

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CAMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**COMPORTAMENTO GERMINATIVO E PREDACÃO DE SEMENTES EM *Mimosa  
bimucronata* (DC.) KUNTZE (FABACEAE: MIMOSOIDEAE): DINÂMICA DE  
GERMINAÇÃO, HIPOXIA E QUALIDADE NUTRICIONAL**

**DÉBORA KESTRING**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica), AC: Morfologia e Diversidade Vegetal.

**Botucatu – SP**

**2007**

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CAMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**COMPORTAMENTO GERMINATIVO E PREDAÇÃO DE SEMENTES EM *Mimosa  
bimucronata* (DC.) KUNTZE (FABACEAE: MIMOSOIDEAE): DINÂMICA DE  
GERMINAÇÃO, HIPOXIA E QUALIDADE NUTRICIONAL**

**DÉBORA KESTRING**

**PROF. DR. MARCELO NOGUEIRA ROSSI**

**ORIENTADOR**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica), AC: Morfologia e Diversidade Vegetal.

**Botucatu – SP**

**2007**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
*BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus*

Kestring, Débora.

Comportamento germinativo e predação de sementes em *Mimosa Bimucronata* (DC). Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae): dinâmica de germinação, hipoxia e qualidade nutricional / Débora Kestring. – Botucatu: [s.n.], 2007.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007.

Orientador: Prof Dr Marcelo Nogueira Rossi

Assunto CAPES: 20302002

**1. Ecologia vegetal 2. Sementes**

CDD 581.5

Palavras-chave: Ecologia de populações; Germinação; *Mimosa bimucronata*; Qualidade nutricional, alagamento.

“E disse Deus ainda: Eis que vos tenho dado todas as ervas que dão sementes e se acham na superfície de toda a terra, e todas as árvores em que há frutos que dê sementes; isso vos foi para mantimento”.

Gn. 1.29

**Aos meus pais,**

Valentin Kestring e Albertina Del Castanhel Kestring, cujo apoio, dedicação, tranquilidade e carinho têm sido fundamentais em todos os aspectos de minha vida, pessoas que mesmo distantes estavam sempre presentes,

## **OFEREÇO**

**À minha família,**

Gabriela Kestring Klein e Jeferson Klein

Por todas as lutas, por todas as lágrimas, por todas as conquistas, pelas alegrias, pela compreensão, e principalmente por estarem, cada um de seu modo, sempre carinhosamente presentes. Por todos os sentimentos que nos unem,

## **DEDICO**

## **Homenagem**

### **Ao Prof. Dr. Marcelo Nogueira Rossi**

Pela amizade,

orientação,

ensinamentos,

experiência profissional,

e críticas sempre construtivas.

### **Aos amigos do Dept. de Botânica**

Pelo incentivo e valioso estímulo que conferiram ao meu trabalho,

colaboração no decorrer de todo esse tempo,

minha especial gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Durante o tempo que passei elaborando e desenvolvendo este trabalho, aprendi muitas coisas, e ganhei amigos que foram importantes para que eu alcançasse o meu objetivo. Gostaria de expressar aqui, os meus sinceros agradecimentos à estas pessoas e também às instituições que contribuíram para que este trabalho fosse realizado;

A Deus, orientador maior da minha vida, pelas oportunidades, e a todos que conviveram nesses dois anos e colaboraram na execução deste trabalho, todo meu amor; aproveito também para me desculpar por quaisquer lapsos, que por ventura, eu tenha cometido em alguns desses instantes;

Ao anjo que me acompanha, por ter me amparado, inspirado e protegido nesta atual caminhada;

Ao CNPq, pelo financiamento da bolsa de Mestrado;

À todas as plantas e animais que foram sacrificados, em pro da excussão desse trabalho.

Ao Prof. Marcelo Nogueira Rossi, pela orientação, apoio, paciência, colaboração e compreensão, pela forte presença e por ter acolhido tão carinhosamente a Gabriela como estagiária, sem os quais seria difícil concluir este trabalho.

A todos os professores deste programa, por expandir meus conhecimentos, pequenas e importantes ferramentas para a minha formação acadêmica e científica.

À Prof<sup>a</sup>. Giuseppina Pace P. Lima (Fina) pela gentileza em permitir usufruir das instalações de seu laboratório do Depto. de Química e Bioquímica, e pela ajuda nas dúvidas bioquímicas.

À Prof<sup>a</sup>. Sheila Zambello de Pinho (Depto. Bioestatística) pela ajuda nos sempre presentes dilemas estatísticos.

Ao meu esposo Jeferson por todo o apoio, companheirismo e afeto que me deu em todas as fases do Mestrado, incentivando e apoiando no decorrer de todo esse tempo.

À minha filha Gabriela. Espero que um dia possas entender o seu importante papel na minha vida.....como uma caixa repleta de supresas de ternura, carinhos, paciência, entre outras coisinhas que não sou capaz de expressar em palavras.

À cada um de meus companheiros (as) e amigos (as) do laboratório de Ecologia de Interações Tróficas, Depto. de Botânica, IBB – UNESP, por ajudas nas horas difíceis, sorrisos, idas ao campo, enfim, pela amizade e companhia em todos os momentos de alegrias e tristezas: Paula, Carolina (Isabela e Hélio), Luciana, Lígia, Cris, Danilo e Marcos. Pelo apoio técnico e outras inúmeras colaborações, que foram de extrema importância em diversas etapas da realização do trabalho.

Aos integrantes em geral do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica) e do Depto. de Botânica que demonstram empenho em fazer crescer cada vez mais este Programa. Por terem acolhido com todo o carinho do mundo a mascote Gabriela ao grupo, ajudando muitas vezes como “baby sitter”.

Aos funcionários do Departamento de Botânica (IB/UNESP/Botucatu) pelo grande auxílio e companheirismo, sem os quais seria difícil concluir este trabalho.

E a todos os meus amigos que mesmo sem referir seus nomes, se reconhecem não apenas como co-autores desta obra, mas sim da obra inteira que é a minha vida.



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>	
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>		
<i>Mimosa bimucronata</i> : características gerais	1	
Principais características das sementes e o consumo das plantas por insetos	2	
Predação de sementes por bruquídeos	5	
Influência do alagamento na germinação de sementes	7	
Objetivos gerais	8	
Referências bibliográficas	9	
<b>CAPÍTULO 1</b>		
Comportamento germinativo de sementes de <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae): dinâmica de germinação e efeito da hipoxia por alagamento		
RESUMO	17	
ABSTRACT	18	
<b>1 INTRODUÇÃO</b>		
1.1 Germinação	19	
1.2 Fases da germinação	20	
1.3 Dormência	22	
1.4 Hipoxia na germinação de sementes	24	
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b>		
2.1 Áreas utilizadas para a coleta de material biológico	26	
2.2 Coleta de frutos e delineamento experimental	27	
2.3 Determinação da curva de germinação e peso das sementes	28	
2.4 Análise de dados	30	
<b>3 RESULTADOS</b>		
3.1 Curva de Germinação	31	
3.2 Efeito do alagamento na germinação de Maricá	32	
<b>4 DISCUSSÃO</b>		42
<b>5 CONCLUSÕES</b>		45
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		46

## CAPÍTULO 2

Página

Efeito da qualidade nutricional de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze  
(Fabaceae: Mimosoideae) no desempenho de *Acanthoscelides schrankiae*  
(Coleoptera: Bruchidae)

RESUMO	54
ABSTRACT	55
1 INTRODUÇÃO	
1.1 Efeito da qualidade das plantas em populações de insetos	56
1.2 Efeito da qualidade das plantas em populações de bruquídeos	58
1.3 Sistema de estudo	59
2 MATERIAIS E MÉTODOS	
2.1 Áreas de estudo	61
2.2 Determinação da qualidade das sementes e do tamanho corporal dos bruquídeo	61
2.3 Medição do tamanho dos ovos dos bruquídeos	63
2.4 Variabilidade interpopulacional	63
2.5 Análise dos dados	64
3 RESULTADOS	65
4 DISCUSSÃO	74
5 CONCLUSÕES	78
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

## Introdução Geral

### ***Mimosa bimucronata*: características gerais**

O gênero *Mimosa* possui cerca de 480 espécies que estão distribuídas no continente Americano, mais pontualmente nas regiões Centro e Sul. Uma característica importante observada em muitas espécies deste gênero é o fato destas apresentarem rápido desenvolvimento, podendo ser classificadas, em alguns casos, como plantas invasoras (Barneley, 1991).

Dentre as leguminosas ocorrentes nas formações vegetais no Brasil, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae), conhecida vulgarmente como Maricá, é uma espécie arbórea, típica da Mata Atlântica. Porém, esta espécie também pode se desenvolver adequadamente no Cerrado e na Caatinga (Nascimento *et al.*, 2003). *Mimosa bimucronata* é uma espécie considerada de alto valor fitossociológico, por apresentar uma elevada distribuição do número de indivíduos em levantamentos de remanescentes de florestas ripárias do Estado de São Paulo (Bernacci *et al.*, 1998), e em áreas de caatinga às margens do Rio São Francisco (Pernambuco) (Nascimento *et al.*, 2003). A mesma é utilizada na região Sudeste do Brasil para formação de cercas vivas defensivas, devido ao seu porte e à abundância de espinhos em seus ramos (Lorenzi, 2000).

Segundo a Resolução nº 02/94 do Conama, *M. bimucronata* é uma espécie de alto potencial na recuperação de áreas degradadas. Outra contribuição importante atribuída ao Maricá é sua alta produção de flores, sendo fonte de recursos para abelhas melíferas (*Apis mellifera*) (Marchiori, 1993; Barth & Luz, 1998). Faz-se referência também à sua utilização como planta medicinal, sendo a infusão dos brotos eficaz no combate à asma pura, à bronquite asmática e às febres intermitentes (Burkart, 1979).

De acordo com Carvalho (1994), *M. bimucronata* é adaptada a terrenos úmidos e rochosos, sendo recomendada para o controle de processos erosivos e para plantio em terrenos sujeitos a inundações periódicas, confirmando seu potencial para uso em reflorestamento. Outra característica importante desta espécie é a produção de um grande número de sementes, o que a faz responder de forma compensatória aos efeitos de seleção natural nos processos de dispersão e sobrevivência. O número médio de sementes por fruto de Maricá varia de 2 a 8 (Carvalho, 1994) e segundo Lorenzi (2000) a proliferação dessa espécie é realizada principalmente por semente.

### **Principais características das sementes e o consumo das plantas por insetos**

As sementes são estruturas responsáveis pela perpetuação e disseminação das espécies de plantas na natureza (Bewley & Black, 1994), e possuem uma grande diversidade de características adaptativas que lhes possibilita a sobrevivência em número suficiente para assegurar a perpetuação das espécies, diante de fatores destrutivos do tempo e do ambiente, incluindo os fatores físicos e as interações com outros seres vivos (Perez *et al.*, 2001). Além disso, o sucesso de estabelecimento de novos indivíduos no tempo e no espaço, bem como o vigor das plântulas jovens, são fortemente determinados por fatores fisiológicos e bioquímicos das sementes. Para que uma semente se transforme em um indivíduo representante de uma determinada espécie, é preciso que ocorra o processo chamado de germinação. A germinação é um dos momentos mais críticos para o estabelecimento das plantas em seu habitat, sendo afetada por muitos fatores intrínsecos e extrínsecos, fundamentais para que o processo se realize (Toledo & Marcos Filho, 1977).

Na germinação estão envolvidos processos seqüenciados e sincronizados, de tal maneira que as reações catabólicas e anabólicas são simultâneas (Moraes *et al.*, 2001), sendo

os mesmos processos regulados por fatores internos (imaturidade do embrião e presença de inibidores) e externos (umidade, temperatura, luz e água), apesar destes não serem exigências para todas as espécies (Borges & Rena, 1993).

O processo de formação da semente envolve uma seqüência de eventos que se inicia com o desenvolvimento do embrião, seguido pelo acúmulo de reservas nutritivas, interrupção do crescimento e de desenvolvimento de tecidos e, finalmente, pelo desenvolvimento da habilidade ou não de tolerar dessecação (Wachowicz *et al.*, 2002). As sementes são recursos valiosos para quem ingerí-las, comparados à polpa de frutos maduros, tanto em termos de sua composição nutricional quanto de sua abundância no espaço e no tempo. Elas são freqüentemente ricas em lipídios, açúcares e proteínas e relativamente pobres em taninos, fornecendo recursos essenciais para a sobrevivência das plântulas na germinação (Harper *et al.*, 1970; Silvertown & Charlesworth, 2001). Desta forma, as sementes consumidas por predadores são fonte abundante de energia, principalmente para pequenos insetos de rápido desenvolvimento (Crawley, 1997).

Durante o processo evolutivo, plantas e insetos desenvolveram adaptações que possibilitaram a coexistência de ambos, reduzindo os prejuízos para cada grupo. Nesse contexto, entre outras adaptações observadas, podem ser citados o surgimento de insetos parasitas e predadores de diversas espécies vegetais. Essa característica adaptativa foi importante para a compreensão das interações entre insetos e plantas (Oki, 2000). De um modo geral, as plantas por serem sésseis, são intensamente afetadas por pressões exercidas por insetos herbívoros e predadores. As espécies tropicais aparentemente apresentam uma história evolutiva de altas pressões de herbivoria e predação, as quais têm respondido, por exemplo, com defesas físicas, químicas e fenológicas (Coley & Aide, 1991). Dessa forma, as plantas constituem vasta fonte de alimento para qualquer organismo versátil o suficiente para explorá-las como recurso. Neste sentido, os grupos de invertebrados que possuem sucesso na

exploração desta fonte alimentar podem ser considerados grandes estrategistas, sugerindo que são necessárias certas especializações para usar as plantas como alimento (Edwards & Wratten, 1981).

Conforme Bernays & Chapman (1994), os compostos secundários são considerados essenciais na sobrevivência das plantas e representam um aspecto importante na mediação das interações tróficas. Por exemplo, as plantas podem compensar de diferentes maneiras os efeitos da herbivoria, apresentando como resposta o início ou o aumento da produção de defesas estruturais ou químicas (Townsend *et al.*, 2006). Portanto, segundo Brown & Aelen (1989), os efeitos da herbivoria podem ser menos deletérios do que se supõem, uma vez que muitas plantas têm a capacidade de compensar seus danos.

Além das defesas químicas e físicas, a quantidade e a qualidade do alimento utilizado estão diretamente relacionadas à fisiologia, ecologia e comportamento dos insetos, tornando-se fundamentais nas relações tróficas entre insetos e plantas (Panizzi & Parra, 1991). Segundo Mattson & Scriber (1987), o nitrogênio e a água são mediadores nas relações de herbivoria, uma vez que os níveis de nitrogênio e água encontrados nas plantas geralmente possuem uma correlação positiva com a herbivoria, pois a deficiência destes recursos pode limitar o desenvolvimento e sobrevivência dos insetos (Scriber & Slansky, 1981). Por outro lado, Mattson (1980) e Bryant *et al.* (1988) ressaltam que as plantas que apresentam baixos teores de nitrogênio e água tendem a apresentar uma riqueza de compostos secundários com base de carbono (ex. fenóis), enquanto que plantas que apresentam altos teores de nitrogênio e água tendem a apresentar uma riqueza de compostos secundários à base de nitrogênio, como os alcalóides. Nos vegetais, de um modo geral, os compostos secundários são encontrados em diferentes partes da planta, distribuindo-se de forma heterogênea, sendo que o local de maior concentração encontra-se nas porções superiores (Harbone, 1993).

## **Predação de sementes por bruquídeos**

Sabe-se que os herbívoros podem influenciar a taxa de crescimento, a taxa reprodutiva e a estabilidade das populações vegetais (Fox & Morrow, 1992; Wise & Sacchi, 1996). Portanto, o consumo de qualquer parte dos vegetais, principalmente das sementes, pode afetar significativamente o desenvolvimento e/ou a reprodução das plantas (Crawley, 1997; Gurevitch *et al.*, 2002).

Dentre os principais predadores de sementes encontram-se insetos pertencentes a diversas famílias das ordens Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Hemiptera (Janzen, 1971). Dentre os coleópteros, destacam-se aqueles pertencentes à família Bruchidae que são frequentemente citados como importantes predadores de sementes (Janzen, 1975; Southgate, 1979; Gullan & Cranston, 2000). A família Bruchidae é um grupo monofilético adaptado exclusivamente ao consumo de sementes. Os adultos dos bruquídeos se alimentam de pólen, néctar, ou não se alimentam, tendo apenas uma função reprodutiva (Romero-Nápoles, 2002). Esta família consiste de cerca de 1.700 espécies descritas e de 66 gêneros agrupados nas subfamílias Amblycerinae, Bruchinae, Eubaptine, Kytorhininae, Pachymerinae e Rhaebinae (Southgate, 1979; Borowiec, 1987; Johnson, 1994; Johnson *et al.*, 2003). Destes, 42 gêneros são encontrados na América do Sul, do Norte, Central e Índias Ocidentais (Romero-Nápoles, 2002). Cerca de 80% das espécies estão em Bruchinae, 10% em Amblycerinae, 9% em Pachymerinae, sendo o restante (1%) distribuído nas outras três subfamílias (Johnson & Romero, 2004). Os estágios imaturos de todas as espécies se alimentam de sementes de cerca de 35 famílias de plantas, especialmente Fabaceae (Johnson, 1989; Johnson *et al.*, 2003).

Uma característica importante dos besouros da família Bruchidae é a grande especificidade com relação a(s) planta(s) hospedeira(s) (Center & Johnson, 1979). Janzen (1980), em estudos com coleópteros coletados em sementes e frutos de diferentes espécies de dicotiledôneas em uma floresta tropical da Costa Rica, observou que a maioria dos besouros

coletados apresentou especificidade com relação ao ataque, uma vez que 75% das espécies encontradas estavam associadas a apenas uma espécie de planta. Johnson (1989) também constatou grande especificidade de diversas espécies de bruquídeos, principalmente daquelas pertencentes ao gênero *Acanthoscelides* (Schilsky, 1905), sendo as interações destes bruquídeos com suas plantas hospedeiras (Angiospermas) um excelente modelo para estudos de radiação adaptativa (Herrera & Pellmyr, 2002; Kergoat *et al.*, 2005; Alvarez *et al.*, 2006).

