

**ECOLOGIA GERMINATIVA, RELAÇÕES
ALOMÉTRICAS E O EFEITO DA MASSA DAS
SEMENTES DE *TECOMA STANS* L. JUSS. EX KUNTH
(BIGNONIACEAE) SOBRE A EMERGÊNCIA E
DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS**

FÁBIO SOCOLOWSKI

Tese apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista “Julio de
Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, para
a obtenção do título de Doutor em Ciências
Biológicas (Área de Concentração: Biologia
Vegetal)

Rio Claro

Estado de São Paulo – Brasil

Mai de 2007

**ECOLOGIA GERMINATIVA, RELAÇÕES
ALOMÉTRICAS E O EFEITO DA MASSA DAS
SEMENTES DE *TECOMA STANS* L. JUSS. EX KUNTH
(BIGNONIACEAE) SOBRE A EMERGÊNCIA E
DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS**

FÁBIO SOCOLOWSKI

Orientador: Prof. Dr. Massanori Takaki

Tese apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista “Julio de
Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, para
a obtenção do título de Doutor em Ciências
Biológicas (Área de Concentração: Biologia
Vegetal)

Rio Claro

Estado de São Paulo – Brasil

Mai de 2007

581.5 Socolowski, Fábio
S678e Ecologia germinativa, relações alométricas e o efeito da
massa das sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth
(Bignoniaceae) sobre a emergência e desenvolvimento das
plântulas / Fábio Socolowski. – Rio Claro : [s.n.], 2007
80 f. : il., figs., gráfs.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro

Orientador: Massanori Takaki

1. Ecologia vegetal. 2. Crescimento. 3. Massa do fruto. 4.
Raios-X. 5. Tamanho do fruto. 6. Tamanho da semente. I.
Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

À minha avó Maria Aparecida Sacilotti
(em memória)

AGRADECIMENTOS

Parece que foi outro dia que entrei no programa de Pós-Graduação, mas já se passaram seis anos, e é muito difícil lembrar de todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para este momento, que quando estava na graduação parecia um sonho, o de chegar numa defesa de tese de Doutorado.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação.

Agradeço à Profª. Dra. Leila C. Moura, minha orientadora de graduação, por deixar bem claro que este caminho não é fácil!

Ao Prof. Dr. Massanori Takaki, os mais sinceros agradecimentos, pelas conversas e por que não dizer por nossas discussões, pois através delas eu cresci. Agradeço também ao amigo Massa...

Agradeço ao Prof. Dr. Sílvio Moure Cícero pela colaboração.

Um agradecimento especial ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Meus pais Paulo e Eliani, a quem devo muito, pois bem ou mal, fizeram de mim o que sou hoje. Muito obrigado!

Agradeço a todos os meus familiares diretos e indiretos, pois acho que todos, pelo menos uma vez, já me ouviram falar de minha tese.

Aos amigos que ainda estão ou estiveram presentes, muito obrigado!

Agradeço à Daniela C. Mascia Vieira pelo amor, companheirismo, paciência e ponderação em todos os momentos de nossas vidas desde que nos conhecemos. Ni, muito obrigado!!!!

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Bibliografia.....	3
CAPÍTULO 1 - RELAÇÕES ALOMÉTRICAS DAS SEMENTES DE TECOMA STANS L. JUSS. ex KUNTH E O EFEITO DA MASSA NA GERMINAÇÃO DE SUAS SEMENTES, NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE LUZ.....	7
1. Introdução.....	9
2. Material e Métodos.....	10
3. Resultados e Discussão.....	11
4. Conclusões.....	16
5. Bibliografia.....	17
CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE EMBRIÕES POR IMAGENS DE RAIOS X E RELAÇÃO COM A MASSA E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TECOMA STANS L. JUSS. ex KUNTH (BIGNONIACEAE).....	30
1. Introdução.....	31
2. Material e Métodos.....	33
3. Resultados e Discussão.....	34
4. Conclusões.....	36
5. Bibliografia.....	37
CAPÍTULO 3 - INTERACTION OF TEMPERATURE AND LIGHT ON SEED GERMINATION IN <i>TECOMA STANS</i> L. JUSS. EX KUNTH (BIGNONIACEAE).....	47
Introduction.....	47
Material and Methods.....	48
Results and Discussion.....	49
References.....	53

CAPÍTULO 4 - EFEITO DA MASSA DAS SEMENTES DE <i>TECOMA STANS</i> L. JUSS. ex KUNTH (BIGNONIACEAE) NA EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE SUAS PLÂNTULAS NOS AMBIENTES DE SOL E SOMBRA.....	55
1. Introdução.....	56
2. Material e Métodos.....	58
3. Resultados e Discussão.....	60
4. Conclusões.....	67
5. Bibliografia.....	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	Página
Figura 1 – Relação entre a massa do fruto e a massa da valva mais a massa do repto de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x$, onde $a = 77,964097$ e $b = 1,5784635$, $r^2 = 0,85$, $p = 0,01$, $n = 35$).....	21
Figura 2 - Relação entre a massa do fruto e a massa das sementes de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x$, onde $a = 295,11369$ e $b = 1,7740455$, $r^2 = 0,79$, $p = 0,01$, $n = 35$).....	21
Figura 3 – Relação entre a massa do fruto e o comprimento do fruto de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b x$, onde $a = - 378,90031$ e $b = 7,775341$, $r^2 = 0,60$, $p = 0,01$, $n = 35$).....	22
Figura 4 - Relação entre a massa do fruto e o número de sementes por fruto de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x$, onde $a = 201,948$ e $b = 15,237101$, $r^2 = 0,47$, $p = 0,01$, $n = 35$).....	22
Figura 5 – Relação entre a massa da semente e a largura da ala de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x^c$, onde $a = - 0,13661901$, $b = 0,013611128$, $c = 2,0613556$, $r^2 = 0,30$, $p = 0,01$, $n = 377$).....	23
Figura 6 – Relação entre a massa da semente e o comprimento da ala de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x^c$, onde $a = - 4,5866475$, $b = 1,3188982$, $c = 1,2943701$, $r^2 = 0,34$, $p = 0,01$, $n = 377$).....	23
Figura 7 - Relação entre a massa da semente e o comprimento do embrião de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x^c$, onde $a = - 9,9198291$, $b = 8,2333778$, $c = 0,69124415$, $r^2 = 0,48$, $p = 0,01$, $n = 377$).....	24
Figura 8 - Relação entre a massa da semente e a espessura da semente embrião de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x^c$, onde $a = - 0,90638948$, $b = 15,746765$, $c = 1,6032643$, $r^2 = 0,71$, $p = 0,01$, $n = 377$).....	24
Figura 9 - Relação entre a massa da semente e a largura do embrião de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b.x^c$, onde $a = 0,92902538$, $b = 0,062531007$, $c = 2,6977501$, $r^2 = 0,88$, $p = 0,01$, $n = 377$).....	25
Figura 10 – Porcentagem média de germinação das sementes de <i>Tecoma stans</i> na luz e no escuro nas classes de massa analisadas.....	26
Figura 11 – Velocidade média de germinação das sementes de <i>Tecoma stans</i> na luz e no escuro nas classes de massa analisadas.....	27
Figura 12 - Relação entre porcentagem média de germinação das sementes na luz e a massa média das sementes de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b/(1 + \exp(-(x - c)/d))$) onde $a = - 1,1333128$, $b = 98,660328$, $c = 3,8771565$, $d = 0,79149493$, $r^2 = 0,99$, $p = 0,01$, $n = 6$).....	28
Figura 13 - Relação entre porcentagem média de germinação das sementes no escuro e a massa média das sementes de <i>Tecoma stans</i> ($y = a + b/(1 + \exp(-(x - c)/d))$), onde $a = 1,2077416$, $b = 94,905124$, $c = 4,0285496$, $d = 0,63592498$, $r^2 = 0,99$, $p = 0,01$, $n = 6$).....	28

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Semente de <i>Tecoma stans</i> sem embrião (A) e respectiva semente morta observada na classe 1 (B). Cavidade embrionária (c.e.), resquício embrionário (r.e.) e semente morta (s.m.).....	40
Figura 2 - Semente de <i>Tecoma stans</i> com embrião deformado (A) e respectiva semente morta observada na classe 1 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião deformado (e.d.), radícula (r.) e semente morta (s.m.).....	40
Figura 3 - Semente de <i>Tecoma stans</i> com embrião deformado (A) e respectiva semente morta observada na classe 2 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião deformado (e.d.) e semente morta (s.m.).....	40
Figura 4 - Semente de <i>Tecoma stans</i> com embrião deformado (A) e respectiva plântula anormal observada na classe 4 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião deformado (e.d.), fissura (fi.), plântula anormal (p.a.) e raiz primária (r.p.).....	41
Figura 5 - Semente de <i>Tecoma stans</i> com embrião com pequeno defeito (A) e respectiva plântula anormal observada na classe 2 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião com pequeno defeito (e.p.d.), plântula anormal (p.a.), radícula (r.) e raiz primária (r.p.).....	41
Figura 6 - Semente de <i>Tecoma stans</i> com embrião com pequeno defeito (A) e respectiva plântula anormal observada na classe 3 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião com pequeno defeito (e.p.d.), raiz primária (r.p.) e plântula anormal (p.a.).....	41
Figura 7 - Semente de <i>Tecoma stans</i> com embrião sem defeito (A) e respectiva plântula normal observada na classe 6 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião sem defeito (e.s.d.), cotilédone (cot.) e raiz primária (r.p.).....	42

CAPÍTULO 3

Figure 1. Germination percentage of seeds of <i>Tecoma stans</i> at different temperatures, under white light (A) and darkness (B). Means followed by the same letter inside each treatment of light and darkness are not significantly different by Nemenyi test ($\alpha=0.05$). * indicates significant differences by Mann-Whitney test ($p=0.05$) between light and darkness treatments for each temperature.....	49
Figure 2. Germination rate of seeds of <i>Tecoma stans</i> at different temperatures, under white light (A) and darkness (B). Means followed by the same letter inside each treatment of light and darkness are not significantly different by Nemenyi test ($p=0.05$). * indicates significant differences by Mann-Whitney test ($p=0.05$) between light and darkness treatments for each temperature.....	49
Figure 3. Distribution of polygon of relative frequency of germination of seeds of <i>Tecoma stans</i> under different temperatures and under white light (\square) and darkness (\blacksquare). Final percentage germination is represented by %G....	51
Figure 4. Distribution of relative frequency of seed germination in <i>Tecoma stans</i> under direct sunlight (\square) and shade of canopy (\blacksquare). %G = percentage germination and %R = percentage recruitment.....	52
Figure 5. Spectral distribution of direct sunlight (-●-) and shade light (-).....	52

CAPÍTULO 4

- Figura 1 – Porcentagem média de emergência de plântulas para cada classe de massa das sementes de *Tecoma stans* semeadas no sol (□) e na sombra (■). Barras verticais indicam o erro padrão da média..... 72
- Figura 2 – Velocidade média de emergência de plântulas para cada classe de massa das sementes de *Tecoma stans* semeadas no sol (□) e na sombra (■). Barras verticais indicam o erro padrão da média..... 73
- Figura 3 – Frequência relativa de emergência das plântulas de *Tecoma stans* nas classes de massa. Sementes da classe 3 semeadas no sol (□) e na sombra (■); sementes da classe 4 semeadas no sol (△) e na sombra (▲); sementes da classe 5 semeadas no sol (◇) e na sombra (◆); sementes da classe 6 semeadas no sol (○) e na sombra (●)..... 74
- Figura 4 – Recrutamento das plântulas de *Tecoma stans* nas diferentes classes de massa após um mês da semeadura. Sementes da classe 3 semeadas no sol (□) e na sombra (■); sementes da classe 4 semeadas no sol (△) e na sombra (▲); sementes da classe 5 semeadas no sol (◇) e na sombra (◆); sementes da classe 6 semeadas no sol (○) e na sombra (●)..... 75
- Figura 5 – Massa seca média acumulada pelas plântulas de *Tecoma stans*, provenientes de sementes de diferentes classes de massa, ao longo dos meses. Barras verticais indicam o erro padrão. Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey $\alpha = 0,05$, em cada mês..... 76
- Figura 6 – Partição da biomassa durante o desenvolvimento das plântulas de *Tecoma stans*. (◆) massa seca (ms) da parte aérea/ms total; (◇) ms raiz/ms total; (△) ms folha/ms total; (□) ms caule/ms total; (*) ms cotilédone/ms total..... 77
- Figura 7 – Relação potência entre a massa seca total e a área foliar específica no primeiro mês ($n=40$; $r^2=0,67$; $p=0,05$; $y=ax^b$; onde $a=0,018950$ e $b=-0,15740$). Contribuição de cada classe de massa de semente para a relação. (□) classe 3, () classe 4, () classe 5 e (○) classe 6..... 78

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1	
Tabela 1 – Classe de massa, número de sementes por classe, frequência relativa e ponto médio da classe de <i>Tecoma stans</i>	29
Tabela 2 – Teor de água das sementes de <i>Tecoma stans</i> por classe de massa.....	29
CAPÍTULO 2	
Tabela 1 – Classe de massa, número de sementes por classe e frequência relativa das sementes de <i>Tecoma stans</i> L. Juss. ex Kunth.....	43
Tabela 2 - Porcentagem de sementes de <i>Tecoma stans</i> L. Juss. ex Kunth em cada classe de massa, classificadas de acordo com a análise radiográfica: embriões sem defeito (ESD); embriões com pequenos defeitos (EPD); embriões deformados (ED) e sementes sem o embrião (SSE).....	44
Tabela 3 - Porcentagem de sementes de <i>Tecoma stans</i> L. Juss. ex Kunth germinadas em cada classe de massa, classificadas de acordo com a análise radiográfica da morfologia dos embriões: embriões sem defeito (ESD); embriões com pequenos defeitos (EPD); embriões deformados (ED) e sementes sem o embrião (SSE).....	45
Tabela 4 - Porcentagem de plântula normal, de plântula anormal e de semente morta provenientes de sementes de <i>Tecoma stans</i> L. Juss. ex Kunth, em cada classe de massa, de acordo com as características de seus embriões: embriões sem defeito (ESD); embriões com pequenos defeitos (EPD); embriões deformados (ED) e sementes sem o embrião (SSE).....	46
CAPÍTULO 3	
Table 1. Synchronization Index (U) of seed germination in <i>Tecoma stans</i> under white light and darkness.....	50

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a relação entre a massa e características morfométricas de frutos e sementes de *Tecoma stans*, bem como relacionar a massa das sementes a suas características morfológicas, utilizando paquímetro e imagens de raios X, e fisiológicas, através da germinação, emergência e desenvolvimento inicial de suas plântulas, sob duas condições de luminosidade – a pleno sol e sombra. Além disso, também foram avaliados os efeitos de diferentes condições de temperatura e luz constantes, em laboratório, e em ambiente natural no sol e na sombra na germinação e emergência das plântulas. A massa dos frutos apresentou relações lineares significativas e positivas com suas características morfológicas e de produção de sementes. As relações entre a massa das sementes e suas características morfológicas foram positivas e significativas, porém na forma de uma função potência, sendo esta relação mais evidente com a largura do embrião. A massa das sementes também esteve relacionada a determinadas anomalias do desenvolvimento embrionário, observadas nas imagens de raios X. A germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas foram significativamente afetados pela massa das sementes, porém somente durante os três primeiros meses de desenvolvimento no ambiente de sol. A temperatura apresentou efeito na germinação e suas sementes germinaram tanto na luz quanto no escuro, contudo a emergência e sobrevivência das plântulas no ambiente de sol foi superior em relação ao observado na sombra.

Palavras - chave: crescimento, massa do fruto, massa da semente, plântula, tamanho do fruto, tamanho da semente.

ABSTRACT

This study had the objective to evaluate the relationship between the mass and the morphometric characteristics of *Tecoma stans* fruits and seeds, as well as to relate the seed mass with its morphometric characteristics, utilizing caliper and X-ray images, and physiological characteristics, through germination, emergence and seedlings initial development, under two conditions of light - at the sun and shade. More than, also were evaluated the effects of different conditions of constant temperature and light, under laboratory, and natural environment under sun and shade in the germination and emergence of the seedlings. The fruit mass presented positive, significant linear relationship with its morphological characteristics and with its seed production characteristics. The relationship between seed mass and its morphological characteristics were positive and significant, nevertheless with the model (shape) of power function, being the relationship more clear with the embryo width. The seed mass also was related to determine anomalies of the embryo development that could be observed in the X-ray images. The germination, the seedling emergence and the initial seedling development were significantly affected by seed mass, but only in the first three months of development at the sun environment. The temperature affected *Tecoma stans* seed germination in both light and darkness environment, however the seedlings emergence and survival was greater at the sun environment than shade.

Key - words: fruit size, fruit mass, growth, seed size, seed mass, seedling.

Introdução Geral

Nas fases de formação e desenvolvimento dos frutos e sementes, as condições climáticas (temperatura atmosférica e precipitação pluvial) e, principalmente, as características do solo, em relação à disponibilidade de água, interferem tanto no tamanho quanto na massa das sementes (Favarin et al., 2003).

Sementes de espécies silvestres em seu estado natural possuem uma grande variabilidade genética, que resulta numa extensa variedade de características morfofisiológicas que, por sua vez, são determinantes no comportamento ecológico dos indivíduos de uma dada espécie (Wielewicki et al., 2006).

A massa da semente possui um importante papel na reprodução da planta, dispersão, germinação, estabelecimento e competitividade e é considerada uma característica vital para espécies adaptadas a diversos ecossistemas (Westoby, 1998). No entanto, a velocidade de germinação apresenta resultados contraditórios; em alguns casos, sementes menores germinaram mais rapidamente do que sementes maiores (Khan et al., 1999; Upadhaya et al., 2007), e em outros, sementes maiores germinam mais rapidamente (Khan & Uma Shankar, 2001), ou ainda, o tempo de germinação ocorre independente da massa das sementes (Gross & Kromer, 1986).

De acordo com Khan & Uma Shankar (2001), a germinação das sementes e o crescimento e a sobrevivência das plântulas são influenciados pela reserva de nutrientes das sementes, aumentando com a massa das sementes, o que indica, segundo Upadhaya et al. (2007), uma maior competitividade por parte das plântulas oriundas de sementes maiores.

A massa das sementes vem sendo considerada como um importante atributo para o sucesso do estabelecimento das espécies vegetais, com influência no estabelecimento e na sobrevivência, e com conseqüências importantes para a regeneração, desempenho e coexistência das espécies arbóreas em um ambiente espacialmente e temporariamente heterogêneo (Poorter & Rose, 2005).

Além das características relacionadas à produção de sementes e vigor das plântulas, a massa das sementes também está relacionada à sucessão florestal, em que, de maneira geral, espécies tolerantes à sombra apresentam sementes mais pesadas do que espécies intolerantes à sombra (Hammond & Brwn, 1995). Espécies tolerantes à sombra podem germinar, crescer e sobreviver em ambientes com baixa disponibilidade de luz, enquanto que as espécies intolerantes à sombra necessitam de uma alta disponibilidade de luz para sobreviver, sendo que estes dois grupos representam os extremos de um contínuo de respostas das espécies vegetais à disponibilidade de luz (Osunkoya et al. 1994). Completando, Welden et al. (1991) citaram que a maioria das espécies florestais é tolerante à sombra e podem regenerar nos ambientes de clareira e sob o dossel da floresta, apresentando de acordo com Montgomery & Chazdon (2002), espécies com uma variação no crescimento de suas plântulas em função da disponibilidade de luz sob o dossel da floresta.

A germinação controlada pela temperatura e pela luz é importante para o recrutamento e estabelecimento de plântulas em clareiras de florestas, que consistem em ambientes com um grande aporte de energia radiante (Vázquez-Yanes et al., 1990). Essa disponibilidade de radiação solar influencia a variação da temperatura e umidade do ar e da temperatura do solo, uma vez que o balanço de energia é alterado (Pezzopane et al., 2002). Assim, clareiras grandes podem apresentar muitos sítios de regeneração tanto para espécies tolerantes à sombra, em sua periferia, como para espécies que necessitam de luz para germinar, em sua área central (Brown, 1996).

Em muitas espécies de plantas, os mecanismos de detecção de clareiras pelas sementes contribuem significativamente nos processos de naturalização e invasão destas espécies (Martinez-Ghersa & Ghersa, 2006). Adicionalmente, Rejmánek (2000) considerou que o processo de invasão seja resultado de uma série de interações complexas entre fatores abióticos e bióticos. Considerada como um processo probabilístico, a invasão biológica ocorre nas comunidades que vivem numa dinâmica

de menor ou maior resistência (D'Antonio et al., 2001). As atividades dos animais nativos e a capacidade de competição das espécies vegetais nativas, juntamente com a variabilidade ambiental, influenciam o local da invasão (D'Antonio & Meyerson, 2002). Segundo Baskin & Baskin (1998), condições ambientais alteradas, como o aumento da luminosidade e flutuação da temperatura, podem promover a germinação de muitas espécies, inclusive as exóticas.

Tecoma stans L. Juss. ex Kunth é uma espécie da família Bignoniaceae, introduzida no Brasil provavelmente para a utilização na ornamentação de jardins residenciais e praças, e transformou-se numa espécie invasora colonizando eficientemente áreas de pastagem, bordas de fragmentos e áreas degradadas. No Rio Grande do Sul, as Bignoniaceae destacam-se entre as famílias mais ricas em espécies invasoras e *Tecoma stans* encontra-se entre as oito espécies mais agressivas e invasoras das florestas do Estado (Mondin, 2006).

Este estudo teve como objetivos: (1) caracterizar a produção de frutos e sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth quanto à massa e morfometria, bem como relacionar o comportamento germinativo desta espécie em relação à presença e ausência de luz em diferentes classes de massa de suas sementes; (2) avaliar as características morfológicas dos embriões de sementes pertencentes a diferentes classes de massa através da análise de imagens obtidas pelo uso dos raios X, correlacionando-as com a germinação e ao aspecto morfológico das plântulas; (3) gerar informações ecofisiológicas do efeito da luz, escuro e temperaturas constantes na germinação de suas sementes, bem como avaliar os efeitos dos ambientes de sol e sombra na emergência e recrutamento de suas plântulas e (4) avaliar como a massa das sementes desta espécie influencia a emergência, o crescimento e o desenvolvimento inicial de suas plântulas, sob diferentes condições de luminosidade.

