

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais
Programa Ciências de Florestas Tropicais

**Fenologia em ambiente urbano, morfologia da semente e
da plântula e germinação sob condições adversas de
Cenostigma tocaninum Ducke**

REJANE LEITE SILVA

Manaus, Amazonas

2007

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais

Programa Ciências de Florestas Tropicais

**Fenologia em ambiente urbano, morfologia da semente e
da plântula e germinação sob condições adversas de
Cenostigma tocantinum Ducke**

REJANE LEITE SILVA

Orientador: Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS AGRÁRIAS, área de concentração em Ciências de Florestas Tropicais.

Manaus, Amazonas

2007

Silva, Rejane Leite

Fenologia em ambiente urbano, morfologia da semente e da plântula e germinação sob condições adversas de *Cenostigma tocantinum* Ducke/ Rejane Leite Silva – Manaus, INPA.
2007

64 p.

Dissertação de Mestrado – Área de concentração Ciências de Florestas Tropicais

1. Fenologia, 2. Tecnologia e germinação de semente, 3. Dessecamento, 4. Embebição, 5. Armazenamento, 6. *Cenostigma tocantinum* Ducke.

Sinopse: O presente trabalho fornece dados fenológicos de indivíduos cultivados em ambiente urbano, além de ampliar o conhecimento sobre a morfologia do fruto, da semente e da plântula, bem como os processos que envolvem a germinação das sementes, avaliando a tolerância das mesmas ao dessecamento e ao resfriamento, assim como da embebição, seguida do dessecamento.

Palavras-chave: Fenologia vegetal, morfologia de semente e plântula, tecnologia e germinação de semente.

Keywords: Plant phenology, morphology of seeds and seedlings, technology and seeds germination.

“Se eu pudesse deixar algum presente à você, deixaria acesso ao sentimento de amar a vida dos seres humanos. A consciência de aprender tudo o que foi ensinado pelo tempo afora. Lembraria os erros que foram cometidos para que não mais se repetissem. A capacidade de escolher novos rumos. Deixaria para você, se pudesse, o respeito aquilo que é indispensável. Além do pão, o trabalho. Além do trabalho, a ação. E quando tudo faltasse, um segredo: o de buscar no interior de si mesmo a resposta e a força para encontrar a saída.”

Mahatma Gandhi

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais como retribuição e forma de gratidão pelo amor e empenho na minha formação moral e acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tudo que me proporcionou e me proporciona;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e a Universidade Federal do Amazonas – UFAM;

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo;

A FAPEAM que financiou a pesquisa desenvolvida;

Ao Dr. Sidney Alberto pela orientação neste trabalho;

À Ângela Maria Silva Mendes que me ajudou e ensinou a fazer as descrições morfológicas das plântulas;

À todos os professores do curso de pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais;

Aos técnicos do Laboratório de Sementes.

A Sammy Aquino, Germano Lobo, Alex Maciel, Emanuele Gurgel, Carlos Matheus, Rodrigo Serafini e Juliana Coelho que me auxiliaram nas coletas de campo;

Ao amigo Germano que fez as ilustrações desse trabalho;

Ao Adriano Nogueira e Patrícia Nazário pela ajuda com os dados estatísticos;

Aos meus pais que me apoiaram em todas as decisões que tomei e sempre estiveram presentes nas minhas conquistas. Por toda a determinação empenhada em me educar e me mostrar que caminhos certos que deveria seguir;

Aos meus irmãos que me ajudaram nas horas que mais precisei;

À todos que me ajudaram de alguma forma para a elaboração deste trabalho sou eternamente grata.

RESUMO

Cenostigma tocanthinum Ducke é uma espécie da família Leguminosae que ocorre em toda região amazônica, em terra firme, apresenta crescimento rápido, copa frondosa, sombreamento eficiente e sistema radicular pouco agressivo. Ultimamente está sendo utilizada na arborização de cidades, por apresentar, além dessas características paisagísticas, beleza estética. Os objetivos deste trabalho foram: avaliar o comportamento fenológico de *C. tocanthinum* sob diferentes condições de manejo; descrever e ilustrar a morfologia da semente e da plântula; avaliar a tolerância de sementes ao dessecamento e ao resfriamento; e avaliar os efeitos da embebição, seguido do dessecamento das sementes. A fenologia foi acompanhada em dois grupos de plantas (podadas e não podadas), durante doze meses, em vias públicas da cidade de Manaus (AM). A partir de amostragens de frutos e sementes foram avaliadas as dimensões destes, assim como foi observada a morfologia da plântula. Determinou-se a viabilidade e o vigor de sementes armazenadas com diferentes teores de água (19%, 15% e 9%), associados a diferentes temperaturas (26 °C, 5 °C e -18 °C) e períodos (0, 1, 2 e 3 meses). Determinou-se a viabilidade e o vigor de sementes embebidas por diferentes períodos (0, 3, 6, 9, 12, 24, 36 e 48 horas), seguidas de dessecamento. A floração de *C. tocanthinum*, para as plantas podadas e não podadas, foi contínua durante todo o período de observação, enquanto a frutificação ocorreu durante o período de menor precipitação pluviométrica e maior insolação. Durante o período de maior pluviosidade as plantas podadas tiveram maior percentual de indivíduos com emissões de botões florais e flores em antese. Independente do manejo (podadas ou não), durante todo o ano, houve predominância de folhas maduras, bem como, em menor escala, emissão e perda de folhas. Os frutos e sementes tiveram pouca variação em suas dimensões. A germinação é do tipo epígea-fanerocotiledonar e teve início a partir do terceiro dia após a sementeira. O armazenamento das sementes com grau de umidade e temperatura elevados mostrou-se prejudicial à viabilidade das mesmas. A germinação e o vigor das sementes foram pouco influenciados pela temperatura quando o grau de umidade foi reduzido. A embebição mais lenta e o período de 36 horas favoreceram o condicionamento das sementes.

Palavras-chave: Fenologia vegetal, morfologia de semente e plântula, tecnologia e germinação de semente.

ABSTRACT

Cenostigma tocaninum Ducke is a species of the Leguminosae family that occurs in all Amazon region at firm land, has rapid growth, leaves that provides efficient shadows and root system not much aggressive. It is being used in the arborization of cities, for presenting beyond these attractive characteristics, aesthetic beauty. The objectives of this work had been: to evaluate the phenologic behavior of *C. tocaninum* under different conditions of handling; to describe and illustrate the morphology of the seed and seedling; to evaluate the tolerance of seeds to the drying and the cooling; and to evaluate the effect of the imbibition, followed of the drying of the seeds. The phenology was made in two groups of plants (pruned and not pruned), during twelve months, in public ways of the city of Manaus (AM). From samplings of fruits and seeds the dimensions of these had been evaluated, as well as were observed the morphology of seedling. It was evaluated viability and the vigor of seeds stored with different texts of water (19%, 15% and 9%), associated to different temperatures (26°C, 5°C and -18°C) and periods (0, 1, 2 and 3 months). It was analysed viability and the vigor of seeds imbibed for different periods (0, 3, 6, 9, 12, 24, 36 and 48 hours), followed of drying. The budding of *C. tocaninum*, for the pruned and not pruned plants, was continuous all during the period of research, while the fruition occurred during the period of lesser precipitation and bigger insolation. During the period of bigger precipitation the pruned plants had higher percentage of individuals with emissions of flower buds and flowers at anthesis. Independent of the handling (pruned or not), during all the year, it had mature leaf predominance, as well as, in lesser scale, emission and loss of leaves. The fruits and seeds had had little variation in its dimensions. The germination is of the type phanero-epigea and began from the third day after the sowing. The storage of the seeds with degree of high humidity and temperature revealed harmful to the viability of the seeds. The germination and the vigor of the seeds was not much influenced by the temperature when the humidity degree was reduced. The slowest imbibition and the period of 36 hours had favored the conditioning of the seeds.

Key-words: Plant phenology, morphology of seeds and seedlings, technology and seeds germination.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características e localização das plantas de <i>Cenostigma tocantinum</i> podadas, observadas no estudo fenológico na cidade de Manaus (AM).	31
Tabela 2. Características e localização das plantas de <i>Cenostigma tocantinum</i> não podadas, observadas no estudo fenológico na cidade de Manaus (AM).	32
Tabela 3. Correlação entre as fenofases de plantas de <i>Cenostigma tocantinum</i> , conduzidas com e sem poda, e fatores climático (precipitação pluviométrica, insolação total e umidade relativa do ar).	39
Tabela 4. Características físicas dos frutos de <i>Cenostigma tocantinum</i> (pau–pretinho), N = 100.	43
Tabela 5. Características físicas das sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i> (pau–pretinho), N = 100.	44
Tabela 6. Tempo médio de ocorrência dos diferentes estádios de desenvolvimento da plântula de <i>Cenostigma tocantinum</i>	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação média mensal (A), umidade relativa do ar (B) e insolação total (C) da cidade de Manaus (AM), durante o período de dezembro/2005 a novembro/2006: (A) dados do CPRM; (B) e (C) dados do INMET.....	29
Figura 2: Botões florais/ flores em antese (A) e flores murchando (B).....	37
Figura 3. Fenofase da floração (A), da frutificação (B) e da mudança foliar (C) de plantas de <i>Cenostigma tocantinum</i> , conduzidas com poda (colunas) e sem poda (linhas), em vias públicas da cidade de Manaus (AM).	38
Figura 4: Frutos Maduros de <i>Cenostigma tocantinum</i>	40
Figura 5: Folhas novas (A) e folhas secando (B)	41
Figura 6: Frutos de <i>C. tocantinum</i> : fruto verde fechado (A) e fruto verde aberto expondo as constrições e as sementes	42
Figura 7: Semente de <i>Cenostigma tocantinum</i>	43
Figura 8. Parte externa e interna da semente de <i>Cenostigma tocantinum</i> : hi – hilo; co – cotilédone; em – embrião.....	44
Figura 9: Fases do desenvolvimento da plântula de <i>Cenostigma tocantinum</i> (A-G): rd – radícula, rp - raiz primária, rs – raiz secundária, tg – tegumento, co – cotilédone, pl – plúmula, hp – hipocótilo, ep – epicótilo, pp – primeiro protófilo, ga – gema apical, cl – coleto; mt – metáfilos.....	46
Figura 10. Germinação referente a sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i> armazenadas com diferentes teores de água (19% = A; 15% = B; e 9% = C), sob várias temperaturas, por diferentes períodos.....	49
Figura 11. Índice de velocidade de germinação (IVG) referente a sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i> armazenadas com diferentes teores de água (19% = A; 15% = B; e 9% = C), sob várias temperaturas, por diferentes períodos.	50
Figura 12. Tempo médio de germinação (TMG) referente a sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i> armazenadas com diferentes teores de água (19% = A; 15% = B; e 9% = C), sob várias temperaturas, por diferentes períodos.	51

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
INTRODUÇÃO	13
OBJETIVOS	15
Objetivo geral	15
Objetivos específicos	15
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
1) Características gerais da espécie.....	16
1.1 Caracterização taxonômica	16
1.1.1 Família: Fabaceae	16
1.1.2 Sub-família: Caesalpinioideae	16
1.1.3 Nome Científico.....	16
1.2 Descrição Botânica	17
1.3 Distribuição Geográfica e Habitat	17
1.4 Utilidades da Espécie.....	17
2) Fenologia de espécies arbóreas.....	18
3) Morfologia dos frutos, das sementes e das plântulas	19
3.1 Importância da descrição de sementes e frutos.....	19
3.2 Importância da descrição das plântulas	20
4) Germinação das sementes.....	21
4.1 Condições necessárias para a germinação	21
4.2 Vigor das sementes	22
4.3 Embebição de sementes.....	22

4.4 Desenvolvimento pós-seminal	24
5) Dessecamento e resfriamento de sementes.....	24
6) Armazenamento das sementes.....	25
6.1 Longevidade e deterioração de sementes.....	26
MATERIAL E MÉTODOS	28
1) Fenologia de <i>Cenostigma tocantinum</i> em ambiente urbano.....	28
1.1 Local do estudo.....	28
1.2 Características e localização das árvores estudadas.....	30
1.3 Avaliação fenológica	33
1.4 Análise dos dados fenológicos.....	33
2) Morfologia da semente e da plântula de <i>Cenostigma tocantinum</i>	33
2.1 Biometria de frutos e sementes.....	34
2.2 Morfologia da semente	34
2.3 Morfologia da plântula em desenvolvimento	34
3) Tolerância das sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i> ao dessecamento e ao resfriamento ...	35
4) Embebição e dessecamento em sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i>	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
1) Fenologia de <i>Cenostigma tocantinum</i> em ambiente urbano.....	37
1.1 Floração	37
1.2 Frutificação	40
1.3 Mudança Foliar.....	41
2) Morfologia da semente e da plântula de <i>Cenostigma tocantinum</i>	42
2.1 Biometria dos frutos e das sementes.....	42
2.2 Morfologia da semente	44
2.3 Morfologia da plântula.....	44

3) Tolerância das sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i> ao dessecamento e ao resfriamento ...	46
4) Embebição e dessecamento em sementes de <i>Cenostigma tocantinum</i>	52
CONCLUSÕES	55
BIBLIOGRAFIA	56

INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus (AM) é caracterizada pelas altas temperaturas, intensa isolação e conseqüentemente forte calor. É evidente que o aumento da arborização favorece as condições ambientais da área urbana, amenizando a temperatura e aumentando a área sombreada. A arborização enriquece a paisagem urbana com o ciclo vital das diferentes fases de desenvolvimento da planta e com sua dinâmica de crescimento, quebrando a monotonia de áreas construídas.

Ao estabelecer um plantio para paisagismo, a seleção das espécies é feita segundo as características estéticas da planta e da finalidade como serão usadas (Paiva & Vital, 2003). Entre as espécies utilizadas na arborização da cidade de Manaus predominam as exóticas, muito embora as espécies florestais nativas possuam a vantagem de serem adaptados às condições ambientais da região e os reconhecidos potenciais paisagístico, são ainda muito pouco utilizadas em projetos de arborização da cidade (Prance, 1975). Sendo assim, as mesmas podem ser empregadas na arborização urbana como forma de valorização das espécies e caracterização fitogeográfica da região onde está inserido o município de Manaus (Vieira, 1997).

Cenostigma tocantinum Ducke é uma espécie paisagística que vem sendo utilizada na arborização da cidade de Manaus, por apresentar crescimento rápido, copa frondosa, que proporciona sombreamento eficiente e sistema radicular pouco agressivo. Tem altura de 4 – 20m, tronco reto com casca fina e lisa. Segundo Lorenzi (2002), ocorre em toda região amazônica em terra-firme e, preferencialmente, no interior de capoeiras e capoeirões sobre terrenos argilosos ou arenosos, porém bem supridos de umidade.

No Brasil, e em especial na região Norte, há uma carência de estudos sobre morfologia de frutos, sementes e plântulas de espécies florestais nativas e exóticas (Araújo-Neto *et al.*, 2002; Araújo *et al.*, 2004), assim como estudos fenológicos de espécies arbóreas em ambientes urbanos. Os estudos morfológicos auxiliam na identificação botânica da espécie, na interpretação dos testes de laboratório e no reconhecimento da espécie em bancos de sementes ou plântulas em formações florestais (Melo *et al.*, 2004). Já o conhecimento dos padrões fenológicos é fundamental para a compreensão da biologia reprodutiva da espécie e serve de base para o planejamento e estudos silviculturais adaptáveis as áreas urbanas.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes para fins de comercialização, é expressa principalmente pelo teste de germinação, onde cada espécie exige determinadas condições, nas quais as sementes conseguem o máximo potencial, pelo qual se podem comparar lotes e determinar seus valores para a sementeira (Menezes *et al.*, 2004). Dentre as várias etapas pelas quais as sementes passam após a colheita, o armazenamento assume papel importante, principalmente no Brasil, devido às condições climáticas tropicais e subtropicais. É nessa fase que os produtores necessitam ter cuidados especiais que visem à preservação da qualidade, diminuindo a velocidade do processo deteriorativo e o conseqüente problema de descarte de lotes (Contimacedo *et al.*, 1998). O teor de água é um fator determinante no comportamento das sementes durante o armazenamento de uma espécie e é indispensável para o planejamento e, ou, execução de diversas práticas, sendo importante desde a coleta e beneficiamento até o armazenamento das sementes.