Algumas espécies de bruquídeos são consideradas sérias pragas agrícolas, como no caso de feijão (*Phaseolus vulgares*) (Janzen, 1975; Southgate, 1979; Cardona, 1989; Stamopoulos, 1989; Baier & Welster, 1992; Gulllan & Cranston, 2000;). No entanto, algumas espécies podem ser utilizadas como agentes de controle biológico de plantas daninhas, como é o caso de *Acanthoscelides quadridentatus* e *A. puniceus*, os quais foram intensamente liberados no norte da Austrália para controle biológico de *Mimosa pigra* (Leguminosae) (Kassulke *et al.*, 1990; Wilson & Flanagan, 1991).

As fêmeas dos besouros da família Bruchidae costumam apresentar variações com relação ao hábito de oviposição, sendo que algumas espécies depositam seus ovos diretamente na semente, enquanto outras ovipõem na superfície das vagens ou em pequenas fendas localizadas nas vagens, ou ainda em sementes livres no substrato (Southgate, 1979; Johnson & Romero, 2004). Johnson & Romero (2004), ressaltam que cerca de 78% das fêmeas de bruquídeos ovipositam em frutos e 22% em sementes expostas ou livres.

*Acanthoscelides* é o gênero de bruquídeo mais representativo na região Neotropical (Johnson, 1981). Até o momento, cerca de 300 espécies foram descritas, mas especula-se que muitas espécies ainda serão descobertas, principalmente em regiões pouco estudadas da América do Sul, principalmente na região Sudeste e Floresta Amazônica (Kergoat *et al.*, 2005). A maioria das espécies descritas apresenta oligofagia ou monofagia e cerca de 100 espécies se desenvolvem em Faboideae, 35 espécies em Mimosoideae, e 6 espécies em



Caesalpinioideae. Apenas uma minoria de espécies se alimenta em não-leguminosas, como Malvaceae [Malvoideae (30 espécies), Grewioideae (8 espécies), Byttnerioideae (uma espécie), e Cistaceae (uma espécie)] (Johnson, 1983, 1989, 1990). De acordo com Johnson & Romero (2004), *Acanthoscelides* é o gênero com o maior número de espécies no Novo Mundo e se alimenta de sementes de 11 famílias. *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae) (Horn, 1873), espécie investigada neste estudo, deposita seus ovos em frutos ainda presos à planta (Silva *et al.*, 2007).

### **Influência do alagamento na germinação de sementes**

Além de ser essencial para o desenvolvimento e manutenção da vida na terra, a água também pode ser fundamental na ecologia de dispersão de sementes, principalmente em relação àquelas plantas que se desenvolvem às margens de rios ou cursos d'água. Isto só é possível porque estas espécies possuem sementes com adaptações que possibilitam a tolerância a alagamentos temporários ou de longos períodos. No entanto, a maioria das sementes de plantas terrestres possui altas taxas de germinação em solos com moderada umidade e não germina na presença prolongada de água, uma vez que estas perdem rapidamente a viabilidade sob estas condições (Hoock, 1984; Parolin, 2001). Desta forma, o contato da semente com a água, por período prolongado, influencia o desenvolvimento da plântula.

Tanto a fase inicial da germinação quanto as demais etapas do metabolismo germinativo são influenciadas pela ação da água (Zucareli, 2007). Sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização e transporte de metabólitos, além de atuar como solvente nas reações de digestão hidrolítica de tecidos de reserva da semente. Potenciais osmóticos muito negativos atrasam e diminuem a porcentagem de germinação, e o grau

mínimo de umidade a ser atingido pela semente para que a germinação ocorra depende de sua composição química e da permeabilidade do tegumento (Bradford, 1995).

Após a semeadura, a semente necessita de um adequado suprimento de água e oxigênio para a ativação do processo de germinação. No entanto, quando há excesso de água, a disponibilidade de oxigênio para o embrião diminui, reduzindo ou atrasando a germinação em várias espécies (Kozłowski & Pallardy, 1997). A baixa disponibilidade de oxigênio nos tecidos orgânicos é definida como hipoxia (Dantas *et al.*, 2000); portanto, o alagamento de sementes por longos períodos pode induzir a hipoxia. Durante o alagamento do solo ocorre também injúria por rápida embebição, isto é, entrada de água em grande quantidade e rapidez no interior da semente devido à diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o meio no qual ela se encontra, induzindo um desvio do metabolismo aeróbico para o metabolismo fermentativo (Crawford, 1978).

### **Objetivos gerais**

Por ser uma planta invasora muito freqüente em baixadas úmidas e em solos que sofrem inundações periódicas, no presente estudo objetivou-se estudar a relação entre o comportamento de embebição e a taxa de germinação das sementes de *M. bimucronata*, testando a hipótese de que suas sementes devem apresentar um desempenho germinativo satisfatório, mesmo após permanecerem em condição de alagamento por períodos prolongados. Além disso, no presente trabalho foram investigados diversos aspectos ecológicos da interação entre *M. bimucronata* e *A. schrankiae*. Estudou-se a relação entre a qualidade da planta e as seguintes variáveis: (1) tamanho corporal de *A. schrankiae*; (2) tamanho dos ovos de *A. schrankiae*. Os efeitos da variabilidade interpopulacional da qualidade das plantas no comportamento de oviposição e no desempenho dos insetos também foram investigados.

## Referências Bibliográficas

- Alvarez, N., Romero-Napoles, J., Anton, K. W., Benrey, B. & Hossaert-McKey, M. (2006) Phylogenetic relationships in the Neotropical bruchid genus *Acanthoscelides* (Bruchinae, Bruchidae, Coleoptera). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, **44**, 63-74.
- Baier, A. H.; Welster, B. D. (1992) Control of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in *Phaseolus vulgaris* L. seed stored on small farms In: *Evaluation of damage Journal of stored products research*, **28**, 289-293.
- Barneley, M. J. (1991) *Sensitivae censitae*. A description of the genus *Mimosa linnaeus* (Mimosaceae) in the new world. *Memoirs of the new york botanica garden*, **65**, 1-835.
- Barth, O.M.; Luz, C.F.P. (1998) Melissopalynological data obtained from a mangrove area near to Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Apicultural Research*, **37**, 155-163.
- Bernacci, L. C.; Goldenberg, R.; Metzger, J. P. (1998) Estrutura florística de 15 fragmentos florestais ripários da Bacia do Jacaré-Pepira (SP). *Naturalia*, São Paulo - SP, **23**, 23-54.
- Bernays, E. A.; Chaopman, R. F. (1994) *Host - Plant selection by pytophagous insectos*. Chapman & Hall, Inc. USA, 310p.
- Bewley, J. D.; Black, M. (1994) *Seeds: physiology of development and germinatio*. Plenum Press, New York.
- Borges, E.E.L.; Rena, A.B. (1993) Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 83-135.
- Borowiec, L. (1987) The genera of seed-beetles (Coleoptera, Bruchidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*, **57**, 3-207.

- Bradford, K. J. (1995) Water relations in seed germination. In: Kigel J, Galili G, eds. *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker Inc., 351-396.
- Brown, B. J.; Aelen, F. H. (1989). The importance of scale and evaluating herbivory impacts. *Oikos*, **54**, 189-194.
- Bryant, J. P.; Tuomi, J.; Niemala, P. (1988) Environmental constraint of constitutive and long - term inducible defenses in woody plants. In: *Chemical mediation of coevolution*. Kevin, C. Spencer (eds.). Academic Press, New York, 367-389.
- Burkart, A. (1979). *Leguminosas. Mimosoidea*. Flora ilustrada Catarinense (P. R. Reitz, ed), 154-158.
- Cardona, C. (1989) Insects and other invertebrate bean pests in Latin America. In: *Bean Production Problems in the Tropics*. (Schwartz, H.F., Pastor-Corrales, M.A. eds.) CIAT, Cali, Colombia.
- Carvalho, P. E. R. (1994). *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da Madeira*. Colombo – PR: Embrapa – CNPF/SPI, 640p.
- Center, T. D.; Johnson, C. D. (1979) Coevolution of some seed beetles (Coleoptera: Bruquidae) and their hosts. *Ecology*, **55**, 1096-1103.
- Coley, P. D.; Aide, I. M. (1991) Comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad – level forest. In: Prince, P. W.; Lewinsohn, I.; Fernandes, G. W.; Benson, W. W. (eds.). *Plant – animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. John Wiley; Sons, nc. USA, 25-49.
- Crawford, R. M. M. (1978) Metabolic adaptations to anoxia. In *Plant life in anaerobic environments*. (D. D. Hook & R. M. M. Crawford eds.). Science Publisher. Ann Arbor, 119-154.
- Crawley, M. J. (1997) Plant – herbivore dynamics. In: Crawley, M. J. (ed.). *Plant Ecology*, 401-474.

- Dantas, B. F.; Aragao, C. A.; Cavariani, C.; Nakagawa, J.; Rodrigues, J. D. (2000) Efeito da duração e temperatura de alagamento na germinação e vigor de sementes de milho. *Revista Brasileira de sementes*, Brasília, **22**, 88-96.
- Edwards, P. J.; Wratten, S. D. (1981) *Ecologia das interações entre insetos e plantas*. E.P.V./EDUSP, São Paulo.
- Fox, F. R.; Morrow, P. A. (1992) Eucalypt responses to fertilization and reduced herbivory. *Oecologia*, **89**, 214-222.
- Gullan, P. J.; Cranston, P. S. (2000) *The insects: an outline of entomology*. Blackwell Science, Oxford, Uk.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M.; Fox, G. A. (2002) *The ecology of plants*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Harbone, J. B. (1993) *Introduction to ecology biochemistry*, 4<sup>o</sup> ed. Academic Press, Londres, 356.
- Harper, J. L.; Lovell, P. H.; Moore, K. G. (1970) The shapes and size of seeds. *Annual Review of Ecological Systematic*, **1**, 327-356.
- Herrera, C. M. & Pellmyr, O. (2002) *Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Hook, D. D. (1984) Adaptations to flooding with fresh water. In: T. T. Kolowski (Ed.) *Flooding and plant growth*. New York, Academic Press, 265-294.
- Janzen, D. H. (1971) Seed predation by animals. *Annual Review of ecology and systematics*, **2**, 465-492.
- Janzen, D. H. (1975) Interactions of seeds and their insect predators/parasitoids in a tropical deciduous forest. In: Price, P. W. (ed.). *Evolutionary strategies of parasitic insects and mites*. Plenum Press, New York.

- Janzen, D. H. (1980) Specificity of seed – attacking beetles in a Costa Rican deciduous Forest. *Journal of Ecology*, **68**, 929-952.
- Johnson C. D. (1981) Interactions between bruchid (Coleoptera) feeding guilds and behavioral patterns of fruits of the Leguminosae. *Environmental Entomology*, **10**, 249-253.
- Johnson, C. D. & J. Romero. 2004. A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera). *Revista Brasileira de Entomologia*, **48**, 401-408.
- Johnson, C. D. (1983) Ecosystematics of *Acanthoscelides* (Coleoptera: Bruchidae) of southern Mexico and Central America. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, **56**, 1-248.
- Johnson, C. D. (1989) Adaptive radiation of *Acanthoscelides* in seeds: examples of legume-bruchid interactions. *Monographs in Systematic Botany from Missouri Botanical Gardens*, **29**, 747-779.
- Johnson, C. D. (1990) Systematics of the seed beetle genus *Acanthoscelides* (Bruchidae) of northern South America. *Transactions of the American Entomological Society*, **116**, 297-618.
- Johnson, C. D. (1994) The enigma of the relationships between seeds, seed beetles, elephants, cattle and other organisms. *Aridus*, **6**, 1-4.
- Johnson, C. D.; Southgate, B. J.; Delobel, A. (2003) A revision of the Caryedontini (Coleoptera: Bruchidae: Pachymerinae) of Africa and Middle East. *Memoirs of the American Entomological Society*, **44**, 1-120.
- Kassulke, R.C, Harley, K.L.S & Maynard, G.V. (1990) Host specificity of *Acanthoscelides quadridentatus* and *A. puniceus* (Col.: Bruchidae) for biological control of *Mimosa pigra* (with preliminary data on their biology). *Entomophaga*, **35**, 85-96.

- Kergoat, G. J., Alvarez, N., Hossaert-McKey, M., Faure, N. & Silvain, J. F. (2005) Parallels in the Evolution of the two largest New and Old World seed-beetle genera (Coleoptera, Bruchidae). *Molecular Ecology*, **14**, 4003-4021.
- Kozłowski, T. T.; Pallardy, S. G. (1997) *Growth control in woody plants*. American Press: San Diego.
- Lorenzi, H. (2000). *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas e parasitas e tóxicas*. 3<sup>a</sup> ed., Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 425p.
- Marchiori, J. N. C. (1993). Anatomia da casca do Maricá, *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze. *Ciência Florestal*, **3**, 85-106.
- Mattson, W. J. (1980) Herbivory in relations nitrogen content. *Annual Review of Ecological Systematic*, **11**, 119-161.
- Mattson, W. J.; Scriber, J. M. (1987) Nutritional ecology of insect folivores of woody plants: nitrogen, water, fiber and mineral considerations. In: Slansky, F.; Rodriguez, J. G. (eds.). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. 'Wiley-Interscience Publication, 105-145.
- Moraes, C. A.; Módolo, V. A .; Castro, P. R. C. (2001) Fisiologia da germinação e dominância apical. In: Paulo Roberto de Camargo e Castro; José Ozinaldo Alves de Sena; Ricardo Alfredo Kluge. (Org.). *Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal*. Maringá: Eduem, 159-178.
- Nascimento, C. E.; Rodal, M. J. N.; Cavalcanti, A. C. (2003) Phytosociology of remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of São Francisco River, Petrolina, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **26**, 271-287.

- Oki, Y. (2000) *Herbivoria por Lepidópteras em Byrsonima intermedia juss. (Malighiaceae) na arie pé – de – gigante, Santa Rita do Passa Quatro SP*. Dissertação de mestrado da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rubião Preto – USP, 136p.
- Panizzi, A.; Parra, J. R. (1991). Introdução à ecologia nutricional de insetos. In: Panizzi, A.; Parra, J. R. (eds.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo, Manole LTDA, 313-330.
- Parolin, P. (2001) Seed germination and early establishment of 12 tree species from nutrient-rich and nutrient-poor. Central Amazonian floodplains. *Aquatic Botany*, **70**, 89-103.
- Perez, S. C. J. G. A.; Fanti, S. C.; Casali, C. A. (2001) Influência da luz na germinação de sementes de *Canafístula* submetidas ao estresse hídrico. *Bragantia*, **60**, 155-166.
- Resolução Conama nº 02/94* Disponível em [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)
- Romero-Nápoles, J. R. (2002) Bruchidae. In: Bousquets, J. L. & Morrone, J. J. (eds.). *Biodiversity, Taxonomy, and Biogeography of Arthropods from Mexico: A Synthesis*. Unan, 513-534.
- Schilsky, J., (1905) Bruchidae. In Küster, H. C. & G. Kraatz, *Die Käfer Europa's. Nach der Naturbeschrieben, Bauer und Raste, Nürnberg*, 41p.
- Scriber, J. M.; Slanky (1981) The nutritional ecology of ecology of immature athropsds. *Annual Review of Entomology*, **26**, 183-211
- Silva, L. A., Maimoni-Rodella, R. C. S.; Rossi, M. N. (2007) A preliminary investigation of pre-dispersal seed predation by *Acanthoscelides schrankiae* Horn (Coleoptera: Bruchidae) in *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze trees. *Neotropical Entomology*, **36**, 197-202.
- Silvestown, J. W.; Charlesworth, D. (2001) Introduction to plant population biology. *Blackwell Science*, Oxford, Uk.
- Southgate, B. J. (1979) Biology of the Bruchidae. *Annual Review of Entomology*, **24**, 449-473.



- Stamopoulos, D. C. (1989) Effects of photoperiod on the biology of *Acanthoscelides obtectus* Say. *Journal of Applied Entomology*, **107**, 150-154.
- Toledo, F. F., Marcos Filho, J. (1977) *Manual de sementes - tecnologia da produção*. São Paulo: Agronômica Ceres, 224p.
- Townsend, C. R.; Begon, M.; Harper, J. L. (2006). *Fundamentos em Ecologia*. Porto Alegre: Artmed, 592p.
- Wachowicz, M. C.; Carvalho, R. I. N. (2002) *Fisiologia vegetal: produção e pós – colheita*. 1. ed. Curitiba: Champagnat, 424p.
- Wilson, C.G. & Flanagan, G.J. (1991) Establishment of *Acanthoscelides quadridentatus* (Schaeffer) and *A. puniceus* Johnson (Coleoptera: Bruchidae) on *Mimosa pigra* in Northern Australia. *Journal of Australian Entomological Society*, **30**, 279-280.
- Wise, M. J.; Sacchi, C. F. (1996) Impact of two specialist insect herbivores on reproduction of horse nettle *Solanum carolinense*. *Oecologia*, **108**, 328-337.
- Zulcareli, V. (2007) *Germinação de sementes de Passiflora cincinnata Mast.: Fases, Luz, Temperatura e Reguladores Vegetais*. In: Dissertação (mestrado – Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 103p.