Bibliografia

BASKIN, C.C.; BASKIN J.M. **Seeds:** Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998. 666p.

BROWN, N. A gradient of seedling growth from the center of a tropical rain forest canopy gap. **Forest Ecology and Management**, v. 82, p. 239-244, 1996.

D'ANTONIO, C.D.; LEVINE, J.; THOMSEN, M. Propagule supply and resistance to invasion: a California botanical perspective. **Journal of Mediterranean Ecology**, v. 2, p. 233-245, 2001.

D'ANTONIO, C.D.; MEYERSON, L.A. Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: A synthesis. **Restoration Ecology**, v. 10, n. 4, p. 703-713, 2002.

FAVARIN, J.L.; COSTA, J.D. NOVEMBRE, A.D.C.; FAZUOLI, L.C.; FAVARIN, M.G.G.V. Características da semente em relação ao seu potencial fisiológico e a qualidade de mudas de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 13-19, 2003.

GROSS, K.L.; KROMER, M.L. Seed weight effects on growth and reproduction in *Oenothera bennis* L. **Bull Torrey Botany Club**, v. 113, p. 252-258, 1986.

HAMMOND, D.S.; BROWN, V.K. Seed size of woody plants in relation to disturbance, dispersal, soil type in wet neotropical forest. *Ecology*, v. 76, p. 2544-2561, 1995.

KHAN, M.L.; BHUYAN, P.; SHANKAR, U.; SINGH, N.D.; TODARIA, N.P. Seed germination and seedling fitness in *Mesua ferra* L. in relation to fruit size and seed number per fruit. **Acta Oecologica**, v. 20, n. 6, p. 599-606, 1999.

KHAN, M.L.; SHANKAR, U. Effect of seed weight, light regime and substratum microsite on germination and seedling growth of *Quercus semiserrata* Roxb. *Tropical Ecology*, v. 42, n. 1, p. 117-125, 2001.

MARTÍNEZ-GHERSA, M.A.; GHERSA, C.M. The relationship of propagule pressure to invasion potential, **Euphytica**, v. 148, p. 87-96, 2006.

MONDIN, C.A. Espécies vegetais exóticas invasoras em florestas no Rio Grande do Sul. In: Os avanços da Botânica no século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética: Conferências Plenárias e Simpósios do 57^o Congresso Nacional de Botânica (J.E.A. Mariath & R.P. Santos, orgs.) Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil. p. 529-531, 2006.

MONTGOMERY, R.A.; CHAZDON, R.L. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. **Oecologia**, v. 131, p. 165-174, 2002.

OSUNKOYA, O.O.; ASH, J.E.; HOPKINS, M.S.; GRAHAM, A.W. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in Northern Queensland. **Journal of Ecology**, v. 82, p. 149-163, 1994.

PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G.; REIS M.G.F.; COSTA, J.M.N.; CHAVES, J.H. Temperatura do solo no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2002.

POORTER, L.; ROSE, S.A. Light-dependent changes in the relationship between seed mass and seedling traits: a meta-analysis for rain forest tree species. **Oecologia**, v. 142, p. 378-387, 2005.

REJMANEK, M. Invasive plants: Approaches and predictions. **Austral Ecology**, v. 25, n. 5, p. 497-506, 2000.

UPADHAYA, K.; PANDEY, H.N.; LAW, P.S. The effect of seed mass on germination, seedling survival and growth in *Prunus jenkinsii* Hook.f. & Thoms. **Turk Journal Botany**, v. 31, p. 31-36, 2007.

WESTOBY, M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant Soil**, v. 199, n. 2, p. 213-227, 1998.

WELDEN, C.W.; HEWETT, S.W.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Sapling survival, growth and recruitment: relationship to canopy height in a neotropical forest. **Ecology**, v. 72, n. 1, p. 35-50, 1991.

WIELEWICKI, A.P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A.C.S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA A.; RINCÓN, E.; SÁNCHEZ-CORONADO M. E. Light beneath the litter in a tropical forest: effect on seed germination. **Ecology**, v. 71, n. 5, p. 1952-1958, 1990.

CAPÍTULO 1 - RELAÇÕES ALOMÉTRICAS DAS SEMENTES DE *TECOMA STANS* L. JUSS. ex KUNTH E O EFEITO DA MASSA NA GERMINAÇÃO DE SUAS SEMENTES, NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE LUZ.

RESUMO - Este estudo teve como objetivo caracterizar os frutos e sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth quanto à massa e suas características morfométricas, bem como relacionar o comportamento germinativo desta espécie em relação à luz e escuro em diferentes classes de massa. Foram coletados 35 frutos fechados de *Tecoma stans* para determinar o comprimento e a massa dos frutos, a massa das valvas mais a massa do reple, o número de sementes por fruto, a massa das sementes e para determinar dez classes de massa de suas sementes. Em seguida, sementes colhidas de cápsulas secas e abertas foram separadas nas diferentes classes de massa anteriormente calculadas. Amostras destas classes foram utilizadas para a obtenção dos dados de morfometria e massa das sementes. Sementes das seis primeiras classes de massa foram colocadas para germinar, com quatro repetições de 25 sementes, em temperatura constante de 25°C na luz e no escuro e calculadas as porcentagens e as velocidades de germinação. Os 35 frutos apresentaram 2.049 sementes, com massa média de 7,7 mg. A massa total dos frutos foi linearmente e positivamente relacionada com a massa de cada parte dos frutos, bem como com a produção de sementes nos frutos. Os dados de morfometria das sementes e suas respectivas massas mostraram existir relações, do tipo potência, entre quase todas as características analisadas das sementes. A germinação das sementes de

Tecoma stans apresentou diferenças entre as classes de massa, porém a luz não interferiu na proporção de sementes germinadas. A velocidade de germinação entre as diferentes classes de massa foi afetada pela luz, sendo maior para as sementes germinadas na luz. Além disso, foram determinadas relações sigmóides entre a massa média das classes e a proporção média de sementes germinadas em cada classe.

Palavras chave: massa do fruto, morfometria, tamanho da semente, vigor da semente.

ABSTRACT - This study had the objective of to describe the mass and the morphometric characteristics during the production of fruits and seeds of *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth, as well as to relate the effect of seed mass on germination of seeds in light and dark. Thirty five dry closed fruits of *Tecoma stans* were collected to determine the fruit mass, fruit length, the valve and replun mass, the seeds number per fruit, the seed mass per fruit and this seeds were utilized to determine ten class of seed mass. After this, the harvested seeds from opened dry fruits were separated into different classes of seed mass previously estimated. Samples of these classes were used to obtain data of seeds morphometrics and seed mass. Seeds of the first six classes were placed to germinate, with four replicates of 25 seeds, at the constant temperature of 25°C under white light and darkness and the percentages and the rates of seed germination were calculated. The fruit presented 2,049 seeds, with mean seed mass of 7.7 mg. The total fruit mass was positive and linearly related with mass of fruit parts and the production of seeds. The data of seeds morphometric characteristic and mass presented power relationships, between almost all evaluated seeds characteristics. The germination of *Tecoma stans* seeds presented difference between classes of mass, however the light does not interfere with percentage of germinated seeds. The germination rate in different classes of seed mass was affected by light, with the high rate of seed germination under light condition. Moreover, sigmoid relationships were determined between the mean mass of seed classes and the mean percentage of seed germination at each class.

Key words: fruit mass, morphometric, seed size, seed vigor.

1. Introdução

O término do ciclo de vida de uma planta, a regeneração e estabelecimento de populações vegetais dependem do processo de reprodução e da produção de indivíduos fisiologicamente independentes (Bazzaz et al., 2000). O tamanho da semente representa o quanto a planta mãe investiu em um único descendente (Leishman et al., 2000), porém os recursos para este investimento são limitados e influenciam a produção de sementes de tamanhos diferentes (Westoby et al., 1992). Além disso, o número de sementes produzidas por planta também pode influenciar a produção de sementes de tamanhos diferentes (Fenner, 1983).

O tamanho das sementes é considerado como um aspecto importante da biologia reprodutiva das espécies, com importantes implicações ecológicas (Cordazzo, 2002), influenciando o estabelecimento de plântulas e conseqüente habilidade de uma espécie em invadir e/ou persistir em um determinado ambiente (Winn, 1988). Lord et al. (1995) ressaltaram que as sementes são um componente crítico na história de vida das plantas superiores, provendo a principal oportunidade para as espécies colonizarem novos habitats e fugirem de condições adversas no tempo e no espaço.

A variação intraespecífica no peso das sementes pode afetar a germinação (Schaal, 1980; Hendrix, 1984) e as características de suas plântulas e, deste modo, influenciar o recrutamento populacional de uma espécie (Hendrix, 1984). Sementes grandes têm endosperma ou cotilédones mais desenvolvidos que sementes pequenas, sendo ricos em reservas de energia necessárias para a germinação (Gonzalez, 1993; Moegenburg, 1996). A necessidade das espécies vegetais de ampla dispersão favoreceu a seleção de sementes pequenas, enquanto que a necessidade para o sucesso no estabelecimento resultou na seleção por sementes grandes (Fenner, 1983).

Somente com estudos específicos poderemos entender as relações entre o tamanho das sementes, germinação e vigor (Gonzalez, 1993), além do que, a caracterização biométrica de frutos e sementes pode fornecer subsídios importantes para a diferenciação de espécies de mesmo gênero (Cruz et al., 2001).

Tecoma stans L. Juss. ex Kunth é uma espécie arbustivo-arbórea provavelmente originária do México (Sandwith & Hunt, 1974), ocorrendo naturalmente desde o Sudeste da Flórida e Sul do Texas nos Estados Unidos passando pelas Antilhas e

América Central até o Nordeste da Argentina (Gentry, 1992). Atualmente está adaptada e naturalizada em muitas regiões da América Tropical, sendo bastante utilizada como planta ornamental em virtude de suas flores amarelas produzidas durante o verão e outono (Sandwith & Hunt, 1974). No Brasil é utilizada como árvore ornamental em parques, jardins e na arborização urbana; produz anualmente grande quantidade de sementes anemocóricas e é considerada como planta daninha de pastagem (Lorenzi, 2000; Lorenzi et al., 2003) de difícil controle, apresentando rebrota vigorosa após o corte (Passini & Kranz, 1997).

Este estudo teve como objetivos caracterizar a produção de frutos e sementes de *Tecoma stans* quanto à massa e morfometria, bem como relacionar o comportamento germinativo desta espécie em relação à presença e ausência de luz constantes em diferentes classes de massa de suas sementes.

2. Material e Métodos

As sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth foram colhidas de 18 indivíduos localizados no Campus da UNESP de Rio Claro, em julho de 2003. Destes mesmos indivíduos também foram colhidos 35 frutos secos, porém com as valvas ainda fechadas, que foram colocados dentro de sacos de papel em uma sala com temperatura de ambiente não controlado até a abertura das valvas. Posteriormente, foram determinados o comprimento dos frutos (mm), a massa total dos frutos (mg), a massa das valvas mais a massa do replo (mg), o número de sementes por fruto e a massa das sementes (mg). Em seguida, foram determinadas dez classes de massa a partir das sementes contidas nos frutos (Fowler et al., 1998); para isso, foram contadas e pesadas, em balança de precisão de 0,0001 g, todas as sementes contidas em cada fruto.

Em outra etapa, sementes colhidas de cápsulas secas, porém abertas, foram colocadas para secar em temperatura de ambiente não controlado e separadas nas classes de massa anteriormente calculadas, totalizando 3.664 sementes distribuídas nas nove primeiras classes.

Amostras de 50 sementes das sete primeiras classes de massa, 24 e três sementes da oitava e nona classes, respectivamente, também foram utilizadas para a obtenção dos dados de massa fresca e morfométricos de largura da semente (mm), medido na maior

extremidade de sua ala, comprimento da semente (mm), medido no menor comprimento da ala, espessura da semente (mm), comprimento do embrião (mm), medido na linha do eixo embrionário, largura do embrião (mm), medido transversalmente a linha do eixo embrionário no seu maior comprimento.

Outras porções destas sementes foram colocadas para germinar em quatro repetições de 25 sementes para cada classe de massa em temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ na presença e ausência da luz, em caixas “gerbox” forradas com uma folha de papel filtro umedecido inicialmente com 10 mL de água destilada. Os experimentos realizados no escuro tiveram suas sementes contadas sob luz verde de segurança (Amaral-Baroli & Takaki, 2001). As sementes foram consideradas germinadas quando apresentaram raiz primária com, no mínimo, 1 mm de comprimento. As porcentagens e as velocidades de germinação nas diferentes classes de massa foram calculadas de acordo com Labouriau & Agudo (1987). O teor de água de cada uma das sete classes de massa foi obtido de acordo com a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Na busca de relações entre a massa e as características morfométricas dos frutos e das sementes, bem como com as características fisiológicas das sementes foram utilizadas análise de regressão (Zar, 1999) e funções lineares e não lineares (Batschelet, 1978). Na comparação das médias dos resultados obtidos nos testes de germinação foi utilizada análise de variância de dois fatores (ANOVA-two way) (Zar, 1999).

3. Resultados e Discussão

Os 35 frutos amostrados de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth apresentaram um comprimento médio de $189,4 \pm 28,9$ mm (\pm desvio padrão), massa média de $1.093,97 \pm 285,10$ mg, número médio de sementes de $58,54 \pm 12,89$. As partes do fruto referentes à planta mãe (valvas e replo dos frutos) apresentaram massa média de $643,66 \pm 167,29$ mg. Estes frutos geraram 2.049 sementes, que apresentaram massa média de $7,70 \pm 3,13$ mg, sendo a semente mais pesada de 14,8 mg e a mais leve de 0,2 mg.

Os valores obtidos para a espécie em estudo são inferiores aos observados em *Tabebuia heterophylla* (DC). Britton (Bignoniaceae) que apresenta frutos maiores e mais pesados, um maior número médio de sementes por fruto, além de sementes maiores e mais pesadas (Cordero & Molano-Flores, 1996/97).

Segundo Moegenburg (1996), a grande variação no tamanho das sementes é uma estratégia muito importante, uma vez que sementes pequenas têm maior chance de dispersão para longe da planta mãe, onde a competição intraespecífica é menor, enquanto que as sementes grandes produzem plântulas mais vigorosas.

A relação entre os resultados de massa do fruto e a massa das valvas mais a massa do repto foi positiva e altamente significativa (figura 1).

A massa do fruto também está fortemente relacionada com a massa das sementes nos frutos (figura 2).

A relação entre a massa dos frutos e o comprimento dos frutos não foi tão grande como as apresentadas anteriormente, porém também significativa e positiva (figura 3).

A relação entre a massa dos frutos e o número de sementes por fruto também foi positiva e significativa (figura 4).

Estes resultados mostram que a massa total dos frutos está linearmente e positivamente relacionada com as características dos frutos analisadas neste estudo, principalmente com as massas das valvas e do repto, juntamente com a massa total das sementes, mostrando que *Tecoma stans* quando produz frutos pesados estes são compridos, com maior número de sementes e, conseqüentemente, com maior massa média das sementes ($r^2=0,38$, $p=0,01$, $n=35$). Relações positivas e significativas também foram observadas por Pedron et al. (2004) quando estudaram a produção de frutos de *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Arecaceae); por outro lado, Cruz & Carvalho (2003) relataram que em *Couratari stellata* A. C. Smith não existe relação entre o número de sementes por fruto e o tamanho dos frutos.

Em *Tabebuia heterophylla*, a produção de frutos e sementes é altamente influenciada pelas condições ambientais encontradas em uma floresta subtropical úmida e subtropical seca, resultando em frutos e sementes menores (Cordero & Molano-Flores, 1996/97). Além disso, o adensamento e a competição intraespecífica podem influenciar fortemente o tamanho das sementes (Halpern, 2005).

A amplitude das classes de massa foi de 1,6 mg, com as sementes mais leves com 0,2 mg e a mais pesada com 14,8 mg, os intervalos de massa de cada classe e o número de sementes em cada classe, juntamente com a frequência relativa das sementes e o ponto médio das classes, estão apresentados na tabela 1.

A distribuição de frequência indica que as sementes desta espécie podem apresentar um dimorfismo na produção de suas sementes, evidenciado pelos picos de produção de suas sementes observados nas classes de massa dois e classe seis. Labouriau (1983), considerou que esta heterogeneidade na produção de sementes não é surpreendente, se for considerado que o tamanho da semente é um caráter muito susceptível à seleção. Como, por exemplo, o estudo realizado por Winn (1988) mostrou que *Prunella vulgaris* L. (Lamiaceae), espécie encontrada em diversos ambientes desde gramados, margens de estrada passando por campos de cultura abandonados até áreas de floresta, tem a média da massa de suas sementes afetada pelo ambiente, com sementes maiores produzidas na floresta e menores produzidas nos campos de cultura abandonados. Esse comportamento vem corroborar a teoria da estratégia adaptativa da variação na massa das sementes, apresentada por Delgado et al. (2001), que é baseada na heterogeneidade ambiental, onde cada semente, com sua massa específica, está adaptada a um microhabitat particular.

A relação entre a massa das sementes e as características morfométricas da ala e do embrião indicaram que a largura da ala apresenta relação positiva e significativa com a massa das sementes, podendo ser descrita por uma função potência (figura 5).

A relação existente entre a massa das sementes e o comprimento da ala também ocorreu de maneira positiva e significativa, porém mais significativa que os dados de largura da ala (figura 6).

A relação entre a massa das sementes e o comprimento dos embriões ocorreu novamente de modo significativo para uma função potência (figura 7).

A relação entre os resultados de massa das sementes e espessura das sementes foi novamente positiva e significativa com uma maior tendência para uma curva potência (figura 8).

Existiu uma forte relação não linear potencial entre os dados de massa das sementes e a largura dos embriões (figura 9).

Os resultados das análises dos dados de morfometria das sementes e suas respectivas massas mostraram existir relações positivas e significativas entre todas as características analisadas. Contudo, a relação entre a massa das sementes e as medidas de largura da ala e entre o comprimento da ala e o comprimento do embrião foram baixas quando comparadas com os dados de espessura da semente e largura do embrião.

Assim, devido à dificuldade no ajuste deste modelo ao conjunto de dados, os modelos gerados para as três primeiras características morfológicas das sementes e dos embriões de *Tecoma stans* não são os mais adequados para descrever a relação existente entre a massa e estas características, isso devido ao aumento da variabilidade da massa com o aumento destas variáveis, evidenciando principalmente que o desenvolvimento da ala ocorre de modo independentemente ao do embrião. Porém, Raju et al. (2001) consideraram que nesta espécie pode haver realocação dos recursos destinados à reprodução, dependendo do tipo de fecundação apresentado por uma determinada flor, ou seja, se a fecundação de uma flor é cruzada, pode existir um aumento na superfície das alas em detrimento do vigor dos embriões.

Estes resultados demonstram que as sementes de *Tecoma stans* apresentam uma tendência das sementes pesadas possuírem embrião bem desenvolvido, já que os dados de espessura das sementes e largura do embrião apresentam uma relação potência. Além disso, esta relação é muito mais evidente entre os dados de massa e largura, indicando que o desenvolvimento das sementes ocorre de maneira muito mais acentuada transversalmente ao eixo embrionário. Este crescimento transversal pode estar relacionado à disposição e adensamento das sementes dentro dos frutos, com a própria característica de dispersão anemocórica destas sementes ou ainda à somatória destes e outros fatores bióticos e abióticos, determinados evolutivamente, o que vem ao encontro do citado por Lord et al. (1995), de que o tamanho das sementes é uma característica moldada pela história natural das espécies e pela história evolutiva da linhagem.

A correlação entre a massa média das sementes nas classes de massa e o teor de água foi negativa e altamente significativa ($r=-0,99$, $p=0,00$, $n=6$), indicando que as sementes apresentam uma maior quantidade de matéria seca com o aumento da classe de massa, representando um maior desenvolvimento do embrião e, conseqüentemente, maior vigor da semente (tabela 2).

Na análise de variância de dois fatores as porcentagens de germinação das sementes de *Tecoma stans* apresentaram diferenças entre as classes de massa ($p<0,00$), porém não foi observado efeito da luz ($p>0,63$) nem interação entre a germinação nas classes e os ambientes de luz ($p>0,98$), como pode ser observado na figura 10.

A 25°C a proporção de sementes germinadas é alterada pela massa das sementes somente nas três primeiras classes, demonstrando que para esta espécie, o aumento

progressivo na massa de suas sementes não interfere na porcentagem total de sementes germinadas como pode ser observado na figura 10.

Comportamento oposto foi observado para *Lupinus texensis* Hook. (Leguminosae), espécie comum no inverno e endêmica da região central do Texas nos Estados Unidos, cujo peso da semente está correlacionado com o aumento na proporção de sementes germinadas, onde sementes menores que 17 mg apresentaram uma proporção de 41,9% de germinação, enquanto que sementes com peso entre 18 - 22 mg apresentaram 90,1%, chegando a 100% em sementes com peso superior a 48 mg (Schaal, 1980). Porém, segundo Gonzalez (1993), as sementes de *Virola koschnyi* Warb. (Myristicaceae), espécie encontrada na Estação Biológica de La Selva, Costa Rica, quando divididas em quatro classes de peso não apresentaram diferenças significativas na germinação de suas sementes.

Os resultados da análise de variância de dois fatores demonstram que a velocidade de germinação das sementes de *Tecoma stans* é diferente entre as classes de massa ($p < 0,00$) e que a velocidade das sementes germinadas na luz é maior que as sementes germinadas no escuro ($p < 0,00$), existindo também fortes interações ($p < 0,00$) entre as classes de massa e a velocidade de germinação nos ambientes de luz (figura 11).

As sementes que germinaram nos tratamentos de luz, com exceção da classe um, apresentaram a mesma velocidade, enquanto que as sementes germinadas no escuro apresentaram uma velocidade de germinação crescente com as classes de massa. Estes resultados mostram que sementes de *Tecoma stans* das classes dois a seis germinam mais rapidamente na presença de luz do que aquelas mantidas na ausência de luz. Isto demonstra claramente que as maiores classes de massa apresentam sementes com mais recursos para sua germinação.

