CANDICO, J.F. Efeitos da temperatura e da umidade na germinação de sementes de bálsamo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.2, p: 33-37, 1980.

BORGES, E.E.L; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B, de; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. cap. 3, p. 83 -135.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília. Coordenação de Laboratório Vegetal - CLAV. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 1992. 365p.

BRAVATO, M. Estudio morfologico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. **Acta Botanica Venezuéllica**, v.9, n. 1-4. p. 317-361, 1974.

BUDOWSKI, G. Distribution on tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, Turrialba, v.15, n.1, p.40-42, 1965.

BUDOWSKI, G. Forest sucession in tropical forest. **Ecology**, Durhan, v.66, p.682-687, 1985.

CARVALHO, N.M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 429p.

CARVALHO, P. E. R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) MART. Subsp. *Canjerana*, *Calophyllum brasiliense* CAMB. e *Centrolobium robustum* (Vell) MART. EX Benth., na fase juvenil**. Curitiba, UFPR, 1996. 157p. Tese Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília, Embrapa Produção de Informação. 1994, 640p.

CAVALLARI, D.A.N; WETZEL, M.M.V da S; BATISTA, L..A.R. Substrato e temperatura na germinação de sementes de *Gmelina arborea* Roxb. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1, p. 89-92, 1992.

CHAPPELLE, E. W.; KIM, M.S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and carotenoids in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 39, p. 239- 247, 1992.

CHING, T.M. Biochemical aspects of seed vigor. **Seed Science and Technology**, New Delhy, v.1, p.73-78, 1973.

CONCEIÇÃO, P. N. Alguns aspectos ecofisiológicos de floresta tropical úmida de terra firme. **Acta Amazônica**, Manaus, v.7.n.2, p: 151-178, 1977.

COPELAND, L. D. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis, Burgess Publishing Company, 1976. 369p.

DALE, J.E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**. California, v.39, p. 267 – 295, 1988.

DANIEL, O; OHASHI, S.T.; SANTOS, R.A, dos. Produção de mudas de *Goupia glabra* (Cupiúba): Efeito de níveis de sombreamento e tamanho das embalagens. **Revista Árvore.**, Viçosa, v. 18, n.1, p. 1-13, 1994.

DAVIES, W.J.; PEREIRA, J.S. Seedling growth and water use efficiency. **In: Crop Photosynthesis: Spatial and Temporal Determinants**. Eds. N. R. Baker and Thomas. Elsevier Science Publishers. The Netherlands. p. 213-233. 1992.

DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. **Biotropica**. Washington, v.12, p. 47-55, 1980.

DENSLOW, J.S.; GOMEZ DIAZ, A.E. Seed rain to tree fall gaps in a neotropical rain forest. **Canadian Journal of Forest Reserach**. v.20; p. 642-648, 1990.

DOLEY, D. Photosynthetic productivity of forest canopies in relation to solar radiation and nitrogen cycling. **Australian Forest Research**, Melbourne, v.12, n.4, p. 245-261, 1982.

DOWNS, R. J.; HELLMERS, H. **Environment and the control of plant growth**. Academic Press. London. 1975. 238p.

DUNGEY, N. O.; PINFIELD, N. J. The effect of temperature on the supply of oxygen to embryos of intact *Acer pseudoplatanus* L. seeds. **Journal Express Botany**, New York, v.8, p. 983-998. 1980.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Piracicaba, 1989, 202p. Tese de Mestrado- ESALQ/ Universidade de São Paulo.

ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1986. 293p.

EVANS, G.C. **The quantitative analysis of plant growth**. Berkeley, University of California Press. Studies in Ecology, I. 743p. 1972.

EVANS, L.T. The effects of light on growth, development and yield. In: **SLATYER, R.O. Plant response to climatic factors**, Paris, UNESCO, 1973, p. 21-35.

FAHN, A. The seed. In: **Plant anatomy**. New York, Pergamon Press, 1982. p. 479-496.