# **CAPÍTULO 1**

**Comportamento germinativo de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze  
(Fabaceae: Mimosoideae): dinâmica de germinação e efeito da hipoxia  
por alagamento**

**RESUMO** – Por ser uma planta invasora muito freqüente em baixadas úmidas e em solos que sofrem inundações periódicas, no presente estudo objetivou-se estudar a relação entre o comportamento de embebição e a taxa de germinação das sementes de *M. bimucronata*, testando a hipótese de que suas sementes devem apresentar um desempenho germinativo satisfatório, mesmo após permanecerem em condição de alagamento por períodos prolongados. Para a realização dos experimentos foram usados frutos maduros de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) coletados em duas áreas distintas. Área 1, localizada na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp/Campus de Botucatu; área 2, localizada nas proximidades da Universidade Estadual Paulista – Unesp/Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Júnior. Em ambas as áreas as coletas foram realizadas nos meses de maio e junho de 2006. Uma parte dos frutos foi submersa em água, e a outra parte permaneceu sem a imersão em água (controle). Os frutos imersos foram submetidos a 1, 2, 7, 15, 30, 60 e 120 dias de alagamento. Após cada período de alagamento, tanto os frutos controle como os alagados foram dissecados manualmente, separando-se as sementes sadias das inviáveis. O delineamento experimental adotado foi o esquema fatorial 2 x 2 x 7 (5 réplicas), com dois níveis de alagamento, aplicação ou não de escarificação química, e sete períodos de alagamento. As sementes sadias foram então submetidas ao teste de germinação e o cálculo do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) também foi aplicado. Para o estudo do teor de embebição das sementes, o esquema fatorial 2 x 2 (4 réplicas), com dois tipos de sementes, mortas ou vivas, e sementes com ou sem escarificação, foi adotado. Apesar do aumento da perda de viabilidade das sementes ao longo do tempo, a porcentagem de germinação e o IVG das sementes em alagamento foram bem expressivos, corroborando com a hipótese de que as sementes desta espécie apresentam um desempenho germinativo satisfatório, mesmo após permanecerem em condição de alagamento por períodos prolongados. Ainda, pode-se inferir que *M. bimucronata* pode utilizar o meio aquático como um dos mecanismos de dispersão de suas sementes. Observou-se que as sementes de *M. bimucronata* possuem tegumento semipermeável, sendo que as sementes vivas escarificadas têm mais rápida absorção de água, passando para a fase III a partir de 10 horas após o contato com a água, comparando-se com as sementes vivas não escarificadas.

**Palavras-chave:** *Mimosa bimucronata*, hipoxia, alagamento, germinação, dispersão de sementes.

**Germinative behavior of *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) seeds: germination dynamic and the effect of hypoxia by flooding**

**ABSTRACT** – As *M. bimucronata* is a weed frequently growing along wetlands and riverbanks, and on lakeshores, in this study it was investigated the relationship between the imbibition behavior and the percentage of germination of *M. bimucronata* seeds, testing the hypothesis that seeds may present satisfactory germination ability even after long periods of flooding. For the experiments, mature fruits of *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) were collected from two areas. Area 1, located at the Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista – Unesp/Botucatu Campus; area 2, located at the vicinities of the Universidade Estadual Paulista – Unesp/Botucatu Campus, Rubião Júnior District. In both areas fruits were collected on May and June 2006. A portion of fruits was immersed in water, and the other portion received no water (control). Immersed fruits were submitted to 1, 2, 7, 15, 30, 60 and 120 days of flooding. After flooding, controls as well as flooding fruits were dissected, and viable and unviable seeds were separated. The factorial design 2 x 2 x 7 (5 replicates) was adopted, with two flooding levels, with or without chemical scarification, and seven flooding periods. Germination tests were carried out with viable seeds and the Germination Speed Index (GSI) was computed. For the study of seed imbibition contents, the factorial design 2 x 2 (4 replicates) was adopted, with two kinds of seeds (living and dead seeds), and seeds with or without chemical scarification. Although flooding seeds lost their viability through time, the percentage of germination and the GSI of flooding seeds were very representative, corroborating the hypothesis that *M. bimucronata* seeds have satisfactory germination ability even after long periods of flooding. Therefore, it is possible that *M. bimucronata* seeds are dispersed by water. It was also observed that *M. bimucronata* seeds have a semi-permeable tegument, as scarified living seeds had faster water absorption than the non-scarified living seeds, passing to phase III after 10 hours from the contact with water.

**Key-words:** *Mimosa bimucronata*, hypoxia, flooding, germination, seed dispersion.

# **Comportamento germinativo de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae): dinâmica de germinação e efeito da hipoxia por alagamento**

## **1. Introdução**

### **1.1. Germinação**

Com a evolução das plantas vasculares, uma inovação importante foi o desenvolvimento de sementes (Raven *et al.*, 2001). As sementes, segundo Perez *et al.* (2001), possuem grande diversidade de características adaptativas, sendo essas suficientes para permitir a perpetuação das espécies perante aos fatores destrutivos do tempo (físicos) e do ambiente (interações com outros seres vivos). Para que as sementes se tornem indivíduos representantes de uma determinada espécie, é preciso que ocorra um processo chamado germinação. Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), a germinação é um processo variável e complexo, difícil de definir de forma sucinta e objetiva. No entanto, Castro (2002) define o processo de germinação como uma série de acontecimentos metabólicos que promovem a transformação do embrião em uma plântula.

A germinação envolve processos seqüenciados e sincronizados, de tal maneira que as reações catabólicas e anabólicas ocorrem simultaneamente. Primeiramente, o processo é controlado por uma interação de sinais ambientais e endógenos, ocorrendo assim alterações dos estados fisiológicos da semente que resultam na retomada do desenvolvimento do embrião (Moraes *et al.*, 2001). No entanto, este processo só ocorre quando a atividade metabólica da semente é ativada, tendo assim a reidratação, quebra e utilização de materiais de reserva, antes do crescimento real, ou seja, da divisão celular (Mayer & Poljakoff- Mayber, 1989; Copeland & Mcdonald, 1995). Perez *et al.* (2001) também ressaltam que para ocorrer

uma boa germinação, as condições ambientais devem ser favoráveis e as sementes estarem maduras.

Para Custódio *et al.* (2002), o processo germinativo é dependente de vários fatores, podendo ser controlado por fatores externos que podem bloquear ou ativar a germinação (ex. umidade, temperatura, luz e a água) e fatores internos, como a imaturidade do embrião e a presença de inibidores, entre outros (Aguiar *et al.*, 1993; Zucareli, 2002). Dentre estes, a água é um dos fatores ambientais que mais influenciam a germinação, uma vez que contribui para amolecer o tegumento, intensificar a velocidade respiratória, favorecer as trocas gasosas, induzir a síntese e atividade de enzimas e hormônios e contribuir, significativamente, para a translocação e assimilação das reservas, bem como para o crescimento subsequente. Após a entrada de água, ocorre o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, resultando na ruptura do tegumento, facilitando a protrusão da raiz primária (Marcos Filho, 2005).

Segundo Marcos Filho (2005) e Andrade *et al.* (2006), a germinação inicia-se com a embebição, que é o mecanismo de absorção de água; portanto, a disponibilidade de água também influencia diretamente na duração da germinação, que é o tempo gasto entre a hidratação da semente e a emissão da raiz primária (Larcher, 2000). No entanto, para que este processo ocorra, é necessário que a disponibilidade de água, a temperatura e a concentração de oxigênio no meio não limitem o metabolismo germinativo (Carvalho & Nakagawa, 2000; Cardoso, 2004).

## **1.2. Fases da germinação**

A embebição é um tipo especial de difusão, provocada pela atração entre moléculas de água e a superfície matricial, governada pelas diferenças entre o potencial hídrico dos tecidos da semente e do substrato (Marcos Filho, 2005). Portanto, a movimentação de moléculas de

água entre dois sistemas depende da diferença de potencial hídrico entre os mesmos, sendo que a tendência natural é o movimento ocorrer do maior para o menor potencial hídrico (Carvalho & Nakagawa, 2000). Dessa forma, o teor de umidade das sementes interfere na fase inicial de embebição, afetando diretamente a germinabilidade e a velocidade de germinação. Portanto, o entendimento do processo de embebição, aliado à maturidade fisiológica das sementes, é fundamental para o estudo do processo germinativo de qualquer espécie vegetal (Piña-Rodrigues & Aguiar, 1993).

Segundo Castro & Hilhorst (2004), o processo de embebição é puramente físico e depende somente da ligação da água à matriz da semente, ocorrendo em qualquer material, morto ou vivo, que contenha sítios de ligação ou afinidade pela água. Já a velocidade de absorção de água pela semente depende de vários fatores tais como, espécie vegetal, disponibilidade de água, área de contato, natureza do material de reserva, permeabilidade do tegumento, pressão osmótica da água, tempo de exposição ao ambiente úmido, teor de água inicial e qualidade fisiológica (Toledo & Marcos Filho, 1977; Carvalho & Nakagawa, 2000).

De acordo com Carneiro & Braccini (1996), a elevação da temperatura aumenta a energia da água, provocando uma elevação da sua pressão de difusão, obtendo-se uma relação direta entre a velocidade de embebição das sementes e a temperatura. Mas apesar do processo de embebição ocorrer mais rapidamente sob temperaturas elevadas, a quantidade final de água absorvida é praticamente a mesma, independente da temperatura, pois o processo é físico (Nobrega & Rodrigues, 1995). Assim, a impermeabilidade do tegumento pode constituir num obstáculo tanto para o mecanismo de embebição quanto para o crescimento embrionário, pois este pode regular a disponibilidade de água para a embebição, interferir nas trocas gasosas e na saída de substâncias inibidoras do embrião (Bewly & Black, 1994).

Segundo Bewly & Black (1994), a interferência imposta pelo tegumento é um efeito comum nas sementes de Leguminosas, porém também ocorre em plantas de outras famílias,

tais como, Convolvulaceae, Malvaceae e Cannaceae. Muitas espécies possuem sementes com tegumentos duros que impedem a entrada da água, não ocorrendo a germinação por muitos anos (Khan, 1996; Paiva, 1997).

O processo de absorção de água pela semente obedece geralmente um padrão trifásico. Na primeira fase, ou embebição, ocorre a ativação da semente, consequência do início da absorção de água, sendo, de modo geral, muito rápida, podendo variar de acordo com a espécie. Na segunda fase a absorção de água torna-se praticamente constante, uma vez que aumentos muito pequenos são verificados com o passar do tempo. Por fim, a terceira fase é caracterizada por uma elevação na quantidade de água absorvida com o tempo, em relação à fase II, a qual coincide com o processo de divisão celular nos pontos de crescimento do eixo embrionário, seguido pela expansão das estruturas da planta (Bewley & Black, 1994; Carvalho & Nakagawa, 2000; Castro & Hilhorst, 2004; Marcos Filho, 2005). Segundo Marcos Filho (2005), o início das fases II e III não implica na paralisação da(s) anterior(es), de modo que a semente pode apresentar simultaneamente as três fases, dependendo de fatores como a permeabilidade do tegumento e a composição química dos tecidos de reserva.

### **1.3. Dormência**

A dormência é um processo que distribui a germinação no tempo, como resultado da estratégia evolutiva das espécies para garantir que algumas encontrem condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento, bloqueando a germinação sob condições desfavoráveis (Bianchetti, 1981; Labouriau, 1983).

Segundo Vieira & Fernandes (1997), a dormência caracteriza-se pela incapacidade das sementes germinarem, mesmo quando são expostas a condições ambientais favoráveis. Isso pode ser causado por substâncias inibidoras, resistência mecânica dos tecidos externos ao



embrião, pela imaturidade do embrião ou pela dormência do próprio embrião (Kramer & Kozlowski, 1972). Existem ainda sementes que apresentam combinações de dois ou mais destes fatores (Vieira & Fernandes, 1997). Desta forma, este mecanismo distribui as porcentagens de germinação no tempo, para favorecer e garantir a sobrevivência das espécies (Carvalho & Nakagawa, 1983).

A dormência pode ser física, química, mecânica, morfológica ou fisiológica (Kramer & Kozlowski, 1972; Fowler & Bianchetti, 2000; Smith *et al.*, 2003). Quando é física caracteriza-se pela impermeabilidade do tegumento a água e gases. As dormências química e física ocorrem devido à presença de fatores inibidores e pela resistência do tegumento ao crescimento, respectivamente. Já as dormências morfológica e fisiológica são atribuídas à imaturidade do embrião e a mecanismos fisiológicos de inibição da germinação, respectivamente.

Para *Mimosa bimucronata* (DC) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae), Ferreira (1976) e Ferreira & Callegar-Jacques (1992) constataram que as sementes possuem dormência do tegumento. Esse tipo de dormência pode ser superado através da escarificação, termo que se refere a qualquer tratamento que resulta na ruptura ou no enfraquecimento do tegumento, permitindo a passagem de água e dando início ao processo de germinação (Mayer & Poljakoff-Maybel, 1989).

Em condições naturais, a escarificação pode ocorrer pelo aquecimento do solo, temperaturas alteradas, ação de ácidos, quando há ingestão das sementes por animais dispersores e pela ação dos microorganismos presentes no solo (Vásques-Yanes & Orozco-Sagovia, 1993). Entre os processos mais comuns desenvolvidos em laboratório, visando acelerar e uniformizar a germinação de sementes com tegumento impermeável, estão a escarificação mecânica, escarificação química, choque térmico e imersão em água quente ou fria (Kramer & Kozlowski, 1972; Fowler & Bianchetti, 2004).

De acordo com Eira *et al.* (2000), todos estes tratamentos apresentam vantagens e desvantagens, de modo que cada um deles deve ser estudado, levando-se em conta, o custo efetivo e sua praticidade e execução. Além disso, deve-se ressaltar que as sementes podem apresentar diferentes níveis de dormência. Sendo assim, o método empregado deve ser efetivo na quebra de dormência, sem prejudicar as sementes com baixos níveis de dormência.

#### **1.4. Hipoxia na germinação de sementes**

De um modo geral as plantas, por serem sésseis, são intensamente afetadas quando o solo é alagado (Piedade *et al.*, 2001). A maioria das sementes de plantas terrestres que apresentam alta taxa de germinação no solo não germina em locais com excesso de água, uma vez que estas perdem rapidamente a viabilidade (Hooek, 1984; Parolin, 2001). Desta forma, a inundação exerce forte influência na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas (Ferreira *et al.*, 2005).

Segundo Kozlowski & Pallardy (2002), a inundação do solo provoca vários efeitos prejudiciais à germinação e desenvolvimento das plântulas. Por exemplo, o alagamento do solo pode levar a uma rápida embebição da semente, causando injúrias ao tegumento (Hou & Thsenng, 1991) e uma baixa disponibilidade de oxigênio (Kozlowski & Pallardy, 1997). Um tipo de injúria seria a ruptura das membranas celulares, a qual resulta na excreção de substâncias tóxicas às plantas no ambiente de alagamento, podendo também ser um fator desfavorável à germinação e ao vigor das sementes (Dantas *et al.*, 2000). Richard *et al.* (1991) ressaltam que quando a semente já está danificada, esta tem uma menor quantidade de energia disponível para o processo germinativo, refletindo em um menor vigor.

Custódio *et al.* (2002) observaram em um estudo com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), que o vigor e a germinação das sementes foram afetados negativamente pelo alagamento,

sendo que o período de 8 horas de submersão provocava prejuízos irreversíveis. Dantas *et al.* (2000) também concluíram que sementes de milho (*Zea mays* L.) sofrem maior inibição quanto maior for o período de alagamento. Por outro lado, na Amazônia Central, muitas espécies de árvores crescem em áreas de várzea, onde o período de inundação contínuo pode durar cerca de 210 dias todos os anos e, durante essa fase, o solo é coberto por uma coluna de água (até 10m em média) (Junk, 1989). Sob tais condições, a maioria das plântulas é completamente alagada (Parolin, 2001; Piedade *et al.*, 2001).

Devido a características hídricas distintas, existem diferenças entre a flora de várzea e de terra firme, e cerca de 18% das espécies de árvores são comuns aos dois ambientes (Campbell *et al.*, 1986; Piedade *et al.*, 2001). Souza *et al.* (1999) também relatam que as sementes de algumas espécies vegetais podem suportar inundações temporárias, podendo ocorrer diferentes taxas de sobrevivência das sementes após o alagamento (Lenssen *et al.*, 1999; Saka & Izawa, 1999).

De acordo com Carvalho (1994), *M. bimucronata* (Fig.1) é bem adaptada a terrenos úmidos e rochosos, recomendando-se a semeadura em terrenos sujeitos a inundações periódicas para o controle do processo erosivo. Por ser uma planta invasora muito freqüente em baixadas úmidas e beira de cursos d'água (Lorenzi, 2000), uma grande quantidade de frutos é freqüentemente encontrada em condições de alagamento, tanto em solos que sofrem inundações periódicas como em condições de total submersão, em cursos d'água associados (rios, riachos e lagos). Portanto, primeiramente este estudo objetivou estudar a relação entre o comportamento de embebição e a taxa de germinação das sementes de *M. bimucronata* e a ação do uso do ácido nesses processos e, em seguida, investigou-se a hipótese de que as sementes de *M. bimucronata* podem apresentar um desempenho germinativo satisfatório, mesmo após permanecerem em condição de alagamento por períodos prolongados, uma vez

que frequentemente se deparam com ambientes que sofrem inundações e também se a Maricá utiliza o meio aquático como um dos mecanismos de dispersão de suas sementes.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Áreas utilizadas para a coleta de material biológico**

Para a realização deste experimento foram usados frutos maduros de *M. bimucronata* coletados em duas áreas distintas. Área 1, localizada na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp/Campus de Botucatu (22° 50' 52" S; 48° 25' 46" W), Estado de São Paulo; área 2, localizada nas proximidades da Universidade Estadual Paulista – Unesp/Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Júnior (22° 53' 07" S; 48° 29' 23" W), Estado de São Paulo. Nestas duas áreas o clima é do tipo Cwb de Koeppen, mesotérmico de inverno seco (Carvalho *et al.*, 1983), e os indivíduos de *M. bimucronata* estão localizados em áreas contendo vegetação composta de plantas invasoras herbáceas, na maioria gramíneas, havendo principalmente *M. bimucronata* como elemento arbóreo. As duas populações estão situadas em locais planos com elevada umidade, uma vez que as plantas estão às margens de cursos d'água. A distância entre as áreas é de 8.794 m (linha reta) estando, portanto, sujeitas a regimes semelhantes de precipitação pluvial e temperatura, aumentando também a probabilidade de alto sincronismo nos eventos fenológicos das plantas.

As áreas 1 e 2 possuem cerca de 6.700 m<sup>2</sup> e 10.000 m<sup>2</sup>, respectivamente, e 25 plantas foram devidamente marcadas ao acaso para a coleta de material biológico. Das 25 plantas marcadas, 15 pertenciam a área 1 e 10 a área 2. O número total de plantas em cada população foi difícil de precisar, uma vez que as plantas formam densos agrupamentos e são altamente ramificadas, com grande quantidade de espinhos, dificultando o acesso à plantas localizadas

no interior das populações. No entanto, estima-se que não existam mais do que 40 plantas em cada população.