É importante ressaltar que o lote de sementes de *Tecoma stans*, apresentou 81,26% de germinação, demonstrando grande sucesso reprodutivo, contudo, segundo Cordero & Di Stéfano (1991), sob condições de estresse de água espera-se uma redução na proporção de sementes germinadas nesta espécie. De acordo com Cordero & Molano-Flores (1996/97), sementes geradas sob condições de estresse de água estão mais aptas a germinar no estresse do que sementes geradas em ambientes com maior disponibilidade hídrica.

A relação entre a porcentagem média de germinação e a massa média das sementes de *Tecoma stans* ocorreu de modo significativo na forma de uma curva sigmóide tanto na presença (figura 12) quanto na ausência de luz (figura 13).

Labouriau (1983) considerou que o crescimento de uma semente ocorre, como em muitos sistemas biológicos, na forma de uma curva sigmóide e que o desenvolvimento do embrião, endosperma e testa estariam ocorrendo desde os estádios iniciais de desenvolvimento da semente. O fato da resposta dos testes de germinação das classes de massa de *Tecoma stans* apresentarem a forma de uma curva sigmóide (figuras 12 e 13) indicam que sementes leves possivelmente resultaram de um processo de má formação dos embriões. Estes poderiam ser formados pela limitação de recursos da planta mãe (Westoby et al., 1992) ou ainda segundo Schaal (1980), que estudou vários aspectos da biologia reprodutiva de *Lupinus texensis*, espécie pertencente à família Leguminosae, a posição que a semente ocupa no fruto pode resultar em diferenças na absorção de nutrientes ou da competição entre óvulos e sementes em desenvolvimento, ou mesmo uma combinação destes fatores poderia explicar a produção de sementes com diferentes massas. Além disso, Mogie et al. (1990) consideraram o efeito genético no processo de formação das sementes, onde embriões e endospermas mais desenvolvidos seriam mais eficazes em atrair uma grande quantidade do suprimento de recursos da planta mãe. Entretanto, o efeito da posição das sementes na planta mãe, em sua massa, não deve ser resultado de diferenças genotípicas, mas talvez represente uma amplitude no tempo de sobrevivência de suas plântulas (Krannitz et al., 1991).

4. Conclusões

As relações observadas entre a massa dos frutos e suas características morfológicas e de produção de sementes indicaram que frutos pesados de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth apresentam valvas e repleto mais desenvolvidos e, conseqüentemente, um maior número de sementes.

As relações entre a massa das sementes de *Tecoma stans* e suas características morfológicas foram representadas por uma função potência, que foi mais evidente com a medida da largura do embrião, caracterizando um maior desenvolvimento do embrião

no sentido transversal ao eixo embrionário. Assim, quanto maior a semente mais desenvolvido será o embrião e, portanto, maior a probabilidade de germinação desta semente.

5. Bibliografia

AMARAL – BAROLI, A.; TAKAKI, M. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.44, n.2, p.121–124, 2001.

BATSCHELET, E. **Introdução à matemática para biocientistas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978. cap. 3 e 4.

BAZZAZ, F.A.; ACKERLY, D.D.; REEKIE, E.G. Reproductive allocation in plants. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. New York: CABI, 2000. p. 1-29.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDU/CLA, 1992. 365 p.

CORDERO, R.A.; DI STÉFANO, J.F. Efecto Del estrés osmótico sobre la germinación de semillas de *Tecoma stans* (Bignoniaceae). **Revista de Biología Tropical**, v.39, p.107–110, 1991.

CORDERO, R.A.; MOLANO-FLORES, B. Germination of *Tabebuia heterophylla* seeds (Bignoniaceae) from a wet and dry Forest of Puerto Rico. **Revista de Biología Tropical**, v. 44/45, p. 79-86, 1996-1997.

CORDAZZO, C.V. Effect of seed mass on germination and growth in three dominant species in southern brazilian coastal dunes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 3, p. 427-435, 2002.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (Lecythidaceae). **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 381-388, 2003.

CRUZ, E.D.; MARTINS, F.O.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.

DELGADO, J.A.; SERRANO, J.M.; LÓPEZ, F.; ACOSTA, F.J. Heat shock, mass-dependent germination, and seed yield as related components of fitness in *Cistus ladanifer*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 46, p. 11-20, 2001.

FENNER, M. Relationships between seed weight, ash content and seedling growth in twenty – four species of Compositae. **The New Phytologist**, v. 95, p. 697-706, 1983.

FOWLER, J.; COHEN, L.; JARVIS, P. **Practical statistics for field biology**. Chichester: Jonh Wiley & Sons Ltda, 1998. 254 p.

HALPERN, S. Sources and consequences of seed size variation in *Lupinus perennis* (Fabaceae): adaptive and non-adaptive hypotheses. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 2, p. 205-213, 2005.

HENDRIX, S.D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae). **American Journal of Botany**, v. 71, n. 6, p. 795-802, 1984.

GENTRY, A.H. Bignoniaceae. **Flora Neotropica**, New York, pt. 2, p. 84-287, 1992.

GONZALEZ, J.E. Effect of seed size on germination and seedling vigor of *Virola koschnyi* Warb. **Forest Ecology and Management**, v. 57, p. 275-281, 1993.

KRANNITZ, P.G.; AARSSSEN, L.W.; DOW, J.M. The effect of genetically based differences in seed size on seedling survival in *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae). **American Journal of Botany**, v. 78, p. 446-450, 1991.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, D. C.: Secretaria Geral dos estados americanos, 1983. 174 p.

LABOURIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Sativa hispania* L. I Temperature Effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 59, n.1, p. 37-56, 1987.

LEISHMAN, M. R.; WRIGHT, I. J.; MOLES, A. T.; WESTOBY, M. M. The evolutionary ecology of seed size. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. New York: CABI, 2000. p. 31-57.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 608 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368 p.

LORD, J.; WESTOBY, M.; LEISHMAN, M. Seed size phylogeny in six temperate floras: constraints, niche conservatism, and adaptation. **The American Naturalist**, v. 146, n. 3, p. 349-364, 1995.

MOEGENBURG, S.M. *Sabal palmetto* seed size: causes of variation, choices of predators, and consequences for seedlings. **Oecologia**, v. 106, p. 539-543, 1996.

MOGIE, M.; LATHAN, J.R.; WARMAN, E.A. Genotype – independent aspects of seed ecology in Taraxarum. **Oikos**, v. 59, p. 175-182, 1990.

PASSINI, T., KRANZ, W. Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. **Planta Daninha**, v. 15, n. 2, p. 190-197, 1997.

PEDRON, F.A.; MENEZES, J.P.; MENEZES, N.L. Parâmetros biométricos de fruto e sementes de butiazeiro. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2 p. 585–586, 2004.

RAJU, B.M.; GANESHAIAH, K.N.; SHAANKER, R.U. Paternal parents enhance dispersal ability of their progeny in a wind-dispersed species, *Tecoma stans* L. **Current Science**, v. 81, p. 22-24, 2001.

SANDWITH, N.Y.; HUNT, D.R. Bignoniaceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, pt. 1, p. 15-20, 1974.

SCHAAL, B.A. Reproductive capacity and seed size in *Lupinus texensis*. **American Journal of Botany**, v. 67, n. 5, p. 703-709, 1980.

WESTOBY, M.; JURADO, E.; LEISHMAN, M. Comparative evolutionary ecology of seed size. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 11, p. 368-372, 1992.

WINN, A.A. Ecological and evolutionary consequences of seed size in *Prunella vulgaris*. **Ecology**, v.69, n. 5, p. 1537–1544, 1988.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. cap. 10, 11, 12 e 13.

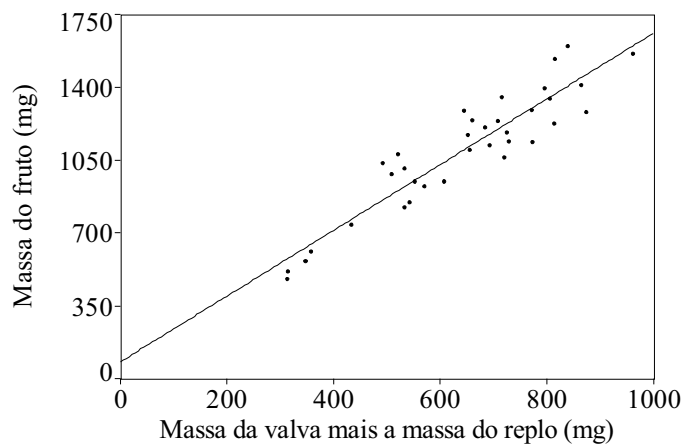


Figura 1 – Relação entre a massa do fruto e a massa da valva mais a massa do repleo de *Tecoma stans* ($y = a + b.x$, onde $a = 77,964097$ e $b = 1,5784635$, $r^2 = 0,85$, $p = 0,01$, $n = 35$).

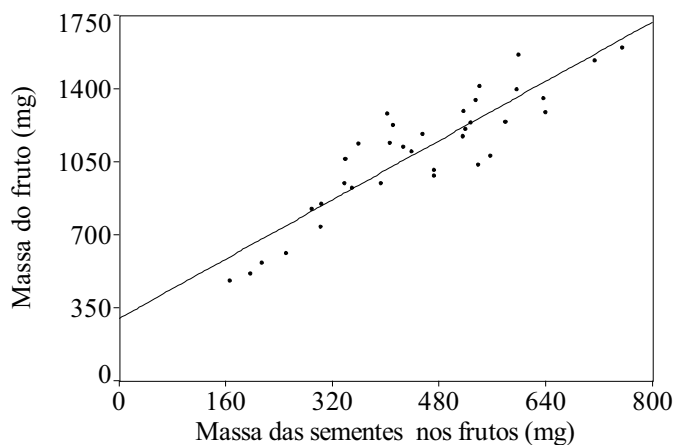


Figura 2 - Relação entre a massa do fruto e a massa das sementes de *Tecoma stans* ($y = a + b.x$, onde $a = 295,11369$ e $b = 1,7740455$, $r^2 = 0,79$, $p = 0,01$, $n = 35$).

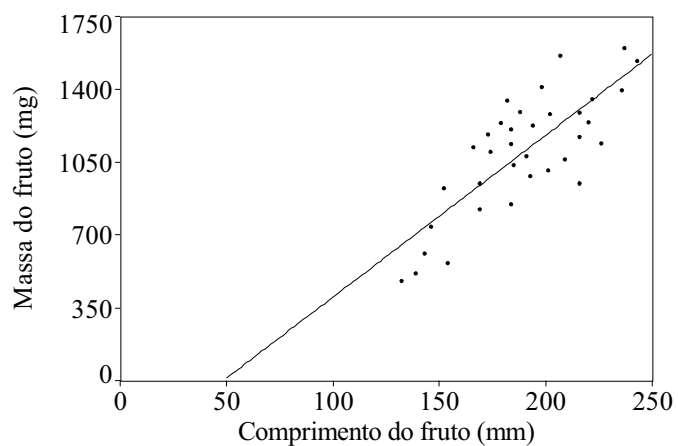


Figura 3 – Relação entre a massa do fruto e o comprimento do fruto de *Tecoma stans* ($y = a + b x$, onde $a = -378,90031$ e $b = 7,775341$, $r^2 = 0,60$, $p = 0,01$, $n = 35$).

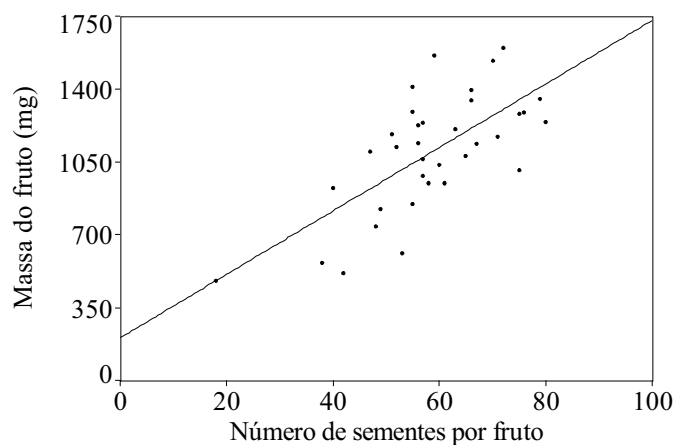


Figura 4 - Relação entre a massa do fruto e o número de sementes por fruto de *Tecoma stans* ($y = a + b.x$, onde $a = 201,948$ e $b = 15,237101$, $r^2 = 0,47$, $p = 0,01$, $n = 35$).

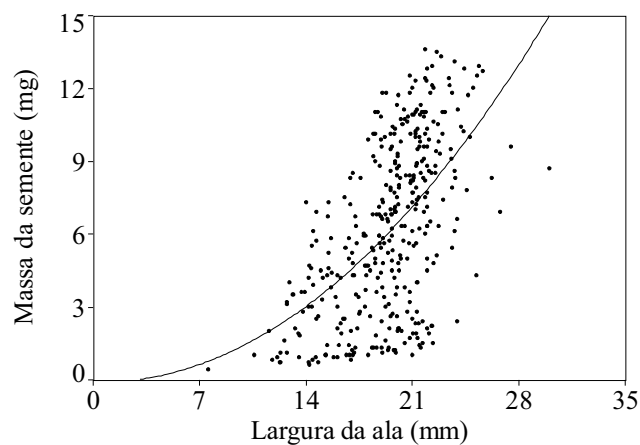


Figura 5 – Relação entre a massa da semente e a largura da ala de *Tecoma stans* ($y = a + b \cdot x^c$, onde $a = -0,13661901$, $b = 0,013611128$, $c = 2,0613556$, $r^2 = 0,30$, $p = 0,01$, $n = 377$).

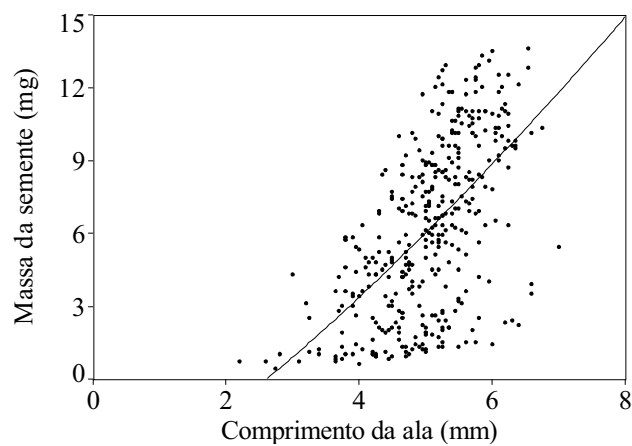


Figura 6 – Relação entre a massa da semente e o comprimento da ala de *Tecoma stans* ($y = a + b \cdot x^c$, onde $a = -4,5866475$, $b = 1,3188982$, $c = 1,2943701$, $r^2 = 0,34$, $p = 0,01$, $n = 377$).

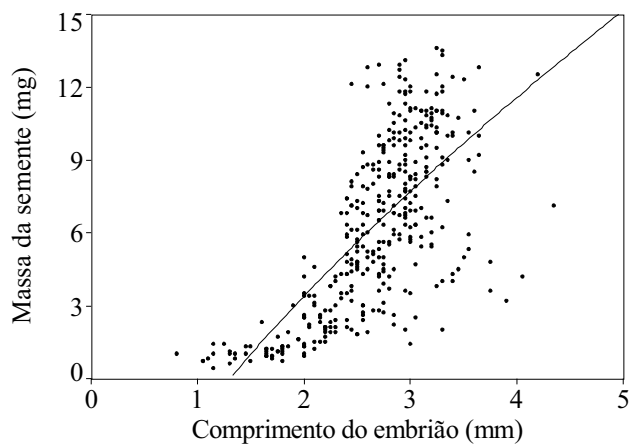


Figura 7 - Relação entre a massa da semente e o comprimento do embrião de *Tecoma stans* ($y = a + b.x^c$, onde $a = -9,9198291$, $b = 8,2333778$, $c = 0,69124415$, $r^2 = 0,48$, $p = 0,01$, $n = 377$).

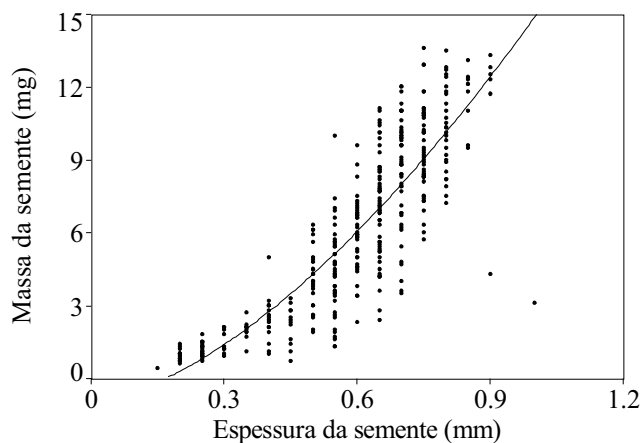


Figura 8 - Relação entre a massa da semente e a espessura da semente de *Tecoma stans* ($y = a + b.x^c$, onde $a = -0,90638948$, $b = 15,746765$, $c = 1,6032643$, $r^2 = 0,71$, $p = 0,01$, $n = 377$).

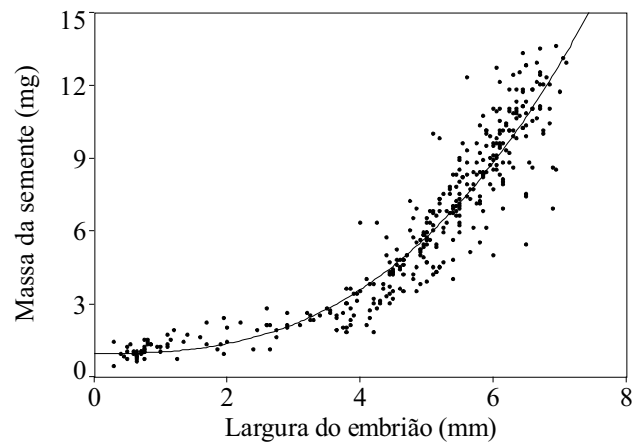


Figura 9 - Relação entre a massa da semente e a largura do embrião de *Tecoma stans* ($y = a + b \cdot x^c$, onde $a = 0,92902538$, $b = 0,062531007$, $c = 2,6977501$, $r^2 = 0,88$, $p = 0,01$, $n = 377$).

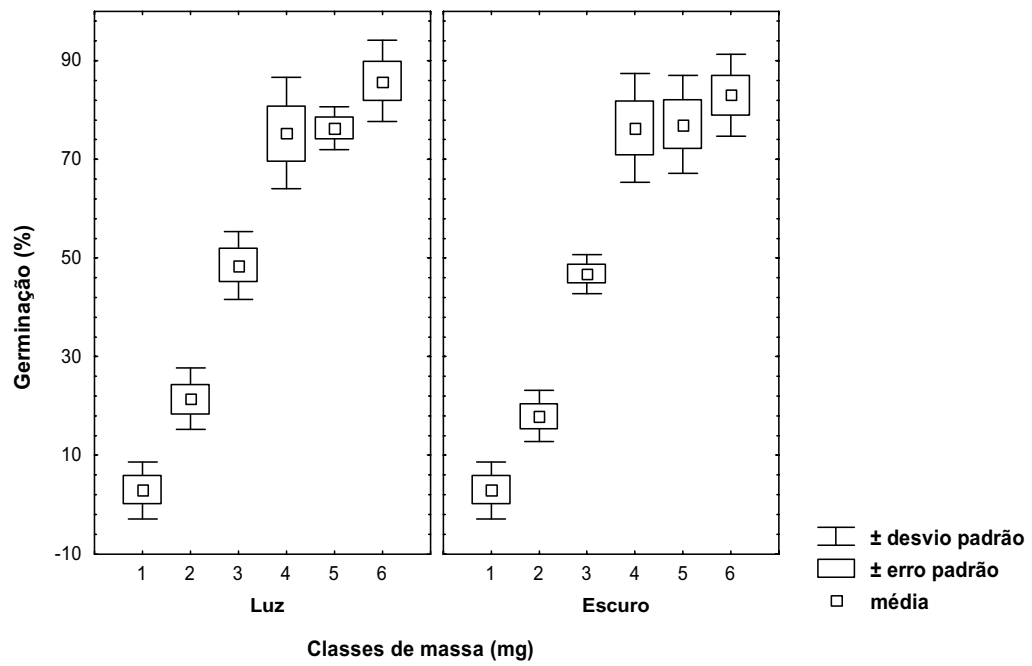


Figura 10 – Porcentagem média de germinação das sementes de *Tecoma stans* na luz e no escuro nas classes de massa analisadas.

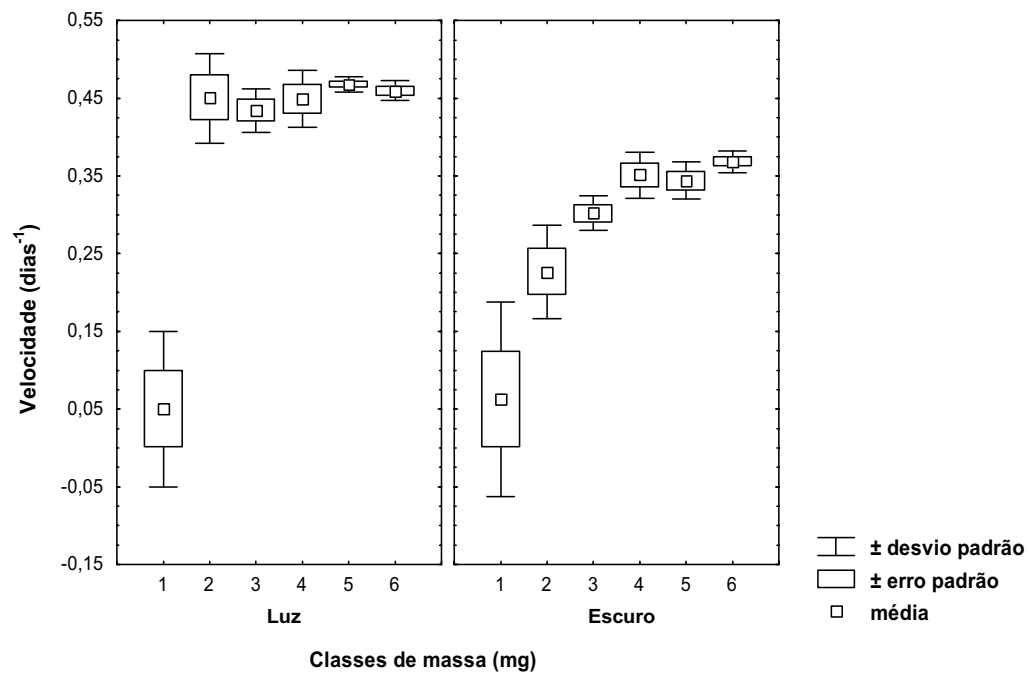


Figura 11 – Velocidade média de germinação das sementes de *Tecoma stans* na luz e no escuro nas classes de massa analisadas.

