

Universidade Estadual de Campinas  
Instituto de Biologia



**ESPÉCIES DE LIANAS DA RESERVA MUNICIPAL DE  
SANTA GENEBRA, CAMPINAS-SP.: LONGEVIDADE  
DAS SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL**

Maria Cristina Sanches

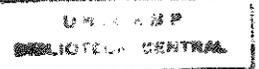
orientador: Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Válio

CAMPINAS-SP

1997

Sa55e

35245/BC



Original entregue à redação final  
em 10/01/97  
Mônica Cristina Sanches  
candidato a)  
Sanches  
Aprovada para emissão de graduação.  
31/12/97

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	UNICAMP
	Sa 51e
V.	Ex
FORMBO BC/	35245
PROC.	395/98
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	01/10/98
N.º CPD	

CM-00117197-4

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP**

**Sanches, Maria Cristina**

Sa51e Espécies de lianas da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas-SP.: longevidade das sementes e crescimento inicial / Maria Cristina Sanches. -- Campinas, SP:[s.n.],1997.  
91f. ilus.

Orientador: Ivany Ferraz Marques Válio

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Longevidade. 2. Sementes. 3. Plantas-Crescimento.  
4. Clorofila. I. Válio, Ivany Ferraz Marques. II. Universidade Estadual de Campinas.Instituto de Biologia. III. Título.

Maria Cristina Sanches

**ESPÉCIES DE LIANAS DA RESERVA MUNICIPAL DE  
SANTA GENEVRA, CAMPINAS-SP.: LONGEVIDADE  
DAS SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de Biologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Válio

Campinas-SP  
1997

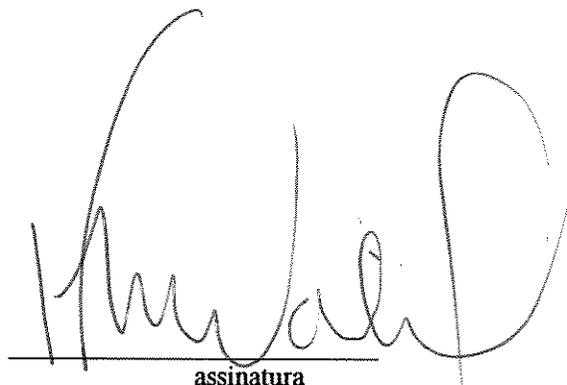
9820375

LOCAL E DATA: Campinas, 11 de dezembro de 1997.

BANCA EXAMINADORA:

TITULARES:

Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Válio



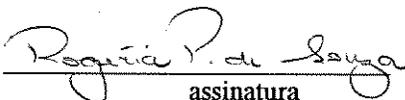
assinatura

Profª. Drª. Cláudia R. B. Haddad



assinatura

Profª. Drª. Rogéria P. de Souza



assinatura

SUPLENTE:

Profª. Drª. Marlene A. Schiavinato

assinatura

*Aos meus pais, Paulo e Mercedes,*

*Ao Marco,*

*dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Válio, pela orientação, pela paciência e confiança depositada, pelas “conversas” sempre tão valiosas à minha formação, um agradecimento especial. Manifesto também a minha gratidão pela amizade, pelo apoio e entusiasmo sempre presente.

Às professoras, Dr<sup>a</sup>. Cláudia Haddad, Dr<sup>a</sup> Marlene A. Schiavinato e Dr<sup>a</sup> Rogéria P. Souza pelas sugestões e críticas durante a pré-banca, que com tanto valor, contribuíram para uma melhor apresentação desta tese.

Aos professores Dr. João Semir e Jorge Tamashiro, pelo auxílio na identificação das espécies estudadas e pela prontidão em nos atender. Aos demais professores do Departamento de Botânica, por todo apoio.

Ao professor Dr. Ladaslav Sodek, pela ajuda com o Abstract, aos demais professores e funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À memória do Prof. Dr Hermógenes.

À professora Milene, pelo auxílio na identificação de *Oxypetalum* sp e ao professor João Renato pelo auxílio na identificação do *Solanum flaccidum*.

À Fundação José Pedro de Oliveira, por permitir a realização dos experimentos e coleta do material de pesquisa na Reserva Municipal de Santa Genebra.

Aos funcionários da Fundação José Pedro de Oliveira pela ajuda constante durante a realização dos experimentos, por cuidarem das plantas na minha ausência, em especial ao Sr. Joaquim, ao Mário e ao Valdevino.

À Josênia e a Sílvia, pela paciência nesta fase final.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela bolsa de mestrado concedida.

Ao FAEP, pelo auxílio-ponte nesta fase final.

À Luciana, pelas fotografias.

Aos meus amigos do Departamento de Fisiologia Vegetal, Julieta, Rommel, Fabiano, Evelyny, Sandy, Milene, Marlucci, Elenira, Carlos, Giulio, Jurandi, Daniele, Suzana/Edson, Lúcia, Guilherme, Marcos, Célia, Dirce, Ana Paula, Márcia, Daniela, Mário, Angela, Eliana, Emília, Kátia, Andrea, pela boa convivência. Por aqueles que tenha me esquecido....

À minha "irmã" Déia (Andrea Spina), pela amizade sempre presente, por todo esse tempo de convívio. Também quero agradecer pela ajuda na identificação das plantas, e pela troca de idéias e ao Márcio, meu irmão curitibano.

Aos meus amigos, Sieghard, Cristovão, Ronaldo e ao Nini, pela amizade e pelas boas conversas, e ao pessoal da república 685.

Aos velhos amigos do Departamento de Botânica: Angela, Ana, Marta, Ingrid, Alan, Teresa(s), Simone, Main, Valéria, Dedéia, Mônica, Dionete, Dalva, Rosângela e etc.

À minha família: aos meus pais, ao Rui e à Ana por todo apoio, em especial ao Thiago e ao Lucas por todos os momentos de alegria.

Ao Marco, por toda a paciência em suportar o meu mau humor, pelo carinho sempre presente, também pela ajuda com o computador e pelas fotografias, pelos conselhos, enfim, por tudo.

## CONTEÚDO

<b>RESUMO.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
2.1. Local de Estudo.....	11
2.2. Espécies Estudadas.....	11
2.3. Estudo com Sementes.....	13
2.3.1. Caracterização das Sementes.....	13
2.3.2. Metodologia Geral da Germinação.....	13
2.3.3. Viabilidade de Sementes.....	14
2.4. Estudo com Plantas Jovens.....	14
2.4.1. Obtenção das Plantas.....	14
2.4.2. Condições Experimentais.....	15
2.4.3. Avaliação do Crescimento.....	16
2.5. Análise Estatística.....	20
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
3.1. Germinação.....	21
3.2. Caracterização e Longevidade de Sementes.....	23
3.3. Caracterização Morfológica e Sobrevivência das Espécies.....	26
3.4. Crescimento Inicial.....	28
3.5. Conteúdo de Clorofila.....	42

<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
Sobre as sementes.....	44
Sobre as plantas.....	51
<b>5.CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>68</b>
<b>7.APÊNDICE.....</b>	<b>77</b>

## CONTEÚDO de TABELAS.

Tabela 1. Nome científico, nome das famílias, síndromes da dispersão e morfologia inicial das plântulas das espécies utilizadas no presente estudo .....	12
Tabela 2. Período de realização dos experimentos , número de plântulas amostradas e tempo de tratatamento para cada espécie.....	16
Tabela 3. Porcentagens finais de germinação das Sementes de Lianas da Reserva de Santa Genebra.....	22
Tabela 4. Dados de massa fresca e teor de umidade das sementes de lianas da Reserva de Santa Genebra.....	23
Tabela 5. Longevidade de sementes em condições naturais de armazenamento.....	25
Tabela 6. Porcentagem de sobrevivência de plântulas crescidas na borda (B) e interior da mata (I).....	28
Tabela 7. Dados de área foliar específica.....	30
Tabela 8. Crescimento de <i>A. galeata</i> após 146 dias.....	33
Tabela 9. Crescimento de <i>A. triplinervia</i> após 107 dias.....	33
Tabela 10. Crescimento de <i>B. brasiliensis</i> após 90 dias.....	34
Tabela 11. Crescimento de <i>C. altissima</i> após 124 dias.....	34
Tabela 12. Crescimento de <i>C. parviflora</i> após 60 dias.....	34
Tabela 13: Crescimento de <i>C. sicyoides</i> após 160 dias.....	34
Tabela 14. Crescimento de <i>D. bracteosa</i> após 135 dias.....	35
Tabela 15. Crescimento de <i>Dioscorea</i> após 153 dias.....	35
Tabela 16. Crescimento de <i>D. pentaphylla</i> após 115 dias.....	35
Tabela 17. Crescimento de <i>G. virgata</i> após 112 dias.....	35
Tabela 18. Crescimento de <i>M. anisopetala</i> após 146 dias.....	36
Tabela 19. Crescimento de <i>M. coccinea</i> após 124 dias.....	36
Tabela 20. Crescimento de <i>O. molle</i> após 100 dias.....	36

Tabela 21. Crescimento de <i>P. crucigerum</i> após 95 dias.....	36
Tabela 22. Crescimento de <i>R. phaseoloides</i> após 128 dias.....	37
Tabela 23. Crescimento de <i>S. flaccidum</i> após 67 dias.....	37
Tabela 24. Crescimento de <i>S. multiflora</i> após 124 dias.....	37
Tabela 25. Taxa de crescimento relativo dada em $\text{mg.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de massa seca para cada uma das partes de <i>R. phaseoloides</i> mantidas na borda (B) e interior da mata (I).....	42
Tabela 26: Conteúdo de clorofila a, b, total e razão a/b das espécies mantidas na borda (B) e interior da mata (I) expressos em $\text{mg.g.MS}^{-1}$ .....	43

## RESUMO

Lianas são plantas que dependem de algum suporte para atingir uma altura apreciável. São comuns em bordas de mata e em clareiras naturais, ou oriundas por ação antrópica. O presente trabalho teve como fim, verificar a germinação e a viabilidade de sementes de lianas armazenadas em condições naturais, no interior da Reserva Municipal de Santa Genebra, bem como o crescimento inicial de plântulas submetidas à radiação direta (borda da mata) e sombreamento natural (interior da mata). As espécies utilizadas ao longo deste estudo foram: *Aristolochia galeata*, *Arrabidaea triplinervia*, *Bidens brasiliensis*, *Byttneria catalpifolia*, *Canavalia parviflora*, *Chamissoa altissima*, *Cissus sicyoides*, *Dalechampia pentaphylla*, *Dicella bracteosa*, *Dioscorea* sp., *Gouania virgata*, *Mascagnia anisopetala*, *Mutisia coccinea*, *Oxypetalum molle*, *Pithecoctenium crucigerum*, *Rhynchosia phaseoloides*, *Serjania multiflora* e *Solanum flaccidum*. Para tal, foram feitas coletas de frutos maduros e as sementes foram colocadas para germinar a 25° C sob luz constante. Para verificação da longevidade das sementes, os diásporos foram colocados em bandejas de alumínio previamente perfuradas, contendo solo da mata esterilizado, totalizando 3 repetições para cada espécie. A intervalos regulares, cada amostra foi recolhida e a contagem das sementes germinadas, predadas e/ou aparentemente viáveis foi feita.

Para o estudo do crescimento das plântulas, sementes germinadas foram plantadas e levadas à mata. As plântulas foram dispostas em dois lotes separados, um na borda da mata e outro abaixo da cobertura vegetal no interior da mata.

Condições adequadas de umidade, luz e temperatura constante promoveram a germinação da maioria das sementes de lianas, exceto *S. flaccidum* que exibiu alta taxa de germinação em casa de vegetação. Sementes de *B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *D. pentaphylla*, *G. virgata*, *M. coccinea*, *O. molle* e *R. phaseoloides* apresentaram dormência física. No interior da mata, sementes de *A. triplinervia* e *D. bracteosa* apresentaram altas taxas de germinação, formando um típico tapete de plântulas. Por outro lado, alta porcentagem de sementes intactas viáveis foi observada em espécies com semente

de testa dura, entre estas: *B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *D. pentaphylla*, *G. virgata* e *R. phaseoloides*. Entre estas espécies alta taxa de predação foi encontrada em *G. virgata* e *D. pentaphylla*.

Plântulas de lianas mostraram maior crescimento quando mantidas em radiação plena, comparadas com aquelas mantidas em baixa densidade de fluxo de fótons, mas a magnitude das respostas de crescimento variou entre as espécies. Entre as plantas mantidas na borda da mata, maior incremento de matéria seca foi apresentado por *B. brasiliensis*, enquanto que o oposto foi verificado para *Dioscorea* sp. No interior da mata, *C. parviflora* e *O. molle* apresentaram maior acúmulo de matéria seca e ambas formaram caule volúvel nestas condições. Quanto ao direcionamento dos fotossintatos entre a parte aérea e raiz, a maioria das espécies mostrou maior crescimento da parte aérea em detrimento das raízes, à exceção de *D. bracteosa* e *Dioscorea* sp. Em geral, não foram verificadas diferenças significativas da razão raiz parte aérea ( $r/pa$ ) nos dois tratamentos, borda e interior da mata.

Mesmo considerando que lianas são plantas tipicamente heliófitas, a maioria delas sobreviveu por aproximadamente 100 dias em ambiente altamente sombreado. Caráter fortemente heliófito ficou evidenciado em *B. brasiliensis*, *C. sicyoides*, *M. coccinea* e *P. crucigerum*, uma vez que altas taxas de mortalidade foram verificadas nestas espécies em condições de sombreamento.

## ABSTRACT

Lianas (climbers) are plants that rely on mechanical support to grow taller. They are copious in natural and man-made clearings. The objectives of this study were: a) to verify the germination and viability of seeds stored in natural conditions, under the forest canopy (RSG). b) to observe the initial growth of seedlings maintained under full sunlight and shaded conditions (under vegetation canopies).

The species studied in this work were: *Aristolochia galeata*, *Bidens brasiliensis*, *Byttneria catalpifolia*, *Canavalia parviflora*, *Chamissoa altissima*, *Cissus sicyoides*, *Dalechampia pentaphylla*, *Dicella bracteosa*, *Dioscorea sp.*, *Gouania virgata*, *Mascagnia anisopetala*, *Mutisia coccinea*, *Oxypetalum molle*, *Pithecoctenium crucigerum*, *Rhynchosia phaseoloides*, *Serjania multiflora*, *Solanum flaccidum*. Ripe fruits were collected in the forest and germinated in Petri dishes at of 25°C in continuous light. For seed longevity, the diaspores were placed in aluminium trays with sterilized soil (three replicates for each species). At regular times, the trays were analysed for germinated, lost through predatory action and apparently viable seeds. To study the initial growth of the seedlings, lots of all these species were maintained in two conditions: forest edge and closed forest (shaded conditions).

Most of the seeds germinated in adequate conditions of moisture, light and temperature of 25°C, except *S. flaccidum* which presented low germination. Physical dormancy was observed in *B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *D. pentaphylla*, *G. virgata*, *M. coccinea*, *O. molle*, and *R. phaseoloides*. Under the canopy, seeds of *A. triplinervia* and *D. bracteosa* showed high germination forming a carpet of seedlings. Hard-coated seeds presented a high percentage of viability in natural conditions as for example: *B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *D. pentaphylla*, *G. virgata* and *R. phaseoloides*. Although the seeds of *G. virgata* and *D. pentaphylla* present a hard tegument, they suffered a high rate of predation.

Seedlings of the studied lianas showed high rates of growth in full sunlight when compared to those under canopy (low PPFD). It was noted that at the edge of the forest, *B. brasiliensis* presented a high increment of dry mass, while in *Dioscorea* sp. this increment was low. Under the forest, *C. parviflora* and *O. molle* attained a high accumulation of dry mass, and both produced a volute stem. Most of the species presented higher growth of the shoot than roots, except in *D. bracteosa* and *Dioscorea*. But in general no significant differences between root/shoot were found in both treatments.

Although the lianas are considered heliophytes, most of the studied species survived under deep shaded forest for approximately 100 days. Nevertheless, *B. brasiliensis*, *C. sicyoides*, *M. coccinea* and *P. crucigerum* showed a high mortality rate under this condition.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das principais características das florestas tropicais é o contraste entre o ambiente escuro abaixo do dossel e a luminosidade acima das árvores e clareiras. Numerosas variações na intensidade da iluminação são encontradas no interior das florestas; a queda natural de uma árvore irá causar a formação de uma clareira e com isso um mosaico de luz é formado. Quando não refletida diretamente da superfície superior da floresta, a luz pode tanto ser transmitida através das folhas, como passar por entre elas formando os “sunflecks”, os quais variam continuamente em tamanho e intensidade no decorrer do ano (RICHARDS, 1952).

Em locais abertos, como clareiras e bordas, a variabilidade ambiental é maior que aquela encontrada no interior da floresta coberto pelo dossel (sub-bosque). Na primeira situação, a energia da luz não é alterada e ocorre maior flutuação de temperatura. Por outro lado, no sub-bosque, a troca de energia se dá nas folhas das camadas superiores, as flutuações de temperatura são tamponadas pela própria vegetação e a luz é fortemente esgotada nos comprimentos de onda fotossinteticamente ativos e é alta na região do vermelho-extremo (BAZZAZ, 1979).

Medidas feitas em florestas tropicais úmidas mostram que a intensidade média da radiação que atinge o sub-bosque está entre 5 a 25  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  de fótons na faixa dos 400-700 nm ou 1 a 3% da luz branca (CHAZDON *et al.*, 1996 citado por LEE *et al.*, 1996). Este valor pode, às vezes, estar acima de 50  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  nos breves “sunflecks” formados e nas clareiras pode atingir 2000  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . A passagem da luz através do dossel altera também a sua qualidade. As folhas absorvem 80 a 90% da luz visível, mas pouco nos comprimentos de onda acima dos 700 nm. A folhagem então funciona como um filtro seletivo, particularmente alterando a razão dos comprimentos de onda na região do vermelho e vermelho extremo (LEE *et al.*, 1996).

As plantas que colonizam esses diferentes mosaicos de luz das florestas tropicais possuem estratégias de estabelecimento próprias. WHITMORE (1975) distingue dois

grandes grupos de espécies tropicais com relação aos requerimentos de luz para sua sobrevivência: o primeiro seria formado pelas espécies capazes de germinar e de se estabelecer como plântulas na região do sub-bosque, e portanto, tolerantes ao sombreamento; o segundo grupo seria constituído pelas espécies que germinam e crescem em habitats descontínuos formados pelas clareiras, portanto, intolerantes ao sombreamento.

Contudo, sabe-se hoje, que, entre esses dois extremos, existe um espectro de condições variáveis no interior de uma floresta nas quais as plantas podem sobreviver. Dependendo do tamanho das clareiras formadas, as condições microclimáticas podem variar. Em clareiras pequenas, por exemplo, as condições de luminosidade e temperatura assemelham-se às encontradas no sub-bosque. Além das variações microclimáticas, a distribuição da serrapilheira, que varia no espaço e no tempo, pode ser um importante componente no estabelecimento das espécies (MOLOFSKY & AUGSPURGER, 1992). Logo, plantas tropicais possuem uma gama muito grande de sítios para a germinação e crescimento.

BAZZAZ & PICKETT (1980) e AUGSPURGER (1984a) consideram a dicotomia em espécies tolerantes ou intolerantes ao sombreamento muito simplista. AUGSPURGER (1984a) fez um trabalho com 18 espécies arbóreas, em condições de sol e sombra, conduzido em casa de vegetação. Os resultados encontrados mostraram que as espécies sobreviveram por mais tempo e cresceram mais rapidamente sob o sol, porém apresentando uma ampla faixa em seus requerimentos de luz e tolerância à sombra, sugerindo assim que as espécies se encontram ao longo de um contínuo entre os extremos de intolerantes-tolerantes ao sombreamento.

Germinação de sementes e crescimento de plântulas compreendem fases críticas no ciclo de vida das espécies tropicais, sendo que a luz é um dos principais fatores físicos que controlam o desenvolvimento das plantas (LEE *et al.*, 1996). Em florestas tropicais, as clareiras exercem papel fundamental na germinação devido às alterações microclimáticas que provocam.

É conhecido que sementes de florestas tropicais possuem viabilidade curta e ausência de dormência e que, logo após a dispersão, estas germinam e permanecem como plântulas nas condições de sub-bosque (NG 1978, VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993). Embora este tipo de comportamento seja comum para um grande número de espécies, outros padrões relacionados com o comportamento germinativo e longevidade são encontrados. Espécies que normalmente ocorrem em clareiras ou bordas são capazes de permanecer dormentes no solo até que condições apropriadas para o início da germinação se estabeleçam. Isto foi observado para árvores tropicais pioneiras, como *Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus donnell-smithii* e *Piper auritum* (VÁZQUEZ-YANES & SMITH 1982; VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1982). Normalmente, estas espécies possuem um sofisticado mecanismo de dormência relacionado com luz e temperatura.