## **2.2. Coleta de frutos e delineamento experimental**

Em ambas as áreas, as coletas dos frutos foram realizadas nos meses de maio e junho de 2006, quando ocorre a predominância de frutos já amadurecidos ( $\pm 4.500$  frutos). Todos os frutos foram mantidos em sala climatizada [ $25 \pm 1^\circ \text{C}$  (fotofase de 12 horas)] em recipientes plásticos transparentes (1.000 mL) com tampa telada, permitindo a circulação de ar (12 potes de 1.000mL). Toda a fase experimental foi conduzida no laboratório de Ecologia de Interações Tróficas, pertencente ao Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Botucatu.

Após o término das coletas, uma parte dos frutos foi submersa em água, e a outra parte permaneceu sem a imersão em água, sendo o grupo controle. Os frutos imersos foram submetidos a 1, 2, 7, 15, 30, 60 e 120 dias de alagamento. Neste caso, foram adicionados aproximadamente 500mL de água nos respectivos potes plásticos, em que cada um deles possuía  $\pm 500$  frutos. Para evitar a proliferação de fungos e bactérias nos frutos submetidos aos períodos de alagamento, trocas de água foram a cada 2 dias.

Após cada período de alagamento, tanto os frutos controle como os alagados foram retirados dos respectivos recipientes e dissecados manualmente, separando-se as sementes sadias das inviáveis. Sempre se retirou dos recipientes uma quantidade suficiente de frutos para a realização de cada etapa do experimento. Para cada período de imersão, foram obtidas 200 sementes sadias provenientes de frutos submetidos à imersão, e outras 200 de frutos sem imersão em água. Destas, 100 de cada tratamento, foram submetidas a escarificação química com ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2 \text{SO}_4 \text{ P.A.}$ ) por 10 minutos (o volume utilizado foi de 1,5

vez superior ao das sementes), e as outras 100 não foram submetidas a escarificação. Portanto, o delineamento experimental adotado foi o esquema fatorial 2 x 2 x 7, com dois níveis de alagamento, aplicação ou não de escarificação química, e sete períodos de alagamento. Para cada combinação entre os tratamentos, foram utilizadas 5 repetições de 20 sementes cada.

As sementes sadias foram então submetidas ao teste de germinação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Para os testes de germinação, as sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com 10mL de água destilada (Brasil, 1992), em caixas plásticas transparentes tipo Gerbox (11cm x 11cm x 4cm). Estas foram colocadas em câmara de germinação (B.O.D.) com temperatura alternada de 20-30 °C (16 e 8 horas respectivamente) e fotoperíodo de 18 horas de luz. Com o objetivo de reduzir ao máximo a contaminação, realizou-se a desinfecção prévia da câmara de germinação com o uso de antifúngico (Nistatina 10% e álcool 70%). Este mesmo procedimento foi utilizado para a limpeza do local de dissecação das sementes. As leituras da germinação foram feitas diariamente até o 21º dia, conforme indicado por Brasil (1992). Foi considerado como semente germinada, aquelas plântulas que apresentavam radícula com aproximadamente 2 mm de comprimento (Hadas, 1976).

O cálculo do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), que é o somatório do número de sementes normais germinadas a cada avaliação, dividido pelo respectivo número de dias transcorridos a partir da data do início do experimento (Popinigis, 1985; Maguire, 1962), também foi aplicado para cada réplica.

### **2.3. Determinação da curva de germinação e peso das sementes**

Para o estudo do teor de embebição das sementes, frutos maduros de *M. bimucronata* foram coletados nas áreas 1 e 2 descritas anteriormente ( $\pm$  1.000 frutos). O método de

extração das sementes foi o mencionado anteriormente, obtendo-se quatrocentas sementes sadias para a execução dos experimentos. Destas, duzentas foram autoclavadas por um período de 20 minutos a temperatura de  $\pm 121^{\circ}\text{C}$  e pressão constante, com a finalidade de provocando a morte das sementes e verificar se sementes mortas também realizam as fases da germinação. As duzentas sementes restantes não foram submetidas à autoclave, permanecendo vivas. Dentro de cada grupo (sementes vivas ou mortas) 100 sementes foram submetidas a escarificação química com ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  P.A.) por 10 minutos, e as outras 100 não foram submetidas a escarificação. Portanto, utilizou-se o esquema fatorial  $2 \times 2$ , com dois tipos de sementes, mortas ou vivas, e sementes com ou sem escarificação. Sendo assim, têm-se os tratamentos: Maricá viva escarificada (MVE), Maricá viva não escarificada (MVN), Maricá morta escarificada (MME) e Maricá morta não escarificada (MMN). Para cada combinação entre os tratamentos, foram utilizadas 4 réplicas de 25 sementes cada.

Após receberem os respectivos tratamentos, as sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com 10 mL de água destilada (Brasil, 1992), em caixas plásticas transparentes tipo Gerbox (11 cm x 11 cm x 4 cm). Estas foram acondicionadas em câmara de germinação (B.O.D.) com temperatura alternada de  $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$  (16 e 8 horas respectivamente) e fotoperíodo de 18 horas de luz. A cada 1 hora, todas as sementes foram secas em papel toalha e pesadas em balança analítica (Bioprecisa-PA 2104N), registrando-se o número de sementes germinadas em cada tratamento. Em seguida, as sementes eram colocadas novamente nos respectivos Gerbox e retornadas para a câmara de germinação (Baskin & Baskin, 2001). Este procedimento se repetiu até a constatação de mais de 50% de germinação.

## **2.4. Análise de dados**

Para verificar a diferença entre os tratamentos, comparou-se, através de Análise de Variância (3-Way ANOVA) (Zar, 1999), os valores médios das porcentagens de germinação e dos índices de velocidade de germinação entre sementes escarificadas e não escarificadas, submetidas ou não ao alagamento, e entre os dias de alagamento. Quando diferenças significativas foram encontradas, o teste de Tukey (Zar, 1999) foi aplicado para a comparação pareada dos valores médios. Para as curvas de germinação, modelos de regressão linear e não linear (exponencial) foram aplicados aos valores médios, objetivando encontrar o melhor ajuste aos dados.



### 3. Resultados

#### 3.1. Curva de Germinação

Com relação às curvas de germinação, nota-se na Figura 1 o aumento expressivo do peso médio das sementes de *M. bimucronata* até aproximadamente 10 horas do início do experimento, para todos os tratamentos. Logo após este período, nota-se aumentos representativos apenas para os tratamentos com sementes vivas (Fig. 3). Sendo assim, após 10 horas do início do experimento, o peso médio inicial das sementes, que era de 0,19 gramas, obtido através de 4 réplicas de 25 sementes, foi aumentado em mais de 194, 184, 136 e 42%, para as sementes mortas escarificadas (MME), mortas não escarificadas (MMN), vivas escarificadas (MVE) e vivas não escarificadas (MVN), respectivamente. Portanto, constatou-se que as sementes de Maricá vivas não escarificadas (MVN), apresentam restrições naturais à entrada de água.

Neste experimento, também se verificou que as sementes mortas apresentaram rápido aumento do peso médio, caracterizado pela entrada de água, mostrando que as sementes mortas também apresentam a primeira fase da germinação (Fase I). As maiores médias no período de 10 horas foram constatadas nos tratamentos MME e MMN (Fig. 4a,b). A fase I, também denominada “processo físico”, ficou nitidamente caracterizada apenas para os tratamentos MMN e MME, ocorrendo rápida absorção de água seguida de estabilização (Fig. 4a,b). Os demais tratamentos apresentaram aumento contínuo do peso médio das sementes (Figs. 5a,b e 6a,b). Isto pode ser explicado porque após 10 horas já se observava o início da germinação das sementes MVE, caracterizando a fase III da curva de germinação, o que elevava cada vez mais o valor médio do peso das sementes (Fig. 6b). Já para o tratamento MVN, o início da germinação só ocorreu após 21 horas do início do experimento (Fig. 5b).

Neste contexto, é possível notar a variação na velocidade de embebição nos diferentes tratamentos. De uma forma geral, a embebição natural desta espécie não é rápida quando comparada com as sementes escarificadas. Portanto, conhecer o tempo de duração da fase I da curva da germinação desta espécie foi importante nesta fase do estudo, pois apesar do processo de embebição ser lento, a germinação ocorre naturalmente após 21 horas do início do experimento.

### **3.2. Efeito do alagamento na germinação de Maricá**

Os resultados da análise de variância mostraram que houve diferença significativa nos valores médios dos índices de velocidade de germinação entre as sementes submetidas ou não a escarificação química e entre os dias de alagamento. Também houve diferença significativa nas interações entre alagamento (sementes submetidas ou não ao alagamento) e dias de alagamento, escarificação química e dias de alagamento e entre alagamento, escarificação química e dias de alagamento (Tabela 1). Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa entre as sementes submetidas ou não ao alagamento, houve uma tendência das sementes sem alagamento apresentarem um melhor IVG ( $28,04 \pm 14,70$ ) do que as sementes com alagamento ( $26,51 \pm 15,49$ ) ( $P = 0,0598$ ; Tabela 1). No caso da comparação dos valores médios da porcentagem de germinação, os mesmos resultados foram encontrados, não havendo diferença significativa entre as sementes submetidas ou não ao alagamento e na interação entre alagamento e escarificação química (Tabela 2).

Na comparação dos valores médios pareados, constatou-se que as sementes não escarificadas, sem alagamento (controle), apresentaram valores médios significativos de IVG, superiores aos obtidos pelas sementes alagadas, apenas após 15 dias de alagamento, ocorrendo o inverso após 120 dias de alagamento (Fig. 7a). Neste caso, os maiores valores

médios de IVG foram encontrados após 7 e 120 dias de alagamento, sendo estes valores significativos (Fig. 7a). Como acima, o tratamento com sementes escarificadas quimicamente, sem alagamento (controle), apresentou valor médio significativo de IVG, superior ao obtido das sementes alagadas, apenas após 15 dias de alagamento (Fig. 6b). Neste caso, o maior valor médio de IVG foi encontrado após 7 dias de alagamento, sendo este valor significativo (Fig. 7b).

A comparação dos valores médios da porcentagem de germinação entre sementes alagadas e não alagadas, não apresentou diferença significativa para todos os dias de alagamento estudados, tanto para as sementes com ou sem escarificação química (Fig. 8a,b). O maior valor médio da porcentagem de germinação das sementes sem escarificação que sofreram alagamento, foi encontrado aos 7 dias, no entanto, este valor diferiu significativamente apenas dos valores médios obtidos após 1 e 30 dias de alagamento (Fig. 8a). No caso das sementes escarificadas quimicamente, os valores médios foram bem homogêneos para a maioria dos tratamentos (Fig. 8b). Apenas após 120 dias de alagamento constatou-se uma redução significativa na porcentagem de germinação (Fig. 8b).



Fig. 1. Indivíduo de *Mimosa bimucronata*



Fig. 2. Frutos de *Mimosa bimucronata*

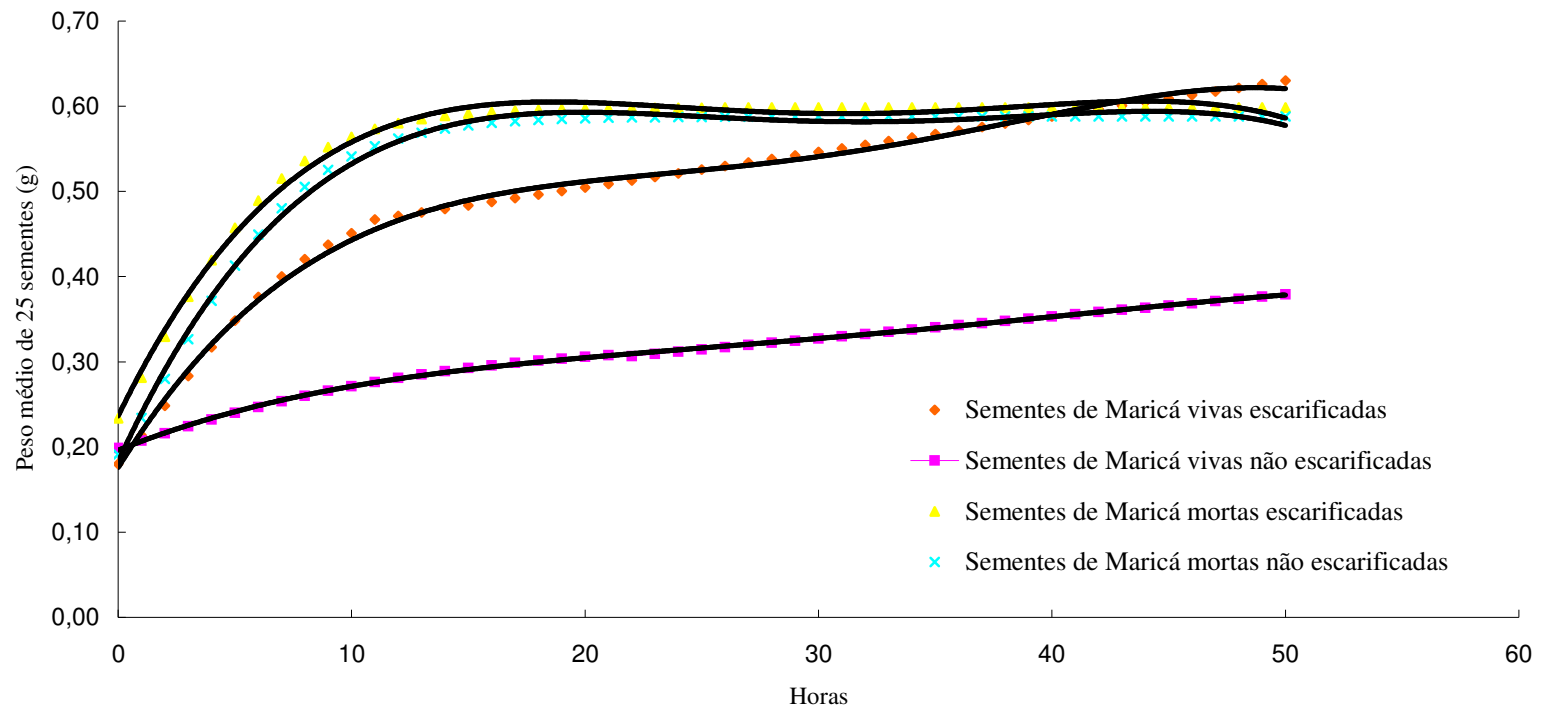


Fig. 3. Evolução do peso médio de sementes de *M. bimucronata* caracterizando as fases da curva de germinação.

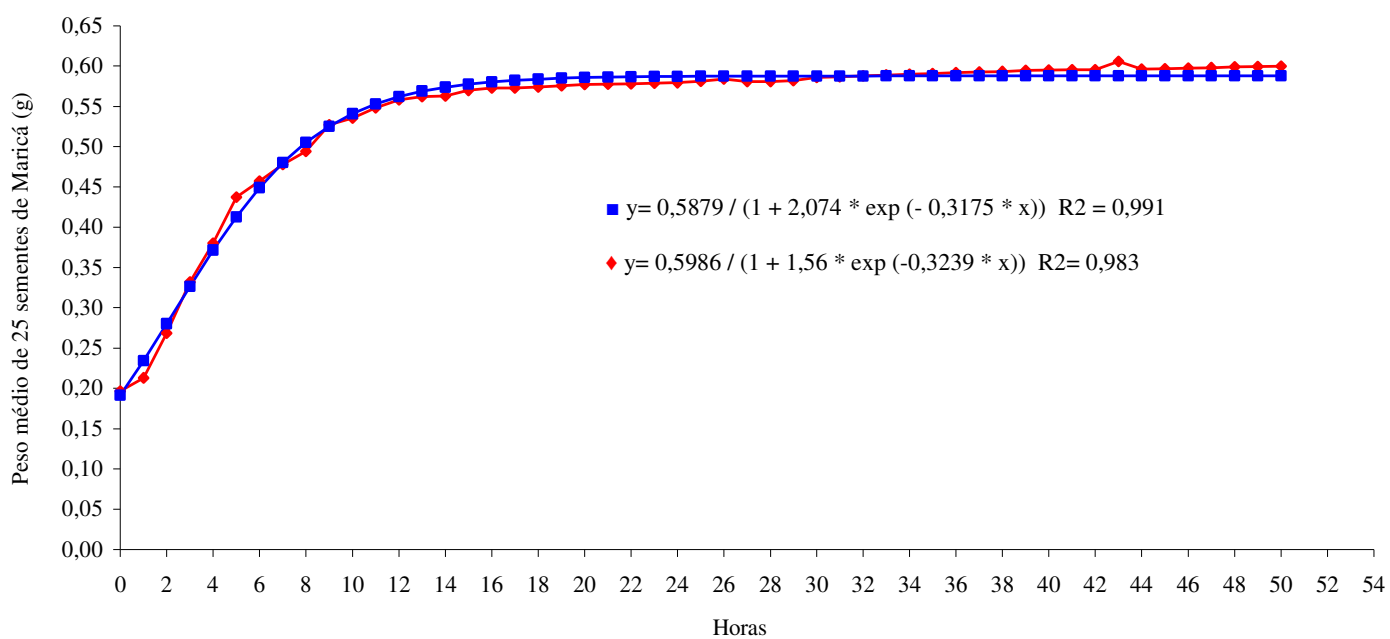
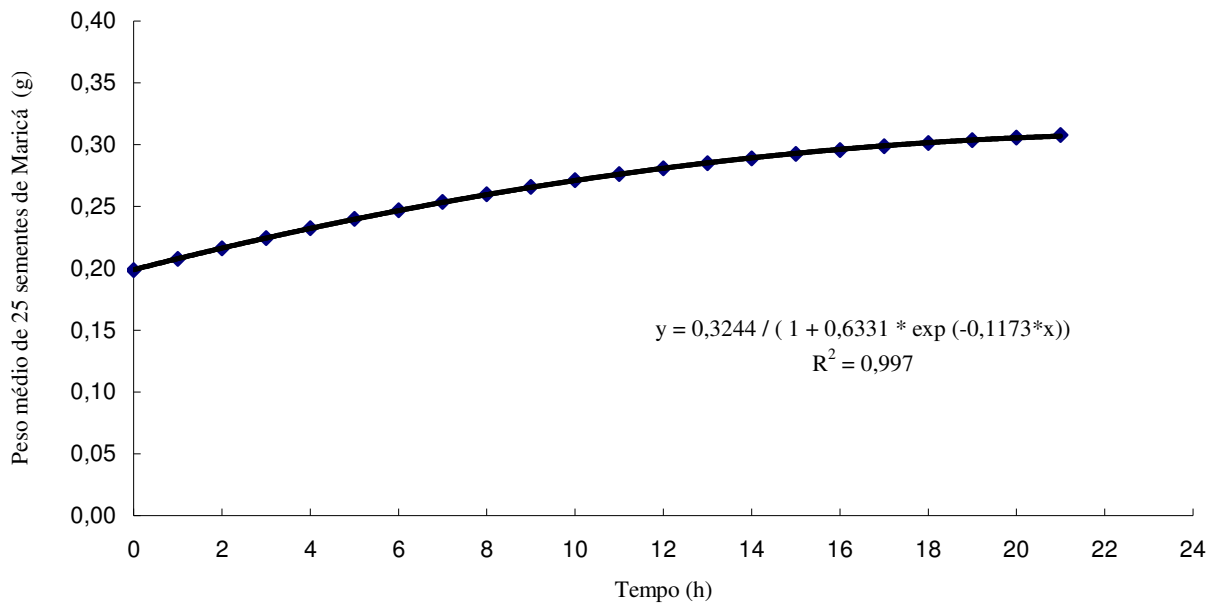