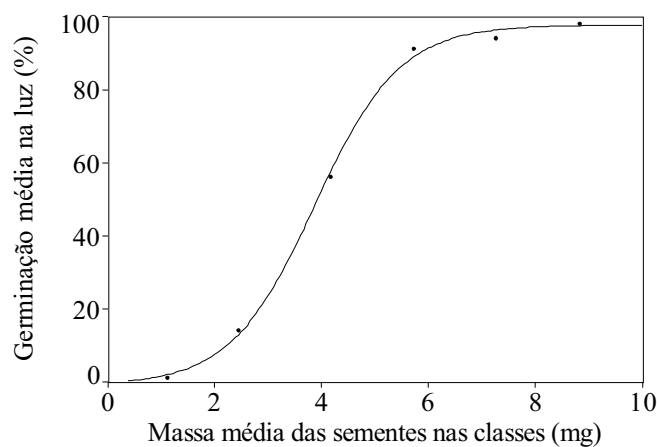


Figura 12 - Relação entre porcentagem média de germinação das sementes na luz e a massa média das sementes de *Tecoma stans* ($y = a + b/(1 + \exp(-(x - c)/d))$) onde $a = -1,1333128$, $b = 98,660328$, $c = 3,8771565$, $d = 0,79149493$, $r^2 = 0,99$, $p = 0,01$, $n = 6$).

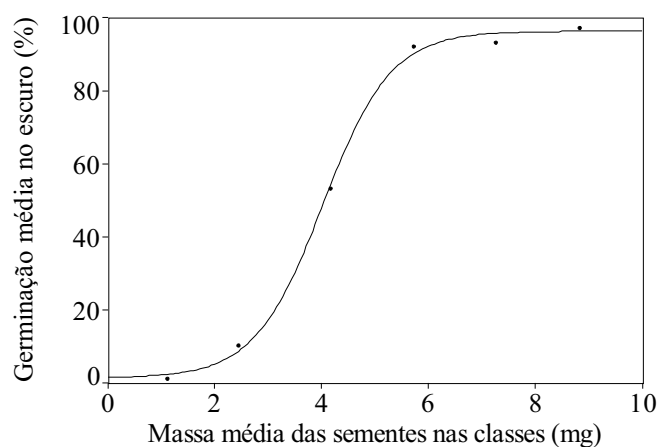


Figura 13 - Relação entre porcentagem média de germinação das sementes no escuro e a massa média das sementes de *Tecoma stans* ($y = a + b/(1 + \exp(-(x - c)/d))$), onde $a = 1,2077416$, $b = 94,905124$, $c = 4,0285496$, $d = 0,63592498$, $r^2 = 0,99$, $p = 0,01$, $n = 6$).

Tabela 1 – Classes de massa, número de sementes por classe, frequência relativa e ponto médio da classe de *Tecoma stans*.

Classe de massa	Amplitude de classe (mg)	Número de sementes por classe	Frequência relativa de sementes (%)	Ponto médio da classe
1	0,2 – 1,7	89	4,34	1,0
2	1,8 – 3,3	178	8,69	2,6
3	3,4 – 4,9	117	5,71	4,2
4	5,0 – 6,5	297	14,49	5,8
5	6,6 – 8,1	337	16,45	7,4
6	8,2 – 9,7	439	21,43	9,0
7	9,8 – 11,3	376	18,35	10,6
8	11,4 – 12,9	172	8,39	12,2
9	13,0 – 14,5	43	2,10	13,8
10	14,6 – 16,1	1	0,05	15,4

Tabela 2 – Teor de água das sementes de *Tecoma stans* por classe de massa.

Classe de massa	Teor de água (%)
1	9,09
2	8,50
3	8,15
4	7,68
5	7,06
6	6,88

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE EMBRIÕES POR IMAGENS DE RAIOS X E RELAÇÃO COM A MASSA E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *TECOMA STANS* L. JUSS. ex KUNTH (BIGNONIACEAE).

RESUMO – As imagens obtidas pelos raios X vêm sendo utilizadas na análise da qualidade de sementes desde os anos 50 e, atualmente, vêm se destacando por ser um método rápido, de boa precisão e não destrutivo. Deste modo, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as características morfológicas dos embriões de sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth pertencentes a diferentes classes de massa através da análise de imagens obtidas pelo uso dos raios X, correlacionando-as com a germinação e morfologia das plântulas. Foram utilizadas sete classes de massa com trinta sementes em cada classe, que foram submetidas aos raios X para a obtenção das imagens dos embriões. Os embriões foram classificados de acordo com suas características morfológicas em 4 categorias (embriões sem defeito, embriões com pequenos defeitos, embriões deformados e sementes sem embrião). As sementes das diferentes classes de massa foram colocadas para germinar (emissão da raiz primária) e após dez dias foi observado o número de plântulas normais em cada uma das categorias e classes de massa. A maioria das sementes das classes 1 e 2, mais leves, apresentou-se com embriões deformados ou sem embrião, enquanto que as de maior massa (classes 3 a 7) apresentaram embriões sem defeitos, em sua maioria ou totalidade. Quase a totalidade das sementes com embriões sem defeito germinaram, porém, nem todas

deram origem a plântulas normais, provavelmente devido ao tempo de armazenamento das sementes por oito meses.

Palavras chave: germinação de sementes, massa da semente, análise de imagens

ABSTRACT – The images obtained by X-ray have been utilized for analyze of seeds quality since year 50 and recently have been prominence for to be a fast method, with a good precision and it is not a destructive method. In this way, the objective of this study was evaluated the morphological characteristics of the embryo structure of *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth seeds with different mass, making use of X-ray images and correlating this images with seed germination and morphological aspects of seedlings . To obtain embryo images seven classes of seed mass were utilized with thirty seeds in each class that were submitted to the X-ray. The embryos were classified in accordance to their morphological characteristics in four categories (embryos without defect, embryos with small defect, embryos deformity and seeds without embryo). The seeds were placed to germinate (radicle protrusion) and after ten days were observed the normal seedling number in each class of seed mass. The greater of the seeds in the 1^o and 2^o classes of seed mass, more light, possessing seeds with embryos deformity or seeds without embryo. While almost of the totality or the totalit of seeds with the highest mass (classes 3^o to 7^o) had seeds embryos without defect. Almost of the totality of seeds with embryos without defect germinated, nevertheless not all gave origin to normal seedlings, probably by reason of seeds storage during eight months.

Key words: seed germination, seed mass, image analysis technique

1. Introdução

Tecoma stans L. Juss. ex Kunth é uma espécie arbustivo-arbórea com sementes anemocóricas (Lorenzi, 2000; Lorenzi et al., 2003), provavelmente originária do México (Sandwith & Hunt, 1974), que ocorre naturalmente desde o Sudeste da Flórida e Sul do Texas nos Estados Unidos passando pela América Central até o Nordeste da Argentina (Gentry, 1992). Atualmente está adaptada e naturalizada em muitas partes da

América Tropical onde é muito utilizada na ornamentação, em virtude de suas flores amarelas (Sandwith & Hunt, 1974). No Brasil é utilizada na ornamentação de parques e considerada planta daninha de pastagem (Lorenzi, 2000; Lorenzi et al., 2003) de difícil controle (Passini & Kranz, 1997).

A massa das sementes é apontada como uma característica que favorece a germinação e o crescimento inicial de suas plântulas (Weis, 1982; Morse e Schmitt, 1985; Soltani et al., 2002), fazendo com que as plântulas de sementes maiores apresentem uma emergência mais rápida e um maior tamanho inicial (Parker et al., 2006).

O teste de raios X para avaliar a qualidade das sementes de coníferas vem sendo utilizado desde as décadas de 50 (Simak & Gustafsson, 1953) e de 70 com o trabalho de Kamra (1976), que empregou os raios X para determinar a qualidade de sementes de florestas tropicais quanto ao desenvolvimento dos embriões, danos por insetos, danos mecânicos e até mesmo doenças.

A análise de imagens obtidas pelo uso dos raios X para a determinação de danos em sementes destaca-se como uma eficiente ferramenta, pois trata-se de um método de grande precisão, que permite imagens detalhadas das áreas danificadas, além de ser um método não destrutivo (Cícero et al., 1998).

Quando uma semente é exposta aos raios X, a radiação absorvida pelos tecidos depende não só da espessura, densidade e composição destes tecidos, mas também do comprimento de onda da radiação (Bino et al., 1993). Nas radiografias, as áreas mais escuras são aquelas em que a radiação atravessou com mais facilidade e as mais claras partes mais densas (Simak, 1991).

A utilização de raios X na detecção de defeitos nas estruturas dos embriões de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl. e *Tabebuia impetiginosa* (Martius Ex A.P. de Candolle) Standley apresentou-se eficiente, permitindo a detecção de anomalias que refletiram na qualidade do lote das sementes (Oliveira et al., 2004). Do mesmo modo, Machado e Cícero (2003) observaram a eficiência dos raios X na detecção de anomalias em sementes de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. o que permitiu a melhora da qualidade do lote pelo descarte das sementes mal formadas.

Este estudo teve como objetivo avaliar as características morfológicas dos embriões de sementes de *Tecoma stans* pertencentes a diferentes classes de massa

através da análise de imagens obtidas pelo uso dos raios X, correlacionando-as com a germinação e ao aspecto morfológico das plântulas.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Análise de Imagens e de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (Piracicaba), e no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas do Departamento de Botânica, Universidade Estadual Paulista (Rio Claro).

As sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth foram colhidas de 18 indivíduos localizados no Campus da UNESP de Rio Claro, em julho de 2003. Destes mesmos indivíduos também foram colhidos 35 frutos secos, porém com as valvas ainda fechadas, que foram colocados dentro de sacos de papel em uma sala com temperatura de ambiente não controlado até a abertura das valvas, para a determinação de dez classes de massa segundo Fowler et al. (1998), como observadas na tabela 1. Para isso, foram contadas e pesadas, em balança de precisão de 0,0001 g, todas as sementes contidas em cada fruto.

Após a determinação das classes de massa, novas sementes foram colhidas de frutos abertos, colocadas para secar a temperatura de ambiente não controlado e armazenadas em recipientes de vidro a 10°C até o início dos experimentos, 8 meses depois. Como a frequência das sementes nas classes 8, 9 e 10, observadas nos frutos fechados, foi baixa (tabela 1), não foi possível coletar sementes destas classes para a avaliação dos testes programados para os experimentos. Assim, foram utilizadas somente as sementes das sete primeiras classes.

Para a definição dos tempos e intensidade de radiação que possibilitasse uma visualização nítida do embrião e caracterização precisa das estruturas internas das sementes foram testadas intensidades de radiação que variaram entre 10 e 25 kV e tempos de exposição de 30 a 360 segundos. Após este teste preliminar, a intensidade e o tempo de radiação foram definidos em 10 kV por 180 segundos.

Trinta sementes, previamente identificadas (numeradas) de cada uma das sete classes de massa, foram colocadas em células de uma placa de acrílico para a obtenção das radiografias. Foram utilizados filmes radiográficos (Kodak MIN-R 2000, tamanho

18 x 24 cm) a uma distância de 40 cm da fonte de radiação, em um aparelho de raios X FAXITRON X-Ray (MX-20). Os filmes foram revelados em uma processadora automática Hope X-Ray (319 Micromax). Posteriormente, as imagens foram digitalizadas uma a uma por um scanner Umax (PowerLook 1100).

Dentro de cada classe de massa, as sementes foram classificadas de acordo com a anatomia interna do embrião: embrião sem defeito (ESD), semente contendo o embrião codiforme e com os “lóbulos” bem desenvolvidos; embrião com pequenos defeitos (EPD), embrião com formato um pouco irregular ou com seus lóbulos pouco desenvolvidos; embrião deformado (ED), embrião atrofiado muitas vezes apresentando material pouco denso ou mesmo embrião com rachaduras; semente sem embrião (SSE), aquela que apresenta um resquício embrionário, ou nem mesmo isso, em seu interior.

Para avaliar os possíveis efeitos dos danos ou defeitos observados através da análise das imagens, todas as sementes utilizadas nas radiografias foram colocadas para germinar em células de forma de gelo, forradas com papel de filtro adequadamente umedecidas com água destilada, dentro de bandejas tampadas com vidro transparente, numa sala climatizada a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. O acompanhamento da germinação, dada com a emissão da raiz primária, foi diário. Após dez dias da semeadura, foi avaliada a formação de plântulas, categorizadas como normais, anormais e sementes mortas, que em seguida foram fotografadas. Foram consideradas plântulas normais as que apresentaram cotilédones expandidos, verdes e sem manchas, além de raízes primárias e secundárias; plântulas anormais aquelas que não tinham seus cotilédones expandidos e nem mesmo raízes secundárias e sementes mortas àquelas que não germinaram.

3. Resultados e Discussão

O exame das imagens das sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth, mostrou que somente a classe 1 apresentou sementes sem embrião (SSE) (tabela 2), como pode ser observado na radiografia de uma semente que possui apenas um resquício embrionário no interior de sua cavidade embrionária (figura 1A), que resultou em semente morta (figura 1B). Sementes com embriões deformados (ED) foram mais comuns nas classes 1 (63,33%) e 2 (80%), como pode ser observado na Tabela 2. Na figura 2A pode ser observada na imagem radiográfica uma semente da classe 1 com

embrião defeituoso, com formação de tecido embrionário membranáceo, sem um desenvolvimento pleno, visto como uma mancha mais clara no interior da cavidade embrionária, com a ponta da radícula de cor branca indicando maior densidade da matéria neste local; como observa-se na figura 2B, a semente está morta. Na figura 3A pode ser observado um embrião deformado de uma semente da classe 2, com sua embriogênese incompleta, apresentando-se com formato irregular; além disso, pode ser observado pelas partes escuras na radiografia que o embrião possui tecidos com diferentes densidades, resultando em semente morta (figura 3B).

Por outro lado, as sementes com embriões deformados (ED) das classes 3 (13,33%) e 4 (3,33%) apresentaram embriões mais desenvolvidos do que os observados nas classes anteriores, evidenciado pela germinação nestas classes (tabela 3), como pode ser visualizado na figura 4A, demonstrando o efeito da embriogênese incompleta na massa das sementes. Ainda nesta figura, também podemos observar a presença de uma fissura no embrião. Sementes nesta condição germinaram, porém deram origem a plântulas anormais (figura 4B). Diferentemente, em *Tabebuia impetiginosa*, Oliveira et al. (2004) observaram a formação plântulas normais (10%) oriundas de sementes deformadas.

Embriões com pequenos defeitos (EPD) foram observados somente nas sementes das classes 2 e 3, sendo mais freqüentes nesta última (tabela 2). Alguns embriões desta categoria de desenvolvimento apresentaram a emissão da raiz primária (tabela 3). Porém, nas sementes da classe 2, 50% deles deram origem a plântulas anormais, já na classe 3, 80% deram origem a plântulas anormais e os 20% restantes dos embriões estavam mortos (tabela 4). Na figura 5A pode-se observar uma semente da classe 2 com um embrião com pequeno defeito no desenvolvimento dos lóbulos de seus cotilédones, observado pela saliência da radícula; nesta situação a semente deu origem a uma plântula anormal (figura 5B). Na figura 6A observa-se que o embrião não apresentou simetria no desenvolvimento dos lóbulos dos cotilédones, resultando, também, em plântula anormal (figura 6B).

A maioria das sementes da categoria de embriões sem defeitos (ESD) foi observada nas classes 4 (96,67%), 5 (100%), 6 (100%) e 7 (100%) (tabela 2), indicando que quanto mais pesadas as sementes, maior foi o desenvolvimento do embrião. Na tabela 3 observa-se que todas as sementes que apresentaram os embriões sem defeito

germinaram, com exceção da classe 4 (96,55%). Todas as sementes da classe 2, desta categoria, deram origem a plântulas normais. Porém, nem todas as sementes com embriões sem defeito da classe 3 deram origem a plântulas normais (tabela 4). A classe 4 apresentou 75, 86% dos embriões sem defeito dando origem a plântulas normais e o restante originando plântulas anormais (tabela 4). Exemplo do desenvolvimento desses embriões pode ser observado na figura 7A. Observa-se na figura 7B que sementes nesta condição deram origem a plântulas normais.

De acordo com Oliveira et al. (2003), a morfologia interna das sementes pode ser um indicativo do potencial de viabilidade. Entretanto, devido à variação natural, sementes que apresentam boas características visualizadas nas radiografias podem não germinar, provavelmente devido às infecções causadas por microrganismos ou por estarem mortas (Burg et al., 1994). Assim, as sementes que emitiram a raiz primária e não formaram plântulas normais poderiam estar em estágio inicial de perda de viabilidade. Neste contexto, fazer inferências a respeito da qualidade das sementes baseado somente no exame radiográfico pode ser questionável (Machado & Cícero, 2003), necessitando, dessa maneira, de testes fisiológicos.

As imagens de raios X permitiram visualizar o grau de desenvolvimento dos embriões de *Tecoma stans* dentro de cada classe de massa das sementes, possibilitando observar anomalias embrionárias, características de determinadas classes de massa, que provavelmente tiveram origem durante a maturação dos frutos.

Também foi possível observar que a emissão da raiz primária ocorreu de maneira mais contundente do que a formação de plântulas normais, já que nem todas as sementes que emitiram a raiz primária originaram plântulas normais. Isso indica a maior eficiência da avaliação da formação de plântulas sobre a emissão da raiz primária, nestas condições experimentais, para análise do vigor. Contudo, mais trabalhos devem ser realizados com a finalidade de verificar a eficiência destes métodos nesta e em outras espécies.

4. Conclusões

A análise das imagens de raios X permitiu visualizar os processos de má formação dos embriões de acordo com as classes de massas das sementes e, também,

possibilitou a identificação de danos internos nas sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth.

A capacidade germinativa das sementes de *Tecoma stans* foi maior nas classes onde se verificou menor dano ou embriões mais desenvolvidos detectados pelas imagens de raios X.

5. Bibliografia

BINO, R.J.; AARTSE, J.W.; BURG, W.J. van der. Non-destructive X-ray of *Arabidopsis* embryo mutants. **Seed Science Research**, v. 3, n. 2, p. 167-170, 1993.

BURG, W.J. van der; AARTSE, J.W.; VAN ZWOL, R.A.; JALINK, H.; BINO, R.J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. **Journal American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 2, p. 258-263. 1994.

CÍCERO, S.M.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M.; VAN DER BURG W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, v. 26, p. 603-612, 1998.

FOWLER, J.; COHEN, L.; JARVIS, P. **Practical statistics for field biology**. Chichester: John Wiley & Sons Ltda, 1998. 254 p.

GENTRY, A.H. Bignoniaceae. **Flora Neotropica**, New York, pt. 2, p. 84-287, 1992.

KAMRA, S.K.. Use of X-ray radiography for studying seed quality in tropical forestry. **Studia Forestalia Suecica**, n. 131, p. 1-34, 1976.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 608p.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368p.

MACHADO, C.F.; CÍCERO, S.M. “Aroeira-branca” [*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. - Anacardiaceae] seed quality evaluation by the X-ray test. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 393-397, 2003.

MORSE, D.H.; SCHMITT, J. Propagule size, dispersal ability, and seedling performance in *Asclepias syriaca*. **Oecologia**, v. 67, p. 372-379, 1985.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Utilização do teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de Canafistula (*Peltophorium dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 116-120, 2003.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; GUIMARÃES, R.M.; MASETTO, T.E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A.P. de Candolle) Standley – (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 138-143, 2004.

PARKER, W.; NOLAND, T.L.; MORNEAULT, A.E. The effects of seed mass on germination, seedling emergence, and early seedling growth of eastern white pine (*Pinus strobus* L.). **New Forest**, v. 32, p. 33-49, 2006.

PASSINI, T., KRANZ, W. Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. **Planta Daninha**, v. 15, p. 190 – 197, 1997.

SANDWICH, N. Y.; HUNT, D. R. Bignoniaceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, pt. 1, p. 15–20, 1974.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: GORDON, A.G.; GOSLING, P.G.; WANG, B.S.P. (Ed.) **Tree and shrub seed hand book**. Zürich: ISTA, 1991.

SIMAK, M. GUSTAFSSON, A. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. **Hereditas**, v. 39, p. 458-468, 1953.

SOLTANI, A.; GALESHI, S.; ZEINALI, E.; LATIFI, N. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. **Seed Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 51-60, 2002.

WEIS, M. The effects of propagule size on germination and seedling growth in *Mirabilis hirsuta*. **Canadian Journal of Botany**, v. 60, p. 1868-1874, 1982.

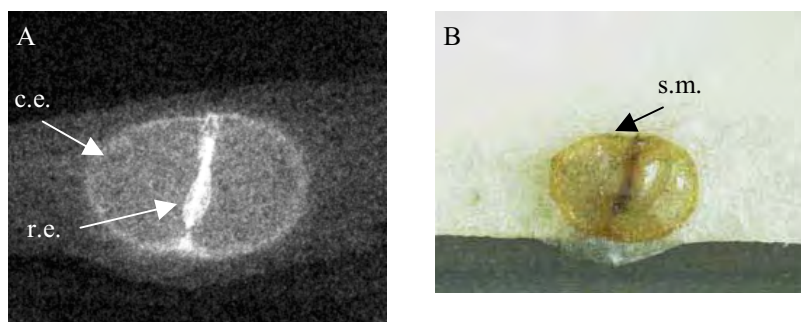


Figura 1 - Semente de *Tecoma stans* sem embrião (A) e respectiva semente morta observada na classe 1 (B). Cavidade embrionária (c.e.), resquício embrionário (r.e.) e semente morta (s.m.).