*Cecropia obtusifolia* e *Piper auritum*, por exemplo, necessitam de longos períodos de exposição à luz vermelha para o início da germinação (VÁZQUEZ-YANES & SMITH, 1982). Os autores sugerem que esta característica pode estar relacionada com a habilidade das sementes em determinar o tamanho de uma clareira e diferenciá-la de um "sunfleck", um evento breve e imprevisível, que depende da estrutura do dossel e da época do ano (CHAZDON, 1988). Uma pequena clareira ou um "sunfleck" dará um curto período de exposição à luz não filtrada e logo a luz filtrada poderá impor novamente a dormência. Resultados semelhantes foram registrados para *Cecropia glazioui*, pois as sementes não germinaram após 20 dias no escuro ou no vermelho-extremo, mas, nesse mesmo período, 32 e 41% de sementes germinadas foram registradas em luz vermelha e luz branca, respectivamente (VÁLIO & JOLY, 1979).

Somadas ao efeito de alteração na qualidade espectral, as flutuações de temperatura, condição típica de clareiras e bordas de florestas, aumentam a germinação de espécies pioneiras. O aquecimento do solo contrastado com as temperaturas quase que constantes do sub-bosque pode ser um indicador ambiental preciso de condições apropriadas para germinação e estabelecimento de pioneiras heliófitas. Sementes de *Heliocarpus donnell-*

*smithii*, quando colocadas para germinar sob flutuação de temperatura em uma clareira, mostraram um aumento na taxa de germinação (VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1982).

Sementes de florestas tropicais possuem uma variedade de tamanhos, formas, composição química, conteúdo de água e padrões de longevidade (VÁZQUEZ-YANEZ & OROZCO-SEGOVIA, 1993). Tamanho de semente, por exemplo, é uma característica que tem sido correlacionada ao ambiente onde as plantas se estabelecem, sendo que a tendência de sementes maiores se estabelecerem em locais sombreados foi verificada por BAKER (1972) e GRIME & JEFFREY (1965) para espécies de clima temperado e por FOSTER & JANSON (1985) para espécies de clima tropical. Recentemente, tem-se discutido na literatura que, massa de sementes e a capacidade das plantas de sobreviverem na sombra está correlacionada à filogenia, onde espécies tolerantes ao sombreamento, com sementes maiores, são oriundas das mesmas ordens e famílias (HODGSON & MACKEY, 1986). METCALFE & GRUBB (1995) chamam a atenção para a existência de espécies que se estabelecem em ambientes sombreados e que possuem sementes pequenas, bem como espécies com sementes grandes que ocupam ambientes abertos. Os autores sugerem que, para se entender o significado do tamanho de sementes, os estudos deveriam ser conduzidos em 3 estádios: 1) documentando-se o tamanho de sementes em diferentes grupos funcionais de plantas (entre tolerantes ou não tolerantes ao sombreamento; entre árvores ou herbáceas); 2) analisando a filogenia das espécies, para se determinar as diferenças em relação ao tamanho de sementes, associadas com a forma de vida ou tolerância ecológica, ocorrem repetidamente em diferentes linhas filogenéticas; 3) investigando quais as vantagens e desvantagens de um dado tamanho de semente em um ambiente particular, como, por exemplo, luz ou sombra ou sítios com ou sem cobertura de serrapilheira.

Além da variabilidade nos tipos de sementes, as florestas tropicais apresentam também plantas com diferentes formas de vida e, entre estas, estão as lianas, um grupo de plantas normalmente negligenciado pelos pesquisadores. Embora presentes nas florestas temperadas, as lianas são mais abundantes, mais diversas e apresentam uma variedade maior

de tamanhos e formas nos trópicos (SCHENCK, 1892 citado por PUTZ, 1984; RICHARDS, 1952; PUTZ & MOONEY, 1991).

A alta diversidade encontrada nas florestas tropicais tem chamado a atenção de vários pesquisadores. PUTZ & CHAI (1987) estudaram a abundância de lianas numa floresta da Malásia em dois ambientes diferentes. Os autores verificaram maior número de lianas em um vale e discutem que a fertilidade do solo e frequência de perturbação da floresta podem explicar a abundância destas. Já BALFOUR & BOND (1993) acreditam que a distribuição das lianas e sua abundância são determinadas por fatores bióticos, particularmente pela arquitetura das árvores hospedeiras e disponibilidade de um suporte.

Lianas são plantas que não podem permanecer livres de um suporte para atingir uma altura apreciável (PUTZ & MOONEY, 1991). Devido à sua variedade de formas e diferentes mecanismos de ascender, as lianas formam um grupo de plantas muito complexo, dificultando assim a sua definição. Muitas não requerem um suporte externo até um certo tamanho e em determinadas condições, algumas delas podem mudar seu hábito (GARTNER 1991b; PUTZ 1984); outras inclinam-se sobre as plantas vizinhas sem apresentar qualquer modificação morfológica relacionada ao hábito de ascender e sim uma tendência ao estiolamento (PUTZ & MOONEY, 1991).

RICHARDS (1952), a grosso modo, divide as plantas escandentes em dois grupos: as lianas lenhosas que atingem a copa das árvores e, portanto, são mais expostas à luz na sua fase adulta, e as herbáceas, menores e restritas à vegetação rasteira e ambiente de sombra.

As lianas apresentam diferentes mecanismos de ascensão ao dossel de uma floresta. DARWIN (1867 citado por KIM, 1996) divide estas plantas em quatro grupos distintos de acordo com seus modos de ascensão: o primeiro seria daquelas que fixam o caule a um substrato com raízes adventícias; o segundo grupo seria daquelas que enrolam o caule ao redor de um suporte; um terceiro seria das plantas que apresentam folhas sensitivas ao toque e que se enrolam ao redor de um suporte e, finalmente o quarto grupo, daquelas que apresentam gavinhas que podem secretar substância adesiva. As lianas com gavinhas,

segundo esse autor, seriam aquelas que apresentam os mecanismos de ascensão mais bem desenvolvidos.

Muitas lianas demandam luz e crescem melhor em clareiras naturais ou oriundas de ação antrópica, diminuindo a taxa de crescimento e aumentando a taxa de mortalidade das árvores hospedeiras (PUTZ, 1984). Onde são abundantes, o recrescimento da vegetação arbórea pode levar anos ou décadas (PUTZ, 1980). A fecundidade de *Bursera simaruba*, uma espécie arbórea, foi negativamente correlacionada com o nível de cobertura de lianas, sugerindo que estas deveriam ser vistas como parasitas estruturais das árvores hospedeiras (STEVENS, 1987). Porém, FRIEDLAND & SMITH (1982) observando a interação entre *Solidago rugosa*, uma erva perene, e *Lonicera japonica*, uma liana, não encontraram alterações na alocação de biomassa para estruturas reprodutivas nas plantas crescendo com e sem lianas.

Por outro lado, lianas aumentam a taxa de produção da serrapilheira em florestas tropicais (GENTRY, 1983) e são também importantes para os animais, servindo tanto como fonte alimentar, como componente estrutural do habitat (GENTRY, 1991). MORELLATO & LEITÃO FILHO (1996) verificaram que o padrão fenológico das lianas, complementar ao apresentado por árvores, resulta em um constante suprimento de néctar, pólen e frutos através de todo o ano, ressaltando assim a importância deste grupo de plantas para as florestas neotropicais.

Quando comparadas a outras formas de vida, como árvores e arbustos, as lianas apresentam maior alocação de recursos para as folhas e menor para o caule, longos entrenós e menor estabilidade estrutural (TERAMURA *et al.*, 1991; CABALLÉ, 1993). As diferenças no padrão de alocação explicam, em parte, as rápidas taxas de crescimento (RICHARDS, 1952); os recursos que, em árvores, são alocados para o crescimento em diâmetro do caule, são disponíveis para o crescimento em extensão nas lianas (PUTZ, 1990). É provável que este tipo de comportamento as capacite a direcionar a atividade fisiológica para um aumento do crescimento, produção de folhas e reprodução vegetativa (CASTELLANOS *et al.*, 1989; PUTZ, 1990). Contudo, as correlações freqüentemente

reconhecidas de que lianas apresentam uma razão alta de biomassa de folhas em relação ao caule, têm sido questionadas. GARTNER (1991a) estudou o crescimento de *Toxicodendron diversilobium*, uma planta que cresce como liana quando estaqueada mas que, sem suporte, cresce como um arbusto. A autora observou que caules estaqueados ficaram mais extensos que os caules não estaqueados devido a um maior número e comprimento dos entrenós. No entanto, quando a massa da planta toda foi considerada, não foram encontradas diferenças significativas quanto à massa seca total e à proporção de alocação de recursos para folhas. A autora sugere que a presença de um suporte pode alterar padrões espaciais do desenvolvimento, mas não necessariamente prescreve a quantidade de biomassa que será produzida.

Embora as lianas sejam comumente encontradas em clareiras e bordas das florestas, suas sementes são capazes de germinar e as plântulas de se estabelecerem na sombra densa, implicando em ampla plasticidade fisiológica deste grupo de plantas (VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1984; CARTER & TERAMURA, 1988). Muitas são capazes de viver por um longo período no sub-bosque como plantas que se auto-sustentam (HEGARTY & CABALLÉ 1991; COLLINS & WEIN, 1993).

A respeito do crescimento das lianas no sub-bosque, PUTZ (1980, 1990) e PUTZ & HOLBROOK (1991) enfatizaram que este processo está fortemente vinculado à presença de suportes potenciais, à distância que as plantas se encontram destes, bem como ao tamanho e à estrutura destes suportes.

Requerimentos de suporte têm sido estudados no Panamá (PUTZ, 1984) e na Malásia (PUTZ & CHAI, 1987). Em ambas as áreas, os autores verificaram que lianas com gavinhas requerem suportes com diâmetros de até 10 cm, enquanto que plantas com caule volúvel, que possuem entrenós mais longos, utilizam suportes com diâmetros maiores. Os autores relacionam esses dados com os sítios que as lianas poderiam explorar em ambientes como as florestas tropicais.

Taxas de sucesso de adesão a suportes foram comparadas entre duas lianas que formam caule volúvel, *Ipomoea phillomega* e *Marsdenia laxiflora* (PEÑALOSA, 1982).

Em *M. laxiflora*, existe uma especialização morfológica na parte aérea, sendo a base do caule mais curta com folhas desenvolvidas e a extremidade superior do caule mais alongada, fina, flexível e sem folhas, o que resulta em maior sucesso na adesão a um suporte, permitindo assim maior chance de crescimento desta espécie em direção ao dossel da floresta, enquanto *I. phillomega* apresenta caules mais espessos e sem diferenças entre a parte basal e a sua extremidade. Plantas que formam caule volúvel desenvolvem longos entrenós e atrasam o desenvolvimento da superfície foliar em relação à extensão do caule (FRENCH, 1977; GARTNER, 1991b; PEÑALOSA, 1982). FRENCH (1977) acredita que esta estratégia pode ser uma importante adaptação das lianas que formam caule volúvel, pois aumentaria o sucesso na busca de recursos, diminuindo a carga que a massa de folhas poderia produzir no caule.

Considerando o seu hábito de crescimento único, a fisiologia ecológica das lianas não é bem conhecida. CARTER & TERAMURA (1988) estudaram a fotossíntese de 3 espécies exóticas e 5 espécies nativas de lianas com diferentes mecanismos de ascensão em Maryland, Estados Unidos. Dentre as espécies estudadas, *Pueraria lobata*, uma planta com caule volúvel e pobremente adaptada ao sub-bosque, apresentou alto ponto de compensação de luz e *Parthenocissus quinquefolia*, uma liana com gavinhas, mostrou baixo ponto de compensação de luz e alta taxa fotossintética, sob baixa irradiância. Os autores discutem que a adaptação fisiológica a ambientes de baixa luminosidade pode ser maior em lianas com gavinhas e sugerem que estudos em habitats contrastantes são necessários para um melhor entendimento de uma possível relação entre fisiologia das lianas e os mecanismos de ascensão.

Nas florestas tropicais, a grande maioria dos trabalhos sobre germinação e longevidade de sementes, bem como crescimento de plântulas tem sido feita com espécies arbóreas, principalmente no que diz respeito a plantas tolerantes ou intolerantes ao sombreamento. ELLISON *et al.* (1993) comentam a ausência de dados sobre outros tipos de plantas das florestas tropicais, como espécies do sub-bosque e arbustos, e ressaltam a importância do conhecimento da biologia destas espécies para a dinâmica da floresta como

um todo. Poucos trabalhos sobre a fisiologia ecológica de lianas são encontrados para florestas tropicais. BAARS & KELLY (1996), na Nova Zelândia, realizaram um estudo sobre respostas de crescimento e sobrevivência de lianas sob diferentes níveis de irradiância. Os autores encontraram crescimento diferencial das espécies em resposta ao aumento de radiação e acreditam que estas características possam ser indicadoras da habilidade competitiva em resposta à disponibilidade de luz.

Na Índia, LEE (1988) desenvolveu um filme com uma combinação de pigmentos que reduz a razão vermelho/vermelho-extremo (V/VE) da radiação, concomitante à redução da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos. O autor estudou o crescimento de 3 lianas jovens da família das leguminosas, que foram mantidas em radiação plena e em sombreamento com baixa e alta razão V/VE. As plantas tratadas com alta razão de V/VE diferiram daquelas tratadas com baixa razão, em relação ao acúmulo de biomassa, robustez do caule (massa do caule/comprimento), tamanho e massa específica da folha, comprimento do entrenó e razão de clorofila a/b. Portanto, para LEE *et al.*, (1996), pesquisas futuras sobre os efeitos de sombreamento no desenvolvimento e ecologia de plântulas devem considerar a influência das mudanças na qualidade espectral sob a sombra do dossel.

No Brasil, alguns trabalhos realizados com lianas tratam de levantamentos florísticos e fenológicos (MORELLATO & LEITÃO FILHO 1996). No estado de São Paulo, um estudo foi realizado na Mata Atlântica (KIM, 1996) e outro em Mata Semidecídua (MORELLATO, 1991). As famílias de lianas mais bem representadas em ambos os trabalhos foram Asteraceae, Bignoniaceae e Sapindaceae.

A Reserva Municipal de Santa Genebra, local onde foi desenvolvido este trabalho foi definida de forma simplificada por MORELLATO (1991) como Floresta Semidecídua, sendo formada por área brejosa e vegetação secundária. Há aproximadamente 15 anos atrás, a reserva sofreu danos de perturbação por fogo em trecho de 10 hectares. A destruição foi diferencial, aumentando o número de lianas e apresentando efeitos mais severos nas bordas (CASTELLANI & STUBBLEBINE, 1993).

Considerando a importância das lianas para florestas tropicais como fonte de recursos para animais na estação seca, como indicadora de perturbação, onde sua abundância pode comprometer a sucessão da floresta e ainda escassez de dados sobre a sua biologia, este trabalho teve como objetivos: investigar a longevidade de sementes de espécies de lianas em condições naturais de armazenamento e com isso discutir o seu possível papel na reposição destas espécies; estudar o crescimento de plantas jovens submetidas a condições de radiação direta e sombreamento natural imposto pela cobertura vegetal.

## 2. MATERIAIS e MÉTODOS

### 2.1. Local do Estudo.

A Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP (22° 49' 45" S, 47° 06' 33" W), local onde foi desenvolvido este trabalho, é uma área de 250 ha. de vegetação florestal circundada por vários tipos de cultura, como soja e algodão. O clima da região de Campinas apresenta basicamente uma estação quente e úmida entre os meses de outubro a março e outra um pouco mais fria e seca entre os meses de abril a setembro.

### 2.2. Espécies Estudadas.

O nome da família, nome científico, síndromes de dispersão bem como a morfologia inicial de plântulas das espécies trabalhadas são apresentados na Tabela 1.

Segundo PIJL (1982), as síndromes de dispersão constituem um conjunto de características morfológicas apresentadas pelos diásporos. O autor classifica essas síndromes em: a) zoocoria, dispersão por animais; b) anemocoria, dispersão pelo vento; c) autocoria, dispersão pela própria planta, como é o caso de frutos explosivos; d) barocoria, que é a dispersão que ocorre pela queda do diásporo. Quanto à morfologia inicial da plântula, NG (1978) faz uma classificação baseada no comportamento do hipocótilo e não com base na posição dos cotilédones, como tradicionalmente é feita. O autor considera 4 tipos básicos: a) epígea: plântula com hipocótilo desenvolvido e cotilédones expostos; b) semi-hipógea ocorre quando o hipocótilo é subdesenvolvido e os cotilédones são expostos; c) hipógea: aqui o hipocótilo também é subdesenvolvido, mas os cotilédones ficam mantidos no interior das sementes e d) "durian": condição na qual o hipocótilo é desenvolvido e os cotilédones não são expostos. As condições semi-hipógea e hipógea muitas vezes se confundem no sentido que ambas possuem hipocótilo subdesenvolvido.

O material testemunha se encontra depositado no herbário da Universidade Estadual de Campinas UEC. O termo liana, como proposto por KIM (1996), será utilizado para designar toda planta de hábito escandente, seja ela herbácea ou lenhosa.

Tabela 1. Nomes científicos, nomes das famílias, síndromes da dispersão e morfologia inicial das plântulas das espécies utilizadas no presente estudo.

Espécie	Família	Síndrome de dispersão +	Morfologia Inicial
<i>Aristolochia galeata</i> Mart. & Zucc *	Aristolochiaceae	anemocoria	epígea
<i>Arrabidaea triplinervia</i> Baill	Bignoniaceae	anemocoria	epígea
<i>Bidens brasiliensis</i> Sherff. *	Asteraceae	anemocoria	epígea
<i>Byttneria catalpifolia</i> Jacq.	Sterculiaceae	autocoria	epígea
<i>Canavalia parviflora</i> Benth.	Fabaceae	autocoria	epígea
<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq) H.B.K. *	Amaranthaceae	zoocoria	epígea
<i>Cissus sicyoides</i> L. *	Vitaceae	zoocoria	epígea
<i>Dalechampia pentaphylla</i> Lam.	Euphorbiaceae	autocoria	epígea
<i>Dicella bracteosa</i> (Juss) Griseb	Malpighiaceae	barocoria	hipógea
<i>Dioscorea</i> sp.	Dioscoraceae	zoocoria	-
<i>Gouania virgata</i> Reissk	Rhamnaceae	anemocoria	epígea
<i>Mascagnia anisopetala</i> (Juss) Griseb	Malpighiaceae	anemocoria	hipógea
<i>Mutisia coccinea</i> St. Hill.	Asteraceae	anemocoria	epígea
<i>Oxypetalum molle</i> Hook et Arn. *	Asclepiadaceae	anemocoria	epígea
<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A.Gentry	Bignoniaceae	anemocoria	epígea
<i>Rynchosia phaseoloides</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	zoocoria**	epígea
<i>Serjania multiflora</i> Camb.	Sapindaceae	anemocoria	hipógea
<i>Solanum flaccidum</i> Vell	Solanaceae	zoocoria	epígea

+ Dados das síndromes de dispersão, segundo MORELLATO (1991).

\*Lianas herbáceas.

\*\*Apresenta sementes com coloração contrastante (preto e vermelho) porém sem parte carnosa e sim uma testa dura. Na literatura são denominados de frutos zoocóricos miméticos (PIJL, 1982).

## 2.3. Estudo com Sementes.

### 2.3.1. Caracterização das Sementes.

Foram obtidas, a partir de sementes recém coletadas, a massa fresca e a massa seca, após secagem em estufa a 80°C, por 48h. A partir destes dados, o teor de umidade foi calculado pela seguinte fórmula:

$$TU = \frac{MF-MS}{MF} \times 100$$

onde:

TU= teor de umidade em %

MF= massa fresca (g)

MS= massa seca (g)

As espécies utilizadas para caracterização das sementes, bem como a amostragem para cada uma delas foram as seguintes: *B. brasiliensis* (10 sementes), *G. virgata* e *S. multiflora* (3 repetições de 10 sementes), *C. sicyoides* e *D. bracteosa* (2 repetições de 10 sementes), *A. triplinervia*, *B. catalpifolia*, *C. parviflora* e *M. anisopetala* (3 repetições de 15 sementes) e *C. altissima* (3 repetições de 100 sementes).

### 2.3.2. Metodologia Geral da Germinação.

Frutos coletados na Reserva de Santa Genebra foram trazidos para o laboratório e suas sementes retiradas e limpas. Estas foram colocadas para germinar em placas de Petri previamente forradas com papel de filtro umedecido com água destilada. As placas foram mantidas em câmaras a 25°C, sob luz branca constante. Escarificação mecânica foi efetuada em algumas sementes, tendo sido utilizados, morsa em *D. pentaphylla*, esmeril em *C. parviflora*, incisão na testa com auxílio de um bisturi em *C. sicyoides* e *O. molle* e remoção do envoltório do aquênio e o endosperma em *M. coccinea*. Escarificação química foi efetuada em *B. catalpifolia*, *G. virgata* e *R. phaseoloides*. Para tal, as sementes ficaram imersas por 10, 20 e 60 minutos, respectivamente em ácido sulfúrico concentrado, sendo em seguida lavadas em água corrente e posteriormente em água destilada. O número de

repetições para cada espécie foi em média de três placas com vinte ou trinta sementes cada. A protrusão da radícula foi o critério utilizado para avaliação da germinação, a qual foi acompanhada até a estabilização do seu valor máximo.