O presente trabalho procura ampliar o conhecimento sobre a morfologia do fruto, da semente e da plântula, bem como os processos que envolvem a germinação das sementes, avaliando a tolerância das mesmas ao dessecamento e ao resfriamento, assim como da embebição, seguida do dessecamento. Além disso, fornecer dados fenológicos de indivíduos cultivados em ambiente urbano. Estas informações são necessárias para o entendimento da propagação da espécie, assim como auxílio na escolha da espécie a ser utilizada para arborização urbana, projetos silviculturais e recuperação de áreas degradadas.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Caracterizar a fenologia no meio urbano e a morfologia da semente e da plântula de *Cenostigma tocaninum* Ducke, bem como a viabilidade e o vigor de sementes submetidas a condições adversas.

Objetivos específicos

- a) Avaliar o comportamento fenológico de *Cenostigma tocaninum*, no meio urbano, sob diferentes condições de manejo;
- b) Descrever e ilustrar a morfologia da semente e da plântula de *C. tocaninum*;
- c) Avaliar a tolerância de sementes de *C. tocaninum* ao dessecamento e ao resfriamento;
- d) Avaliar os efeitos da embebição, seguido do dessecamento, sobre a viabilidade e vigor de sementes de *C. tocaninum*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1) Características gerais da espécie

1.1 Caracterização taxonômica

1.1.1 Família: Fabaceae

A família Leguminosae possui cerca de 650 gêneros e aproximadamente 18.000 espécies, representando uma das maiores famílias de Angiospermas e também uma das principais do ponto de vista econômico (Souza & Lorenzi, 2005). Inúmeras são as Leguminosae utilizadas como ornamentais, sendo a principal família utilizada na arborização urbana no Brasil. A família é dividida em três sub-famílias: Papilionoideae, Caesalpinioideae e Mimosoideae. Estas subfamílias são reconhecidas às vezes como três famílias separadas: Papilionaceae, Caesalpiniaceae e Mimosaceae.

1.1.2 Sub-família: Caesalpinioideae

Compreende cerca de 180 gêneros e 2.500 a 3.000 espécies principalmente, árvores e arbustos, tropicais e subtropicais, com distribuição cosmopolita. As árvores apresentam fustes cilíndricos, rígidos, acanalado ou tortuoso, com baixa ramificação. As raízes são freqüentemente sapopemas tabulares, côncavas e assimétricas. Ao corte, a casca viva e o alburno são variáveis: algumas vezes, a casca é branca, amarela, vermelha a castanha-escura, o alburno é creme esbranquiçado, laranja claro a marrom com estrias brancas longitudinais (Ribeiro *et al.*, 1999). Folhas bipinadas, paripinadas ou bifolioladas; flores diclamídeas ou raramente monoclamídeas, corola com prefloração imbricada ascendente ou carenal (as carenas sobrepõem o vexilo), dialipétala, estames geralmente em número duplo ao das pétalas, raramente em menor número, geralmente livres entre si e não vistosos; sementes com pleurograma (Souza & Lorenzi, 2005). A polinização é feita principalmente por insetos, morcegos e beija-flores. (Ribeiro *et al.*, 1999).

1.1.3 Nome Científico

Cenostigma tocaninum Ducke

1.2 Descrição Botânica

Cenostigma tocantinum Ducke, conhecida popularmente por pau-preto (PA, MA), pau-pretinho (PA, MA, AM), cássia-rodoviária, mangiribá (GO) e inharé (BA) (Lorenzi, 2002), é uma árvore que atinge altura de 4–20m, dotada de copa ampla e frondosa. Troco tortuoso e provido de caneluras mais ou menos longitudinais profundas e irregulares, com casca fina e lisa, de 20–35cm de diâmetro. Folhas paripinadas, com eixo comum (raque + pecíolo) de 8–12cm de comprimento. Folíolos em números de 6-10, cartáceos, brilhantes na face superior, glabros em ambas as faces, de tamanhos bastantes variáveis (3–10cm de comprimento), com pecíolo de 1–3 mm de comprimento. Inflorescências em racemos terminais simples, ferrugíneo-pubescentes, de 5–8 cm de comprimento, com flores amarelas. Fruto legume, deiscente, contendo 3–7 sementes (Lorenzi, 2002).

1.3 Distribuição Geográfica e Habitat

Ocorre na Região Amazônica, nos estados do Pará, Maranhão, Amapá, Amazonas, Rondônia e Tocantins, sendo também encontrada em Goiás e na Bahia, na mata de terra firme. Planta perenifolia, heliófita ou de luz difusa, seletiva higrófila, secundária, característica e exclusiva da floresta pluvial Amazônica de terra firme, onde apresenta frequência média, porém com dispersão um tanto descontínua e irregular. Ocorre preferencialmente no interior de capoeiras e capoeirões sobre terrenos argilosos ou arenosos, porém bem supridos de umidade. Floresce exuberantemente durante um longo período do ano, porém com maior intensidade nos meses de agosto-outubro. Os frutos amadurecem logo em seguida em outubro – dezembro. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (Lorenzi, 2002).

1.4 Utilidades da Espécie

A madeira (pesada com densidade de $0,84 \text{ g/cm}^3$) é indicada para construção civil, como caibros, vigas, ripas e para obras externas. Da madeira se extrai material tintorial de cor verde-azeitona. A árvore é muito ornamental, tanto pela beleza da floração como pelo tronco tortuoso e canelado, podendo ser usada com sucesso na arborização paisagística, fato esse que já vem acontecendo na região, onde é até conhecida popularmente por “cássia-rodoviária” em alusão a

freqüência de seu cultivo nesse ambiente (Lorenzi, 2002). Proporciona sombreamento eficiente e sistema radicular pouco agressivo.

2) Fenologia de espécies arbóreas

A fenologia de uma espécie de expressão econômica constitui-se em ferramenta eficaz de manejo, uma vez que possibilita identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, seu momento fisiológico, o qual encontra-se associado uma série de necessidades por parte do vegetal que, uma vez atendidas, possibilitarão normal desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, bons rendimentos. Portanto, é importante ressaltar que os parâmetros utilizados para identificar os estádios de desenvolvimentos devem considerar a influência dos fatores que afetam o comportamento da planta, tanto de manejo, como, principalmente, do ambiente (Câmara, 1998).

O estresse hídrico e a disponibilidade de nutrientes no solo podem influenciar a maior queda de folhas na estação seca. De acordo com Jackson (1978), a estratégia de reposição de folhas numa planta perene seria a retenção e a manutenção da atividade fotossintética das folhas velhas até o crescimento das folhas novas.

A fenologia das espécies é regulada pelas suas características endógenas associadas às variações de fatores abióticos e bióticos que exercem pressão seletiva para o desenvolvimento de padrões fenológicos (Rathcke & Lacey, 1985). Alencar (1994) sugeriu que os padrões fenológicos seriam mais afetados pelas características intrínsecas às espécies (genéticas, fisiológicas, reprodutivas) do que somente pela influência das variáveis climáticas. Porém Morellato *et al.* (1990) associam a sazonalidade do clima, principalmente as variações na precipitação, como um dos fatores que influenciam o comportamento fenológico das espécies e deve ser o fator primário relacionado às estratégias fenológicas por elas apresentadas, caracterizadas pela periodicidade na ocorrência das fenofases e pela variação na sua ocorrência entre anos.

As informações fenológicas são valiosas do ponto de vista botânico e ecológico, bem como necessárias para apoiarem outros estudos, como os de tecnologia de sementes (Alencar, 1994). Os padrões de floração, frutificação, queda e produção de folhas que ocorrem em ciclos

anuais na maior parte das formações vegetais do mundo estão entre os aspectos mais marcantes da história natural (Primack, 1985). Os ciclos fenológicos de plantas tropicais são complexos, apresentando padrões irregulares de difícil reconhecimento. Portanto, a escolha dos métodos de avaliação e representação tem especial importância, pois podem dificultar ou auxiliar no reconhecimento dos padrões fenológicos (Newstrom *et al.* 1994). Estudos fenológicos em florestas tropicais envolvendo observação direta de plantas têm utilizado, em sua maioria, dois métodos de avaliação: 1) qualitativo, definindo apenas a presença ou ausência da fenofase considerada; e 2) semi-quantitativo, com a aplicação de categorias de quantificação que estimam a intensidade do evento fenológico em cada indivíduo, sendo mais comum a utilização de cinco categorias de quantificação (0 a 4), com intervalo de 25% entre elas (Fournier 1974, Bullock & Solis-Magallanes 1990, Morellato *et al.* 1990, 2000, Smith-Ramirez & Armesto 1994, Talora & Morellato 2000).

A fenologia serve de base para a identificação de respostas às diferentes práticas de manejo, que é função da interação “genótipo x época de aplicação” e da capacidade de recuperação a injúrias sejam elas físicas, químicas ou biológicas (Câmara, 1998).

3) Morfologia dos frutos, das sementes e das plântulas

Considerando o grande número de espécies de Leguminosas, fica evidente a existência de problemas taxonômicos e impasses filogenéticos, que a análise tradicional de órgãos vegetativos e reprodutivos muitas vezes não consegue solucionar. Desta forma, é necessário o estudo de frutos, das sementes e das plântulas, não somente com propósitos taxonômicos, filogenéticos ou ecológicos, mas também como contribuição ao conhecimento da espécie.

3.1 Importância da descrição de sementes e frutos

De acordo com Groth & Liberal (1988), o estudo da morfologia interna e externa das unidades dispersoras é importante para a identificação das espécies e para o planejamento do tipo de beneficiamento da semente. A descrição e a classificação de frutos constituem um capítulo complexo no campo da morfologia vegetal, pois, tanto as descrições como as conceituações são em geral restritas e imperfeitas. No entanto, Vidal (1978), Lima (1985), Van Roosmalen (1985),

Veasey & Martins (1989), Paoli *et al.* (1995), Amorim (1997), Ferreira *et al.* (1998a, b) e Barroso *et al.* (1999), dentre outros, fornecem descrições e ilustrações que podem ser empregadas na identificação morfológica de frutos.

A morfologia de sementes é necessária nas análises de identificação e certificação da qualidade das mesmas (Oliveira & Pereira, 1984). As estruturas morfológicas de um embrião maduro, assim como a posição que o mesmo ocupa na semente, são muito distintas entre os diferentes grupos de plantas, podendo ser seguramente utilizadas para a identificação de famílias, gêneros e até espécies (Toledo & Marcos-Filho, 1977).

3.2 Importância da descrição das plântulas

A identificação da plântula é tarefa árdua, que dificilmente é completada (Pinheiro, 1986). Isso porque os caracteres morfológicos externos de uma planta nos estádios iniciais de desenvolvimento podem ser diferentes daqueles observados no indivíduo adulto, além de plântulas de espécies e gêneros afins, que normalmente apresentam semelhanças morfológicas externas, o que torna a identificação das espécies imprecisas e, às vezes, até impossível.

A capacidade de se reconhecer, num dado momento, as plântulas e plantas jovens na mata pode ser de grande valor para se estabelecer a dinâmica de populações das mesmas e o manejo silvicultural de muitas matas semelhantes (Silva *et al.*, 1988). Pode também servir como índice para se reconhecer o estágio sucessional de uma vegetação, segundo a diversidade de espécies e indivíduos que dominam o solo (Amo, 1979).

A identificação das plantas quando jovens é fundamental, pois em estudos de sucessão da vegetação, a regeneração natural contribui significativamente para o conhecimento dos fatores que são responsáveis pela competição intra e interespecífica dentro de uma comunidade vegetal (Finger *et al.*, 1979; Kuniyoshi, 1983). Além desses aspectos, o estudo da morfologia das plântulas em sua primeira fase de desenvolvimento, antes da produção das folhas definitivas, permite a descoberta de estruturas transitórias, primitivas ou derivadas, as quais desaparecem com o desenvolvimento da planta, mas que podem ter extraordinária importância para se estabelecer conexões filogenéticas com os grupos em que os órgãos adultos apresentam tais características (Ricardi *et al.*, 1977; Torres, 1985).

4) Germinação das sementes

Em geral, a semente, após a maturidade, passa por um período de latência em relação ao desenvolvimento e ao crescimento do embrião (Toledo & Marcos-Filho, 1977). O ressurgimento das atividades após o período de latência recebe o nome de germinação. As células do embrião jovem são muito semelhantes entre si e há pequena ou nenhuma indicação de diferentes órgãos que comporão uma planta adulta. Essas células passam por múltiplas divisões, aumentam de tamanho e depois de algum tempo, tomam a aparência de órgãos rudimentares tais como raiz, caule e folhas. O crescimento ativo por parte do embrião provoca a ruptura dos tegumentos da semente e a emergência da plântula. As sementes de muitas espécies germinam normalmente logo após a maturação, se as condições ambientais são favoráveis.

Para Kageyama *et al.* (1978), a germinação é um processo biológico que envolve um grande número de reações químicas, pelas quais compostos orgânicos são desdobrados e reorganizados permitindo a retomada do desenvolvimento do eixo embrionário. A reorganização das substâncias complexas necessárias ao crescimento do eixo embrionário depende de condições ambientais apropriadas, que constituem os fatores externos determinantes do processo germinativo. Segundo Mayer (1986), citado por Andrade & Pereira (1994), as condições de temperatura, umidade do substrato e luz, apresentam grande influência sobre a germinação de sementes.

4.1 Condições necessárias para a germinação

A germinação é afetada por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas, cujo conjunto é essencial para que o processo ocorra satisfatoriamente. Toledo & Marcos-Filho (1977) descrevem as condições necessárias para que as sementes germinem. A água desempenha o mais importante papel na germinação. A absorção de água dá início a uma série de processos físicos, bioquímicos e fisiológicos no interior da semente que, na ausência de outro fator limitante, resultam na emergência da plântula.

O teor de água do solo não necessita, porém, ser muito elevado para que ocorra a germinação. Quando atinge a capacidade de campo ou valores próximos a ela, a germinação geralmente é mais rápida, mas pode ocorrer perfeitamente quando o solo contém menos umidade

(Toledo & Marcos-Filho, 1977). A quantidade de água absorvida durante o processo de germinação varia de acordo com a espécie, variedade, temperatura ambiente, composição química da semente, natureza dos tegumentos, teor de água da semente e quantidade de água disponível (Toledo & Marcos-Filho, 1977).

A temperatura pode influenciar tanto o percentual final de germinação quanto a velocidade com que este processo se dá (Carvalho & Nakagawa, 2000). Segundo estes autores, a absorção de água pelas sementes e as reações bioquímicas que alteram o processo germinativo são influenciados pela temperatura. Sementes de diferentes espécies apresentam faixas distintas de temperatura para a germinação (Dau & Labouriau, 1974, citados por Andrade, 1995). Segundo Copeland (1976), a temperatura máxima para a germinação de muitas sementes encontra-se entre 35 e 40 °C e a temperatura ótima, entre 15 e 30 °C. Já Albrecht *et al.* (1986) observaram que, para a maioria das espécies, a temperatura mais adequada à germinação encontra-se entre 26,5 e 35 °C.

4.2 Vigor das sementes

O vigor é um dos aspectos mais importantes na análise da qualidade de sementes, considerando que o processo de deterioração destas está diretamente relacionado com a perda de vigor (Garcia *et al.*, 2004). Segundo Marcos-Filho (1994), o vigor das sementes é o reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições ambientais. Diante dessas constatações, foram desenvolvidos vários métodos para se testar o vigor de sementes, como complemento ao teste de germinação.

Quando se fala em vigor de sementes, é difícil pensar em uma única característica para avaliá-lo. Desse modo, procura-se relacionar o vigor com a velocidade de germinação, a uniformidade de emergência e o vigor da plântula resultante (Vieira *et al.*, 1994). Geralmente, as sementes mais vigorosas retêm a capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao envelhecimento acelerado, enquanto que as de baixo vigor se caracterizam por apresentar maior redução de viabilidade.

