

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

CARACTERIZAÇÃO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES

DE *Aegiphyla sellowiana* CHAM.

Rosangela Peres Biruel

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

CARACTERIZAÇÃO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES
DE *Aegiphyla sellowiana* CHAM.

Rosangela Peres Biruel
Bióloga

Orientadora: Profa. Dra. Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP
2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

B619cg

Biruel, Rosangela Peres.

Caracterização e germinação de sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham / Rosangela Peres Biruel. -- São Carlos : UFSCar, 2006.

131 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Germinação. 2. Ecofisiologia da germinação. 3. Morfologia. I. Título.

CDD: 581.334 (20^a)

Homenagem especial:

À minha orientadora Sonia Perez pela orientação e amizade e pelo carinho que conduziu
todo esse trabalho.

Ao Professor Ivor Bergemann de Aguiar, que de alguma forma, sempre esteve presente
durante a realização desse trabalho, meu muito obrigada.

Dedico:

Aos meus pais Dolores e Miguel pelo apoio de sempre

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Aos funcionários do jardim experimental, Luiz, Ademir e Alcides, que ajudaram nas montagens dos experimentos.

Aos funcionários da secretaria João, Roseli e Renata que sempre auxiliaram em toda parte burocrática.

Ao funcionário e amigo Carlos Casale, pelas sugestões, pelas fotos e por sua amizade durante este período.

Ao Prof. Dr. Marcos Arduim, pela orientação na realização dos estudos morfológicos.

Ao Instituto Florestal de São Paulo que concedeu o laboratório para a realização de alguns experimentos, em especial as funcionárias (amigas) Eunice e Tiana, que auxiliaram durante todo o período.

Aos pesquisadores do Instituto Florestal de São Paulo Marcia B. Figliolia e Geraldo Franco, pela amizade e apoio de sempre.

Ao Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula, pelas sugestões e pela amizade de sempre.

Ao meu marido Hugo pelo carinho e apoio de sempre.

Ao João Mariano por toda a dedicação e apoio durante as leituras desse trabalho.

À minha família Beth, Lola, Miguel, Renato, Igor, Heloisa, Thomas, Renata, Rafael, Renam, Felipe, Fernando, Debora e Beth que incentivaram essa longa jornada, acreditando sempre.

Às minhas grandes amigas (os) Beatriz e Rodrigo, Maristela e Marcos, Kátia e Alessandro, Rosana e Nabil, Adriana, Letícia, Noely, Rejane, Silmara, Eugênio, Carlos e Aluísio, que sempre estiveram presente apoiando e compartilhando todos os momentos

A todos que de alguma maneira me auxiliaram e me incentivaram durante a realização desse trabalho

*"Esta manhã, antes do alvorecer, subi numa colina para admirar o céu
povoado,
E disse à minha alma: Quando abarcarmos esses mundos e o
conhecimento e o prazer que encerram, estaremos finalmente fartos e
satisfeitos?
E minha alma disse: Não, uma vez alcançados esses mundos
prosseguiremos no caminho."*

Walt Whitman

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
RESUMO GERAL	15
ABSTRACT	17

CAPÍTULO 1

ESTUDO MORFOLÓGICO DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE <i>AEGIPHYLA SELLOWIANA</i> CHAM – (VERBENACEAE).	19
RESUMO	19
ABSTRACT	20
INTRODUÇÃO	21
OBJETIVOS	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
Coleta de frutos e extração das sementes	24
Estrutura da semente	25
Composição química das sementes	25
Curva de embebição das sementes.....	26
Morfologia de sementes e desenvolvimento pós-seminal	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
Morfologia da semente.....	34
Embebição e desenvolvimento pós-seminal.....	37
Morfologia da plântula.....	40
CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS COMO: LUZ, TEMPERATURA E SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE <i>AEGIPHYLA SELLOWIANA</i> CHAM.....	49
RESUMO	49
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	52
OBJETIVOS	59

MATERIAL E MÉTODOS	60
Teor de água.....	60
Testes de condutividade elétrica.....	60
Germinação em laboratório.....	61
Emergência em casa de vegetação.....	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
Teor de água.....	66
Condutividade elétrica	67
Germinação em laboratório.....	68
Experimento em casa de vegetação.....	78
CONCLUSÕES	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
CAPÍTULO 3	
EFEITO DO ENVELHECIMENTO PRECOCE E ESTRESSE TÉRMICO NO VIGOR DE SEMENTES DE <i>AEGIPHYLA SELLOWIANA</i> CHAM.	100
RESUMO	100
ABSTRACT	102
INTRODUÇÃO	103
OBJETIVOS	107
MATERIAL E MÉTODOS	108
Material biológico.....	108
Envelhecimento Precoce	108
Estresse térmico	109
RESULTADOS E DISCUSSÃO	111
Envelhecimento Precoce	111
Estresse térmico	118
CONCLUSÕES	125
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	126
CONCLUSÕES GERAIS	131

INTRODUÇÃO GERAL

Aegiphyla sellowiana Cham. é uma espécie popularmente denominada de tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura, pertence à família Verbenaceae, seguindo o sistema de classificação utilizado por Jorgensen e León Yáñez (1999). Está incluída no grupo sucessional das espécies pioneiras (Coimbra e Santos, 2000), sendo encontrada nas florestas semidecídua e pluvial, nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. A altura da árvore varia de quatro a 10 metros de comprimento, é decídua, heliófila, com rápido crescimento. Seus frutos podem ser coletados entre os meses de fevereiro a abril e, quando maduros, apresentam coloração alaranjada. Produz grande quantidade de sementes, podendo um quilograma conter cerca de 32.000 unidades, possuem porcentagem e velocidade de germinação consideradas baixas e, a emergência das plântulas ocorre entre 50 a 100 dias, sem o uso de tratamentos pré-germinativos (Lorenzi, 2002).

Diante da necessidade de formar um banco de germoplasma de espécies nativas, para uso em futuras áreas de reflorestamento, torna-se necessário um estudo aprofundado da morfologia e ecofisiologia de sementes. Os estudos de anatomia e de morfologia de espécies florestais tropicais são tidos como fundamentais e urgentes, pois as mesmas correm o risco de desaparecerem das áreas de ocorrência natural (Crestana e Beltrati, 1998; Carreira e Zaidan, 2003).

Conhecendo-se melhor as condições que favorecem a germinação das sementes e associando-as aos estudos morfológicos, haverá contribuição para os trabalhos que

envolvam produção de mudas e facilitará o estabelecimento de espécie em condições naturais (Carvalho *et al.*, 2002).

As espécies pioneiras apresentam como característica fundamental alta produção de sementes, porém geralmente essas possuem algum tipo de dormência, primária ou secundária. A dormência primária pode ocorrer devido a um fator fisiológico que bloqueia a germinação ou ainda devido as características do envoltório. Já a secundária pode ser induzida por fatores externos após a dispersão (Perez, 2004).

A dormência em sementes pode ser considerada um processo vantajoso e uma estratégia ecológica para as espécies, por impedir que germinação ocorra em condições não favoráveis para o estabelecimento e crescimento das plântulas, distribuindo a germinação no espaço e no tempo, formando o banco de sementes no solo (Eira e Caldas, 2000).

Quando a dormência primária é imposta pelo envoltório, podem-se testar vários métodos de escarificação, como a química ou mecânica, aplicada em diferentes intensidades no tegumento da semente. Quando a dormência é qualificada como fisiológica, está relacionada ao metabolismo do eixo embrionário e, a adição de substâncias químicas, como os reguladores de crescimento, pode ativar a germinação (Delachieve e Pinho, 2003).

A germinação das sementes pode ser considerada um processo biológico que envolve grande número de reações metabólicas de maneira a permitir o desenvolvimento embrionário (Bewley e Black, 1994).

Ocorre a germinação quando condicionantes internos (maturidade e viabilidade) e externos (luz, temperatura, oxigênio, disponibilidade hídrica) sejam compatíveis.

A sensibilidade das sementes em relação à luz é bastante variável, de acordo com a espécie. A temperatura pode alterar a germinabilidade das sementes de forma significativa, podendo acelerar ou reduzir a germinação. A temperatura ótima para a germinação é variável, de espécie para espécie, podendo ser definida como aquela em que se registra a maior porcentagem de germinação, em menor espaço de tempo (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Estudar a resistência das sementes em diferentes condições de estresse é importante para que se possa determinar o limite de resistência destas frente a diferentes condições adversas. O teste de envelhecimento precoce tem como base, manter as sementes por determinado período de tempo sob condição adversa como altas temperatura e umidade (100% UR), ocasionando dessa forma uma rápida deterioração em sementes (Marcos Filho, 2005).

A perda de viabilidade ocasionada pelo envelhecimento artificial ou natural nas sementes ocorre em função da degeneração estrutural que provoca descontrole do metabolismo (Vieira *et al.*, 1994).

O estresse térmico expõe as sementes a condições que causam mudanças funcionais em sua estrutura celular, como perda de estabilidade das biomembranas, podendo ocasionar a perda das funções que mantêm as atividades vitais. Essa mudança pode ser reversível ou permanente, mesmo sob condições temporárias de estresse (Larcher, 2004).

Além dos fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a germinação, é importante avaliar qual melhor condição para a formação de plântulas e promover de maneira favorável seu crescimento e desenvolvimento. A escolha do substrato utilizado para a

formação e o crescimento das plântulas é importante, pois, apresenta grande influência na formação do sistema radicular e da parte aérea das mesmas, uma vez que fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e o grau de infestação de patógenos podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (Caldeira *et al.*, 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J. D. e BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, E. M. Produção de biomassa em uma procedência australiana de *Acacia mearnsii* De Wild. plantada no sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 201-206, 2000.

CARREIRA, C. R. e ZAIDAN, L. B. P. Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodo controlados. **Hoehnea**, São Paulo, SP, v. 30, p.155-161. 2003.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLAK, A.F.; SANTOS NETO, A. L.; AMÂNCIO, V. F. Produção de mudas de *Cassia grandis* L. em diferentes ambientes, recipientes e misturas de substrato. **Revista Ceres**. v.49, n. 284, p. 341-352, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COIMBRA, M. S. e SANTOS, E. P. *Aegiphyla* Jacq. (Verbenaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Boletim do Herbarium Bradeanum**. Rio de Janeiro, RJ, v. 7, p. 159-188, 2000.

CRESTANA, C. M. e BELTRATI, C. M. Morfologia anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-caesalpinioideae). **Naturalia**. São Paulo. v.13, p. 45-541, 1998.

DELACHIAVE, M. E. A.; PINHO, S. Z. Scarification, temperature and light in germination of *Senna occidentalis* seed (Caesalpinaceae). **Seed Science and Technology**. v. 31, p. 225-230, 2003.

EIRA, M. T. S.; CALDAS, L. S. Seed dormency and germination as concurrent processes. **Brasilian Journal of Plant Physiology**.. v.12, p.85-103, 2000.

JORGENSEN, P. M. e LEÓN-YÁNEZ, S. **Catalogue of the plants of Ecuador**. Monographs in systematic botanical Garden. 1999.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. Tradução. Carlos Henrique B. A. Prado. São Carlos. Rima, 2004. 531 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. 2002. 352 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Esalq, 2005. 495 p.

PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios.. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org).

Germinação do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004.p. 125-134.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades

de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes.**

Jaboticabal: FUNEP. 1994, p.31-47.

RESUMO GERAL - *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) é conhecida popularmente como tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura, entre outros nomes e, como se trata de uma espécie presente nos estádios iniciais da sucessão ecológica é recomendado para recuperação de áreas degradadas. Assim este estudo teve como objetivos detalhar a estrutura morfológica da semente realizando-se descrições estruturais externas e internas das sementes embebidas e das recém germinadas, sendo descritas e registradas as etapas do desenvolvimento pós-seminal. Avaliou-se também, os efeitos de tratamentos pré-germinativos (lixa, lixiviação e adição de hormônios), temperatura (25 °C, 30 °C, 20-30 °C e 25-35 °C) e efeito conjunto entre luz (branca, escuro, vermelha e vermelha extrema) e temperatura (25 °C, 15-25 °C, 20-30 °C e 25-35 °C) bem como indicar o melhor substrato (solo cerrado, substrato agrícola, vermiculita, areia e vermiculita mais substrato agrícola) para a emergência de plântulas. Verificou-se a eficiência do teste de envelhecimento (conduzido a 45 °C, 100% UR durante 0; 6; 12; 24 e 48 h) em identificar variações no vigor das sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham. e verificar como as temperaturas elevadas (45 °C durante 0; 6; 12; 24; 36 e 48 h) afetam a emergência de plântulas e a incorporação de biomassa. Constatou-se que a semente de *Aegiphyla sellowiana* apresenta forma geométrica oblonga, com pouca variação biométrica, a germinação das sementes é hipogea e as plântulas são criptocotiledonares. As temperaturas alternadas (20-30 °C e 25-35 °C) associadas com giberelina aceleraram o processo germinativo, porém, a escarificação com lixa e a lixiviação com água, não foram métodos eficientes uniformizar a germinação. Associando-se luz vermelha ou branca com as temperaturas alternadas 15-25 °C e 25-35 °C foram registrados os maiores valores de porcentagem de germinação de sementes. Para a velocidade de germinação

constatou-se que não houve efeito significativo para temperatura nas diferentes condições de luz. O uso do solo de cerrado como substrato proporcionou maiores valores de porcentagem de emergência, peso de biomassa incorporada, comprimento de raiz e parte aérea das plântulas. As sementes envelhecidas durante seis horas apresentaram significativo aumento na porcentagem de germinação, em relação ao grupo controle e aos demais grupos. A velocidade de germinação aumentou após 48 h de envelhecimento em relação aos períodos de 6; 12 e 24 h. A menor incorporação de massa seca foi registrada nas plântulas originadas de sementes submetidas à 48h de envelhecimento, sendo constatado que nesse período ocorreu maior alongamento da raiz e da parte aérea das plântulas. Quando as sementes secas foram expostas à temperatura de 50 °C também houve aumento na porcentagem de emergência de plântulas originadas de sementes que permaneceram 6 h e também, um aumento nos valores de velocidade de emergência para os grupos: controle e em plântulas que ficaram expostas durante 24 e 36 h. O maior acúmulo de massa seca foi registrado em plântulas originadas de sementes expostas a 50 °C por 36 h. A partir de 12 horas de submissão ao estresse térmico, manteve-se constante a tendência de aumento da parte aérea e raiz visualizados em seus gráficos de crescimento por tempo.

Palavras-chave: sementes, substrato, germinação, plântulas, estresse.

ABSTRACT – *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) it is known popularly as tamanqueiro, wood-of-clog, minura, among others names and, as if it deals with a present species in initial stadiums of the ecological succession is recommended for recovery of degraded areas. Thus this study it had as objective to detail the morphologic structure of the seed being become fullfilled themselves external and internal structural descriptions of the soaked seeds and of just germinated, being described and registered the stages of the after-seminal development. It was also evaluated, the effect of treatments daily pay-germinatives (hormone sandpaper, leaching and addition) temperature (25°C, 30°C, 20-30°C and 25-35°C) and if exists interaction between light (white, dark, red and red extreme) and temperature (25°C, 15-25°C, 20-30°C and 25-35°C) as well as indicating optimum substratum (alone open pasture, agricultural, vermiculita substratum, sand and vermiculita more agricultural substratum) for the emergency of plântulas. It was verified efficiency of the test of aging (lead to 45°C, 100%UR during 0; 6; 12; 24 and 48 h) in identifying variations in the vigor of the seeds of *Aegiphyla sellowiana* Cham. e to verify as the high temperatures (45°C during 0; 6; 12; 24; 36 and 48 h) affects the emergency of plântulas and the incorporation of biomass. It was evidenced that the seed of *Aegiphyla sellowiana* presents oblong geometric form, with little biometric variation, the germination of the seeds is hipogea and seedling is criptocotiledonares. The alternating temperatures (20-30°C and 25-35°C) associates with giberelina had sped up the germinative process, however, the escarification with sandpaper and the leaching with water, had not been efficient methods to uniformizar the germination. Associating red or white light with the alternating temperatures 15-25°C and 25-35°C had been registered the biggest values of percentage of germination of seeds. For the speed one evidenced

that it did not have interaction meant in such a way for temperature how much for the different conditions of light. The use of the ground of closed as substrate provided to greater values of emergency percentage, weight of incorporated biomass, length of root and aerial part of seedling. The seeds aged during six hours had presented significant increase in the germination percentage, in relation to the group it has controlled and the too much groups. The germination speed after increased 48h of aging in relation to the periods of 6; 12 and 24 h. The lesser incorporation of dry mass was registered in seedling originated of seeds submitted to 48h of aging, being evidenced that in this period bigger allonge of the root and the aerial part of plântulas occurred. When the dry seeds had been displayed the temperature of 50°C also had increase in the percentage of emergency of seedling originated of 6 seeds that had also remained h under 45°C and, an increase in the values of speed of emergency for the groups: control and in seedling that they had been displayed during 24; 36 and 48 h in this temperature. The biggest accumulation of dry mass was registered in seedling originated of displayed seeds 50°C for 36 h. After from 12 hours thermal stress submission, the growth tendency of the aerial part and root registered in their growth per time curves.

Key words: seeds, substratum, germination, seedling, stress.

ESTUDO MORFOLÓGICO DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Aegiphyla sellowiana* CHAM – (VERBENACEAE).

RESUMO - *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) é conhecida popularmente como tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura entre outros nomes e, como se trata de uma espécie característica dos estádios iniciais da sucessão ecológica é recomendada para o plantio visando a recuperação de áreas degradadas. Devido à carência de informações sobre essa espécie, este estudo teve como objetivos detalhar a estrutura morfológica da semente. Foram efetuadas descrições estruturais externas e internas das sementes embebidas e das recém germinadas, sendo descritas e registradas as etapas do desenvolvimento pós-seminal e foi realizada ainda análise da composição química e curva de embebição das sementes. A semente de *Aegiphyla sellowiana* apresenta forma geométrica oblonga, com pouca variação biométrica. A germinação das sementes é hipogeal e as plântulas são criptocotiledonares. O componente celular encontrado em menor porcentagem ou concentração foi o estrato etéreo.

Palavras-chave: morfologia, germinação, tamanqueiro.

ABSTRACT – *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) it is known popularly as tamanqueiro, minura among others names and, as if it deals with a characteristic species of initial stadiums of the ecological succession is recommended for the plantation aiming at the recovery of degraded areas. Due to lack of information of this species, this study it had as goal to detail the seed morphological structure. External and internal structural descriptions of the soaked seeds and of just germinated, being described and registered the stages of the post-seminal development. Also were carried through analysis of the chemical composition and embebiton curves. *Aegiphyla sellowiana* seed present oblong geometric form, with little biometrics variation. The germination of the seed is hipogea and seedling is criptocotiledonars. The oil was the seed chemical component founded minor amount.

Key words: tamanqueiro, morfological

INTRODUÇÃO

A diversidade genética de espécies florestais vem sendo comprometida devido ao crescimento populacional e a expansão das fronteiras agrícolas, gerando a necessidade da conservação do potencial genético existente e do estabelecimento de um banco de germoplasma. Nesse sentido, em várias partes do globo terrestre, tem sido registrada tentativa de restauração de cobertura vegetal original em áreas degradadas e da manutenção das florestas naturais já existente (Durigan *et al.* 2004).

Estudos de germinação e de desenvolvimento de plântulas, sob condições naturais, podem ajudar no entendimento da dinâmica de populações, bem como o manejo silvicultural das áreas com vegetação nativa. A reconstituição de fronteiras de vegetação tropical e seu manejo dependem do conhecimento das fases iniciais do desenvolvimento vegetal, de sua ecofisiologia e identificação taxonômica precisa das espécies vegetais nativas. O conhecimento das estruturas morfológicas das sementes pode contribuir para uma melhor compreensão do processo de germinação (Camargo *et al.*, 2000). Além desses aspectos, o estudo morfológico das plântulas, em sua primeira fase de desenvolvimento, antes da produção de folhas definitivas, permite a descoberta de estruturas transitórias, primitivas ou derivadas, que desaparecem com o desenvolvimento da planta jovem (Carmello-Guerreiro e Paoli 1999, Donadio e Demattê, 2000). Estas estruturas são importantes para o estabelecimento de conexões filogenéticas com grupos, cujos órgãos adultos apresentam características semelhantes. Estudos a respeito de propagação de plantas envolvem o conhecimento sobre os diásporos e as transformações ocorridas até a formação da plântula.

Os estudos incluindo a anatomia e morfologia de espécies florestais tropicais são tidos como fundamentais e urgentes, principalmente quando se trata de espécies menos abundantes, pois as mesmas correm o risco de desaparecer das áreas, que colonizavam (Crestana e Beltrati, 1998; Carreira e Zaidan, 2003). Com a indicação das condições que favorecem a germinação das espécies e associando-as aos estudos morfológicos, haverá contribuição para os trabalhos envolvendo produção de mudas o estabelecimento das espécies em condições naturais (Carvalho *et al.*, 2000).

A identificação taxonômica das sementes é geralmente dificultada pela falta de literatura disponível para todas as espécies (Groth e Andrade, 2002) e, como frutos e sementes exibem pequena plasticidade fenotípica apresentam indiscutível importância taxonômica. Nesse sentido, o conhecimento sobre a morfologia de sementes possibilitará a resolução de diversos problemas taxonômicos, permitindo o estabelecimento de filogenias mais precisas (Oliveira, 2001).