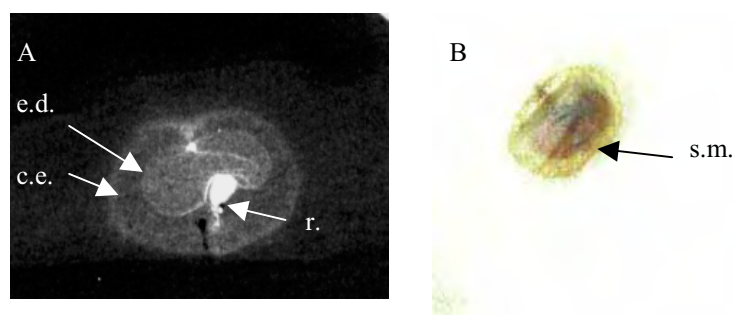


Figura 2 - Semente de *Tecoma stans* com embrião deformado (A) e respectiva semente morta observada na classe 1 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião deformado (e.d.), radícula (r.) e semente morta (s.m.).

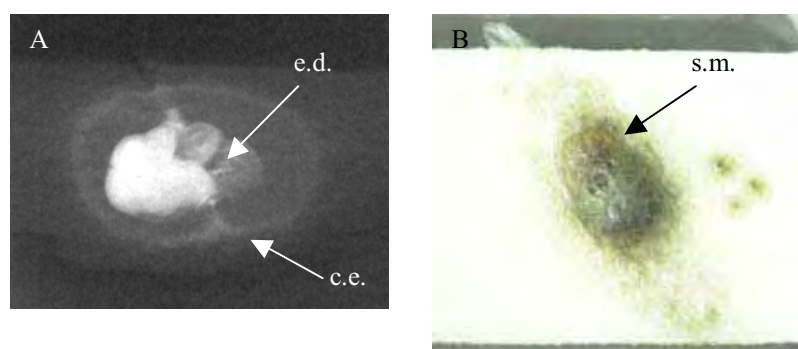


Figura 3 - Semente de *Tecoma stans* com embrião deformado (A) e respectiva semente morta observada na classe 2 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião deformado (e.d.) e semente morta (s.m.).

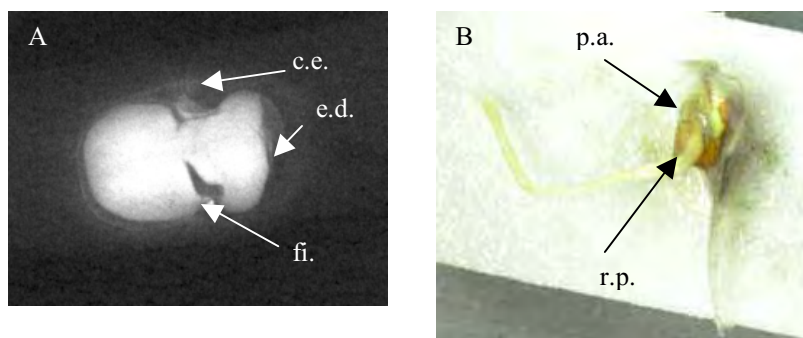


Figura 4 - Semente de *Tecoma stans* com embrião deformado (A) e respectiva plântula anormal observada na classe 4 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião deformado (e.d.), fissura (fi.), plântula anormal (p.a.) e raiz primária (r.p.).

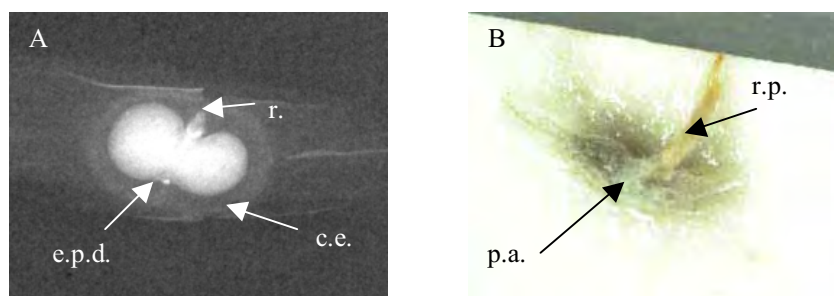


Figura 5 - Semente de *Tecoma stans* com embrião com pequeno defeito (A) e respectiva plântula anormal observada na classe 2 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião com pequeno defeito (e.p.d.), plântula anormal (p.a.), radícula (r.) e raiz primária (r.p.).

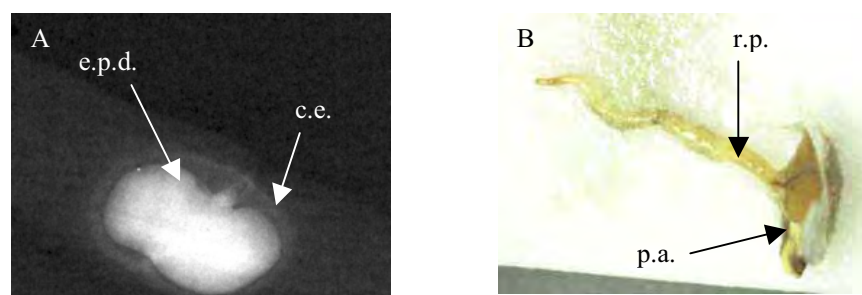


Figura 6 - Semente de *Tecoma stans* com embrião com pequeno defeito (A) e respectiva plântula anormal observada na classe 3 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião com pequeno defeito (e.p.d.), raiz primária (r.p.) e plântula anormal (p.a.).

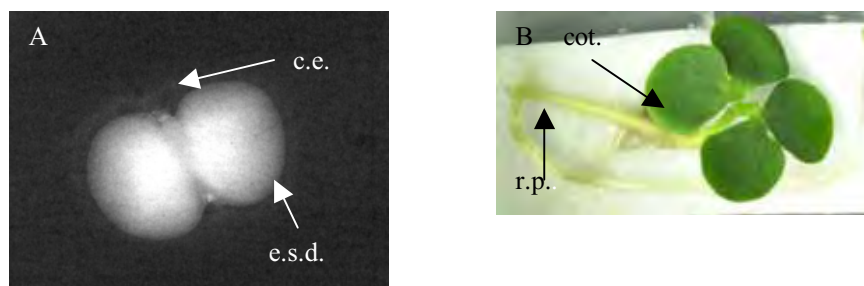


Figura 7 - Semente de *Tecoma stans* com embrião sem defeito (A) e respectiva plântula normal observada na classe 6 (B). Cavidade embrionária (c.e.), embrião sem defeito (e.s.d.), cotilédone (cot.) e raiz primária (r.p.).

Tabela 1 – Classe de massa, número de sementes por classe e frequência relativa das sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth.

Classe de massa	Amplitude de classe (mg)	Número de sementes/classe	Frequência relativa das sementes (%)
1	0,2 – 1,7	89	4,34
2	1,8 – 3,3	178	8,69
3	3,4 – 4,9	117	5,71
4	5,0 – 6,5	297	14,49
5	6,6 – 8,1	337	16,45
6	8,2 – 9,7	439	21,43
7	9,8 – 11,3	376	18,35
8	11,4 – 12,9	172	8,39
9	13,0 – 14,5	43	2,10
10	14,6 – 16,1	1	0,05

Tabela 2 - Porcentagem de sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth em cada classe de massa, classificadas de acordo com a análise radiográfica: embriões sem defeito (ESD); embriões com pequenos defeitos (EPD); embriões deformados (ED) e sementes sem o embrião (SSE).

Classe de massa	ESD (%)	EPD (%)	ED (%)	SSE (%)
1	0,00	0,00	63,33	36,67
2	13,33	6,67	80,00	0,00
3	63,34	16,67	13,33	0,00
4	96,67	0,00	3,33	0,00
5	100,00	0,00	0,00	0,00
6	100,00	0,00	0,00	0,00
7	100,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 3 - Porcentagem de sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth germinadas em cada classe de massa, classificadas de acordo com a análise radiográfica da morfologia dos embriões: embriões sem defeito (ESD); embriões com pequenos defeitos (EPD); embriões deformados (ED) e sementes sem o embrião (SSE).

Classe de massa	ESD (%)	EPD (%)	ED (%)	SSE (%)
1	-	-	0,00	0,00
2	100,00	50,00	0,00	-
3	100,00	80,00	25,00	-
4	96,55	-	100,00	-
5	100,00	-	-	-
6	100,00	-	-	-
7	100,00	-	-	-

Tabela 4 - Porcentagem de plântulas normais, de plântulas anormais e de sementes mortas provenientes de sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth, em cada classe de massa, de acordo com as características de seus embriões: embriões sem defeito (ESD); embriões com pequenos defeitos (EPD); embriões deformados (ED) e sementes sem o embrião (SSE).

Classe de massa	Características dos embriões	P. normal (%)	P. anormal (%)	S. morta (%)
1	ESD	-	-	-
	EPD	-	-	-
	ED	0,00	0,00	100,00
	SSE	0,00	0,00	100,00
2	ESD	100,00	0,00	0,00
	EPD	0,00	50,00	50,00
	ED	0,00	0,00	100,00
	SSE	-	-	-
3	ESD	90,47	9,53	0,00
	EPD	0,00	80,00	20,00
	ED	0,00	0,00	100,00
	SSE	-	-	-
4	ESD	75,86	24,14	0,00
	EPD	-	-	-
	ED	0,00	100,00	0,00
	SSE	-	-	-
5	ESD	73,33	26,67	0,00
	EPD	-	-	-
	ED	-	-	-
	SSE	-	-	-
6	ESD	86,67	13,33	0,00
	EPD	-	-	-
	ED	-	-	-
	SSE	-	-	-
7	ESD	76,67	23,33	0,00
	EPD	-	-	-
	ED	-	-	-
	SSE	-	-	-

CAPÍTULO 3 - Interaction of temperature and light on seed germination in *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth (Bignoniaceae) (Brazilian Archives of Biology and Technology, no prelo)

Fábio Socolowski, Daniela C. M. Vieira and Massanori Takaki

Departamento de Botânica – UNESP – Caixa Postal 199, Rio Claro 13506-900 – São Paulo – Brasil

ABSTRACT

The effects of temperature and light on the control of seeds germination in Tecoma stans was determined in the present paper. The influence of constant temperatures from 10 to 45°C, with 5°C intervals, under white light and darkness were tested. The optimum temperature for germination of seeds was between 25 and 30°C, for both light and dark treatments. The maximal germination was reached in the range of 15 to 35°C under light and of 20 to 40°C in darkness. The seeds showed highest synchronization of germination near the optimal temperature. The germination in the field was tested under two light conditions. The highest percent of germination occurred under direct sunlight (86.1%) than under canopy (69%). However, under canopy seedling presented 1.5% of recruitment, while under direct sunlight 96.9 %. Results showed that Tecoma stans seeds germinate well in open areas both with occurrence of high seedling recruitment indicating invasion potential of the species in such light conditions.

Key words: *Tecoma stans*, cardinal temperatures, seed germination, invasion potential

INTRODUCTION

The temperature and light are the most important environmental factors that promote seed germination in soil when water is available. For most of plants, if light and water are available, the temperature of the soil determines the fraction of germinated seeds and the rate of germination (Andrade, 1995). The germination of seeds is a complex process where several reactions and

individual factors are involved, every process affected by temperature (Copeland & McDonald, 1995).

The temperature affects the germination and the state of dormancy of seeds and the seasonal changes of dormancy state of seeds of some species is directly related to the seasonal temperature changes (Pons, 1993). Some species can present seeds with light requirement for

germination at one temperature and in another light insensitivity (Smith, 1975).

The formation of canopy gaps of different sizes in tropical forest is responsible for changes of light environment, leading to changes in light quality, temperature and soil humidity (Everham III et al., 1996). Changes in light environment result in temperature fluctuations due to the direct sunlight (Vázquez-Yanes & Orosco-Segovia; 1993, Bullock, 2000). Then gaps present sites of specific regeneration, in the border by shade tolerant species and in the central area by shade intolerant species (Brown, 1996).

The invasion of open areas by exotic plant species occurs, specially, by species with pioneer characteristics, which occupy rapidly open areas, usually, with decreasing of the local biodiversity (Ziller, 2001).

Tecoma stans L. Juss. Ex Kunth. is an arboreous-arbutive species probably originated in Mexico (Sandwich & Hunt, 1974), occurring naturally since Florida Southeast and Texas South at United States of America, in Antilles and Central America until northeast of Argentina (Gentry, 1992). Actually occurs in several parts of tropical America, and is commonly used as ornamental plant due to its yellow flowers produced during the summer and autumn (Sandwich & Hunt, 1974). In Brazil, it is used as ornamental plants in parks, home gardens and urban arborization, but it is considered arbustive weed in pastures (Lorenzi, 2000; Lorenzi et al., 2003), with vigorous sprouts after trimming (Passini & Kranz, 1997). *Tecoma stans* produces large quantities of small and anemocoric seeds (Lorenzi, 2000, Lorenzi et al., 2003), with some of characteristics presented by species with invasion potential (Ziller, 2001).

Due to the those characteristics and by interest in its handling (Passini & Kranz, 1997, Ziller, 2001, Ferreira et al., 2002) the effects of temperature and light on the germination of seeds of *Tecoma stans*, under laboratory conditions, was analyzed for determination of cardinal and optimum temperature and the recruitment potential of the species under natural conditions.

MATERIAL AND METHODS

Seeds of *Tecoma stans* were harvested from 18 plants located at UNESP Campus at Rio Claro, São Paulo, Brasil. After harvest, the seeds were stored inside sealed glass bottle at 10°C. All experiments were carried out in a period of four months. For germination tests, under laboratory conditions, 25 seeds inside of four germination plastic boxes (gerbox) with one layer of filter paper imbibed with 10ml distilled water were used throughout. Different isothermic incubations from 10° to 45°C with 5°C intervals were done inside germinators (FANEM and MARCONI, São Paulo, Brasil). Seed germination was scored daily and seeds with 1mm long roots were considered as germinated. Dark incubations were obtained by the use of black gerboxes and the germinated seeds scored under dim green safe light (Amaral-Baroli & Takaki, 2001). White light was obtained with the aid of two 15W day-light fluorescent lamps with fluence of 32.85µmol.m⁻².s⁻¹. All experiments were finished when no germination was observed for five consecutive days.

The field germination tests were carried out under both direct sunlight and under canopy shade. Four replicates with 24 seeds each were used in each light condition. Seeds were sowed in 27mm diameter and 127mm long tubes containing commercial substrate (Plantmax[®], Eucatex, São Paulo, Brasil) at 10mm depth.

The substrat was monitored with the aid of a thermometer inserted in the substrate and daily measurements made during the period of 30 days. Light spectra under both conditions were obtained with the aid of a LI-1800 spectroradiometer (LI-COR, U.S.A.). Watering was done every day and seeds were considered as germinated when cotyledons were totally expanded out of the substrate. The rate of recruitment was determined by calculating the percentage of emerged seedling after 30 days from sowing.

Germination percentage and rate, relative frequency of seed germination and synchronization indexes were calculated according to Labouriau (1983). Since the germination data presented no homogeneity and normality, the percentage and germination and synchronization indexes the temperature effects were analyzed by Kruskal-Wallis test (ANOVA

by ranks) and by Nemenyi test at $\alpha=0.05$. The effect of light and darkness by each temperature was compared by Mann-Whitney test at $\alpha=0.05$. and the field germination experiment by t test (Zar, 1999).

RESULTS AND DISCUSSION

Seeds of *Tecoma stans* germinated in the range of 15° to 40°C, while under 10° and 45°C no germination under both, light and darkness was observed (Fig. 1). Then, the minimum temperature is between 10 and 15°C and the maximum between 40 and 45°C, under both light and darkness (Labouriau, 1983).

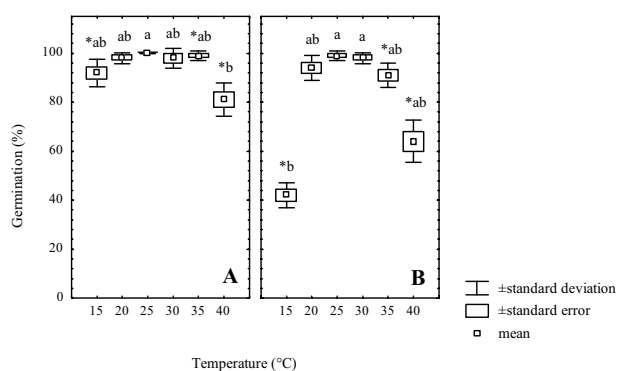


Figure 1. Germination percentage of seeds of *Tecoma stans* at different temperatures, under white light (A) and darkness (B). Means followed by the same letter inside each treatment of light and darkness are not significantly different by Nemenyi test ($\alpha=0.05$). * indicates significant differences by Mann-Whitney test ($p=0.05$) between light and darkness treatments for each temperature.

Under low temperatures the metabolic activities is relatively low and responses could not be observed in plants (Okusanya, 1980). In the other hand, high temperatures for long periods can induce protein denaturations. The cardinal temperatures of seed germination reflects the conditions that lead to rapid development of their seedlings, then species with large distribution present broad range of temperature where seeds germinate (Larcher, 2000). However, Santos *et al.* (2005) observed that seeds of *Tabebuia chrysotricha* Mart. Ex DC.) Standl, with large distribution presented minor temperature range than seeds of *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich and *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand with restricted distribution. Seeds of *Tecoma stans*

presented high germination at 25°C, although with no significant differences in the range of temperatures of 15° and 35°C for light incubation and 20° to 40°C under darkness. At 15° and 40°C the germination of seeds of *Tecoma stans* was affected by light, as reported by Smith (1975) in seeds of *Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids, where light sensitivity was dependent on the temperature of incubation. At low temperatures, lettuce seeds are light insensitive; at intermediary temperatures are photosensitive and present thermodormancy at high temperatures.

Cabral *et al.* (2003) observed that seeds of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook F. ex. Moore, presented the highest percentage germination at the range of 20 to 40°C in the absence of light. Seeds of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don.), another Bignoniaceae, germinated under both light and darkness, under the same range of 20 to 40°C (Socolowski & Takaki, 2004). But, under water stress conditions, germinated only under white light.

The germination rate was also affected by temperature, being highest at 30°C, demonstrating that the optimum temperature is between 25 and 30°C, under both light and darkness (Fig. 2).

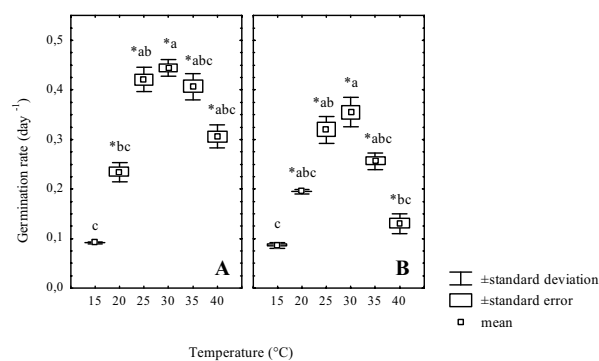


Figure 2. Germination rate of seeds of *Tecoma stans* at different temperatures, under white light (A) and darkness (B). Means followed by the same letter inside each treatment of light and darkness are not significantly different by Nemenyi test ($p=0.05$). * indicates significant differences by Mann-Whitney test ($p=0.05$) between light and darkness treatments for each temperature.

Santos *et al.* (2005) observed that the optimum temperature for germination of seeds of some Bignoniaceae (*Tabebuia chrysotricha*, *Tabebuia serratifolia* and *Tabebuia roseo-alba*) was in the range of 20° to 30°C. At 15°C although

the low germination rate in *Tecoma stans*, the final percentage germination did not differ from results obtained at 20 to 35°C.

Although the highest percentage and rate of germination at 25° to 30°C, indicating the optimum range of temperature, we observed that the homogeneity of distribution of polygon of relative germination frequency was between 25° to 40°C under light, and between 20° to 30°C at darkness (Fig. 3).

The highest synchronization of germination was observed at 30°C under light and at 25°C in darkness, showing the lowest values the synchronization index (U), which means highest synchronization, at the optimum temperature (Table 1). Generally, at optimum temperature the polygon of relative frequency of germination shows the unimodal distribution (Ferraz-Grande & Takaki, 2001).

Asynchronous germination was observed under and above the optimum temperature (Table 1). The asynchronous germination is important for the maintenance of soil seed bank (Garwood,

1989), showing then the physiological heterogeneity of seeds under stress temperatures (Labouriau & Agudo, 1987).

Table 1. Synchronization Index (U) of seed germination in *Tecoma stans* under white light and darkness.

Temperature	U (bits) ¹	
	Light	Darkness
15	2,899 b	2,967 b
20	1,533 ab*	2,182 ab*
25	0,928 a*	1,389 a*
30	0,796 a*	1,596 a*
35	1,194 ab*	2,181 ab*
40	1,733 ab*	2,873 b*

¹ Means followed by the same letter inside each treatment of light and darkness are not significantly different by Kruskal-Wallis test (p=0.05).

* indicates significant differences by Mann-Whitney test (p=0.05) between light and darkness treatments for each temperature.