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

FELIPE, G.M.; SILVA, J.C.S. Estudos de germinação em espécies de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.7, n.2, p: 157-163, 1984.

FERRAZ GRANDE, F.G.A.; TAKAKI, M. Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). **Brasilian Archives of Biology and Tecnology**. Accepted for publication, 2000. 4p. 2000. No prelo.

FERREIRA, M.G.M. **Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas**. Viçosa, 1977. 41p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

FERRI, M.G. **Botânica: morfologia externa das plantas - organografia**. São Paulo: Melhoramentos, 1977. 149p.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E. de C; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, cap. 4, p. 137-174. 1993.

FINGER, Z. **Estudo sobre a identificação dendrológica da regeneração natural de algumas espécies da microrregião de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, UFV. Imp. Univ., 1977. 92p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa.

GALVÃO, F. **Contribuição para a autoecologia de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, (timbaúva)**. Curitiba, 1979. 88p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná.

GALVÃO, F. **Variação sazonal da fotossíntese líquida e respiração de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Ilex paraguariensis* St. Hil. e *Podocarpus lambertii* Kl. em função da intensidade luminosa e da temperatura**. Curitiba, 1986.116p. Tese Doutorado - Universidade Federal do Paraná.

GANDARA, F.B. Variação genética em uma espécie arbórea rara na Floresta Atlântica visando estratégias de conservação. III ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IB/UNICAMP. Campinas. **Anais...**1993.

GARCIA, A. R. **Estudos de fatores do ambiente na germinação de frutos polimórficos de *Bidens pilosa* L.** Viçosa, 1987, 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa.

GOLDMAN, G. H.; GOLDMAN, M.H.S.; AGUIAR, J.P.L. Estudos sobre a germinação de sementes de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) I. Composição química e curva de embebição das sementes, germinação em diferentes substratos. **Acta Amazonica**. v. único, p. 383-392. 1987.

GOUDRIAAN, J.; VANLAAR, H.H. **Modelling potencial crop growth processes**. Ed. Kluwer Academic Publication Dordrecht. 156p. 1994.

GOULET, F.; BELLEFLEUR, P. Leaf morphology plasticity in response to light environment in deciduous tree species and its implication on forest succession. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.16, n.6, p.1192-1195, 1986.

GRAÇA, M. E. C. **Influence of light intensity on growth, nodulation and nitrogen fixation of selected woody actinorhizal species**. Purdue.(Doctor of Phisiology Thesis – Purdue University),109p.1983.

GRIME, J. P. **Estratégias de adaptación de las plantas que controlam la vegetación**. México: Limasa, 1982. 291p.

GRONINGER, J.W.; SEILER, J.R.;PETERSON, J. A.; KREH, R. E. Growth and photosyntetic responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, v.16, p. 773-778, 1996.

GROTH, D. Morfologia de sementes, frutos e plantas invasoras em algumas culturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.5, n.3. p: 151-182, 1983.

GUNN, C. R. Seed collecting and identification. In: **KOZLOWSKI, T.T. Seed biology**. New York, Academic Press, 1972. p. 55-143.

HARRINGTON, G. N.; FRIEDEL, M.H.; HODGKINSON, K. C.; NOBIE, J.C. **Vegetation ecology and management**. In: Howes, K.M.W., (ed) Management of Australia's Rangelands. Perth: CSIRO, v. 4, p. 41-61. 1984.

HARRITT, M.M; JESUS, M.R. de. **Ecology of four hardwood species of the atlantic forest of Brazil**. Raleigh: North Carolina State University/Linhares:Reserva Florestal da CVRD, 1987.29p.

HUMPHREYS, M.O. Genetic control of physiological response - a necessary relationship. *Funct. Ecology*. v.5, p. 213-221, 1991.