### 2.3.3. Longevidade de Sementes.

Para verificação da longevidade de sementes em condições naturais de armazenamento, foram depositadas no interior da mata as unidades de dispersão, os diásporos. Estes foram colocados no interior de bandejas de alumínio previamente furadas, contendo como substrato uma camada de aproximadamente 1cm de solo da mata esterilizado. Foram utilizadas 3 repetições de 100 sementes para cada espécie, com exceção de *B. brasiliensis* (3 de 68 sementes), *M. coccinea* (3 de 28 sementes), *D. pentaphylla* e *C. sicyoides* (3 de 40 sementes). No local, instalou-se um pluviômetro e um termômetro de máxima e mínima. Os dados da variação semanal de chuva e temperatura são apresentados no Apêndice (Tabelas A1, A2 e A3). A intervalos de aproximadamente 40 dias, uma bandeja de cada espécie foi recolhida e trazida ao laboratório, onde foram feitas as contagens das sementes germinadas, predadas e/ou intactas. Para verificação da viabilidade das sementes intactas foi feito teste de tetrazólio (DELOUCHE *et al.*, 1962), no qual as sementes escarificadas ficaram imersas em solução de tetrazólio (cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio) a 0,5% por 24h a 30°C no escuro, ou teste de germinação conforme descrito anteriormente, exceto para as sementes de *C. altissima*, as quais ficaram em câmaras com regime de alternância de temperatura (30/15°C).

## 2.4. Estudo com plantas jovens.

### 2.4.1. Obtenção das plantas.

As plântulas para o estudo de crescimento foram obtidas a partir das sementes germinadas em placas de Petri a 25°C, sob luz branca constante, com exceção de *S. flaccidum*, o qual foi também semeado em bandeja com terra, mantida em casa de vegetação, devido à baixa taxa de germinação obtida nos experimentos conduzidos em

câmaras com temperatura constante. Em alguns casos, as sementes foram escarificadas (conforme descrito em metodologia geral da germinação).

Após a germinação, as sementes foram plantadas em copos plásticos de 0,5L e ficaram em casa de vegetação para o seu estabelecimento inicial. Plântulas de *Dioscorea* sp foram coletadas no interior da própria mata e trazidas para a casa de vegetação e após um período de 10 dias foram levadas à mata.

#### 2.4.2. Condições Experimentais.

Plântulas estabelecidas em casa de vegetação foram transplantadas para sacos de muda perfurados na base, contendo aproximadamente 3L de terra da própria mata. As plântulas foram divididas em dois lotes, sendo que um foi mantido em área externa à mata em condições de radiação direta e o outro foi mantido em condições de sombreamento no interior da mata. No caso das plantas mantidas em condições de radiação direta, os sacos com as mudas foram enterrados no interior de valas abertas no solo para evitar aquecimento excessivo das raízes, ou colocadas no interior de caixas de madeira envoltas por vermiculite. À medida que as plantas cresciam, iam sendo estaqueadas.

Junto aos locais onde foram montados os experimentos, foi deixado um termômetro de máxima e mínima. Os dados semanais da variação da temperatura são apresentados no Apêndice (Tabelas A4, A5, A6). A radiação fotossinteticamente ativa (400-700 nm) na borda da mata medida em manhã de março, foi de  $1.800 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  enquanto que no interior a radiação foi de apenas  $3 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , chegando a  $600 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  nos “sunflecks” formados, medidas estas feitas com um por\u00f4metro LI-COR (LI 1600). O per\u00edodo de cultivo, bem como o tempo de tratamento das plantas, s\u00e3o apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Período de realização dos experimentos, número de plantas amostradas e tempo de tratamento (dias) para cada espécie. B=borda da mata, I=interior da mata.

Espécie	Início	Final	Tempo de tratamento	Nº. de plantas amostradas	
				B	I
<i>A. galeata</i>	29/03/96	29/08/96	150	6	5
<i>A. triplinervia</i>	18/11/96	06/03/97	106	19	19
<i>B. brasiliensis</i>	03/11/96	03/02/97	90	20	20
<i>C. altissima</i>	25/10/95	29/02/96	124	20	20
<i>C. parviflora</i>	18/09/96	18/11/96	60	16	16
<i>C. sicyoides</i>	28/05/96	08/11/96	130	9	8
<i>D. bracteosa</i>	20/02/96	24/06/96	135	15	15
<i>Dioscorea</i> sp.	28/11/95	23/04/96	145	14	13
<i>D. pentaphylla</i>	25/10/95	29/02/96	115	16	15
<i>G. virgata</i>	21/12/96	14/04/97	114	14	14
<i>M. anisopetala</i>	29/03/96	26/08/96	147	9	10
<i>M. coccinea</i>	20/02/96	24/06/96	124	15	15
<i>O. molle</i>	05/11/96	18/12/96	43	11	10
<i>P. crucigerum</i>	05/12/96	12/03/97	97	15	15
<i>R. phaseoloides</i>	26/11/96	05/04/97	128	30	30
<i>S. flaccidum</i>	18/09/96	25/11/96	67	20	20
<i>S. multiflora</i>	25/10/95	19/02/96	115	20	20

#### 2.4.3. Avaliação do Crescimento.

As plantas foram mantidas por um período de 60 a 150 dias nas condições experimentais. O tempo de tratamento de cada uma foi contado a partir do dia de transferência para a mata. Quando levadas para a mata, as plantas se encontravam com as folhas cotiledonares e com um a dois pares de folhas presentes. No caso de *D. bracteosa*, *M. anisopetala* e *S. multiflora*, as folhas cotiledonares não estavam presentes devido à germinação criptocotiledonar exibida por estas plantas. Decorrido o período de tratamento, as plantas foram coletadas e os seguintes parâmetros foram obtidos: altura, número de

folhas, área foliar, área foliar específica, razão de massa foliar, matéria seca da parte aérea e raiz, conteúdo de clorofila, taxa de crescimento relativo e incremento da matéria seca.

a) Altura e Número de Folhas.

A altura foi medida do colo da planta até o seu ápice com auxílio de um metro. No caso de plantas que formaram caule volúvel, a altura foi obtida por meio de um barbante, que foi amarrado no colo da planta. As voltas do caule em torno da estaca, foram então acompanhadas pelo barbante até o ápice da planta. Em seguida, o barbante foi cortado, esticado e medido.

O número de folhas da planta inteira foi contado e no caso de plantas que formaram brotações laterais, foi contado apenas o número de folhas do ramo maior. Nas plantas que formaram gavinhas, foi verificado a partir de que nó estas se formavam.

b) Área Foliar.

A área foliar foi definida a partir de imagens de folhas geradas em "scanner", sendo o tamanho destas imagens posteriormente determinado pelo programa de área desenvolvido por Carlos Bravo (CALDAS *et al.*, 1992). Foram escolhidas quatro folhas por planta, incluídas entre o 3º e o 5º nó, contando-se a partir do ápice da planta. Estas folhas eram maduras e completamente expandidas. No caso de plantas que não apresentaram o número de nós suficientes, foram escolhidas folhas disponíveis e sadias para medida de área foliar.

c) Área Foliar Específica e Razão de Massa Foliar.

A área foliar específica (AFE) e a razão de massa foliar (RMF) foram calculadas pela seguintes fórmulas (HUNT, 1982):

$$AFE = \frac{A_{folhas}}{MS_{folhas}} (\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1})$$

$$\text{RMF} = \frac{\text{MS folhas}}{\text{MS total}} (\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$$

onde:

A = área

MS= massa seca.

#### d) Matéria Seca e Razão Raiz/Parte Aérea.

As plantas coletadas foram separadas em raiz, caule e folhas. Em seguida, o material foi seco em estufa a 80°C por no mínimo 48h e a massa seca determinada em balança digital. Para o cálculo da razão raiz/parte aérea (r/pa), a massa seca das folhas e do caule foi somada para perfazer a massa seca da parte aérea.

#### e) Conteúdo de Clorofila.

Para extração de clorofila foram cortados das folhas quatro discos de área conhecida, evitando-se ao máximo a nervura central. Os discos foram depositados em tubos de ensaio contendo 4mL de acetona 80%. Os tubos tampados com filme de pvc (cloreto de polivinil) foram envoltos em papel alumínio. As grades contendo os tubos de ensaio foram cobertas com saco plástico preto e mantidas por um período de 24h no interior de geladeira para evitar a evaporação da acetona. Discos que, após este período, ainda se encontravam verdes, permaneciam mais 24h, para melhor extração.

Decorrido esse período, a absorbância do material foi determinada em espectrofotômetro FENTOM (435) a 645 nm e a 663 nm. Em seguida a acetona foi descartada e os discos foram para secagem em estufa a 80°C, por 48h. A massa seca dos discos foi determinada em balança analítica SARTORIUS (2474).

Cálculos dos teores de clorofila expressos em mg.g massa seca<sup>-1</sup> foram feitos seguindo as equações de ARNON (1949), mas com os coeficientes de absorção segundo LICHTENTHALER (1987):

$$\text{Clorofila a} = \frac{(12,25A663 - 2,79A645)}{1000M} \times V$$

$$\text{Clorofila b} = \frac{(21,50A645 - 5,10A663)}{1000M} \times V$$

$$\text{Clorofila Total} = \frac{(18,71A645 + 7,15 A663)}{1000M} \times V$$

onde:

A663 = absorbância a 663 nm

A645 = absorbância a 645 nm

V = volume da amostra (mL)

M = massa seca da amostra (g)

Foram sorteadas 5 plantas por tratamento, sendo as folhas utilizadas para área foliar as mesmas utilizadas para extração.

#### f) Taxa de Crescimento Relativo e Incremento de Matéria Seca.

Devido à disponibilidade de sementes, a taxa de crescimento relativo de *R. phaseoloides* foi calculada para o período de 0 a 128 dias pela fórmula abaixo (HUNT,1982). Para as demais espécies foi estimado o incremento de matéria seca, dividindo-se o valor da massa seca total pelo tempo de tratamento de cada espécie.

$$\text{TCR} = \frac{\ln M_2 - \ln M_1}{t_2 - t_1} \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$$

onde:

$\ln M_2$  = logaritmo da massa da matéria seca (mg) no tempo 2

$\ln M_1$  = logaritmo da massa seca (mg) no tempo 1

$t_2$  e  $t_1$  = tempo em dias.

## 2.5 Análise Estatística.

Para comparação das médias entre os dois tratamentos, borda e interior da mata, foi feito teste t de Student a 5% de probabilidade, segundo PIMENTEL-GOMES (1990). Quando não foi possível fazer a comparação, foi feita a estatística descritiva, através da média e desvio padrão. Resultados das análises foram representados nas figuras e tabelas por letras. As diferenças significativas são apresentadas com letras diferentes.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Germinação.

Os dados sobre a germinação das espécies selecionadas para o estudo são mostrados na Tabela 3. Quando submetidas a condições de luz contínua e temperatura de 25°C, as sementes intactas de *A. galeata*, *A. triplinervia*, *B. brasiliensis*, *C. altissima*, *D. bracteosa*, *P. crucigerum* e *S. multiflora* apresentaram de 50 a 100% de germinação. De modo geral, estas sementes atingiram o valor máximo da germinação entre 14 a 24 dias, excetuando-se, porém, as sementes de *B. brasiliensis* e *D. bracteosa* que levaram entre 4 a 5 dias para atingir 78 e 84,7% de germinação respectivamente. As sementes intactas de *M. anisopetala* atingiram apenas 26,6% de germinação nestas mesmas condições, mesmo após 34 dias. Já, as sementes de *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *D. pentaphylla*, *G. virgata*, *M. coccinea*, *O. molle* e *R. phaseoloides* exibiram altas taxas de germinação (75 a 100%) após o rompimento da testa por meio da escarificação, seja esta química ou mecânica. Sementes intactas de *C. sicyoides*, *D. pentaphylla* e *M. coccinea* não germinaram quando colocadas nestas condições, enquanto que as sementes intactas de *G. virgata* apresentaram apenas 10,5% de germinação. Cabe ressaltar que sementes intactas e escarificadas de *B. catalpifolia* apresentaram baixa taxa de germinação, 6,6% e 5,7% respectivamente.

Como exceção a estes padrões de comportamento, as sementes de *S. flaccidum* apresentaram apenas 5,7% de germinação a 25°C sob luz contínua, sendo que mais de 80% de germinação foram obtidas em casa de vegetação, tanto sob radiação direta, como sob 3 camadas de sombrite.

Tabela 3. Porcentagens finais de germinação das sementes de lianas da Reserva de Santa Genebra. + = sementes intactas, EM=escarificação mecânica e EQ=escarificação química, cv=casa de vegetação, cvs=casa de vegetação sob sombrite.

Espécie	Tratamento	% final de germinação	Dias de tratamento
<i>A. galeata</i>	+	50,0	20
<i>A. triplinervia</i>	+	100,0	20
<i>B. brasiliensis</i>	+	78,0	4
<i>B. catalpifolia</i>	+	6,6	40
	EQ	5,7	40
<i>C. altissima</i>	+	61,6	24
<i>C. parviflora</i>	EM	78,0	4
<i>C. sicyoides</i>	+	0,0	13
	EM	80,0	13
<i>D. bracteosa</i>	+	84,7	5
<i>D. pentaphylla</i>	+	0,0	25
	EM	83,3	4
<i>G. virgata</i>	+	10,5	18
	EQ	75,0	18
<i>M. anisopetala</i>	+	26,6	34
<i>M. coccinea</i>	+	0,0	47
	EM	100,0	7
<i>O. molle</i>	EM	100,0	20
<i>P. crucigerum</i>	+	90,0	14
<i>R. phaseoloides</i>	EQ	96,0	4
<i>S. flaccidum</i>	+	5,7	20
	cv	88,0	20
	cvs	82,8	20
<i>S. multiflora</i>	+	56,6	16

### 3.2. Caracterização e Longevidade de Sementes.

Características das sementes quanto à massa fresca e ao teor de umidade são apresentadas na Tabela 4. Os valores obtidos de massa fresca foram de 1,77 e 3,00 mg para *G. virgata* e *B. brasiliensis*, respectivamente, até 272 mg para *D. bracteosa* e 718 mg para *C. parviflora*. Quanto ao teor de umidade, as sementes apresentaram valores de 1,70% para *G. virgata* até 60,50% para *D. bracteosa*. Entre estes dois extremos, de modo geral as espécies apresentaram sementes com baixo teor de umidade (6,29 a 22,30%)

Tabela 4. Dados de massa fresca e teor de umidade das sementes de lianas da Reserva de Santa Genebra. O valor da massa fresca é apresentado por semente. O número das amostras utilizadas está indicado em materiais e métodos. dp=desvio padrão

Espécie	MF. (mg) $\pm$ dp	TU%
<i>A. triplinervia</i>	9,53 $\pm$ 0,04	6,29
<i>B. brasiliensis</i>	3,00	13,30
<i>B. catalpifolia</i>	169,46 $\pm$ 0,11	9,46
<i>C. altissima</i>	3,08 $\pm$ 0,01	9,47
<i>C. parviflora</i>	718,00 $\pm$ 0,40	10,21
<i>C. sicyoides</i>	127,65 $\pm$ 3,40	6,80
<i>D. bracteosa</i>	272,70 $\pm$ 24,50	60,50
<i>D. pentaphylla</i>	117,00 $\pm$ 0,05	12,82
<i>G. virgata</i>	1,77 $\pm$ 0,001	1,70
<i>M. anisopetala</i>	27,20 $\pm$ 0,05	6,40
<i>M. coccinea</i>	15,90 $\pm$ 0,01	22,30
<i>R. phaseoloides</i>	58,66 $\pm$ 0,05	9,65
<i>S. multiflora</i>	25,00 $\pm$ 0,02	6,80

Na Tabela 5, encontram-se os dados da longevidade das sementes no interior da mata. Sementes que apresentaram tegumento duro, permaneceram em grande parte, intactas e viáveis até ou em mais de 100 dias. Fazem parte deste grupo as sementes das seguintes espécies: *B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *G. virgata*, *D. pentaphylla* e *R. phaseoloides*. Exceto para as sementes de *G. virgata* e *D. pentaphylla*, que sofreram alta

taxa de predação, as demais apresentaram mais de 70% de sementes intactas viáveis ao final do período de armazenamento. Importante ressaltar que estas sementes foram depositadas intactas no interior da mata e mesmo assim a germinação *in situ* foi observada em alguns casos, sendo que em, *C. parviflora*, *D. pentaphylla* e *R. phaseoloides*, verificou-se a presença de sementes germinadas ao longo do período de armazenamento. A porcentagem de germinação para estas espécies no interior da mata foi baixa (*B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *D. pentaphylla* e *R. phaseoloides*) ou nula (*C. sicyoides* G. *virgata*).

Em outro extremo, as sementes de *A. triplinervia* e *D. bracteosa* apresentaram viabilidade curta e alta porcentagem de germinação no interior da mata. Para *A. triplinervia*, mais de 83% de sementes germinadas foram observadas ao final dos 76 dias de armazenamento e em *D. bracteosa*, no primeiro mês, verificou-se a presença de 44% de sementes germinadas; após esse período os frutos de *D. bracteosa* foram predados.

Entre esses dois extremos encontraram-se as espécies com um comportamento intermediário. Algumas apresentaram sementes que perderam sua viabilidade devido ao aumento da taxa de predação verificado durante o período de armazenamento. A germinação neste caso também ocorreu, mas foi baixa ou nula. Fazem parte deste grupo: *B. brasiliensis*, *C. altissima*, *M. anisopetala* e *M. coccinea*. Para, *B. brasiliensis* 22%, de sementes germinadas foram observadas nos primeiros 40 dias; no entanto a predação chegou a 100% no final do período de armazenamento. Em *C. altissima*, 13 e 8% de sementes germinadas foram verificadas nos 40 e 70 dias de armazenamento e, ao final dos 100 dias, apenas 36% de sementes intactas foram encontradas e a predação aumentou para 64%. Em *M. anisopetala*, apesar da alta taxa de predação, 12% de sementes germinadas foram encontradas ao final de 100 dias de armazenamento. Em *M. coccinea* a maior porcentagem de sementes intactas (92%) foi encontrada aos 80 dias de armazenamento como uma consequência da predação diferencial entre o primeiro e segundo lote. A % de sementes intactas de *M. coccinea* caiu para 15% com 110 dias, devido ao aumento na taxa de predação. Neste caso nenhuma semente foi encontrada germinando ao longo do período de estudo. Já, as sementes de *S. multiflora*, apesar de não possuírem tegumento duro

apresentaram 38% de sementes viáveis após 100 dias de armazenamento, e neste mesmo período, houve aumento na porcentagem de germinação, (23%).

Tabela 5. Longevidade de sementes em condições naturais de armazenamento. (g) = viabilidade das sementes intactas verificada por testes de germinação, (t)= viabilidade das sementes verificada por teste de tetrazólio; o número entre parênteses abaixo das espécies=início dos experimentos.

Espécie	dias de armazenamento	% sementes			% de sementes intactas viáveis
		predadas	germinadas	intactas	
<i>A. triplinervia</i> (09/96)	30	4,0	17,0	79,0	100 (g)
	70	3,3	94,4	2,2	-
	76	7,0	83,0	10,0	-
<i>B. brasiliensis</i> (02/96)	40	50,0	22,1	22,3	5,5 (g)
	80	50,0	0,0	42,0	100 (t)
	100	100,0	0,0	0,0	-
<i>B. catalpifolia</i> (04/96)	35	6,2	6,1	87,7	0,0 (g)
	80	11,0	0,0	88,8	0,0 (g)
	150	27,0	0,0	73,0	100,0 (t)
<i>C. altissima</i> (08/96)	40	7,2	13,1	79,7	52,0 (g)
	70	36,0	8,0	56,0	86,0 (g)
	100	64,2	0,0	35,7	90 (t)
<i>C. parviflora</i> (09/96)	40	0,0	8,0	92,0	100,0 (g)
	70	0,0	6,0	94,0	100,0 (g)
	200	20,0	9,0	71,0	100,0 (g)
<i>C. sicyoides</i> (04/96)	40	40,0	0,0	60,0	100,0 (t)
	98	35,2	0,0	64,0	100,0 (t)
	145	28,7	0,0	71,4	100,0 (t)
<i>D. bracteosa</i> (02/96)	30	56,0	44,0	0,0	-
	80	100,0	0,0	0,0	-
	100	100,0	0,0	0,0	-

continua...

continuação Tabela 5.