Estudos sobre a composição química das sementes permitem a compreensão de processos fisiológicos envolvidos na escolha das melhores condições para o armazenamento “*ex-situ*”, pois tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento são influenciados pela quantidade de cada um dos compostos químicos presentes nos tecidos de reserva e do teor de água das sementes (Marcos Filho, 2005).

Aegiphyla sellowiana Cham. é uma espécie pouco estudada, sendo, denominada popularmente de tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura, pertencente à família Verbenaceae, seguindo o sistema de classificação utilizado por Jorgensen e León-Yáñez (1999). Está incluída no grupo sucessional das espécies pioneiras (Coimbra e Santos, 2000), sendo encontrada nas florestas semidecídua e pluvial nos Estados do Rio de

Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. A altura da árvore varia de quatro a 10 metros de comprimento, é decídua, heliófita, com rápido crescimento. Seus frutos podem ser coletados entre os meses de fevereiro e abril e, quando maduros, apresentam coloração alaranjado. Produz grande quantidade de sementes, podendo um quilograma de sementes conter cerca de 32.000 unidades. A porcentagem e velocidade de germinação são consideradas baixas, ocorrendo a emergência das plântulas entre 50 a 100 dias sem o uso de tratamentos pré-germinativos (Lorenzi, 2002).

Em estudos sobre a qualidade fisiológica das sementes de tamanqueiro constatou-se que a mudança de coloração está diretamente relacionada com a maturação das sementes, sendo que a maior porcentagem de germinação foi verificada em sementes oriundas de frutos com coloração vermelha (Barbedo *et al.*, 1993).

OBJETIVOS

Devido à carência de informações sobre essa espécie, este estudo teve como objetivos detalhar a estrutura morfológica da semente.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de frutos e extração das sementes

Frutos maduros de *Aegiphyla sellowiana* que apresentavam coloração laranja a avermelhada, foram coletados na fazenda da Cooperfrango, município de Analândia, no Estado de São Paulo, em abril de 2004. Foram selecionados dez indivíduos para a realização das coletas dos diásporos, onde se retirou o cacho com auxílio de tesoura de poda, diretamente dos galhos das árvores. As amostras de ramos, folhas, e frutos de exemplares adultos foram também coletados e processados para obtenção de exsiccatas, as quais foram incorporadas junto ao “Herbarium” da Universidade Federal de São Carlos, como documento taxonômico 7205.

A extração das sementes foi realizada manualmente, despolpando-se os frutos com o auxílio de peneiras, onde os mesmos foram esfregados sob água corrente até a completa remoção da cobertura que envolve o tegumento das sementes. Estas foram deixadas sobre papel de filtro em bancada de laboratório, em temperatura ambiente, para a secagem superficial. Foram então determinados o teor de água das sementes (4 repetições de 20 sementes), o número de sementes por quilo, o peso de 1000 sementes e a porcentagem de pureza do lote, procedimentos estes, padronizados segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Foi realizada também uma análise biométrica das sementes de *A. sellowiana*, (100 sementes) com aferição das medidas realizada com um paquímetro digital e as pesagens com balança analítica. Em seguida foram calculadas as médias, o desvio padrão, o erro

padrão e as amplitudes de variação. As sementes foram colocadas em sacos de papel e armazenadas em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), sendo periodicamente, retiradas amostras para realização dos experimentos.

Estrutura da semente

As amostras de sementes em diferentes estádios de desenvolvimento foram fixadas em CRAF III (Sass, 1973), sendo que neste caso, o ácido propiônico substituiu o ácido acético e, em formalina neutra e tamponada. As sementes foram incluídas em historresina (Kraus e Arduin, 1997) e seccionadas em micrótomo ($7\ \mu\text{m}$). A coloração dos cortes das sementes foi feita com fucsina e azul de astra (Roeser, 1972) para estudos de aspectos gerais da estrutura. Para a detecção de lipídios, os cortes foram corados com Sudan IV, solução saturada em etanol 96 °GL (Kraus e Arduin, 1997). Para a detecção de proteínas foi usada solução aquosa de azul negro de anilina a 1% (Fisher, 1968).

Composição química das sementes

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA - Fazenda Canchim), Unidade São Carlos.

Foram determinados os teores de matéria seca, óleo, proteínas, fibras e hemicelulose. A determinação da matéria seca foi realizada com a pré-secagem do material em estufa calibrada a $65\ ^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas. Em seguida, as amostras foram

moídas e secas a 105 °C durante 8 horas (AOAC, 1990). O óleo foi extraído das sementes moídas, em extrator tipo Soxhlet utilizando-se éter etílico como solvente e a amostra foi submetida ao refluxo contínuo para extrair toda a fração solúvel no éter (Silva, 2002). O teor de proteínas foi determinado com base na decomposição da matéria orgânica pelo ácido sulfúrico e na quantificação do nitrogênio utilizando-se o sistema de destilação por arraste a vapor (AOAC, 1990). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) foi utilizada uma solução de detergente neutro que solubilizou o conteúdo celular composto de proteínas solúveis, açúcares, lipídeos, amido e outros constituintes solúveis em água (Souza *et al.*, 1999). A porcentagem dos constituintes da parede celular que é constituída por celulose, hemicelulose, lignina foi obtida por diferença entre as pesagens da amostra antes e depois de sua solubilização (Silva, 2002).

Curva de embebição das sementes

Foi realizada a curva de absorção de água com a finalidade de identificar um possível impedimento tegumentar à entrada água na semente. As sementes foram pesadas e colocadas em placas de petri com 9 cm de diâmetro, sob duas folhas de papel de filtro umedecida com 4,5 mL de água destilada. As placas foram colocadas para germinar sob temperatura alternada de 20-30 °C, até a protrusão da raiz primária (> 2 mm de comprimento) seguindo o critério botânico para a avaliação (Labouriau, 1983).

Foi construída uma curva de embebição, com valores de peso fresco obtidos em intervalos de 24 h. Para esse experimento foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes.

Morfologia de sementes e desenvolvimento pós-seminal

A morfologia das sementes e as fases do desenvolvimento pós-seminal e inicial da plântula foram descritas e fotografadas em microscópio. Também foram feitas descrições do desenvolvimento da raiz, epicótilo, nódulos radiculares, o tipo e a morfologia dos cotilédones e dos eófilos. A terminologia empregada para descrever as estruturas da semente e o desenvolvimento pós-seminal até o aparecimento e completa expansão dos eófilos foi de acordo com Beltrati (1992), Barroso *et al.*, (1999) e Vidal e Vidal (2003).

Para os estudos do desenvolvimento pós-seminal as amostras de sementes foram desinfetadas em água sanitária (hipoclorito de sódio a 2%) durante 5 minutos e lavadas em água destilada durante 10 minutos. Quatro repetições de 25 sementes foram distribuídas em placas de Petri, forradas com duas folhas de papel de filtro umedecidas com água destilada e em seguida colocadas em estufa tipo B.O.D, em temperatura alternada de 20-30 °C e sob iluminação fluorescente branca contínua (quatro lâmpadas de 20 Wats). Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram emissão de raiz primária com aproximadamente 2 mm, segundo o critério botânico citado por Borghetti e Ferreira (2004). Aos 20 dias após a emergência, quando a raiz primária atingiu aproximadamente 10 mm de comprimento, 50 plântulas foram transplantadas em sacos de plástico preto (24 x 16 cm), contendo solo com húmus na proporção 2:1 e mantidas em canteiros sob iluminação plena no Jardim Experimental anexo ao Departamento de Botânica onde as plântulas foram observadas diariamente, descritas e fotografadas até que surgissem o segundo par de eófilo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do método de maceração dos frutos em água corrente para a extração das sementes de *A. sellowiana* foi considerado eficiente, pois não causou danos ao tegumento, que apesar de sua rigidez não teria resistido a fortes atritos (Figura 1). É aconselhável a observação das características morfológicas dos frutos antes da retirada das sementes, para que não ocorram danos às mesmas, pois existe variação na rigidez do tegumento das sementes. Por exemplo *Caesalpinia ferrea* var. *leiostachya* Benth. (pau-ferro) apresenta frutos e sementes com envoltórios rígidos e, a extração da semente pode ser realizada com o auxílio de martelo, sem que ocorram danos ao embrião (Biruel, 2001). Frutos de espécies pertencentes à família Solanaceae necessitam permanecer durante 24 h imersas em água para o amolecimento do fruto para posteriormente serem macerados em peneiras sob água corrente (Davide *et al.* 1995).



Figura 1- Extração de sementes de *Aegiphyla sellowiana* (Fotos: Casali, 2005 inédito).

A padronização de métodos é de fundamental importância na área tecnológica, otimizando a utilização do lote de sementes, uma vez que para espécies florestais, a quantidade de sementes coletada é limitada pela produção irregular de fruto e, pelas dificuldades para a coleta.

A escolha de técnicas para a colheita, extração e armazenamento de sementes é específica, e para a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica é importante estar atento aos processos que vão desde a colheita até o armazenamento das mesmas.

O teor de água e o peso da matéria seca das sementes podem ser considerados indicadores para determinação da época de maturação. Nesse lote de sementes de *A. sellowiana* os valores médios de biomassa seca foram de 92,11% e o de teor de água, 8,97%. Este último foi mensurado logo após a colheita dos frutos e a determinação da biomassa foi realizada, seis meses após a colheita dos frutos. Baixos teores de umidade e elevados de matéria seca são considerados indicadores do ponto de maturidade fisiológica para muitas das sementes ortodoxas, pois o baixo teor de água, além de limitar a germinação, limitar a deterioração das mesmas pelo ataque de microrganismos ou por elevar as taxas metabólicas (Barbedo e Marcos Filho, 1998).

O material de reserva dos diásporos é constituído de proporções variadas de proteínas, carboidratos e lipídeos, que são utilizadas pelo embrião para seu desenvolvimento e a mobilização dessas reservas pode ocorrer durante a germinação e ou no desenvolvimento da plântula, conforme a espécie em questão (Pontes *et al.*, 2002).

Depois de extrair as sementes do fruto é imprescindível atentar para a viabilidade e o vigor das mesmas, visando o melhor aproveitamento do lote e a manutenção das condições fitossanitárias. A análise da composição química das sementes permite o

conhecimento sobre alguns processos fisiológicos e auxilia na escolha de melhores condições de armazenamento sendo, portanto, fundamental o conhecimento sobre a composição química dos tecidos de reservas. (Marcos Filho, 2005).

Os componentes químicos das sementes de *Aegiphyla sellowiana* presentes em maior porcentagem são as fibras insolúveis em detergente neutro, que são constituintes de parede celular, basicamente formada por celulose, hemicelulose, lignina e proteína (53,66%). O componente de menor porcentagem foi o extrato etéreo rico em lipídeos (3,10%) (Tabela 1) indicando que as sementes não são oleaginosas podendo, apresentar alta longevidade durante o armazenamento, quando sob condições consideradas ótimas para a espécie.

Tabela 1 - Composição química (%) das sementes de *Aegiphyla sellowiana*, em porcentagem. (PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo, FDN fibra em detergente neutro, FDA fibra em detergente ácido).

Umidade	P.B.	E.E.	Hemicelulose	FDN	FDA
8,97 (0,018)	17,25 (0,25)	3,10 (0,03)	11,28 (0,27)	53,66 (0,60)	42,38 (0,33)

Os números entre parênteses indicam o desvio padrão.

Baixos teores de óleo indicam que as sementes podem ser classificadas como ortodoxas. Outra espécie considerada ortodoxa é a *Caesalpinia férrea* var. *leiostachya* Benth. que apresenta baixo percentual de óleo em sua composição química e é uma espécie com alta longevidade natural, superior a 15 meses (Carvalho, 1994), enquanto que sementes oleaginosas se deterioram mais rapidamente do que as amiláceas ou

protéicas, devido ao aumento da velocidade dos processos de oxidação durante o armazenamento. (Marcos Filho, 2005).

Os lipídios são armazenados nos tecidos de reserva (cotilédones e endosperma) e, durante a germinação, ocorre a hidrólise dos triglicerídeos pelas lipases, formando glicerol e ácidos graxos, que serão transformados em açúcares, liberando energia para a geminação (Marcos Filho, 2005). Verifica-se a presença de lipídeos nos cotilédones, localizados em camada de células na epiderme coberta por uma cutícula (Figura 2).

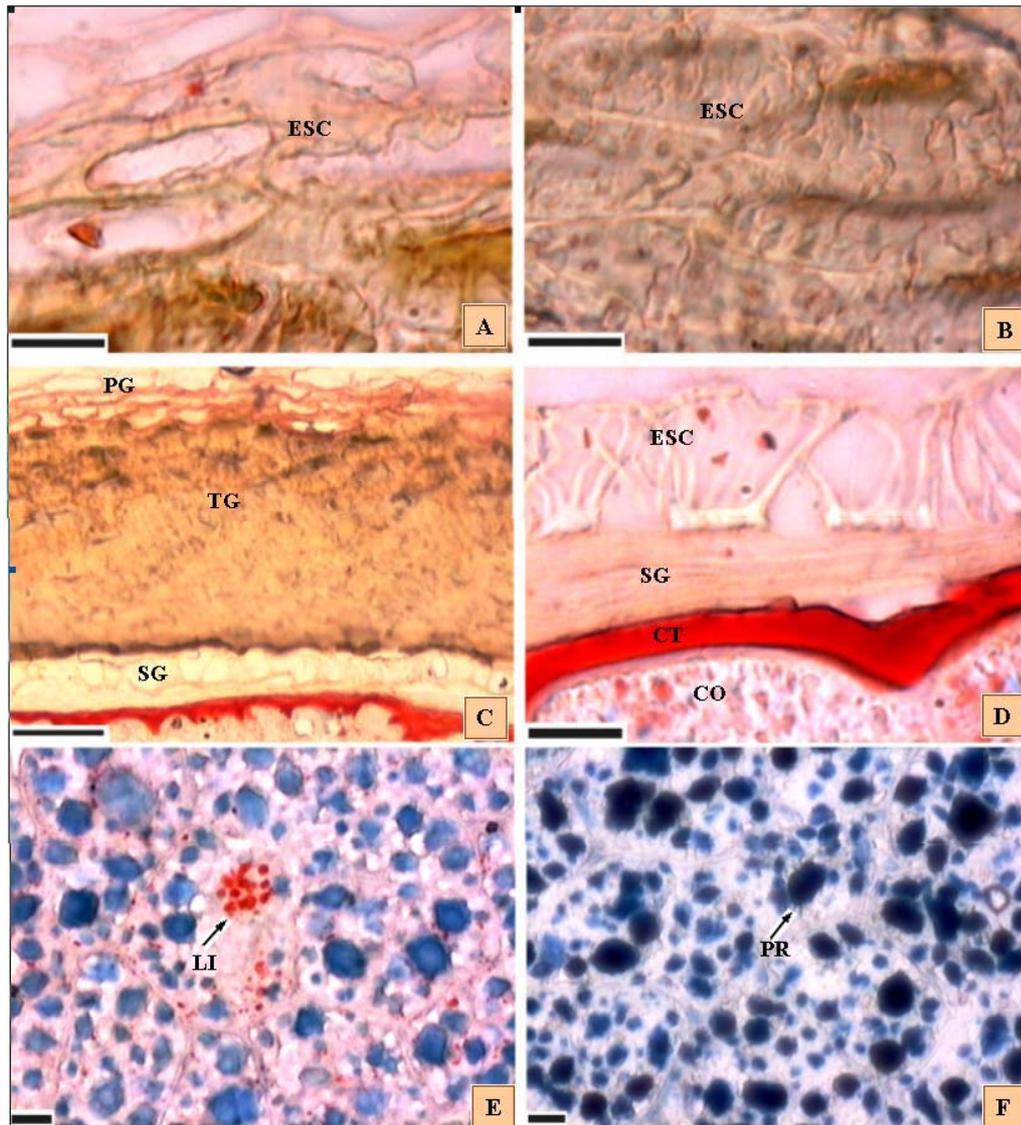


Figura 2 - Sementes de *Aegiphyla sellowiana* em cortes anatômicos transversais. A e B - aspecto geral da testa (escala 50 μ m); C - Primeiro e segundo grupo de células do tegumento (escala 10 μ m); D - Esclereides no tegumento, segundo grupo de células do tegumento, cutícula e cotilédone (escala 10 μ m); E e F - aspecto geral dos cotilédones com células de lipídeos e proteínas, respectivamente (escala 100 μ m). CO - cotilédone, CT - cutícula, ESC - esclereides, LI - lipídeo, PG - primeiro grupo de células do tegumento, PR - proteína, SG - segundo grupo de células do tegumento, TE - testa, TG - tegmen.

Outros parâmetros são considerados importantes e, são descritos na RAS (Brasil, 1992) como o número de sementes por quilo, o peso de mil sementes e a pureza do lote (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios do número de sementes por quilo, peso de mil sementes de *Aegiphyla sellowiana* e pureza do lote.

Número de sementes por/kg	Peso de 1000 sementes (g)	Pureza do Lote (%)
36,842	27,9	99,80

Para esse lote de sementes de *A. sellowiana* determinou-se que existe, em média 36.842 sementes por quilograma e, em outro lote da mesma espécie encontrou-se 32.000 unidades (Lorenzi, 2002). Essa variação corresponde a uma diferença de 11% entre os lotes, podendo estar relacionada com a exatidão dos dados aferidos para essa determinação neste trabalho, pois na referência citada acima, não há informação sobre a pureza do lote e também não é possível saber qual a metodologia utilizada para a determinação do número de sementes por quilograma. Baseando-se nos dados biométricos obtidos verifica-se que ocorre uma variação de 16% no peso das sementes, podendo ser este um componente para justificar a diferença de 11% entre o número de sementes em cada lote (Tabela 3).

Tabela 3- Valores médios da biometria e peso de sementes de *Aegiphyla sellowiana*.

Variáveis	Médias	Desvio padrão	Erro padrão	Amplitude de variação
Comprimento (mm)	5,68	0,50	0,28	4,4-7,0
Largura (mm)	3,42	0,20	0,09	2,9-3,9
Espessura (mm)	3,05	0,24	0,10	2,1-3,5
Peso (g)	0,0279	0,0044	0,0021	0,0133-0,0393

Foi verificado um elevado índice de pureza do lote (99,80%) indicando que o beneficiamento manual foi realizado de forma satisfatória e incluiu a retirada de impurezas como folhas secas e restos de fruto, procedimentos que facilitam o manuseio para a retirada de amostras para os experimentos e diminui a possibilidade de contaminação por patógenos.

Morfologia da semente

A semente de *Aegiphyla sellowiana* é estenospérmica com forma geométrica oblonga, apresenta base arredondada, ápice acuminado, o tegumento é duro e quebradiço, com coloração castanho-clara, glabro com estrias de coloração branca no sentido longitudinal. Cortes anatômicos evidenciam, na testa, a presença de esclereides que conferem rigidez ao tegumento podendo favorecer a sua impermeabilização à água (Figura 2).

A semente tem em média 5,68 mm de comprimento, 3,42 mm de largura, 3,05 mm de espessura e peso médio igual a 0,0279 gramas (Tabela 3).

A semente de *A. sellowiana* é classificada como exalbuminosa, por não possuir endosperma (Barroso *et al.*, 1999) e, quando hidratado o tegumento não apresenta qualquer modificação aparente, além do seu escurecimento, chegando próximo à coloração preta.

Na Figura 3 está detalhada a semente de *A. sellowiana* e pode-se observar que a região hilar é apical, heterocromada, oblonga, coberta por uma camada de tecido de coloração castanho-clara e a micrópila, inconspícua. Após a retirada do tegumento, permanece visível o hilo no embrião, sendo o mesmo fato registrado para as sementes de *Amburana cearencis* (Cunha e Ferreira, 2003). A região hilar é considerada como uma válvula higroscópica em sementes que apresentam tegumento impermeável, auxiliando na entrada de água para o interior da semente (Aquila, 2004).

O embrião é axial, o eixo hipocótilo-radicular é cilíndrico, curto. Os cotilédones são contínuos, espatulados e crassos com aproximadamente 3,5 mm de comprimento x 2,0 mm de largura, são carnosos de coloração esbranquiçada, reniforme (Figura 3), corroborando com a descrição de Barroso *et al.*, (1999). Verifica-se a ocorrência de pequena variação de peso e forma das sementes, favorecendo o manejo e o beneficiamento do lote (Figliolia *et al.*, 1993).

A característica cotiledonar está diretamente relacionada à falta de endosperma nessa espécie, sendo os cotilédones utilizados como fonte de reserva da plântula durante suas fases de desenvolvimento (Souza, 2003).