Fig. 4. Evolução do peso médio das sementes de *M. bimucronata* mortas não escarificadas (■) e escarificadas (◆).

a)



b)

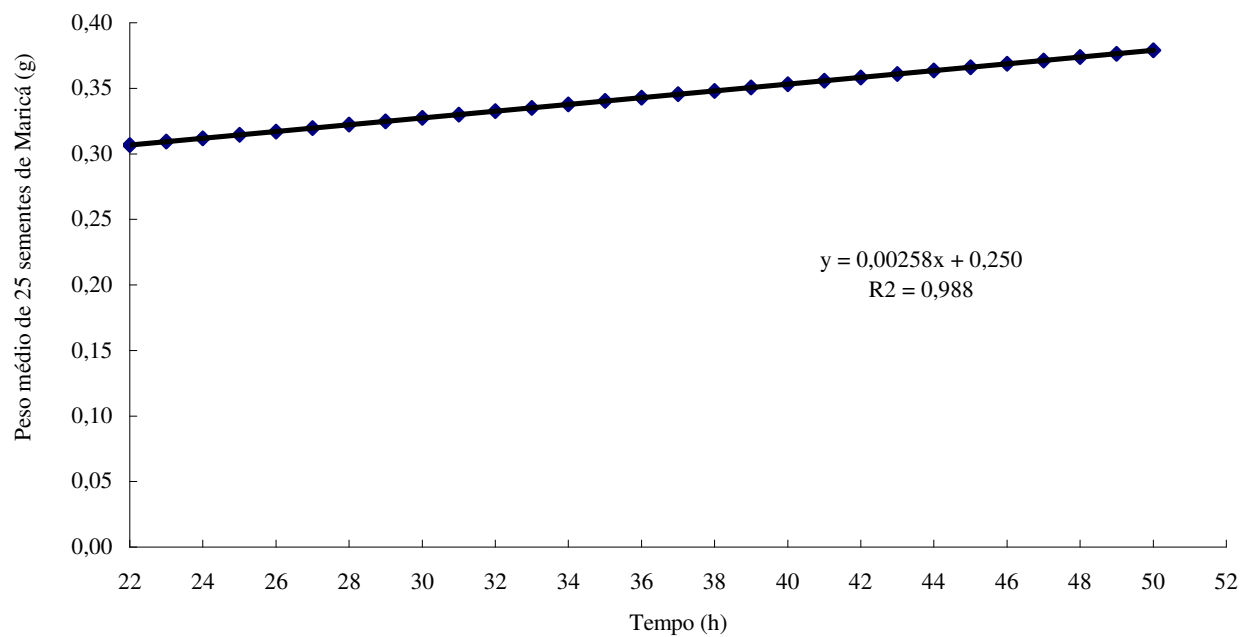
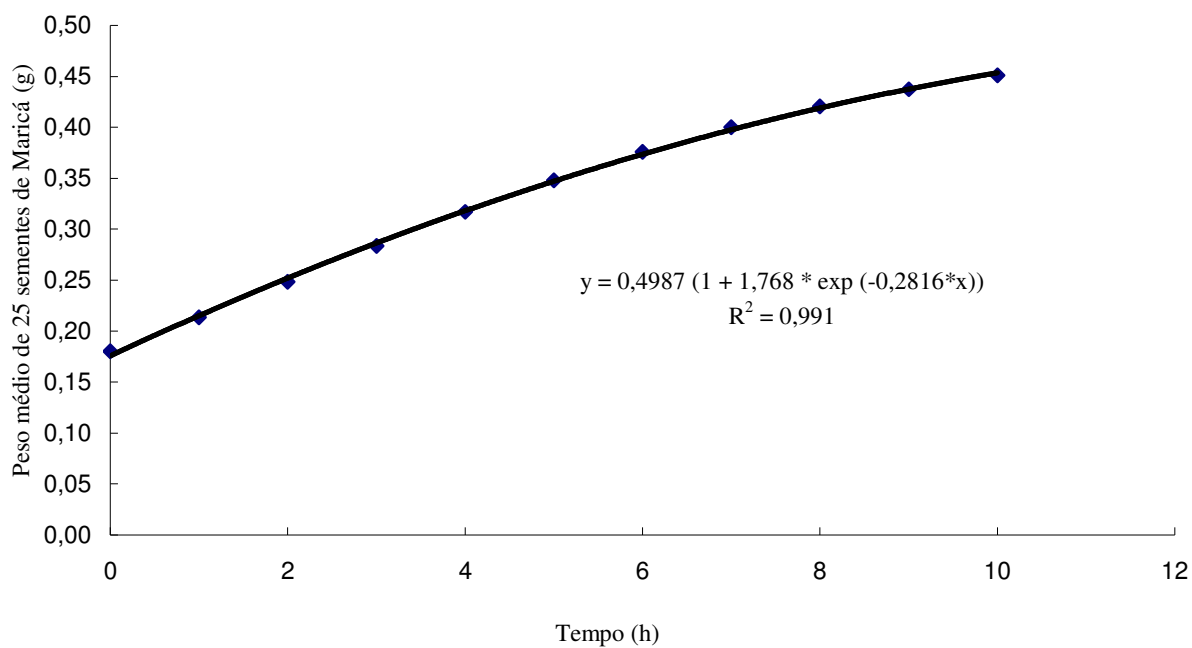


Fig.5. Evolução do peso médio das sementes de *M. bimucronata* vivas não escarificadas para um tempo  $\leq 21$  horas (a) e para um tempo  $\geq 21$  horas (b).

a)



b)

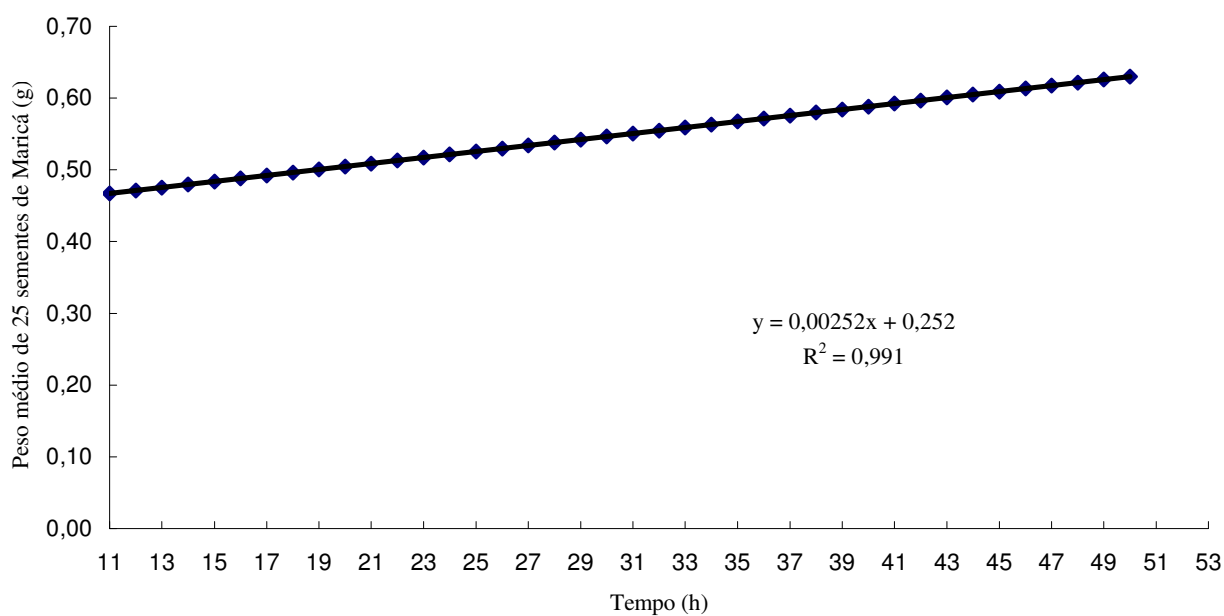


Fig.6. Evolução do peso médio das sementes de *M. bimucronata* vivas escarificadas para um tempo  $\leq 10$  horas (a) e vivas escarificadas para um tempo  $\geq 10$  horas (b).



Tabela 1. Análise de Variância (3-Way ANOVA) comparando os valores médios dos Índices de Velocidade de Germinação (IVG) entre sementes com ou sem escarificação química, submetidas ou não ao alagamento, e entre os diferentes dias de alagamento (Fatorial 2 x 2 x 7). A interação entre os fatores também foi comparada.

<b>Fonte de variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Alagamento (1)	1	82,78	3,61	0,0598
Escarificação química (2)	1	21.007,53	917,34	< 0,0001 *
Dias de alagamento (3)	6	757,52	33,08	< 0,0001 *
(1) x (2)	1	7,12	0,31	0,5782
(1) x (3)	6	231,95	10,13	< 0,0001 *
(2) x (3)	6	269,79	11,78	< 0,0001 *
(1) x (2) x (3)	6	56,45	2,46	< 0,0282 *

\* Diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

Tabela 2. Análise de Variância (3-Way ANOVA) comparando os valores médios da porcentagem de germinação entre sementes com ou sem escarificação química, submetidas ou não ao alagamento, e entre os diferentes dias de alagamento (Fatorial 2 x 2 x 7). A interação entre os fatores também foi comparada.

<b>Fonte de variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Alagamento (1)	1	4,46	0,03	0,8738
Escarificação química (2)	1	20.280,18	115,06	< 0,0001 *
Dias de alagamento (3)	6	565,60	3,21	0,0060 *
(1) x (2)	1	78,75	0,45	0,5052
(1) x (3)	6	517,38	2,93	0,0107 *
(2) x (3)	6	934,76	5,30	< 0,0001 *
(1) x (2) x (3)	6	512,50	2,91	0,0113 *

\* Diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

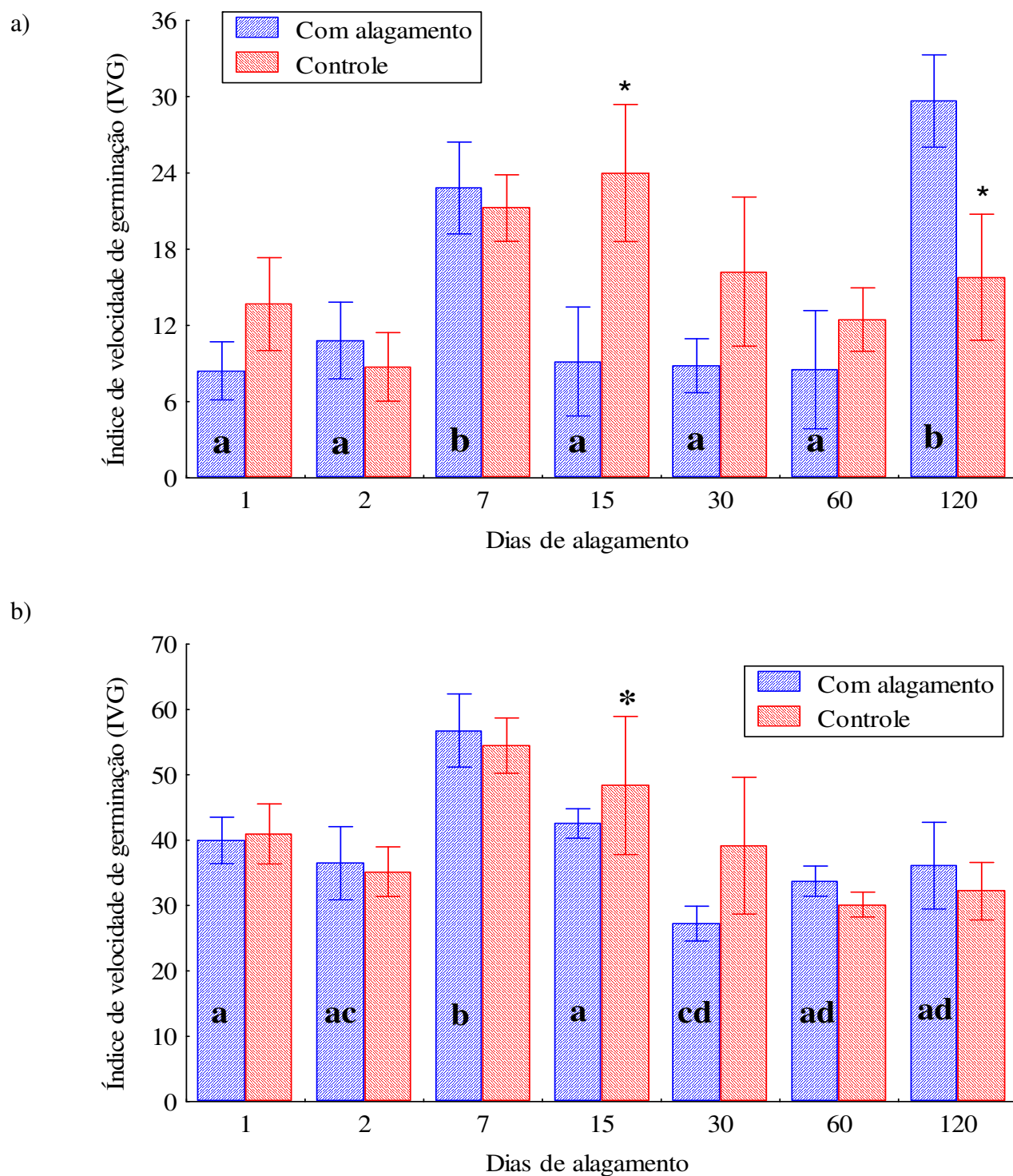


Fig. 7. Comparação dos valores médios dos Índices de Velocidade de Germinação (IVG) entre sementes submetidas a diferentes períodos de alagamento e sem (a) ou com (b) escarificação química (ác. sulfúrico). Médias seguidas de mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ) entre os dias de alagamento. Os asteriscos representam diferenças significativas entre o grupo controle (sem alagamento) e os frutos submetidos ao alagamento através do teste Tukey ( $P < 0,05$ ). \* Diferença significativa ( $P < 0,05$ )

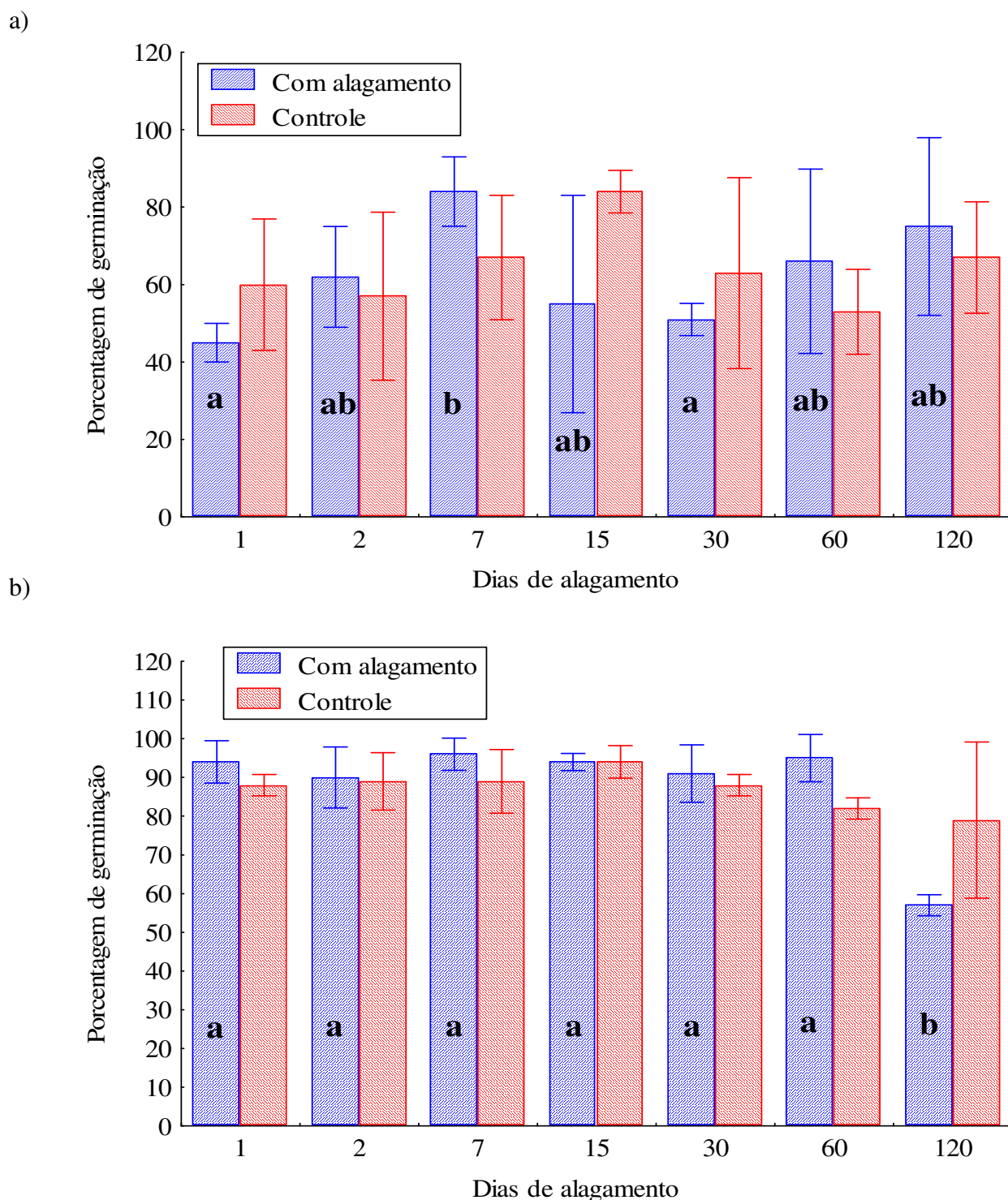


Fig. 8. Comparação dos valores médios das porcentagens de germinação entre sementes submetidas a diferentes períodos de alagamento e sem (a) ou com (b) escarificação química (ác. sulfúrico). Médias seguidas de mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ) entre os dias de alagamento. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos controle (sem alagamento) e alagamento através do teste Tukey ( $P > 0,05$ ), tanto para as sementes com ou sem escarificação química. \* Diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

#### 4. Discussão

A escarificação química tem efeito marcante sobre a germinação das sementes de *M. bimucronata*, pois a ruptura do tegumento leva a uma imediata embebição, propiciando o início do processo germinativo. Segundo Almeida Lula *et al.* (2000), a fase I da curva de germinação (embebição), constitui um importante procedimento técnico que pode auxiliar na identificação do tipo específico de dormência nas sementes, associado à dureza e a impermeabilidade da semente. Sendo assim, nota-se que as sementes de *M. bimucronata* apresentam tegumentos semipermeáveis, o que não impede a hidratação do citosol, que por sua vez ativa todo o metabolismo. Estes resultados corroboram com aqueles encontrados por Ferreira & Callegari-Jacques (1980).