Espécie	dias de armazenamento	% sementes			% de sementes intactas viáveis
		predadas	germinadas	intactas	
<i>D. pentaphylla</i> (11/95)	40	17,5	8,0	74,5	100,0 (t)
	70	82,5	17,5	0,0	-
	100	42,5	5,0	52,5	100,0 (t)
<i>G. virgata</i> (11/96)	40	70,4	0,0	29,5	69,2 (g)
	70	71,7	0,0	28,2	83,0 (g)
	100	70,0	0,0	30,0	85,0 (g)
<i>M. anisopetala</i> (08/95)	40	64,0	0,0	36,0	33,0 (g)
	70	100,0	0,0	0,0	-
	100	66,0	12,0	22,0	69,2 (g)
<i>M. coccinea</i> (02/96)	40	50,0	0,0	50,0	100,0 (t)
	80	7,7	0,0	92,3	100,0 (t)
	110	85,2	0,0	14,8	50,0 (t)
<i>R. phaseoloides</i> (11/96)	40	0,0	12,0	88,0	100,0 (g)
	145	8,0	17,0	75,0	100,0 (g)
	145	4,0	17,0	79,0	100,0 (g)
<i>S. multiflora</i> (07/95)	30	30,0	0,0	70,0	87,0 (g)
	70	31,0	3,0	66,0	91,0 (g)
	100	38,5	23,0	38,5	90,0 (g)

### 3.3. Caracterização Morfológica e Sobrevivência das Espécies.

As espécies aqui estudadas apresentaram diferentes modos de ascender. Entre estes, foi observada a formação de caule volúvel, gavinhas e pecíolo preênsil. Também foram verificadas espécies que não exibiram nenhuma adaptação morfológica relacionada ao hábito de trepadeira. Formaram caule volúvel: *A. galeata*, *C. parviflora*, *D. bracteosa*, *D. pentaphylla*, *M. anisopetala*, *O. molle* e *R. phaseoloides*. Gavinhas foram observadas em: *A. triplinervia*, *C. sicyoides*, *G. virgata*, *M. coccinea*, *P. crucigerum* e *S. multiflora*. Nas espécies *C. sicyoides*, *G. virgata*, *M. coccinea* e *P. crucigerum*, 89 a 100% dos indivíduos mantidos na borda da mata apresentaram formação de gavinhas. No caso de *A. triplinervia* e *S. multiflora*, apenas 50% dos indivíduos apresentaram a formação de tal estrutura. O estágio de desenvolvimento em que as plantas se encontravam quando as primeiras gavinhas apareceram mostrou variações inter e intraespecíficas. Em *C. sicyoides* e *M. coccinea*, as

gavinhas estavam presentes a partir do 3º nó, em *P. crucigerum* e *S. multiflora* a partir do 6º e 7º nó, respectivamente, e ainda em *A. triplinervia* e *G. virgata*, as gavinhas se iniciaram a partir do 8º nó. Em *Dioscorea* sp. e *S. flaccidum* houve formação de pecíolo preênsil e, finalmente, para *C. altissima* e *B. brasiliensis* nenhuma estrutura típica de trepadeira foi observada. Importante ressaltar que tais modificações foram observadas principalmente para as plantas da borda da mata. No interior da mata, caule volúvel foi verificado apenas em *A. galeata*, *C. parviflora* e *O. molle*. Em *D. bracteosa* e *D. pentaphylla*, apenas um indivíduo de cada um dos lotes formou caule volúvel, representando 6% do lote. As demais espécies não formaram gavinhas ou pecíolo preênsil em condições de sombreamento.

Os dados sobre a porcentagem de sobrevivência em cada tratamento encontram-se na Tabela 6. Alta sobrevivência ocorreu para as plantas que ficaram na borda da mata. Quase todas as espécies tiveram um índice de 90 a 100% de sobrevivência, exceto *B. brasiliensis* (75%), *D. pentaphylla* (86,6%), *M. coccinea* (73%) e *S. flaccidum* (80%). Já no interior da mata, os resultados mostraram que as espécies responderam diferentemente em seus índices de sobrevivência. Nestas condições, *B. brasiliensis*, *C. sicyoides* e *P. crucigerum* sofreram 100% de mortalidade e ainda *M. coccinea* teve apenas 13,3% de sobrevivência. Para as demais espécies os índices de sobrevivência variaram entre 65% e 100%, sendo que, *A. galeata*, *A. triplinervia*, *C. parviflora*, *Dioscorea* sp., *G. virgata*, *M. anisopetala*, *O. molle* e *S. multiflora* obtiveram porcentagens de sobrevivência superiores a 90%.

Esses resultados mostram que todas as espécies sobrevivem bem fora da mata; contudo, no interior encontramos dois extremos sendo formados por aquelas espécies que não toleram o sombreamento e aquelas que sobrevivem por aproximadamente 100 dias em condições de baixa luminosidade.

Tabela 6. Porcentagem de sobrevivência de plântulas crescidas na borda (B) e interior da mata(I).

Espécie:	% Sobrevivência	
	B	I
<i>A. galeata</i>	100,0	100,0
<i>A. triplinervia</i>	95,0	95,0
<i>B. brasiliensis</i>	75,0	0,0
<i>C. altissima</i>	90,0	65,0
<i>C. parviflora</i>	100,0	100,0
<i>C. sicyoides</i>	100,0	0,0
<i>D. bracteosa</i>	100,0	66,6
<i>Dioscorea</i> sp.	100,0	100,0
<i>D. pentaphylla</i>	86,6	80,0
<i>G. virgata</i>	100,0	93,0
<i>M. anisopetala</i>	100,0	100,0
<i>M. coccinea</i>	73,0	13,3
<i>O. molle</i>	100,0	100,0
<i>P. crucigerum</i>	100,0	0,0
<i>R. phaseoloides</i>	100,0	84,0
<i>S. flaccidum</i>	80,0	80,0
<i>S. multiflora</i>	100,0	95,0

### 3.4. Crescimento Inicial.

Dados de crescimento em altura, número de folhas, área foliar, área foliar específica (Tabela 7), matéria seca do caule, folha e raiz, razão raiz/parte aérea e razão de massa foliar (massa seca folha/ massa seca total) e ainda incremento de matéria seca ( $\text{mg MS} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) são indicados nas Tabelas 8 a 24. Segue-se abaixo a avaliação de cada um dos parâmetros:

#### a) Altura.

Todas as espécies submetidas ao tratamento da borda da mata responderam com aumento significativo de altura, quando comparadas às plantas do interior da mata, exceto *A. galeata* (Tabela 8). As espécies que atingiram as maiores alturas, possuem estruturas típicas relacionadas ao hábito de liana. São estas: *C. parviflora* (Tabela 12), *D. pentaphylla* (Tabela 16), *G. virgata* (Tabela 17), *M. coccinea* (Tabela 19), *O. molle* (Tabela 20), *R. phaseoloides* (Tabela 22) e *S. flaccidum* (Tabela 23). Em *B. brasiliensis*, verificou-se intenso padrão de ramificação lateral, em alguns indivíduos. Conseqüentemente e possivelmente, devido à competição, a altura do ramo principal foi menor quando comparada aos indivíduos da mesma espécie, não ramificados. Por outro lado, *C. altissima*,

*Dioscorea* sp e *S. multiflora* (Tabelas 11, 15 e 24) foram aquelas que tiveram as menores alturas em condições de radiação direta.

No interior da mata, *C. parviflora* apresentou maior altura (Tabela 12) seguida por *A. galeata* (Tabela 8), *O. molle* (Tabela 20), *D. pentaphylla* (Tabela 16) e *C. altissima* (Tabela 11), sendo que as três primeiras formaram caule volúvel nestas condições. As demais espécies ficaram entre 6,44 a 19,15cm de altura; logo, baixa irradiância causou redução significativa de altura nas plantas. Importante salientar que as menores diferenças absolutas entre altura nos dois tratamentos foi verificada em: *C. altissima*, *Dioscorea* sp e *S. multiflora*.

#### b) Número de Folhas, Área Foliar e Área Foliar Específica.

Plantas submetidas ao tratamento de borda de mata produziram significativamente maior número de folhas quando comparadas às plantas do interior da mata (Tabelas 8 a 24). *D. bracteosa* e *M. coccinea* apresentaram aproximadamente 59 folhas em condições de radiação direta (Tabelas 14 e 19) enquanto *Dioscorea* sp. (Tabela 15), *C. parviflora* (Tabela 12), *C. sicyoides* (Tabela 13) e *S. multiflora* (Tabela 24) apresentaram respectivamente cerca de 9,11, 13 e 15 folhas; portanto grande variação na produção de folhas nestas condições foi observada para diferentes espécies. O mesmo não ocorreu para as plantas do interior da mata, onde as plantas em sua maioria, produziram entre 5 e 13 folhas.

Quanto à área foliar, em geral, plantas da borda produziram folhas com maior superfície, sendo que diferenças significativas entre o tamanho das folhas nos dois tratamentos foram encontradas, à exceção de *Dioscorea* sp. (Tabela 15). De modo oposto, as plantas de *C. altissima* (Tabela 11) produziram folhas com maior superfície no interior da mata. Quanto à *D. bracteosa* (Tabela 14) e *M. anisopetala* (Tabela 18), apesar da diferença da área foliar entre os dois tratamentos ser significativa, esta foi menos pronunciada que a encontrada nas demais espécies. Apesar das plantas no interior da mata, de modo geral,

terem folhas com menor superfície, a área foliar específica (Tabela 7) foi maior nestas condições, exceto para *M. anisopetala*.

Tabela 7. Dados de Área Foliar Específica (área das folhas em cm<sup>2</sup>/massa seca das folhas em mg).

Espécie	Borda da mata	Interior da mata
<i>A. galeata</i>	0,041a	0,104b
<i>A. triplinervia</i>	0,050a	0,065b
<i>B. brasiliensis</i>	0,086	-
<i>C. altissima</i>	0,055a	0,126b
<i>C. parviflora</i>	0,037a	0,196b
<i>C. sicyoides</i>	0,070	-
<i>D. bracteosa</i>	0,029a	0,056b
<i>Dioscorea</i> sp	0,036a	0,182b
<i>D. pentaphylla</i>	0,052a	0,159b
<i>G. virgata</i>	0,063a	0,134b
<i>M. anisopetala</i>	0,029a	0,075a
<i>M. coccinea</i>	0,027	-
<i>O. molle</i>	0,047a	0,128b
<i>P. crucigerum</i>	0,060	-
<i>R. phaseoloides</i>	0,058a	0,217b
<i>S. flaccidum</i>	0,051a	0,195b
<i>S. multiflora</i>	0,036a	0,056b

### c) Matéria Seca da Parte Aérea e da Raiz.

Todas as espécies mantidas na borda da mata, produziram significativamente mais biomassa de parte aérea e raiz quando comparadas às plantas do interior da mata (Tabelas 8 a 24).

Com relação à produção de biomassa de caule, maior variação entre as espécies foi observada para as plantas da borda da mata. Nestas condições, a massa seca do caule foi da ordem de 0,09g para *Dioscorea* sp. (Tabela 15) até 11,30g para *B. brasiliensis* (Tabela 10), sendo que entre estes dois extremos as espécies apresentaram valores de 0,72 a 5,34g. Por outro lado, plantas expostas ao sombreamento exibiram um comportamento mais uniforme,

sendo que valores entre 0,01 e 0,09g de massa seca para o caule foram verificados para 53% das espécies, destacando -se *C. parviflora* com maior valor (Tabela 12).

Maior biomassa para folhas e maior variação entre as espécies foram encontradas para as plantas da borda, sendo que para *B. brasiliensis* e *M. coccinea* foram obtidos respectivamente os maiores valores (Tabelas 10 e 19), contrastando com *Dioscorea* sp. (Tabela 15). Para as demais espécies, variações na faixa de 1,72g a 6,30g foram encontradas na biomassa das folhas. No entanto, 47% das espécies apresentaram valores entre 1,72 a 2,90g. Em contraste, valores da ordem de 0,06 a 0,34g, de biomassa das folhas foram obtidos para as espécies no interior da mata. Cabe salientar que, nestas condições, *C. altissima* e *M. anisopetala* (Tabelas 11 e 18) apresentaram, respectivamente 0,40 e 0,53g, os maiores valores quando comparados com as outras espécies deste tratamento. Importante ressaltar que nos dois tratamentos, com exceção de *C. altissima* e *B. brasiliensis*, a maioria das plantas produziu mais ou o equivalente em biomassa de folhas em relação ao caule, sendo esta situação mais evidente para as plantas do interior da mata.

Quanto ao sistema radicular, plantas da borda apresentaram valores entre 0,58 como em *O. molle* (Tabela 20) e 9,05g como em *D. bracteosa* (Tabela 14), lembrando que nesta última ocorreu tuberização. Das espécies crescidas na borda da mata, 47% produziram sistema radicular com 1,09g a 1,87g. No interior da mata, estes valores foram muito baixos; contudo, *A. galeata* (Tabela 8), *D. bracteosa* (Tabela 14), *Dioscorea* sp. (Tabela 15) e *M. anisopetala* (Tabela 18) apresentaram os maiores valores de biomassa quando comparadas com as demais espécies deste tratamento. Quando crescidas na borda da mata, as plantas de *C. parviflora* e *R. phaseoloides* apresentaram nodulação.

#### d) Razão Raiz/Parte Aérea.

Em relação ao direcionamento dos fotossintatos entre a raiz e a parte aérea, tanto as plantas da borda quanto as do interior da mata investiram mais em biomassa para a parte aérea em detrimento das raízes, com exceção de *D. bracteosa* (Tabela 14) e *Dioscorea* sp. (Tabela 15), que formaram órgãos de tuberização nos dois tratamentos, elevando com isso

o valor da razão raiz/parte aérea. Para *C. altissima* (Tabela 11), o valor da razão raiz/parte aérea (r/pa) foi significativamente maior na borda que no interior da mata; contudo, isto não foi verdadeiro para todas as demais espécies. Ainda que um maior crescimento da parte aérea nos dois tratamentos tenha sido verificado, algumas plantas, no interior da mata apresentaram razão r/pa maior quando comparadas com as mesmas crescidas na borda da mata, isto ocorreu em *D. pentaphylla*, *O. molle* e *S. flaccidum*. Para *A. galeata*, *A. triplinervia*, *C. parviflora*, *Dioscorea* sp, *G. virgata*, *M. anisopetala*, *R. phaseoloides* e *S. multiflora* não foi verificada diferença significativa do valor da razão r/pa. nos dois tratamentos.

#### d) Razão de Massa Foliar.

De modo geral, plantas apresentaram valores entre 0,40 a 0,65 da razão de massa foliar nos dois tratamentos. Entretanto, este padrão não foi observado em *A. galeata* (Tabela 8), *B. brasiliensis* (Tabela 10), *C. altissima* (Tabela 11), *D. bracteosa* (Tabela 14), *Dioscorea* (Tabela 15), *M. anisopetala* (Tabela 18) e *S. multiflora* (Tabela 24).

Em condições de baixa luminosidade, *C. altissima* (Tabela 11), *G. virgata* (Tabela 17), *S. flaccidum* (Tabela 23) e *S. multiflora* (Tabela 24) apresentaram a razão de massa foliar significativamente maior quando comparada com as mesmas crescidas na borda da mata e de modo oposto as plantas de *C. parviflora* (Tabela 12) apresentaram razão de massa foliar significativamente menor nestas condições.

#### f) Incremento de Matéria Seca (mg MS.dia<sup>-1</sup>).

Condições de alta irradiância promoveram um incremento de massa seca muito maior nas plantas da borda, quando comparadas às plantas do interior da mata. De modo geral, as espécies mantidas na borda da mata tiveram um aumento de 35 a 155,52 mg por dia, destacando-se como extremos *B. brasiliensis* com 241,88 (Tabela 10) e *Dioscorea* sp. com 10,66mg de massa seca por dia (Tabela 15).

Em contrapartida, plantas no interior da mata apresentaram um comportamento mais uniforme. As espécies, neste tratamento, tiveram um aumento de massa seca de apenas 0,26 a 13,79mg por dia. Cabe salientar que o menor incremento foi verificado em *D. bracteosa* (Tabela 15) e *R. phaseoloides* (Tabela 22), enquanto que *C. altissima* (Tabela 11), *C. parviflora* (Tabela 12), *M. anisopetala* (Tabela 18) e *O. molle* (Tabela 20) foram as espécies com maior acúmulo de biomassa nestas condições.

Tabela 8. Crescimento de *A. galeata* após 146 dias: alt= altura (cm), n.f.= n° de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	100,2a	22,60a	17,82a	2,20a	2,60a	4,43a	4,80a	0,92a	0,28a	63,15a
I	35,5a	11,80b	4,82b	0,10b	0,21b	0,28b	0,32b	0,88a	0,34a	4,18b

Tabela 9. Crescimento de *A. triplinervia* após 107 dias. alt= altura (cm), n.f.= n° de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	59,62a	18,59a	35,99a	1,70a	2,75a	1,13a	4,45a	0,26a	0,50a	52,17a
I	6,44b	4,22b	6,42b	0,02b	0,09b	0,04b	0,13b	0,30a	0,53a	1,78b



Tabela 14. Crescimento de *D. bracteosa* após 135 dias. alt= altura (cm), n.f.= nº de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	102,5a	58,46a	8,27a	1,60a	2,73a	9,05a	4,33a	2,09a	0,20a	93,77a
I	19,15b	7,90b	6,41b	0,05b	0,19b	0,48b	0,25b	1,92a	0,29a	0,26b

Tabela 15. Crescimento de *Dioscorea* sp. após 153 dias alt= altura (cm), n.f.= nº de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	24,81a	9,90a	13,82a	0,09	0,36	1,09a	0,47a	2,32a	0,23	10,66a
I	11,42b	3,53b	14,86a	-	-	0,24b	0,10b	2,40a	-	2,28b

Tabela 16. Crescimento de *D. pentaphylla* após 115 dias. altura (cm), n.f.= nº de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	202,80a	48,30a	53,26a	5,34a	6,80a	1,70a	12,15a	0,14a	0,48a	120,52a
I	31,16b	6,25b	14,90b	0,08b	0,24b	0,14b	0,32b	0,44b	0,50a	4,10b

Tabela 17. Crescimento de *G. virgata* após 112 dias. altura (cm), n.f.= nº de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	145,78a	25,42a	51,04a	4,75a	5,04a	1,87a	9,79a	0,18a	0,44a	104,16a
I	6,57b	5,76b	9,16b	0,03b	0,11b	0,02b	0,14b	0,16a	0,65b	1,42b



Tabela 22. Crescimento de *R. phaseoloides* após 128 dias. altura (cm), n.f.= nº de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	163,60a	18,76a	62,80a	3,06a	6,30a	1,78a	9,37a	0,20a	0,55a	87,14a
I	10,06b	2,75b	10,52b	0,02b	0,06b	0,02b	0,08b	0,27a	0,55a	0,87b

Tabela 23. Crescimento de *S. flaccidum* após 67 dias. altura (cm), n.f.= nº de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mg MS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	199,80a	34,05a	30,04a	4,54a	4,78a	1,15a	9,26a	0,12a	0,45a	155,52a
I	14,11b	5,16b	5,46b	0,04b	0,14b	0,07b	0,18b	0,39b	0,57b	3,88b

Tabela 24. Crescimento de *S. multiflora* após 124 dias. altura (cm), n.f.= nº de folhas; a.f.=área foliar (cm<sup>2</sup>); pa=parte aérea, r/pa= razão raiz/parte aérea, RMF= razão de massa foliar (g.g<sup>-1</sup>), incr.=incremento de massa seca (mgMS dia<sup>-1</sup>), B=borda da mata, I=interior da mata.

	alt.	n.f.	a.f.	Matéria seca				r/pa	RMF	incr.
				caule	folhas	raiz	pa			
B	38,72a	15,45a	47,79a	0,72a	1,74a	2,25a	2,46a	0,91a	0,26a	49,96a
I	9,15b	4,68b	5,62b	0,01b	0,10b	0,06b	0,11b	0,54a	0,56b	1,48b

g) Crescimento de *R. phaseoloides*.

O crescimento de *R. phaseoloides* foi avaliado ao longo de um período de 128 dias. Plantas da borda apresentaram significativamente maior altura e maior número de folhas, principalmente a partir dos 80 dias de tratamento (Figuras 1 e 2). No interior da mata, não houve alterações na altura e no número de folhas durante o período de estudo. O mesmo pôde ser observado com relação à produção de biomassa para folhas, caule e raiz (Figura 3). Nas plantas da borda, o aumento da biomassa foi maior nas folhas, quando comparado ao aumento de biomassa para caule e raiz. Variações nos valores de razão  $r/pa$  foram verificadas durante o período de tratamento das plantas (Figura 4). Apesar das diferenças da razão  $r/pa$  não serem significativas entre os dois tratamentos, tanto plantas da borda quanto as do interior da mata tiveram um aumento inicial da razão seguida por uma queda após 80 dias de crescimento e finalmente, após 128 dias de tratamento, as plantas novamente apresentaram um aumento na razão  $r/pa$ .

Os valores da taxa de crescimento relativo para *R. phaseoloides* estão na Tabela 25. Plantas mantidas em condições de alta irradiância apresentaram valores significativamente mais altos da taxa de crescimento para o caule, folhas e raiz, bem como para a planta inteira, quando comparadas com as plantas no interior da mata. Verificou-se, também, que nas plantas da borda e do interior da mata, houve com o aumento do período de tratamento, uma queda na taxa de crescimento relativo para caule, folhas e planta inteira, sendo que para raiz, plantas mantidas nos dois tratamentos apresentaram um pequeno aumento ao final de 128 dias, quando comparadas com o período anterior (40 a 80 dias).