4.3 Embebição de sementes

A absorção de água pelas sementes dá início ao processo de germinação que, segundo Labouriau (1983) e Bewley & Black (1985), é trifásica em condições ótimas. Na primeira fase, a embebição é um processo físico (não associado com a viabilidade da semente) que é determinado por três fatores principais: composição (química e estrutural) da semente, características do tecido que reveste a semente e a disponibilidade de água no estado líquido, ou gasoso, relacionados com o microambiente do solo (Studdert *et al.*, 1994). A embebição é consequência das forças matriciais, e a quantidade de água absorvida em função do tempo origina uma curva sigmoidal (Labouriau, 1983). Na segunda fase, a quantidade de água absorvida é proporcional ao tempo e está ligada ao metabolismo da semente em processo de germinação. Esta fase da hidratação é sempre seguida de uma terceira de grande velocidade, fora do âmbito natural do processo de germinação, onde ocorre o alongamento da radícula (Labouriau, 1983). A quantidade de água absorvida na germinação varia com a espécie e com as condições que a semente tenha sido submetida desde a maturação. Já a velocidade com que a água é absorvida pela semente depende da espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química e condições fisiológicas (Popinigs, 1977). Uma embebição prolongada, principalmente sob baixos potenciais hídricos, pode ter reflexos bastante grandes na velocidade, sincronia e porcentagem de germinação das sementes (Braccini *et al.*, 1999). A velocidade de embebição é afetada quando as condições de ambiente variam, mas a quantidade máxima de água absorvida nessa etapa não se altera, pois esse máximo é uma propriedade dos colóides hidrofílicos da semente, condicionada pela maturação e, ou, pelo armazenamento (Labouriau, 1983).

O controle da umidade é fundamental nos tratamentos de condicionamento fisiológico (Marcos-Filho, 2005), pois se sabe que teores de água entre 20 a 30% são considerados mínimos para as atividades enzimáticas de reações anabólicas, reestruturação do sistema de membranas e síntese de proteínas e ácidos nucléicos na germinação. As sementes ao atingirem teor de água de 30 a 40%, apresentam síntese de proteínas e ácidos nucléicos, associada à ativação de mecanismos de reparo de membranas e DNA, havendo complementação da germinação quando as sementes atingem teor de água superior a 41%. A germinação das sementes é influenciada, principalmente, pela velocidade de hidratação e temperatura durante o condicionamento das sementes (Marcos-Filho, 2005).

4.4 Desenvolvimento pós-seminal

Para descrever plântulas se faz necessário uma definição do termo e considerações sobre o processo e as estruturas que as compõem (Oliveira, 1993). As sementes viáveis quando sob condições adequadas de umidade, temperatura, oxigênio e, às vezes, luz, iniciam o processo de germinação.

Morfologicamente o que se apresenta é o entumescimento da semente devido à absorção de água pelos tecidos e um amolecimento dos tegumentos. Com o início da germinação da semente, a radícula atravessa o(s) tegumento(s), marcando a primeira fase do desenvolvimento pós-seminal. Esta rapidamente desenvolve-se na raiz primária a qual, em geral, já apresenta zona pilífera evidente desde o início. Concomitante à formação do sistema radicular, há o desenvolvimento do hipocótilo e/ou do epicótilo, cujo crescimento pode ocorrer ou não como estruturas distintas; posteriormente, os cotilédones libertam-se do tegumento da semente e se expandem (germinação fanerocotiledonar) ou, permanecem dentro do tegumento da semente findo o processo (germinação criptocotiledonar). Em continuidade, verifica-se o desenvolvimento da gema apical que originará o epicótilo e as primeiras folhas verdadeiras (eófilos) as quais, às vezes, apresentam uma sucessão foliar de formas diferentes (protófilos) até chegar às da planta adulta (metáfilos).

A forma ou tipo de germinação em relação à posição dos cotilédones, quanto ao nível do solo, é denominada epígea para aqueles que se elevam acima do nível do solo e de hipógea, quando permanecem abaixo deste, findo o processo de formação da plântula.

Assim, um conceito baseado numa fase claramente delimitada da planta juvenil, para distinguí-la de planta propagada por outros meios, pode ser:

Plântula: é o estágio da planta oriundo da germinação do embrião contido na semente, apresentando as estruturas essenciais e características da espécie (Oliveira, 1993).

5) Dessecamento de sementes

É possível manter ou prolongar a viabilidade das sementes, quando armazenadas em condições controladas de temperatura, umidade e suprimento de oxigênio. Isso porque há redução

ou interrupção dos mecanismos deletérios à semente, sobretudo, produção de metabólicos essenciais, decomposição de macromoléculas e acúmulo de metabólicos tóxicos (Stanwood, 1985 *apud* Salomão & Fujichima, 2002). Outro fator que determina a manutenção da viabilidade da semente durante o armazenamento é o conteúdo de umidade. Baixos teores de água reduzem a formação de gelo nas estruturas intracelulares da semente, quando exposta às temperaturas sub-zero, atenuando, assim, possíveis danos decorrentes do congelamento (Roberts, 1973 *apud* Salomão & Fujichima, 2002). Na conservação de sementes, deve-se prestar atenção às características fisiológicas que afetam a longevidade de cada espécie quando submetidas a baixos níveis de umidade e a temperaturas abaixo de zero (Wetzel *et al.*, 2003).

A secagem normalmente aumenta o vigor e a longevidade das sementes, mas deve-se ter cuidado, pois a tolerância à desidratação diminui quando as sementes são submetidas inicialmente a condições próprias para a germinação. Por exemplo, pré-resfriamento, armazenamento úmido, pré-saturação, tratamento de fermentação para extração da semente, e beneficiamento podem reduzir a tolerância à desidratação e, conseqüentemente, alterar o comportamento das sementes no armazenamento (Hong & Ellis, 2003). Durante o preparo das sementes para o armazenamento, as mesmas devem ser desidratadas até atingir um nível de umidade em torno de 3 a 7%, dependendo da espécie. A velocidade de secagem das sementes depende do tempo, temperatura e umidade relativa do ar, bem como das características intrínsecas da semente, tais como teor de água inicial, composição química, tamanho e área superficial (Carvalho & Nakagawa, 2000). A secagem de material vegetal é necessária para evitar a degradação e alterações químicas dos tecidos durante o armazenamento (Pastorini *et al.*, 2002).

6) Armazenamento das sementes

O armazenamento tem por objetivo conservar as sementes, preservando suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias, para posterior semeadura e obtenção de plantas saudáveis após a germinação. Uma vez aplicado de modo adequado diminuirá a velocidade de deterioração, que se caracteriza por ser processo irreversível (Delouche *et al.*, 1973; Melo *et al.*, 1998 *apud* Cabral *et al.*, 2003).

A temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores que influenciam na qualidade fisiológica da semente, em particular o vigor, durante o armazenamento. A umidade

relativa do ar tem relação com o teor de água das sementes, além de controlar a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que ela pode sofrer, enquanto a temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos e interfere indiretamente no teor de água das sementes. Dessa forma, as melhores condições para a manutenção da qualidade da semente são baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura, porque mantêm o embrião em sua mais baixa atividade metabólica (Carvalho & Nakagawa, 2000).

As sementes de várias espécies podem ser armazenadas por longos períodos sem tratamento, como muitas leguminosas pioneiras, mas outras necessitam preparação para o armazenamento e condições ambientais especiais. Assim, além do tratamento da própria semente, são necessários embalagem e ambiente apropriados. Os principais meios utilizados para o armazenamento de sementes são a câmara fria, a câmara seca e a câmara fria e seca, que se adaptam à maioria das situações (Vieira *et al.*, 2002).

6.1 Longevidade e deterioração de sementes

Dependendo da espécie, as sementes de árvores podem permanecer vivas por períodos que vão de apenas alguns dias até décadas (Kramer & Kozlowski, 1972). Espécies pioneiras geralmente possuem sementes que mantêm sua viabilidade com teores de água entre 8 e 12%, podendo ser armazenadas em baixas temperatura e umidade do ar, ficando pouco susceptíveis à deterioração por agentes bióticos. Espécies clímax normalmente apresentam sementes que se mantêm viáveis somente com altos teores de água (30 a 40%) e por curtos períodos, praticamente impossibilitando o armazenamento, devendo ser semeadas logo após sua colheita e beneficiamento (Nappo *et al.*, 1999).

Toda e qualquer semente armazenada sofre deterioração que pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo das características ambientais e das características das próprias sementes. Geralmente a redução da luminosidade, da temperatura e da umidade de ambos, sementes e ambiente, faz com que seu metabolismo seja reduzido e que os microorganismos que as deterioram fiquem fora de ação, aumentando sua longevidade. (Vieira *et al.*, 2002).

A classificação de sementes em **ortodoxas** e **recalcitrantes**, proposta por Roberts em 1973, é a mais utilizada atualmente para o comportamento de sementes quanto às condições de armazenamento (Roberts *apud* Hong & Ellis, 2003). Uma terceira categoria foi proposta em 1990 por Ellis *et al. apud* Hong & Ellis (2003), as **intermediárias**, cuja definição está baseada na

resposta de longevidade ao ambiente de armazenamento, sendo que estas apresentam tendência para longevidade crescente quanto menor o teor de água da semente no armazenamento (sob condição de ar-seco), mas esta condição é invertida a um teor de água relativamente alto e, a partir deste ponto, a redução do teor de água implica em redução da longevidade. Esta sensibilidade para dessecação tem implicações importantes no armazenamento de sementes. Sementes ortodoxas podem ser desidratadas sem dano para baixos teores de água e, sob uma extensa gama de ambientes, sendo que a longevidade no armazenamento aumenta com a diminuição do teor de água e da temperatura de modo controlado (Hong e Ellis, 2003). Sementes recalcitrantes, quando são colhidas e a seguir desidratadas, têm sua viabilidade reduzida à medida que a umidade é perdida, mas começa a ser reduzida consideravelmente a partir de um certo conteúdo de umidade, chamado de "teor de água crítico". Se a desidratação é levada adiante, a viabilidade é reduzida geralmente até zerar. A perda de viabilidade de sementes recalcitrantes na desidratação é atribuída a duas causas principais: (1) como consequência de metabolismo desequilibrado durante a desidratação e possivelmente também quando são armazenadas na condição hidratada; (2) dano por desidratação quando a água é essencial para a integridade de estruturas intracelulares (Berjak & Pammenter, 2003).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido por meio de quatro experimentos independentes, como seguem:

1) Fenologia de *Cenostigma tocantinum* em ambiente urbano

1.1 Local do estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida em vias públicas da cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, cujas coordenadas são 03° 08' S e 60° 00' W, à altitude de 21 m acima do nível do mar e localiza-se à margem esquerda do rio Negro, próximo de sua confluência com o rio Solimões ou Amazonas, fazendo limites com os municípios de Rio Preto da Eva a leste, Iranduba a oeste, Presidente Figueiredo ao norte e Careiro ao sul.

Sua amplitude térmica sazonal é da ordem de 1 °C a 2 °C, sendo que os valores médios situam-se entre 24 e 26 °C, significando que a sensação de calor é quase uma constante ao longo de todo o ano, destacando-se o período de setembro a dezembro. A temperatura média é de 26,5 °C. A diferença entre o mês mais quente e o mais frio é geralmente inferior a 5 °C (Nimer, 1989; Wagley, 1977 *apud* Bento, 1998; Prance & Lovejoy, 1985). Apresenta uma precipitação média anual de 2300 mm, a umidade relativa do ar acompanha o ritmo mensal das precipitações. Essa é alta, em torno de 88 % no período chuvoso e de 77 % no seco (Prance & Lovejoy, 1985). A variação da precipitação pluviométrica, mais do que a variação de temperatura caracteriza as estações na região. O período de janeiro a junho é a estação chuvosa e nos outros meses do ano as chuvas são escassas. (Santos & Ribeiro, 1988; Maia Neto & Lopes, 1994; Bento, 1998). Os dados de pluviosidade de dezembro 2005 a novembro de 2006 usados no estudo foram obtidos no CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) Serviços Geológicos do Brasil, e os dados de umidade relativa do ar e insolação total obtidos no INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (Figura 1A, B e C).

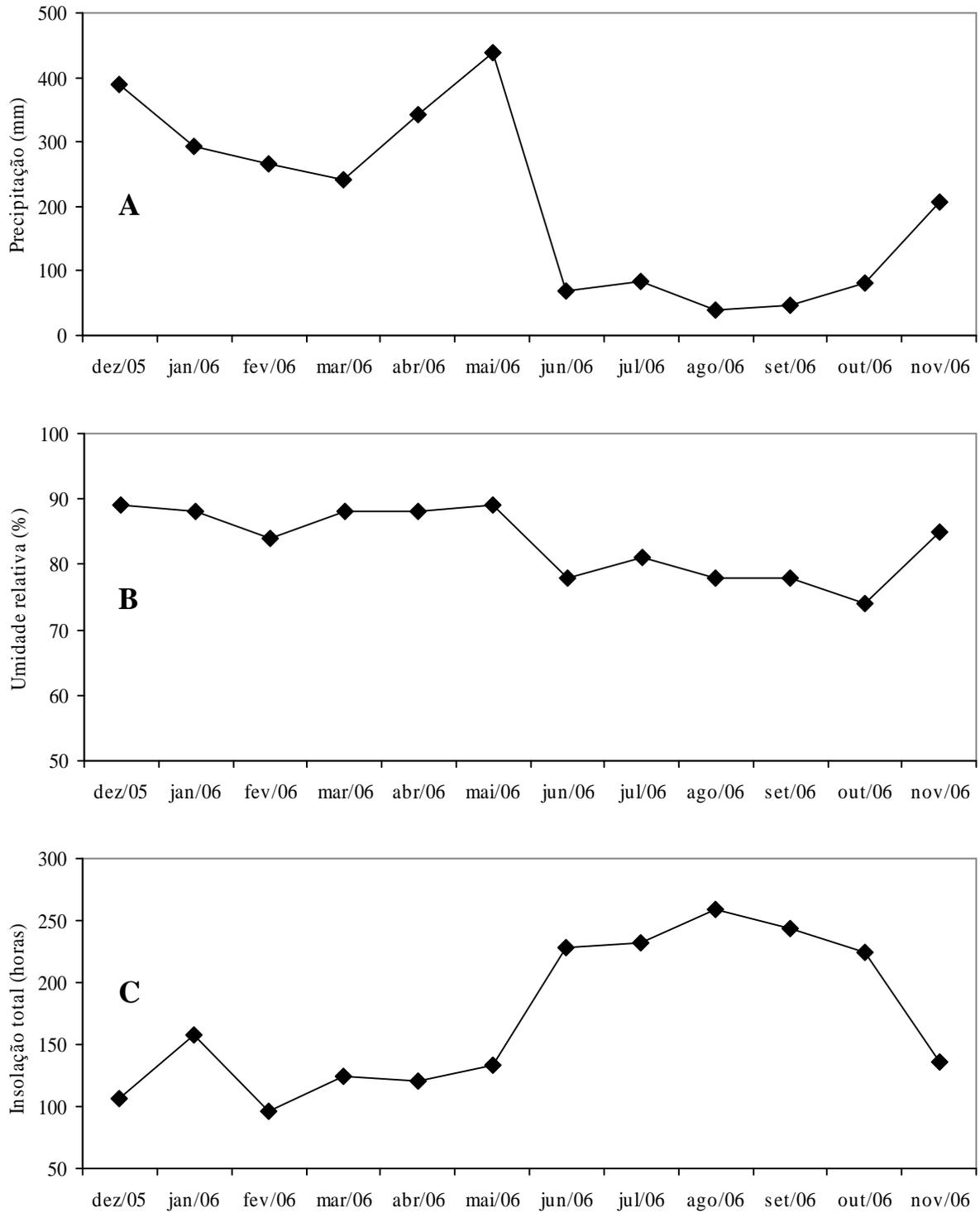


Figura 1. Precipitação média mensal (A), umidade relativa do ar (B) e insolação total (C) da cidade de Manaus (AM), durante o período de dezembro/2005 a novembro/2006: (A) dados do CPRM; (B) e (C) dados do INMET.