INOUE, M. T. Bases ecofisiológicas para a silvicultura de espécies nativas. In: **INOUE, M.T.; REICHMANN NETO, F; CARVALHO, P.E.R.; TORRES, M.A.V. A silvicultura de espécies nativas**. Curitiba, FUPEF, 1983. p.1-8.

INOUE, M.T. A auto-ecologia do genero *Cedrela*: efeitos da fisiologia do crescimento no estágio juvenil em função da intensidade luminosa. **Revista Floresta**. Curitiba. v.2, n.3. p: 58-61. 1977.

INOUE, M.T. Photosynthesis and transpiration in *Cedrella fissillis* Vell., seedlings in relation to light intensity and temperature. **Turrialba**, San Jose, v.30.n.3, p.280-283, 1980.

JACOBS, M. **The tropical rain forest** - a fir's encounter. Berlin. Springer – Verlag, 1988. 295p.

JESUS, R.M. de; LOGISTER, F.; MENANDRO, M. S. Efeito da luminosidade e do substrato na produção de mudas de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. (Louro). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6. 1988. Nova Prata. **Anais**. Nova Prata: Prefeitura Municipal/Meridional, 1988. v.1, p. 459-469.

JESUS, R.M.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais da Floresta Rio Doce S.A.: uma discussão dos resultados obtidos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, **Anais...**, São Paulo, Instituto Florestal de São Paulo, p.59-86, 1991.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. E. F.; MARQUEZ, C. M. Efeito da temperatura na germinação de sementes de pau-rei (*Sterculia stricta*). **Revista Silvicultura**, São Paulo, v.2, n.14, p. 339-342, 1978.

KAGEYAMA, P. Y; BIELLA, L. C. PALERMO, A. Silvicultura de espécies nativas. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatório. IN: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão. 1990, 319 p.

KAGEYAMA, P. Y; CASTRO, C.E.F. **Sucessão secundária estrutura e plantações de espécies arbóreas nativas**. IPEF, Piracicaba, v.2, n.14, p.40-41, 1989.

KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, **Anais...**, São Paulo, Instituto Florestal de São Paulo, p.197-215. 1991.

KENNEDY, D.N.; SWAINE, M.D. **Germination and growth of colonizing species in artificial gaps of different sizes in dipterocarp rain forest**. Philosophical Transactions Royal Society of London series B, n.335, p. 357-368, 1992.

KOLB, T.E.; STEINER, K. C. Growth and Biomass Partitioning of northern oak and yellow-poplar seedlings: effects of shading and grass root competition. **Forest Science**. Washington, v. 36, n. 1, p. 34-44, 1990.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657p.

KOZLOWSKI, T.T. **Tree Growth**. Ed. The Ronald Press Company. New York, p. 149-170.1962.

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.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Physiology of wood plants**. New York, Academic Press, 1979, 811p.

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1983. 232p.(Dissertação Mestrado em Ciências Florestais).

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 24p. (Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

LANG, A. Effects of some internal and external conditions and seed germination. **Encyclopedia of Plant Physiology**. Berlim, 1961. p. 848-893.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: Ed. RiMa Artes e Textos. São Carlos, São Paulo. 2000. 531p.

LAWRENCE, G.H.M. **Taxonomia de plantas vasculares**. Lisboa, Fund. Calouste Gulbenkian, 1977. 854p.

LIEBERMAN, D. Demography of tropical seedlings: a review. In: SWAINE, M. D. (ed), **Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings**. UNESCO/Parthenon, Paris/Carnforth, p. 131-139. 1996.

LINDER,S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and ecophysiological investigations. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.32. p. 154-156,1974.

LOACH, K. Shade tolerance in tree seedlings. Leaf photosynthesis and respiration in plants raised under artificial shade. **New Phytologist**, Cambridge, n. 66, p. 607-621, 1967.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

MADSEN, P. Growth and survival of *Fagus sylvatica* seedlings in relation to light intensity and soil water content. **Scand. Journal Forest Research**, v. 9, p.316 –322. 1994.

MANIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. IPT, Divisão de Madeiras. 2.ed. São Paulo, 1989. 418p.

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

MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneracion natural de las selvas perenifolias. In: GOMES-POMPA, A ; DEL AMO, R.S. **Investigations sobre la regeneracion de selvas altas**. Veracruz – México. II. México: Alhambra Mexicana, 1985.p. 191-140.

MARTINEZ-RAMOS, M.; ALVAREZ-BUYLLA, E.; SARUKHAN, J. Tree demography and gap dynamics us a tropical rain forest. **Ecology**, Durhan, v.70.n. 3, p. 555-558, 1979.

MEBRAHTU, T; HANOVER, J.W. Leaf age effects on photosynthesis and stomatal conductance of black locust seedlings. **Photosynthetica**, Prague, v.25, n.4, p. 537-544,1991.

MELO, H. do A. Florestas naturais e plantadas. Industrias florestais. In: Seminário sobre Planejamento do Desenvolvimento Florestal e do Uso da Terra. **Anais...** Brasília. Ministério da Agricultura. COPLAN. v.2, p: 56- 65. 1978.

MIRANDA, P.R. M. de; FERRAZ, I.D.K. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C.Berg. **Revista Brasileira de Botânica.**, São Paulo, v. 22, n. 2(suplemento), p. 303 – 307. 1999.

MORGAN, P.; NEVENSCHWANDER, L. F. Seed bank contributions to regeneration of shrub species after clear-cutting and burning. **Canadian Journal of Botany.** Ottawa, v. 66, n. 1, p.169-72, 1988.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: **Teste de vigor em semente.** Eds. VIEIRA, R.D.e CARVALHO, N.M. FUNEP. Jaboticabal, p. 44-85. 1994.

NAVES, V. L. **Crescimento, distribuição de matéria seca, concentração de clorofilas e comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas a diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa.** Lavras, 1993.76p. Dissertação Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

NAVES, V. L.; ALVARENGA, A. A.de.; DAVIDE, L.E.M. de. Efeito da luminosidade sobre o desenvolvimento e composição química de duas espécies florestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA (2.: 1990: Viçosa). **Resumos.** Viçosa: Universidade federal de Viçosa, 1990. p.30.

NOGUEIRA NETO, P; CARVALHO, J. C de M. A programme of ecological stations for Brazil. **Environmental Conservation**, v.6, n.2. p.95-104. 1979.

OLIVEIRA, E.C; PEREIRA, T.S. Myrtaceae: morfologia da germinação de algumas espécies. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 2, Porto Alegre, 1984. **Anais...**Porto Alegre: SBB, 1984. v.2, p. 501-520.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programa de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v.1, n.1, p.113-117, 1994.

PALTA, J.P. Leaf Chlorophyll Content. **Remote Sensing Reviews**. Langhorne, v.5,n.1. p. 207-213.1990.

PAOLI, A.A.S.; FREITAS, L.; BARBOSA, J.M. Caracterização morfológica dos frutos, sementes e plântulas de *Croton floribundus* Spreng. e de *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.9, n.1, p.73-81, 1987.

PIMENTEL GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. ESALQ/USP. Piracicaba, 186p. 1982.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Germinação de sementes de *Tabebuia cassinoides* (Lam) DC. sob diferentes condições de luz. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.3, n.3. p. 118. 1990.

PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; COSTA, L.S.; REIS, A. Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. **Anais...** Campos do Jordão, 1990. V.3. p. 672-690.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, B. de A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLA, M.B. **Sementes Florestais Tropicais**. ABRATES, Brasília - DF, 1993, p. 47-81.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLA, M. B. Grupos ecológicos e sugestões de prioridade de pesquisa em tecnologia de sementes florestais. **Informativo ABRATES**, v.1, n.2, p. 71-72, 1991.