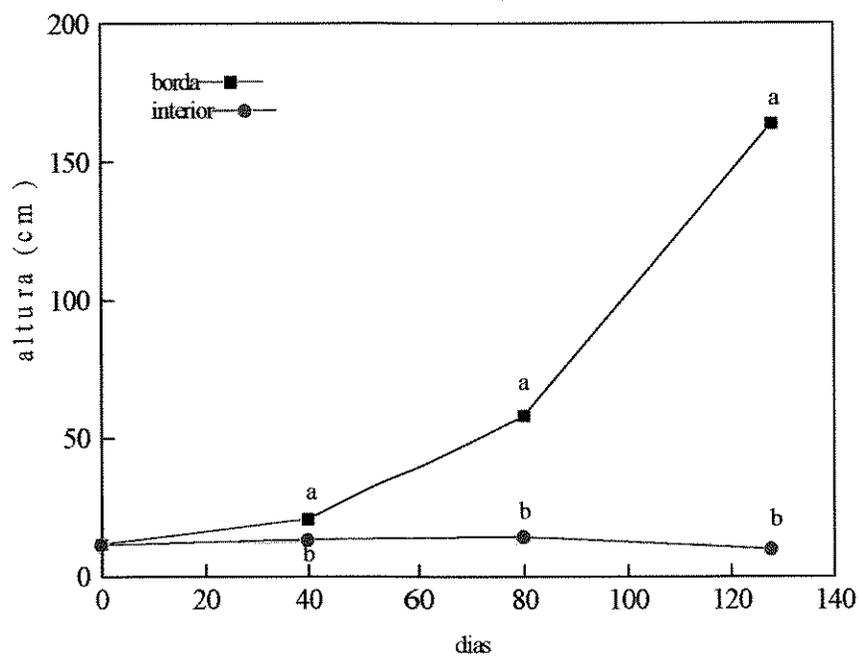


Figura 1. Altura de *R. phaseoloides* nos tratamentos de borda e interior da mata

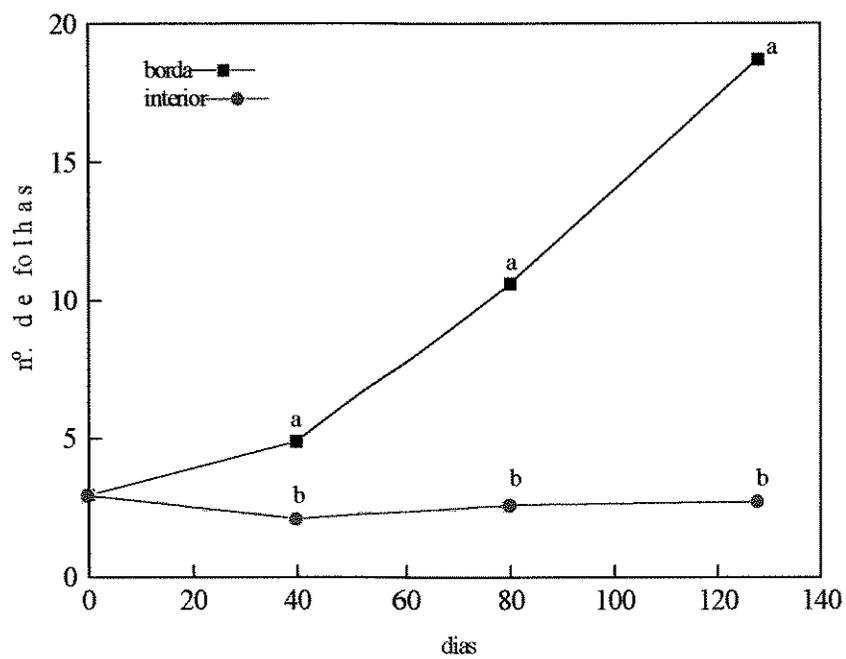


Figura 2. Número de folhas de *R. phaseoloides* nos tratamentos de borda e interior da mata.

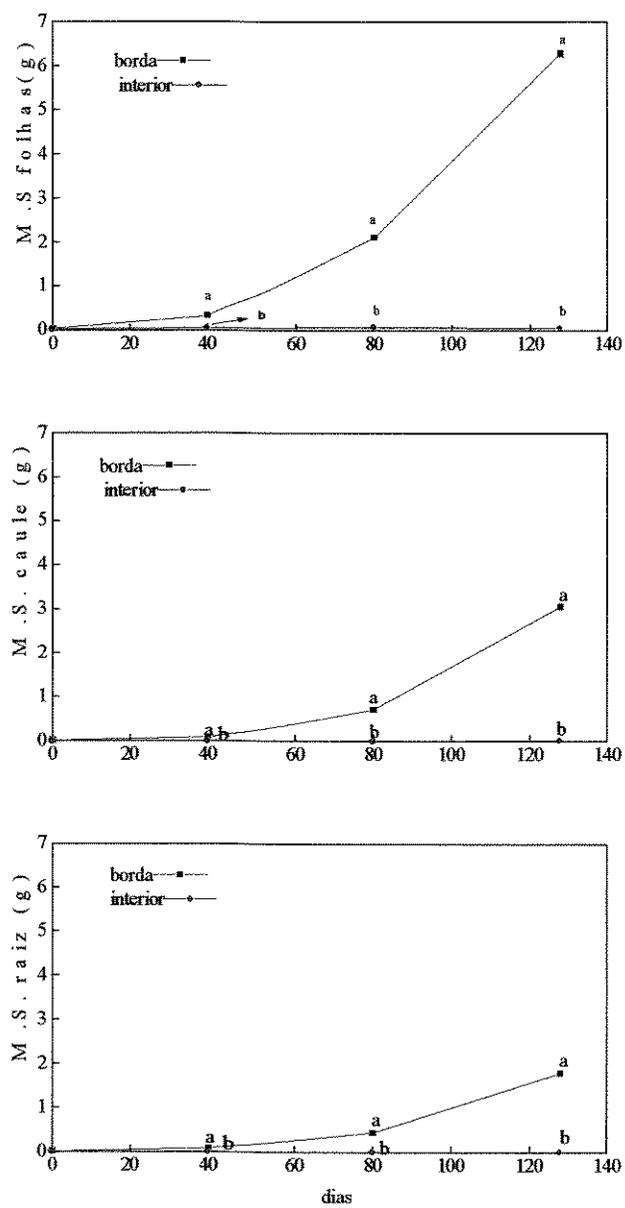


Figura 3. Massa seca de *R. phaseoloides* nos tratamentos de borda e interior da mata.

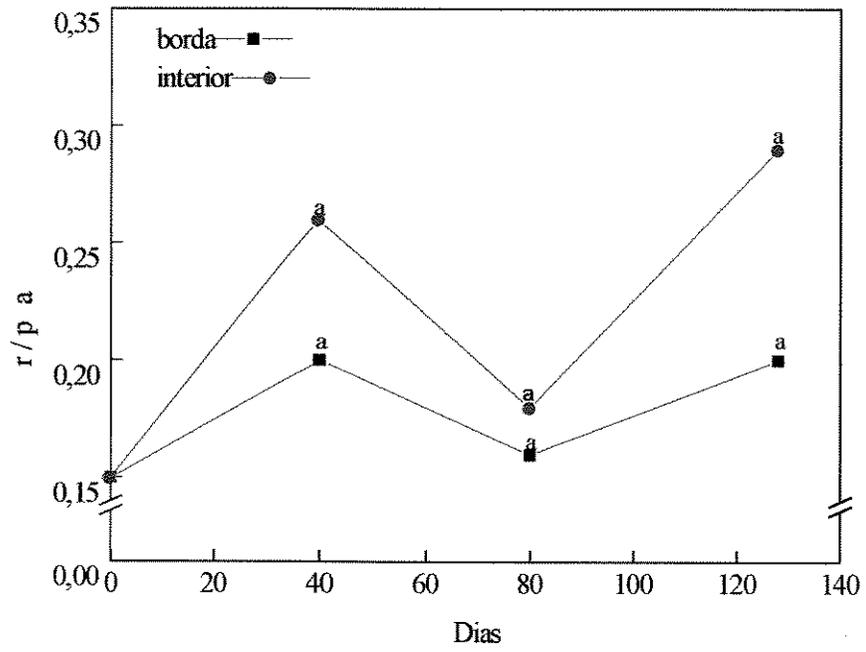


Figura 4. Razão  $r/p a$  de *R. phaseoloides* nos tratamentos de borda e interior da mata

Tabela 25. Taxa de crescimento relativo dada em  $\text{mg. g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de massa seca para cada uma das partes de *R. phaseoloides* mantidas na borda (B) e interior da mata (I).

Período de tratamento	TCR $\text{mg. g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$							
	Caule		Folhas		Raiz		Pl. inteira	
	B	I	B	I	B	I	B	I
0-40	20a	4b	22a	7b	21a	9b	18a	4b
40-80	22a	1b	19a	3b	8a	-3b	10a	-1b
80-128	12a	0,10b	8a	-2b	16a	2b	10a	-1b

### 3.5. Conteúdo de clorofila.

Maior conteúdo de clorofila a, b, e total foi observado entre as plantas crescidas no interior da mata, sobretudo em *A. galeata*, *D. pentaphylla* e *O. molle* (Tabela 26). Alterações na razão de clorofila a/b são facilmente observadas para plantas mantidas em condições de baixa irradiância; no entanto, a razão de clorofila a/b mostrou ser significativamente menor, nestas condições, somente para *A. galeata*, *A. triplinervia*, *C. altissima*, *Dioscorea* sp., *R. phaseoloides* e *S. multiflora*. Para as demais espécies, exceto *D. pentaphylla*, não foi verificada diferença significativa na razão de clorofila a/b entre os dois tratamentos. Importante ressaltar que em *S. flaccidum*, alterações no conteúdo de clorofila a, b e total, bem como da razão de clorofila a/b, não foram observadas nos dois tratamentos.

Tabela 26. Conteúdo de clorofila a, b, total e razão a/b das espécies mantidas na borda (B) e interior da mata (I) expressos em mg.g MS<sup>-1</sup>.

Espécie	clor a		clor b		total		razão a/b	
	B	I	B	I	B	I	B	I
<i>A. galeata</i>	7,89a	22,21b	3,17a	11,25b	11,07a	33,46b	2,48a	2,00b
<i>A. triplinervia</i>	4,42a	6,41b	1,75a	3,00b	6,17a	9,41b	2,51a	2,18b
<i>B. brasiliensis</i>	10,97	-	3,5	-	14,54	-	4,30	-
<i>C. altissima</i>	3,25a	6,97b	1,24a	3,01b	4,49a	9,98b	2,67a	2,05b
<i>C. parviflora</i>	6,39a	11,98b	2,64a	5,82b	9,04a	17,81b	2,44a	2,08a
<i>C. sicyoides</i>	5,72	-	2,94	-	8,66	-	1,93	-
<i>D. bracteosa</i>	3,02a	6,19b	1,39a	3,17b	4,41a	9,37b	2,22a	2,01a
<i>Dioscorea</i> sp.	11,69a	19,17b	4,91a	9,12b	16,60a	28,29b	2,38a	2,10b
<i>D. pentaphylla</i>	5,96a	24,09b	2,74a	10,09b	8,70a	34,19b	2,19a	7,09b
<i>G. virgata</i>	4,96a	9,68b	2,12a	4,70b	7,08a	14,38b	2,34a	2,07a
<i>M. anisopetala</i>	1,50a	5,75b	0,72a	2,54b	2,22a	8,29b	2,03a	2,27a
<i>M. coccinea</i>	3,28	-	1,77	-	5,06	-	1,94	-
<i>O. molle</i>	9,04a	27,14b	3,22a	12,41b	12,27a	39,55b	3,43a	2,19a
<i>P. crucigerum</i>	9,41	-	3,62	-	13,04	-	2,69	-
<i>R. phaseoloides</i>	3,40a	8,84b	1,38a	5,06b	4,79a	13,90b	2,47a	1,74b
<i>S. flaccidum</i>	10,89a	10,94a	5,25a	5,45a	16,15a	16,40a	2,08a	2,01a
<i>S. multiflora</i>	4,55a	8,76b	1,68a	3,81b	6,24a	12,58b	2,69a	2,31b

#### 4. DISCUSSÃO

##### Sobre as sementes:

Lianas são plantas tipicamente encontradas em ambientes abertos e bordas de mata. Esta distribuição assemelha-se com a de espécies colonizadoras em início de sucessão (espécies pioneiras). Sendo assim, devido à escassez de dados sobre a biologia deste grupo de plantas, várias vezes durante a discussão, os dados serão comparados com os de espécies pioneiras. Os ambientes ocupados pelas árvores pioneiras e pelas lianas são caracterizados por aumento da radiação e por maiores alternâncias de temperatura, quando comparados com o sub-bosque, fatores estes que marcam o início da germinação para várias espécies pioneiras.

No presente trabalho, luz e temperatura constante de 25°C promoveram altas taxas de germinação para a maioria das espécies, indicando falta de dormência inata, o que parece não ser importante em ambientes úmidos e quentes como as florestas tropicais (NG, 1978). No entanto, este comportamento não foi encontrado nas sementes de *M. anisopetala*, *M. coccinea* e *S. flaccidum*. No primeiro caso, as sementes sofreram alta contaminação por fungos, apresentando baixa germinação. Em *M. coccinea*, as sementes germinaram apenas quando o aquênio e o endosperma foram removidos, mostrando que algum mecanismo de dormência fisiológica pode estar envolvido no comportamento germinativo desta espécie. Dormência fisiológica é um comportamento muito comum nas espécies de clima temperado, onde as estações são muito bem definidas (BASKIN & BASKIN, 1989), sendo mais raro entre as espécies de clima tropical. Para *S. flaccidum*, maiores taxas de germinação foram obtidas em casa de vegetação, tanto na presença como na ausência de sombrite (diferentes intensidades luminosas). Este comportamento sugere que a germinação nesta espécie parece estar ligada à alternância de temperatura.

Condições de flutuações de temperatura associadas ao aumento da radiação podem promover a germinação de sementes em início de sucessão, sendo que em algumas sementes de testa dura, podem agir na quebra da impermeabilidade da testa à água. *Heliocarpus*

*donnell-smithii*, uma árvore pioneira de rápido crescimento e com semente de testa dura, apresentou as mais altas taxas de germinação sob regime de alternância de temperatura em laboratório e no centro de clareiras (VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1982). Entre as lianas estudadas, 52% das sementes apresentaram dormência física. Estas espécies atingiram altas taxas de germinação após a escarificação da testa, exceto *B. catalpifolia*, que mesmo após a escarificação, ou remoção da testa, apresentou alta contaminação.

Como consequência da enorme diversidade de taxa, formas de vida e múltiplas origens filogenéticas que caracterizam as florestas tropicais, as sementes também são diversas no que diz respeito ao tamanho, forma, sazonalidade e volume de produção, número de sementes por fruto, conteúdo de água, natureza de reserva e presença de compostos secundários (VÁZQUEZ-YANEZ & OROZCO-SEGOVIA, 1993). Massa de sementes, por exemplo, é uma característica que pode ser facilmente avaliada e tem sido utilizada como uma estimativa de seu tamanho (HODGSON & MACKAY, 1986). Os autores colocam que o tamanho das sementes pode estar relacionado com o hábito das plantas e com características filogenéticas que resultam da variação do número de óvulos por carpelo, tipo de placentação, presença ou ausência de endosperma.

Variações do tamanho de sementes são bem documentadas na literatura. BAKER (1972) encontrou valores crescentes de massa de sementes entre herbáceas, arbustos e árvores na flora da Califórnia. Resultado semelhante também foi encontrado na flora de Sheffield por HODGSON & MACKAY (1986) para plantas de diferentes hábitos. BAKER (1972) atribui estas diferenças no tamanho das sementes ao valor adaptativo e sugere que elas resultam de compromissos entre forças seletivas opostas. Produção de poucas sementes com maiores reservas aumentaria a probabilidade do estabelecimento das plântulas sob condições ambientais adversas, ou onde a competição com outras plantas é mais severa. Por outro lado, a produção de sementes pequenas estaria associada com alta fecundidade e assim permitiria uma dispersão mais efetiva no tempo e no espaço. METCALFE & GRUBB (1995) compararam os valores de massa de sementes entre plantas tolerantes e não tolerantes ao sombreamento, com diferentes hábitos de vida para cada uma das categorias.

No caso de plantas tolerantes ao sombreamento, houve uma tendência de espécies arbóreas terem sementes maiores quando comparadas com lianas, arbustos e herbáceas, mas esta relação não foi observada entre as plantas que demandam luz. É importante ressaltar que no presente trabalho os valores de massa de sementes variaram entre 1,7 a 718 mg, uma faixa bastante ampla, considerando que são plantas que possuem o mesmo hábito de vida e que ocupam o mesmo tipo de ambiente. Quanto ao teor de umidade, de modo geral, as sementes das lianas apresentaram baixos teores, exceto *D. bracteosa* que apresentou 60,5% de teor de umidade.

Todas essas características, em conjunto, vão refletir no padrão de comportamento germinativo das sementes e na persistência destas no banco. No interior da mata, as sementes de *D. bracteosa* germinaram logo nos primeiros 30 dias de armazenamento, sendo que após esse período, alta taxa de predação foi verificada. Este tipo de comportamento é comum para muitas sementes de espécies arbóreas tropicais, que tendem a germinar rápida e simultaneamente após a dispersão, não permanecendo no banco de sementes do solo. A preservação de um germoplasma vivo através de períodos caracterizados por condições ambientais adversas parece ser menos importante para a perpetuação das plantas das florestas tropicais, que em ecossistemas mais sazonais (VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993). As sementes de *D. bracteosa*, das estudadas, estão entre as mais pesadas e com maior teor de umidade, o que pode explicar sua curta permanência no solo. Alto teor de umidade e metabolismo ativo, expresso através de uma taxa de respiração ininterrupta, é típico de sementes de florestas tropicais que têm viabilidade curta (GARWOOD & LIGHTON, 1990). Logo, uma possível estratégia de *D. bracteosa* consiste na formação de um banco de plântulas e não na preservação de sementes dormentes no solo. Aproximadamente 65% das 330 espécies arbóreas estudadas por NG (1978) na Malásia, apresentaram este tipo de comportamento, ao qual o autor chamou de germinação imediata.

As sementes de *A. triplinervia* apresentaram comportamento semelhante. No entanto, a maior quantidade de sementes germinadas foi encontrada após 70 dias de armazenamento, formando também um típico tapete de plântulas. Cabe ressaltar que as

sementes desta espécie, logo após a sua dispersão pelo vento, têm baixo teor de umidade e são bem mais leves, quando comparadas com as sementes de *D. bracteosa*. O aumento na quantidade de chuvas durante o período de armazenamento destas sementes, pode ter favorecido sua germinação maciça. Segundo os dados de MORELLATO & LEITÃO FILHO (1996), esta espécie frutifica nos meses de julho a setembro, entre o final da estação seca e o início da estação chuvosa. No presente trabalho essas sementes foram depositadas na mata no mês de setembro, coincidindo assim com o início da estação chuvosa e, após 70 dias, com aumento das chuvas, apresentaram uma maciça germinação. Entre as espécies lenhosas da Ilha do Barro Colorado, Panamá, 40% mostraram germinação imediata logo após a sua dispersão, que ocorre no início da estação chuvosa (GARWOOD, 1983). A autora observou que, a germinação, não necessariamente, se dá no início da estação chuvosa, mas pode ocorrer durante a mesma.

Em contrapartida às sementes que possuem germinação imediata, nas florestas tropicais há também um grupo de sementes que atrasa sua germinação. Esta característica está frequentemente associada com sementes que apresentam uma testa dura, baixa umidade e longa longevidade (VÁZQUEZ-YANEZ & OROZCO-SEGOVIA, 1984). As sementes de *B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *D. pentaphylla*, *G. virgata* e *R. phaseoloides* que permaneceram intactas, estavam viáveis por todo o período de armazenamento. Essas sementes possuem a testa dura, baixo teor de umidade e no laboratório germinaram bem, após a escarificação. Embora tenham testa dura, algumas sementes venceram a barreira da impermeabilidade à água e conseguiram germinar na sombra ao longo do período de armazenamento. Entre as espécies com dormência física, encontramos um contínuo entre aquelas com testa extremamente dura e aquelas com testa um pouco mais permeável, o que pôde ser comprovado pela germinação diferencial no interior da mata, observada para as espécies acima citadas. VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA (1993) sugerem que o atraso na germinação é heterogêneo dentro das sementes de uma mesma coorte e este comportamento peculiar se deve a diferenças intraespecíficas na permeabilidade da testa das sementes. Estas diferenças na permeabilidade da testa também refletem na proteção das

sementes. No caso de *G. virgata*, por exemplo, as sementes sofreram alta taxa de predação, no entanto, no decorrer do período de armazenamento aproximadamente 30% de sementes intactas e viáveis foram verificadas, o que pode representar uma porcentagem expressiva, dada a alta frequência desta espécie na Reserva, bem como sua elevada produção de frutos. Portanto, as chances das sementes com testa impermeável à água, serem incorporadas ao banco é alta e a germinação poderá ocorrer à medida que conseguirem vencer a barreira física imposta pela presença da testa dura. Segundo BASKIN e BASKIN (1989), estas sementes apresentam um mecanismo de dormência física, e podem perdê-la ao serem expostas à alta temperatura. Em alguns casos, a alta flutuação de temperatura, resultado do aquecimento e resfriamento diário do solo, é a responsável pela quebra da impermeabilidade da testa à água. Os autores ainda discutem que a liberação da dormência física por ação de microorganismos não é um mecanismo efetivo para a sobrevivência de sementes que precisam germinar em uma certa época do ano, ou em resposta à perturbação do habitat. Logo, a resposta à alternância de temperatura parece ser um mecanismo adaptativo para restringir a germinação das espécies em certa época do ano, ou após a modificações ambientais propícias para o estabelecimento da plântula.