1.2 Características e localização das árvores estudadas

Foram selecionadas vinte e quatro árvores de *Cenostigma tocantinum* para o estudo fenológico em diferentes pontos da cidade de Manaus (AM). Como estas plantas estão em canteiros, praças, avenidas e ruas, foram divididas em dois grupos, um com 12 árvores podadas e o outro com 12 árvores que não sofrem poda: as características dos indivíduos de cada grupo estão sumariadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As características observadas, em cada árvore foram: altura total da árvore (m), que se refere à distância do solo até o topo da árvore, ao longo do eixo principal; altura do tronco até a primeira bifurcação (m); altura da copa (m), que se refere à parte compreendida entre o topo e a base da copa; CAP = circunferência à altura do peito (cm) - como a maioria das árvores começa a bifurcar abaixo de 1,30 m, foram feitas medidas de todas as bifurcações e tirada à média para se obter a medida de CAP; diâmetro médio da copa (m), medida transversal e longitudinal; e diâmetro do colo (cm), tirado na base da árvore. A posição geográfica foi obtida com GPS em cada matriz.

A poda das árvores foi, principalmente, em decorrência do contato dos galhos com as redes elétricas. Segundo a cartilha sobre poda de árvores, na cidade de Manaus (Manaus, 2006), a prefeitura realiza os seguintes procedimentos: poda de formação - consiste em cortar os ramos laterais, até a altura de 2 m; poda de condução - consiste em manter a copa da planta sob controle, retirada dos ramos mais baixos do tronco para abrir espaço para iluminação ou passagem de transeuntes e veículos; retirada dos ramos mais baixos e parte dos secundários para aumentar a luminosidade do espaço, diminuindo a densidade da copa; redução da copa - retirada de parte dos ramos para diminuir o tamanho da copa impedindo que ramos se aproximem das redes elétricas aéreas ou dos edifícios; poda corretiva ou de segurança - utilizada para compatibilizar a arborização e a infra-estrutura urbanas; e poda de limpeza ou manutenção - consiste em retirar galhos doentes ou mortos e controlar plantas parasitas.

Tabela 1. Características e localização das plantas de *Cenostigma tocantinum* podadas, observadas no estudo fenológico na cidade de Manaus (AM).

Árvores	Local (via : Bairro)	GPS	Altura total (m)	Altura do fuste (m)	Altura da copa (m)	CAP (cm)	Diâmetro do colo (cm)	Diâmetro da copa (m)	N° de bifurcações antes do CAP
1P	Praça Conjunto Vista Bela Av. Laguna: Planalto	3°04'15,09'' S 60°03'37,80'' W	6,06	2,12	3,94	39,65	21,74	6,24	2
2P	Praça Conjunto Vista Bela Av. Laguna: Planalto	3°04'15,65'' S 60°03'36,88'' W	6,50	2,75	3,75	41,83	27,57	6,40	3
3P	Praça Conjunto Vista Bela Av. Laguna: Planalto	3°04'15,22'' S 60°03'36,96'' W	8,24	3,04	5,20	42,03	31,85	7,70	4
4P	Av. Desembargador João Machado: Planalto	3°04'08,02'' S 60°03'26,99'' W	6,26	2,71	3,55	45,75	23,17	6,53	3
5P	Av. Desembargador João Machado: Planalto	3°04'08,44'' S 60°03'24,51'' W	5,93	3,31	2,62	46,35	27,85	5,86	2
6P	Av. Desembargador João Machado: Planalto	3°04'11,04'' S 60°03'22,35'' W	6,55	3,46	3,09	58,75	28,93	6,59	2
7P	Rua Barcelos: Centro	3°07'06,34'' S 60°01'33,45'' W	6,42	2,74	3,68	45,88	29,28	7,78	4
8P	Av. Getúlio Vargas: Centro	3°07'27,83'' S 60°01'14,66'' W	6,10	1,80	4,30	36,57	26,61	6,32	3
9P	Av. Getúlio Vargas: Centro	3°07'31,26'' S 60°01'14,67'' W	4,13	2,70	1,43	65,00	24,83	7,67	0
10P	Av. Getúlio Vargas: Centro	3°07'32,13'' S 60°01'14,64'' W	7,34	2,55	4,79	67,00	21,17	6,07	0
11P	Av. Getúlio Vargas: Centro	3°07'35,26'' S 60°01'14,66'' W	6,94	2,90	4,04	42,40	22,28	5,93	2
12P	Rua Jutaf: Vieiralves	3°07'39,08'' S 60°01'14,69'' W	7,32	2,88	4,44	49,70	26,93	6,79	2
Média			6,48	2,75	3,74	48,41	26,02	6,66	2,25
(+/-Desvio Padrão)			(1,00)	(0,46)	(1,01)	(9,93)	(3,38)	(0,69)	(1,29)

Tabela 2. Características e localização das plantas de *Cenostigma tocantinum* não podadas, observadas no estudo fenológico na cidade de Manaus (AM).

Árvores	Local (via : Bairro)	GPS	Altura total (m)	Altura do fuste (m)	Altura da copa (m)	CAP (cm)	Diâmetro do colo (cm)	Diâmetro da copa (m)	Nº de bifurcações antes do CAP
13NP	Av. Brasil: Compensa	3°05'45,65'' S 60°03'26,54'' W	7,75	5,11	2,64	51,80	27,69	5,18	3
14NP	Av. Brasil: Compensa	3°05'45,53'' S 60°03'26,66'' W	8,36	5,62	2,74	37,85	14,72	4,14	2
15NP	Av. Brasil: Compensa	3°05'44,99'' S 60°03'26,94'' W	7,60	4,72	2,88	39,50	21,84	4,33	0
16NP	Av. Brasil: Compensa	3°05'44,65'' S 60°03'27,15'' W	9,00	4,82	4,18	46,97	11,40	5,85	3
17NP	Av. Brasil: Compensa	3°05'48,30'' S 60°03'24,42'' W	7,51	4,12	3,39	38,70	29,95	5,62	4
18NP	Av. Brasil: Compensa	3°05'44,36'' S 60°03'26,99'' W	7,21	4,36	2,85	21,08	27,44	6,46	5
19NP	Av. Recife: Parque 10 de Novembro	3°05'29,67'' S 60°00'54,04'' W	5,50	2,43	3,07	32,00	14,39	6,01	0
20NP	Av. Recife: Parque 10 de Novembro	3°05'30,56'' S 60°00'53,53'' W	4,87	2,70	2,17	15,55	25,15	4,22	2
21NP	Av. Kako Caminha: Presidente Vargas	3°06'55,11'' S 60°01'51,69'' W	5,23	3,40	1,83	39,00	19,74	4,06	0
22NP	Av. Kako Caminha: Presidente Vargas	3°06'55,31'' S 60°01'51,26'' W	5,25	2,90	2,35	42,00	16,07	4,37	0
23NP	Av. Kako Caminha: Presidente Vargas	3°06'55,77'' S 60°01'48,33'' W	6,95	3,27	3,68	44,50	28,97	6,44	2
24NP	Av. Kako Caminha: Presidente Vargas	3°06'55,88'' S 60°01'47,82'' W	4,74	2,27	2,47	25,50	19,16	4,27	2
Média			6,66	3,81	2,85	36,20	21,38	5,08	1,92
(+/-Desvio Padrão)			-	(1,47)	(1,13)	(0,66)	(10,77)	(6,40)	(0,95)
									(1,68)

1.3 Avaliação fenológica

As observações foram realizadas no período de dezembro de 2005 até novembro de 2006, em intervalos quinzenais, registrando dados de floração, frutificação, e mudança foliar. Cada fenofase foi dividida em três eventos: 1) floração: presença de botões florais, flores em antese e flores murchando; 2) frutificação: frutos em desenvolvimento, frutos desenvolvidos e frutos maduros; 3) mudança foliar: folhas novas, folhas maduras e folhas caducas. A intensidade dos eventos fenológicos foi estimada individualmente através de uma escala semi-quantitativa que enquadra o evento em cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% entre elas, de ocorrência da fenofase em relação à copa, sendo 0 = ausência da fenofase; 1 = presença da fenofase com magnitude de 1% a 25 %; 2 = presença da fenofase com magnitude entre 26% a 50%; 3 = presença da fenofase com magnitude entre 51% a 75%; e 4 = presença da fenofase com magnitude entre 76% a 100% (Fournier, 1974).

1.4 Análise dos dados fenológicos

Os valores obtidos em campo permitem estimar a porcentagem de intensidade de cada fenofase, em cada indivíduo. Assim, foi aplicada a fórmula de Fournier, onde a porcentagem de intensidade das fenofases foi estimada, somando-se os valores de intensidade de Fournier dos indivíduos, dividindo-se este somatório pelo valor máximo possível (n° de indivíduos amostrados multiplicado por 4) e multiplicando-se o valor obtido por 100 (Fournier 1974). Para efeito de apresentação dos resultados e de estudos de correlação, para cada mês, foi considerada a média das observações realizadas a cada quinze dias. A normalidade da distribuição dos dados foi testada utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smimov. Uma vez que os dados apresentaram distribuição normal, foi utilizada a análise de correlação de Person (r) entre as intensidades das fenofases e fatores climáticos (precipitação, insolação total e umidade relativa). Os dados de intensidade das fenofases, entre os dois grupos estudados (plantas podadas e não podadas), foram submetidos à análise de variância, seguido do teste de Tukey a 5%.

2) Morfologia da semente e da plântula de *Cenostigma tocantinum*

2.1 Biometria de frutos e sementes

Foram coletados frutos maduros de árvores de *Cenostigma tocanthum*. Após a coleta, os frutos permaneceram por três dias em sala de secagem, com temperatura ambiente de ± 26 °C e umidade relativa do ar de 75% a 78%. Após esse período, iniciaram-se as avaliações previstas. A extração das sementes foi feita manualmente, torcendo as vagens.

O comprimento, a largura e a espessura dos frutos e das sementes foram mensurados com auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,1 mm, sendo utilizados 100 frutos e 100 sementes. O comprimento foi medido da base até o ápice e a largura e espessura medidas na porção mediana de ambos. Também foram avaliados: peso dos frutos e das sementes, ambos utilizando uma balança de precisão; número de sementes por fruto, número de constrictões na valva e quantidade de constrictões na valva, sem semente. A determinação do número de sementes por quilograma e o peso de mil sementes foi feita, utilizando oito sub-amostras de 100 sementes, conforme Brasil (1992).

2.2 Morfologia da semente

Para as descrições morfológicas da semente foram utilizadas 25 sementes pegas aleatoriamente. Então, estas foram hidratadas e, após amolecimento, cortadas transversal e longitudinalmente, com auxílio de um bisturi, para que os caracteres internos fossem observados, como: presença ou ausência de endosperma; embrião – constituído de cotilédones e córculo (eixo hipocótilo – radícula e plúmula). Foram analisados o tipo, a forma, a cor, a posição, a dimensão dos cotilédones, o eixo radícula-hipocótilo e a plúmula. Os caracteres externos analisados foram: envoltórios (tegumento), cor, textura, consistência, forma, posição do hilo e da micrópila.

2.3 Morfologia da plântula em desenvolvimento

Para as descrições morfológicas da plântula foram semeadas 100 sementes (quatro repetições de 25 sementes) de *Cenostigma tocanthum*, em recipientes de plásticos, a uma profundidade de 1 cm do substrato areia. Os recipientes foram mantidos em viveiro coberto com telha de fibra de vidro com temperatura mínima de 25 °C e máxima de 36 °C, situado no Campus do INPA – V8. A contagem diária de germinação foi feita em um período de 15 dias,

considerando como semente germinada, aquela que apresentava emissão dos cotilédones acima do substrato.

A fase de desenvolvimento em que as amostras apresentaram raiz, hipocótilo, epicótilo e protófilos (primeiro par de folhas) foi considerada como plântula. As plântulas foram fixadas em FAA (Formol – Ácido acético – Álcool a 50%) (Johansen, 1940), para que posteriormente fosse analisado o tipo de germinação, a forma, a cor, a consistência da radícula, o hipocótilo, os cotilédones, o epicótilo, os primeiros pares de protófilos e metáfilos. As ilustrações foram desenhadas na escala natural (1:1) e os detalhes que só podem ser observados em lupa foram fotografados. A terminologia empregada e os parâmetros observados para as descrições estão de acordo com os trabalhos de Barroso *et al.*, (1999), Beltrati (1994), Kuniyoshi (1983) e Oliveira (1993).

3) Tolerância das sementes de *Cenostigma tocantinum* ao dessecamento e ao resfriamento

Sementes de *Cenostigma tocantinum* tiveram seu teor de água ajustado em três níveis. Além do teor de água das sementes em equilíbrio com o ambiente (19%), foram estabelecidos outros dois níveis mais baixos (15% e 9%), obtidos através da secagem em estufa a 35 °C, com circulação de ar, durante diferentes períodos (48h e 96h respectivamente). O teor de água das sementes, para cada nível, foi determinado pelo método de estufa a 105 °C por 24h, com duas repetições de 10 sementes; os resultados foram expressos em porcentagens, com base no peso das sementes úmidas (Brasil, 1992).

As sementes, com diferentes graus de umidade, foram acondicionadas em vidros, hermeticamente fechados, e armazenadas nas temperaturas de – 18 °C, 5 °C e ambiente (\pm 26 °C), pelos períodos de 0, 1, 2 e 3 meses.

Após a aplicação de cada um dos tratamentos, as sementes foram colocadas para germinar em papel toalha (Germitest) na forma de rolo, umedecidos com água destilada. Estes foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados, e colocados em câmara de germinação com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas (4 lâmpadas fluorescentes de 20W).

Foi feita a contagem diária de germinação, até que todas as sementes viáveis germinassem, considerando como semente germinada, aquela que apresentava emissão de raiz

primária, com comprimento maior que 2 mm. O número de sementes germinadas foi transformada em porcentagem e, a partir dessa, foram calculados o índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962) e o tempo médio de germinação (Edwards, 1934).

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3 (graus de umidade) x 3 (temperatura) x 4 (períodos de acondicionamento), com três repetições, cada uma com 25 sementes. Após análise de variância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em função de se ter obtido efeito de interação, significativo, entre os três fatores estudados foi feito estudo de regressão com desdobramento do teor de água e da temperatura, em função do período de condicionamento.

4) Embebição e dessecação em sementes de *Cenostigma tocantinum*

Inicialmente, as sementes de *Cenostigma tocantinum* foram embebidas diretamente em água destilada (frascos de 200ml, contendo 100ml de água e 120 sementes) e em papel-toalha saturado com água destilada (também com 120 sementes), durante os períodos de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36 e 48 horas. Depois, as sementes foram mantidas sob condições ambiente (± 26 °C), durante dez dias, quando todas alcançaram peso constante e, ou, umidade de equilíbrio com o meio-ambiente. Antes e após cada período de embebição foi feita determinação do grau de umidade em estufa a 105 °C, por 24 horas, utilizando duas amostras de cinco sementes, conforme Brasil (1992).

Após a estabilização do teor de água (10 dias), as sementes foram semeadas papel-toalha, na forma de rolo, colocadas em câmara de germinação, considerando germinada a semente que apresentasse emissão da raiz primária, com o comprimento superior a 2 mm. A contagem da germinação foi transformada em porcentagem e, a partir dessa, foram calculados o índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962) e o tempo médio de germinação (Edwards, 1934).

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 (modos de embebição) x 8 (períodos de embebição), com quatro repetições, cada uma com 25 sementes. Após análise de variância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Em função de se ter obtido efeito de interação significativa entre os dois fatores estudados, fez-se estudo de regressão com desdobramento do modo de embebição (recipiente e papel toalha) em função do período de embebição das sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1) Fenologia de *Cenostigma tocaninum* em ambiente urbano

1.1 Floração



Figura 2. Botões florais/ flores em antese (A) e flores murchando (B).

Os eventos da floração (botões florais, flores em antese e flores murchando) (Figura 2) ocorreram em todo o período estudado (12 meses), com maior intensidade na época mais seca e início do período chuvoso (julho a novembro/06), tanto nas árvores que foram podadas, quanto naquelas que não sofreram este tratamento (Figura 3A), caracterizando-se como um padrão do tipo contínuo, conforme Newstron *et al.* (1994). Em árvores podadas a maior intensidade de botões florais ocorreu entre os meses de março a junho/06 e, depois, nos meses de setembro e outubro/06, todos estes períodos com intensidades acima de 20%. Nas árvores que não foram podadas, a maior frequência de botões florais, também acima de 20%, foi verificada entre os meses de junho e novembro/06. Nos dois modos de

condução das plantas (com e sem poda), os maiores percentuais de flores em antese e de flores murchando, em geral acima de 50%, ocorreram entre agosto e novembro/06. Durante o período de maior precipitação (dezembro/05 a maio/2006), é bastante evidente maior percentual de plantas com flores em antese para indivíduos podados, o que faz com estes tenham um maior apelo visual, devido à maior frequência de exposição de suas flores. Por outro lado, nesse mesmo período, as plantas sem poda apresentaram maior percentual de indivíduos com as flores murchando. Diversos insetos foram observados visitando as flores de *C. tocaninum*. Os mais frequentes observados durante a fenológica foram abelhas e moscas (não identificados).