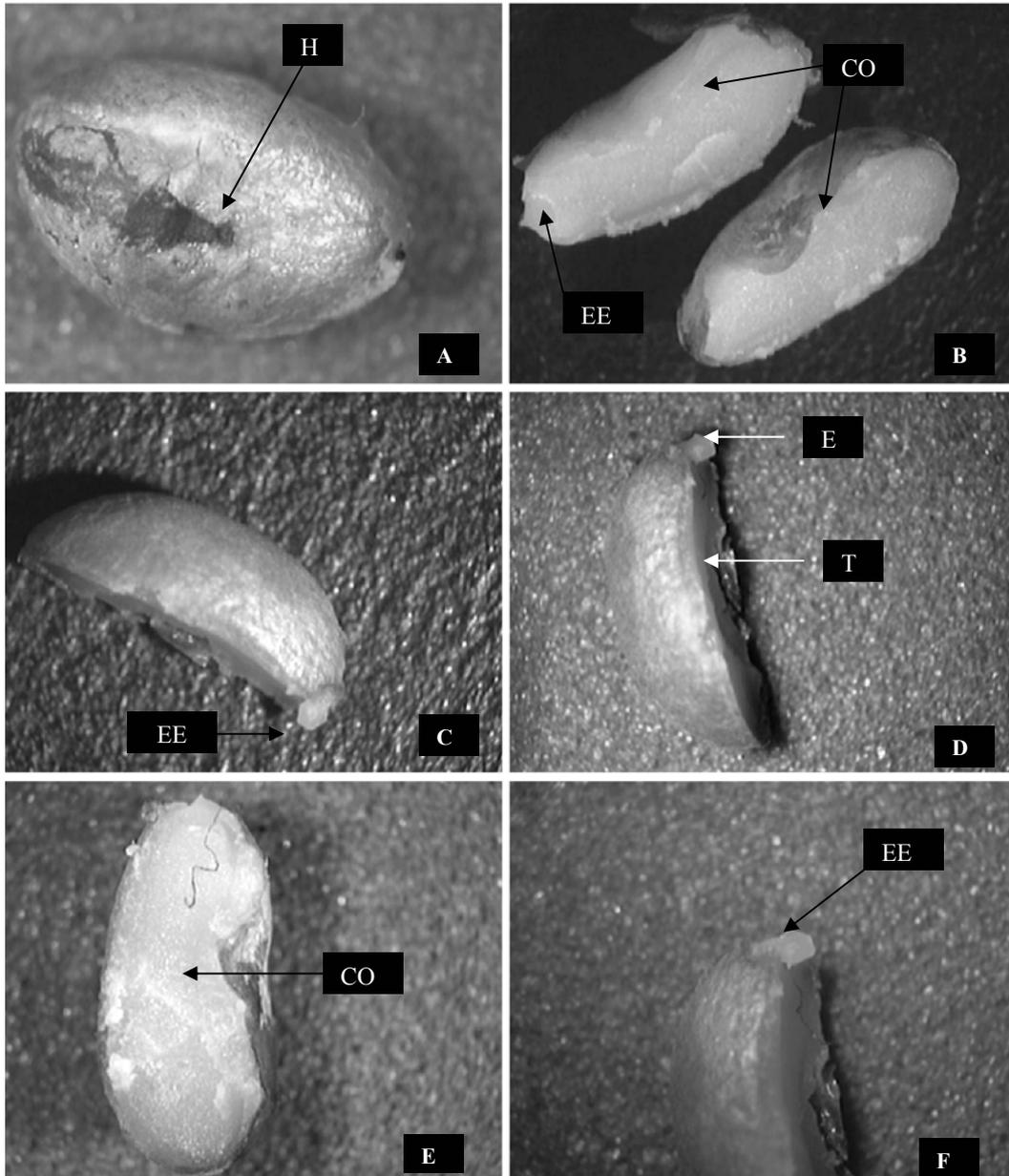


Figura 3 - Diásporos de *Aegiphyla sellowiana*. A – aspecto geral do diásporo evidenciando a cicatriz do hilo. B – aspecto geral do diásporo evidenciando o cotilédone e o eixo embrionário. C – aspecto geral do diásporo evidenciando o eixo embrionário. D – aspecto geral do diásporo evidenciando o eixo embrionário e o tegmen, E e F - Aspecto geral do diásporo com as estruturas embrionárias cotilédones e eixo embrionário. H - hilo, T - tegmen, EE - eixo embrionário, CO - cotilédone.

Embebição e desenvolvimento pós-seminal

A curva típica da embebição de sementes ortodoxas maduras normalmente apresenta três fases distintas. Na primeira delas há uma rápida absorção de água, na segunda fase ocorre uma estabilização, uma vez que praticamente não há entrada de água na semente e, na terceira fase, a semente volta a apresentar um rápido aumento na massa fresca, como consequência da germinação (Castro e Hilhorst, 2004).

Para as sementes de *A. sellowiana* sem nenhum tratamento pré-germinativo, a absorção de água ocorreu de maneira gradativa durante as primeiras 24 h, logo após o contato com o substrato umedecido, estabilizando seu peso no quarto dia após o início da embebição (Figura 4).

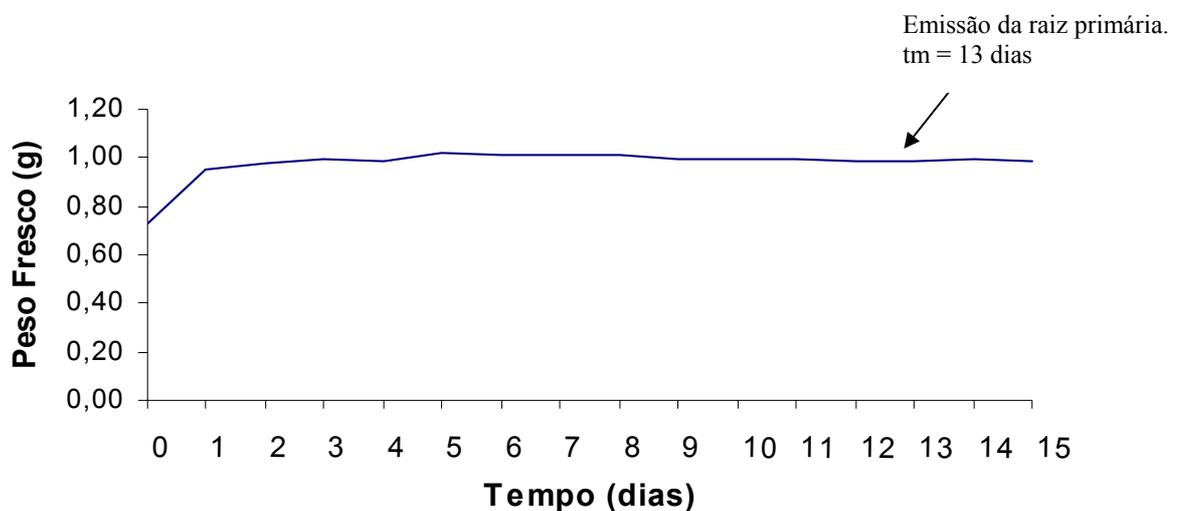


Figura 4 - Curva de embebição/absorção de água pelas sementes de *Aegiphyla sellowiana* com base no peso fresco (g). (Temperatura 30 °C na presença de luz), (t_m - tempo médio).

A lenta absorção de água está relacionada com a presença de esclereides presente em uma das camadas de células do tegumento da semente, conforme verificado em corte anatômico (Figura 2). A emissão da raiz primária ocorreu no 13º dia após a embebição, com a rachadura e abertura da testa próximo à região da micrópila e as sementes foram consideradas germinadas quando apresentavam emissão de raiz primária maior ou igual a 2 mm.

A germinação é hipogeal e as plântulas são criptocotiledonares com emergência radicular que logo apresenta gravitropismo positivo tornando-se curvada (Ferreira e Fetto-Neto, 2004). As fases do desenvolvimento pós-seminal podem ser visualizadas na Figura 5. Após 20 dias de observação, os valores médios obtidos para o comprimento da raiz primária foram 9,35 mm, sendo esta do tipo axial, de coloração verde claro. Após 27 dias da germinação, a raiz apresentou 16,8 mm de comprimento e, com o desenvolvimento, tornou-se tortuosa, de coloração bege e com as raízes secundárias de coloração marrom. O epicótilo nessa fase mede aproximadamente 8,2 mm de comprimento, é cilíndrico, de coloração verde claro, em direção ao ápice e esbranquiçado em direção à base, com colo anelar de coloração mais escura com ocorrência de pilosidade velutina de coloração branca, em direção à zona lisa. Decorridos 35 dias de germinação, os cotilédones estavam preservados dentro do tegumento da semente, o epicótilo apresentava em média 12,34 mm de comprimento e a raiz principal 31,87 mm de comprimento, e os primeiros eófilos apresentaram bordo serrilhado e coloração verde escuro.

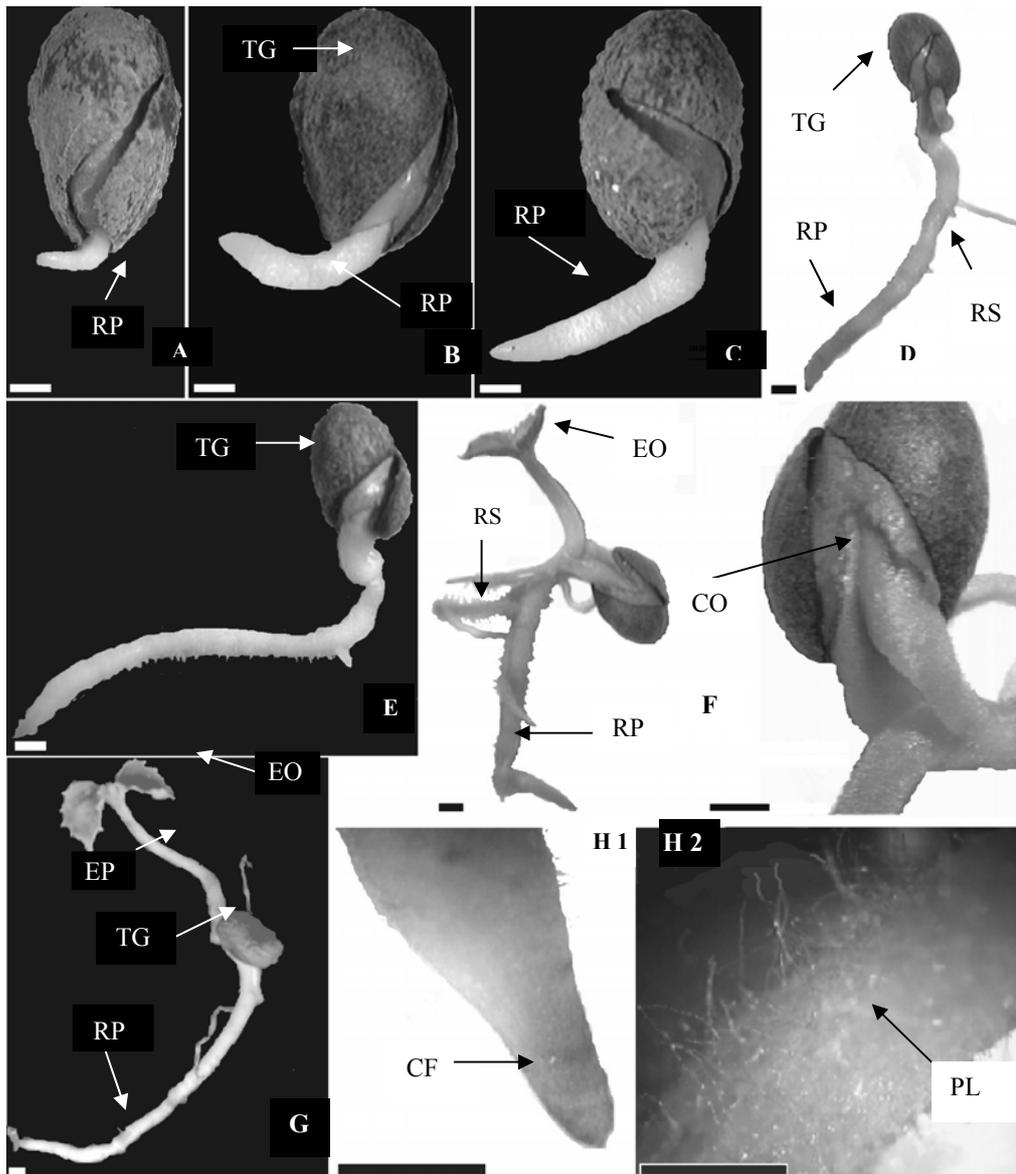


Figura 5 - Estágios da germinação de diásporos de *Aegiphyla sellowiana*. A – emergência da raiz primária, B e C - Alongamento da raiz primária, D – alongamento da raiz primária e emissão da raiz secundária, E - alongamento tortuoso da raiz primária, F - Alongamento do epicótilo e surgimento do primeiro par de eófilo e detalhe do cotilédone aderido ao tegumento, (escala: 1mm). G e H1 e H2 - plântula normal, com todas as estruturas formadas e detalhes da coifa e raiz. EP -epicótilo, PP - primeiro protófilo, RP - raiz principal, CO - cotilédone, CF - Coifa, PL - pilosidade TG - tegumento, RS - raiz secundária.

Morfologia da plântula

A plântula apresenta sistema radicular pivotante com raiz primária axial, sublenhosa, mais espessa na base e afilada no ápice, com pilosidade velutina na raiz primária e glabra na zona da coifa, que é cilíndrica e de coloração bege. As raízes secundárias são longas sem ramificações, o hipocótilo é curto, levemente dilatado. A plântula é criptocotiledonar com o tegumento entrando em processo de senescência após 60 dias da emergência da raiz primária. O epicótilo é cilíndrico de coloração verde clara na base e mais escuro no ápice, com pilosidade velutina (Figura 5G).

O primeiro par de eófilos é simples, de coloração verde escura na face adaxial e verde claro na face abaxial. Sua forma é obovóide de base assimétrica, ápice acuminado e margem serrilhada com nervação adpressa na face abaxial, com pecíolo de aproximadamente 3 mm de comprimento.

O segundo par de eófilos emergiu após 45 dias do início da germinação e apresentou folhas opostas, concordando com a descrição realizada por Barroso *et al.*, (1999). O bordo das folhas é serrilhado, com base obovada e ápice acuminado, de coloração verde escura, na face abaxial e adaxial, similar ao observado em indivíduos adultos dessa espécie (Coimbra e Santos, 2000).

Para algumas espécies, a fase de plântulas exhibe caracteres morfológicos diferentes daqueles observados na fase adulta (como exemplo, a espécie do gênero *Acacia*) que apresentam folhas inteiras, compostas, quando na fase de plântula, porém ocorre redução foliar, permanecendo apenas o pecíolo expandido. Tal aspecto pode causar algumas dificuldades para uma imediata avaliação taxonômica em campo, quando

tal fase inicial de desenvolvimento é pouco conhecida. No entanto, entre as plântulas de *A. sellowiana* as características morfológicas são semelhantes às das fases posteriores, conforme visto neste estudo, tornando fácil o reconhecimento das mesmas, em áreas onde ocorre à formação de banco de plântulas. Cunha e Ferreira (2003), ao descrever o desenvolvimento de plântulas de *Amburana cearensis* constatou a mesma homogeneidade morfológica entre a plântula e o indivíduo adulto.

CONCLUSÕES

A semente de *Aegiphyla sellowiana* apresenta forma geométrica oblonga.

As sementes apresentam pouca variação biométrica, a germinação das sementes é hipogeal e as plântulas são criptocotiledonares.

O componente químico que ocorre em maior porcentagem são as fibras de parede celular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUILA, M. E. A. Tipos de diásporos e suas origens. In: FERREIRA, G. A.; BORGHETTI, F. (Org.) **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Ed. Artmed. 2004. p. 69-94.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. Virginia. 1990

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

BARBEDO, C. J.; SANTOS, M. R. O.; BARBOSA, J. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Tamanqueiro) com base na coloração de frutos. **Informativo Abrates**, Brasília, v. 3, p. 2 (resumo congresso). 1993.

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botânica Brasilica**, Recife, v. 12, p. 145-164, 1998.

BELTRATI, C. M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: Departamento de Botânica da UNESP. 1992.

BIRUEL, R. P. **Caracterização e germinação de sementes de *Caesalpineia ferrea* var. *leustachia* Benth.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Jaboticabal. 2001.70 p.

BORGHETTI, B.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, G. A.; BORGHETTI, F. (Org.) **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Ed. Artmed. 2004. p. 209-222.

BRASIL. Ministério da agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SND/DND/CLV, 1992, 365p.

CAMARGO, M. L. P.; MORI, E. S, MELLO, E. J.; ODA, S.; LIMA, G. P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, p. 113-122, 2000.

CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Morfologia e desenvolvimento pós-seminal de *Schinus terebinthifolius* Randhi, *Lithraa molleoides* (Vell.) Eng., *Myracrodrum urundeuva* Fr. Allem. e *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). **Naturalia**, São Paulo, v. 24, p. 127-138, 1999.

CARREIRA, C. R.; ZAIDAN, L. B. P. Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodo controlado. **Hoehnea**, São Paulo, v. 30, p. 155-161, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA/CWPF. 1994.

CASTELLANI, E. D. **Caracterização e ecofisiologia de sementes de três espécies arbóreas do gênero Solanum.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Jaboticabal. 2003.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.

COIMBRA, M. S.; SANTOS, E. P. *Aegiphyla* Jacq. (Verbenaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Boletim do Herbarium Bradeanum**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 159-188, 2000.

CRESTANA, C. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-caesalpinioideae). **Naturalia**, São Paulo, v. 13, p. 45-54, 1998.

CUNHA, M. C.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearencis* (Arr. Cam.) A.C. Smith-cumaru- leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, p. 89-96, 2003.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. Propagação de espécies florestais. Belo Horizonte: CEMIG. 1995. 41 p.

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafistula (*Peltophorum dubium* Spreng. Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex. Benth.)- Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, p. 64-73, 2000.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M. F.; FRANCO, G. A. D. C., CONTIERI, W. A. Base para a Restauração dos Ecossistemas Naturais: A Flora Arbustivo-Arbórea do Médio Paranapanema. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista: Secretaria de Meio Ambiente São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, p. 2004. p. 199-239.

FERREIRA, A. G.; FETT-NETO, A. G. Movimento das plantas. In: KERBAUY, G. B (Org.) **Fisiologia vegetal**, Rio de Janeiro: Guanabara, 2004. p. 341-355.

FIGLIOLIA, M. B; OLIVEIRA E. de C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA M. B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FISCHER, D. B. Protein staining of ribboned epon sections for light microscopy. **Histochemie**. v. 16, p. 92-98. 1968.

GROTH, D.; ANDRADE, R. B. Caracterização morfológica de unidade de dispersão de cinco espécies ornamentais. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v. 24, p. 11-17, 2002.

JORGENSEN, P. M.; LEÓN-YÁNEZ, S. **Catalogue of the plants of Ecuador**. Monographs in systematic botanical Garden. 1999.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, RJ: EDUR.. 1997.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. 2002. 352 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Esalq, 2005. 495 p.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, p. 85-97, 2001.

PONTES, C. A.; BORGES, E. E. de L., BORGES, R. C. G.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia Leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (Garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 593-601, 2002.

ROESER, K. R. Die Nadel der Schwaazkiefer. Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. **Mikrokosmos**. v. 61, p.33-36, 1972.

SASS, J. E. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue O. **Stain Technology**. v. 48, p. 247-249. 1973.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. UFV, Viçosa, MG. 2002.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; SUMI, L. M.; BATISTA, L. A. R. Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido. São Carlos, **Boletim de pesquisa**, EMBRAPA-CPPSE. 1999.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal: células, tecidos, órgãos e plântulas**. Editora: UEPG, Ponta Grossa, Paraná. 2003.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. Botânica - **Organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. Imprensa Universitária - UFV. Viçosa. 2003. 114 p.

INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS COMO: LUZ, TEMPERATURA E SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE *Aegiphyla sellowiana* CHAM.

RESUMO – *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) é conhecida popularmente como tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura, entre outros nomes e, como se trata de uma espécie característica dos estádios iniciais da sucessão ecológica é recomendado para a recuperação de áreas degradadas. Este estudo teve como objetivos analisar os efeitos de tratamentos pré-germinativos (lixa, lixiviação e adição de hormônios) temperatura (25°C, 30°C, 20-30°C e 25-35°C) e se existe interação entre luz (branca, escuro, vermelha e vermelha extrema) e temperatura (25°C, 15-25°C, 20-30°C e 25-35°C) bem como indicar o melhor substratos (solo cerrado, areia, vermiculita, vermiculita mais substrato agrícola e substrato agrícola) para a emergência de plântulas. Constatou-se que as temperaturas alternadas (20-30°C e 25-35°C) associadas com giberelina aceleraram o processo germinativo, porém, a escarificação com lixa e a lixiviação com água, não foram métodos eficientes uniformizar a germinação. Associando-se luz vermelha ou branca com as temperaturas alternadas 15-25°C e 25-35°C foram registrados os maiores valores de porcentagem de germinação de sementes. Para a velocidade de germinação constatou-se que não houve efeito significativo tanto para temperatura quanto para as diferentes condições de luz. O uso do solo de cerrado como substrato proporcionou maiores valores

de porcentagem de emergência, biomassa incorporada, comprimento de raiz e parte aérea das plântulas.

Palavras chave: tamanqueiro, luminosidade, tratamento pré-germinativo, reguladores.

ABSTRACT - *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) it is known popularly as tamanqueiro, minura, among others names. This species is found on the initial levels of ecological succession and so, indicated to recovery degraded areas. This study it had as objective to analyze the effect of pré treatment (hormone sandpaper, leaching and addition) temperature (25°C, 30°C, 20-30°C and 25-35°C) and if exists interaction between light (white, dark, red and red extreme) and temperature (25°C, 15-25°C, 20-30°C and 25-35°C) as well as indicating a optimum substratum (vermiculita, vermiculita more agricultural substratum and agricultural substratum) for seedling emergence was detected. That the alternating temperature (20-30°C and 25-35°C) associated with gibberellic acid had speed up the germinative process, however, the scarification with sandpaper and the leaching with water, had not been efficient methods to synchronize germination process. Associating red or white light with alternating temperatures 15-25°C and 25-35°C had been registered the biggest values of germination percentage of germination. For the germination rate was there is no significantive effect of tempertura non the different conditions of light. The use of the substratum savana as substratum provided greater values of emergency percentage, biomass, length of root and aerial part of seedling.

key words: luminosity, pré-treatment, fitohormones, tamanqueiro.