Por outro lado, várias espécies de lianas apresentaram um comportamento intermediário no qual o fator predação e/ou sazonalidade influenciaram na permanência destas sementes no solo. Neste padrão intermediário encontram-se as sementes de *B. brasiliensis*, *C. altissima*, *M. anisopetala*, *M. coccinea* e *S. multiflora*. Em *B. brasiliensis*, embora as sementes tenham germinado no primeiro mês, este número foi menor quando comparado com o resultado da germinação de *D. bracteosa* e *A. triplinervia* e ao final de 100 dias, as sementes estavam totalmente predadas. Quanto às sementes de *C. altissima* e *M. coccinea*, ambas diminuíram sua viabilidade no decorrer do período de armazenamento. No entanto, as sementes de *C. altissima*, embora em pequeno número, apresentaram uma certa taxa de germinação durante o primeiro mês de armazenamento, o que não foi observado em *M. coccinea*. As sementes de *C. altissima* apresentam baixo teor de umidade e na sua maturidade são envoltas por um arilo branco, característica típica para atração de

pássaros. Embora em pequeno número, são capazes de germinar na sombra densa do interior da mata. Apesar da alta predação, talvez sejam incorporadas ao banco de sementes, pois não formam um carpete de plântulas, como ocorreu para *D. bracteosa* e *A. triplinervia* e como *G. virgata*, esta espécie é muito comum na Reserva.

Na região de Campinas, onde se localiza a Reserva de Santa Genebra, existe uma estação seca bem definida. As sementes que são dispersas neste período, podem permanecer quiescentes até que condições favoráveis, como aumento da umidade no começo da estação chuvosa, marquem o início da germinação de algumas espécies. Este comportamento foi observado em *S. multiflora* e *M. anisopetala*. Em *S. multiflora*, 23% de sementes germinadas foram observadas após 100 dias de armazenamento, sendo que neste período houve grande aumento da pluviosidade. Os diásporos de *S. multiflora* foram depositados no mês de julho e nos primeiros trinta dias nenhuma semente germinada foi observada no interior da mata. Em *M. anisopetala*, cujos diásporos foram depositados em agosto, apesar da alta predação, 12% de sementes germinadas foram observadas após 100 dias de armazenamento, coincidindo com a estação chuvosa. Ambas as espécies apresentam frutos secos que são dispersos pelo vento.

O intervalo compreendido entre a chegada das sementes no solo e a germinação, está intimamente relacionado com a sazonalidade da floresta. Alguns estudos mostram que a germinação de sementes em florestas tropicais sazonais, tem o seu pico após o início da estação chuvosa (GARWOOD, 1983, 1985). Portanto, em florestas onde existe uma estação seca bem definida e uma estação úmida, o atraso na germinação é freqüentemente ligado à sobrevivência das sementes na estação seca (VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993). Este padrão de comportamento germinativo foi observado na Ilha do Barro Colorado por GARWOOD (1983). A autora verificou que 42% das sementes dispersas na estação seca permanecem quiescentes até o início da próxima estação chuvosa, prevenindo assim a germinação em período desfavorável; muitas destas espécies florescem e frutificam durante a estação seca. O tempo da dispersão próximo a estação chuvosa, é um importante componente, pois reduz o tempo a que as sementes ficam expostas a riscos de

predadores ou a falsos inícios de estação chuvosa, limitando mortalidade causada por seca no caso da ocorrência de uma germinação prematura.

Espécies arbóreas pioneiras são conhecidas por apresentarem sementes com longa viabilidade no solo de florestas. *Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus donnell-smithii* e *Piper auritum* permaneceram viáveis mesmo depois de um período de um ano armazenadas em condições naturais (VÁZQUEZ-YANES & SMITH 1982; VÁZQUEZ-YANEZ & OROZCO-SEGOVIA 1982). Cabe ressaltar que, nestes estudos, as sementes ficaram enterradas no solo no interior de meias de “nylon”, excluindo portanto qualquer ação de predadores. Já no presente estudo, as sementes de lianas ficaram sujeitas aos efeitos da predação, o que pode ter influenciado sua longevidade.

Poucos são os dados na literatura sobre o comportamento germinativo de espécies de lianas. VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA (1984) citam que sementes deste grupo de plantas aparecem com frequência no banco.

Neste trabalho verificou-se, que as sementes de *D. bracteosa* e *A. triplinervia* apresentaram um comportamento típico encontrado para muitas espécies arbóreas tropicais, onde as sementes apresentam rápida germinação formando um tapete de plântulas. NG (1978) propõe que a rápida germinação apresenta a vantagem do escape da predação das sementes para produção de plântulas que tenham maior chance de sobreviver à herbivoria.

Exceto para *G. virgata*, *M. coccinea* e *C. sicyoides*, todas as demais espécies em alguma extensão, apresentaram sementes germinadas na sombra densa do interior da mata. Apesar das lianas tipicamente se estabelecerem em bordas de mata ou ambientes perturbados, várias espécies, neste trabalho, conseguiram germinar na sombra densa e estas podem apresentar vantagem competitiva sobre as demais sementes que não germinaram, no caso da ocorrência de uma clareira.

### Sobre as plantas:

Lianas são plantas encontradas em ambientes tipicamente abertos como clareiras e bordas de mata, sugerindo então um comportamento heliófito deste grupo de plantas. No entanto, a maioria das espécies aqui estudadas conseguiu sobreviver por mais de 100 dias em ambiente altamente sombreado e apresentou algumas características da síndrome de adaptação à sombra. Todavia, *B. brasiliensis*, *C. sicyoides*, *M. coccinea* e *P. crucigerum* mostraram-se intolerantes ao sombreamento, pois a sobrevivência foi muito baixa ou nula nestas condições, indicando assim que estas espécies poderiam estar abaixo de seu ponto de compensação de luz e/ou apresentar altas taxas de respiração, o que segundo GRIME & HUNT (1975), conduziria à rápida deterioração e mortalidade de plântulas densamente sombreadas. AUGSPURGER (1984b) avaliou que os danos por patógenos seriam a causa principal da mortalidade de plântulas no sub-bosque, mas no trabalho aqui desenvolvido não houve danificações aparentes por doenças nas plantas que foram intolerantes ao sombreamento. AUGSPURGER (1984a) e KITAJIMA (1994) relacionaram tolerância à sombra com a densidade do lenho da planta adulta. A densidade do lenho poderia contribuir para o aumento da defesa contra danos físicos e agentes bióticos, além do maior suporte estrutural. No entanto, entre as plântulas que sofreram altas taxas de mortalidade, apenas *B. brasiliensis* e *C. sicyoides* são lianas herbáceas.

Sobrevivência, na sombra, das plântulas de lianas aqui estudadas não mostrou estar correlacionada com o tamanho da semente, uma vez que esta foi alta tanto para espécies com as sementes maiores (*C. parviflora* e *D. bracteosa*) quanto para as com sementes menores (*G. virgata* e *A. triplinervia*) e ainda, entre as plântulas que apresentaram altas taxas de mortalidade, *C. sicyoides* possui uma semente maior, quando comparada com as demais do mesmo grupo. Alguma cautela deve ser tomada na interpretação destes resultados, pois as espécies foram levadas para a mata, já estabelecidas. Contudo, HUTCHINSON (1967) observou que sementes recém germinadas, quando colocadas imediatamente no escuro, foram mais persistentes do que plântulas da mesma espécie que

receberam um tratamento de luz antes de serem submetidas ao sombreamento. O autor atribui isto ao fato de que, a matéria seca produzida no ambiente com luz impõe uma demanda respiratória maior quando as plantas são mantidas por longo período no escuro. Relações entre sobrevivência de plântulas em ambiente sombreado com o tamanho de semente são bem documentadas na literatura; no entanto, parece que não existe um padrão muito claro destas relações, considerando-se diferentes autores. Estes trabalhos partem do princípio de que plântulas oriundas de sementes maiores teriam mais reservas ou para sobreviver por longos períodos em locais onde a disponibilidade de energia é baixa ou para produzir plântulas maiores, tendo assim vantagem competitiva com plântulas vizinhas.

GRIME & JEFFREY (1965) e HUTCHINSON (1967) verificaram que espécies com sementes maiores persistiram por mais tempo em condições de sombreamento severo. AUGSPURGER (1984a) verificou que tolerância à sombra não estava relacionada com a reserva de sementes em 18 espécies arbóreas tropicais dispersas pelo vento, e posteriormente, LEISHMAN & WESTOBY (1994) observaram que, em níveis de luz acima de  $5\mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , a taxa de sobrevivência de plântulas não se mostrou correlacionada com o tamanho de semente, embora os autores tenham encontrado plântulas de sementes maiores, que sobreviveram significativamente mais tempo do que plântulas com sementes pequenas quando mantidas em ambiente com 99% de sombreamento. METCALFE & GRUBB (1997) relataram que *Melastoma malabathricum*, uma espécie normalmente encontrada em bordas de florestas e com sementes pequenas ( $33\mu\text{g}$ ), apresentou 75% de sobrevivência por 21 semanas, quando mantida em apenas 1% de luminosidade.

Para GRIME & JEFFREY (1965), sementes maiores teriam vantagens em ambiente com vegetação baixa, onde pequenas diferenças na altura estariam associadas com grandes mudanças na intensidade, direção e qualidade da radiação, enquanto que, no chão da floresta, o crescimento inicial em altura pode não ser tão importante, uma vez que os gradientes verticais de luz são menos pronunciados. A vantagem de plântulas maiores produzidas por grandes sementes no interior das florestas estaria relacionada com a capacidade destas em vencer a barreira imposta pela serrapilheira (MOLOFSKY &

AUGSPURGER, 1992). KOHYAMA & GRUBB (1994) verificaram que plântulas oriundas de sementes maiores seriam beneficiadas no interior de florestas, em microsítios cobertos pela serrapilheira, pela produção de uma raiz principal e que plântulas com sementes pequenas se desenvolveriam em solos rochosos, com ausência de serrapilheira, pelo desenvolvimento de raízes laterais mais finas.

GARWOOD (1996) sugere que a morfologia da plântula deveria ser usada como critério para relacionar o estabelecimento com o tipo de habitat. Neste sentido, a autora verificou, por dados de literatura, que plântulas com germinação epígea fanerocotiledonar seriam preferencialmente encontradas em ambientes abertos e teriam sementes pequenas. No presente trabalho, as espécies que exibiram germinação hipógea (*D. bracteosa*, *M. anisopetala* e *S. multiflora*) sobreviveram bem no interior da mata; contudo isto também foi verdadeiro para as espécies com germinação epígea. KITAJIMA (1996) encontrou uma relação inversa entre taxa de liberação de O<sub>2</sub> e espessura da folha cotiledonar; logo cotilédones mais grossos teriam função de reserva e não fotossintética, o que poderia ser favorável em situações onde a disponibilidade de energia luminosa é limitante. *C. parviflora* apresenta uma folha cotiledonar bastante espessa e apresentou 100% de sobrevivência e a maior altura em baixa densidade luminosa, quando comparada com as demais espécies aqui estudadas.

Alguns trabalhos relacionam sobrevivência das plântulas de lianas no sub-bosque com os mecanismos utilizados para ascensão. Neste sentido, CARTER & TERAMURA (1988) estudaram a fotossíntese de 3 espécies exóticas e 5 espécies nativas de lianas, que possuem variações morfológicas relacionadas ao hábito. *Pueraria lobata*, uma planta que apresenta caule volúvel, foi a mais pobremente adaptada a condições de sub-bosque, com alto ponto de compensação de luz e baixa fotossíntese sob baixa irradiância. Já *Lonicera japonica*, outra liana com caule volúvel, foi melhor adaptada. Contudo, as plantas que desenvolveram gavinhas, como *Partenocissus quinquefolia*, foram fisiologicamente as melhores adaptadas ao sombreamento, apresentando o menor ponto de compensação de luz e a mais alta taxa fotossintética neste ambiente. Os autores discutem que adaptabilidade

fisiológica ao ambiente de baixa irradiância pode estar acoplada à habilidade de competir por luz solar e relacionada ao mecanismo de ascensão. No entanto, no presente trabalho, não foi encontrada uma analogia entre adaptação morfológica relacionada ao hábito de ascensão das lianas e sobrevivência, pois, em alguns casos, plantas com gavinhas apresentaram altas taxas de mortalidade e, de modo oposto ao observado por CARTER & TERAMURA (1988), as plantas com caule volúvel exibiram altas taxas de sobrevivência, quando mantidas em baixa densidade de fluxo de fótons.

Por outro lado, PUTZ (1984) no Panamá e PUTZ & CHAI (1987) na Malásia, verificaram que os requerimentos de suporte e a estrutura da floresta influenciam a distribuição das lianas, sendo que aquelas que desenvolvem gavinhas requerem suportes que não ultrapassam 10 cm de diâmetro, enquanto que as lianas que formam caule volúvel conseguem ascender em suportes com diâmetros maiores. Os autores discutem a vantagem que plantas com caule volúvel teriam em condições de sub-bosque, onde a disponibilidade de suportes de pequeno diâmetro seria limitada. De fato, todas as plantas aqui estudadas que formaram caule volúvel sobreviveram bem nestas condições.

O crescimento de lianas no sub-bosque está limitado à disponibilidade de um suporte potencial por onde possam ascender eficientemente e sobreviver a possíveis danos (PUTZ, 1984; PUTZ & HOLBROOK, 1991). As lianas podem aumentar a probabilidade de encontrar estes suportes produzindo uma parte aérea “searching” ou esperando até que condições favoráveis se estabeleçam para o seu crescimento (PUTZ & HOLBROOK, 1991). Esta parte aérea “searching” é produzida pelo desenvolvimento de caules finos e com atraso no desenvolvimento das folhas da parte superior do caule, ou ainda através do crescimento horizontal pelo chão da floresta (PENÁLOSA, 1984). As plântulas de *A. galeata*, *C. parviflora* e *O. molle* formaram caule volúvel no interior da mata, produzindo a parte aérea “searching”. No entanto, cabe ressaltar que a falta de disponibilidade de luz neste ambiente levou estas plantas a desenvolverem caules e folhas muito finos, o que pode consistir um risco, tornando-as vulneráveis à herbivoria. Para testar a hipótese de que o crescimento das lianas depende da presença do suporte, PUTZ (1984) realizou

experimentos com plântulas de *Dioclea reflexa*, mantidas em vasos em 3 locais distintos: um grupo foi mantido no centro de uma clareira, outro foi deixado em um canto desta clareira e um terceiro foi deixado no interior da floresta. Após um ano, as plântulas mantidas no canto da clareira, onde a disponibilidade de suportes é maior, apresentaram alturas maiores que aquelas mantidas no centro da clareira e no interior da floresta. O autor sugere que a presença desses suportes, preferencialmente à luz, umidade ou nutrientes, é o principal fator que limita o crescimento das lianas no sub-bosque. Contudo, como sugerido por CASTELLANOS (1991), além da dependência da disponibilidade de suportes potenciais, a disponibilidade de luz tem importante papel no crescimento dessas plantas.

BAARS & KELLY (1996) verificaram que a sobrevivência máxima ocorreu para todas as espécies de lianas estudadas, sob 40% da radiação incidente. Contudo, em ambiente com 2% da radiação incidente, apenas as plantas de *Parsonia heterophylla*, que possuem caule volúvel, apresentaram 100% de sobrevivência. Os autores sugerem que esta espécie apresenta ponto de compensação de luz mais baixo que as demais.

Luz é um dos fatores físicos mais importantes no controle do desenvolvimento das plantas, sendo responsável pelas respostas morfogênicas e pela fotossíntese, que por sua vez, providencia toda energia química e ganho de carbono necessários ao crescimento destas (BJÖRKMAN, 1981; LEE *et al.*, 1996). Em florestas tropicais, variações espaciais e temporais da luminosidade são fatores importantes na avaliação dos processos fisiológicos e ecológicos que atingem as plantas. A duração de um “sunfleck” de alguns segundos a vários minutos pode afetar, por exemplo, a taxa fotossintética e resposta estomática, enquanto que a variação em escala de semanas a meses pode levar a diferenças no crescimento das plantas como um todo, afetando também sua morfologia, sobrevivência e reprodução (CHAZDON, 1988).

No presente trabalho, as espécies ficaram aproximadamente por 100 dias em dois ambientes distintos de luminosidade. Este período de exposição afetou o crescimento das plântulas das lianas no que diz respeito ao incremento em altura, produção de folhas e

direcionamento dos fotossintatos. No entanto, a magnitude das respostas foi diferente entre as espécies.

Crescimento em altura foi muito pronunciado nas plantas submetidas a condições de alta irradiância. Neste tratamento, com exceção de *A. triplinervia*, *C. altissima*, *Dioscorea* sp. e *S. multiflora*, todas as demais espécies apresentaram alturas acima de 80 cm. Em lianas, o crescimento em altura pode ter um papel fundamental na colonização e exploração de substratos adequados para ascender (TERAMURA *et al.*, 1991). O método utilizado para as lianas chegarem ao dossel pode ser importante quando se discute aumento no crescimento do caule (BAARS & KELLY, 1996). No entanto, neste estudo, maiores comprimentos do caule foram atingidos por plantas com diferentes mecanismos de ascensão, como *C. parviflora*, que forma caule volúvel e *S. flaccidum*, que forma pecíolo preênsil. Maior comprimento em altura também foi observado em lianas mantidas em 40% da radiação incidente, quando comparadas com as mesmas espécies mantidas em níveis mais baixos da radiação, na Nova Zelândia, por BAARS & KELLY (1996). Os autores verificaram que as diferenças no crescimento não correspondem a diferenças nos mecanismos de ascensão. Já, para algumas espécies de lianas da família das leguminosas, a radiação plena não causou aumento no comprimento do caule, quando comparadas com as mesmas espécies mantidas em baixa densidade de fluxo de fótons e com diferentes níveis da razão vermelho-vermelho extremo (V/VE) (LEE, 1988). Ao contrário, no trabalho aqui desenvolvido, o sombreamento causou redução marcante no comprimento do caule, quando comparado com o tratamento na borda da mata. Aquelas espécies que exibiram as maiores alturas sob sombreamento, fizeram-no devido ao apoio em suportes adequados para o desenvolvimento do caule volúvel como, *A. galeata*, *C. parviflora*, *D. pentaphylla* e *O. molle*. No caso de *D. bracteosa*, apenas um indivíduo formou caule volúvel, o que levou a uma menor altura desta espécie, quando comparada com as acima citadas. Entre as demais lianas mantidas no interior da mata, observou-se que não houve aumento da altura durante o período de crescimento e este comportamento ficou bem evidenciado em *R. phaseoloides*. A extensão do caule nas plantas intolerantes ao sombreamento, é determinada por baixas

razões V/VE encontrada no sub-bosque (BALLARÉ *et al.*, 1991). Porém, baixa irradiância pode limitar a capacidade de plântulas em responder com aumento da extensão do caule a baixas razões V/VE (SMITH & HAYWARD, 1985; KITAJIMA, 1994). Em níveis muito baixos de luminosidade, como no interior de florestas tropicais, o aumento em altura parece ser de importância secundária, sendo mais importante a capacidade de tolerar o sombreamento (GRIME, 1983).

GRIME (1983) relata algumas conclusões de várias pesquisas sobre o efeito do sombreamento no crescimento e morfogênese das plantas. Os autores dessas pesquisas encontraram que a maioria das plantas produz menos matéria seca, retém fotossintatos na parte aérea às custas do crescimento das raízes, desenvolve longos entrenós e produz folhas maiores e mais finas. Contudo, entre as lianas aqui estudadas, apenas *C. altissima* apresentou superfícies foliares maiores, quando mantidas em baixa irradiância. Vale salientar que as plantas, neste estudo, ficaram expostas a dois tratamentos extremos de luminosidade. A esse respeito, GIVNISH & VERMEIJ (1976) apresentaram um modelo sobre como o tamanho e forma de folhas de lianas são adaptadas a um dado tipo de ambiente. O modelo, baseado em uma estratificação vertical de floresta tropical úmida, mostra que variações no tamanho das folhas seriam encontradas, sendo que pequenas folhas estariam no dossel da floresta, folhas com lâminas maiores seriam observadas nas camadas intermediárias e novamente folhas pequenas estariam próximas ao chão da floresta. Esses resultados sugerem que aumento na área das folhas pode ocorrer em certo nível intermediário de sombreamento. Reduções na área foliar foram também observadas em várias espécies arbóreas tropicais, mantidas em condições de baixa radiação (AUGSPURGER, 1984a; POPMA & BONGERS, 1988; COURT & MITCHELL, 1989; TINOCO-OJANGUREN & PEARCY, 1995; SOUZA, 1996).