Com relação à associação com os fatores climáticos, observa-se que os eventos da floração das árvores podadas não se correlacionaram com a precipitação, com a insolação, nem com a umidade relativa do ar (Tabela 3). Por outro lado, para as plantas não podadas, botão floral apresentou correlação positiva (0,886) com a insolação, além de que a umidade relativa do ar se correlacionou negativamente com botão floral (-0,869) e com flores em antese (-0,869).

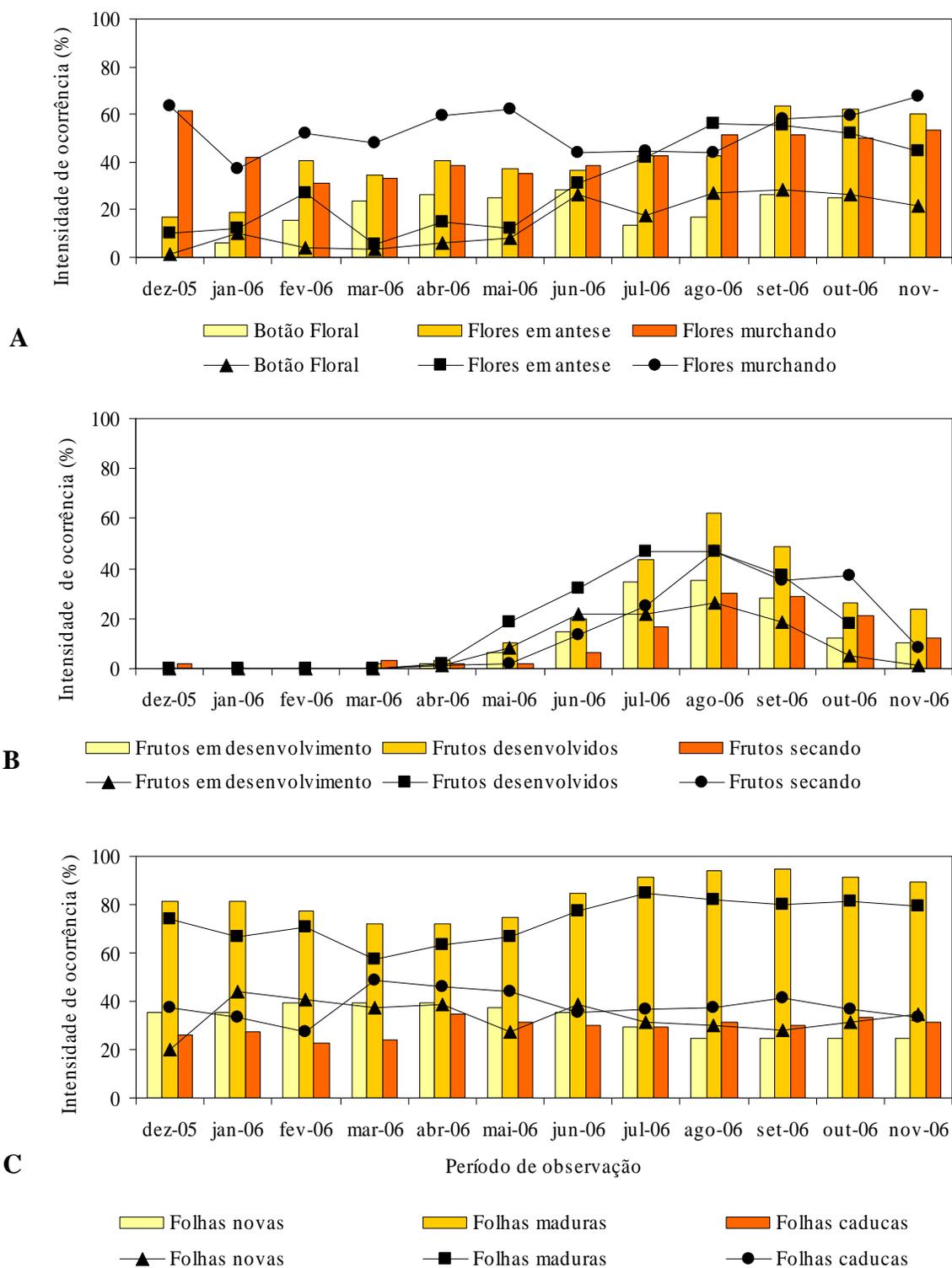


Figura 3. Fenofase da floração (A), da frutificação (B) e da mudança foliar (C) de plantas de *Cenostigma tocaninum*, conduzidas com poda (colunas) e sem poda (linhas), em vias públicas da cidade de Manaus (AM).

Tabela 3. Correlação entre as fenofases de plantas de *Cenostigma tocantinum*, conduzidas com e sem poda, e fatores climático (precipitação pluviométrica, insolação total e umidade relativa do ar).

Fenofases	Precipitação pluviométrica	Insolação total	Umidade relativa do ar
Árvores podadas			
<i>Floração</i>			
Botão floral	NS	NS	NS
Flores em antese	NS	NS	NS
Flores murchando	NS	NS	NS
<i>Frutificação</i>			
Frutos em desenvolvimento	-0,789**	0,879**	NS
Frutos desenvolvidos	-0,802**	0,872**	NS
Frutos maduros	-0,808**	0,836**	NS
<i>Mudança foliar</i>			
Folhas novas	NS	NS	NS
Folhas maduras	NS	0,810**	NS
Folhas secando	NS	NS	NS
Árvores não podadas			
<i>Floração</i>			
Botão floral	NS	0,886**	-0,869**
Flores em antese	NS	NS	-0,869**
Flores murchando	NS	NS	NS
<i>Frutificação</i>			
Frutos em desenvolvimento	-0,730**	0,876**	NS
Frutos desenvolvidos	-0,739**	0,899**	NS
Frutos maduros	-0,839**	0,900**	-0,873**
<i>Mudança foliar</i>			
Folhas novas	NS	NS	NS
Folhas maduras	NS	NS	NS
Folhas secando	NS	NS	NS

O clima exerce influência nos padrões fenológicos das espécies, levando-se, também, em consideração que cada espécie tem sua especificidade biológica, seus polinizadores e predadores (Alencar, 1994). No caso dos eventos da floração de *C. tocantinum*, os fatores climáticos parecem ter exercido maior influência nas plantas mantidas em condições de crescimento livre, sem a poda. Segundo Janzen (1967), a floração na estação seca é vantajosa, pois as condições do tempo favorecem a atividade de insetos polinizadores. Alencar *et al.* (1979), mencionam que há tendência de ocorrer maior número de árvores iniciando a floração quando ocorreram menores valores de precipitação. Esses assinalam ainda que, além das chuvas, outros fatores climáticos podem influenciar a floração.

1.2 Frutificação



Figura 4. Frutos maduros de *Cenostigma tocantinum*.

A frutificação, compreendendo as fenofases frutos em desenvolvimento, frutos desenvolvidos (Figura 4) e frutos secando, ocorreu, para os dois grupos de plantas (com e sem poda), desde o final do período chuvoso (maio/2006) a até o início da próxima época de chuva (novembro/2006) (Figura 3B). Contudo, tanto para as plantas podadas quanto as não podadas, a maior frequência de indivíduos nos diferentes estádios da floração se deu entre os meses de julho a setembro/2006, quando normalmente acontecem os menores índices de precipitação e maiores níveis de insolação. A fenofase frutos maduros, ou dispersando sementes, foi sempre maior nas plantas de crescimento livre (sem poda).

As fenofases da frutificação correlacionaram-se negativamente com a precipitação e positivamente com a insolação (Tabela 3). Isto significa que quanto maior foram às chuvas, menor foi a frutificação, ao mesmo tempo em que quanto maior foi a insolação mais expressiva foi, também, a produção de frutos. A frutificação das plantas podadas não se correlacionou com a umidade relativa do ar, porém a fenofase frutos maduros de plantas sem poda correlacionou-se negativamente (-0,873) com este fator climático.

A maturação dos frutos antes da estação chuvosa está relacionada às maiores chances de germinação das sementes, devido à posterior alta umidade no solo (Frankie *et al.* 1974), e maior sucesso no estabelecimento das plântulas (Janzen, 1967). Para Miranda (1993), em espécies que possuem frutos secos e deiscentes, a maturação na estação seca propicia o ressecamento necessário para a deiscência, facilitando assim a ação dos dispersores.

Embora muitas espécies tropicais floresçam anualmente, as mesmas nem sempre produzem frutos com a mesma frequência (Lima Junior, 1992; Alencar, 1994). Assim sendo, alguns autores acreditam que tais ocorrências estejam correlacionadas com a precipitação (Alencar, 1990; Oberlaender, 2006). Porém Alencar (1994) formula a hipótese de que os padrões fenológicos seriam mais afetados pelas condições endógenas das espécies (fisiológicas, nutricionais, edáficas, genéticas, modo de reprodução) e pelos vetores ecológicos (polinização, predação, competição) do que somente pela influência das variáveis climáticas.

1.3 Mudança Foliar

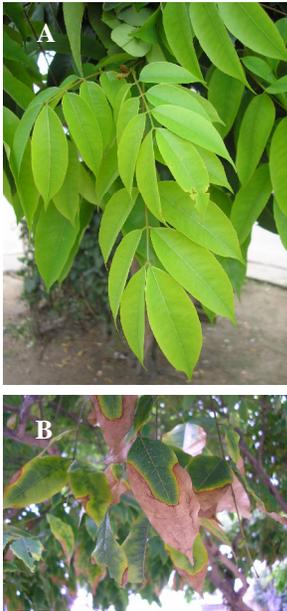


Figura 5. Folhas novas (A) e folhas secando (B).

Durante todo o período de observação (12 meses), tanto nas plantas podadas quanto nas sem poda, foi observado emissão de folhas novas, folhas maduras (em maior proporção) e folhas secando (Figura 3C). No período de maior frequência de chuva, entre dezembro/05 a junho/06 foi verificada uma pequena superioridade de emissão de folhas novas em relação aos demais meses. Nesse mesmo período, as folhas maduras tiveram ligeira redução. A maior perda de folhas, ou folhas secando, ocorreu entre o final do período de chuva, passando pela estiagem, até o início do próximo período chuvoso. De um modo geral, o comportamento das plantas podadas e não podadas foram semelhante com relação à mudança foliar. Nos dois grupos de plantas, em todos os momentos, houve sempre a preponderância de folhas maduras, com as folhas novas e folhas secando ocorrendo continuamente em escala bem menor. Em *C. tocanthinum*, antes da queda das folhas há perda de coloração das mesmas, passando de verde intenso para verde-pálido e deste para marrom claro (Figura 5).

Não foi observada a perda total das folhas, indicando que *C. tocanthinum* é planta perenifólia. Holbrook *et al.* (1995) enfatizam que em espécies com a folhagem sempre verde, a maior tolerância à deficiência hídrica seria consequência de uma combinação de raízes mais profundas, maior massa foliar por área, escleromorfismo e maior capacidade de transporte de água no xilema.

Em geral, as fenofases da mudança foliar não se correlacionaram com os fatores climáticos, com exceção de folhas maduras, das plantas com poda, que se correlacionou positivamente com a insolação total (0,810). Quanto maior foi a insolação maior foram as folhas maduras nas plantas com poda.

2) Morfologia da semente e da plântula de *Cenostigma tocantinum*

2.1 Biometria dos frutos e das sementes

O fruto de *Cenostigma tocantinum* é um legume seco lenhoso, deiscente, cor variando de verde claro (quando está na fase de desenvolvimento) à marrom escuro (quando maduro), piloso, plano e comprido, apresentando em média 8,9 (6,5 - 11,6) cm de comprimento por 2,2 (1,6 - 2,7) cm de largura e 0,5 (0,3 - 0,8) cm de espessura; possuindo em média 3 sementes por fruto e 4 constrições na valva, das quais, em média, uma estava vazia (sem semente). Os frutos pesaram em média 4,4 g sendo o peso da massa seca de 3,5 g e as sementes 0,9 g (Tabela 4). O fruto é bivalvo, as valvas sofrem uma torção acentuada em toda a sua extensão, de modo que as essas

quando se abrem tornam-se espiraladas ou revolutas em todo o seu comprimento, com duas fendas longitudinais; o epicarpo apresenta-se com pêlos estrelados e quinado, com coloração que varia de marrom claro a escuro quando maduros, levemente brilhante. Fruto elíptico com ápice acuminado e base atenuada, pedúnculo de consistência lenhosa (Figura 6).

De acordo com Barroso *et al.* (1999), este tipo de fruto é originado de ovário súpero, unicarpelar, deiscente no ponto de junção das bordas do carpelo e na região dorsal, sobre a nervura mediana, formando duas valvas, características da família Leguminosae. A deiscência ocorre longitudinalmente, com abertura na sutura ventral e na nervura mediana, causando a separação das valvas e liberação das sementes.

Bianco *et al.* (2003), analisando 200 frutos de *C. tocantinum*, encontraram certa semelhança quanto as dimensões dos mesmos, ou seja: comprimento médio de 8,4 cm, largura de 1,8 cm, espessura de 0,5 cm e, em média, 3 sementes por fruto.

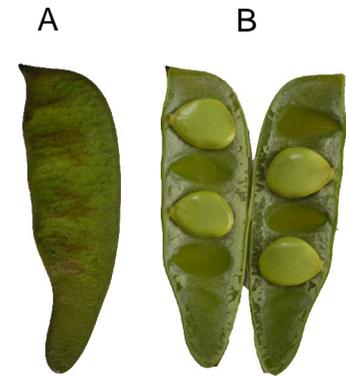


Figura 6. Frutos de *C. tocantinum*: fruto verde fechado (A) e fruto verde aberto expondo as constrições e as sementes (B).

Tabela 4. Características físicas dos frutos de *Cenostigma tocantinum* (pau–pretinho), N = 100.

Características	Média (+/- dp)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Comprimento (cm)	8,9 (1,7)	6,5	11,6
Largura (cm)	2,2 (0,2)	1,6	2,7
Espessura (cm)	0,5 (0,1)	0,3	0,8
Nº de sementes por fruto	3,1 (1,6)	1	6
Nº de constrições na valva	4,3 (0,8)	2	7
Nº de constrições sem semente (vazias)	1,3 (0,8)	0	3
Nº de sementes abortadas	0,2 (0,6)	0	4
Peso da vagem (g)	4,4 (1,7)	2,0	8,8
Peso das sementes (g)	0,9 (0,5)	0,1	2,2

A semente tem a forma oblonga a circular com cicatriz de cor marrom, circundando a borda da testa; coloração marrom dourado, com pequenas manchas avermelhadas; testa lisa e brilhante; hilo saliente de cor marrom, em posição apical; micrópila conspícua e subapical (Figura 7). Possui comprimento médio de 1,5 (1,2 - 1,9) cm, largura de 1,4 (1,0 - 1,8) cm, espessura 0,3 (0,2 - 0,5) cm, com peso médio de 0,4 g (Tabela 5). O peso de 1000 sementes, com teor de água de 13%, foi de 281,86 g. Bianco *et al.* (2003) encontraram, para



Figura 7. Semente de *Cenostigma tocantinum*.

C. tocantinum, comprimento médio de 1,3 cm, largura de 1,1 cm, espessura 0,24 cm, 24% de grau de umidade, com pesos médios de 0,45 g de matéria fresca e 0,34 g de matéria seca.

Tabela 5. Características físicas das sementes de *Cenostigma tocantinum* (pau–pretinho), N = 100.