INTRODUÇÃO

O desmatamento que vem ocorrendo no Brasil está provocando sérias alterações na paisagem original, restringindo-a a pequenas áreas remanescentes de vegetação nativa. Como consequência, há influência marcante na dinâmica biótica (predação) e abiótica (alterações climáticas) das florestas. Para evitar o agravamento desta situação, torna-se importante utilizar de maneira responsável o conjunto paisagístico, de complicado aspecto fisiográfico e ecológico que ainda resta na paisagem terrestre (Ab'Sáber, 2003).

Em decorrência do desequilíbrio ecológico, os frutos e as sementes da maioria das espécies florestais brasileiras estão sendo significativamente danificados por fatores como predação. Foi registrado que *Hexachaeta eximia* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) danifica os frutos de *Aegiphyla cuspidata* Mart. ex. D.C. (Verbenaceae) e provoca danos da ordem de mais de 40% em sementes de *Aegiphyla sellowiana* (Santos *et al.*, 1994). Como consequência de predação há uma diminuição da quantidade de sementes disponíveis para os trabalhos tecnológicos e uso para a produção de mudas.

Para os programas de reflorestamento há também a necessidade de formação de um banco de germoplasma das espécies nativas e os estudos sobre a germinação e a conservação de sementes de espécies florestais, incluem desde registros sobre época de frutificação, maturação, predação, até a influência de fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a germinação.

Fatores como a dormência primária, secundária e a época de colheita, influenciam a longevidade das sementes e o vigor das mudas produzidas (Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993).

A dormência primária é um fator endógeno bastante estudado em sementes florestais, que pode ser decorrente das características do envoltório, ou por algum tipo de inadequação fisiológica, atribuída ao embrião, que pode bloquear temporariamente a germinação das sementes, distribuindo-a no tempo e no espaço (Perez, 2004).

Quando dispersa da planta-mãe, a semente deverá dar continuidade ao seu desenvolvimento, mas para que o crescimento do embrião quiescente seja retomado, alguns fatores como disponibilidade hídrica, temperatura, luminosidade entre outros, são essenciais para a ativação metabólica. As sementes quiescentes ou com dormência primária, em condições não favoráveis para a germinação, podem adquirir dormência secundária e permanecer sem germinar por um longo período de tempo, sendo esse fato, considerado como uma estratégia de sobrevivência das espécies (Cardoso, 2004).

As sementes dormentes apresentam baixa germinabilidade e heterogeneidade no desenvolvimento das plântulas, podendo ser a dormência um processo vantajoso como estratégia ecológica para a espécie, por impedir que a germinação ocorra em condições não favoráveis para o estabelecimento e crescimento das plântulas, distribuindo a germinação no espaço e no tempo, formando o banco de sementes no solo (Eira e Caldas, 2000). No entanto, a dormência pode ser considerada um fator desvantajoso, pois aumenta a exposição das sementes à ação de predadores ou ainda, é possível que as mesmas se deteriorem por permanecer expostas, durante longos períodos, à ações de microrganismos e constantes mudanças climáticas (Zaidan e Barbedo, 2004).

Para obtenção de uma germinação rápida e uniforme existem diferentes métodos que podem ser usados para superar a dormência. Quando esta é imposta pelo envoltório, podem-se testar vários métodos de escarificação, como a química ou mecânica, aplicada

em diferentes intensidades no tegumento da semente. Quando a dormência é qualificada como fisiológica, está relacionada ao metabolismo do eixo embrionário e, a adição de substâncias químicas, como os reguladores de crescimento, pode ativar a germinação (Delachiave e Pinho, 2003).

Com relação aos fatores exógenos, a temperatura pode alterar a germinabilidade das sementes de forma significativa, podendo acelerar ou reduzir a germinação. A temperatura ótima para a germinação é variável de espécie para espécie, podendo ser definida como aquela em que se registra a maior porcentagem de germinação, em menor espaço de tempo (Carvalho e Nakagawa, 2000). A determinação da temperatura ótima é importante para a compreensão da biologia e da ecologia da espécie, bem como para que se tenham noções sobre a distribuição geográfica da mesma (Abreu e Garcia, 2005; Fenner e Thompson, 2005). As sementes respondem a uma série de combinações específicas de temperatura que podem ser favoráveis para o estabelecimento posterior das plântulas. A alternância da temperatura, que às vezes permite ou favorece a germinação, é encontrada em ambientes de clareiras e, a oscilação da temperatura do solo em áreas abertas é relativamente elevada, sendo ainda mais ampla em sua superfície (Takagi, 2004).

É importante considerar a possibilidade de existência de uma associação entre luz e temperatura e esta deve ser avaliada quando se estuda o processo germinativo de sementes de espécies colonizadoras de clareiras (Godoi e Takaki, 2004).

Quando apenas o fator luminosidade é estudado é comum a classificação das espécies com relação à sua dependência da luz para a germinação. As sementes são consideradas fotoblásticas positivas quando a germinação é promovida na presença de

luz, e fotoblásticas negativas quando a germinação é inibida pela luz. Existem controvérsias sobre essa definição, sendo sugerido que esse conceito seja substituído, utilizando-se como base para a classificação, as diferentes formas de fitocromo (phyA, phyB, phyC, phyD e phyE) que controlam a germinação, uma vez que todas as sementes possuem esse pigmento (Takaki, 2001).

O fitocromo é uma cromoproteína, com peso molecular de 125 Kda constituído de um polipeptídeo e um cromóforo, a fitocromobilina, um tetrapirrol linear, sintetizado nos plastídios, correspondendo à porção não protéica do fitocromo que é o responsável pela captação de sinais luminosos do ambiente (Kretsch *et al.*, 2000).

Nos tecidos vegetais o fitocromo pode ser encontrado na forma inativa (Fv) que, ao absorver luz vermelha (660 nm), se transforma na forma ativa (Fve), que por sua vez, absorve luz na região vermelha extremo do espectro (730 nm). A conversão do fitocromo inativo para a forma ativa é uma reação de isomerização resultante da mudança na forma cis (inativo) para a forma trans (ativo), ocorrido no anel D da molécula. Para haver uma resposta fotomorfogenética na planta deve haver uma proporção específica de Fve /Ftotal. No entanto, a reversão do fitocromo da forma inativa para a ativa não é necessária, uma vez que o efeito fisiológico do fitocromo pode estar relacionado com a qualidade e a duração da luz exigida para induzir uma determinada resposta na planta (Takaki, 2001; Taiz e Zeiger, 2004; Castro *et al.*, 2005).

O fitocromo participa da regulação da expressão gênica de vários caracteres como, por exemplo, de sua própria biossíntese e, está envolvido no controle de vários eventos como a floração, os ritmos circadianos, os nastismos e a germinação. Cada uma

das respostas mediadas pelo fitocromo é regulada de forma específica ou por meio de interações entre diferentes formas desse pigmento (Borghetti, 2004; Taiz e Zeiger, 2004).

A importância da luz para a germinação das sementes e desenvolvimento de plântulas envolve dois tipos de processos fisiológicos: o crescimento e sua regulação. O crescimento requer um fornecimento suficiente de energia, adquirido pela fotossíntese, enquanto que a regulação do crescimento ocorre através de pigmentos fotomorfogênicos e de sua influência no metabolismo hormonal (De Simone, 2000; Paoli e Takaki, 2001).

Durante seu desenvolvimento as plantas respondem à qualidade, à fluência, à direção e a duração da luz incidente, de acordo com mudanças diárias e sazonais ocorridas, processo este, mediado pelo fitocromo, que pode ser responsável por induzir a germinação em sementes (Furuya e Kim, 2000) e, a resposta fotoperiódica dependente da procedência geográfica das sementes (Otegui *et al.*, 2005).

Além dos métodos de escarificação, condições ideais de luz e temperatura, a utilização de reguladores de crescimento ao meio germinativo pode sincronizar a germinação de um lote de sementes. Os hormônios vegetais atuam sobre todo o processo de desenvolvimento das sementes e também nas diferentes etapas do processo germinativo. Contudo, seus efeitos dependem da quantidade presente nos tecidos, da interação existente entre as diferentes categorias de hormônios bem como da interação com os fatores ambientais (Nascimento e Mosquin 2004).

As giberelinas produzidas no eixo embrionário se difundem para o endosperma e funcionam como um ativador primário de uma cadeia de sinais, influenciando a síntese e atividade de várias enzimas, como a α -amilase e β -amilase, que são responsáveis pela degradação do amido e proteínas. A α -amilase é responsável pela hidrólise do amido,

produzindo oligossacarídeos como a glicose e, a β -amilase que degrada os oligossacarídeos, produzindo maltose (Buckeridge *et al.*, 2004; Taiz e Zeiger, 2004).

A germinação das sementes pode ser induzida pela ação de giberelinas onde a dormência ou quiescência é imposta por várias causas como o desenvolvimento incompleto de embrião, presença de inibidores e outros fatores relacionados à fisiologia do embrião (Ledo *et al.*, 2002).

O metabolismo das giberelinas é regulado endogenamente a fim de manter o nível desses fitormônios no estado ativo. Estudos revelam que o fitocromo promove a germinação de sementes induzindo a síntese das giberelinas (Peng e Harberd, 2002).

Ainda com o intuito de otimizar a utilização de um lote de sementes, e promover de maneira favorável o crescimento e desenvolvimento de plântulas, é necessário avaliar a resposta aos diferentes substratos, pois as sementes constituem a via de propagação mais empregada na implantação de plantios de mudas de espécies florestais com diferentes propósitos (Schmitz *et al.*, 2002).

O substrato utilizado nos testes de germinação de sementes também apresenta grande influência na formação do sistema radicular e da parte aérea das plântulas, uma vez que fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e o grau de infestação de patógenos podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (Caldeira *et al.*, 2000).

Em geral, o substrato é formado por três frações: física, química e biológica, sendo que as frações físico-químicas são formadas por partículas minerais e orgânicas, contendo poros que podem ser ocupados pela água ou pelo ar e a fração biológica que é

caracterizada pela flora microbiana, fundamental no processo de absorção de nutrientes pelas plantas (Carvalho Filho *et al.*, 2002).

Na escolha do material a ser utilizado como substrato, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz e à facilidade que ele oferece para o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (Aguiar *et al.*, 2005). Ao escolher um tipo de substrato para a produção de mudas é importante considerar a relação custo/benefício, pois o material deve ser de fácil obtenção e baixo custo, facilitando dessa forma a indicação para produção de mudas em grande escala (Cavalcanti *et al.*, 2002).

Espécie estudada

Aegiphyla sellowiana Cham. é uma espécie pouco estudada sendo popularmente, denominada de tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura. Pertence a família Verbenaceae, situada no grupo sucessional das pioneiras sendo encontrada nas florestas semidecídua e pluvial, nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (Coimbra e Santos, 2000).

A altura da árvore de *A. sellowiana* varia de quatro a dez metros de comprimento, é decídua, heliófita, com rápido crescimento. Seus frutos podem ser coletados entre os meses de fevereiro e abril e, quando maduros, apresentam coloração alaranjada. Esta espécie produz grande quantidade de sementes, podendo um quilograma de sementes conter 32.000 unidades. A porcentagem e a velocidade de germinação são consideradas

baixas, ocorrendo a emergência das plântulas entre 50 a 100 dias, sem o uso de tratamentos pré-germinativos (Lorenzi, 1992).

Em estudos sobre a qualidade fisiológica das sementes de tamanqueiro constatou-se que a mudança de coloração do fruto está diretamente relacionada com a maturação das sementes, sendo que a maior porcentagem de germinação foi verificada em sementes oriundas de frutos com coloração vermelha (Barbedo *et al.*, 1993).

OBJETIVOS

Os objetivos desse trabalho foram:

Verificar se as sementes de *Aegiphyla sellowiana* apresentam algum tipo de dormência e qual a melhor forma de superá-la;

Determinar as condições adequadas para a germinação, relacionando luz e temperatura;

Recomendar o melhor substrato para emergência e crescimento das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de *Aegiphyla sellowiana* com coloração variando do laranja ao avermelhado, foram coletados na fazenda da Cooperfrango, município de Analândia, no Estado de São Paulo, em abril de 2004. Foram selecionados dez indivíduos adultos para a realização da colheita, dos quais retiraram-se cachos com auxílio de tesoura de poda, diretamente dos galhos das árvores. As amostras de ramos, folhas e frutos foram usados para exsiccatas, as quais foram incorporadas junto ao “Herbarium” da Universidade Federal de São Carlos, como documento taxonômico 7205.

A extração das sementes foi realizada manualmente, despolpando-se os frutos com o auxílio de peneiras, onde os mesmos foram esfregados, sob água corrente, até a completa remoção da cobertura que envolve o tegumento das sementes. Estas foram deixadas sobre papel de filtro, em bancada de laboratório, em temperatura ambiente, para a secagem superficial. Foram determinados o teor de água das sementes e a condutividade elétrica do lote de sementes, procedimentos estes padronizados segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

As sementes permaneceram armazenadas em sacos plástico na geladeira a ± 5 °C, sendo retiradas periodicamente as amostras do lote para a realização dos experimentos.

Teor de água - Quatro repetições de 20 sementes foram colocadas em estufa (105 \pm 3 °C) durante 24 horas, segundo normas descritas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo os resultados expressos com base no peso seco das sementes.

Testes de condutividade elétrica - Nesta avaliação foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão com duas casas decimais e acondicionadas em copos de plásticos descartáveis (200 mL), aos quais

se adicionou 75 mL de água deionizada. Os recipientes foram a seguir levados para uma câmara ajustada à temperatura constante de 20°C, na ausência de luz, onde permaneceu durante 24 h (Vieira, 1994). Após esse período, as amostras foram retiradas, e procedeu-se a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes em condutímetro sendo os resultados da leitura divididos pelo peso (g) da respectiva subamostra, resultando em um valor expresso em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente (Marcos Filho, 2005).

Germinação em laboratório

Os experimentos de germinação de sementes foram realizados em dois locais distintos, sendo uma parte (experimento 1) realizado no Laboratório de Ecofisiologia da Germinação, pertencente ao Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos, *Campus* São Carlos. Outra parte (experimento 2) foi desenvolvido no Laboratório de Germinação de Sementes, pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo – São Paulo.

As sementes foram previamente esterilizadas com hipoclorito de sódio a 2% durante 5 minutos e, em seguida lavadas com água destilada. A germinação foi realizada em estufa incubadora tipo BOD, em temperaturas definidas conforme cada experimento proposto.

Todos os experimentos foram realizados com quatro repetições de 25 sementes cada. Considerou-se como germinadas as sementes que apresentaram emissão de 2 mm de raiz primária, segundo o critério botânico. A porcentagem, a velocidade de germinação

e de emergência de plântulas foram calculadas segundo Labouriau, (1983) e Maguire (1962), em que:

$$G(\%) = (N/A) \times 100$$

onde:

G = porcentagem de germinação

N = número de sementes germinadas

A = número total de sementes colocadas para germinar

$$IVE \text{ ou } IVG = \sum P_i / D_i$$

onde:

IVE ou IVG = índice de velocidade de emergência ou germinação;

P_i = número de plântulas emergidas ou de sementes germinadas no i-ésimo dia de contagem;

D_i = número de dias que as plântulas levaram para emergir ou as sementes germinar no i-ésimo dia de contagem.

Experimento 1 - Efeito da escarificação, temperatura e giberelina na germinação.

As sementes foram escarificadas com lixa d'água e lixiviação. Na escarificação com lixa as sementes foram friccionadas manualmente sobre uma lixa A100 L575-41, no lado oposto ao da emergência do embrião. Para a lixiviação as sementes foram colocadas em bolsas de náilon feitas a partir de meias de seda e mantidas durante 24 horas sob água corrente. Além das sementes escarificadas foram utilizadas sementes intactas, as quais foram consideradas como grupo controle.

O diferentes grupos de sementes foram colocados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel de filtro umedecidas com 4,5 mL de água destilada ou 4,5 mL de giberelina 10 e 20 mg.L⁻¹. As placas de Petri umedecidas com

giberelina ou com água (controle), foram colocadas em estufa sob diferentes temperaturas: 25°C e 30°C constantes, e 20-30°C e 25-35°C alternadas,

Experimento 2 – Efeito da luz e temperatura na germinação de sementes

Nesse experimento as sementes foram distribuídas em caixa plásticas tipo “gerbox” forradas com duas folhas de papel de filtro umedecidas com 20 mL de água destilada e colocadas para germinar em diferentes combinações de luz e temperatura.

A ausência de luz foi obtida com o uso de caixa “gerbox” preta, hermeticamente fechadas, evitando a entrada de luz. Para a obtenção da luz branca, as caixas plásticas contendo as sementes foram, envolvidas em uma folha de papel celofane transparente. A luz vermelha foi obtida envolvendo-se as caixas com duas folhas de papel celofane vermelho e para o vermelho extremo utilizou-se duas folhas de papel celofane azul e duas de vermelho para o recobrimento. Todos os comprimentos de luz foram atingidos a partir da luz fluorescente branca (20W) que ultrapassou as diferentes folhas de papel celofane. A distância entre as caixas e a fonte de luz foram uniformes, conforme indicações de Almeida e Mundstock (2001).

As caixas foram colocadas em diferentes temperaturas, constante de 25°C e alternadas de 15-25°C, 20-30°C e 25-35°C, sendo as contagens diárias realizadas sob luz verde de segurança. Foram estabelecidos termoperíodos de 12 h, nos quais as temperaturas mais altas foram reguladas para o período diurno, e as mais baixas para o período noturno, com o intuito de simular as condições naturais de ambiente de clareira, onde as maiores temperaturas ocorrem durante o dia e as menores à noite.

Emergência em casa de vegetação

O experimento foi realizado em casa de vegetação (temperatura variando entre 25°C e 30°C e intensidade de luz de 78,25% na bancada onde foram colocadas as bandejas), anexa ao Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos *campus* São Carlos. As sementes foram previamente esterilizadas com hipoclorito de sódio a 2% durante 5 minutos e, em seguida, foram lavadas com água destilada.

Experimento 1 - Efeito do substrato na emergência e crescimento de plântulas.

As sementes desinfectadas foram escarificadas com lixa e lixviadas conforme descrito anteriormente, ou mantidas intactas (grupo controle).

As sementes escarificadas e o grupo controle foram semeadas a 1 cm de profundidade em cinco diferentes tipos de substratos, sendo eles: solo de cerrado (misturado com húmos 1:1), vermiculita, areia, substrato agrícola e ainda uma mistura de substrato agrícola e vermiculita na proporção 1:1. Foram utilizadas bandejas de isopor, subdivididas em células contendo o substrato em questão onde as sementes após semeadas foram regadas a cada dois dias.

As plântulas foram consideradas emergidas quando apresentavam 1 cm de altura acima do solo e os cálculos de porcentagem e velocidade de emergência foram realizados conforme descrito anteriormente

Para a avaliação dos parâmetros biométricos (parte aérea e raiz) das plântulas, utilizou-se régua e paquímetro digital. Foram realizadas as medições da parte aérea e do sistema radicular das plântulas pertencentes a cada tratamento. Depois de medidos o

comprimento da parte aérea e da raiz as plântulas foram cortadas sendo as partes (parte aérea e raiz) colocadas em sacos de papel e levadas para a estufa com circulação forçada de ar e mantidas à temperatura de 80°C, durante 48 h. O valor obtido para a massa seca (g) das plântulas foi dividido pelo número de plântulas emergidas dentro de cada repetição. Decorrido o período de secagem as amostras permaneceram em dessecador para resfriar e depois foram pesadas em balança de precisão (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Análise estatística dos dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial, com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os dados de germinação foram transformados para $\arcsen\sqrt{G/100}$, como recomendado por Zar (1999). Foram realizadas análises de variância paramétricas, pois os dados foram suficientemente robustos para eventuais desvios na normalidade e homocedasticidade (Zar, 1999). Para comparações entre as médias foi utilizado teste de Tukey quando houve significância pelo teste de F (Banzato e Kronka, 1989; Gomes, 2000; Santana e Ranal, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de água

O teor de água das sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham. na época de colheita foi de 9,3% e nos demais meses após a colheita, os valores se mantiveram baixos, sem haver perda de viabilidade indicando que as mesmas podem ser caracterizadas como ortodoxas (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios de condutividade elétrica e teor de água em sementes de *A. sellowiana* coletada em abril de 2004.

<i>Aegiphyla sellowiana</i>	Abril	Mai	Junho	Julho
Teor de água (%)	9,3	8,97	8,97	7,45
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	77,9	26,67	25,6	20,5

As sementes classificadas como ortodoxas possuem baixo índice de umidade (cerca de 13%) após a maturação fisiológica ter sido alcançada, o que permite a manutenção da viabilidade por maior período de tempo, podendo fazer parte do banco de sementes do solo e germinar apenas quando as condições ambientais forem favoráveis à emergência e sobrevivência das plântulas (Bewley e Black, 1994; Castro *et al.*, 2004).