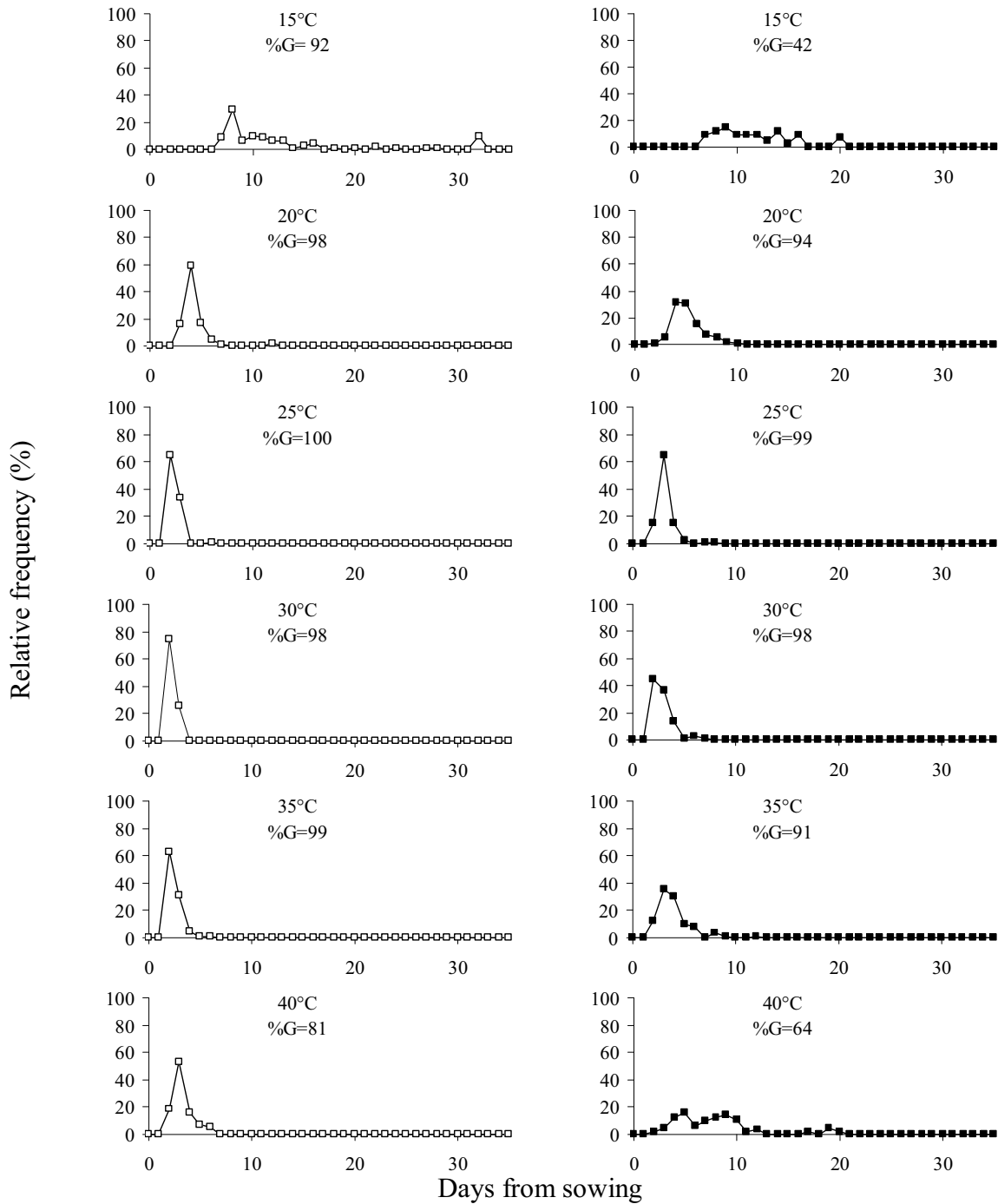


Figure 3. Distribution of polygon of relative frequency of germination of seeds of *Tecoma stans* under different temperatures and under white light (□) and darkness (■). Final percentage germination is represented by %G.

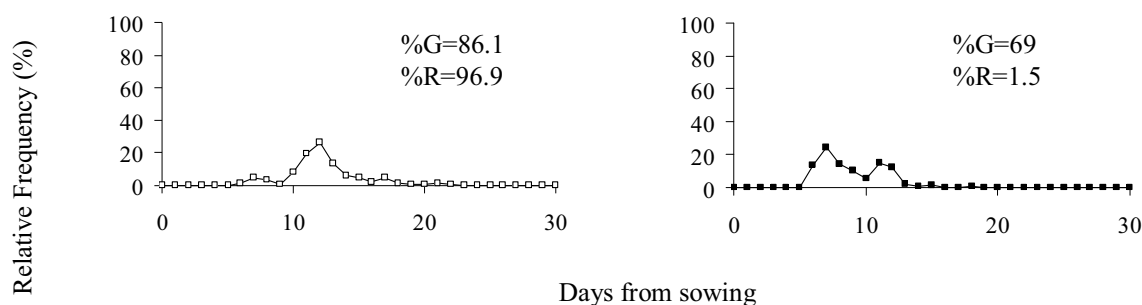


Figure 4. Distribution of relative frequency of seed germination in *Tecoma stans* under direct sunlight (\square) and shade of canopy (\blacksquare). %G = percentage germination and %R = percentage recruitment.

The germination of seeds of *Tecoma stans* in the field revealed that under direct sunlight 86.1% germinated seeds originating seedlings and under canopy only 69%. The rate of germination was highest under canopy ($0.11.\text{day}^{-1}$) than under direct sunlight ($0.08.\text{day}^{-1}$). The distribution of polygon of relative frequency of seed germination shows the heterogeneity of germination (Fig. 4) with the same synchronization indexes (2.46 bits under canopy and 2.53 bits under direct sunlight).

The spectral distribution of direct and canopy filtered sunlight (Fig. 5) indicates the differences in total fluences ($238\mu\text{mol}.\text{m}^{-2}.\text{nm}^{-1}.\text{s}^{-1}$ for direct sunlight and $5.26\mu\text{mol}.\text{m}^{-2}.\text{nm}^{-1}.\text{s}^{-1}$ for shade light) and Red:Far red ratios (1.26 for direct sunlight and 0.12 for shade light). Although Red:Far red ratio is important for detection of shade by plants through phytochrome (Smith, 2000), light environments had no effect on seed germination of *Tecoma stans*, confirming the data obtained under laboratory conditions.

The daily maximum temperature of the substrate, under direct sunlight, was 10°C higher than under canopy, although the minimum temperatures were the same. Thus, under direct sunlight the range of temperature was 16°C while under canopy was 6°C . The highest germination rate under canopy indicates that the lowest thermal stability under direct sunlight could decrease the water availability (Vázquez-Yanes *et al.*, 1990), and as reported by Cordero and Di Stéfano (1991), the germination rate of seeds of *Tecoma stans* is decreased by low water potential.

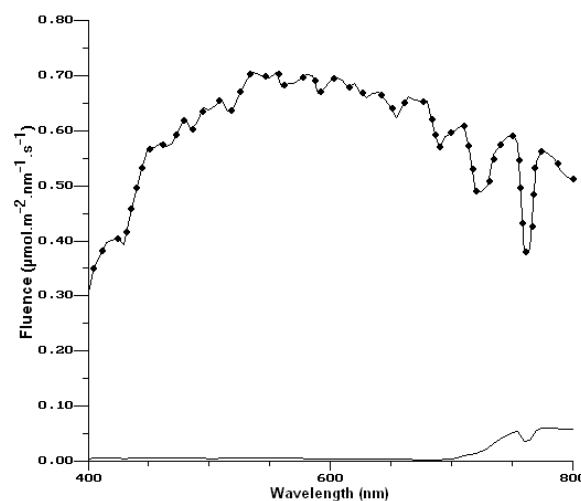


Figure 5. Spectral distribution of direct sunlight (\bullet) and shade light (\circ).

In natural conditions the recruitment of plants of *Tecoma stans* with more than 50cm height and diameter at breast height (DBH) larger than 3cm, was observed only in open areas with 3 to 4 year-old. Ten to twelve year-old plants with DBH higher than 10cm were found in abandoned cultivation areas in high density and disappeared in mature forest when 20 to 45 year-old (Grau *et al.*, 1997).

Our results show that, although seeds of *Tecoma stans* germinated under both direct sunlight conditions and under canopy, the rate of recruitments was 96.9% and 1.5%, respectively. The same happened with *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, whose plants needs sunlight for full development (Campos & Uchida, 2002). Usually exotic plants with invader potential are shade intolerant and rarely occupy environments

with low light availability in tropical forests (Fine, 2002).

The present work indicates that seeds of *Tecoma stans* germinate in a wide range of temperature and in the field, under both direct sunlight and shade. However, the effective recruitments occur only in open areas as pasture, large gaps and forest borders. These results summed to the fact that *Tecoma stans* produces large amount of anemocoric seeds which is widely dispersed (Vieira, 2004) and the rapid seedling development under sunlight (Souza *et al.*, 2001) confirms the aggressiveness of the species and consequently shows its invader potential. This fact becomes important since the species is currently used as ornamental plant due to its yellow flowers and by the confusion made by some authors who considered *Tecoma stans* as a native species and recommended it in Brazilian forest restoration programs (Souza *et al.*, 2001).

RESUMO

Os efeitos da temperatura e da luz na germinação de *Tecoma stans* foram determinados no presente trabalho. Foram testadas temperaturas constantes de 10 a 45°C, com intervalos de 5°C, sob luz branca e escuro. Verificou-se que a temperatura ótima para a germinação da espécie está entre 25 e 30°C, tanto na luz como no escuro, já o intervalo de máxima germinabilidade está entre 15 e 35°C na luz e 20 e 40°C no escuro. Suas sementes apresentaram uma maior sincronização da germinação próxima à temperatura ótima. A germinação de sementes de *Tecoma stans* em condições naturais foi testada sob radiação solar direta e na sombra de vegetação. A maior porcentagem de emergência ocorreu no ambiente de sol (86,1%), porém com menor velocidade em relação à sombra, embora na sombra também ocorreu a emergência, mas em menor proporção (69%). Entretanto, o índice de recrutamento na sombra foi de 1,5% enquanto a pleno sol foi de 96,9%. Estes resultados indicam que as sementes de *Tecoma stans* germinam e recrutam suas plântulas em ambientes abertos confirmando o potencial invasor da espécie.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to CNPq for fellowships. This work was supported by grants from CNPq, FAPESP and FUNDUNESP.

REFERENCES

- Amaral-Baroli, A. and Takaki, M. (2001) Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **44**, 121–124.
- Andrade, A.C.S. (1995). Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cong., *Tibouchina benthamiana* Cong., *Tibouchina grandifolia* Cong. e *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Sementes*, **17**, 29–35.
- Brown, N. A (1996). Gradient of seedling growth from the center of a tropical rain forest canopy gap. *Forest Ecology and Management*, **82**, 239–244.
- Bullock, J.M. (2000). Gaps and seedling colonization. In: Fenner, M. (Ed.) *Seeds: The ecology of seeds regeneration in plant communities*. Trowbridge: CABI, pp. 375–395.
- Cabral, E.L.; Barbosa, D.C.A. and Simabukuro, E.A. (2003). Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. ex. S. Moore. *Acta Botanica Brasílica*, **17**, 609–617.
- Campos, M.A.A. and Uchida, T. (2002). Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **37**, 281–288.
- Cordero, S. R.A. and Di Stéfano, G.J.F. (1991) Efecto del estrés osmótico sobre la germinación de semillas de *Tecoma stans* (Bignoniaceae). *Revista de Biología Tropical*, **39**, 107–110.
- Copeland, L.O. and McDonald, M.B. (1995). *Principles of seed science and technology*. New York: Chapman & Hall, 409p.
- Everham III, E.M.; Myster, R.W. and VanDegenachte, E. (1996). Effects of light, moisture, temperature, and litter on the regeneration of five tree species in the tropical montane wet forest of Puerto Rico. *American Journal of Botany*, **83**, 1063–1068.
- Ferraz-Grande, F.G.A. and Takaki, M. (2001). Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **44**, 401–404.
- Ferreira, B.G.A.; Pedrosa-Macedo, J.H.; Bredow, E.A. and Vitorino, M.D. (2002). Ipê-mirim *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae) – um paradoxo nacional? In: *Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas*, 5, Belo Horizonte. Anais Belo Horizonte: SOBRADE, p.144–146.
- Fine, P.V.A. (2002). The invasibility of tropical forests by exotic plants. *Journal of Tropical Ecology*, **18**, 687–705.

- Garwood, N.C. (1989). Tropical soil seed banks: a review. In: Leck, M.A.; Parker, V.T.; Simpson, R.L. (Eds.). *Ecology of soil seed banks*. London: Academic Press, p.149-209.
- Gentry, A.H. (1992). Bignoniaceae. *Flora Neotropica*, New York, pt. 2, 370p.
- Grau, H.R.; Arturi, M.F.; Brown, A.D. and Aceñolaza, P.G. (1997). Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinean subtropical montane forests. *Forest Ecology and Management*, **95**, 161-171.
- Labouriau, L.G. (1983). *A germinação das sementes*. Washington: Secretaria-Geral da OEA, 174p.
- Labouriau, L.G. and Agudo, M. (1987). On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **59**, 37-56.
- Larcher, L. (2000). *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa, 531p.
- Lorenzi, H. (2000). *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum, 608p.
- Lorenzi, H.; Souza, H.M.; Torres, M.A.V. and Bacher, L.B. (2003). *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa: Plantarum, 368p.
- Okuzanya, O.T. (1980). Germination and growth of *Celosia cristata* L., under light and temperature regimes. *American Journal of Botany*, **67**, 854-858.
- Passini, T. and Kranz, W. (1997). Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. *Planta Daninha*, **15**, 190-197.
- Pons, T.L. (1993). Seed responses to light. In: Fenner, M. (Ed.). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. New York: CAB International, p.259-284.
- Sandwich, N.Y. and Hunt, D.R. (1974). Bignoniáceas. *Flora Ilustrada Catarinense*, Itajaí, pt. 1, 172p.
- Santos, D.L.; Sugahara, V.Y. and Takaki, M. (2005). Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* Mart. Ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sand – Bignoniaceae. *Ciencia Florestal*, **15**, 87-92.
- Smith, H. (1975). *Phytochrome and Photomorphogenesis: an introduction to the photocontrol of plant development*. London: Mc Graw Hill Company, 235p.
- Smith, H. (2000). Phytochrome and light signal perception by plants – an emerging synthesis. *Nature*, **407**, 585-591.
- Socolowski, F. and Takaki, M. (2004). Germination of *Jacarada mimosifolia* (D. Don-Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **47**, 785-792.
- Souza, P.A.; Venturin, N.; Macedo, R.L.G.; Alvarenga, M.I.N. and Silva, V.F. (2001). Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. *Cerne*, **7**, 43-52.
- Vázquez-Yanes, C. and Orozco-Segovia A. (1993). Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **24**, 69-87.
- Vázquez-Yanes, C.; Orozco-Segovia, A.; Rincón, E. and Sánchez-Coronado, M. E. (1990). Light beneath the litter in a tropical forest: effect on seed germination. *Ecology*, **71**, 1952-1958.
- Vieira, D.C.M. (2004). *Chuva de sementes, banco de sementes e regeneração natural sob três espécies de início de sucessão em uma área restaurada em Iracemápolis (SP)*. 87p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. 4.ed. New Jersey: Prentice Hall, 929p.
- Ziller, S.R. (2001). Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência Hoje*, **30**, 77-79.

CAPÍTULO 4 - EFEITO DA MASSA DAS SEMENTES DE *TECOMA STANS* L. JUSS. ex KUNTH (BIGNONIACEAE) NA EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE SUAS PLÂNTULAS NOS AMBIENTES DE SOL E SOMBRA.

RESUMO – Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da massa das sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth na emergência, no crescimento e no desenvolvimento inicial de suas plântulas sob diferentes condições de luminosidade. As sementes foram separadas em quatro classes de massa e semeadas em quatro réplicas de 24 sementes para cada classe, no sol e na sombra. No ambiente de sol ocorreu a maior porcentagem de emergência e dentre as classes de massa, sementes maiores apresentaram maior porcentagem de emergência em ambos os ambientes, porém a maior velocidade foi observada na sombra. Após um mês do início do experimento as plântulas da sombra apresentaram 100% de mortalidade. O crescimento e desenvolvimento das plântulas no sol foram acompanhados mensalmente por um período de cinco meses. Neste período, foi possível observar os efeitos da massa das sementes de *Tecoma stans* no ganho de massa seca das plântulas nos três primeiros meses; a partir deste, a massa das sementes não teve efeito no ganho de matéria seca pelas plântulas. A partição da biomassa das plântulas não diferiu entre as classes de massa testadas. As plântulas de menor massa apresentaram uma tendência a uma maior área foliar específica em relação às plântulas originárias de sementes mais pesadas, principalmente nos três primeiros meses, que resultou em um maior ganho de matéria seca das plântulas de menor classe de massa.

Palavras chave: Bignoniaceae, crescimento de plântula, massa da semente, tamanho da semente, *Tecoma stans*

ABSTRACT – This study as aim to evaluate the effect of *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth seeds mass on initial seedling emergency, growth and development under different light conditions. The seeds were separated in four classes of mass and sowed in four replicates of 24 seeds for each class, at the sun and shade. Under the sun environment occurred the great percentage of emergency and larger seeds presented the great percentage of emergency under both environments, yet the higher rate of emergency was observed at the shade. One month after the beginning of the experiments, the seedlings at the shade environment presented 100% of mortality. The seedlings growth and development under the sun were accompanied for five months. In this period, only in the first three months was possible to observe the effects of *Tecoma stans* seeds mass in the capacity of their seedlings to acquire dry mass. The seedlings biomass partitions did not present effects between seeds mass class tested. The seedlings of smallest mass had a tendency to a high specific leaf area in relation to the seedlings from large seeds, mainly in the first three months, that resulted in great acquisition of dry mass by seedlings smallest mass class. In the fourth month, the specific leaf area did not present any tendency.

Key words: Bignoniaceae, seedling growth, seed mass, seed size, *Tecoma stans*

1. Introdução

Uma semente é exposta às sucessivas ameaças desde o momento de sua formação e está sujeita ao ataque de predadores ou patógenos enquanto ligada à planta mãe ou mesmo após a dispersão, podendo ser enterrada em locais profundos ou rasos e se germinar, sua plântula estará só em um ambiente hostil ou em competição com outras plantas (Westoby et al., 1992). Nesses casos a massa das sementes apresenta efeito relevante nas respostas à predação, capacidade de dispersão e performance das sementes maiores na germinação, sobrevivência e crescimento (Khan, 2004).

Segundo Lehtilä & Ehrlén (2005), a grande parte da variação do tamanho da semente é provavelmente devido à plasticidade fenotípica; assim, a variação do tamanho da semente pode ocorrer entre populações, entre frutos de uma mesma planta ou mesmo dentro de um fruto. Contudo, estes mesmos autores consideraram que a plasticidade fenotípica é adaptativa somente se a variação do tamanho das sementes for correlacionada com sua qualidade, ou seja, o tamanho das sementes apresentando uma relação positiva com o desempenho das plântulas. Zimmerman & Weis (1983) consideraram a importância do efeito desta variação no tamanho dos frutos na germinação e crescimento das plântulas de *Xanthium strumarium* L. e observaram fortes correlações positivas entre o tamanho dos frutos e o tamanho das sementes, e entre o tamanho dos frutos e o desenvolvimento inicial das plântulas, correlação esta desaparecendo nas plântulas mais velhas. De acordo com Khan (2004), a massa das sementes tem uma relevância chave no desenvolvimento da fase juvenil do ciclo de vida das plantas, com a disponibilidade de reservas das sementes influenciando o estabelecimento subsequente das plântulas, mas isto não garante necessariamente a sobrevivência destas até a maturidade (Susko & Lovett-Doust, 2000).

A qualidade fisiológica das sementes é caracterizada pela germinabilidade e pelo vigor, que é uma soma de atributos que confere à semente a potencialidade para germinar e resultar rapidamente numa plântula normal sob diversas condições ambientais (Höfs et al., 2004).

Tecoma stans L. Juss. Kunth é uma espécie arbustivo-arbórea com sementes anemocóricas (Lorenzi, 2000; Lorenzi et al., 2003), provavelmente originária do México (Sandwith & Hunt, 1974), que ocorre naturalmente desde o Sudeste da Flórida e Sul do Texas, nos Estados Unidos, passando pela América Central até o Nordeste da Argentina (Gentry, 1992). Atualmente está adaptada e naturalizada em muitas partes da América Tropical e muito utilizada na ornamentação em virtude de suas flores amarelas (Sandwith & Hunt, 1974). No Brasil é utilizada na ornamentação de parques, jardins e também considerada planta daninha de pastagem (Lorenzi, 2000; Lorenzi et al., 2003) de difícil controle (Passini & Kranz, 1997).

O objetivo deste trabalho foi avaliar como a massa das sementes de *Tecoma stans* influencia a emergência, o crescimento e o desenvolvimento inicial de suas plântulas sob diferentes condições de luminosidade.

2. Material e Métodos

As sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth foram colhidas de 18 indivíduos localizados no Campus da Unesp de Rio Claro em julho de 2003. Destes mesmos indivíduos também foram colhidos 35 frutos secos de *Tecoma stans*, porém com as valvas ainda fechadas, para a determinação de dez classes de massa segundo Fowler et al. (1998). Para isso, foram contadas e pesadas todas as sementes contidas em cada fruto.

Após a determinação destas classes, sementes colhidas de frutos abertos foram separadas nas diferentes classes de massa, totalizando 3.664 sementes distribuídas nas classes um a nove. Como a distribuição do número de sementes por classe de massa não foi homogênea e devido às respostas destas sementes nas diferentes classes de massa nos testes de germinação (dados apresentados no Capítulo 1), a emergência das plântulas, o crescimento e o desenvolvimento foram avaliados somente nas classes de massa intermediárias com sementes entre 3,4 e 4,9 mg (classes 3), 5 e 6,5 mg (classe 4), 6,6 e 8,1 mg (classe 5) e 8,2 e 9,7 mg (classe 6).

Os experimentos foram conduzidos no Jardim Experimental da UNESP de Rio Claro e iniciados em janeiro de 2004. Foram testados dois ambientes, um a pleno sol e outro na sombra, que tiveram os espectros da radiação medidos com a ajuda de espectroradiômetro LI 1800 (LI-COR, U.S.A.). Foram utilizadas quatro repetições de 24 sementes por classe de massa em cada ambiente testado. As sementes foram semeadas a um centímetro de profundidade em tubetes de 27mm de diâmetro e 127mm de comprimento contendo Plantmax[®] (Eucatex, São Paulo, Brasil) como substrato. A emergência das plântulas foi observada diariamente por um período de 30 dias, sendo considerada como emergentes as plântulas que romperam o substrato e abriram seus cotilédones. A irrigação foi feita nos dias em que não ocorreu precipitação. A porcentagem de emergência, o tempo médio (\bar{t}), a velocidade média (\bar{v}), a frequência relativa (f_i) e o índice de sincronização de emergência (U) foram calculados de acordo com Labouriau & Agudo (1987). As equações utilizadas foram: $\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$, onde n_i : número de sementes que emergiram no tempo t_i (não o número acumulado, mas o

número referido para a i -ésima observação), t_i : tempo entre o início do experimento e a i -ésima observação, k : último tempo de emergência das sementes; $\bar{v} = 1/\bar{t}$, onde \bar{t} : tempo médio de emergência; $f_i = n_i / \sum_{i=1}^k n_i$, onde n_i : número de sementes que emergiram no tempo t_i , k : último tempo de emergência das sementes; $U = -\sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i$, onde f_i : frequência relativa de emergência, k : último dia de observação.