Características	Média (+/- dp)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Comprimento (cm)	1,5 (0,2)	1,2	1,9
Largura (cm)	1,4 (0,2)	1,0	1,8
Espessura (cm)	0,3 (0,1)	0,2	0,5
Peso da semente (g)	0,4 (0,2)	0,2	1,8

2.2 Morfologia da semente

A testa é glabra, fina, dura e quebradiça. Hilo homócromo, mediano e localizado na base da semente. Micrópila conspícua. É exalbuminosa, apresentando plúmula bem desenvolvida, com radícula exposta e súpera. Os cotilédones são lisos, planos, invaginados, grossos, paralelos entre si, de cor amarela clara preenchendo todo o espaço delimitado pelo tegumento. O embrião é axial, apresentando eixo embrionário reto (Figura 8).



Figura 8. Parte externa e interna da semente de *Cenostigma tocantinum*: hi – hilo; co – cotilédone; em – embrião.

2.3 Morfologia da plântula

A germinação é do tipo epígea-fanerocotiledonar (Figura 9) e tem início entre o terceiro e quarto dia após a sementeira, quando ocorre a protrusão da raiz radícula, na base da semente. A raiz principal axial apresenta rápido crescimento, podendo se diferenciar do hipocótilo a partir do quarto dia; possui coloração ferrugínea com ápice esbranquiçado; nessa fase pode-se perceber a formação de primórdios de raízes secundárias. Entre o sexto e sétimo dia, pode-se observar o coleto, que é facilmente identificado pela diferença de coloração entre a raiz e o hipocótilo e alargamento do mesmo, que é cilíndrico, glabro, de coloração esbranquiçada. Hipocótilo longo (em média 5 cm), reto, cilíndrico e com presença de poucos pêlos brancos. Cotilédones isófilos,

opostos, não sésseis, verde-claro em ambas as faces, com reservas, com ápice arredondado, margem inteira e base auriculada, presença de estipulas na base. Os cotilédones são importantes fontes de energia e responsáveis pelo crescimento inicial e sua remoção pode causar a redução de biomassa na planta jovem. Tal fato foi constatado por Sasaki & Felipe (1992) em plantas jovens de *Dalbergia miscolobium* Benth. (Leguminosae).

O epicótilo reto está completamente estendido e com os primeiros protófilos abertos no décimo primeiro dia após a sementeira, apresentando a coloração verde-claro, reto, com pêlos translúcidos glandulares. Esau (1959) considera o epicótilo na plântula como estrutura separada, agregada à unidade raiz-hipocótilo-cotilédone, apesar do sistema vascular da raiz e cotilédones ser uma unidade desde as primeiras etapas da embriogenia.

Protófilos compostos, opostos – subopostos, imparipinados e paripinados com 4 a 6 folíolos, com ráquis longa, cilíndrica e com pêlos, pecíolo com pulvino na base (o mesmo ocorre nos peciólulos que apresentam pulvínulos na base). Folíolos verde-claros, elípticos, com ápice acuminado e base arredondada, simetria levemente desigual, margem inteira com presença de pêlos simples esbranquiçados nas duas faces da lâmina, venação pinada com nervura central e nervuras secundárias regulares e espaçadas. A gema apical foliácea apresenta pêlos curtos, brancos e abundantes. Ocorrência de glândulas e pêlos no hipocótilo, epicótilo e nos cotilédones. Os cotilédones caem aproximadamente no décimo sétimo dia e somente no vigésimo primeiro dia há o surgimento dos primeiros metáfilos, que apresentam as mesmas características dos protófilos (Tabela 06).

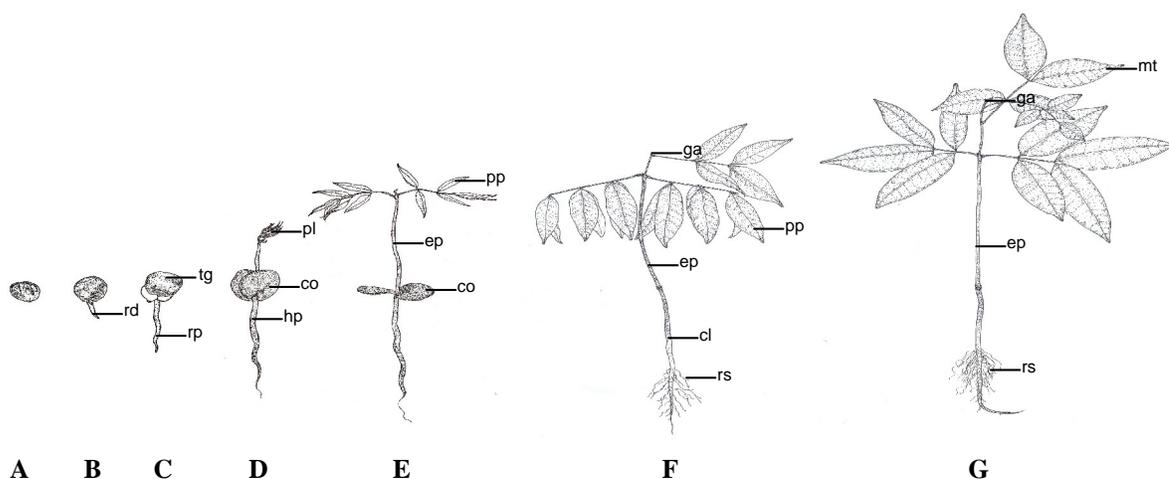


Figura 9: Fases do desenvolvimento da plântula de *Cenostigma tocantinum* (A-G): rd – radícula, rp - raiz primária, rs – raiz secundária, tg – tegumento, co – cotilédone, pl – plúmula, hp – hipocótilo, ep – epicótilo, pp – primeiro protófilo, ga – gema apical, cl – coleto; mt – metáfilos.

Tabela 6. Tempo médio de ocorrência dos diferentes estádios de desenvolvimento da plântula de *Cenostigma tocantinum*.

Fases do desenvolvimento	Média (+/- dp) (dias)	Valor mínimo (dias)	Valor máximo (dias)
Emissão da raiz primária	5,8 (1,8)	1	11
Erguimento dos cotilédones	6,6 (1,5)	3	12
Emissão do epicótilo com protófilos fechados	9,0 (3,4)	4	17
Protófilos abertos	11,3 (4,2)	6	20
Perda dos cotilédones	17,6 (2,0)	13	21
Emissão dos metáfilos	21,6 (4,0)	8	31

3) Tolerância das sementes de *Cenostigma tocantinum* ao dessecamento e ao resfriamento

O teor de água das sementes durante o armazenamento não apresentou modificações expressivas. De modo geral, todas as sementes armazenadas em 26 °C, 5 °C e -18 °C mantiveram seus graus de umidade iniciais obtidos após a secagem (19%, 15% e 9%).

As sementes de *Cenostigma tocantinum* armazenadas com grau de umidade de 19% (Figura 10A) tiveram comportamento germinativo distinto em relação as diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. Com o armazenamento sob condições ambiente (26 °C), a germinação, que inicialmente era de cerca de 90%, caiu de maneira linear tendo sido nula aos três meses de armazenamento. Para demais temperaturas (5 °C e -18 °C) a germinação se manteve

elevada durante todo o período, com ligeira vantagem para as mantidas sob $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, que foi constante (82%).

As sementes que foram acondicionadas com teor de água de 15% (Figura 10B) tiveram comportamento similar ao caso anterior. A germinação também decresceu linearmente para as sementes que permaneceram sob temperatura ambiente ($26\text{ }^{\circ}\text{C}$), porém, nem tanto quanto as sementes com 19% de umidade: após três meses de armazenamento germinou aproximadamente 40%. A germinação de sementes que foram armazenadas com $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ oscilou durante o período de estudo e as mantidas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ foram, também, as que apresentaram melhores resultado, 85% e constante.

Quando armazenadas com grau de umidade de 9%, independentemente da temperatura, a viabilidade das sementes ao longo do tempo foi mantida, com germinação sempre elevada, com pequenas particularidades: sob temperatura de $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ a germinação foi ligeiramente inferior e constante (71%); quando sob temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, a germinação ao longo do tempo teve um comportamento linear e crescente, indo de 77% (sem armazenamento) até 95% (3 meses de armazenamento).

As variáveis de vigor das sementes (índice de velocidade de germinação – IVG, Figura 11 e tempo médio de germinação - TMG, Figura 12) de *C. tocaninum*, praticamente, demonstraram as mesmas tendências dos resultados obtidos com a germinação. Com grau de umidade de 19%, o IVG das sementes que foram armazenadas sob $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 11A) decresceu linearmente, ao mesmo tempo em que o TMG se mostrou constante e mais elevado (Figura 12A) em relação às outras temperaturas. Com grau de umidade de 15%, o IVG (Figura 11B) também apresentou decréscimo linear, porém, também, menos acentuado que o resultado obtido no teor de água de 19%. Quando as sementes foram armazenadas com 9% de grau de umidade, os IVG foram similares, também com ligeira vantagem para as sementes armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ que tiveram comportamento linear e crescente (Figura 11C). Nas sementes com teor de água de 9% os TMG, para todas as temperaturas, tiveram comportamento linear e decrescente, além de semelhantes e difíceis de serem discriminados (Figura 12C).

C. tocaninum mostrou capacidade de suportar dessecação, com germinação elevada mesmo quando o teor de água foi reduzido para 9%, o que corresponde ao comportamento de sementes ortodoxas (Roberts, 1973). A capacidade das sementes ortodoxas de resistirem à dessecação geralmente é adquirida durante a fase de maturação, ou, de acúmulo de reservas

(Pammenter & Berjak, 2000). Garcia *et al.* (2007) também comprovaram a tolerância ao dessecação de sementes de *Cenostigma tocantinum*. Esses autores, tendo como referência sementes com grau de umidade inicial de 23% e 94% de germinação alcançaram germinação de 93%, após a secagem das sementes em câmara (35 °C), com ventilação forçada, e teor de água de 5,8%.

Os resultados obtidos indicam que tanto o grau de umidade das sementes quanto a temperatura de armazenamento afetam a viabilidade das sementes de *C. tocantinum*. Quanto mais alto foi o teor de água, as sementes se mostraram mais sensíveis a temperaturas elevadas, principalmente quando sob condições ambiente (26 °C). Por outro lado, com teor de água reduzido (9%) as diferentes temperaturas (26 °C, 5 °C e -18 °C) tiveram menor influência sobre a germinação. Hellemann *et al.* (2006) recomendam para a conservação da viabilidade das sementes de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) o armazenamento das mesmas sob a temperatura de -5 °C, ou -18 °C, com teor de água próximo de 10%.

O armazenamento de sementes sob baixas temperaturas é benéfico para muitas espécies, algumas vezes essencial, mas é prejudicial a outras (Andrade & Pereira 1997, Normah *et al.* 1997, Bilia *et al.* 1999). A espécie em estudo tolera o armazenamento sob baixa temperatura, a qual reduz o metabolismo das sementes e de muitos microrganismos que ocorrem durante o armazenamento; isto pode ter contribuído para a manutenção da viabilidade das sementes de *C. tocantinum* pelo período máximo do estudo (três meses).

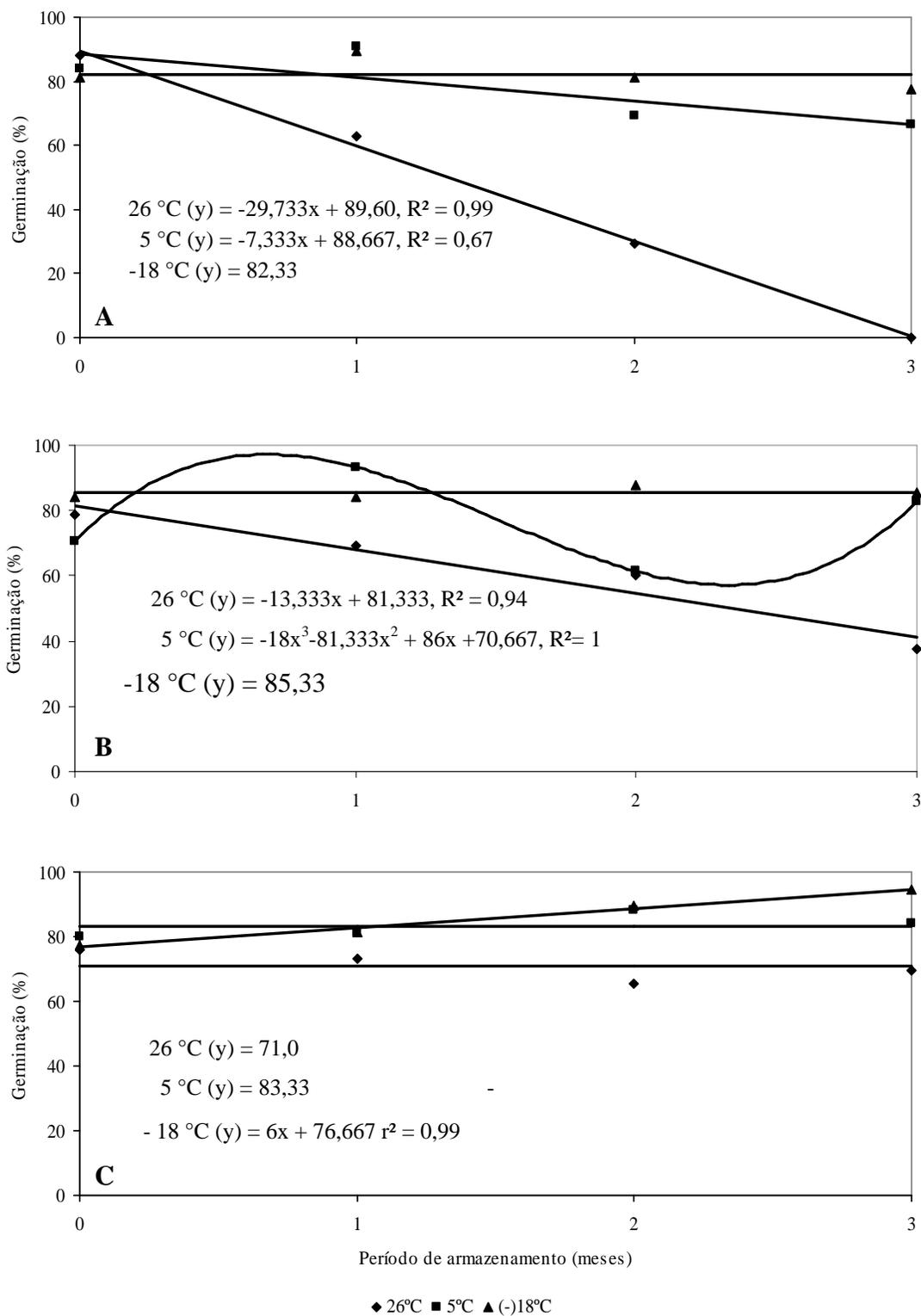


Figura 10. Germinação referente a sementes de *Cenostigma tocantinum* armazenadas com diferentes teores de água (19% = A; 15% = B; e 9% = C), sob várias temperaturas, por diferentes períodos.