As sementes ortodoxas toleram a dessecação, devido à atuação de proteínas LEA (late abundant embryogenesis) que são regulados pelo ABA (ácido abscísico) e se acumulam nos estágios finais de desenvolvimento da semente, podendo estar associada

ao mecanismo de tolerância à dessecação. Essas proteínas atuam de forma a manter a conformação de proteínas e estabilidade das membranas durante a desidratação, e redirecionando os processos metabólicos do desenvolvimento (Taiz e Zaiger, 2004).

Condutividade elétrica

O valor de condutividade elétrica obtido foi de $77,9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para sementes recém colhidas, sendo maior quando comparado com as sementes que ficaram armazenadas (Tabela 1). Após o armazenamento das sementes em geladeira houve uma redução nos valores de condutividade, se mantendo entre 20 e $26 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Para esses valores a germinação de sementes em temperatura alternada se manteve entre 50 a 63% no experimento controle.

O princípio do teste de condutividade elétrica estabelece que sementes menos vigorosas liberem maiores quantidades de solutos para o meio exterior, perdendo açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons inorgânicos (Marcos Filho, 2005).

Quando se avaliou a diferença de vigor entre lotes para sementes de *Sebastiania commersonina* verificou-se que o teste de condutividade elétrica foi considerado eficiente para indicar variações no vigor (Garcia *et al.*, 2005).

Para sementes florestais há carência de informações sobre o teste de condutividade elétrica e devido à característica selvagem das espécies é difícil estabelecer uma comparação efetiva entre o vigor para os diferentes lotes de sementes. Este teste

deve ser acompanhado de outras avaliações como teste padrão de germinação, ou do tetrazóliom para comprovar as informações sobre o vigor de um lote.

Germinação em Laboratório

Experimento 1 - Efeito da escarificação, temperatura e giberelina na germinação.

Controlando em laboratório alguns fatores como temperatura, combinado com a escarificação e utilizando os reguladores de crescimento ao meio germinativo, foram registrados resultados que alteraram a porcentagem e a velocidade de germinação do lote de sementes de *A. sellowiana* que não recebeu nenhum pré-tratamento.

Houve efeito significativo para a temperatura (T) e aplicação de giberelinas (GA_3) e interação entre (T) temperatura x giberelina (GA_3) sobre a germinação. E para a velocidade de germinação, houve efeito significativa entre da temperatura (T), tratamento pré-germinativo(TP) e aplicação de giberelinas (GA_3) e entre todas as interações avaliadas ($T \times TP$), ($T \times GA_3$), ($TP \times GA_3$). (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de F resultantes da análise de variância referentes à porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *Aegiphyla sellowiana* submetidas a diferentes temperaturas, tratamentos pré-germinativos e adição giberelina (GA₃).

Causas de Variação	Germinação	Velocidade (dias ⁻¹)
Temperatura (T)	286,01**	46,05 **
Tratamento pré-germinativo (TP)	0,66 ns	6,93 **
Giberelina (GA ₃)	91,20 **	48,39 **
T x TP	0,98 ns	8,38 **
T x GA ₃	18,29 **	8,35 **
TP x GA ₃	2,37 ns	10,05 **
T x TP x GA ₃	1,58 ns	1,27 ns
C.V.	18,7	29,6

(ns) não significativo (**)significativo em nível de 1% de probabilidade, respectivamente.
(C.V.) coeficiente de variação.

Quanto aos tratamentos pré-germinativos utilizados (lixa e lixiviação) verificou-se que não houve diferença significativa para a porcentagem de germinação quando comparadas ao do grupo controle (sementes intactas). Pode-se inferir que o tegumento das sementes de *A. sellowiana* não forma uma barreira física que impeça a entrada de água e/ou oxigênio nas sementes, fato este, que poderia atrasar ou suprimir todo o processo de germinação (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios de porcentagem de germinação ($\arcsen \sqrt{G/100}$) para sementes de *Aegiphyla sellowiana* submetidas a tratamentos pré-germinativos.

Tratamentos pré-germinativos	$\arcsen \sqrt{G/100}$
Controle	42 A
Lixa	44 A
Lixiviação	43 A

Para cada parâmetro avaliado, médias, seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si ($P > 0.05$).

As sementes de *A. sellowiana* submetidas a diferentes tratamentos com giberelina (GA_3), independente da temperatura utilizada, apresentaram maiores valores de porcentagem de germinação se comparadas ao grupo controle (0 mg.L^{-1} de GA_3). As temperatura alternadas de: $20-30^\circ\text{C}$ e $25-35^\circ\text{C}$ proporcionaram maior germinação, sendo que $20-30^\circ\text{C}$ produziu os maiores valores de germinação quando de não adição ou da adição de 10 mg.L^{-1} de GA_3 , e não diferiu da temperatura de $25-35^\circ\text{C}$ (58%), quando foi adicionado 20 mg.L^{-1} de GA_3 (Tabela 4).

Quando se avaliou a interação existente entre temperatura e o hormônio observou-se que o maior valor de porcentagem de germinação (72%) foi obtido com o uso de 10 mg.L^{-1} de GA_3 e sob a temperatura alternada de $20-30^\circ\text{C}$. Observou-se ainda que, na ausência de GA_3 e sob temperaturas constantes, foram obtidos valores inferiores a 5% de germinação. No entanto, nestas mesmas temperaturas a giberelina produziu aumento na porcentagem de germinação das sementes, indicando que a interação temperatura e hormônio estimularam o crescimento do embrião.

Tabela 4 – Valores médios de germinação ($\arcsen\sqrt{G/100}$) para as diferentes temperaturas e tratamentos com GA₃.

Temperatura	$\arcsen\sqrt{G/100}$		
	Concentração de GA3		
	0 mg.L-1	10 mg.L-1	20 mg.L-1
25°C	4 b C	37 a C	44 a B
30°C	1 c C	21 b D	35 a B
20-30°C	63 b A	72 a A	64 ab A
25-35°C	53 b B	59 ab B	62 a A

Para cada parâmetro avaliado, médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si ($P>0.05$).

DMS (diferença média significativa) para temperatura 7.88. DMS (diferença média significativa) para tratamento 8.66

Fatores ambientais como temperatura e fotoperíodo alteram o desenvolvimento vegetal, podendo ocorrer aumento da biossíntese das giberelinas em sementes, que afetam o desenvolvimento embrionário causando repressão nos genes envolvidos na manutenção da dormência, propiciando que processos como a expansão e/ou divisão das células embrionárias ocorram até haver protrusão da raiz primária (Olszewski *et al.*, 2002; Borghetti, 2004).

O ácido giberélico aumentou a porcentagem de germinação em sementes de outras espécies como: *Echinacea purpurea* (Kochankov *et al.*, 1998), *Hyphaene thebaica* (Moussa *et al.*, 1998), *Albizia grandibracteata* (Tigabu e Odén, 2001) e *Balanites aegyptiaca* (Schelin *et al.*, 2003), indicando a eficiência em aumentar a germinação de algumas espécies florestais. As giberelinas estimulam ou promovem a síntese de enzimas como endo- β -mananases que estão envolvidas no enfraquecimento das paredes celulares, ou hidrolizam as reservas de amilases armazenadas eventos esses, relacionados com a protrusão da raiz primária (Taiz e Zaiger, 2004).

As sementes de *Solanum lycocarpum* (Castellani, 2003) e *Sebastiania commesoniana* apresentaram aumento nos valores de porcentagem e velocidade de germinação quando submetidas à temperatura alternada 20-30°C (Santos e Aguiar, 2000). Para sementes de *Colubrina gladulosa* Perk foram encontrados em experimentos realizados sob temperatura constante de 25°C e em alternada de 20-30°C, valores elevados de porcentagem de germinação, indicando que essa espécie é indiferente às temperaturas avaliadas (Albuquerque *et al.*, 1998).

A alternância de temperatura pode propiciar a germinação de sementes de algumas espécies tropicais, pertencentes a estádios sucessionais iniciais de uma comunidade vegetal. As flutuações de temperatura do ambiente são as principais causas do enfraquecimento do tegumento das sementes de muitas espécies. A oscilação de temperatura do solo em áreas abertas é relativamente elevada, ocorrendo variação máxima na sua superfície (Perez, 2004; Takagi, 2004).

Para a maioria das espécies, a temperatura influencia a velocidade e a porcentagem de germinação, pois altera a velocidade de reação de processos químicos, de absorção de água, aumentando ou diminuindo a duração das fases das reações metabólicas do processo germinativo, incluindo a hidrólise e translocação das reservas armazenadas nas sementes (Baskin e Baskin, 2001).

Com relação à velocidade de germinação, o uso de lixa em sementes de *A. sellowiana* ocasionou diminuição da velocidade, independente da temperatura utilizada. Sob temperatura alternada de 20-30°C e 25-35°C, foram observados os maiores valores de velocidade de germinação, independente do tratamento pré-germinativo empregado. Associando o emprego de tratamentos pré-germinativos e de diferentes regimes de

temperatura observa-se que para o grupo controle, as temperaturas alternadas promoveram aumento da velocidade de germinação. Também o uso dos tratamentos pré-germinativos (lixa e lixiviação) proporcionaram os maiores valores de velocidade de germinação sob 20-30°C (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios de velocidade de germinação (dias) para as diferentes temperaturas e escarificação avaliados.

Escarificação	Temperatura			
	25°C	30°C	20-30°C	25-35°C
Controle	0.0215 b B	0.0217 b A	0.0410 a A	0.0414 a A
Lixa	0.0180 b B	0.0233 b A	0.0452 a A	0.0180 b C
Lixiviação	0.0328 b A	0.0188 c A	0.0451 a A	0.0328 b B

Para cada parâmetro avaliado, médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0.05$).

DMS (diferença média significativa) para Escarificação 0.0086

DMS (diferença média significativa) para Tratamento 0.0095

Para a velocidade de germinação observa-se que as temperaturas alternadas 20-30°C e 25-35°C promoveram aumento nesses valores, independente da aplicação ou não de GA₃ (10 e 20 mg.L⁻¹). Observa-se ainda que com adição de GA₃ houve um aumento na velocidade de germinação, independente das temperaturas avaliadas. Analisando-se a interação existente entre temperatura e adição do ácido giberélico, observa-se que com as duas concentrações de GA₃ utilizadas houve aumento significativo dos valores de velocidade de germinação das sementes em todas as temperaturas avaliadas, mas este aumento não foi proporcional ao aumento da concentração de GA₃. Sob temperatura constante de 30°C, sem adição de giberelina, houve inibição da germinação. (Tabela 6).

Tabela 6 - Resultado da análise de variância para valores médios de velocidade de germinação (dias) para as diferentes temperaturas e tratamentos com GA₃ avaliados.

Temperaturas	Tratamentos		
	0 mg.L ⁻¹	10 mg.L ⁻¹	20 mg.L ⁻¹
25°C	0.0145 b B	0.0293 a B	0.0284 a B
30°C	0	0.0300 a B	0.0337 a AB
20-30°C	0.0407 b A	0.0505 a A	0.0401 b A
25-35°C	0.0237 b B	0.0339 a B	0.0346 a AB

Para cada parâmetro avaliado, médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

DMS (diferença média significativa) para hormônio 0.0095

DMS (diferença média significativa) para temperatura 0.0086

O ácido giberélico interfere na velocidade de germinação ao aumentar a atividade de enzimas hidrolíticas, mobilizando as reservas armazenadas na semente. Assim, ao converter o amido em açúcar o potencial hídrico da célula diminui possibilitando a entrada de água para o interior das células, etapa essa essencial aos processos de divisão ou alongamento celular (Castro *et al.*, 2005).

Quando o tegumento das sementes foi lixado, houve um atraso na germinação das sementes em relação ao grupo controle. Porém, independente do tratamento pré-germinativo utilizado, a adição de GA₃ aumentou significativamente a velocidade de germinação quando comparada com o controle (Tabela 7).

Houve interação significativa entre a escarificação e aplicação de GA₃ e as sementes lixadas, que não receberam GA₃, apresentaram os menores valores de velocidade de germinação, quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios de velocidade de germinação (dias) após aplicação de pré-tratamentos com e sem adição de giberelinas.

Hormônio (GA ₃)	Escarificação		
	Controle	Lixa	Lixiviação
0 mg.L ⁻¹	0,0190 b B	0,0092 c B	0,0310 a A
10 mg.L ⁻¹	0,0386 a A	0,0367 a A	0,0325 a A
20 mg.L ⁻¹	0,0367 a A	0,0323 a A	0,0336 a A

Para cada parâmetro avaliado, médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).
DMS (diferença média significativa) para temperatura 0.0075
DMS (diferença média significativa) para tratamento 0.0075

Em sementes de *Passiflora alata* a pré-embebição em 300 mgL⁻¹ de ácido giberélico proporcionou maior porcentagem e velocidade de germinação (Coneglian *et al.*, 2000) e as sementes de *Smilax japecanga* tiveram a germinação aumentada de 10% para 56% quando imersas em ácido giberélico 1,65 mM durante 48 h (Santos *et al.*, 2003).

A germinação de sementes de *Plantago ovata* foi elevada e houve aumento da sobrevivência em campo das plântulas com a aplicação de giberelinas durante a embebição das sementes (McNeil e Duran, 1991). Porém, o uso do ácido giberélico não apresentou efeito significativo na porcentagem de germinação de sementes de *Campomanesia rufa* (Blank *et al.*, 1997) e *Bauhinia forficata* (Clemente Filha, 1996).

Experimento 2 – Efeito da luz e temperatura na germinação de sementes

Com relação aos estudos sobre os efeitos simultâneos de diferentes qualidades de luz e de regimes térmicos, houve interação significativa entre esses fatores para a porcentagem e ausência de interação e dos seus efeitos isolados para a velocidade de germinação (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores de F resultantes da análise de variância, referentes à porcentagem e ao índice de velocidade de germinação (dias^{-1}) de sementes de *Aegiphyla sellowiana*, submetidas a diferentes condições de luz e temperatura.

Causa de variação	Valores de F	
	Germinação	Velocidade de germinação
F para luz	55,1025 **	2,36 ns
F para Temperatura	12,5585 **	1,024 ns
F para luz x temperatura	5,4532 **	1,12 ns
C.V.	25,36	44,34

(**) significativo em nível de 1% de probabilidade, (ns) não significativo pelo teste de Tukey.
(C.V.) Coeficiente de variação.

Com relação à porcentagem de germinação, observou-se que em termos médios, o maior valor foi obtido com a exposição a temperatura alternada de 15-25°C seguido pelo par de 25-35°C, independente da qualidade de luz utilizada. Os maiores valores de porcentagem foram obtidos na presença de luz branca e vermelha independente da temperatura utilizada (Tabela 10).

Tabela 10 – Resultado da análise de variância para os valores médios de germinação ($\arcsen\sqrt{G/100}$) sob diferentes condições de temperatura e luz.

Temperatura	Germinação			
	Luz			
	Vermelho extremo	Vermelho	Escuro	Branca
25°C	23 a B	38 a A	3 b B	34 a B
15-25°C	47 a A	51 a A	19 b B	50 aAB
20-30°C	9 b B	53 a A	7 b B	52 a A
25-35°C	21 c B	47 ab A	32 bc A	51 a A

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey.
 Letras maiúsculas comparam os dados na coluna, minúscula comparam dados nas linhas.
 DMS (diferença média significativa) 15.52 (luz e temperatura)

As sementes que foram expostas à temperatura alternada de 25-35°C e mantidas no escuro apresentaram elevação na porcentagem de germinação, atingindo 32%. Esse fato também foi observado em sementes de *Cecropia hololeuca* Miq. que teve seu percentual de germinação elevado para 52%, quando mantidas no escuro e sob temperatura alternada (Godoi e Takaki, 2005).

Sementes de *Tabebuia pulcherrima* e *Tabebuia grandulosa* não germinaram quando expostas à temperatura constante, na ausência de luz e quando houve variação no fotoperíodo com o uso de luz vermelho extremo. Porém, quando as mesmas foram submetidas à temperatura alternada de 20-25°C, houve 40% de germinação e quando foram utilizados as temperaturas de 20-30°C e 20-35°C, a porcentagem de germinação atingiu 50% (Zaia e Takaki, 1998).

Ainda relacionado com a associação entre luz e temperatura observa-se que houve um aumento na porcentagem de germinação na presença da luz vermelho extremo sob temperatura alternada de 15-25°C. A exposição sob luz vermelha foi eficiente para aumentar a porcentagem de germinação em todas as temperaturas avaliadas (Tabela 11).

A interação dos fatores, luz e temperatura pode ser considerada um fator importante para a quebra de dormência (Zaidan e Barbedo, 2004) influenciando na germinação através das diferentes formas de fitocromo (Takaki, 2005).

Experimento em casa de vegetação.

Experimento 1 - Efeito do substrato na emergência e crescimento de plântulas.

Foi registrada interação significativa entre os fatores escarificação e substrato apenas para a porcentagem de emergência de plântulas. No entanto, o efeito da escarificação, quando avaliada isoladamente não foi significativo na porcentagem e velocidade de emergência. O substrato desempenhou efeito significativo tanto sobre a porcentagem como para a velocidade de emergência (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores de F resultantes da análise de variância, referentes à porcentagem e ao índice de velocidade de emergência de *Aegiphyla sellowiana*. Foram consideradas como causas de variação, escarificação das sementes e diferentes tipos de substrato.

Causas de variação	Valores de F	
	Germinação	IVE
Escarificação	0,4262 ns	2,83 ns
Substrato	22,63 **	9,18 **
Escarificação x Substrato	2,33 *	1,22 ns
C.V.	23,7	19,44

(**) (*) significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade, não significativa pelo teste de Tukey.
(C.V.) coeficiente de variação

Os maiores valores de porcentagem de emergência de *A. sellowiana* foram observados em solo de cerrado, independente ou não do uso da escarificação. No substrato agrícola, as sementes lixiviadas (24 horas em água corrente) foram as que promoveram maiores valores de emergência de plântulas. Com o uso da mistura substrato agrícola e vermiculita as sementes escarificadas apresentaram maiores valores de porcentagem de emergência diferindo estatisticamente do grupo controle (lixa e lixiviação) (Figura1).

A areia foi o substrato onde se registrou os menores valores de porcentagem e velocidade de emergência, podendo ser em decorrência da rápida drenagem da água, que restringe a disponibilidade hídrica para as sementes (Figura 1 e 2). Esse fato também foi observado em sementes de *Cnidoscopus phyllacantus* onde a areia não foi recomendada como substrato para germinação e emergência de plântulas (Silva *et al.*, 2004).

Porém, em sementes de *Sebastiania commersoniana*, valores elevados de porcentagem de germinação foram obtidos utilizando-se areia como substrato, sendo recomendada pelos autores, por apresentar vantagem para a retirada de plântulas intactas, facilitando as avaliações posteriores (Santos e Aguiar 2000).

Em sementes de pupunha semeadas em areia, também, foi verificado maiores valores de porcentagem de germinação, sendo justificados pelo elevado valor de teor de água das sementes (Ledo *et al.*, 2002).

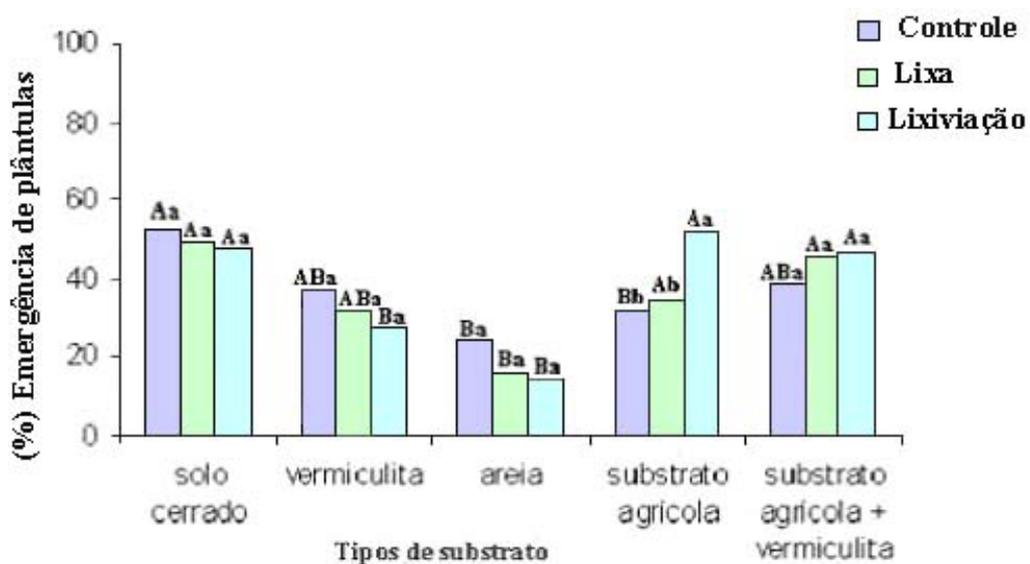


Figura 1 – Valores médios de emergência de plântulas de *Aegiphyla sellowiana* submetidas ou não (grupo controle) a diferentes métodos de escarificação (lixa e lixiviação) semeadas em diferentes tipos de substratos em casa de vegetação, temperatura 25°C a 30°C, com 78,25% de sombreamento. Letras minúsculas comparam dados de escarificação em cada tipo de solo, e maiúsculas comparam os diferentes tipos de solo para cada tratamento de escarificação.