Todas as sementes vivas escarificadas estavam embebidas após apenas 10 horas, e neste período foi possível observar o aparecimento das primeiras radículas. Os dados da curva de germinação determinados para as sementes vivas não escarificadas mostraram que a partir de 21 horas, teve-se o início da germinação (Fig. 5a,b), o que comprova a existência de um tegumento semipermeável. Estes resultados são semelhantes aos encontrados para outras leguminosas (Ferreira, 1974; Ferreira & Callegari-Jacques, 1992).

Constatou-se uma maior velocidade de embebição nas curvas de germinação para as sementes mortas, independente de serem escarificadas ou não (Fig. 4a,b). Tal resultado foi possível devido à ruptura do tegumento, provocada pelas altas temperaturas na autoclave. Conclui-se dessa forma, que o processo da embebição (fase I da curva de germinação), é puramente uma resposta física e dependente somente da ligação da água a semente, ocorrendo dessa forma em qualquer material morto ou vivo, que contenha sítios de ligações ou afinidade com a água (Castro & Hilhorst, 2004).

A aplicação de ácido (escarificação) teve um papel importante na homogeneização do processo germinativo, fazendo com que os valores médios da porcentagem de germinação

fossem bem similares (Fig. 8b). A escarificação química também promoveu um aumento da porcentagem de germinação e do IVG (ver valores nos eixos das Figs. 7a,b e 8a,b). Porém, o ácido não foi o elemento essencial para a germinação, pois mesmo sem a escarificação química, a porcentagem de germinação foi relativamente alta para esta espécie. Estes resultados corroboram com os apresentados por Kramer & Kozloswki (1972) e Fowler & Bianchetti (2000), e também são semelhantes aos resultados obtidos para *Acacia schaffneri* e *Parkinsonia aculeata* (Everitt, 1983), *Acacia mearnsii* (Bianchetti & Ramos, 1982) e *Leucaena leucocephala* (Áquilla & Fett Netto, 1988). Especificamente para *M. bimucronata*, estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Ferreira (1976), Ferreira & Callegari-Jacques (1980), Ferreira & Callegari-Jacques (1992) e Ribas *et al.* (1996). De uma forma geral, o uso de ácido na uniformização da germinação é muito indicado para espécies das famílias Leguminosae e Mimosoideae, conforme Ferreira (1976), porque estes grupos de plantas apresentam dormência tegumentar e os tratamentos mais eficientes para a superação da dormência variam conforme a espécie (Ribas *et al.*, 1996).

Durante os diferentes tempos de alagamento observou-se que o número de frutos dessecados aumentou com o tempo de imersão em água, podendo, deste modo, concluir que no período de 120 dias de imersão o número de frutos dessecados foi superior aos demais. Este maior número de frutos dessecados ocorreu em função da maior perda de vigor das sementes quando se aumentava o período de alagamento. Tal constatação mostra que a falta de oxigênio prejudicou a viabilidade das sementes. No entanto, através dos resultados obtidos, pode-se concluir que dentro dos frutos, mesmo após quatro meses de imersão em água, algumas sementes de *M. bimucronata* são capazes de embeber e germinar. Segundo Dantas (2000), o contato prolongado da semente com a água pode provocar a ação de substâncias tóxicas, lixiviação de eletrólitos, açúcares e aminoácidos, impedindo o desenvolvimento do embrião. Vários estudos têm demonstrado uma redução do valor médio na germinação de

diferentes espécies (principalmente para espécies cultivadas) quando submetidas ao alagamento (Neumann *et al.*, 1999; Saka & Izawa, 1999; Dantas *et al.*, 2000).

Apesar do aumento da perda de viabilidade das sementes ao longo do tempo, a porcentagem de germinação e o IVG das sementes em alagamento foram bem expressivos, corroborando com a hipótese de que as sementes desta espécie apresentam um desempenho germinativo satisfatório, mesmo após permanecerem em condição de alagamento por períodos prolongados. Ainda, pode-se inferir que *M. bimucronata* pode utilizar o meio aquático como um dos mecanismos de dispersão de suas sementes.

Nota-se que a porcentagem de germinação com a presença de ácido não diferiu entre o controle e o alagamento (Fig. 8b). Resultados diferentes foram obtidos quando as sementes não foram escarificadas, pois após 7 dias de alagamento observou-se o maior valor médio da porcentagem de germinação, o qual não diferiu dos tratamentos de 2, 15, 60 e 120 dias de alagamento (Fig. 8a). Estes resultados mostram que algumas sementes de *M. bimucronata* toleram, possivelmente em condições naturais, até 120 dias de imersão em água, estando ainda viáveis por não apresentarem total embebição. Após 120 dias de alagamento, verificou-se nas sementes escarificadas uma redução significativa na porcentagem de germinação. Tal fato pode estar relacionado ao efeito da escarificação que pode ter provocado a morte de um maior número de sementes, já que apresentavam o tegumento amolecido e mais permeável, devido ao grande período de permanência em água.

Por fim, é importante ressaltar que apesar de terem sido encontradas diferenças significativas na porcentagem de germinação e no IVG entre os tempos de embebição, um padrão consistente nestes resultados não foi obtido, possivelmente porque *M. bimucronata* é uma espécie de planta invasora, a qual pode apresentar grande variabilidade no processo germinativo ao longo do tempo.

## 5. Conclusões

- 1) As sementes de *M. bimucronata* possuem tegumento semipermeável, sendo que as sementes vivas escarificadas possuem mais rápida absorção de água do que as sementes vivas não escarificadas, passando para a fase III a partir da 10 horas após o contato com a água.
- 2) As sementes mortas também realizaram a fase I (processo de embebição), pois esta fase é puramente física.
- 3) As sementes de *M. bimucronata* apresentam um desempenho germinativo satisfatório, mesmo após permanecerem em condição de alagamento por períodos prolongados.
- 4) *M. bimucronata* pode utilizar o meio aquático como um dos mecanismos de dispersão de suas sementes.
- 5) A aplicação de ácido (escarificação) teve um papel importante na homogeneização do processo germinativo, fazendo com que os valores médios da porcentagem de germinação fossem similares.

## 6. Referências bibliográficas

- Aguiar, I. B.; Piña- Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. (1993) *Sementes florestais tropicais*.  
Brasília: ABRATES.350.
- Almeida Lula, A.; Alvarenga, A . A.; Ameida, L. P.; Alves, J. D. ; Magalhães, M. M. (2000)  
Estudos de agentes químicos na quebra da dormência de sementes de *Paspalum  
paniculatum L.* *Revista Ciência Agronômica*, 358-366.
- Andrade, R. A.; Jesus, N.; Martins, A. B. G. (2006) Embebição e germinação de sementes de  
Camu- camu. *Acta Scientiarum Agonomy*, 499-501.
- Áquila, M. E. A.; Fett Nett, A. G. (1988) Influência de processos de escarificação na  
germinação e crescimento inicial de *Leucaena leucocephala (Lam.) De Wit*. *Revista  
Brasileira de Sementes*, Brasília, 73-85.
- Baskin, C. C.; Baskin, J. M. (2001) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy  
and germination*. 2 ed., San Diego: Academic Press, 666.
- Bewley, J. D.; Black, M. (1994) *Seeds: physiology of development and germination*. New  
York: Plenum Press. 445.
- Bianchetti, A. (1981) *Produção e Tecnologia de Sementes de Essências Florestais*. 22.
- Bianchetti, A.; Ramos, A. (1982) *Quebra de dormência de sementes de canafístula  
(Peltophorum dubium (Spreng.) Taubert.)*, Curitiba, **4**, 87-94.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (1992) *Regras para análise de sementes*.  
Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 365.
- Campbell, D. G.; Daly, D, C.; (1986) Quaraitanve eco lógicoal inventory of terra firme and  
várzea rropicalforesr on rhe Rio Xingd. *Braziliaa Amazon: Bríltonia*, **38**, 369-93.
- Cardoso, V. J. M. (2004) Dormência: estabelecimento do processo. In: Alfredo Gui Ferreira;  
Fabian Borghetti (orgs.). (Org.). *Germinação: do básico ao aplicado*. 1 ed. Porto Alegre:  
ARTMED Editora, 95-108.



- Carneiro, J.W.P.; Braccini, A.L. (1996) *Relações hídricas durante a germinação de sementes*. Informativo Abrates, Brasília, 68-76.
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. (1983) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Campinas, Fundação Cargill, 429.
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4 ed. Funep, Jaboticabal, 588.
- Carvalho, P. E. R. (1994) *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturas, potencialidades e uso da madeira*. Colombo – PR: EMBRAPA – CNPF/SPI. 640.
- Castro, P. R. (2002) Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal. Maringá: Eduem, contonisiolum (Veil.) Morong -Leguminosae. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 177-181.
- Castro, R. D.; Hilhorst, H. W. M. (2004) *Embebição e reativação do metabolismo*. In: Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira; Borghetti, F., orgs.) Artimed, Porto Alegre, 149-162.
- Copeland, L. O.; McDonald, M. B. (1995) *Principles of seed science and technology*, 3 ed. Chapman e Hall, 424.
- Custódio, C. C.; Machado Neto, N. B.; Ito, H. M.; Vivian, M. R. (2002) Efeito da submissão em água de sementes de feijão na germinação e no vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, 49-54.
- Dantas, B. F.; Aragao, C. A.; Cavariani, C.; Nakagawa, J.; Rodrigues, J. D. (2000) Efeito da duração e temperatura de alagamento na germinação e vigor de sementes de milho. *Revista Brasileira de sementes*, Brasília, 88-96.
- Eira, M. T. S.; Freitas, R. W. A.; Mello, C. .M. C. (2000) *Superação da dormência de sementes de Enterolobium*. EMBRAPA-Florestas, doc. 40.

- Everitt, J.H. (1983) Seed germination characteristics of two woody legumes (retama and twisted Acacia) from South Texas. *Journal of Range Management* **36**, 411-414.
- Ferreira, A. G. (1974) Germinação em *Aeschynomene rudis* Benth. *Ciência & Cultura*, v.26, n.7.
- Ferreira, A. G. (1976) Germinação de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. (maricá) Efeito da escarificação e do pH. *Ciência & Cultura*, 1200-1204.
- Ferreira, A. G.; Callegari-Jacques, S. M. (1980) Efeitos da estocagem sobre a germinação de *Mimosa bimucronata* (DC.) OK. e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.. *Ciência & Cultura* (SBPC), Sao Paulo, 1069-1072.
- Ferreira, A. G.; Callegari-Jacques, S. (1992) Efeito de escarificação sobre a germinação e do pH no crescimento de *Acacia bonariensis* Gill e *Mimosa bimucronata* (DC) OK. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 63-64.
- Ferreira, C. S.; Piedade, M. T. F.; Parolin, P.; Barbosa, K. M. N. 2005. Tolerância da espécie *Himatanthus sucuuba* Wood. (Apocynaceae), ao alagamento na Amazônia Central. *Acta Botanica Brasilica*, **15**, 100-112.
- Fowler, J. A. P.; Bianchetti, A. (2004) Dormência em sementes florestais. Colombo: Germination. In: *Tropical Tree Seed Manual*. [s.l]: USDA Forest Service's/Reforestation, Gulbenkian, 745 .
- Fowler, J. A. P.; Bianchetti, A. (2000) *Dormência em sementes florestais*. Colombo: Embrapa Florestas, 21.
- Hadas, A. (1976) Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution. *Journal Express Botany*, **27**, 480-9.
- Hook, D. D. (1984) Adaptations to flooding with fresh water. In: T. T. Kolowski (Ed.) *Flooding and plant growth*. New York, Academic Press. 265-294.

- Hou, F. F.; Thsenng, F. S. (1991) *Studies on the flooding tolerance of soybean seed: varietal differences*. Euphytica, Basel, 169-173.
- Junk, W. J. (1989) Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonian Floodplains. 47-64. In: L. B. Nielsen, I. C. Nielsen; H. Baslev (eds.). *Tropical forest: Botanical dynamics, speciation and diversity*. London, Academic Press.
- Khan, A. A. (1996) Control and manipulation of seed dormancy. In: Lany G. A. (ed) 1996. *Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology*. Wilhingford (UK): CAB International, 29-45.
- Kozlowski, T. T.; Pallardy, S. G. (1997) *Growth control in woody plants*. American Press: San Diego.
- Kozlowski, T. T.; Pallardy, S. G. (2002) Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stress. *The Botanical Review*, 270-334.
- Kramer, P. J. Kozlowski, T. (1972) *Fisiologia das árvores*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 745.
- Laboriau, L.G. (1983) *A germinação das sementes*. OEA. Progr. Reg. Des. Cient. Tecn. Washington. DC. 174.
- Larcher, W. (2000) *Ecofisiologia vegetal*. Rima, São Carlos, SP. 531.
- Lenssen, J. P. M.; Menting, F. B. J.; Putten, W.; Blom, K. (1999) Control of plant species richness and zonation of functional groups along a freshwater flooding gradient. *Oikos*, Lund, 523-534.
- Lorenzi, H. (2000). *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas e parasitas e tóxicas*. 3<sup>a</sup> ed., Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, 176-177.

- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495.
- Mayer, A. C.; Poljakoff-Mayber, A. (1989) *The germination of seeds*. London: Pergamon Press, 270.
- Moraes, C. A.; Módolo, V. A. ; Castro, P. R. C. (2001) Fisiologia da germinação e dominância apical. In: Paulo Roberto de Camargo e Castro; José Ozinaldo Alves de Sena; Ricardo Alfredo Kluge. (Org.). *Introdução a fisiologia do desenvolvimento vegetal*. Maringá: Eduem, 159-178.
- Neumann, G.; Preissler, M.; Azaizeh, H. A.; Romheld, V.(1999) Thiamine (vitamin B1) deficiency in germinating seeds of *Phaseolus vulgaris* L. exposed to soaking injury. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Weinheim, 295-300.
- Nobrega, L. H. P.; Rodrigues, T. J P. (1995) *Efeitos do estresse hídrico sobre a absorção de água durante a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas se soja*. Informativo ABRATES, **5**, 51-58.
- Paiva, R. (1997) *Curso de biologia*. Módulo 5: Fisiologia vegetal. Lavras: UFLA/FAEPE/DBI, 113.
- Parolin, P. (2001) Seed germination and early establishment of 12 tree species from nutrient-rich and nutrient-poor. Central Amazonian floodplains. *Aquatic Botany* 70, p. 89-103.
- Perez, S. C. J. G. A.; Fanti, S. C.; Casali, C. A. (2001) *Influência da luz na germinação de sementes de *Cafístula submetidas ao estresse hídrico**. *Bragantia*, Campinas, 155-166.
- Piedade, M. T.; Worbes, M.; Arolin, P. (2001) Geo-ecological controls on elemental fluxes in communities of higher plants in Amazonian floodplains. *The Biogeochemistry of the Amazon Basin*, New York, Oxford University Press. 209-234.

- Piña-Rodrigues, F. C. M.; Aguiar, I. B. (1993) *Maturação e dispersão de sementes*. In: AGUIAR, I.B. de; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 215-274.
- Popinigis, F. (1977) *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 289.
- Raven, H. P.; Evert, F. E.; Eichhorn, S. E. (2001) *Biologia Vegetal*. Guanabara Kooban.
- Ribas, L. L. F.; Fossati, L. C.; Nogueira, A. C. (1996) Superação da dormência de sementes de *Mimosabimucronata* (DC.) O. Kuntze (Maricá). *Revista Brasileira de Sementes*, **18**, 8-101.
- Richard, B.; Rivoal, J.; Spiteri, A.; Pradet, A. (1991) Anaerobic stress induces the transcription and translation of sucrose synthase in rice. *Plant Physiology*, Rockville, 669-674.
- Saka, N.; Izawa, T. (1999) Varietal differences in the survival rate of sprouting rice seed (*Oryza sativa* L.) under highly reduced soil conditions. *Plant Production Science*, Tokyo, 136-137.
- Smith, M.; Wang, T. B. S. P.; Msanga, H. P. (2003) Dormancy and Germination. In: *Tropical Tree Seed Manual*. [s.l]: USDA *Forest Service's/Reforestation, Nurseries; Genetics Resources*.
- Souza, A. F.; Andrade, A. C. S.; Ramos, F. N.; Loureiro, M. B. (1999) Ecophysiology and morphology of seed germination of the neotropical lowland tree *Genipa americana* (Rubiaceae). *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 667-680.
- Toledo, F. F., Marcos Filho, J. (1977) *Manual de sementes - tecnologia da produção*. São Paulo: Agronômica Ceres, 224.
- Vásques -Yanes, C.; Orozco - Sagovia, A. (1993) Patterns of seed longevity and germination in the tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 69-87.

Vieira, I. G.; Fernandes, G. D. (1997) *Métodos de Quebra de Dormência de Sementes*.

Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, informativo Sementes IPEF, Disponível em:

[Http://www.ipef.br/sementes](http://www.ipef.br/sementes)

Zar J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

Zucarelli, C. (2002) *Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes em milho (Zea mays L.)* (Dissertação em agronomia), Universidade Estadual Paulista.

Botucatu - SP. 102p.

## **CAPÍTULO 2**

**Efeito da qualidade de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) no desempenho e no comportamento de oviposição de *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae)**

**RESUMO** – No presente trabalho foram investigados diversos aspectos ecológicos da interação entre *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) e *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae) (Horn, 1873). Estudou-se a relação entre a qualidade da planta e as seguintes variáveis: (1) tamanho corporal de *A. schrankiae*; (2) tamanho dos ovos de *A. schrankiae*. Os efeitos da variabilidade interpopulacional da qualidade das plantas no comportamento de oviposição e no desempenho dos insetos também foram investigados. Para a realização dos experimentos foram usados frutos maduros de *M. bimucronata* coletados em duas áreas distintas. Área 1, localizada na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp/Campus de Botucatu; área 2, localizada nas proximidades da Universidade Estadual Paulista – Unesp/Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Júnior. Após a maturação dos frutos, coletas quinzenais foram feitas até o final da fenofase de frutificação. Os frutos foram postos em recipientes plásticos identificando-se a planta de origem, aguardando-se a emergência de *A. schrankiae*. Medições do comprimento do fêmur foram feitas, obtendo-se um valor médio do tamanho corporal dos insetos em cada planta. Após a primeira coleta, os frutos foram dissecados e as sementes foram secadas, trituradas e examinadas quanto ao conteúdo de nitrogênio e taninos. Valores médios do conteúdo de nitrogênio e taninos foram obtidos para cada planta. Também foram coletados frutos no início da fenofase de frutificação para a verificação da presença de ovos de *A. schrankiae*. Medições do comprimento de todos os ovos encontrados por planta foram feitas, obtendo-se um valor médio do tamanho dos ovos para cada planta. Considerando que as coletas foram feitas em duas populações de *M. bimucronata*, comparações da qualidade nutricional das sementes, do tamanho dos ovos e do tamanho corporal dos bruquídeos, foram feitas entre as populações estudadas. Constatou-se que o tamanho corporal de *A. schrankiae*, bem como o tamanho de seus ovos, podem ter sido diretamente afetados pela qualidade das plantas de *M. bimucronata*. No entanto, relações significativas foram encontradas apenas para os taninos. A relação inversa entre o tamanho dos insetos e o conteúdo de taninos foi significativa apenas em Rubião. Já no Lageado, observou-se uma relação significativa positiva entre o tamanho dos ovos e a concentração de taninos. Além disso, as duas áreas diferiram no conteúdo de nitrogênio e taninos, o que pode explicar os maiores tamanhos dos insetos do Lageado. No presente estudo ficou constatado que os taninos podem influenciar o desempenho e o comportamento de oviposição de *A. schrankiae*. No entanto, tal constatação pode apresentar considerável variação local.

**Palavras-chave:** *Mimosa bimucronata*, *Acanthoscelides schrankiae*, qualidade da planta, predação de sementes, interações inseto-planta.



**Effect of *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) quality on fitness and oviposition behavior of *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae)**

**ABSTRACT** – In this study several ecological aspects of *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) and its seed predator *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae) (Horn, 1873) were investigated. It was examined the relationship among plant quality and the following variables: (1) body size of *A. schrankiae*; (2) egg size of *A. schrankiae*. The effects of variability of interpopulation plant quality on insect fitness and oviposition behavior were also investigated. For the experiments, mature fruits of *M. bimucronata* were collected from two areas. Area 1, located at the Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista – Unesp/Botucatu Campus; area 2, located at the vicinities of the Universidade Estadual Paulista – Unesp/Botucatu Campus, Rubião Júnior District. After maturation, fruits were collected at each fifteen days. Fruits were kept in plastic recipients with plant identification, and the emergence of *A. schrankiae* was recorded. The body size of *A. schrankiae* was obtained by measuring the length of femur, and a mean value of body size was computed for each plant. After first collection, fruits were dissected, and seeds were dried, milled and examined for nitrogen and tannin contents. Mean values of nitrogen and tannin contents were obtained for each plant. Immature fruits were also collected in order to sample *A. schrankiae* eggs. By measuring the length of all eggs sampled from a given plant, a mean value was computed. As all collections were carried out at two *M. bimucronata* populations, comparisons of seed quality, and egg and body sizes were made between both populations. It was observed that body and egg sizes of *A. schrankiae* were probably affected by plant quality. However, significant relationships were found only for tannins. The inverse relationship between body size and tannin contents was significant only for the Rubião area. At the Lageado area, a positive significant relationship between egg size and tannin contents was observed. Besides, both areas differed for nitrogen and tannin contents, being a possible explanation for the presence of larger insects at the Lageado area. It was concluded that the tannins might affect fitness and oviposition behavior of *A. schrankiae*. However, such patterns can show considerable variation depending of the local populations studied.

**Key-words:** *Mimosa bimucronata*, *Acanthoscelides schrankiae*, plant quality, seed predation, plant-insect interactions.

**Efeito da qualidade de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) no desempenho e no comportamento de oviposição de *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae)**

## **1. Introdução**

### **1.1 Efeito da qualidade das plantas em populações de insetos**

Sabe-se que as populações de insetos freqüentemente apresentam flutuações em tamanho, e este fato tem gerado diversas especulações sobre quais fatores limitam o tamanho destas populações, principalmente em insetos que apresentam herbivoria. Hairston *et al.* (1960) argumentaram que como os herbívoros raramente consomem todos os recursos disponíveis (“o mundo é verde”), suas populações devem ser limitadas pelos inimigos naturais, e não pela abundância de recursos. No entanto, diversos estudos têm demonstrado que as populações de insetos herbívoros podem ser limitadas tanto pelo tipo de recurso disponível (forças do tipo ‘bottom-up’), como pela ação de inimigos naturais (forças do tipo ‘top-down’) (Roininem *et al.*, 1996; Hunter *et al.*, 1997; Stiling & Rossi, 1997; Turlings & Benrey, 1998; Turchin *et al.*, 1999). Assim, o sucesso no desenvolvimento dos insetos herbívoros está diretamente relacionado à qualidade das plantas utilizadas como recursos, sendo um exemplo importante de força do tipo ‘bottom-up’ em cadeias tróficas (Price, 1992; Crawley, 1996; Stiling & Rossi, 1997; Stiling, 1999; Gurevitch *et al.*, 2002).

Considerando que tanto os macronutrientes como os micronutrientes são distribuídos de forma não uniforme entre as plantas, ou mesmo dentro de uma mesma planta, os insetos herbívoros são diferentemente adaptados a explorar as plantas hospedeiras, onde apenas uma parte do recurso disponível é geralmente utilizada como alimento (Strauss & Zangerl, 2002). A combinação do modo de alimentação e diferenças nutricionais entre plantas e partes das plantas implica que dificilmente os insetos herbívoros apresentarão um tempo de

desenvolvimento exatamente igual, mesmo em casos de grande especialização entre a planta hospedeira e o inseto herbívoro. Conseqüentemente, tal variabilidade de desenvolvimento é agente causador de heterogeneidade espacial no desenvolvimento e desempenho dos herbívoros tendo, sem dúvida, conseqüências diretas na dinâmica da cadeia trófica (Jolivet, 1998; Herrera & Pellmyr, 2002).

O termo “qualidade da planta” refere-se aos componentes da planta hospedeira que afetam positiva ou negativamente a performance de insetos herbívoros, como os níveis de carbono, nitrogênio e compostos de defesa (Awmack & Leather, 2002). A qualidade da planta é uma questão crítica para os insetos, uma vez que os nutrientes provenientes da herbivoria são essenciais para o crescimento e sucesso reprodutivo dos insetos. Dentre as substâncias mais utilizadas para a avaliação do caráter nutricional das plantas, o nitrogênio (recurso alimentar) e os taninos (defesa contra herbivoria) merecem destaque. Schoonhoven *et al.* (2005) definem essas duas substâncias presentes nas plantas: o nitrogênio é um elemento base para formação de proteínas, e os taninos são compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário, encontrados em todas as classes de plantas vasculares, freqüentemente, em altas concentrações. Os taninos possuem a propriedade de precipitar proteínas formando complexos que não são degradados pelas enzimas do trato digestivo, reduzindo assim a qualidade do tecido consumido (Harbone, 1993).

Como já mencionado, a heterogeneidade na qualidade das plantas pode afetar significativamente o tamanho corporal dos insetos herbívoros (Price, 1992; Teder & Tammaru, 2002; Kagata *et al.*, 2005). Em contrapartida, o tamanho corporal de um inseto adulto é freqüentemente um bom indicador dos parâmetros de história-de-vida (ex: fecundidade, longevidade e sobrevivência), tendo implicações diretas para a dinâmica populacional (Leather, 1988; Nylin & Gotthard, 1998; Awmack & Leather, 2002). No entanto, a maioria dos dados provenientes de estudos que investigam os efeitos da qualidade

das plantas no desempenho de insetos herbívoros é proveniente de estudos conduzidos no laboratório. Conseqüentemente, pouco se sabe sobre os efeitos da variabilidade da qualidade das plantas nas variações dos tamanhos corporais em populações naturais de insetos herbívoros (Kaitaniemi *et al.*, 1999). Apesar dos poucos estudos existentes sobre os efeitos da qualidade das plantas nas taxas de ataque dos insetos herbívoros, muitas hipóteses têm sido propostas para explicar as variações da herbivoria entre plantas (McClure, 1980; Lewis, 1984; White 1984; Mattson & Haack, 1987; Cornelissen & Stiling, 2005)

Koricheva *et al.* (1998) demonstraram que, dependendo da condição ambiental estudada, tanto plantas vigorosas como plantas sob estresse podem fornecer fontes alimentares adequadas para o desenvolvimento de insetos herbívoros, sendo uma questão que ainda gera controvérsias. Entretanto, Stiling & Moon (2005) observaram em um recente estudo, que a qualidade da planta (porcentagem de nitrogênio) influenciou significativamente a abundância dos insetos, em detrimento da quantidade da planta (vigor). As plantas podem estar indisponíveis para os herbívoros devido à ausência ou à baixa disponibilidade de certos componentes químicos (principalmente nitrogênio) que são necessários ao desenvolvimento destes insetos, bem como à presença de certos aleloquímicos tóxicos como os taninos (Barbosa, 1988; Fox *et al.*, 1996).

## **1.2 Efeito da qualidade das plantas em populações de bruquídeos**

Existem poucos estudos na literatura sobre os efeitos da qualidade das plantas em populações de bruquídeos. No entanto, alguns estudos têm demonstrado que as densidades populacionais dos bruquídeos podem apresentar variações consideráveis dependendo da planta hospedeira utilizada. Fox *et al.* (1994) demonstraram que populações de *Stator limbatus* (Coleoptera: Bruchidae) apresentavam diferenças no desempenho larval

(sobrevivência, tempo de desenvolvimento e peso corporal) e preferência de oviposição, quando alimentadas por diferentes espécies de plantas hospedeiras. Para esta mesma espécie de bruquídeo, Fox & Mousseau (1996) e Fox (2000) constataram grande variação no tamanho dos ovos depositados em diferentes plantas hospedeiras, o que resultava em diferenças significativas no tempo de desenvolvimento, peso corporal e sobrevivência dos insetos estudados, estando esta variação diretamente ligada à qualidade da planta hospedeira, a qual conferia maior ou menor rigidez ao tegumento das sementes.

Corroborando os estudos acima, Takakura (2004) verificou grande variação nos tamanhos dos ovos do bruquídeo *Bruchidius dorsalis*, estando esta variação novamente relacionada à qualidade da planta hospedeira. Who (1993) observou que larvas de *Spercularius impressithorax* (Coleoptera: Bruchidae), que utilizam *Erythrina abyssinica* (Leguminosae) como planta hospedeira, não terminavam o desenvolvimento quando alimentadas por outras espécies de plantas co-ocorrentes, estando esta não utilização de recursos alternativos associada às variações na composição bioquímica e nas características fenológicas das plantas.

### **1.3 Sistema de estudo**

*Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae: Mimosoideae) é uma planta perene, arbórea, altamente ramificada e espinhosa, medindo de 4 a 8 metros de altura, nativa do Brasil e com reprodução por sementes, em que pouco se conhece sobre os organismos ocorrentes e os padrões e processos populacionais naturais oriundos de interações tróficas. É uma planta invasora muito freqüente em solos férteis e úmidos, podendo infestar áreas de pastagens. É comum em baixadas úmidas e beira de cursos d'água, onde costuma formar densas infestações. Devido a sua forma aberta, poucas plantas podem cobrir grandes áreas de

características impenetráveis devido à abundância de espinhos em seus ramos (Lorenzi, 2000). A importância econômica de *M. bimucronata* reside no bom poder calorífico da madeira e em sua excelência apícola, pela abundante floração estival. Tem ainda destacada função ecológica por ser espécie pioneira na sucessão florestal, sendo relativamente fácil o reflorestamento com a espécie (Reitz *et al.*, 1983; Marchiori, 1993). Durante a fenofase de frutificação ocorre intensa predação de suas sementes (fase de pré-dispersão) por *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae) (Horn, 1873) (Fig.1), sendo que as maiores infestações ocorrem durante os meses de abril e maio (Silva *et al.*, 2007).

Devido à intensa predação e à facilidade de coleta e manipulação das sementes, o sistema em questão composto por *M. bimucronata* e *A. schrankiae* é muito interessante e apropriado para o estudo de interações tróficas, principalmente no que diz respeito ao estudo dos efeitos tipo ‘bottom-up’, provenientes da qualidade da planta hospedeira, no desempenho dos bruquídeos. Assim, as hipóteses que foram investigadas neste estudo são apresentadas a seguir.

### **Hipóteses:**

- 1) Correlação entre qualidade e tamanho corporal dos bruquídeos: correlações positivas entre a qualidade das plantas e o tamanho corporal dos insetos herbívoros são freqüentemente encontradas. Portanto, indivíduos de *A. schrankiae* que se desenvolvem em plantas de melhor qualidade das sementes, devem apresentar maiores tamanhos corporais.
- 2) Tamanho dos ovos dos bruquídeos e qualidade das sementes: fêmeas de insetos herbívoros podem modificar o comportamento de oviposição reduzindo o número de ovos depositados, ou ajustando o tamanho dos ovos. Assim, o tamanho dos ovos de *A. schrankiae* pode variar em função da qualidade das sementes de *M. bimucronata*.

3) Variabilidade interpopulacional da qualidade em sementes: para uma mesma espécie de planta hospedeira, a qualidade da dieta de um inseto herbívoro pode variar entre as diferentes populações (Awmack & Leather, 2002; Gurevitch *et al.*, 2002; Teder & Tammaru, 2002). Por esta razão, o desenvolvimento (ex. tamanhos dos ovos e dos adultos) dos insetos herbívoros pode apresentar variações interpopulacionais.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1 Áreas de estudo**

Os indivíduos de *M. bimucronata* que foram utilizados neste estudo estão localizados em duas áreas, caracterizando duas populações distintas, sendo as mesmas populações utilizadas para a realização dos experimentos descritos no capítulo 1. Neste estudo, as áreas 1 e 2 foram chamadas de Lageado (Fig.2) e Rubião (Fig.3), respectivamente. Vinte e cinco plantas foram marcadas, destas, 15 pertenciam ao Lageado e 10 a Rubião. As plantas pré-selecionadas para a coleta de frutos foram devidamente identificadas, permitindo o conhecimento da origem de todo o material biológico que foi utilizado para estudo.

### **2.2 Determinação da qualidade das sementes e do tamanho corporal dos bruquídeos**

Primeiramente, nas plantas previamente marcadas, quatro ramos por planta foram selecionados ao acaso. Considerando que alterações fisiológicas podem ocorrer em frutos atacados por insetos herbívoros (Gurevitch *et al.*, 2002), estes ramos foram então ensacados na própria planta com sacolas confeccionadas em tecido tipo *Voil* (cor branca), não permitindo à passagem de bruquídeos, mas permitindo a passagem de oxigênio e luz. Os

demais ramos ficaram expostos a predação por bruquídeos. O ensacamento dos ramos foi feito no início da fenofase de frutificação, ou seja, com frutos pequenos e ainda verdes (imaturos). Após a maturação dos frutos, coletas quinzenais de frutos previamente expostos à predação foram feitas até o final da fenofase de frutificação. Foram retirados 60 frutos ao acaso por planta em cada coleta, os quais foram levados ao laboratório [ $28 \pm 1^\circ \text{C}$  (fotofase de 12 horas)].

Dos 60 frutos coletados, 40 foram postos em recipientes plásticos (identificando-se a planta de origem), aguardando-se a emergência de *A. schrankiae*. Após a emergência, os bruquídeos foram retirados dos recipientes e conservados em álcool 70%, identificando-se a planta de origem. Ao término do período de frutificação, medições do comprimento do fêmur e da tíbia (2º par de pernas, lado direito) (Fig.4) de indivíduos de *A. schrankiae* foram feitas sob estereomicroscópio (Nikon SMZ 800 equipado com câmera de vídeo digital), utilizando-se software apropriado (MetaVue Version 6.3r4). Após as medições, um valor médio do tamanho corporal foi obtido para cada planta. Medições tanto da tíbia como do fêmur foram feitas para se determinar qual destas partes das pernas dos insetos caracterizava melhor o tamanho corporal.

No momento da primeira coleta, também foram coletados todos os frutos de cada ramo previamente ensacado, e estes foram levados ao laboratório [ $28 \pm 1^\circ \text{C}$  (fotofase de 12 horas)] e mantidos em sacos de papel, identificando-se a planta de origem. Os frutos coletados foram homogeneizados em uma única amostra por planta (quinze e dez amostras para a área Lageado e área Rubião, respectivamente), os quais foram dissecados, separando-se as sementes viáveis. As sementes foram secadas e trituradas, e então examinadas quanto ao conteúdo de nitrogênio e taninos\*. Foram separadas 200 mg de tecido seco para a determinação dos conteúdos de taninos e nitrogênio (100 mg para cada tipo de análise). O

---

\* As análises bioquímicas foram realizadas no laboratório do Departamento de Química e Bioquímica, Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, com auxílio da Profa. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima.



conteúdo de taninos foi quantificado por espectrofotometria com adaptação do método proposto por Stevanato *et al.* (2004) (vide também Folin-Ciocalteu Index, 1992) e o conteúdo de nitrogênio foi determinado segundo metodologia descrita em AOAC (1995). Uma média de três réplicas por amostra foi utilizada para todas as análises bioquímicas e, conseqüentemente, para as análises estatísticas. Portanto, valores médios do conteúdo de nitrogênio e do conteúdo de taninos foram obtidos para cada planta.