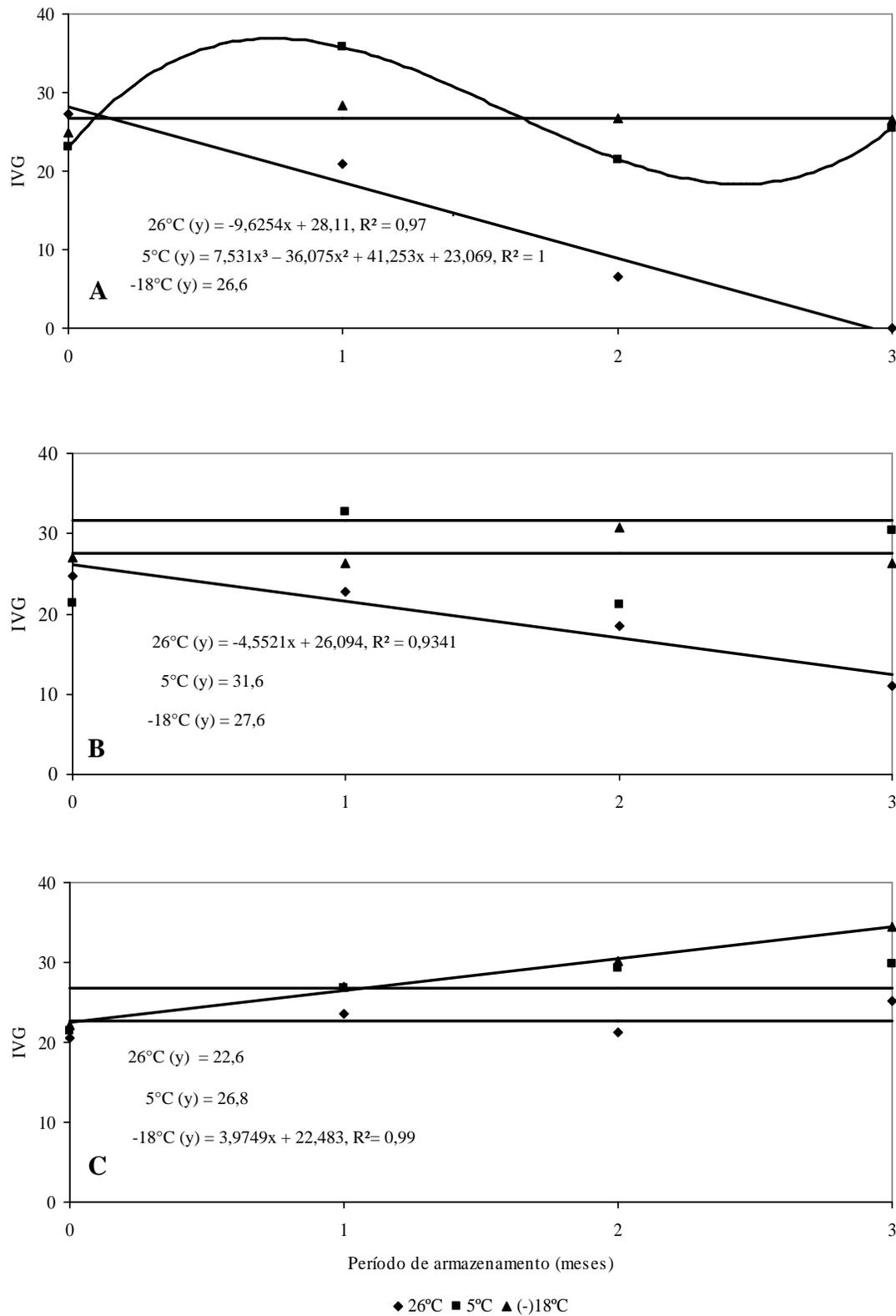


Figura 11. Índice de velocidade de germinação (IVG) referente a sementes de *Cenostigma tocantinum* armazenadas com diferentes teores de água (19% = A; 15% = B; e 9% = C), sob várias temperaturas, por diferentes períodos.

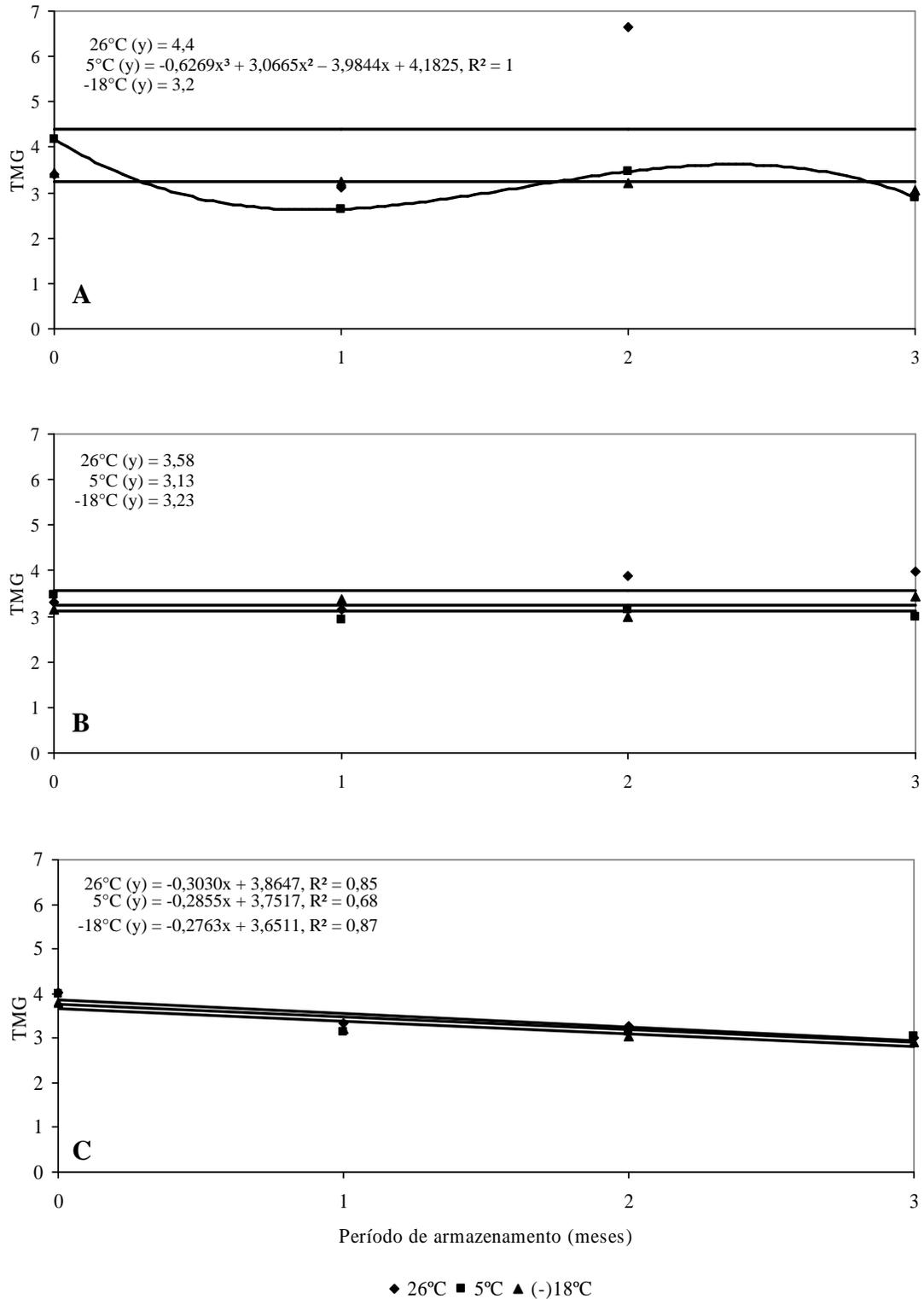


Figura 12. Tempo médio de germinação (TMG) referente a sementes de *Cenostigma tocantinum* armazenadas com diferentes teores de água (19% = A; 15% = B; e 9% = C), sob várias temperaturas, por diferentes períodos.

4) Embebição e dessecamento em sementes de *Cenostigma tocaninum*

Após cada período de embebição, as sementes apresentaram diferentes níveis de absorção de água observando-se que as colocadas diretamente em água absorveram mais do que as colocadas em papel-toalha, num mesmo período de tempo (Figura 13). Com base na curva de embebição, sugere-se que o tegumento das sementes de *Cenostigma tocaninum* seja permeável à água, pois as sementes que permaneceram por 48 horas, sob papel-toalha, apresentaram aumento no teor de água de 249%, enquanto as mantidas diretamente em água este aumento foi de 435%, elevou-se de 13,5% para 72,2%.

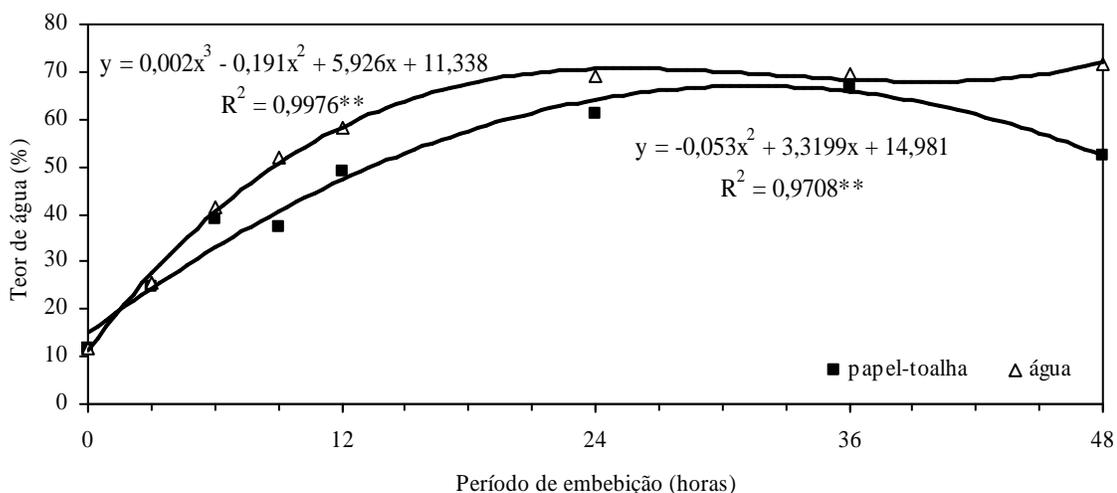


Figura 13. Teor de água de sementes de *Cenostigma tocaninum*, submetidas a embebição em papel-toalha umedecido e diretamente em água, por diferentes períodos, sob condições ambiente.

A embebição é consequência do potencial hídrico das sementes e a quantidade de água absorvida em função do tempo origina uma curva sigmoideal (Labouriau, 1983). Observou-se nas sementes de *Cenostigma tocaninum* que a primeira fase de absorção de água dura aproximadamente 24 horas. A segunda fase, que é a de preparação e ativação metabólica e depende da disponibilidade de água, durou mais 12 horas, sendo até essa fase onde as sementes toleram dessecamento. Nas doze horas seguintes, as sementes entraram na terceira fase da embebição, onde as mesmas não toleram dessecamento, pois ocorre o alongamento da radícula.

A menor e mais lenta absorção de água (em papel-toalha), para todos os períodos de embebição, proporcionou os maiores percentuais de germinação e valores do índice de velocidade de germinação (I.V.G), além de menores tempos médios de germinação (T.M.G) (Figura 14). A embebição por 36 horas, independente da marcha de embebição (lenta ou mais rápida), tendo alcançado grau de umidade de 67% (papel-toalha) e 69% (diretamente em água), proporcionou os melhores valores de germinação e dos índices de vigor. A partir desse momento (36 horas) houve inversão dos resultados, com queda na germinação e no índice de velocidade de germinação, além da tendência de aumento no tempo médio de germinação.

Existem poucos estudos disponíveis sobre a influência do dessecamento após períodos de embebição de sementes de espécies florestais, sendo a maioria referente a espécies agronômicas. Fernandes *et al.* (1994) constatou que sementes de caupi (*Vigna unguiculata* Walp.) quando embebem água por 9 horas apresentam maior uniformidade de emergência e produção de plântulas mais tolerantes a estresse hídrico, na fase seguinte à da germinação. As sementes, após a pré-embebição, por tempo superior a 3 horas, apresentam menor tolerância das plântulas à falta de umidade.

As sementes após embeberem água podem ser submetidas à secagem no final do processo, a fim de mantê-las preparadas por maiores períodos de tempo. Esse processo é considerado rotineiro no condicionamento de sementes de hortaliças. Franzin *et al.* (2007) concluiu que períodos de 8h de imersão por 16h de incubação, na temperatura de 25 °C e, 16h de imersão por 24h de incubação, na temperatura de 20 °C, são indicados para a pré-germinação de sementes de arroz de sequeiro cv. Primavera. A secagem das sementes, após a pré-germinação, pode ser realizada até 17%, sem prejuízos da qualidade fisiológica, entretanto, a redução do teor de água até 13% anula os benefícios do tratamento, prejudicando o vigor das sementes.

A pré-germinação de sementes é um tratamento fisiológico que se baseia na hidratação controlada, preparando as sementes para a germinação rápida e uniforme, favorecendo, também, o desenvolvimento inicial das plântulas. Apresenta inúmeras vantagens como, reestruturação da integridade das membranas e aumento da disponibilidade de metabólitos prontos para serem utilizados na germinação, além de diminuição das perdas de solutos das sementes durante o processo de hidratação (Braccini *et al.*, 1996).

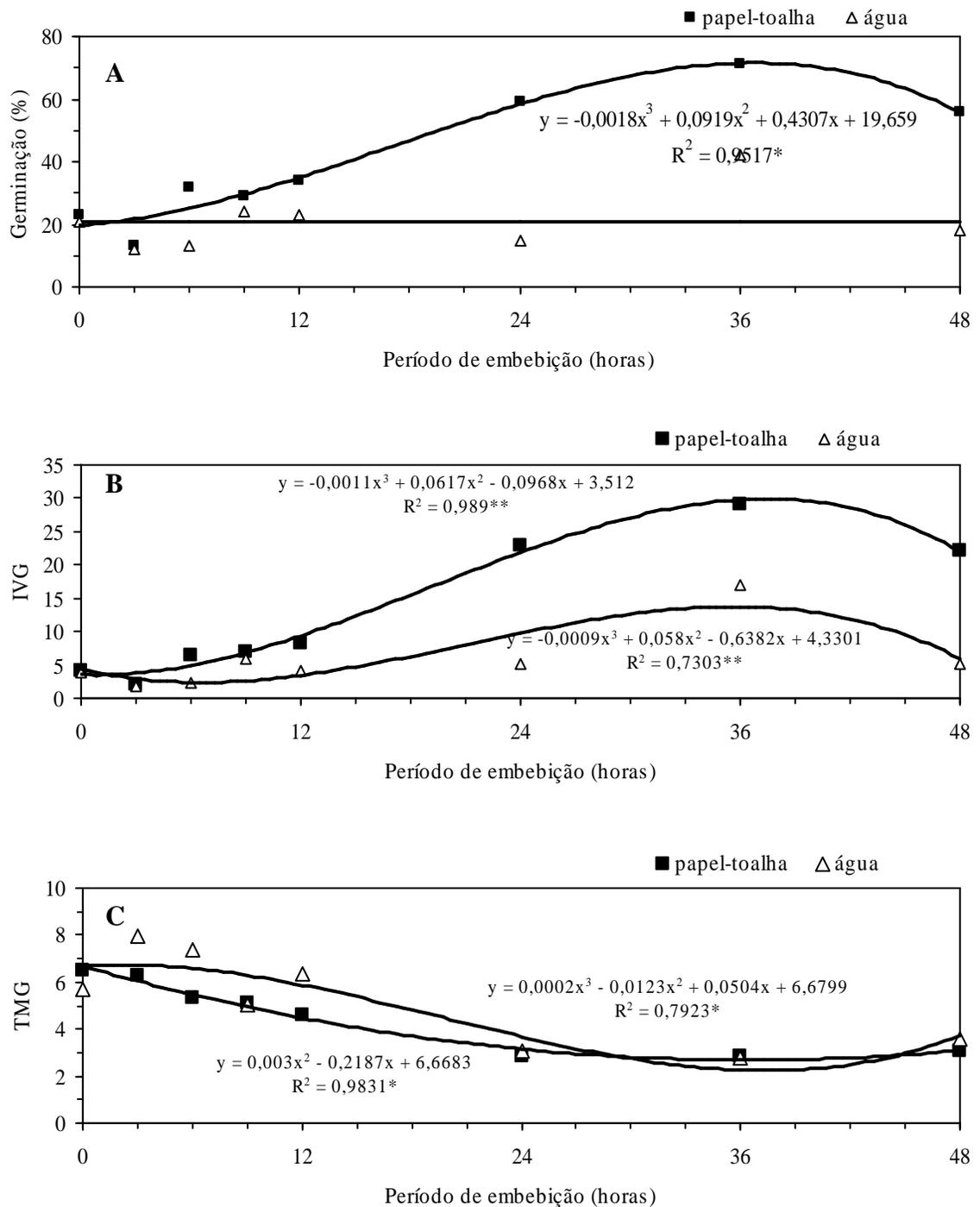


Figura 14. Germinação (A), índice de velocidade de germinação (IVG) (B) e tempo médio de germinação (TMG) (C) referentes a sementes de *Cenostigma tocantinum* submetidas a embebição em papel-toalha umedecido ou diretamente em água, por diferentes períodos, seguidas de secagem, até massa constante (teor de água de 8,6%).