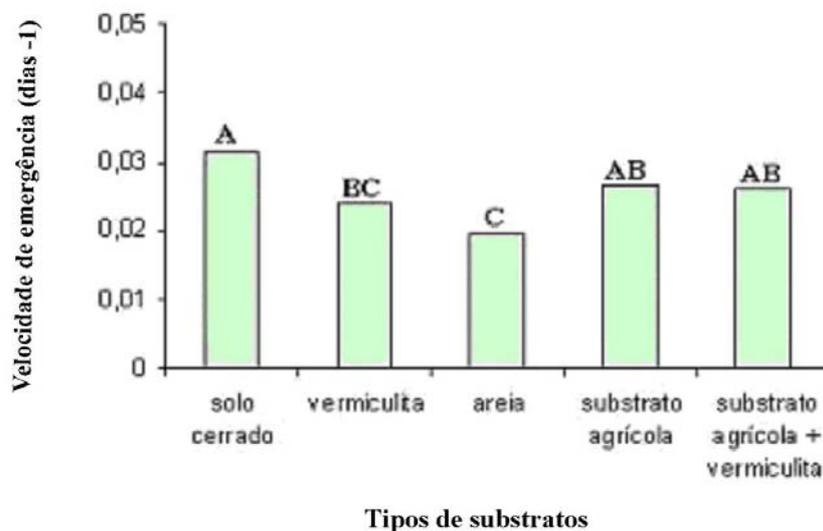


Figura 2 – Valores médios de velocidade de emergência para sementes de *Aegiphyla sellowiana* semeadas em diferentes tipos de substrato em casa de vegetação, temperatura 25°C a 30°C, com 78,25% de sombreamento. Letras maiúsculas comparam os dados sobre os diferentes tipos de solo.

Não houve efeito significativo da escarificação para comprimento da parte aérea e raiz. Para o substrato isoladamente, verificou-se que para o crescimento da parte aérea e da raiz, os diferentes métodos produziram variações significativas entre si. No entanto, para a massa seca das plântulas foi constatado efeito significativo com o uso da escarificação, substrato e para a interação escarificação x substrato. (Tabela 12).

Tabela 12 - Valores de F resultantes da análise de variância, referentes ao comprimento da parte aérea e raiz e da massa seca de plântulas de *Aegiphyla sellowiana*. Foram consideradas como causas de variação, escarificação das sementes e diferentes tipos de substrato.

Causas de variação	Valores de F		
	Parte aérea (cm)	Raiz (cm)	Massa seca (g)
Escarificação	2,8559 ns	0,8994 ns	5,96 **
Substrato	68,0363 **	9,2530 **	72,6228 **
Escarificação x Substrato	0,8312 ns	0,9533 ns	2,1739 *
C.V.	19,83	27,51	47,11

(**) (*) significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade, (ns) não significativo pelo teste de Tukey. (C.V.) coeficiente de variação.

Para as plântulas provenientes de sementes escarificadas (lixa e lixiviação) observou-se que não houve diferença significativa em relação ao grupo controle, tanto para o crescimento da parte aérea quanto para o da raiz (Figura 3).

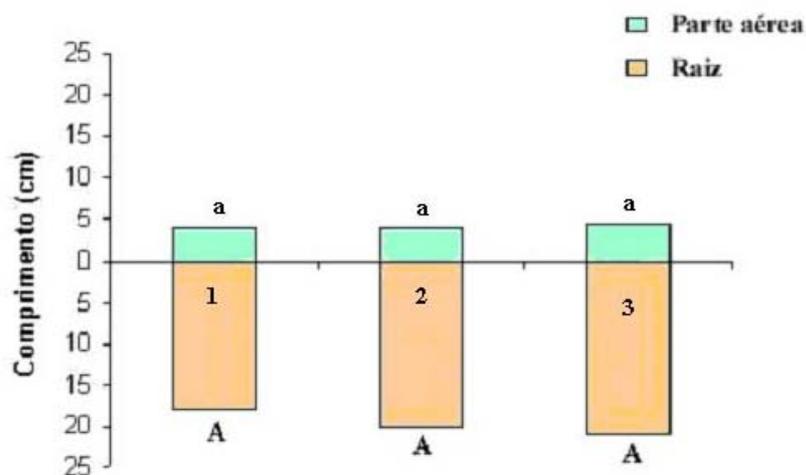


Figura 3 - Comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de *Aegiphyla sellowiana* escarificadas ou não (1- controle, 2- Lixa, 3- Lixiviação).

Com o uso de solo de cerrado houve o maior crescimento da parte aérea, diferindo estatisticamente dos demais substratos avaliados. Na areia e na vermiculita as plântulas apresentaram os menores comprimentos da parte aérea. Para o comprimento da raiz, o substrato solo de cerrado e a mistura substrato agrícola e vermiculita proporcionaram os maiores valores, não diferindo estatisticamente entre si. Na vermiculita também ocorreu alongamento da raiz, porém a parte aérea apresentou menor desenvolvimento (Figura 4).

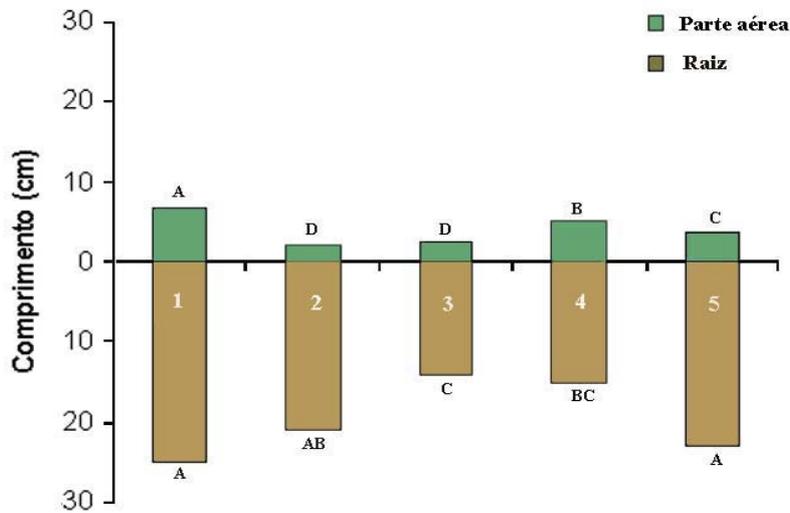


Figura 4 - Comprimento da parte aérea e raiz das plântulas de *Aegiphyla sellowiana* semeadas em diferentes tipos de solo (1- solo cerrado, 2- vermiculita, 3- areia, 4- substrato agrícola e 5- substrato agrícola mais vermiculita).

O maior crescimento do sistema radicular, em relação ao da parte aérea, é um mecanismo para assegurar a nutrição por meio da exploração do solo com maior quantidade de nutrientes (Taiz e Zaiguer, 2004).

Em estudos relacionando o crescimento de plântulas de *Mutinga calabura* em diferentes substratos constatou-se que em substrato solo + vermiculita + esterco bovino, houve aumento do comprimento da raiz em relação aos outros substratos avaliados, indicando que solos ricos em nutrientes proporcionam plântulas mais desenvolvidas. (Castro *et al.*, 1996).

O uso de solo de cerrado associado a escarificação (lixa e lixiviação) proporcionou maior acúmulo de biomassa pelas plantas, quando comparadas às demais condições (Figura 5).

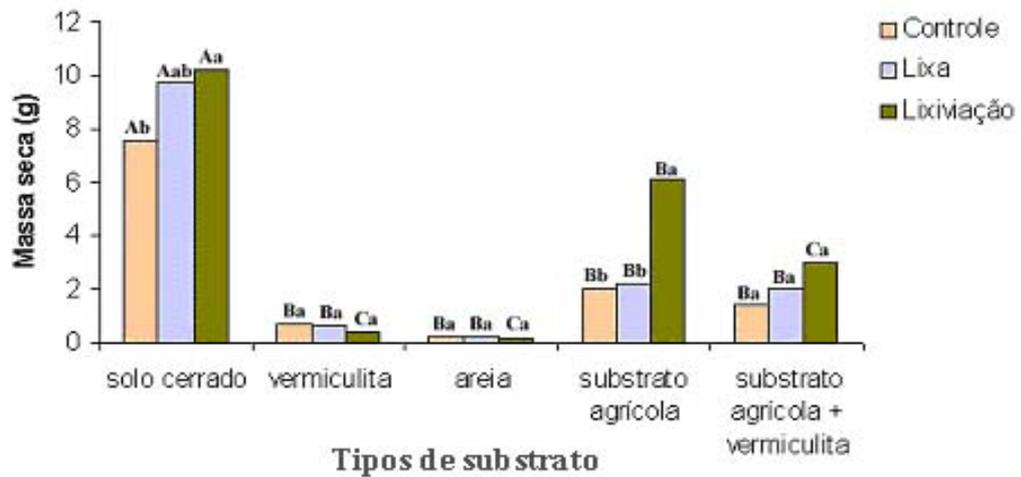


Figura 5 – Massa seca de plântulas de *Aegiphyla sellowiana* submetidas ou não (grupo controle) a diferentes métodos de escarificação (lixa e lixiviação) semeadas em diferentes tipos de substratos em casa de vegetação, temperatura 25°C a 30°C, com 78,25% de sombreamento. Letras minúsculas comparam dados de escarificação em cada tipo de solo maiúsculas comparam os diferentes tipos de solo em cada tratamento pré-germinativo.

A composição de nutrientes do solo está diretamente relacionada com a incorporação de biomassa nas plântulas. Plântulas de *Spondias tuberosa* avaliada em diferentes substratos tiveram aumento de 17,75 g de massa seca em areia para 39,85 g em solo (Cavalcanti *et al.*, 2002) e plântulas de *Eugenia dysenterica* apresentaram maior aumento de massa seca em decorrência do nível de nutrientes do solo (Souza *et al.*, 2000).

A escolha do substrato onde as sementes serão semeadas deve ser realizada de maneira criteriosa, pois o crescimento radicular e desenvolvimento da parte aérea estão diretamente relacionados com a aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos, fatores estes que podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes e emergência das plântulas (Caldeira *et al.*, 2000).

Para todos os substratos avaliados a ocorrência de plântulas anormais foi baixa, totalizando 10 indivíduos em todas as repetições, não justificando análise estatística. Como anomalia verificou-se engrossamento de raiz e epicótilo e bifurcação do epicótilo.

CONCLUSÕES

As sementes apresentam dormência fisiológica.

Os tratamentos mais eficientes para aumentar a porcentagem de germinação são: temperaturas alternadas 20-30°C e 25-35°C, adição de giberelina e lixiviação nas sementes.

As sementes apresentam fotossensibilidade.

O melhor substrato para o crescimento de plântulas foi o solo de cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. E. P.; GARCIA, Q. S. Efeito da luz e temperatura de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. v. 19, n. 1, p. 149-154, 2005.

AGUIAR, F. F. A.; BILIA, D. A. C.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; BARBEDO, C. J. Germinação de sementes de *Rhapis excelsa* (Thunb) Henry ex Rehder: efeitos da temperatura, luz e substrato. **Hoehnea**. v. 32, n. 1, p. 119-126, 2005.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. J. D.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N. D.; SILVA, L. M. M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaragi (*Colubrina glandulosa*). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 20, n. 2, p. 346-349 1998.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta oafilamento em plantas de trigo quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 401-408, 2001.

AMADOR, D. B.; VIANA, V. M. Dinâmica de capoeiras baixas na restauração de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**. n. 57, p. 69-85, 2000.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 1989. 247 p.

BARBEDO, C. J.; SANTOS, M. R. O.; BARBOSA, J. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Tamanqueiro) com base na coloração de frutos. **Informativo Abrates**. v. 3, n. 3, 1993.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds Ecology, biogeography and evolution of dormency**. Ed. Academic Press. 2001. 666p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BLANK, M. F. A.; ALVARENGA, A. A.; BLANK, A. F. Armazenamento e viabilidade de sementes de *Campomanesia rufa*. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 21, n. 1, p. 85-90, 1997.

BORGHETTI, F. Dormência embrionária.. FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004. 316 p.

BRASIL. Ministério da agricultura e reforma agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 1992. 365p.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, E. M. Produção de biomassa em uma procedência australiana de *Acacia mearnsii* De Wild. plantada no sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 201-206, 2000.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**. n. 57, p. 161-170, 2000.

CARDOSO, V. J. M. **Sementes: dormência ou quiescência**. Madri: La insignia, 2004.

CARNEIRO, J. W. P.; GUEDES, T. A. Influência do contato das sementes de stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) no substrato avaliado pela função de Weibull. **Revista Brasileira de Sementes**. v.14, n.1, p.65-68, 1992.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLAK, A. F.; SANTOS NETO, A. L.; AMÂNCIO, V. F. Produção de mudas de *Cassia grandis* L. em diferentes ambientes, recipientes e misturas de substrato. **Revista Ceres**. v. 49, n. 284, p. 341-352, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CASTELLANI, E. D. **Ecofisiologia da germinação, morfologia e armazenamento de sementes de três espécies de Solanum**. Tese (Doutorado em Agronomia Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, 2003. 198 p.

CASTRO, E. M.; ALVARENGA, A. A.; GOMIDE, M. B.; GEISENHOFF, L. O. Efeito de substrato na produção de mudas de calabura (*Mutinga calabura* L.). **Ciência e Agrotecnica**. Lavras. v. 20, n. 03, p. 366-370, 1996.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática. Editora Agronômica. **Revista Ceres**. Piracicaba. 2005. 605p.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) em diferentes substratos. **Revista Ceres**. v.49, n. 282, p. 97-108, 2002.

CLEMENTE FILHA, A. C. **Aspectos fisiológicos e fito-químicos de *Bauhinia forficata* Link e *Plantago major* L.** Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) Universidade Federal de Lavras- MG. 1996. 67 p.

COIMBRA, C. M. S.; SANTOS, E. P. *Aegiphyla* Jacq. (Verbenaceae) no estado do Paraná, Brasil. **Bradea**, Rio de Janeiro, RJ, v. 8, n. 29, p. 159-188, 2000.

CONEGLIAN, R. C. C.; ROSSETTO, C. A. V.; SHIMIZU, M. K.; VASCONCELLOS, M. A. S. Efeitos de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n.3, p.463-467, 2000.

DELACHIAVE, M. E. A.; PINHO, S. Z. Scarification, temperature and light in germination of *Senna occidentalis* seed (Caesalpinaceae). **Seed Science and Technology**. v. 31, p. 225-230, 2003.

EIRA, M. T. S.; CALDAS, L. S. Seed dormency and germination as concurrent processes. **Brasilian Journal of Plant Physiology**. v.12, p.85-103, 2000.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge. 2005, 241 p.

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.; TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* CURTIS em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina 1. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 27, n. 2, p. 277-280, 2005.

GEMAQUE, R. C. R.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A; FARIA, J. M. Efeito das secagens lenta e rápida em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 329-335, 2005.

GODOI, S.; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de embaúba. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília. .v.27, n.2, p. 87-90, 2005.

JESUS, R. M.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Programa de produção e tecnologia de sementes florestais da floresta Rio Doce S.A.: uma discussão dos resultados. **Anais Simpósio Brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais**. Atibaia, v.2, p. 59-86, 1991.

JORDAN, C. F.; HERRERA, R. Tropical rain forest: Are nutrients really criticac? **The American Naturalist**. Chicago. v.117, n.2, p.167-180, 1981.

KOCHANKOV, V. G.; GRZESIK, M.; CHOJNOWSKI, M.; NOWAK, J. Effect of temperature, growth regulators and other chemical on *Echinaceae purpurea* (L.) Moench seed germination and seedling survival. **Seed Science and Technology**. v.26, p.547-554, 1998.

KRETSCH, R. E.; POPPE, C.; SCHAPER, E. A. A new type of mutation in the plant photoreceptor phytochrome B cause loss of photoreversibility and an extremely enhanced light sensitivity. **The Plant Journal**. v. 22, p. 177-186, 2000.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington, Secretaria Geral da OEA 1983.

LEDO, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; LEDO, F. J. S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Ciência Agronômica**. v.33, n.1, p.29-32, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 382p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**.. Piracicaba: Esalq. 2005. 495 p.

McNEIL, D. L.; DURAN, R. S. Effects of pre-germination treatments on seedling establishment and development of *Plantago ovata* Forsk. **Tropical Agriculture**. Surrey. v. 69, n. 3, p. 229-234, 1991.

MENEZES, N. L.; FANZINI, T. R.; NUNES, E. P. Germinação de sementes de *Salvia splendens* selow em diferentes temperaturas e qualidade de luz. **Revista Brasileira de sementes**. v. 26, n. 1, p. 32-37, 2004.

MOUSSA, H.; MARGOLIS, H. A.; DUBE, P. A.; ODONGO, J. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid zone of Niger, West Africa. **Forest Ecology and Management**. v. 104, p. 27-41, 1998.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIN, P. R. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influência dos hormônios vegetais. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, n. 3, p.573-579, 2004.

OLSZEWSKI, N.;SUN,T.;GUBLER, F. Gibberellin signaling: biosynthesis, catabolism and response pathways. **The plant cell**. (suppl.), p. 61-80, 2002.

PEREZ, S. C. J .G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F.(Org.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004. 316 p.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.) **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 215-274, 1993.

ROBERTS, E. H. Seed storage for genetic conservation. **Plants Today**, v. 2, n. 1, p. 12-17, 1989.

ROSA, S. D. V. F.; PINHO, E. V. R.; VIEIRA, M. G. G. C.; VEIGA, R. D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem de milho. **Revista Brasileira de Semente**. Brasília, v. 22, n. 1, p. 54-63, 2000.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**. Viçosa, MG. v.26, n. 2, p. 209-215, 2002.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da Germinação: Um enfoque estatístico**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2004. v. 1. 247 p.

SANTOS, G. P.; ARAÚJO, F. S.; FANTUZZI NETO, H.; MONTEIRO, A. J. A. Notas preliminares sobre danos causados por *Hexachaeta* sp. (Diptera: tephritidae) em sementes de papagaio -*Aegiphyla sellowiana* CHAM., 1832 (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 2, p. 311-316. 1994b.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V.; LÉO, E. A.; DUARTE, N. F. Notas preliminares sobre danos causados por *Hexachaeta* sp. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) em sementes de papagaio-*Aegiphyla sellowiana* CHAM., 1832 (VERBENACEAE). **Revista Cerne**, v.2, n. 2, p. 1-9. 1996.

SANTOS, M. R. A.; PAIVA, R.; GOMES, G. A. C.; PAIVA, P. D. O.; PAIVA, L. V. Estudos sobre superação de dormência em sementes de *Smilax japecanga* GRISEBACH. **Ciência Agrotecnica**, Lavras. v. 27, n. 2, p. 319-324, 2003.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* Baill.) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 22, n. 1, p. 120-126, 2000.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersonina* (Bail) Smith e Downs-Esuthorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 32, n. 6, p. 2002.

SHELIN, M.; TIGABU, M.; ERIKSSON, I.; SAWADOGO, L.; ODÉN, P. C. Effects of scarification, gibberellic and heat treatments on the germination of *Balanites aegyptiaca*

seeds from the Sudanian savanna in Burkina Faso. **Seed Science and Technology**. v. 31, p. 605-617, 2003.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidosculus phyllanthus* Pax e K. Hoffm. (Faveleira). **Revista Brasileira de sementes**. Brasília. v. 26, n. 1, p. 9-14, 2004.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Ed. Artmed. 2004. 719p.

TAKAGI, F. M. T. **Influência do dossel florestal sobre a germinação de duas espécies ruderais *Elephantopus mollis* e *Rumex crispus***. Dissertação (Mestrado). USP. 2004. 65p.

TAKAKI, M. A luz como fator de estresse na germinação de sementes. In: NOGUEIRA, R. J .M. C; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Eds). **Estresses Ambientais: Danos e Benefícios em Plantas**. Recife. UFRPE. 2005. p. 243-268,

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds on forms based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Lavras. v. 13, n. 1, p. 103-107, 2001.

TIGABU, M. e ODÉN, P. C. Effects of scarification, gibberellic and temperature on seed germination of two multipurpose *Albizia species* from Ethiopia. **Seed Science and Technology**. v. 29, p. 11-20, 2001.

VAN HUIZEN, R.; OZGA, J. A.; REINECKE, D. M. Influence of auxin and gibberellin on vivo protein synthesis during early pea fruit growth. **Plant Physiology** . p. 53-59, 1996.

ZAIA, J. E.; TAKAKI, M. Estudo da Germinação de Sementes de Espécies Arbóreas Pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn e *T. granulosa* Cogn. **Acta Botanica Brasilica**, SP, v. 12, p. 227-238, 1998.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004. 316p.

ZAR, J. **Bioestatistical analysis**. Prentice Hall, New Jersey. 1999. 663 p.

EFEITO DO ENVELHECIMENTO PRECOCE E ESTRESSE TÉRMICO NO VIGOR DE SEMENTES DE *Aegiphyla sellowiana* CHAM.

RESUMO – *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) é conhecida popularmente como tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura, entre outros nomes e, como se trata de uma espécie característica dos estádios iniciais da sucessão ecológica é recomendada para recuperação de áreas degradadas. Este estudo teve como objetivos avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado, conduzido à 45°C e 100% UR durante 0; 6; 12; 24 e 48 h em identificar variações no vigor das sementes e avaliar o efeito de temperatura supra ótima (50°C) durante 0; 6; 12; 24; 36 e 48 h na viabilidade e vigor de plântulas. As sementes envelhecidas durante seis horas apresentaram significativo aumento na porcentagem de emergência, em relação as não envelhecidas e aos períodos de envelhecimento; e a velocidade de germinação aumentou após 48 h de envelhecimento em relação aos períodos de 6; 12 e 24 h. A menor incorporação de massa seca foi registrada nas plântulas originadas de sementes submetidas a 48 h de envelhecimento, sendo constatado que nesse período ocorreu maior alongamento da raiz e da parte aérea das plântulas. Quando as sementes secas foram expostas à temperatura de 50°C também houve aumento na porcentagem de emergência de plântulas originadas de sementes que permaneceram 6 h a 50°C e também, um aumento nos valores de velocidade de

emergência para os grupos: controle e em sementes que ficaram expostas durante 24; 36 e 48 h nessa temperatura e depois semeadas. Um maior acúmulo de massa seca foi registrado em plântulas originadas de sementes expostas a 50 °C durante 36 h. Para o crescimento da parte aérea e da raiz houve uma tendência de alongamento após 12 horas sob condições de estresse térmico.