Apesar do sombreamento não ter causado expansão da lâmina foliar, na maioria das espécies estudadas, a área foliar específica foi maior para todas as espécies mantidas em baixa irradiância, exceto para *M. anisopetala*, a qual não apresentou diferenças da espessura da folha nos dois tratamentos. Segundo BJÖRKMAN (1981), em um ambiente de baixa

irradiância, é importante que a área fotossintetizante ativa, por massa total da planta seja a mais alta possível e que, ao mesmo tempo, o sombreamento mútuo entre as folhas seja minimizado. A maximização da área fotossinteticamente ativa pode ser alcançada de diferentes maneiras: uma delas seria dada pelo aumento da área foliar específica e outra seria pelo aumento da razão da massa da folha em relação à massa total da planta. Área foliar específica, portanto, pode ser um importante indicador, entre outros, da capacidade de adaptação das plantas a condições de baixa irradiância. Nas lianas estudadas, o aumento da área foliar específica foi causado pela redução da biomassa das folhas; folhas mais finas podem apresentar diminuição das camadas de parênquima paliádico e assim facilitar a capacidade de difusão do CO<sub>2</sub> no interior das células do mesófilo (LEE, 1988). Reduções dos componentes fotossinteticamente inativos, tais como tecido epidérmico, parede celular e tecido vascular poderiam também causar aumento na área foliar específica (BJÖRKMAN, 1981). De outra maneira, WALTERS *et al.*, (1993) e KITAJIMA (1994) observaram que plantas tolerantes ao sombreamento não apresentaram aumento da área foliar específica em ambiente de baixa irradiância. Os autores sugerem que folhas mais firmes poderiam proteger as plantas contra danos de herbívoros e assim garantir maior longevidade foliar. Portanto, em ambiente altamente sombreado como o interior de florestas tropicais, nem sempre a expansão da área foliar e a diminuição da sua espessura podem garantir o estabelecimento com sucesso.

Em contrapartida, alta irradiância causou aumento do número de folhas e da superfície foliar na maioria das espécies de lianas estudadas. Aumento da área foliar concomitante ao aumento da radiação foi encontrado em algumas espécies de lianas na Nova Zelândia (BAARS & KELLY, 1996). Os autores propõem que a resposta de aumento da área foliar e do número de folhas à alta luminosidade, confere vantagem competitiva, quando estas plantas atingem o dossel, permitindo assim maior crescimento dessas em relação a suas vizinhas. Em *Abrus precatorius* e *Mucuna pruriens*, duas lianas pertencentes à família das leguminosas, a área foliar foi maior nas plantas mantidas sob radiação plena (LEE, 1988).

Além das mudanças na morfologia das folhas como, área e matéria seca, as condições de crescimento e os fatores ambientais também alteram o conteúdo de clorofila, sendo que uma das mudanças mais facilmente observadas é a alteração na razão clorofila a/b (CHOW *et al.*, 1991). No presente trabalho, a maioria das lianas apresentou maior conteúdo de clorofila e diminuição da razão clorofila a/b nas plantas mantidas em baixa irradiância, resultados estes que estão de acordo com aqueles encontrados por TINOCO-OJANGUREN & PEARCY (1995) para espécies arbóreas tropicais e por LEE (1988) para lianas. Contudo, é interessante observar que, em *S. flaccidum*, não houve alterações do conteúdo de clorofila e da razão de clorofila a/b nos dois tratamentos, comportamento também verificado para *Tradescantia albiflora*, em que razões de clorofila a/b relativamente constantes foram encontradas em diferentes níveis de sombreamento (CHOW *et al.*, 1991). Decréscimos nas razões de clorofila a/b refletem diferenças na ultraestrutura dos cloroplastos, como por exemplo, aumento da razão fotossistema II/fotossistema I, cuja função seria um melhor aproveitamento dos comprimentos de onda disponíveis em habitats densamente sombreados, como o sub-bosque das florestas (BJÖRKMAN, 1981).

Lianas são caracterizadas por alocar uma grande porcentagem de sua biomassa à superfície fotossintética (CASTELLANOS, 1991), devido ao fato de “confiarem” em outras plantas para o seu suporte (TERAMURA *et al.*, 1991), resultando assim em menor crescimento em diâmetro do caule, quando comparadas às árvores (PUTZ, 1990). Este padrão pôde ser confirmado pelas plantas mantidas na borda da mata, as quais, na maioria acumularam mais biomassa nas folhas em relação ao caule. PUTZ (1990) relacionou a área basal do caule e massa de folhas em árvores e lianas. O autor verificou que, de modo oposto às árvores, cada incremento no caule de lianas, correspondia a um proporcional e maior aumento na quantidade e biomassa de folhas. Todavia, este padrão não foi observado para *C. altissima* e *B. brasiliensis*. Vale observar que estas duas espécies não apresentaram qualquer modificação morfológica relacionada ao hábito das lianas. Os indivíduos de *C. altissima* permaneceram por mais de 100 dias como plantas que se auto-sustentam, enquanto que as plantas de *B. brasiliensis* apresentaram uma tendência ao estiolamento.

Estas diferenças na alocação de recursos entre as plantas que se auto-sustentam e lianas foram questionadas por GARTNER (1991a). A autora observou, a partir de experimentos com *Toxicodendrom diversilobum* que, quando o caule desta espécie é estaqueado, apresenta entrenós, mais longos e assim maior altura quando comparadas com plantas com caule não estaqueado. No entanto, quando a massa seca da planta toda e a massa seca das folhas são consideradas, não foram encontradas diferenças significativas entre as plantas estaqueadas e as não estaqueadas. KÜPPERS (1985), ao estudar o direcionamento de fotoassimilados de plantas de clima temperado, observou que 10% dos carboidratos foram investidos em folhas, independente se elas crescem como árvores, arbustos ou lianas.

No interior da mata, as plântulas também apresentaram maior alocação de recursos para as folhas em relação ao caule. No entanto, este resultado parece estar mais ligado à síndrome de adaptação à sombra do que ao comportamento relacionado ao hábito de lianas em si. A maioria das espécies estudadas não apresentou, em condições de baixa irradiância, qualquer modificação na sua morfologia que pudesse lembrar uma liana (exceto algumas espécies que formaram caule volúvel). Na Ilha do Barro Colorado (Panamá), PUTZ (1984) verificou que 22% das plantas eretas encontradas no sub-bosque eram lianas e não árvores. Do mesmo modo, COLLINS & WEIN (1993) na Carolina do Sul, observaram que todas as 11 espécies de lianas estudadas em um ambiente de sub-bosque eram plantas que se auto-suportavam. Plantas mantidas em baixa densidade de fluxo de fótons mostram uma maior alocação de biomassa para as folhas, o que está de acordo com vários trabalhos de crescimento de espécies arbóreas mantidas em baixa irradiância (BJÖRKMAN, 1981; LAMBERS & POORTER, 1992; WALTERS *et al.*, 1993).

Devido a diferenças biomecânicas vinculadas a lianas, estas diferem em várias características de crescimento, quando comparadas a plantas que se auto-sustentam (GARTNER, 1991a; PUTZ & HOLBROOK, 1991). Um desses parâmetros é a alocação de fotossintatos destinados a folhas, em relação à biomassa total da planta, comumente referida na literatura como razão de massa foliar. Exceto para *A. galeata*, *B. brasiliensis*, *D. bracteosa*, *Dioscorea* sp., *M. anisopetala* e *S. multiflora*, as demais espécies de lianas

estudadas exibiram aproximadamente 50% da biomassa total da planta direcionados para as folhas em condições de radiação direta. Estes valores foram, de modo geral, mais altos do que aqueles encontrados para várias espécies arbóreas tropicais. LEE *et al.* (1996), no estudo do desenvolvimento de seis espécies arbóreas tropicais da Malásia, encontraram valores na ordem de 10 a 35% de fotoassimilados nas folhas em condições de alta irradiância e valores entre 40 a 54% foram encontrados para plantas mantidas em condições de baixa irradiância, enriquecida na região do vermelho extremo. Cabe ressaltar que este padrão de alta razão de massa foliar das lianas não foi exibida por algumas espécies. *C. altissima* apresentou valores muito próximos àqueles apresentados pelas espécies arbóreas, tanto em alta irradiância quanto no interior da mata. *B. brasiliensis* exibiu 33% dos fotossintatos nas folhas, valendo lembrar neste caso que as plantas apresentaram muitas ramificações. Quanto à *A. galeata*, *D. bracteosa*, *Dioscorea* sp. e *M. anisopetala*, o maior direcionamento de fotoassimilados para o sistema radicular acarretou na diminuição da razão de massa foliar.

No presente trabalho, a razão raiz/parte aérea diminuiu com o sombreamento apenas em *C. altissima*, resultado este típico em muitas espécies que ocupam ambientes altamente iluminados. POPMA & BONGERS (1988), ao estudarem o crescimento de espécies arbóreas tropicais em 3 ambientes diferentes de luz, verificaram que as plantas mantidas em grandes clareiras apresentaram uma resposta típica de plantas de sol com alta razão raiz/parte aérea e que, em pequenas clareiras ou no sub-bosque a razão raiz/parte aérea foi menor. Contudo, o padrão observado para *C. altissima* não foi o mesmo que o das demais espécies. Mesmo considerando que são plantas que demandam luz, altos valores da razão raiz/parte aérea foram verificados em indivíduos crescendo na sombra, quando comparados com os indivíduos mantidos em radiação direta, o que parece não ser comum em espécies típicas de bordas de florestas. Em geral, plantas crescendo em baixa densidade de fluxo de fótons mostram uma reduzida alocação de biomassa para as raízes, sendo este comportamento mais pronunciado em espécies de crescimento rápido (CORRÉ, 1983). Em *Dioscorea* sp. e *D. bracteosa*, valores muito elevados da razão raiz/parte aérea devem-se à

tuberização apresentada por estas espécies. Para *A. galeata*, *A. triplinervia*, *C. parviflora*, *G. virgata*, *M. anisopetala*, *R. phaseoloides* e *S. multiflora* não foram verificadas diferenças da razão raiz/parte aérea nos dois tratamentos. Importante observar que, *D. pentaphylla*, *O. molle* e *S. flaccidum* apresentaram valores mais altos da razão raiz/parte aérea no interior da mata, quando comparadas com as mesmas espécies crescidas na borda. KITAJIMA, (1994) encontrou que, entre as espécies tolerantes ao sombreamento, ocorre um maior investimento em raiz sob baixa irradiância, quando comparadas com as mesmas mantidas em alta luminosidade. Observou também uma relação inversa entre razão raiz/parte aérea e taxa de mortalidade em plantas sombreadas. WALTERS *et al.*, (1993) verificaram que, em baixa intensidade luminosa, a planta tolerante à sombra *Ostrya virginiana* apresentou razão raiz/parte aérea mais alta, quando comparada com as plantas menos tolerantes. Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram obtidos por KÜPPERS (1985) em uma floresta de clima temperado. O autor verificou que entre arbustos e árvores, 30% dos fotoassimilados foram alocados para o sistema radicular enquanto que para *Rubus corylifolius*, uma liana, 70% dos fotossimilados foram destinados às raízes. O autor acredita que a alta porcentagem de fotoassimilados nas raízes confere capacidade de alta regeneração às lianas que normalmente vivem em ambientes não previsíveis. Aparentemente, o aumento na alocação para o crescimento das folhas, em resposta ao sombreamento, pode ser dado às custas do crescimento das raízes (BJÖRKMAN, 1981). No entanto, este comportamento parece que não ficou evidente nas lianas aqui estudadas.

Todas essas características ligadas à sua forma de crescimento, como maior alocação de fotoassimilados para as folhas, em detrimento do tecido lenhoso, bem como a produção de folhas rápida e constante (PUTZ & WINDSOR, 1987), conferem às lianas a habilidade de apresentarem altas taxas de crescimento em situações favoráveis. Este grupo de plantas ocorre com maior frequência em locais abertos e bordas de mata, principalmente onde perturbações são comuns. Altas taxas de crescimento são típicas de plantas intolerantes ao sombreamento (LAMBERS & POORTER, 1992) e de fato, as plantas mantidas na borda da mata apresentaram este comportamento. Contudo, diferenças

interespecíficas no incremento da matéria seca foram observadas, sobressaindo-se *B. brasiliensis* e *S. flaccidum* com maiores incrementos em condições de radiação direta. Alguns trabalhos relacionam a densidade do lenho com crescimento. Por exemplo, GRIME & HUNT (1975) encontraram taxas de crescimento relativo mais baixa entre as árvores. Os autores atribuíram o menor crescimento devido aos gastos de fotossintatos para o tecido lenhoso. O mesmo também foi relacionado por CORNELISSEN *et al.*, (1996), onde as lianas apresentaram as maiores taxas de crescimento relativo, comparadas a árvores e arbustos.

Mesmo considerando que as plantas aqui estudadas são todas lianas, o que teoricamente já lhes confere altas taxas de crescimento, algumas espécies como *A. galeata*, *A. triplinervia*, *Dioscorea* sp., *M. anisopetala*, *S. multiflora* e *C. sicyoides* apresentaram menores incrementos de matéria seca, quando comparadas às demais. Alguma cautela deve ser tomada na interpretação desses resultados, pois o período de crescimento de *A. galeata*, *M. anisopetala* e *C. sicyoides* ocorreu na estação fria, o que provavelmente pode ter influenciado seu crescimento. Mesmo assim, *M. coccinea* e *D. bracteosa* foram mantidas no mesmo período e no entanto, apresentaram maiores valores de incremento.

A resposta de maior acúmulo de matéria seca em ambientes com alta intensidade luminosa, está de acordo com vários trabalhos desenvolvidos com espécies arbóreas tropicais (AUGSPURGER, 1984a; POPMA & BONGERS, 1988; KITAJIMA, 1994; WALTERS *et al.*, 1993) e com lianas (LEE, 1988; BAARS & KELLY, 1996).

De modo oposto, as lianas mantidas em baixas densidade de fluxo de fótons apresentaram pouco incremento de matéria seca, sendo que naquelas em que foram observados valores um pouco maiores (*C. parviflora*, *M. anisopetala* e *O. molle*) isto talvez se deva ao fato da formação de caule volúvel, formado em *C. parviflora* e *O. molle*. No caso de *M. anisopetala*, as plântulas apresentaram curtos entrenós e o caule se mostrou lignificado. Reduzida produção de matéria seca em 5 espécies de lianas em baixa irradiância também foi observada por BAARS & KELLY (1996), embora os autores não tenham considerado as raízes que, como já foi visto, parecem ter um importante papel no

crescimento dessas espécies. Resultados semelhantes também foram obtidos por LEE, (1988).

Espécies intolerantes ao sombreamento, quando mantidas em baixa irradiância, tendem a aumentar a taxa de alongamento do caule e reduzir a quantidade de assimilados para expansão das folhas ou crescimento das raízes, efeito este causado pela baixa razão V/VE (BALLARÉ *et al.*, 1991). Contudo, no presente trabalho, não houve redução do crescimento das raízes e da razão de massa foliar, sendo que os efeitos causados por baixas razões V/VE podem ser nulos em ambiente severamente sombreado. O acompanhamento do crescimento de *R. phaseoloides* ao longo de um período de 128 dias mostra que as plantas mantidas em baixa densidade de fluxo de fótons não apresentaram crescimento em altura, não produziram mais folhas e tampouco aumentaram a sua biomassa, quando comparadas com as plantas mantidas em radiação plena. Convém ressaltar que não foram observadas alterações da razão raiz/parte aérea entre as plantas mantidas na borda e interior da mata. No que diz respeito às taxas de crescimento relativo, ocorreu um decréscimo à medida que as plantas ficaram mais velhas, tanto para aquelas mantidas na borda quanto no interior da mata. Estes resultados parecem não estar de acordo com aqueles encontrados por TINOCO-OJANGUREN & PEARCY, (1995). Estes autores verificaram que espécies arbóreas intolerantes ao sombreamento, como *Cecropia obtusifolia* e *Heliocarpus appendiculatus*, apresentaram maior taxa de alongamento do caule em condições sombreadas, quando comparadas com as espécies mais tolerantes ao sombreamento, sugerindo ser este comportamento uma estratégia de evitar o sombreamento. No presente estudo, os experimentos foram conduzidos em dois ambientes extremos de luminosidade e talvez as respostas de alongamento do caule não sejam produzidas em situações de densidade muito baixa de fluxo de fótons (SMITH & HAYWARD, 1985), necessitando então de estudos conduzidos em níveis intermediários de sombreamento.

Em geral, a estratégia utilizada pelas lianas, no presente trabalho, em ambiente de baixa intensidade luminosa, parece estar relacionada com a síndrome de adaptação à sombra, que engloba características, tais como aumento da área foliar específica, aumento

no conteúdo de clorofila e da razão de massa foliar. Como colocado por PUTZ & HOLBROOK (1991), as plântulas de lianas podem permanecer pequenas, apesar de velhas, no sub-bosque até que o estabelecimento de condições apropriadas, como a formação de uma clareira, marquem o início do seu crescimento em diâmetro e altura. A presença de suportes encontrados no ambiente onde as plantas foram mantidas facilitou o crescimento de algumas espécies que formaram caule volúvel. Todavia, estas plantas desenvolveram pouca biomassa ficando assim sujeitas a possíveis danos. Logo, lianas no sub-bosque se encontram dependentes não apenas da presença de suportes como sugerido por PUTZ (1984); PUTZ & CHAI (1987) e PUTZ & HOLBROOK (1991), mas também se encontram fortemente inibidas pela baixa disponibilidade de luz, sendo que provavelmente a soma desses fatores irá exercer influência sobre a sobrevivência e crescimento desse grupo de plantas.

## 5. CONCLUSÕES

1- Luz e temperatura constante promoveram a germinação da maioria das espécies. Particularmente, em algumas espécies com testa dura, foi verificada dormência física: *B. catalpifolia*, *C. parviflora*, *C. sicyoides*, *D. pentaphylla*, *G. virgata*, *M. coccinea*, *O. molle* e *R. phaseoloides*. No caso de *S. flaccidum* altas taxas de sementes germinadas foram encontradas em casa de vegetação.

2- Sementes de lianas mostraram variações temporais no seu comportamento germinativo. Rápida germinação foi encontrada em *B. brasiliensis* e *D. bracteosa*.

3- Baixo valor do teor de umidade foi comum entre as sementes de lianas, salvo para as sementes de *D. bracteosa*, as quais apresentaram alto teor de umidade.

4- Em condições naturais de armazenamento, as sementes com testa dura permaneceram viáveis por mais de 100 dias no interior da mata, fazendo parte então do banco de sementes da mata. Em outro extremo, sementes de *D. bracteosa* e *A. triplinervia* apresentaram altas taxas de germinação, formando um típico tapete de plântulas. Entre esses dois padrões, ficaram as sementes que perderam sua viabilidade ao longo do período de armazenamento, devido principalmente a altas taxas de predação. A maioria das sementes de lianas em alguma extensão, germinou em baixa irradiância, no interior da mata, exceto *C. sicyoides*, *G. virgata* e *M. coccinea*. Em *M. anisopetala* e *S. multiflora*, o início da estação chuvosa marcou a germinação destas espécies no interior da mata.

5- Apesar das lianas serem plantas que tipicamente ocorrem em ambientes de borda de mata, mais de 80% das espécies aqui estudadas conseguiram sobreviver por um período de aproximadamente 100 dias em baixo fluxo de fótons. Neste tratamento, as lianas que conseguiram sobreviver não apresentaram alto acúmulo de biomassa quando comparadas com as mesmas crescidas na borda da mata, adotando então a estratégia de tolerância ao sombreamento. Algumas espécies desenvolveram caule volúvel em baixa irradiância, pois encontraram substratos adequados para ascender. Caráter fortemente heliófito foi apresentado por *B. brasiliensis*, *C. sicyoides*, *M. coccinea* e *P. crucigerum*, uma vez que estas plantas sofreram mais de 80% de mortalidade no interior da mata.

6- Com relação ao crescimento, *C. altissima* foi a única espécie que apresentou menor razão raiz/parte aérea sob sombreamento. *D. bracteosa* e *Dioscorea* sp. formaram órgãos de tuberização nas plantas mantidas na borda e interior da mata, elevando muito o valor da razão raiz/parte aérea. Algumas plantas apresentaram valores da razão raiz/parte aérea maior no interior da mata: *D. pentaphylla*, *O. molle* e *S. flaccidum*. As demais espécies não apresentaram diferenças significativas da razão raiz/parte aérea nos dois tratamentos.

7- Quanto ao conteúdo de clorofila, *S. flaccidum* não apresentou alterações de clorofila a, b, total e da razão de clorofila a/b nas plantas mantidas na borda e interior da mata.