CONCLUSÕES

1. A floração de *Cenostigma tocantinum*, para as plantas podadas e não podadas, foi contínua durante todo o período de observação (12 meses), enquanto a frutificação ocorreu durante o período de menor precipitação pluviométrica e maior insolação;
2. Durante o período de maior precipitação pluviométrica as plantas podadas tiveram maior percentual de indivíduos com emissões de botões florais e flores em antese;
3. Independente do manejo (podadas ou não), durante todo o ano, houve predominância de folhas maduras, bem como, em menor escala, emissão e perda de folhas;
4. Os frutos e sementes tiveram pouca variação em suas dimensões;
5. A germinação é do tipo epígea-fanerocotiledonar e teve início a partir do terceiro dia após serem colocadas para germinar;
6. Os caracteres morfológicos das sementes e plântulas mostraram-se facilmente reconhecíveis e podem ser utilizados no reconhecimento desta espécie em campo;
7. O armazenamento das sementes com grau de umidade e temperatura elevadas mostrou-se prejudicial à viabilidade das sementes de *C. tocantinum*;
8. A germinação e o vigor das sementes foram pouco influenciados pela temperatura quando o grau de umidade foi reduzido;
9. A embebição mais lenta e o período de 36 horas favorecem o condicionamento das sementes.

BIBLIOGRAFIA

- Albrecht, J.M.F.; Albuquerque, M.C.L.F.; Silva, M.V.S. 1986. Influência da temperatura e do tipo de substrato na germinação de sementes de cerejeira. *Revista Brasileira de Sementes*. 8 (1): 49-55.
- Alencar, J. C. 1990. Interpretação fenológica de espécies lenhosas de campina na Reserva Biológica de Campina do INPA ao norte de Manaus. *Acta Amazonica*, 20 (único): 145-183.
- Alencar, J.C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*, 24 (3/4): 161 – 182.
- Alencar, J.C.; Almeida, R.A.; Fernandes, N.P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 9: 163-198.
- Amo, S. 1979. Clave para plântulas y estados juveniles de especies primarias de una Selva Alta Perennifolia em Veracruz, México. *Biótica* 4:59-108.
- Amorim, I.L. 1997. Morfologia do fruto e da semente, e germinação da semente de *Trema micrantha* (L.) Blum. *Cerne* 4:129-142.
- Andrade, A.C.S. 1995. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthamiana* Cogn., *Tibouchina grandifolia* Cogn. e *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. *Revista Brasileira de Sementes*. 17 (1): 29-35.
- Andrade, A.C.S.; Pereira, T.S. 1994. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro - *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). *Revista Brasileira de Sementes*. 16 (1): 34-40.
- Andrade, A.C.S.; Pereira, T.S. 1997. Comportamento de armazenamento de sementes de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32: 987-991.
- Araújo, E.C.; Mendonça, A.V.R.; Barroso, D.G.; Lamônica, K.R.; Silva, R.F. 2004. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. *Revista Brasileira de Sementes*. 26 (1): 105-110.

- Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L.; Ichaso, C.L.F. 1999. *Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 443p.
- Beltrati, C.M. 1994. Apostila de Morfologia e Anatomia de sementes. Curso de Pós – Graduação em Ciências Biológicas – Instituto de Biociência – Rio Claro.
- Bento, A.H. 1998. *Mapeamento Geotécnico da Área Urbana de Manaus - AM*. Manaus, Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Amazonas – UFAM - Manaus. 182p.
- Berjak, P.; Pammenter, N. W. 2003. Chapter 4: Orthodox and Recalcitrant Seeds. *In: Tropical Tree Seed Manual*. [s.l]: USDA Forest Service's/Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources.
- Bewley, J.D.; Black, M. 1985. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 367p.
- Bianco, R.; Santiago, J. L. e Mendonça, M. S. 2003. Estudo morfológico de frutos e sementes de pau-pretinho (*Cenostigma tocantinum* Ducke). 54º Congresso Nacional de Botânica, 3ª Reunião Amazônica de Botânica. Universidade da Amazônia – UNAMA. Belém – Pará.
- Bilia, D.A.C., Marcos-Filho, J.; Novembre, A.D.C.L. 1999. Desiccation tolerance and seed storability of *Inga uruguensis* (Hook. et Arn.). *Seed Science and Technology* 27:77-89.
- Braccini, A. de L.; Reis, M.S.; Sedyama, C.S.; Scapim, C.A.; Braccini, M. do C.L. 1999. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 34 (6) 1053-1066.
- Braccini, A.L.; Dias, D.C.F.S.; Reis, M.S. 1996. Tratamentos pré-germinativos e sua importância nos estudos de tecnologia de sementes. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v.6, n.2/3, p. 51-56.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, SNDA/ DNDV/ CLAC, 365p.
- Bullock, S. H.; Solis-Magallanes, J.A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 22:22-35.

- Cabral, E. L.; Barbosa, D. C. de A.; Simabukuro, E. A. 2003. Armazenamento e Germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. ex. S. Moore. *Acta Botânica Brasílica*. 17 (4): 609 -617.
- Câmara, G.M.S. 1998. Fenologia da soja. *Informação Agronômicas* Nº 82. 6p.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 2000. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4 ed. Jaboticabal: Funesp, 588p.
- Contimacedo, E.; Groth, D.; Soave, J. 1998. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. *Revista Brasileira de Sementes*. 20 (2) 215-222.
- Copeland, L.O. 1976. *Principles of seed science and technology*. Minnesota: Department of Crop and Soil Sciences Michigan State University, 369p.
- Delouche, J.C.; Matthes, K.K.; Dougherty, G.M.; Boyd, A.H. 1973. Storage of seed in subtropical and tropical regions. *Seed Science and Technology*, Zurich, 1(3): 671-700.
- Edwards, T.T. 1934. Relations of germinating soy bean to temperature and length of inabation time. *Plant Physiology*, 9 (1): 1-30.
- Esau, K. 1959. *Anatomia vegetal*. Barcelona: Editora Omega. 729p.
- Fernades, P. D.; Azevedo, N. C.; Barros, A. D. 1994. Pré-embebição, seguida de secagem sobre o desempenho de sementes de Caupi, sob condições de déficit hídrico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 29(1): 55-62.
- Ferreira, R.A.; Botelho, S.A.; Davide, A.C.; Malavasi, M.M. 1998a. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel - Baru (Leguminosae Papilionoideae). *Cerne*, 4: 73-87.
- Ferreira, R.A.; Botelho, S.A.; Malavasi, M.M.; Davide, A.C. 1998b. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de capitão-do-campo (*Terminalia argentea* Mart. & Zucc. - Combretaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 20: 441-448.
- Finger, Z.; Ramalho, R. da S.; Brandi, R.M.; Cândido. J.F. 1979. Estudos dendrológicos da regeneração natural na microrregião de Viçosa, MG. I. Identificação e descrição de algumas espécies. *Revista Árvore*. 3 (1): 94-119.

- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. *Turrialba* 24: 422-423.
- Frankie, G.W., Baker, H.G.; Opler, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowland of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62: 881-919.
- Franzin, S. M., Menezes, N. L., Garcia, D. C.; Tillmann, M. A. 2007. Pré-Germinação de Sementes de Arroz de Sequeiro. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(1): 68-75.
- Garcia, L.C.; Moraes, R.P.; Lima, R.M.B. 2007. Determination of critical moisture level in seeds of *Cenostigma tocantinum* Ducke. In: 28th ISTA Congress e XV Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu (PR). Seed Symposium Abstracts, ISTA. P.51.
- Garcia, L.C.; Nogueira, A.C.; Abreu, D.C. A. 2004. *Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. *Ciências Florestais*. 14 (1): 85-90.
- Groth, D.; Liberal, O.H.T. 1988. *Catálogo de identificação de sementes*. Campinas: Fundação Cargil, 182p.
- Hellmann, M. E.; Mello, J. I. O.; Figueiredo- Ribeiro, R. C.L.; Barbedo, C. J. 2006. Tolerância ao congelamento de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) influenciada pelo teor de água inicial. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(1): 93-101.
- Holbrook, N.M., Whitbeck, J.L.; Mooney, H.A. 1995. Drought responses of neotropical dry forest trees. In: S.H. Bullock; H.A. Mooney; E. Medina, (eds.). *Seasonality dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge, p.243-270.
- Hong, T.D.; Ellis, R.H. 2003. Chapter 3: Storage. In: *Tropical Tree Seed Manual*. [s.l]: USDA Forest Service's, Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources. 125-136p.
- Jackson, J. F. 1978. Seasonality of flowering and leaf-fall in brazilian subtropical lower montane moist forest. *Biotropica*, 10: 38-42.
- Janzen, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, 21(3): 620-637.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. New york ; Mcgraw – Hil Book. Rio de Janeiro: EDUR. 198p.

- Kageyama, P.Y.; Castro, C.E.F.; Marquez, F.C.M. 1978. Efeito da temperatura na germinação de sementes de pau-rei (*Sterculia stricta*). *Silvicultura*. 2(14): 339-42.
- Kramer, P.J.; Kozlowski, T. 1972. *Fisiologia das árvores*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 745 p.
- Kuniyoshi, Y.S. 1983. *Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária*. Curitiba. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, 233p.
- Labouriau, L.C. 1983. *A germinação das sementes*. Washington: OEA, 174p.
- Lima Junior, M. J. V. 1992. *Fenologia de cinco espécies de Lecythidaceae da Reserva Florestal Ducke, Manaus-AM*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 72p.
- Lima, M.P.M. 1985. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da Tribo Mimoseae (Leguminosae-Mimosoideae) aplicada à Sistemática. *Rodriguesia* 37:53-78.
- Lorenzi, H. 2002. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa. SP: Editora Plantarum. v.2. p.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of Germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science. Madison*.2(1): 176-177.
- Maia Neto, R.F.; Lopes, E.S. 1994. As cheias de Manaus. *Água Rev.*, 2: 31-43.
- Manaus. 2006. Prefeitura de Manaus. *Como podar e cortar árvores na cidade de Manaus*. Manaus: Prefeitura de Manaus, Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente. 13p.
- Marcos-Filho, J. 1994. Teste de envelhecimento acelerado. In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. (ed.). *Teste de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP. p.133-149.
- Marcos-Filho, J. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ. 495p.
- Melo, M.G.G.; Mendonça, M.S.; Mendes, A.M. S. 2004. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lu & Lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Acta Amazônica*, 34(1): 9-14.

- Menezes, N.L.; Franzin, S.M.; Roversi, T.; Nunes, E.P. 2004. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidade de luz. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(1): 32-37.
- Miranda, I. S. 1993. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-chão, PA. *Revista Brasileira de Botânica*, 18(2): 235-240.
- Morellato, L.P.C.; Leitão Filho, H.F.; Rodrigues, R.R.; Joly, C.A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 50:149-162.
- Morellato, L.P.C.; Talora, D.C.; Takahasi, A.; Bencke, C.S.C.; Romera, E.C.; Zipparro, V. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32 (Special Issue):811-823.
- Nappo, M.E.; Gomes, L.J.; Chaves, M.M.F. 1999. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. *Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras*, 30: 1-31.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W.; Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26:141-159.
- Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 422p.
- Normah, M.N.; RamiyA, S.D.; Gintangga, M. 1997. Desiccation sensitivity of recalcitrant seeds - a study on tropical fruit species. *Seed Science Research* 7: 179-183.
- Oberlaender, E.R. 2006. Fenologia de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barneby e *Senna multijuga* (Rich.) Irwin & Barneby no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e na área urbana de Teresópolis – RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. 41p.
- Oliveira, E.C. 1993. Morfologia de plântulas. In: I. B. Aguiar, F. C. M. Piña - Rodrigues; M. B. Figliolia (eds.). *Sementes florestais tropicais*. ABRATES, Brasília, p.175-214.

- Oliveira, E.C.; Pereira, T.S. 1984. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae - Caesalpinioideae – *Martiodendron* Gleason, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia aublet* e *Schizolobium* Vogel. *Rodriguesia*, 36(60): 35-42.
- Paiva, H.N.; Vital, B.R. 2003. Escolha da espécie florestal. Viçosa: UFV. (Cadernos didáticos; 93), 42p.
- Pammenter, N.; Berjak, P. 2000. Aspects of recalcitrant seed physiology. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12 (Edição especial):56-69.
- Paoli, A.A.S., Freitas, L.; Barbosa, J.M. 1995. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Croton floribundus* Spreng. e de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 17:57-68.
- Pastorini, L.H.; Bacarin, M.A.; Abreu, C. M. 2002. Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análises químicas. *Ciênc. agrotec.*, 26 (6): 1252-1258.
- Pinheiro, A.L. 1986. *Estudos de características dendrológicas, anatômicas e taxonômicas de Meliaceae na microrregião de Viçosa, M.G.* Viçosa, UFV, 192p. (Tese de mestrado).
- Popinigis, F. 1977. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN. 289p.
- Prance, G.T. 1975. *Árvores de Manaus*. Manaus, INPA, p.312 il.
- Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. 1985. Amazonia: key environments. Oxford: Pergamon Press, 4p.
- Primack, R.B. 1985. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individual, and single flowers. In: J. White (ed.). *The population structure of vegetation*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 571-593 p.
- Rathcke, B.; Lacey, E.P. 1985. Phenological Patterns of Terrestrial Plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16: 179-214.
- Ribeiro, J.E.L. da S.; Hopkins, M.J.G., Vicentini, A., et al. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Manaus. 816p. il.
- Ricardi, M.; Torres, F.; Hernández, C.; Quintero, R. 1977. Morfologia de plantulas de arboles venezolanos. *Revista Florestal Venezolana* 27: 15-56.

- Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1:499-514.
- Salomão, A.N.; Fujichima, A.G. 2002. Respostas de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore (Bignoniaceae) à dessecação e ao congelamento em temperatura subzero. Comunicado Técnico nº 76 – EMBRAPA. Brasília, DF.
- Santos, A.; Ribeiro, M.N.G. 1988. A hidroquímica do rio Solimões - Amazonas. *Acta Amazonica* 18: 145-172.
- Sasaki, R.M.; Felipe, G.M. 1992. Remoção dos cotilédones e desenvolvimento inicial de *Dalbergia miscolobium*. *Revista Brasileira de Botânica*, 15(1): 5-16.
- Silva, M.F., Goldman, G.H., Magalhães, F.M.; Moreira, F.W. 1988. Germinação natural de 10 espécies arbóreas da Amazônia – *Acta Amazonica* 18:9-26.
- Smith-Ramirez, C.; Armesto, J.J. 1994. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile: ecologies and climatic constraints. *Journal of Ecology*, 82: 353-365.
- Souza, V.C.; Lorenzi, H. 2005. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 640p.
- Studdert, G.A.; Wilhelm, W.W.; Power, J.F. 1994. Imbibition response of winter wheat to water-filled pore space. *Agronomy Journal, Madison*, 86 (6) 995-1000.
- Talora, D.C.; Morellato, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23: 13-26.
- Toledo, F.F.; Marcos-Filho, J. 1977. *Manual das sementes; tecnologia da produção*. Ed. Agronômica Ceres. Piracicaba - SP. 224p.
- Torres, E.B. 1985. Identificación de plantulas de algunas especies arboreas del bosque de Niebla. *Perez – Arbelaezia*, 1: 39-95.
- Van Roosmalen, M.G.M. 1985. *Fruits of the Guianan Flora*. Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Utrecht. 483p.
- Veasey, E.A.; Martins, P.S. 1989. Caracterização morfológica do fruto e da semente de *Desmodium* Desv. *Revista Brasileira Botânica*, 12: 49-55.

- Vidal, V.N. 1978. Considerações sobre as sâmaras que têm ala paranuclear. *Rodriguesia* 30: 109-168.
- Vieira, A.H.; Martins, E.P.; Pequeno, P.L. de L.; Locatelli, M.; Souza, M.G. de. 2002. *Técnicas de produção de sementes florestais*. Porto Velho: Embrapa, CT 205, 1-4p.
- Vieira, J.F.P. 1997. *Utilização de espécies florestais no paisagismo urbano da cidade de Manaus – AM*. Monografia de conclusão de curso de Engenharia Florestal. UTAM.
- Vieira, R.D.; Carvalho, N.M.; Sader, R. 1994. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. *In*: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. (ed.). *Teste de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 31-47 p.
- Wetzel, M.M.V.S.; Reis, R.B.; Ramos, K.M. 2003. Metodologia de criopreservação de sementes de espécies florestais nativas. *Circular Técnica* nº26. 5p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.