Palavras chave: temperatura, viabilidade, estresse, germinação e vigor.

ABSTRACT - *Aegiphyla sellowiana* Cham. (Verbenaceae) it is known popularly as tamanqueiro, minura, among others names and, as it is a characteristic species of initial stadiums of the ecological succession it is recommended for recovery of degraded areas. This study it had as objective to evaluate the efficiency of the test of accelerated aging, lead to the 45°C and 100% UR during 0; 6; 12; 24 and 48 h in identifying variations in the vigor of the seeds and evaluating the effect of supra optimum temperature (50°C) during 0; 6; 12; 24; 36 and 48 h in the viability and vigor of seedling. The seeds submitted to six hours aging had presented significant increase in the percentage of emergency, relation not aged and to the periods of aging; e the germination speed increased 48 after h of aging in relation to the periods of 6; 12 and 24 h. The least incorporation of dry mass was registered in seedling originated of the 48 h seed's aging, being evidenced that in this period bigger along of the root and the aerial part of seedling occurred. When the dry seeds had been displayed to the temperature of 50°C had increase in the percentage of emergency of seedling originated of 6 h seeds exposition to this temperature and, an increase in the values of speed of emergency for the groups: control and in seeds that had been displayed during 24; 36 and 48 h in this temperature and later sown. A bigger accumulation of dry mass was registered in seedling originated of the seeds displayed at 50°C during 36 h. For the growth of the aerial part and the root it had an along trend after 12 hours under conditions of thermal stress.

Key-words – temperature, aging, stress, germination, vigor.

INTRODUÇÃO

Para um melhor aproveitamento de um lote de sementes e um direcionamento quanto à escolha de condições ideais de armazenamento deve-se avaliar a qualidade fisiológica das sementes como tentativa de prolongar sua viabilidade, reduzindo o processo de deterioração que se inicia no ponto de maturação fisiológica.

Existem vários testes que procuram determinar a qualidade fisiológica das sementes com o objetivo de fornecer informações sobre o vigor e a viabilidade de um lote. Com aplicação dos testes de germinação de sementes e de desenvolvimento das plântulas é possível registrar valores de parâmetros como a porcentagem e velocidade de germinação das sementes, emergência de plântulas e biomassa incorporada quando submetidas a condições ambientais adversas e, com a análise e comparação destes valores com aqueles obtidos para um grupo controle, darão informações sobre variações no vigor e viabilidade das sementes (Marcos Filho, 2005).

O vigor de uma semente pode ser afetado por vários fatores como: características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias. Os diversos testes de avaliação do vigor continuam sendo um grande desafio para os tecnologistas em sementes, devido a sua subjetividade e dificuldade de padronização (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Para as sementes de espécies florestais a interpretação das respostas dos testes que avaliam o vigor torna-se bastante difícil devido à característica selvagem das mesmas e algumas apresentam um comportamento diferenciado durante a germinação, relacionado com o processo de maturação ou presença de dormência nas sementes.

Alguns testes como o envelhecimento artificial ou natural e ainda o estresse térmico são baseados na resistência das sementes e são amplamente recomendados pela

Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1993) e pela International Seed Testing Association (ISTA, 1995), para avaliar o limite de tolerância destas frente a condições adversas e, partindo da premissa que sementes mais vigorosas são mais resistentes a ambientes desfavoráveis.

O teste do envelhecimento precoce tem como base, manter as sementes durante determinados períodos de tempo sob condições adversas, incluindo elevados valores de temperatura e umidade relativa, ocasionando dessa forma, uma rápida deterioração em sementes. A perda da viabilidade ocasionada pelo envelhecimento artificial ou natural nas sementes ocorre em função da degeneração estrutural provocada pela ação de radicais livres, que são produzidos como resultado da peroxidação de lipídios, ocorrida em sementes durante o envelhecimento (Marcos Filho, 2005).

Os radicais livres, como o (H^+), combinam-se com outros radicais livres dos grupos carboxílicos (ROOH), deixando livre um radical peróxido (ROO), altamente reativo, o qual reage com os lipídios das membranas levando à deterioração destas, o que facilita a perda de componentes celulares para o meio externo, podendo ainda ocorrer desnaturação de biomoléculas e acúmulo de substâncias tóxicas no interior celular (Vieira *et al.*, 1994; Camargo *et al.*, 2000).

Sementes com baixa qualidade fisiológica se deterioram mais rapidamente do que as vigorosas e, quando submetidas ao envelhecimento precoce apresentam maior redução na viabilidade e no vigor (Panobianco e Marcos Filho, 2001).

Com relação ao termo estresse, existem na literatura várias definições e, neste trabalho será adotada a que afirma que, todo fator externo que exerça alguma influência desvantajosa para planta é considerado estresse (Marcos Filho, 2005).

O estresse pode ser considerado uma estratégia ecológica, uma vez que uma crescente demanda fisiológica induz a planta a uma desestabilização funcional, seguida por uma normalização e, depois, há uma melhora na resistência, processo esse denominado aclimação. Porém, quando são ultrapassados os limites de tolerância da espécie podem ocorrer danos permanentes ou a morte das sementes (Gaspar *et al.*, 2002).

Muitos fatores ambientais, dentre eles a temperatura pode ser considerado uma causa de estresse durante o processo de germinação das sementes. A vegetação dos diferentes biomas brasileiros, dependendo de sua distribuição geográfica, está sujeita a temperaturas sub zero nas regiões serranas, bem como a temperaturas elevadas, comumente encontradas em domínios de Cerrado e Caatinga (Borghetti, 2004).

Quando submetidas a estresses térmicos de diferentes intensidades, as sementes podem adquirir dormência secundária (termodormência nesse caso) retardando ou suprimindo a germinação e depois, sob temperatura ótima, podem reativar o seu crescimento. As variações de temperatura também interagem com os hormônios vegetais alterando seus níveis endógenos, sendo co-responsáveis pela indução e liberação da dormência adquirida (Zaidan e Barbedo, 2004).

As altas temperaturas produzem um decréscimo na força das ligações de hidrogênio e das interações eletrostáticas entre os grupos polares de proteínas, na fase aquosa da membrana, modificando sua composição e a sua estrutura, podendo causar a inibição na atividade de respiratória, que depende da atividade de transportadores de

elétrons e de enzimas associados às membranas (Taiz e Zaiger, 2005). O estresse térmico ocasiona mudanças funcionais na estrutura celular como perda de estabilidade da biomembrana, havendo a perda das funções que mantêm as atividades vitais das sementes. Essas mudanças podem ser reversíveis ou permanentes, mesmo sob condições temporárias de estresse (Larcher, 2004).

Para algumas sementes com envoltório rígido, o estresse térmico auxilia na germinação, pois quando as mesmas são expostas a temperaturas elevadas, ocorrem fissuras no tegumento, facilitando a entrada de água, ativando o metabolismo necessário para iniciar o processo germinativo (Bell *et al.*, 1993).

A espécie *Aegiphyla sellowiana* Cham. é popularmente conhecida por tamanqueiro, pau-de-tamanco, minura, pertencente à família Verbenaceae, seguindo o sistema de classificação utilizado por Jorgensen e Leon-Yanes (1999). Está incluída no grupo ecológico das espécies pioneiras (Coimbra e Santos, 2000), sendo encontrada nas florestas semidecídua e pluvial, nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. A altura da árvore varia de quatro a dez metros de comprimento, é decídua, heliófita, com rápido crescimento vegetativo. Seus frutos podem ser coletados entre os meses de fevereiro a abril e, quando maduros, apresentam coloração alaranjada. Produz grande quantidade de sementes, podendo um quilograma conter 32.000 unidades, porém a porcentagem e velocidade de germinação são consideradas baixas e, a emergência das plântulas ocorre entre 50 a 100 dias, sem o uso de tratamentos pré - germinativo (Lorenzi, 2002).

OBJETIVOS

Devido ao fato da dificuldade existente em padronizar e interpretar as respostas dos testes que avaliam o vigor, este trabalho teve como metas:

Avaliar a eficiência do teste de envelhecimento precoce em identificar diferenças no vigor das sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham.;

Verificar como as temperaturas elevadas afetam a emergência de plântulas e incorporação de biomassa.

MATERIAL E MÉTODOS

Material biológico

Foram selecionados dez indivíduos para a realização das coletas dos frutos, onde se retirou o cacho com auxílio de uma tesoura de poda, diretamente dos galhos das árvores. Diásporos maduros de *Aegiphyla sellowiana* com coloração laranja a avermelhada, foram coletados na fazenda da Cooperfrango, município de Analândia, no Estado de São Paulo, em abril de 2004. As amostras de ramos, folhas, e frutos de exemplares adultos foram também coletados e processados para obtenção de exsiccatas, as quais foram incorporadas junto ao “Herbarium” da Universidade Federal de São Carlos, como documento taxonômico 7205.

Envelhecimento Precoce

Para avaliação da eficiência do envelhecimento precoce em detectar variações no vigor das sementes foram utilizadas caixas plásticas do tipo “gerbox”, com compartimento individual para acomodação das amostras submetidas ao teste. Para cada “gerbox” foi adaptada uma tela de alumínio sob a qual foram distribuídas 100 sementes intactas de *Aegiphyla sellowiana* Cham. Na parte inferior do “gerbox”, sob a tela de alumínio, foram adicionados 40 mL de água destilada (Marco Filho, 2005). Em seguida, as caixas foram tampadas e mantidas durante os períodos de 0; 6; 12; 24 e 48 h em uma câmara de envelhecimento (PROLAB), previamente regulada para a temperatura de 45°C

e, com umidade relativa de 100% (Marcos Filho, 2005). Como grupo controle foram utilizadas sementes não envelhecidas.

Estresse térmico

Para aplicação do estresse térmico, as sementes sem qualquer tratamento prévio, foram colocadas em latas de alumínio abertas e, em seguida, permaneceram durante os períodos de 0 (controle), 6; 12; 24; 36 e 48 h em estufa à 50°C. Adicionalmente, adotou-se como controle sementes que não foram submetidas ao estresse térmico.

Procedimento comum após o envelhecimento precoce e o estresse térmico

As sementes foram previamente lavadas em solução de hipoclorito de sódio (2,5%) durante 5 min depois lavadas com água destilada e, finalmente secas em papel - filtro. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, para cada um dos diferentes períodos de envelhecimento e estresse, semeadas a dois cm de profundidade em bandejas de isopor divididas em células, contendo como substrato, o solo sob cerrado. As bandejas de isopor foram mantidas em casa de vegetação (temperatura variando entre 25°C e 30°C com 78,25% de sombreamento artificial).

Foram realizadas regas a cada dois dias e, as contagens do número de plântulas emergidas foram efetuadas diariamente. Foi considerada uma plântula emergida aquela cuja parte aérea media pelo menos 2 cm acima do substrato. Aos 60 dias após a semeadura foi realizada a separação em plântulas normais e anormais (Brasil, 1992).

Com o auxílio de uma régua e de um paquímetro realizou-se a medição da parte aérea e do sistema radicular das plântulas pertencentes a cada tratamento e, em seguida, as plântulas foram colocadas em sacos de papel, os quais foram levados para estufa com circulação forçada de ar sob temperatura de 80°C, durante 48 h (Fanti e Perez, 2005). Em seguida, as amostras permaneceram em dessecadores até o resfriamento para serem pesadas em balança de precisão (Carvalho e Nakagawa, 2000). Os valores obtidos para massa seca (g) da plântula foram divididos pelo número de plântulas normais emergidas dentro de cada repetição e, em seguida, calculadas a média final das quatro repetições.

Cálculos matemáticos e análise estatística – Os cálculos de porcentagem e velocidade de emergência de plântulas foram feitos segundo Maguire (1962). O delineamento empregado foi inteiramente casualizado, e os dados obtidos para a velocidade e porcentagem de emergência foram submetidos à análise de regressão polinomial, com o auxílio do programa ESTAT – Sistema para Análise Estatística (Banzato e Kronca, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Envelhecimento Precoce

Após as sementes terem sido submetidas ao envelhecimento precoce e ao estresse térmico, foi avaliado vigor das sementes pela porcentagem de germinação, velocidade de emergência e peso de massa seca. Foi possível registrar pelos testes citados acima a capacidade limite de germinação e de desenvolvimento de plântulas sob condições adversas de temperatura e umidade.

As sementes de *A. sellowiana* que permaneceram durante 12 h em câmara de envelhecimento precoce apresentaram fungos em seu envoltório. Este fato também foi verificado para sementes de *Chorisia speciosa*, envelhecidas durante 72 h a 45°C (Fanti e Perez, 2005). Em sementes de *Copaifera langsdorffi* envelhecidas a 42 °C durante 48 h foi verificada alta incidência de *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp e *Clarosporium* sp, todos considerados fungos que atacam as sementes durante o processo de armazenamento (Carvalho *et al.*, 2006).

Os fungos invadem as sementes logo após a colheita e desenvolvem-se rapidamente quando a umidade relativa do ar supera 80%, e à medida que se intensifica a atividade fúngica aumenta o grau de degeneração das sementes. Esses patógenos têm a capacidade de reduzir a germinação das sementes, danificando sua membrana celular até um estágio que ocasiona a morte do embrião (Marcos Filho, 2005).

Após a finalização dos testes foram feitos ajustes matemáticos dos dados obtidos, que possibilitou visualizar um aumento na porcentagem de emergência de plântulas originadas de sementes envelhecidas por 6 e 12 h sob temperatura de 45°C. Este

acréscimo na germinação pode estar relacionado com aumento na absorção de água em decorrência dos altos valores de umidade e temperatura, que ativaram o metabolismo das sementes, acelerando o processo de germinação, uma vez que a espécie em questão é tolerante a estas condições (Figura 1A e B).

Para os períodos de 24 e 48 h na câmara de envelhecimento precoce, houve um decréscimo na porcentagem de emergência das plântulas, indicando que as mesmas apresentaram redução na viabilidade e no vigor, porém, em nenhum dos períodos avaliados houve supressão da germinação (Figura 1A e B).

Essa perda na capacidade germinativa possivelmente ocorre devido às alterações na velocidade de ação de muitas enzimas, redução na produção de ATP, diminuição na síntese protéica e de ácidos nucléicos, degeneração cromossômica e deterioração das membranas, fatos esses, que ocorrem durante o processo de deterioração das sementes causando perda de viabilidade. A oxidação imediata de substâncias tóxicas, principalmente os fenóis acumulados no processo de deterioração, foi demonstrado em sementes de *Eucalyptus grandis* e, esse fato está atrelado ao aumento da atividade da enzima peroxidase, cuja síntese é estimulada sob condições do envelhecimento acelerado, porém, até um determinado limite e, ao exceder este limite a síntese é diminuída (Camargo *et al.*, 2000).

Com relação à velocidade de emergência, nota-se que houve um aumento discreto nos valores, a partir de 12 h de envelhecimento. Para as plântulas originadas de sementes que permaneceram durante 48 h na câmara de envelhecimento foram registrados os menores valores de porcentagem de emergência (Figura 1A e B).

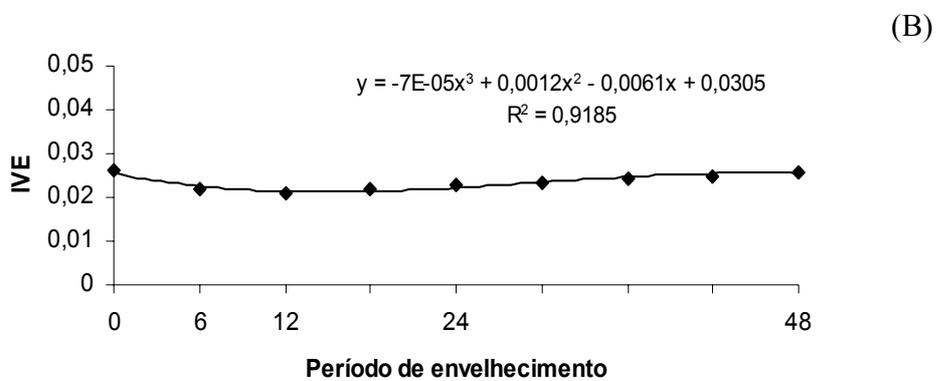
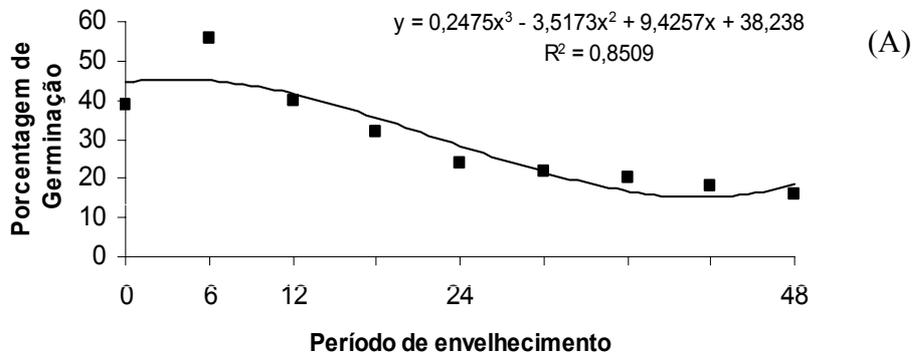


Figura 1 – Valores médios de porcentagem (A) e velocidade de emergência (IVE) (B), de sementes de *Aegiphyla sellowiana* submetidas a diferentes períodos (0; 6; 12; 24 e 48 h) de envelhecimento precoce 45°C e germinadas em casa de vegetação com temperatura variando entre 25°C a 30 °C e 78.25% de sombreamento.

O aumento na velocidade de emergência, associado à baixa porcentagem de emergência, pode estar relacionado com a diferença no vigor existente entre as sementes de um mesmo lote, uma vez que houve uma emergência mais rápida de poucas sementes, as mais vigorosas, quando exposta a períodos mais prolongados de envelhecimento.

A velocidade de emergência das plântulas em campo é proporcional ao vigor das sementes e, as que germinam rapidamente apresentam maiores porcentagens de plântulas normais e são consideradas as mais vigorosas (Perez e Nassif, 1998).

Comparando os resultados obtidos com o teste de envelhecimento acelerado em outras espécies florestais, verifica-se uma ampla variedade de respostas. Por exemplo, as sementes de *Piptadenia communis* e *Adenantha pavonina*, diminuiu a germinabilidade à medida que se aumentou o tempo de exposição ao envelhecimento (Borges *et al.*, 1992 e Fanti e Perez, 1999).

Sementes de *Anadenathera colubrina* submetidas ao envelhecimento precoce sob temperatura de 40°C durante 96 horas teve 37% de redução na germinação (Garcia *et al.*, 2004) e as sementes de *Dalbergia nigra* perderam a viabilidade quando submetidas à temperatura de 40°C durante 48 h e 50°C durante 24 e 48 h (Borges *et al.*, 2000).

Para sementes de *Eucalyptus grandis* envelhecidas a 42 °C e 100%UR durante 96 h ocorreu declínio na germinação, indicando que a temperatura utilizada para essas sementes foi eficiente para testar o limite de sua viabilidade (Camargo *et al.*, 2000). Em sementes de *Copaifera langsdorffi*, ocorreu diminuição na porcentagem de germinação de 96% (controle) para 82%, quando envelhecidas durante 48 h sob temperatura de 42°C (Carvalho *et al.*, 2006).

Essa perda de viabilidade e ou vigor ocorre em função de alterações degenerativas nas estruturas internas das células embrionárias provocando descontrole do metabolismo, nas trocas de água e de soluto entre as células e o meio exterior, determinando a perda de vigor e, em seqüência, a perda da viabilidade (Vieira *et al.*, 1994).

Em sementes de *Anandenanthera colubrina*, além da perda do vigor a partir de 24 horas sob condições adversas de temperatura e umidade, houve comprometimento na formação das mudas (Garcia *et al.*, 2004). Esse resultado diferiu do encontrado neste estudo para as sementes de *A. sellowiana* onde o efeito do envelhecimento na formação de plântulas anormais foi discreto, sendo registrado um total de 15 plântulas para todas as repetições de todos os tratamntos.

Com relação à incorporação de matéria seca, os valores foram mais elevados em plântulas originadas de sementes que permaneceram durante 6 e 12 h na câmara de envelhecimento precoce, não diferindo do grupo controle. Houve diminuição da massa seca das plântulas apenas para aquelas originadas de sementes que permaneceram durante 48 h sob temperatura de 45°C e 100% UR (Figura 2 A e B).