8- Ampla plasticidade fisiológica caracterizou o grupo de lianas estudadas neste trabalho. Suas sementes apresentaram variações no padrão de longevidade e foram capazes de germinar no interior da mata. Suas plântulas apresentaram um amplo espectro de tolerância ao sombreamento e não foi encontrada uma relação entre os modos de ascensão utilizados pelas lianas e tolerância ao sombreamento. Não foram encontradas relações entre tamanho de sementes e capacidade de tolerar ao sombreamento pois, tanto espécies com sementes pequenas (*C. altissima* e *G. virgata*) quanto espécies com sementes maiores (*C. parviflora* e *D. bracteosa*) conseguiram se manter por aproximadamente 100 dias em sombra densa.

## 6. LITERATURA CITADA

- ARNON, D.I., 1949. Cooper enzyme in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24: 1-15.
- AUGSPURGER, C.K., 1984a. Light requirements of neotropical tree seedlings: A comparative study of growth and survival. *Journal Ecology* 72: 777-795.
- AUGSPURGER, C.K., 1984b. Seedling of tropical tree species: Interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. *Ecology* 65: 1705-1712.
- BAARS, R. & KELLY, D., 1996. Survival and growth responses of native and introduced vines in New Zealand to light availability. *New Zealand Journal of Botany* 34: 386-400.
- BAKER, H.G., 1972. Seed weight in relation to environmental conditions in California. *Ecology* 53: 997-1010.
- BALFOUR, D.A. & BOND, W.J., 1993. Factors limiting climber distribution and abundance in a southern African forest. *Journal of Ecology* 81: 93-99.
- BALLARÉ, C.L.; SCOPEL, A.L. & SÁNCHEZ, R.A., 1991. On the opportunity cost of photosynthate invested in stem elongation reactions mediated by phytochrome. *Oecologia* 86: 561-567.
- BASKIN, J.M. & BASKIN, C.C., 1989. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: *Ecology of Soil Seed Banks* (eds: M.A. LECK; V.T. PARKER & R.L. SIMPSON). Academic Press, San Diego pp 53-66.
- BAZZAZ, F.A., 1979. The physiological ecology of plant succession. *Annual Review Ecology and Systematics* 10: 351-371.
- BAZZAZ, F.A. & PICKET, S.T.A., 1980. Physiological ecology of tropical succession: A comparative review. *Annual Review Ecology and Systematics* 11: 287-310.
- BJÖRKMAN, O., 1981. Responses to different quantum flux densities. In: *Physiological Plant Ecology I* (eds: LANGE, O.L., OSMOND, C. B. & ZIEGLER, H). Encyclopedia of Plant Physiology, N.S., 12A. Springer-Verlag, Heidelberg. pp 57-107.

- CABALLÉ, G., 1993. Liana structure, function and selection: a comparative study of xylem cylinders of tropical rainforest species in Africa and America. *Botanical Journal of the Linnean Society* 113: 41-60.
- CALDAS, L.S.; BRAVO, C.; PICCOLO, H. & FARIA, C.R.S.M., 1992. Measurement of leaf area with a hand-scanner linked to a microcomputer. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 4: 17-20.
- CARTER, G.A. & TERAMURA, A.H., 1988. Vine photosynthesis and relationships to climbing mechanics in a forest understory. *American Journal of Botany* 75: 1011-1018.
- CASTELLANI, T.T. & STUBLEBINE, W.H., 1993. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila semidecídua, após perturbação por fogo. *Revista Brasileira de Botânica* 16: 181-203.
- CASTELLANOS, A.E., 1991. Photosynthesis and gas exchange of vines. In: *The Biology of Vines*, (eds. F.E. PUTZ & H.A. MOONEY) Cambridge University Press, Cambridge, pp 181-204.
- CASTELLANOS, A.E.; MOONEY, H.A.; BULLOCK, S.H.; JONES, C.; ROBICHAUX, R., 1989. Leaf, stem, and metamer characteristics of vines in a tropical deciduous forest in Jalisco, Mexico. *Biotropica* 21: 41-49.
- CHAZDON, R.L., 1988. Sunflecks and their importance to forest understory plants. *Advance Ecology Research* 18: 1-63.
- CHOW, W.S.; ADAMSON, H.Y. & ANDERSON J. M., 1991. Photosynthetic acclimation of *Tradescantia albiflora* to growth irradiance: Lack of adjustment of light-harvesting components and its consequences. *Physiologia Plantarum* 81: 175-182.
- COLLINS, B.S. & WEIN, G.R., 1993. Understory vines: Distribution and relation to environment on a southern mixed hardwood site. *Bulletin of Torrey Botanical Club* 120: 38-44.

- CORNELISSEN, J.H.C.; CASTRO DIEZ, P.& HUNT, R., 1996. Seedling growth, allocation and leaf attributes in a wide range of woody plant species and types. *Journal Ecology* **84**: 755-765.
- CORRÉ, W.J., 1983. Growth and morphogenesis of sun and shade plants . I: The influence of light intensity. *Acta Botanica Neerlandica* **32**: 49-62.
- COURT, A.J. & MITCHEL, N.D., 1989. The growth responses of *Dysoxylum spectabile* (Meliaceae) to a shaded environment. *New Zealand Journal of Botany* **27**: 353-357.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M. & LIENHARD, M., 1962. The tetrazolium test for seed viability. *Miss. Agric. For. Exp. Stn. Tech. Bull.* **51**: 1-63.
- ELLISON, A.M.; DENSLOW, J.S.; LOISELLE, B.A. & DANILO BRENES, M., 1993. Seed and seedling ecology of neotropical Melastomataceae. *Ecology* **74**: 1733-1749.
- FOSTER, S.A. & JANSON, C.H., 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology* **66**: 773-780.
- FRENCH, J.C., 1977. Growth relationships of leaves and internodes in viny angiosperms with diferent modes of attachment. *American Journal of Botany* **64**: 292-304.
- FRIEDLAND, A.J.& SMITH, A.P., 1982. Effects of vines on successional herbs. *The American Midland Naturalist* **108**: 402-403.
- GARTNER, B. L., 1991a. Relative growth rates of vines and shrubs of western poison oak, *Toxicodendron diversilobum* (Anacardiaceae). *American Journal of Botany* **78**: 1345-1353.
- GARTNER, B.L., 1991b. Structural stability and architecture of vines vs. shrubs of poison oak, *Toxicodendron diversilobum*. *Ecology* **72**: 2005-2015.

- GARWOOD, N.C., 1983. Seed germination in a seasonal forest in Panama: A community study. *Ecological Monographs* 53: 159-181.
- GARWOOD, N.C., 1985. Seasonal rhythm of seed germination in a semideciduous tropical forest. In: *The Ecology of Tropical Forest Seasonal Rhythms and Long-Term Changes*. (eds LEIGH, E.G.; RAND, A. S. & WINDSOR, D. M). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp 173-185.
- GARWOOD, N.C., 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: *Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*. (ed: SWAINE, M.D.) Unesco/ Parthenon, Paris/ Carnforth. pp 59-138.
- GARWOOD, N.C. & LIGHTON J.R.B., 1990. Physiological ecology of seed respiration in some tropical species. *New Phytologist* 115: 549-558.
- GENTRY, A.H., 1983. Lianas and "paradox" of contrasting latitudinal gradients in wood and litter production. *Tropical Ecology*. 24: 63-67.
- GENTRY, A.H., 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In *The Biology of Vines*, (eds: F.E. PUTZ & H.A. MOONEY) Cambridge University Press, Cambridge. 3-52 pp.
- GIVNISH, J.T. & VERMEIJ, G.J., 1976. Sizes and shapes of liane leaves. *The American Naturalist* 110: 743-778.
- GRIME, J.P., 1983. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley, New York. pp 222.
- GRIME, J.P. & HUNT, R., 1975. Relative growth rate: its range and adaptive significance. *Journal of Ecology* 63: 393-422.
- GRIME, J.P. & JEFFREY, D.W., 1965. Seedling establishment in vertical gradients of sunlight. *Journal of Ecology* 53: 621-642.

- HEGARTY, E.É. & CABALLÉ, G., 1991. Distribution and abundance of vines in forest communities. In *The Biology of Vines*, (eds: F.E. PUTZ & H.A. MOONEY), Cambridge University Press, Cambridge, pp 313-336.
- HODGSON, J.G. & MACKEY, J.M.L., 1986. The ecology specialization of dicotyledonous families within a local flora: some factors constraining optimization of seed size and their possible evolutionary significance. *New Phytologist* 104: 497-515.
- HUNT, R., 1982. Plant growth curves. *The functional approach to growth analysis*. Edward Arnold, London. pp 248.
- HUTCHINSON, T.C., 1967. Comparative studies of the ability of species to withstand prolonged periods of darkness. *Journal of Ecology* 55: 291-299.
- KIM, A.C., 1996. *Lianas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo*. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. pp 211.
- KITAJIMA, K., 1994., Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical tree species. *Oecologia* 98: 419-428.
- KITAJIMA, K., 1996. Cotyledon functional morphology, patterns of seed reserve utilization and regeneration niches of tropical tree seedlings. In: *Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*. (ed: SWAINE, M.D.) Unesco/ Parthenon, Paris/ Carnforth. pp 193-208.
- KOHYAMA, T. & GRUBB, P.J., 1994. Below-and above-ground allometries of shade-tolerant seedlings in a Japanese warm-temperate rain forest. *Functional Ecology* 8: 229-236.
- KÜPPERS, M., 1985. Carbon relations and competition between woody species in a Central European hedgerow IV: Growth form and partitioning. *Oecologia* 66: 343-352.
- LAMBERS, H. & POORTER, H., 1992. Inherent variation in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. *Advances Ecological Research* 23: 187-261.
- LEE, D.W., 1988. Simulating forest shade to study the developmental ecology of tropical plants: juvenile growth in three vines in India. *Journal of Tropical Ecology* 4: 281-292.

- LEE, D.W.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR M.; MOHAMAD, D. & YAP S.K., 1996. Irradiance and spectral quality affect asian tropical rain forest tree seedling development. *Ecology* 77: 568-580.
- LEISHMAN, M.R. & WESTOBY, M., 1994. The role of large seed size in shaded conditions: experimental evidence. *Functional Ecology* 8: 205-214.
- LICHTENTHALER, H.K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148: 354-382. Lester Packer & Roland Douce, Academic Press, Inc. San Diego, California.
- METCALFE, D.J. & GRUBB, P.J., 1995. Seed mass and light requirements for regeneration in Southeast Asian rain forest. *Canadian Journal of Botany* 73: 817-826.
- METCALFE, D.J. & GRUBB, P.J., 1997. The responses to shade of seedlings of very small-seeded tree and shrub species from tropical rain forest in Singapore. *Functional Ecology* 11: 215-221.
- MOLOFSKY, J. & AUGSPURGER, C.K., 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 73: 68-77.
- MORELLATO, L.P.C., 1991. *Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. pp 176.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO FILHO, H. F., 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28: 180-191.
- NG, F.S.P., 1978. Strategies of Establishment in Malaysian Forest Trees. *In Tropical Trees as Living System*, (eds: T.B. TOMLINSON & M.H. ZIMMERMAN). Cambridge University Press, Cambridge, pp 129-162.
- PEÑALOSA, J., 1982. Morphological specialization and attachment success in two twinning lianas. *American Journal Botany* 69: 1043-1045.

- PEÑALOSA, J., 1984. Basal branching and vegetative spread in two tropical rain forest Lianas. *Biotropica* 16: 1-9.
- PIJL, L. van der. 1982. *Principles of Dispersal*. 2<sup>a</sup>. ed. Berlim, Springer Verlag. pp 214.
- PIMENTEL-GOMES, F., 1990. *Curso de estatística experimental*. 13<sup>a</sup> edição. Livraria Nobel, Piracicaba, SP. pp 467.
- POPMA, J. & BONGERS F., 1988. The effect of canopy gaps on growth and morphology of seedlings of rain forest species. *Oecologia* 75: 625-632.
- PUTZ, F.E., 1980. Lianas vs. Trees. *Biotropica* 12: 224-225.
- PUTZ, F.E., 1983. Liana biomass and leaf area of a "tierra firme" forest in the rio Negro Basin, Venezuela. *Biotropica* 15: 185-189.
- PUTZ, F.E., 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65: 1713-1724.
- PUTZ, F.E., 1990. Liana stem diameter growth and mortality rates on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 22: 103-105.
- PUTZ, F.E. & CHAI, P., 1987. Ecological studies of lianas in Lambir National Park, Sarawak, Malaysia. *Journal Ecology* 75: 523-531.
- PUTZ, F.E. & HOLBROOK, M., 1991. Biomechanical studies of vines. *In The Biology of Vines*, (eds. F.E. PUTZ & H.A. MOONEY), Cambridge University Press, Cambridge. pp 73-98.
- PUTZ, F.E. & MOONEY, H.A., 1991. *The Biology of Vines*. Cambridge University Press, Cambridge. pp 450.
- PUTZ, F.E. & WINDSOR, D. M., 1987. Liana Phenology on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 19: 334-341.
- RICHARDS, P. W., 1952. *The Tropical Rain Forest*. Cambridge University Press. Cambridge. pp 450.

- SMITH H & HAYWARD, P., 1985. Fluence rate compensation of the perception of red: far-red ratio by phytochrome in light-grown seedlings. *Photochemistry and Photobiology* **42**: 685-688.
- SOUZA, R.P., 1996. *Germinação, crescimento, atividade fotossintética e translocação de compostos de carbono em espécies arbóreas tropicais: estudo comparativo e influência de sombreamento natural*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. pp 300.
- STEVENS, G., 1987. Lianas as structural parasites: the *Bursera simaruba* example. *Ecology* **68**: 77-81.
- TERAMURA, A.H.; GOLD, W.G. & FORSETH, I.N., 1991. Physiological ecology of mesic, temperate woody vines. In *The Biology of Vines*, (eds: F.E.PUTZ & H.A. MOONEY). Cambridge University Press, Cambridge. pp 245-286.
- TINOCO-OJANGUREN, C. & PEARCY, R.W., 1995. A comparison of light quality and quantity effects and steady-state and dynamic photosynthetic characteristics of tropical tree species. *Functional Ecology* **9**: 222-230.
- VÁLIO, I. F.M. & JOLY, C.A., 1979. Light sensivity of seeds on the distribution of *Cecropia glaziovii* Snethlage (Moraceae). *Z. Pflanzenphysiol.* **91**: 371-376.
- VÁZQUEZ-YANES, C. & OROZCO-SEGOVIA, A., 1982. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree *Heliocarpus donnell-smithii* in response to diurnal fluctuation of temperature. *Physiologia Plantarum* **56**: 295-298.
- VÁZQUEZ-YANES, C. & OROZCO-SEGOVIA, A., 1984. Ecophysiology of seed germination in the tropical humid forests of the world: a review. In *Physiological Ecology of Plants in The Wet Tropics*. (eds: E. MEDINA; H.A. MOONEY & C. VÁZQUEZ-YANES). Junk, The Hague. pp 37-50.

- VÁZQUEZ-YANES, C. & OROZCO-SEGOVIA, A., 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review Ecology and Systematics* 24: 69-87.
- VÁZQUEZ-YANES, C. & SMITH, H., 1982. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. *New Phytologist* 92: 477-485.
- WALTERS, M.B.; KRUGER, E.L. & REICH, P.B., 1993. Growth, biomass distribution and CO<sub>2</sub> exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. *Oecologia* 94: 7-16.
- WHITMORE, T.C. 1975. *Tropical Rain Forests of the Far East*. Oxford University Press, Oxford.

## 7. APÊNDICE

Tabela A1. Dados de temperatura máxima e mínima, pluviosidade e umidade relativa (UR), nos locais dos experimentos de longevidade de sementes, no interior da Reserva da Santa Genebra, período 1995.

Data	Temp.°C		Pluviosidade (mm.)	UR %
	max.	mín.		
26/05	21	13	7,0	-
20/06	28	08	zero	-
10/07	33	3,5	22,7	-
14/07	21	11	zero	92
19/07	22	11	zero	74
26/07	23	09	zero	-
28/07	25	13	2,6	57
08/08	26	11	zero	-
13/09	41	11	zero	-
20/09	31	14	5,6	81
27/09	28	13	27,5	99
04/10	33	15	zero	76
11/10	35	13	8,0	65
18/10	31	13	107,0	100
25/10	27	12	22,5	70
01/11	31	13	34,5	82
08/11	29	15	10,5	77
22/11	31	14	17,4	75
29/11	30	16	32,4	91
20/12	30	15	1430	99

Tabela A2. Dados de temperatura máxima e mínima, pluviosidade e umidade relativa (UR) nos locais dos experimentos de longevidade de sementes, no interior da Reserva da Santa Genebra, período: janeiro a julho de 1996.

Data	Temp. °C		Pluviosidade (mm.)	UR %
	máx.	mín.		
10/01	27	17	200,0	90
17/01	29	19	zero	83
24/01	29	19	58,0	58
31/01	31	19	15,5	99
07/02	31	20	22,3	99
14/02	28	18	37,5	90
29/02	26	19	23,5	91
14/03	28	19	34,5	93
29/03	31	18	34,0	93
03/04	31	19	zero	-
10/04	32	19	zero	92
23/04	27	14	28,5	79
30/04	25	14	zero	83
08/05	23	13	zero	73
15/05	23	12	11,0	93
30/05	23	10	17,5	98
05/06	22	11	zero	88
13/06	20	10	zero	91
20/06	23	10	zero	89
10/07	25	08	14,0	92

Tabela A3. Dados de temperatura máxima e mínima, pluviosidade e umidade relativa (UR) nos locais dos experimentos de longevidade de sementes, no interior da Reserva da Santa Genebra, período: agosto de 1996 a abril de 1997.

Data	Temperatura °C		Pluviosidade (mm)	UR
	máx.	min.		
02/08/96	24	05	zero	61
07/08	23	08	zero	79
22/08	27	07	8,0	79
29/08	29	13	zero	64
04/09	29	14	30	-
12/09	22	12	30	80
18/09	32	13	zero	51
26/09	28	17	zero	60
02/10	30	14	zero	43
10/10	32	14	65	87
17/10	28	14	40,5	74
29/10	28	16	13	-
07/11	29	14	21	83
13/11	30	16	zero	100
29/11	26	13	117,5	83
03/12	26	17	zero	97
11/12	30	18	30	91
17/12	29	20	54	-
06/01/97	30	18	85	-
15/01	30	18	112	99
22/01	27	18	93	100
29/01	25	19	89	99
06/02	28	19	19	77
13/12	28	18	4,5	92
19/02	27	18	96	90
25/02	28	19	zero	89
05/03	28	15	43,5	95
14/03	30	18	2,5	91
19/03	28	17	zero	83
07/04	28	14	16,5	78
16/04	27	14	zero	90
24/04	26	15	23,5	89

Tabela A4. Dados de temperatura máxima e mínima durante os experimentos de crescimento de plântulas realizados na Reserva da Santa Genebra , período: 1995.

Data	Borda T°C		Interior T°C	
	máx.	mín	máx.	mín
08/11	34	15	34	16
17/11	37	15	34	17
22/11	34	11	29	14
29/11	37	14	29	18
05/12	37	13	33	17
11/12	39	15	29	19
20/12	41	13	29	16

Tabela A5. Dados de temperatura máxima e mínima durante os experimentos de crescimento de plântulas realizados na Reserva da Santa Genebra no ano de 1996.

Data	Borda T°C		Interior T°C	
	máx.	mín.	máx	mín.
03/01/96	34	14	35	18
17/01	41	17	29	21
24/01	40	17	29	19
31/01	39	19	34	22
07/02	35	16	31	20
14/02	36	19	30	19
29/02	37	15	29	19
14/03	36	17	28	19
29/03	37	15	29	19
03/04	37	16	29	19
10/04	37	15	29	19
23/04	34	11	22	14
30/04	32	10	25	14
08/05	24	09	26	14
15/05	30	07	25	11
30/05	29	07	24	11
05/06	27	08	21	11
13/06	25	07	21	09
20/06	29	07	24	10
01/07	30	05	25	09
10/07	29	08	25	08

Tabela A6. Dados de temperatura máxima e mínima durante os experimentos de crescimento de plântulas realizados na Reserva da Santa Genebra nos anos de 1996 e 1997.

Data	Borda T°C		Interior T°C	
	máx.	mín.	máx	mín.
02/08/96	29	02	25	05
07/08	29	05	26	09
22/08	33	09	28	09
29/08	30	08	30	12
04/09	29	10	29	14
12/09	29	09	25	12
18/09	33	12	29	15
26/09	38	11	30	14
02/10	38	12	29	15
10/10	37	15	26	17
17/10	39	13	26	15
29/10	41	14	29	16
07/11	30	14	30	16
13/11	34	14	30	15
22/11	29	15	25	20
29/11	26	11	29	13
03/12	28	15	28	17
11/12	29	16	29	18
17/12	28	16	23	21
09/01/97	30	16	28	19
22/01	29	16	26	19
29/01	32	17	25	20
13/02	39	16	33	19
19/02	42	16	27	22
26/02	43	18	29	19
05/03	40	14	29	15
14/03	26	24	24	22
19/03	28	16	25	19
26/03	29	14	25	17
01/04	28	14	26	16
15/04	26	20	25	19