A cada 30 dias foram sorteados dez indivíduos de cada classe para as análises, durante um período de cinco meses. Foram medidas a área foliar, massa seca da raiz, do caule, das folhas e dos cotilédones.

A área foliar foi determinada através da fotocópia das folhas de cada indivíduo, as quais foram posteriormente escaneadas e calculado o número de pontos pretos, com o programa PCXAREA. As massas secas foram obtidas após a secagem do material em estufa a 70 °C por 48 horas. A partição da biomassa foi determinada pela proporção de matéria seca das diferentes partes da planta em relação à matéria seca total da planta, bem como a área foliar específica (AEF): $AEF = AF/MSF$, onde AF: área foliar, MSF: massa seca das folhas (Hunt, 1982). Após a segunda leitura, todos os indivíduos foram transplantados para sacos plásticos (20 x 40cm), contendo uma mistura de terra de barranco e húmus de minhoca. Na terceira leitura os sacos foram redistribuídos no canteiro para minimizar a competição por luz entre eles.

Para a comparação entre as porcentagens médias, transformadas em arcoseno da raiz quadrada, velocidades médias e índices de sincronização obtidos nos experimentos de emergência, nos ambientes de sol e sombra, nas diferentes classes de massa, foi utilizada uma análise de variância de dois fatores (ANOVA-two way) (Zar, 1999).

O ganho de massa seca total das plântulas (g) em cada mês foi comparado através de uma análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey $\alpha=5\%$ (Zar, 1999). Com a relação da massa seca das plântulas e a área foliar específica, determinadas por funções lineares e não lineares (Batschelet, 1978).

3. Resultados e Discussão

A porcentagem de emergência das plântulas de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth foi maior no ambiente de sol do que na sombra ($F=35,061$; $p=0,000$). A massa das sementes também influenciou a porcentagem final de emergência ($F=22,376$; $p=0,000$), com as sementes de maior massa resultando em um maior número de plântulas (figura 1). O mesmo foi observado por Lehtilä & Ehrlén (2005), em *Primula veris* L. (Primulaceae) onde ocorreu uma associação positiva entre o tamanho das sementes e o número de plântulas. Em *Artocarpus heterophyllus* L. (Moraceae), a maior germinação foi atribuída à grande reserva de nutrientes encontradas nas sementes maiores (Khan, 2004). A interação entre as classes de massa e os ambientes não foi significativa ($F=0,183$; $p=0,907$), demonstrando que, independente do ambiente, quanto maior a massa da semente maior foi a porcentagem de emergência (figura 1). Entretanto, as velocidades de emergência das plântulas não diferiram entre as classes de massa ($F=1,633$; $p=0,208$). Contrariamente, Susko & Lovett-Doust (2000) observaram que sementes menores de *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara e Grande (Brassicaceae) germinaram mais rapidamente do que sementes maiores. Segundo Zimmerman & Weis (1983), plântulas que emergem mais rápido, capturam uma maior quantidade de recursos disponíveis quando comparadas com aquelas que germinam mais tarde e estas podem apresentar um aumento na mortalidade ou redução no seu crescimento. Diferentemente, os ambientes afetaram a velocidade ($F=121,319$; $p=0,000$), com as sementes semeadas na sombra emergindo suas plântulas mais rapidamente. A interação não foi observada entre as classes de massa das sementes e os ambientes de sol e sombra ($F=0,133$; $p=0,940$) como pode se observado na figura 2. Além disso, podemos observar que a emergência das plântulas tende a uma velocidade média maior para as sementes mais leves, as quais apresentaram uma maior amplitude de variação na porcentagem e velocidade de emergência de suas plântulas, o que pode refletir uma menor qualidade fisiológica das sementes nestas classes de massa (figura 2).

Segundo Stamp (1990), sementes pequenas germinam mais rapidamente do que sementes grandes, devido ao maior acesso à água em função da alta razão superfície:volume.

Em *Artocarpus heterophyllus*, espécie arbórea nativa da Índia, a porcentagem de germinação foi positivamente correlacionada com a massa de suas sementes e a velocidade de germinação aumentou significativamente com a massa e o nível de luminosidade (Khan, 2004). Contrariamente, para *Dipterocarpus macrocarpus* Vesque, outra espécie nativa da Índia, o tempo de germinação diminuiu com o aumento da massa das sementes (Shankar, 2006).

A sincronização da emergência não foi alterada pelo ambiente ($F=0,303$; $p=0,587$) nem mesmo pela massa das sementes ($F=0,499$; $p=0,687$) e a interação entre os ambientes e as classes de massa também não foi significativa ($F=0,316$; $p=0,814$), demonstrando que, independente do ambiente ou da massa das sementes, a emergência ocorre de maneira igualmente sincronizada, embora com porcentagens e velocidades diferentes. Já a frequência relativa da emergência mostra que o ambiente influencia o comportamento das sementes. O pico da emergência das plântulas das sementes semeadas na sombra ocorreu no sétimo dia, independente da classe de massa das sementes. As sementes semeadas e mantidas no sol da classe 3 apresentaram um primeiro pico de emergência no sétimo e outro pico no 13º dia enquanto que as sementes das demais classes apresentaram um único pico, por volta do 11º e 12º dia (figura 3). Também podemos notar que a emergência das plântulas começou no sexto dia em quase todos tratamentos, com exceção das classes 5 e 6 a pleno sol, muito provavelmente devido à lenta embebição das sementes maiores neste ambiente, além disso, todas as classes de massa apresentaram uma distribuição polimodal da frequência de emergência.

A pleno sol, apenas dois indivíduos da classe 5 morreram no 18º dia. No entanto, a sobrevivência dos indivíduos no ambiente de sombra começou a diminuir a partir do 14º dia na classe 3, a partir do 16º nas classes 4 e 5 e somente no 18º dia na classe 6, restando ao 30º dia somente um indivíduo da classe 6 (figura 4). De acordo com Khan (2004), plântulas de *Artocarpus heterophyllus* que emergem de sementes grandes sobrevivem melhor do que aquelas provenientes de sementes pequenas, e esta sobrevivência é também afetada pelas condições de luminosidade a que foram submetidas, crescendo mais rapidamente sob condições de luminosidade alta e intermediária do que sob luminosidade baixa.

Estes resultados demonstraram que a massa das sementes influencia somente a porcentagem final de emergência e que *Tecoma stans* recruta uma maior quantidade de plântulas a pleno sol, porém a velocidade de emergência é maior na sombra, provavelmente devido às condições de temperaturas mais amenas e, conseqüentemente, maior disponibilidade hídrica observada neste ambiente. Contudo, as plântulas na sombra não suportaram as condições ambientais geradas pelo sombreamento e morreram. Estas plântulas apresentavam uma coloração verde-amarelada e com o passar dos dias surgiram manchas escuras nos cotilédones e finalmente murcharam ou desapareceram. Este fato confirma o comportamento invasor da espécie em áreas abertas.

A biomassa inicial de plântulas de *Psychotria* spp (Rubiaceae) foi positivamente correlacionada com a massa das sementes, em todas as espécies estudadas, porém a sobrevivência das plântulas foi correlacionada com a massa das sementes em seis das sete espécies, em pelo menos um habitat, do total de três associações entre clareira e floresta madura estudadas (Paz & Martínez-Ramos, 2003).

Fenner (1987) considerou que determinar a causa da morte das plântulas representa um problema, já que muitas plântulas podem simplesmente desaparecer em um intervalo de 24 horas de observação e mesmo que não desapareça, é muito difícil determinar a causa desta mortalidade. Este mesmo autor chama a atenção para alguns motivos que podem levar as plântulas à morte, como a deficiência de água, a predação das raízes, as doenças ou qualquer defeito genético. De acordo com Augspurger (1984), que estudou o crescimento e sobrevivência de várias espécies arbóreas na ilha de Barro Colorado, Panamá, a maior causa da mortalidade das plântulas encontradas na sombra ocorre devido às doenças provocadas por fungos patogênicos e que as espécies tolerantes à sombra, no ambiente de sombra, são menos suscetíveis às doenças do que as espécies menos tolerantes.

Figuroa & Vázquez-Yanes (2002) sugeriram que a ausência de recrutamento de plântulas de *Heliocarpus appendiculatus* (Tiliaceae), espécie pioneira nativa do México, sob o dossel da floresta não se deve a uma germinação dependente da luz, e sim de uma redução na germinação sob a serrapilheira ou, provavelmente, a alguma deficiência das plântulas para se estabelecerem neste ambiente. De acordo com Paz & Martínez-Ramos (2003), sementes maiores têm uma maior emergência através da serrapilheira.

Durante os cinco meses de acompanhamento do crescimento das plântulas a pleno sol pôde-se observar que a massa das sementes correlacionou positivamente com o ganho de matéria seca das plântulas, porém somente nos três primeiros meses (figura 5). As plântulas provenientes da maior classe de massa das sementes apresentaram massa seca maior, contudo a partir do 4^o mês não existiu mais diferença entre a matéria seca das plântulas resultantes de diferentes classes de sementes (figura 5). Isso indica que mesmo plântulas originárias de sementes pequenas, durante o seu desenvolvimento apresentam alguma característica fisiológica que possibilita um maior ganho de massa e maior desenvolvimento. Resultado semelhante também foi observado por Höfs et al. (2004), em *Oryza sativa* L., onde sementes de menor qualidade fisiológica apresentaram maiores taxas de crescimento relativo, reduzindo assim, as diferenças iniciais de biomassa seca. Igualmente, *Pastinaca sativa* L. manteve a biomassa da parte aérea das plântulas aos 10, 20 e 30 dias após a emergência positivamente relacionada com a biomassa das sementes, mas com 40 dias esta relação deixou de ser significativa (Hendrix et al., 1991). Do mesmo modo, Paz & Martínez-Ramos (2003) observaram que para espécies de *Psychotria*, a biomassa inicial das plântulas foi positivamente correlacionada com a massa das sementes, tanto em clareiras como sob o dossel da floresta, contudo após um ano de crescimento, cinco das sete espécies estudadas ainda apresentavam a mesma correlação em pelo menos um dos ambientes estudados.

A partição da biomassa ocorreu de modo semelhante durante os cinco meses de acompanhamento, para todas as classes de massa, com um maior incremento na parte aérea do que nas raízes (figura 6). No primeiro mês as plântulas apresentaram, em média, um maior incremento na produção de folhas (40,9% da biomassa), seguido pela produção de raízes (29,5%) e por último nos caules (10,2%), demonstrando a importância dos cotilédones (19,4%) para as plântulas nessa fase do desenvolvimento (figura 6).

No segundo mês, após o transplante, as plântulas apresentaram um incremento médio semelhante na produção de folhas (41,7%) e raízes (39,5%), sendo estes os mais representativos na partição da biomassa, com os caules (15%) representando ainda uma pequena fração da massa total das plântulas, seguido pelos cotilédones (3,8%), já menos representativos. Também pode-se observar que, independente da classe de massa, alguns indivíduos já se apresentavam sem os cotilédones (figura 6).

No terceiro mês de desenvolvimento, observou-se que as plântulas apresentaram um grande incremento médio na produção de folhas (64,9%), seguido, na maioria dos casos, pelo incremento em raízes (19,6%) e por último nos caules (15,4%), além disso, verificou-se que apenas três indivíduos ainda possuíam cotilédones (0,01%), sendo um deles pertencente à classe 4 e os outros à classe 6 (figura 6).

Já no quarto mês, observou-se que o incremento médio na produção de folhas (59,9%) permaneceu maior, porém houve uma inversão na partição da biomassa entre raízes (16,4%) e caules (23,8%), com estes, de modo geral, assumindo uma maior importância na biomassa total das plântulas (figura 6). No quinto mês, a partição da biomassa ocorreu de modo semelhante ao observado no mês anterior (figura 6), com um maior investimento médio em folhas (53,9%), seguido de caules (24,7%) e raízes (21,5%), contudo nesses dois últimos meses, as plântulas possivelmente tiveram o desenvolvimento de suas raízes prejudicado pelas condições experimentais. Este grande incremento em biomassa nas raízes, observado no segundo mês de desenvolvimento de *Tecoma stans*, indica que, nestas condições experimentais, a planta investe primeiramente na absorção de água e nutrientes e em sustentação, criando condições para o desenvolvimento da parte aérea.

Contrariamente, Ramos et al. (2004) observaram que em *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith, espécie de ampla distribuição no Brasil, que ocorre nas florestas estacionais e nos ecótonos floresta/cerrado e floresta, a maior parte da matéria seca foi alocada no sistema radicular, independente da condição de luminosidade e um maior acúmulo de matéria seca com a diminuição do sombreamento. Por outro lado, plântulas de *Croton urucurana* Baill quando submetidas a diferentes condições de luminosidade, alteraram a partição da biomassa somente quando expostas a 70% de sombreamento, acumulando mais matéria seca nas folhas e caule do que nas raízes, quando comparado com aquelas mantidas a pleno sol (Alvarenga et al., 2003).

Parker et al. (2004), estudando o efeito da massa das sementes de *Pinus strobus* L. na partição da biomassa de suas plântulas, observaram uma alteração da alocação dos recursos com a idade das plântulas. Com oito semanas, as plântulas investiram mais no desenvolvimento de folhas e caules em detrimento das raízes, enquanto que com 14 semanas foi possível observar uma inversão deste investimento. Por outro lado, Hendrix et al. (1991) observaram que em sementes de *Pastinaca sativa* com diferentes massas, a

alocação da biomassa nas plântulas, entre raízes e parte aérea, mudou substancialmente ao longo do tempo, com uma pequena variação nesta razão aos 10 e 20 dias após a emergência, mas aos 30 e 40 dias as plântulas provenientes de sementes maiores continham mais biomassa de raiz. Estes mesmos autores consideraram que a partir deste momento, as plântulas originadas de sementes maiores teriam uma vantagem na absorção de água sobre aquelas vindas de sementes menores.

O maior ganho de massa observada nas plântulas das classes inferiores pode estar relacionado com o fato desses indivíduos apresentarem no primeiro mês uma área foliar específica maior que a observada na maior classe. Esta relação pode ser representada por uma função potência negativa (figura 7), demonstrando que os indivíduos destas classes de massa apresentaram folhas mais finas e, conseqüentemente, um aparelho fotossintético mais eficiente. Contudo, quando se acrescentam os dados de área e massa seca dos cotilédones no cálculo da área foliar específica, observamos que a relação torna-se linear e negativa ($n=40$; $r^2=0,38$; $p=0,000$), mostrando o efeito negativo dos cotilédones para esta relação. Nessa fase do desenvolvimento das plântulas, os cotilédones apresentaram um considerável efeito na área foliar específica, já que a relação observada entre a área cotiledonar específica e a massa seca das plântulas foi linearmente negativa, com baixo coeficiente de determinação ($n=40$; $r^2=0,13$; $p=0,027$).

Estes resultados indicam que os cotilédones de *Tecoma stans* devem funcionar mais como tecidos de reserva do que tecidos fotossintetizantes. Em estudo de Ressel et al. (2004), que avaliaram a morfologia de plântulas de 122 espécies quanto às características cotiledonares e de comprimento do hipocótilo, as plântulas de Bignoniaceae foram identificadas como fanero-epígeo-armazenadoras. Assim, na sombra, uma vez esgotados os recursos presentes nos cotilédones, a alta mortalidade das plântulas pode ser explicada pela baixa capacidade destes em realizar fotossíntese e garantir o desenvolvimento inicial das plântulas. De acordo com Shankar (2006), o efeito fotossintetizante dos cotilédones no crescimento inicial de *Dipterocarpus macrocarpus* é mínimo, já que sua germinação é hipógea.

No segundo mês de desenvolvimento, após o transplante, a área foliar específica apresentou relação linear e negativa com a massa seca das plântulas ($n=40$; $r^2=0,16$; $p=0,010$), no terceiro mês a mesma relação também ocorreu de modo significativo, mas novamente com baixo valor do coeficiente de determinação ($n=40$; $r^2=0,13$; $p=0,022$), já

no quarto mês não foi observada nenhuma relação entre a área foliar específica e o peso seco das plântulas ($n=40$; $r^2=0,06$; $p=0,128$) e por fim, no quinto mês a relação volta a ser significativa, linear e negativa, mas outra vez se mostrou com baixo coeficiente de determinação ($n=40$; $r^2=0,14$; $p=0,017$). Aparentemente, a maior eficiência fotossintética das plântulas resultantes de sementes menores no primeiro mês de desenvolvimento, resultou em um desenvolvimento semelhante ao apresentado pelas plântulas provenientes de sementes de maior classe de massa. Em consequência de um aumento da capacidade fotossintética, o alto valor da área foliar específica foi positivamente correlacionado a uma elevada taxa de crescimento relativo, como apresentado por Wright & Westoby (2001) em estudo com 250 espécies e por Wright et al. (2002) para 75 espécies do leste australiano.

A relação entre distribuição espacial e área foliar específica foi investigada em seis espécies arbustivas, que ocorrem na floresta de coníferas na costa oeste do Canadá, e foi negativamente relacionada com a luz, geralmente aumentando do centro das áreas pantanosas em direção ao interior da floresta, indicando que as plantas de uma mesma espécie possuem um padrão de variação da área foliar específica em resposta às condições ambientais (Burns, 2004). Assim, os possíveis efeitos da área foliar específica, observados no ganho de matéria seca nas plântulas de *Tecoma stans*, podem ocorrer de modo diferenciado se as plântulas forem submetidas a diferentes condições de luz, como apresentado por Burns (2004), em espécies de Ericaceae, ou de disponibilidade hídrica, como demonstrado por Khurana & Singh (2000), para *Albizia procera* Benth.

Uma das prováveis explicações para a variação da massa das sementes é a tentativa das espécies para o estabelecimento de suas plântulas em um mosaico de microambientes com diferentes condições físicas e bióticas, ampliando deste modo, o nicho de regeneração (McGinley et al. 1987). Nas condições experimentais testadas, a massa das sementes de *Tecoma stans* não teve influência na sobrevivência das plântulas na sombra, pois independente do tamanho das sementes não houve sobrevivência neste ambiente. A pleno sol, as sementes menores deram origem à plântulas mais agressivas do que aquelas vindas de sementes maiores, resultando após um período de quatro meses em plântulas de mesma massa, independente das massas das sementes que as originaram. Uma outra possível explicação para o melhor desempenho das plântulas de

Tecoma stans provenientes de sementes pequenas é que, como sugerido por Hendrix et al. (1991), em *Pastinaca sativa*, estas possuem maior resistência à seca devido a menor perda de água pela transpiração.

Contudo, o tamanho das sementes de *Tecoma stans* apresentou efeitos importantes na emergência e desenvolvimento inicial de suas plântulas, provavelmente devido a maior disponibilidade de recursos, que propiciou uma maior porcentagem de emergência das plântulas provenientes de sementes maiores e, conseqüentemente, plântulas com maior massa seca, portanto mais vigorosas, principalmente nos três primeiros meses. No entanto, plântulas originadas de sementes menores apresentaram características que possibilitam uma assimilação mais eficiente da luz solar, o que fez com que elas crescessem mais rapidamente. Os dados apresentados neste trabalho, adicionados às informações aqui discutidas, reforçam a idéia de que os inúmeros ambientes e microambientes observados na natureza devem influenciar a expressão dos efeitos da massa das sementes na emergência e recrutamento das plântulas.

4. Conclusões

Em *Tecoma stans*, as diferenças observadas na emergência das plântulas estiveram relacionadas à massa das sementes e a sobrevivência das plântulas esteve relacionada à presença da luz. O crescimento inicial das plântulas foi dependente da massa das sementes. Deste modo, sementes maiores deram origem a plântulas mais vigorosas em seu desenvolvimento inicial quando comparadas com as sementes menores e estas características podem ser consideradas como uma estratégia reprodutiva da espécie. Além disso, produzir sementes de diversos tamanhos pode ser considerado como uma maneira da espécie de dispersar-se e colonizar um maior número de micro-ambientes.

5. Bibliografia

ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; LIMA JUNIOR, E.C.; MAGALHÃES, M.M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 27, p. 53-57, 2003.

AUGSPURGER, C.K. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. **Journal of Ecology**, v. 72, p. 777-795, 1984.

BATSCHULET, E. **Introdução à matemática para biocientistas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978. cap. 3 e 4.

BURNS, K.C. Patterns in specific leaf area and the structure of a temperate heath community. **Diversity and Distributions**, v. 10, p. 105-112, 2004.

FENNER, M. Seedlings. **The New Phytologist**, v. 106, p. 35-47, 1987.

FIGUEROA, J.A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Efecto de la calidad de la luz sobre la germinación de semillas em el árbol pioneer tropical *Heliocarpus appendiculatus* (Tiliaceae). **Revista de Biología Tropical**, v. 50, p. 31-36, 2002.

FOWLER, J.; COHEN, L.; JARVIS, P. **Practical statistics for field biology**. Chichester: John Wiley & Sons Ltda, 1998. 254 p.

GENTRY, A.H. Bignoniaceae. **Flora Neotropica**, New York, pt. 2, p. 84-287, 1992.

HENDRIX, S.D.; NIELSEN, E.; NIELSEN, T.; SCHUTT, M. Are seedlings from small seeds always inferior to seedling from large seeds? Effects of seed biomass on seedling growth in *Pastinaca sativa* L. **New Phytology**, v. 119, p. 299-305, 1991.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, p. 92-97, 2004.

HUNT, R. **The functional approach to plant growth analysis**. Edward Arnold (Publishers) Limited, London, 1982. 246p.

KHAN, M.L. Effects of seed mass on seedling success in *Artocarpus heterophyllus* L., a tropical tree species of north-east India. **Acta Oecologica**, v. 25, p. 103-110, 2004.

KHURANA, E.; SINGH, J.S. Influence of seed size on seedling growth of *Albizia procera* under different soil water levels. **Annals of Botany**, v. 86, p. 1185-1192, 2000.

LABOURIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Sativa hispania* L. I Temperature Effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 59, p. 37-56 1987.

LEHTILÄ, K.; EHRLÉN, J. Seed size as an indicator of seed quality: a case study of *Primula veris*. **Acta Oecologica**, v. 28, p. 207-212, 2005.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 608p.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368p.

McGINLEY, M.A.; TEMME, D.H.; GEBER, M.A. Parental investment in offspring variable environments: theoretical and empirical considerations. **American Naturalist**, v. 130, p. 370-398, 1987.