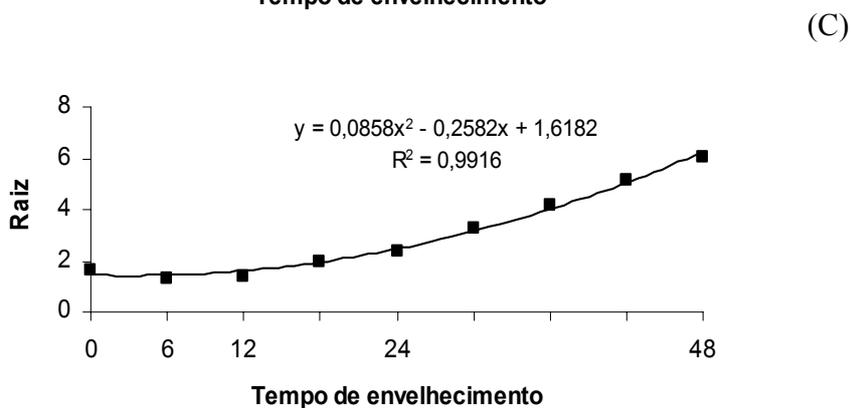
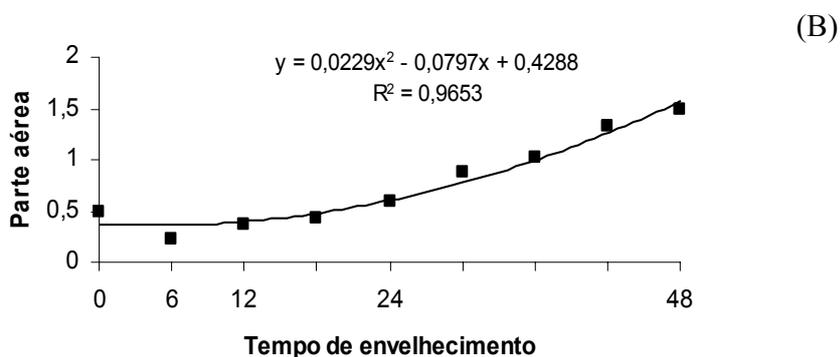
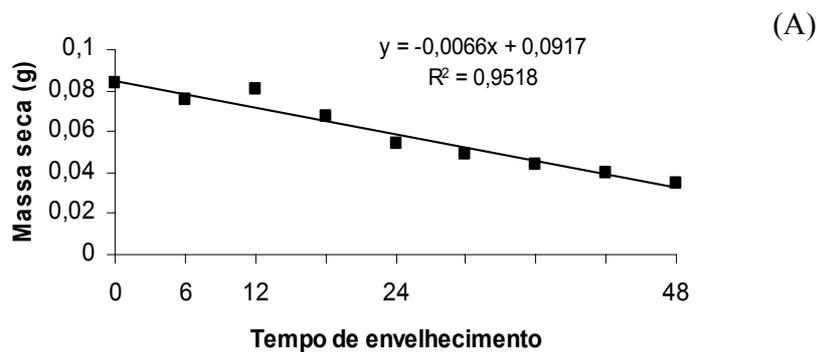


Figura 2 – Valores médios referentes ao peso de massa seca (A) e comprimento da parte aérea (B) e da raiz (C) de plântulas de *Aegiphyla sellowiana* submetidas a diferentes períodos ao envelhecimento precoce (0 - controle; 6 horas; 12 horas; 24 horas 48 horas) sob temperatura de 45°C, semeadas em casa de vegetação com temperatura variando entre 25°C a 30°C e 78,25% de sombreamento. Letras maiúsculas comparam dados de massa seca. Letras seguidas de letras minúsculas comparam dados da parte aérea e maiúsculas comparam dados para raiz

As sementes expostas a temperaturas de 45°C durante 48 h, produziram plântulas com maior desenvolvimento da parte aéreas e raiz (Figura 2 B).

Uma padronização na proporção razão raiz/parte aérea, pode ser explicada por um sistema que regula a morfogênese dos órgãos e assegura o suprimento de substâncias minerais e um balanço hídrico favorável, efetivado pelos sinais hormonais provenientes das raízes, que percebe as variações ocorridas no ambiente circunvizinho (Larcher, 2005).

O processo de envelhecimento precoce comprometeu o desenvolvimento das plântulas de *Piptadenia comunis*, havendo redução de hipocótilo e do peso de massa seca (Borges *et al.*, 1992). Plântulas provenientes de sementes mais vigorosas apresentam maior peso, em razão do maior acúmulo de massa seca (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Assim, esta variabilidade de respostas obtidas em vários experimentos realizados por diversos autores, conforme descrito acima, é devido a razões como as que se seguem. Primeiramente, a adoção de diferentes métodos para estudar a deterioração, dificulta o desenvolvimento de um conceito uniforme. Também, o processo de deterioração varia de acordo com a situação a qual se refere, ou seja, se é ou não aplicado para definir alterações que ocorrem em campo até a colheita da semente ou se é aplicado para avaliar a deterioração durante o armazenamento. Além disso, deterioração das sementes não é um processo individual, podendo ocorrer de maneiras diferentes nas várias partes das sementes. A taxa de deterioração é influenciada pela condição ambiental e por fatores biológicos que envolvem a interação com microrganismos e a incorporação de fungicidas às sementes influencia o processo e a padronização dos resultados.

Estresse térmico

Com relação ao estresse térmico aplicado às sementes secas verificou-se um aumento na porcentagem de emergência quando estas permaneceram durante 6 h em estufa a 50°C em comparação com o grupo controle e os demais. A partir de 48 h sob estresse térmico houve uma diminuição na porcentagem de emergência, indicando uma tendência de diminuição com o aumento de exposição sob altas temperaturas (Figura 3A e B).

O estresse térmico pode funcionar como um tratamento eficiente para promover a germinação de algumas sementes que possuem envoltório rígido causando a ruptura deste e, facilitando a absorção de água e as trocas gasosas, que são fundamentais para a ativação metabólica no processo germinativo (Bell *et al.*, 1993).

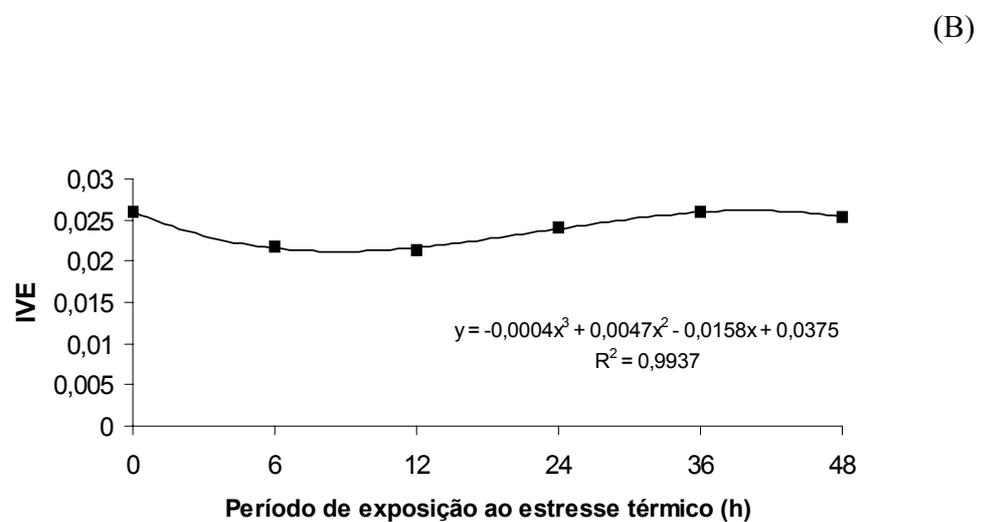
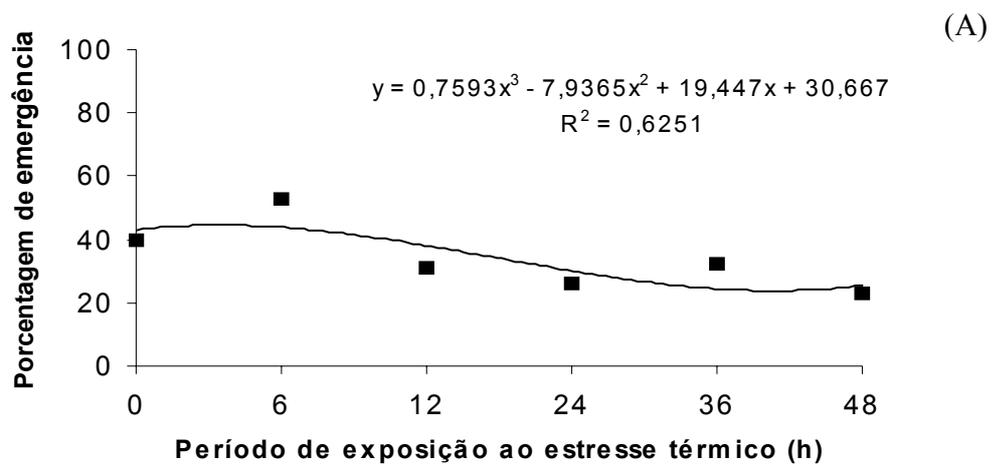


Figura 3 – Valores médios de porcentagem de emergência (A) e velocidade de emergência (IVE) (B), de sementes de *Aegiphyla sellowiana* submetidas a diferentes períodos (0; 6; 12; 24 e 48 h) de estresse térmico (50°C) e semeadas em casa de vegetação com temperatura variando entre 25°C a 30°C e 78,25% de sombreamento artificial.

Em relação à velocidade de emergência o maior valor foi observado para o grupo controle e para as plântulas originadas de sementes que permaneceram durante 36 h a 50°C, indicando que ocorreu uma emergência mais rápida com o aumento do tempo de exposição ao estresse, porém, este aumento não foi observado para a porcentagem de emergência. Para os demais períodos de exposição ao estresse, registrou-se uma distribuição da emergência no tempo, indicando que as sementes permaneceram viáveis no solo por maior período de tempo (Figura 3B).

Este fato também foi observado para sementes de *Coffea arabica* e à medida que se aumentou a temperatura e o período de exposição ocorreu uma diminuição da porcentagem de germinação das sementes, porém, ocorreu aumento na velocidade (Lima *et al.*, 2004).

Algumas sementes, consideradas termo resistentes mantêm seu poder germinativo quando submetidas a temperaturas elevadas, como é o caso de sementes de *Pterogyne nitens* que só apresentaram redução na porcentagem de germinação após 72 h de exposição à temperatura de 70°C (Nassif e Perez, 2000). Outra semente considerada termo resistente, é *Stryphnodendron polyphyllum* que manteve a viabilidade e o vigor após exposição à temperatura de 70°C durante 48 horas (Tambelini e Perez, 1999).

Analisando a Figura 4A, verifica-se que a massa seca incorporada foi menor para as plântulas originadas das sementes que permaneceram durante 12; 24 e 48 h, sob temperatura de 50°C.

Avaliando o comprimento das plântulas de *A. sellowiana*, observou-se que tanto para a parte aérea quanto para a raiz, houve tendência de aumento do comprimento à

medida que as sementes permaneceram por um período mais prolongado sob condição de estresse térmico (Figura 4Be C).

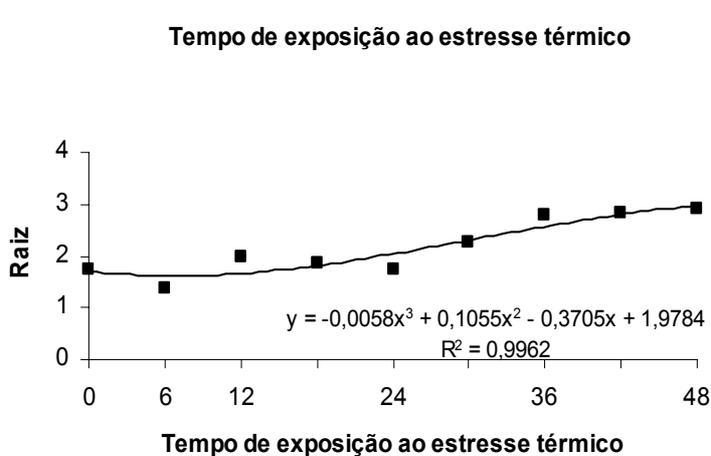
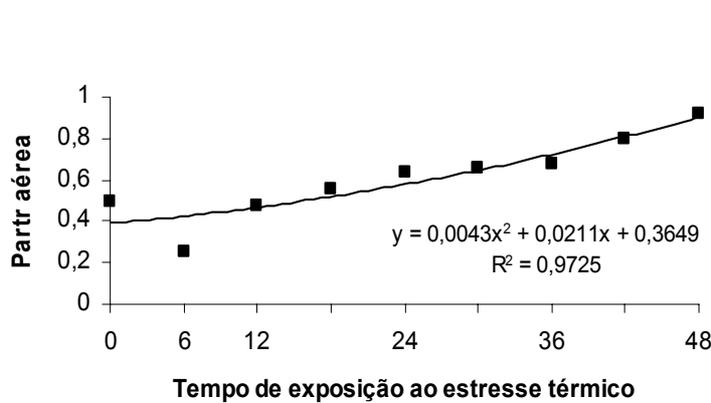
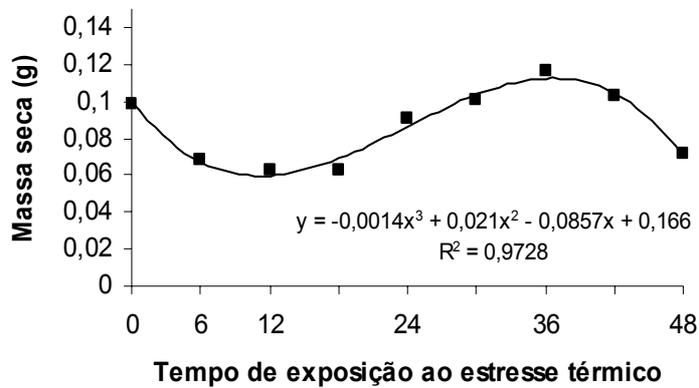


Figura 4 – Valores referentes ao peso de massa seca (A) e comprimento da parte aérea (B) e da raiz de plântulas (C) de *Aegiphyla sellowiana* submetidas ao estresse térmico à 50°C por diferentes períodos (0- controle; 6 horas; 12 horas; 24 horas; 36 horas e 48 horas) e colocadas para germinar em casa de vegetação com temperatura variando entre 25°C a 30°C e 78,25% de sombreamento. Letras maiúsculas comparam dados de massa seca. Letras seguidas de letras minúsculas comparam dados da parte aérea e maiúsculas comparam dados para raiz.

A plântula é a fase do desenvolvimento vegetal mais sensível ao estresse e esta utiliza os recursos provenientes dos tecidos de reserva, sendo que a quantidade e qualidade das reservas estão associadas à morfologia das plântulas e sua estrutura funcional. Porém, o estabelecimento de plântulas depende de vários fatores, como: estresse hídrico, danos mecânicos e herbivoria. Cada espécie selvagem apresenta limites de tolerância diferentes para cada indivíduo da população (Ramos e Carmen, 1991).

O recrutamento é dependente da germinação de sementes, e do estabelecimento de plântulas, que incluem eventos que vão desde a emissão de raiz primária, superfície fotossintetizante e, o período esgotamento das reservas deve coincidir com a emissão da radícula para prover a plântula até que esta possa emergir, atravessando a camada de serrapilheira. Em seguida, os tecidos fotossintetizantes devem produzir quantidade, qualidade de energia e de nutrientes para substituir tecidos mortos, produzir compostos secundários de defesa. Assim, o recrutamento de plântulas está sob influência de fatores bióticos e abióticos e, neste trabalho, foi analisado o efeito da temperatura supra - ótima, uma vez que em clareiras, as temperaturas são muito elevadas e resultam em altas taxas de respiração, diminuindo a dormência e a quiescência, mas por outro lado, podem levar ao dessecamento e à morte (Baskin & Baskin, 2002).

Sob altas temperaturas, há a produção de proteínas que protegem contra o choque térmico conhecidas como HPS, pois a maior parte dos tecidos de plantas superiores é incapaz de sobreviver a uma exposição prolongada a temperatura de 45 °C. Elevações de temperatura de 5 a 10°C são suficientes para que um conjunto de proteínas HPS seja produzido, as quais são divididas em diferentes classes de tamanho. Estas proteínas funcionam como chaperonas moleculares nas biomembranas, protegendo-as, pois sob

temperaturas elevadas os lipídios se tornam mais fluidos e há desnaturação de proteínas (Taiz & Zeiger, 2004).

Quando o estresse térmico ocorre de maneira gradual, há uma adaptação mais rápida e eficiente por parte do vegetal, do que quando o estresse se apresenta de forma abrupta. Todas as células contêm proteínas cognatas, de expressão constitutiva, que funcionam como HSP e, sob estresse térmico não letal, a síntese dessas proteínas aumenta significativamente, promovendo uma aclimatação, que é também mediada pelo cálcio citossólico (Taiz & Zeiger).

CONCLUSÕES

Os testes de envelhecimento precoce e do estresse térmico foram eficientes em detectar variações no vigor e na viabilidade das sementes.

As alterações registradas no vigor e na viabilidade das sementes foram detectadas após 6 e 12 h de exposição, respectivamente, para ambos os testes.

O uso do parâmetro biomassa incorporada foi eficiente para avaliar as variações no vigor somente para o teste do envelhecimento precoce.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. East Lansing. 1983. 93p.

BANZATO, D.A; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 1989. 247 p.

BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C.G.; BUCKRIDGE, M. S. Alterações nas composições de carboidratos e de ácidos graxos em sementes de jacaradá-da-bahia osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Paulo v.12, n.1, p.10-16, 2000.

BORGES, E. E. L.; CASTRO, J. L. D.; BORGES, R. C. G. Alterações fisiológicas em sementes de jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília. v.14, n.1, p. 9-12, 1992.

BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: **Germinação do básico ao aplicado**. FERREIRA A. G.; BORGHETTI F. (Org.). Porto Alegre: Artmed. 2004. 316p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: 1992. 365p.

CAMARGO, M. L. P.; MORI, E. S.; MELLO, E. J.; ODA, S.; LIMA, G. P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. *Ciência Florestal*. v.10, n.2, p.113-122, 2000.

CARVALHO, D.; FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, L. M.; OLIVEIRA, A. F., GEMAQUE, R. C. R. Eletroforese de proteínas e isoenzimas em sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae e Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Árvore**, Viçosa. v. 30, n. 1, p.19-24, 2006.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: **Teste de vigor em sementes** VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds)..Jaboticabal: FUNEP. 1994, 164p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ªed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COIMBRA, M. S.; SANTOS, E. P. *Aegiphyla* Jacq. (Verbenaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Boletim do Herbarium Bradeanum**, Rio de Janeiro v. 7, p.159-188, 2000.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeito do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenathera pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes, Brasília**. v. 20, n.1, p. 167-177, 1999.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. A. J. G. Efeito do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hill – Bombacaceae. **Revista Árvore**, Viçosa. v. 29, n.3, p. 345-352, 2005.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v.14,n.1, p85-90, 2004.

GASPAR, T.; FRANCK, T.; BISBIS, B.; KEVER, C.; JOUVE, L.; HAUSMAN, J. F.; DOMMES, J. **Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissus cultures**. v.37, p.263-285, 2002.

ISTA. **ASSOCIATION INTERNATIONAL SEED TESTING**. Copenhagen. Zurich. 1995, p.89.

JORGENSEN, P. M.; LEÓN-YÁNEZ, S. **Catalogue of the plants of Ecuador**. Monographs in systematic botanical Garden. 1999.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 2000, p.531.

LIMA, S. M. P.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. G. G. C. Efeito de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes

de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob condições ideais de estresse térmico. **Ciência Agrotecnica**. v.28, n.3, p.505-514, 2004.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. 2002.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Ed. Esalq. Piracicaba. 2005. 495p.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. . Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 525-531, 2005.

PEREZ, S. C. J. G. A.; NASSIF, S. M. L. Efeito do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substrato na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 33, n. 12, p. 255-264, 1998.

RAMOS, A.; CARNEIRO, G. A. Envelhecimento artificial de sementes do Pinheiro do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF. v. 26, n. 1, p. 19-24, 1991.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. v. 1. 247 p.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Ed. Artmed. 2004. 719p.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Physiological effects of temperature and thermal stress on the seed germination of *Stryphnodendron polyphyllum*. **Jornal of Tropical Forest Science**. v. 11, n. 4, p. 680-689, 1999.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal. FUNEP. 1994, p.31-47.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: **Germinação do básico ao aplicado**. FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). Porto Alegre: Artmed. 2004. 316p.

CONCLUSÕES GERAIS

A semente de *Aegiphyla sellowiana* apresenta forma geométrica oblonga.

As sementes apresentam pouca variação biométrica, a germinação das sementes é hipogeal e as plântulas são criptocotiledonares.

O componente químico que ocorre em menor porcentagem é o extrato etéreo.

As sementes apresentam dormência fisiológica.

Os tratamentos mais eficientes para aumentar a porcentagem de germinação são: temperaturas alternadas 20-30 °C e 25-35 °C, adição de giberelina e lixiviação nas sementes.

As sementes apresentam fotossensibilidade.

O melhor substrato para o crescimento de plântulas foi o solo de cerrado.

Os testes de envelhecimento precoce e do estresse térmico foram eficientes em detectar variações no vigor e na viabilidade das sementes.

As alterações registradas no vigor e na viabilidade das sementes foram detectadas após 6 e 12 h de exposição, respectivamente, para ambos os testes (envelhecimento precoce e estresse térmico).

O uso do parâmetro biomassa incorporada foi eficiente para avaliar as variações no vigor somente para o teste do envelhecimento precoce.