PINHEIRO, A. L. **Estudos de características dendrológicas, anatômicas e taxonômicas de Meliaceae na microrregião de Viçosa-MG**. Viçosa, UFV, 1986. 192 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

PINTO, A. M.; VARELA, V. P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro-pirarucu (*Licaria canella* Meissn.). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., Curitiba, **Anais...** Curitiba. v. 2. p. 762. 1993.

POGGIANI, F; BRUNI, S; BARBOSA, E.S.Q. efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS (2.: 1992: São Paulo). **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1992.p.564-569.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de Sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

POPINIGIS, F.; SANTOS, D. S. B. **Fisiologia da semente**. Brasília: MEC/ABEAS, 1990. 104p. (Curso de especialização por tutoria a distância).

PORRA, R.J; THOMPSON, W.A ; KRIDEMANN, P.E. Determination of accurate extinction coefficients an simultaneous equations for assaying a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophylls standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimic et Biophysica Acta**, Amsterdam,v. 975, p. 384-394, 1989.

PUTZ, F.E.; BROKAW, N.V.L. Sprouting of broken trees in Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**. v.70, p. 508-512, 1989.

QUEIROZ, M.H.; FIAMONCINI, D.I. Dormência em sementes de *Rapanea ferrugínea* e *Rapena umbellata*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS (2.: 1989: Atibaia). **Anais**..Atibaia: Instituto Florestal, 1989, p.15.

REIS, A; FANTINI; A.C; REIS, M. S. GUERRA, M. P.; DOEBELI, G. Aspectos sobre a conservação da biodiversidade e o manejo da floresta tropical atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, p. 169-173. 1992.

REIS, G. G. dos. Crescimento e ponto de compensação lumínico em mudas de espécie florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n.2, p.103-111, 1991.

RIZZINI, C. T. Experimental studies on seedlings development of cerrado wood plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 52, n.3. p. 314-350, 1965.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de Dendrologia Brasileira**. São Paulo, Edgard Blucher/Editora da Universidade de São Paulo, 1971. 249p.

RODERJAN, C.V. **Morfologia de estágio juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta de Araucária**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1983. 148p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná.

RONEN, R; GALUN, M. Pigment extraction from lichens with dimethyl sulfoxide (DMSO) and estimation of chlorophyll degradation. **Environmental and Experimental Botany**, v.24. n.3, p. 239-245, 1984.

SACCO, J.E. **Conceituação e terminologia relacionada à dormência de sementes**. Pelotas. Universidade Federal de Pelotas, 1974. 20p.

SAGERS, C.L. Persistence in a tropical understorey: clonal growth in *Psychotria horizontalis*. In: SWAINE, M.D. (ed). **Ecology of Tropical Forest Seedlings**. UNESCO/Parthenon, Paris/Camfoth, v. 17, p.163 -172. 1996.

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

SANCHES-CORONADO, M.E.; RINCON, E; VASQUEZ-YANES, C. Growth responses of three contrasting Piper species growing under different light conditions. **Canadian Journal of Botany**, v. 68, p. 1182 - 1186, 1990.

SCALON, S. de P. Q; ALVARENGA, A. A. de. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de Pau-pereira (*Platycomus regnelli* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.3, p.265-270, 1993.

SCALON, S. de P. Q. **Estudo da germinação de sementes e produção de mudas de pau-pereira (*Platycomus regnelli* Benth.)**. Lavras, 1991, 62p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

SCHUPP, F. W; HOME, H. F; AUGSPURGER, C.K.; LEVEY, D. J. Arrival and survival in tropical treefall gaps. **Ecology**, Durham, v.70, n.3, p.562-564, 1989.

SHAINÉ, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetation**, The Hague, v.75, p.81-86, 1988.

SILVA, L.M.M.; MATOS, V.P.; PEREIRA, D. D.; LIMA, A. A . Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Duck (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tu. (madeira-nova-do-brejo) - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n.2, p. 154-159, 1995.