PARKER, W.C.; NOLAND, T.L.; MORNEAULT, A.E. Effects of seed mass on early seedling growth of five eastern white pine (*Pinus strobus* L.) families under contrasting light environments. **Canadian Journal of Botany**, v. 82, p. 1645–1655, 2004.

PASSINI, T., KRANZ, W. Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. **Planta Daninha**, v. 15, p. 190 – 197, 1997.

PAZ, H.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Seed mass and seedling performance within eight species of *Psychotria* (Rubiaceae). **Ecology**, v. 84, p. 439 – 450, 2003.

RAMOS, K.M.O.; FELFINI, J.M.; FAGG, C.W.; SILVA, J.C.S; FRANCO, A.C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Alemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, p. 351 – 358, 2004.

RESSEL, K.; GUILHERME, F.A.G.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P.E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 311-323, 2004.

SANDWITH, N.Y.; HUNT, D.R. Bignoniaceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, pt. 1, p. 15-20, 1974.

SHANKAR, U. Seed size as a predictor of germination success and early seedling growth in “hollong” (*Dipterocarpus macrocarpus* Vesque). **New Forests**, v. 31, p. 305-320, 2006.

STAMP, N.E. Production and effect of seed size in a grassland annual (*Erodium brachycarpum*, Geraniaceae). **American Journal of Botany**, v. 77, p. 874-882, 1990.

SUSKO, D.J.; LEVETT-DOUST, L. Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae). **American Journal of Botany**, v. 87, p. 56-66, 2000.

WESTOBY, M.; JURADO, E.; LEISHMAN, M. Comparative evolutionary ecology of seed size. **Trends in Ecology and Evaluation**, v. 7, p. 368-372, 1992.

WRIGHT, I.J.; WESTOBY, M. Understanding seedling growth relationships through specific leaf area and leaf nitrogen concentration: generalizations across growth forms and growth irradiance. **Oecologia**, v. 127, p. 21-29, 2001.

WRIGHT, I.J.; WESTOBY, M.; REICH, P.B. Convergence towards higher leaf mass per unit area in dry and nutrient poor habitats has different consequences for life span. **Journal of Ecology**, v. 90, p. 534-543, 2002.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 929p.

ZIMMERMAN, J.K.; WEIS, I.M. Fruit size variation and its effects on germination and seedling growth in *Xanthium strumarium*. **Canadian Journal of Botany**, v. 60, p. 2309-2315, 1983.

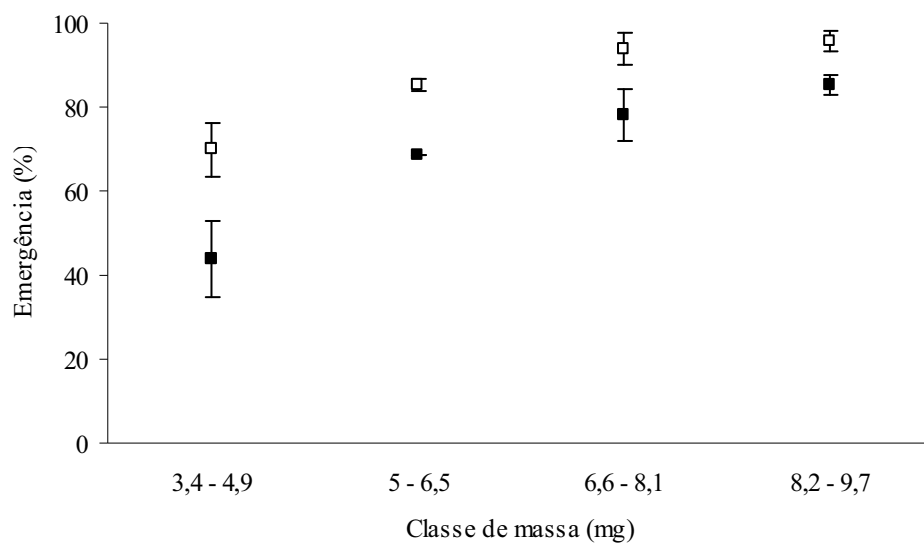


Figura 1 – Porcentagem média de emergência de plântulas para cada classe de massa das sementes de *Tecoma stans* semeadas no sol (□) e na sombra (■). Barras verticais indicam o erro padrão da média.

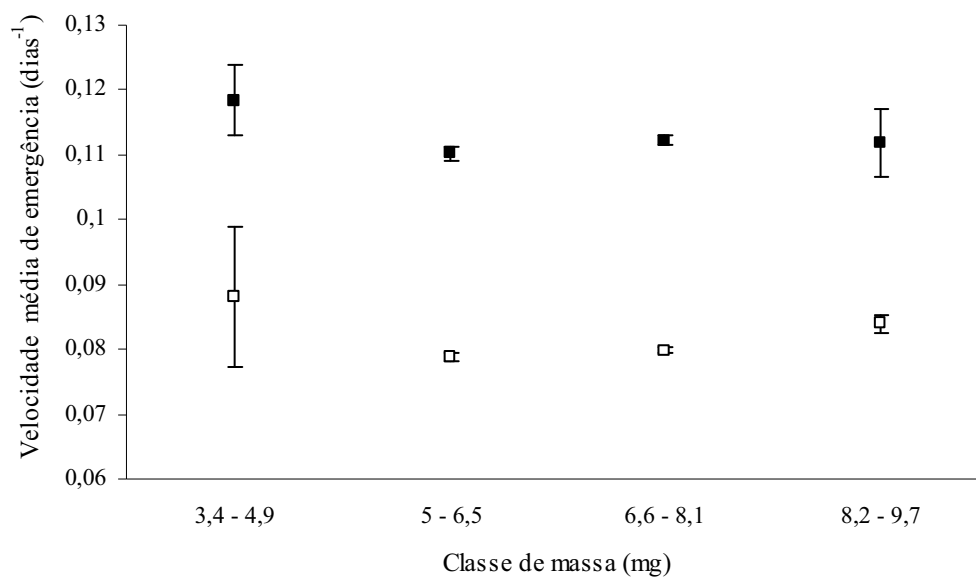


Figura 2 – Velocidade média de emergência de plântulas para cada classe de massa das sementes de *Tecoma stans* semeadas no sol (□) e na sombra (■). Barras verticais indicam o erro padrão da média.

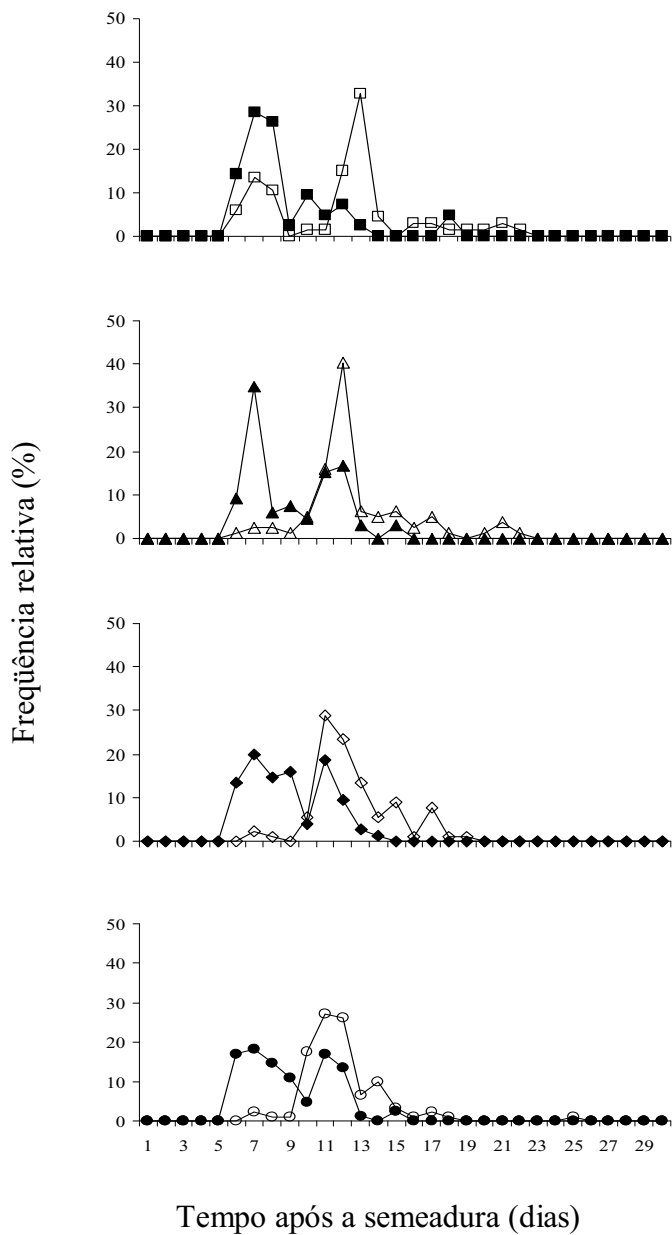


Figura 3 – Frequência relativa de emergência das plântulas de *Tecoma stans* nas classes de massa. Sementes da classe 3 semeadas no sol (□) e na sombra (■); sementes da classe 4 semeadas no sol (△) e na sombra (▲); sementes da classe 5 semeadas no sol (◇) e na sombra (◆); sementes da classe 6 semeadas no sol (○) e na sombra (●).

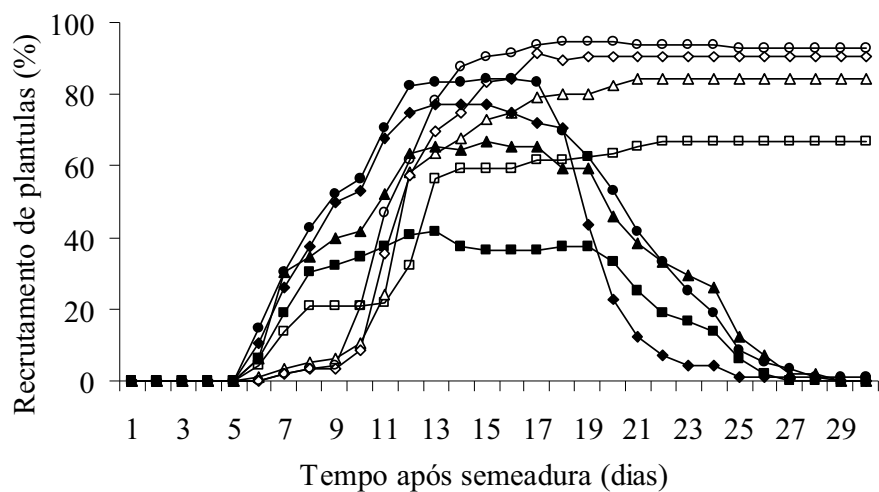


Figura 4 – Recrutamento das plântulas de *Tecoma stans* nas diferentes classes de massa após um mês da semeadura. Sementes da classe 3 semeadas no sol (□) e na sombra (■); sementes da classe 4 semeadas no sol (△) e na sombra (▲); sementes da classe 5 semeadas no sol (◇) e na sombra (◆); sementes da classe 6 semeadas no sol (○) e na sombra (●).

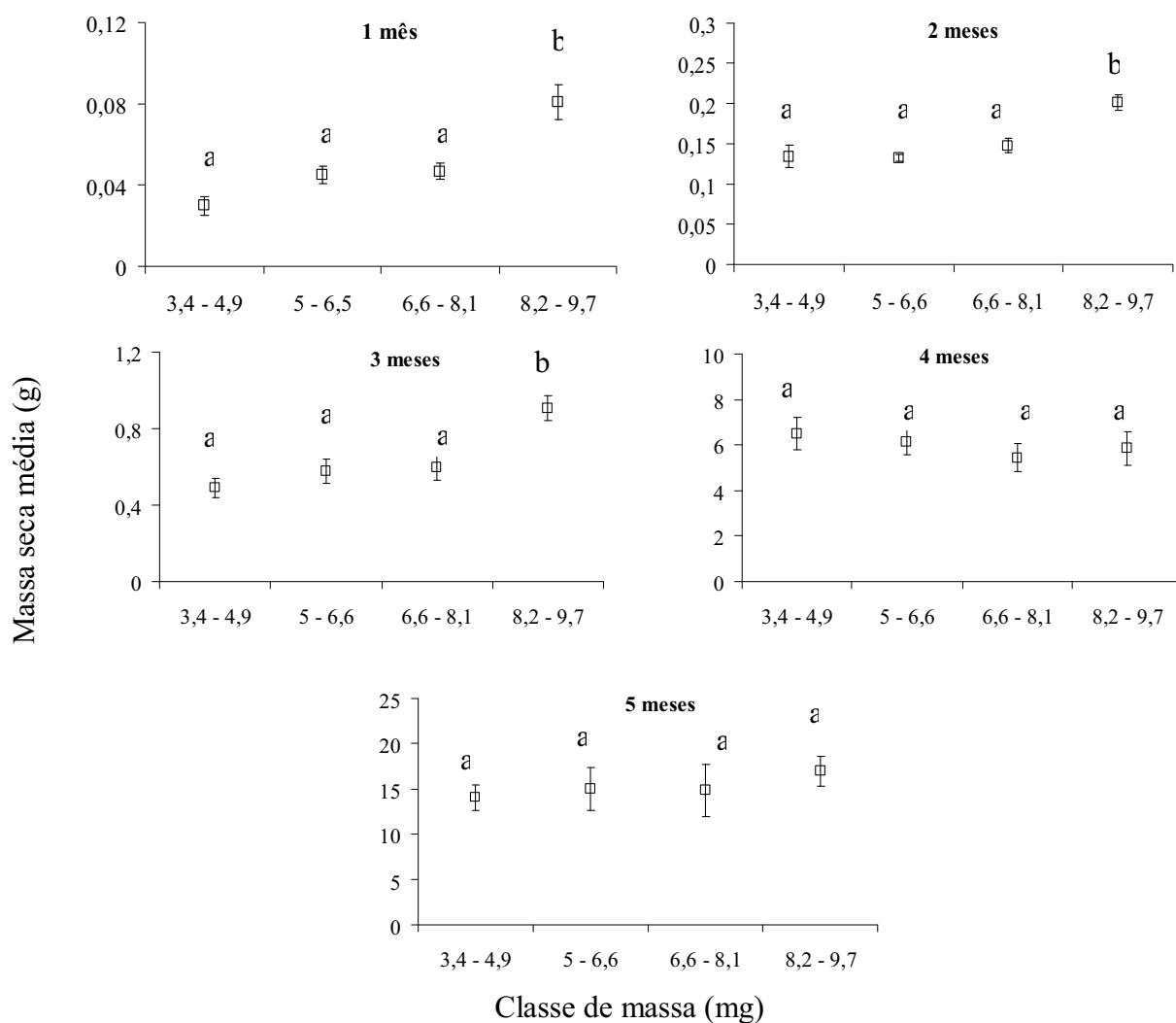


Figura 5 – Massa seca média acumulada pelas plântulas de *Tecoma stans*, provenientes de sementes de diferentes classes de massa, ao longo dos meses. Barras verticais indicam o erro padrão. Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey $\alpha = 0,05$, em cada mês.

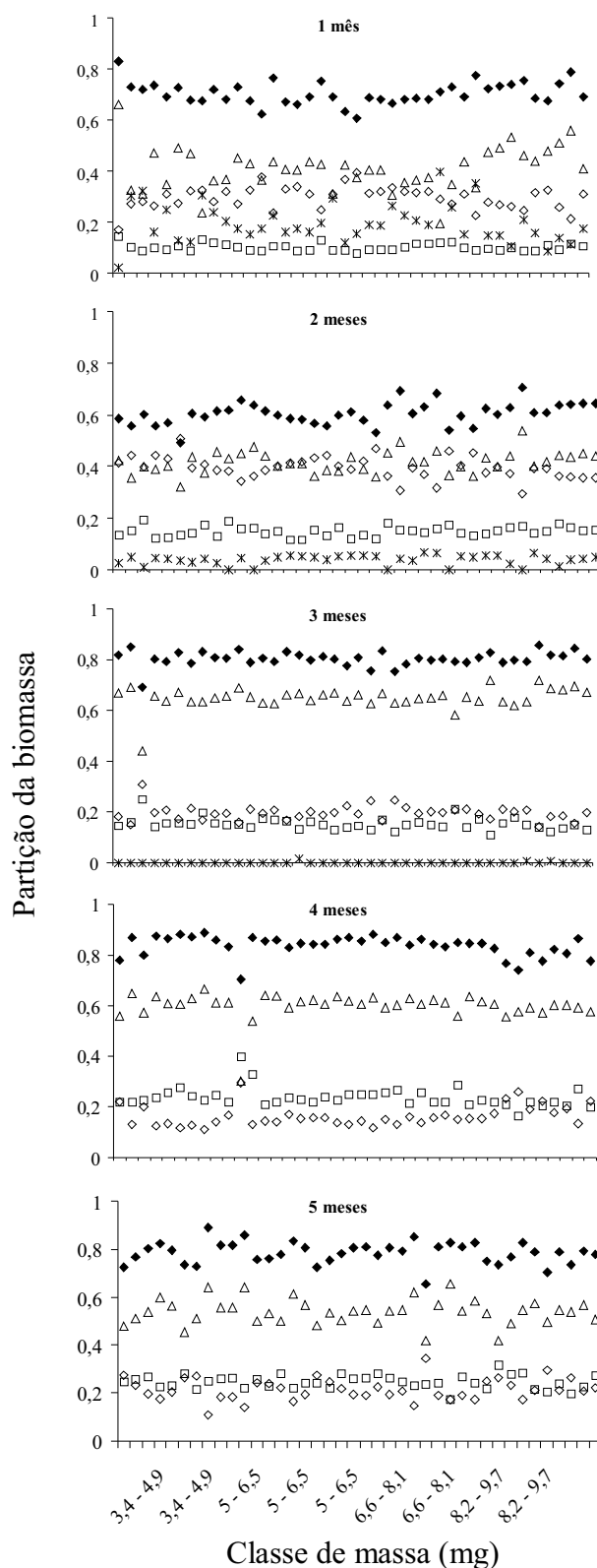


Figura 6 – Partição da biomassa durante o desenvolvimento das plântulas de *Tecoma stans*. (◆) massa seca (ms) da parte aérea/ms total; (◇) ms raiz/ms total; (△) ms folha/ms total; (□) ms caule/ms total; (*) ms cotilédone/ms total.

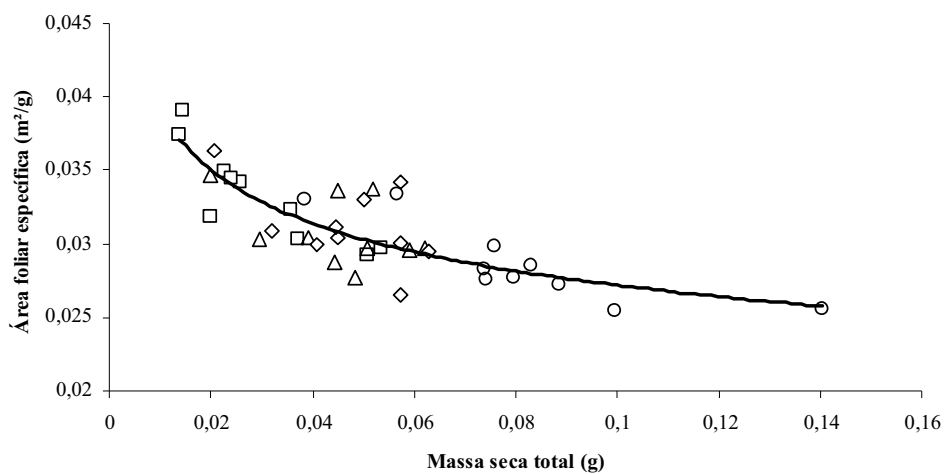


Figura 7 – Relação potência entre a massa seca total e a área foliar específica no primeiro mês ($n=40$; $r^2=0,67$; $p=0,05$; $y=ax^b$; onde $a=0,018950$ e $b=-0,15740$). Contribuição de cada classe de massa de semente para a relação. (\square) classe 3, (\triangle) classe 4, (\diamond) classe 5 e (\circ) classe 6.

Considerações Finais

As relações observadas entre a massa dos frutos e suas características morfológicas e de produção de sementes indicaram que *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth quando produz frutos pesados, estes apresentaram valvas e repleto mais desenvolvidos e conseqüentemente um maior número de sementes por fruto.

As relações entre a massa das sementes de *Tecoma stans* e suas características morfológicas foram representadas por uma função potência, que foi mais evidente com a medida da largura do embrião, evidenciando um maior desenvolvimento do embrião no sentido transversal ao eixo embrionário. Assim, quanto mais pesada a semente maior foi o desenvolvimento do embrião e, portanto, maior a probabilidade desta semente germinar.

Com o auxílio das imagens de raios X, foi possível observar que a massa das sementes está intimamente ligada a processos estruturais de má formação dos embriões. As sementes leves, em sua maioria, resultaram em sementes mortas ou em processos de germinação incompletos, resultando em plântulas anormais.

A germinação das sementes de *Tecoma stans* ocorreu em uma ampla faixa de temperatura na presença e ausência de luz em condições de laboratório, mas no campo, a espécie também apresentou uma alta eficiência na emergência de suas plântulas; porém, a sobrevivência destas ocorreu somente no ambiente de sol. Desta maneira, a espécie pode ser freqüentemente encontrada em bordas de fragmentos, áreas de pastagem e áreas degradadas. Em *Tecoma stans*, as diferenças observadas na emergência estavam relacionadas ao tamanho das sementes; contudo, a sobrevivência das plântulas

dependeu das características de luminosidade do ambiente, já o crescimento inicial das plântulas foi dependente da massa das sementes. Deste modo, sementes mais pesadas produziram plântulas com um melhor desempenho em seu desenvolvimento inicial quando comparadas com as mais leves e estas características podem ser vistas como uma estratégia reprodutiva da espécie. Além disso, produzir sementes de diversos tamanhos pode ser uma tentativa da espécie de colonizar um maior número de micro-ambientes.

Com base em dados da literatura e aqui observados, *Tecoma stans* que já apresentava um status de planta invasora, agora merece uma atenção ainda maior, pois ficou evidente a agressividade da espécie tanto na produção de sementes como no desenvolvimento inicial de suas plântulas sob condições favoráveis, revelando, deste modo, características que fazem com que esta espécie tenha se tornado um problema nacional reconhecido em muitas regiões do país e que em outras ainda não tenha recebido a sua devida atenção.