SOUZA, L. J. B. de. **Fotomorfose e crescimento de *Cedrella fissilis* Vell. no viveiro e no plantio de enriquecimento em linhas**. Curitiba, 1981. 117p. Dissertação Mestrado - Universidade Federal do Paraná.

SPURR, H.S; BARNES, B.V. **Forest ecology**. 3. ed. New York: J. Willey, 1980. 687p.

STERN, W.T. **Botanical Latin. History, Grammar, Syntax, Terminology and Vocabulary**. Ed. Hafner Publishing Company, New York. 566p. 1992.

STURION, J.A ; IEDE, E. T. Influência da profundidade de semeadura, cobertura de canteiro e sombreamento na formação de mudas de *Ocotea porosa* (Ness) Liberato Barroso (Imbuia). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4.; 1982: Belo Horizonte. **Anais...**São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura., 1983. P. 513-516. (Silvicultura, v.8, n.28, 1983).

TOGNETTI, R; MICHELOZZI, M; BORGHETTI, M. Response to light of shade-grown beech seedlings subjected to different watering regimes. **Tree Physiology**. v.14. p. 751-758. 1994.

TOLEDO, F. F; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes- tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.

TURNBULL, H. The effect of light quantity and quality during development on the photosynthetic characteristics of six Australian rainforest trees species. **Oecologia**, v.87. p: 110-117. 1991.

VANDER-PIJL, L. **Principles of seed dispersal in higher plants**. Berlim: Springer Verlag, 1972. 162 p.

VARELA, V.P.; SANTOS, J. Influência do sombreamento na produção de mudas de Angelim-pedra *Dinizia excelsa* Ducke. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL O DESAFIO DAS FLORESTAS NEOTROPICAIS (1991: Curitiba). **O desafio das florestas neotropicais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1991, p: 372 (Resumo).

VIDAL, V.N.; VIDAL, M.R.R. **Botânica - organografia**. Viçosa: UFV, 1995.114p.

WARDLAW, I. F. The control of carbon partitioning in plants. **New Phytologist**, v. 116, p. 341-181. 1990.

WELANDER, N.T.; OTTOSSON, B. Influence of photosynthetic photon flux on growth and transpiration in seedlings of *Fagus sylvatica*. **Tree Physiology**, v.17, p.133-140. 1997.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EDUSP, 1982. 101p. (Temas de Biologia, 30).

WHITMORE, T.C. Secondary succession from seed in tropical rain forest. **Forestry Abstracts**, Oxford, v. 44, n.12, p. 767-779, 1983.

WILSON, R. G; McCARTY, M.K. Germination seedling and rosette development of flodman thistle (*Arsium flodmanii*). **Weed Science**, New York, v.32. n.6. p. 768-773, 1984.

YODER, B.J.; DALEY, L. S. Development of a visible spectroscopic method for determining chlorophyll a and b in vivo in leaf samples. **Spectroscopy Amsterdam**, v.5, n.8, p.44-50. 1990.

ANEXOS

ANEXO 1. Dados climatológicos de superfície da Estação Meteorológica da Embrapa Florestas. Média da temperatura, umidade relativa do ar e precipitação. Colombo/PR. Período: 2000/2001.

ANO/MESES	TEMPERATURA (°C)		UMIDADE DO AR (%)	PRECIPITAÇÃO (MM)
	Máxima	Mínima		
2000	XX	XX	XX	XX
Julho	25.6	9.1	82	33.2
Agosto	28.2	9.8	61	38.0
Setembro	24.4	9.6	77	41.8
Outubro	27.6	12.8	64	30.0
Novembro	33.1	15.4	75	20.8
Dezembro	28.1	15.1	80	38.0
2001	XX	XX	XX	XX
Janeiro	34.8	20.4	87	100.2
Fevereiro	32.1	18.8	64	38.8