### **2.3 Medição do tamanho dos ovos dos bruquídeos**

No início da fenofase de frutificação, frutos foram coletados em ambas as áreas e levados para o laboratório para a observação de ovos de *A. schrankiae*. Após a constatação da presença de ovos na superfície dos frutos, foram feitas coletas quinzenais de 20 frutos por planta com o objetivo de se obter uma amostra satisfatória de ovos. Como acima, medições do comprimento de todos os ovos encontrados por planta foram feitas através de estereomicroscópio (Nikon SMZ 800 equipado com câmera de vídeo digital), utilizando-se software apropriado (MetaVue Version 6.3r4). Portanto, um valor médio do tamanho dos ovos foi obtido para cada planta (Fig. 5).

### **2.4 Variabilidade interpopulacional**

Considerando que as coletas foram feitas em duas populações de *M. bimucronata* (Lageado e Rubião), comparações da qualidade das sementes, do tamanho dos ovos e do tamanho corporal dos bruquídeos, foram feitas entre as populações estudadas.

## 2.5 Análise de dados

Para a comparação dos valores médios do comprimento da tíbia, do fêmur e dos ovos (mm) de *A. schrankiae* entre as populações de Rubião e Lageado, o teste *t*-Student para amostras independentes foi utilizado (Zar, 1999). Este mesmo teste foi aplicado para a comparação dos valores médios do conteúdo de taninos (mg ac. tânico/g mat. seca) e nitrogênio (g/kg de matéria seca) entre os frutos das plantas localizadas em Rubião e no Lageado. Para a realização destas análises estatísticas, cada planta foi considerada uma réplica. Portanto, os valores médios dos comprimentos (ovos, tíbia e fêmur) e dos conteúdos nutricionais foram calculados para cada planta e, posteriormente, estes valores foram utilizados nas análises.

Uma análise de correlação (Zar, 1999) entre o conteúdo de nitrogênio e o conteúdo de taninos foi feita entre as plantas em cada área, objetivando encontrar relações significativas que poderiam ser úteis para a explicação dos padrões locais observados. Análises de regressão múltipla linear (McGarigal *et al.*, 2000) foram feitas entre o comprimento do fêmur e os conteúdos de nitrogênio e taninos entre as plantas localizadas em Rubião e no Lageado. A mesma análise foi aplicada para verificar a relação entre ao comprimento dos ovos e os conteúdos de nitrogênio e taninos entre as plantas em cada área. Para as análises de correlação e regressão múltipla, os valores médios de cada planta foram utilizados, portanto, cada planta foi considerada uma unidade amostral.

### 3. Resultados

As comparações dos valores médios do comprimento da tíbia e do fêmur de *A. schrankiae* entre as populações do Lageado e Rubião mostraram que houve diferença significativa apenas para as medições do fêmur, em que o maior valor médio foi encontrado nos insetos provenientes do Lageado (Tabela 1). Segundo amostragem feita recentemente em ambas as áreas, constatou-se que os bruquídeos provenientes do Lageado eram significativamente mais pesados (peso seco) do que aqueles de Rubião (Menezes, L. C. C. R., dados não publicados<sup>1</sup>). Dessa forma, optou-se pela utilização do comprimento do fêmur como estimativa do tamanho corporal dos bruquídeos, pois corroborou com os dados de pesagem.

O resultado da análise de regressão múltipla entre o tamanho dos insetos e o conteúdo de nitrogênio e taninos (variáveis independentes) não apresentou significância para a área Lageado (Tabela 2). No entanto, quando a mesma análise foi aplicada para a área Rubião, houve diferença significativa para o conteúdo de taninos, em que uma relação inversa foi observada, não ocorrendo diferença significativa para o conteúdo de nitrogênio (Tabela 3). Na figura 6 tem-se um gráfico tridimensional, mostrando a relação entre o comprimento do fêmur e os conteúdos de nitrogênio e taninos entre as plantas localizadas em Rubião.

A análise de correlação entre o conteúdo de nitrogênio e o conteúdo de taninos aplicada em cada área, não apresentou resultado significativo na área de Rubião ( $r = -0,253$ ;  $N = 10$ ;  $P = 0,480$ ), mas foi altamente significativa no Lageado ( $r = 0,735$ ;  $N = 15$ ;  $P = 0,002$ ).

---

<sup>1</sup> Resultados preliminares do projeto de mestrado desenvolvido por Luciana Cristina Candido Ribeiro de Menezes (Efeitos tipo 'bottom-up' e 'top-down' em um sistema tritrófico formado por *Mimosa bimucronata* (DC) Kuntze (Mimosaceae), *Acanthoscelides schrankiae* (Coleoptera: Bruchidae) e seus parasitóides, Proc. 05/57999-3).

O resultado da análise de regressão múltipla entre o tamanho dos ovos de *A. schrankiae* e o conteúdo de nitrogênio e taninos para a área Lageado apresentou significância apenas para os taninos, sendo a relação positiva (Tabela 4). No entanto, quando a mesma análise foi aplicada para a área Rubião, não houve diferença significativa para ambas as variáveis independentes (Tabela 5). Na figura 7 tem-se um gráfico tridimensional, mostrando a relação entre o comprimento dos ovos e os conteúdos de nitrogênio e taninos entre as plantas localizadas no Lageado.

Quando as comparações dos valores médios do conteúdo de nitrogênio e taninos foram feitas entre as duas populações, os maiores valores foram obtidos no Lageado, sendo estas diferenças significativas (Figs. 8 e 9). No caso das comparações do tamanho dos ovos entre as duas populações, não houve resultado significativo ( $t = -0,0834$ ;  $GL = 22$ ;  $P = 0,934$ ).



Fig. 1. *A. schrankiae* emergindo de semente de *M. bimucronata*.



Fig. 2. População de *M. bimucronata* na área do Lageado.



Fig. 3. População de *M. bimucronata* na área de Rubião.

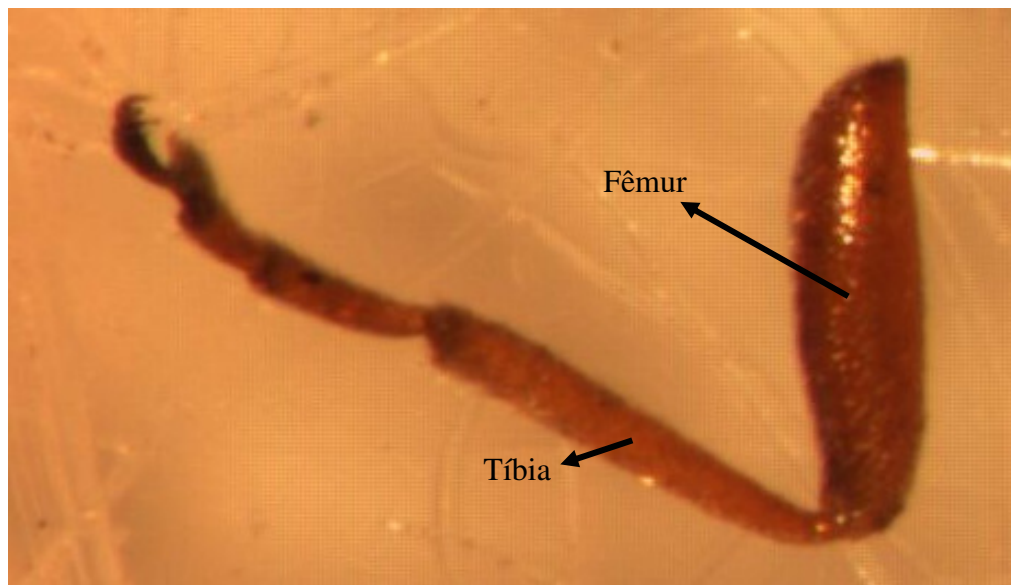


Fig. 4. Perna de *A. schrankiae*, destacando fêmur e tíbia.



Fig. 5. Ovo de *A. schrankiae* em fruto de *M. bimucronata*.

Tabela 1. Comparação dos valores médios do comprimento da tíbia e do fêmur (mm) de *A. schrankiae* entre as populações de Rubião e Lageado. O teste *t*-Student para amostras independentes foi utilizado nas comparações.

Fonte de variação	Média ( $\pm$ DP)		GL	<i>t</i>	<i>P</i>
	Rubião	Lageado			
Comprimento da tíbia	0,421 $\pm$ 0,017	0,434 $\pm$ 0,036	22	-1,071	0,296
Comprimento do fêmur	0,478 $\pm$ 0,025	0,516 $\pm$ 0,033	22	-3,064	0,006 *

\* Diferença significativa ( $P < 0,01$ ).

Tabela 2. Resultado da análise de regressão múltipla linear entre o comprimento do fêmur (mm) e os conteúdos de nitrogênio (g/kg de matéria seca) e taninos (mg ac. tânico/g mat. seca) entre plantas localizadas no Lageado.

Variável dependente	Variáveis independentes	$r^2$	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>P</i> *
Comprimento do fêmur	Conteúdo de nitrogênio	0,300	0,007	1,244	0,239
	Conteúdo de taninos	0,067	-0,001	-0,587	0,569

\* Não houve diferença significativa para ambas variáveis independentes.

Tabela 3. Resultado da análise de regressão múltipla entre o comprimento do fêmur (mm) e os conteúdos de nitrogênio (g/kg de matéria seca) e taninos (mg ac. tânico/g mat. seca) entre plantas localizadas em Rubião.

Variável dependente	Variáveis independentes	$r^2$	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
Comprimento do fêmur	Conteúdo de nitrogênio	0,001	0,0003	0,110	0,915
	Conteúdo de taninos	0,478	-0,003	-2,477	0,042 *

\* Diferença significativa ( $P < 0,05$ ).



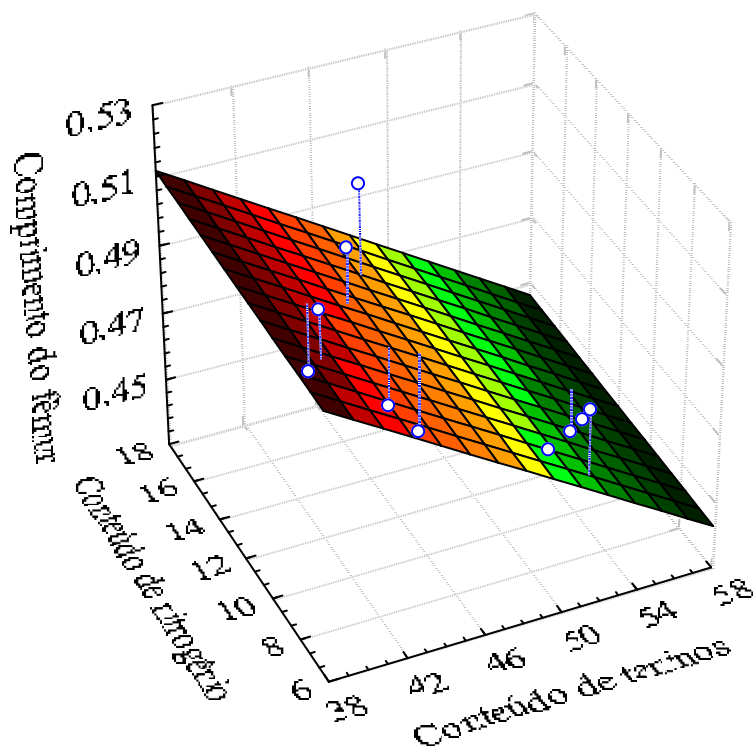


Fig. 6. Gráfico tridimensional mostrando a relação entre o comprimento do fêmur (mm) e os conteúdos de nitrogênio (g/kg de matéria seca) e taninos (mg ac. tânico/g mat. seca) entre plantas localizadas em Rubião.

Tabela 4. Resultado da análise de regressão múltipla linear entre o comprimento dos ovos (mm) e os conteúdos de nitrogênio (g/kg de matéria seca) e taninos (mg ac. tânico/g mat. seca) entre plantas localizadas no Lageado.

Variável dependente	Variáveis independentes	$r^2$	$b$	$t$	$P$
Comprimento dos ovos	Conteúdo de taninos	0,759	0,003	0,001	0,032 *
	Conteúdo de nitrogênio	0,287	-0,005	-1,509	0,159

\* Diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

Tabela 5. Resultado da análise de regressão múltipla linear entre o comprimento dos ovos (mm) e os conteúdos de nitrogênio (g/kg de matéria seca) e taninos (mg ac. tânico/g mat. seca) entre plantas localizadas em Rubião.

Variável dependente	Variáveis independentes	$r^2$	$b$	$t$	$P^*$
Comprimento dos ovos	Conteúdo de taninos	0,003	-0,0004	-0,143	0,890
	Conteúdo de nitrogênio	0,029	-0,002	-0,445	0,670

\* Não houve diferença significativa para ambas variáveis independentes.

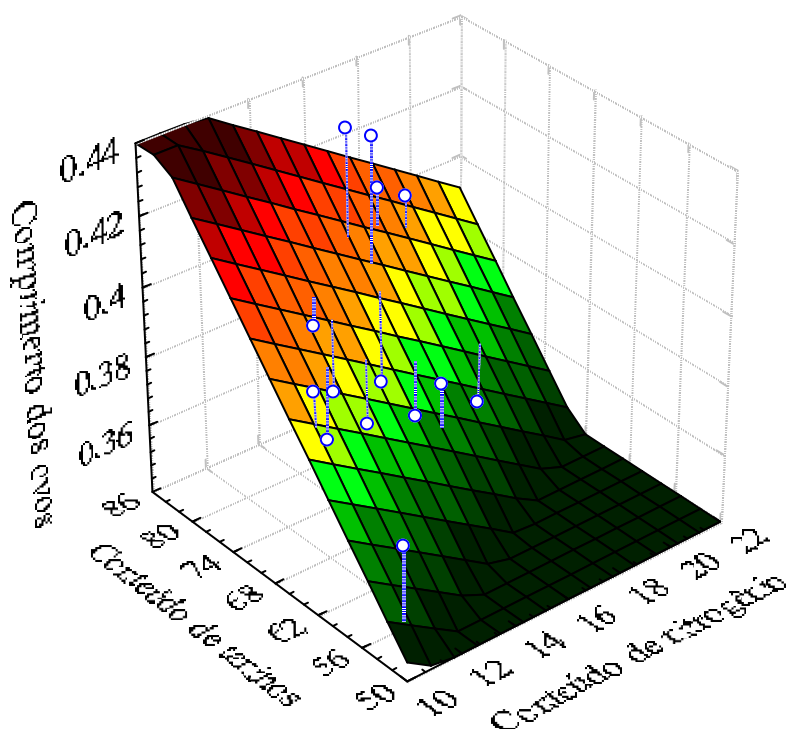


Fig. 7. Gráfico tridimensional mostrando a relação entre o comprimento dos ovos de *A. schrankiae* (mm) e os conteúdos de nitrogênio (g/kg de matéria seca) e taninos (mg ac. tânico/g mat. seca) entre plantas localizadas no Lageado.

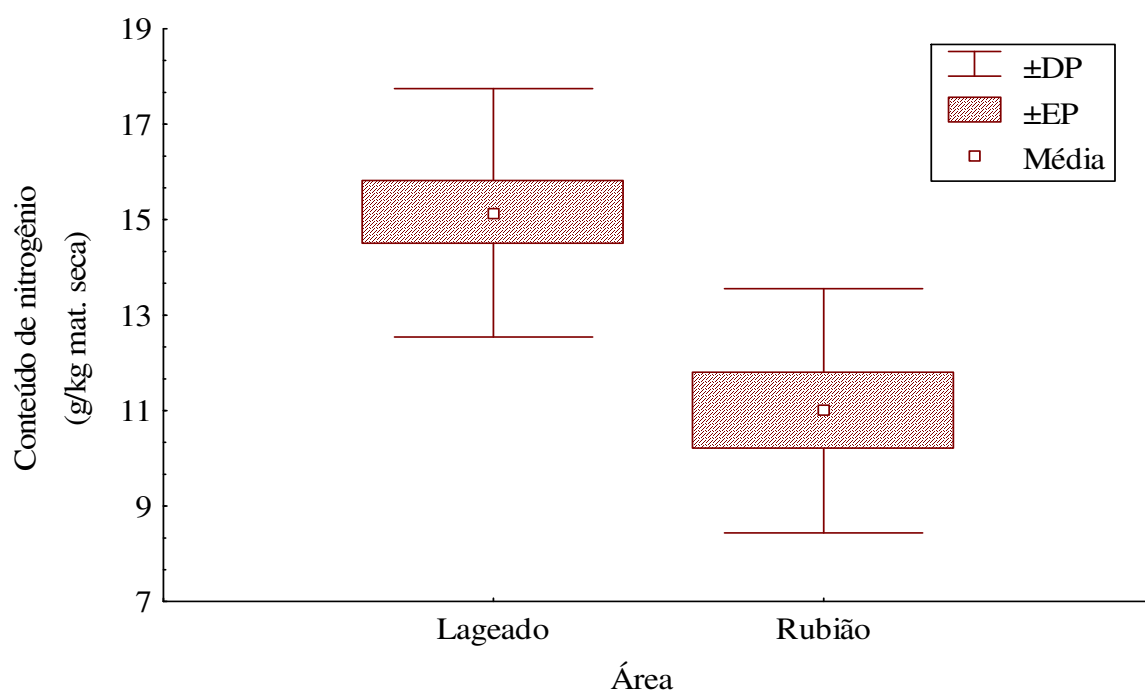


Fig. 8. Comparação do conteúdo de nitrogênio (g/kg de matéria seca) entre os frutos das plantas localizadas em Rubião e no Lageado. Os valores médios diferiram estatisticamente pelo teste *t*-Student ( $t = 3,929$ ;  $GL = 23$ ;  $P = 0,0007$ ).

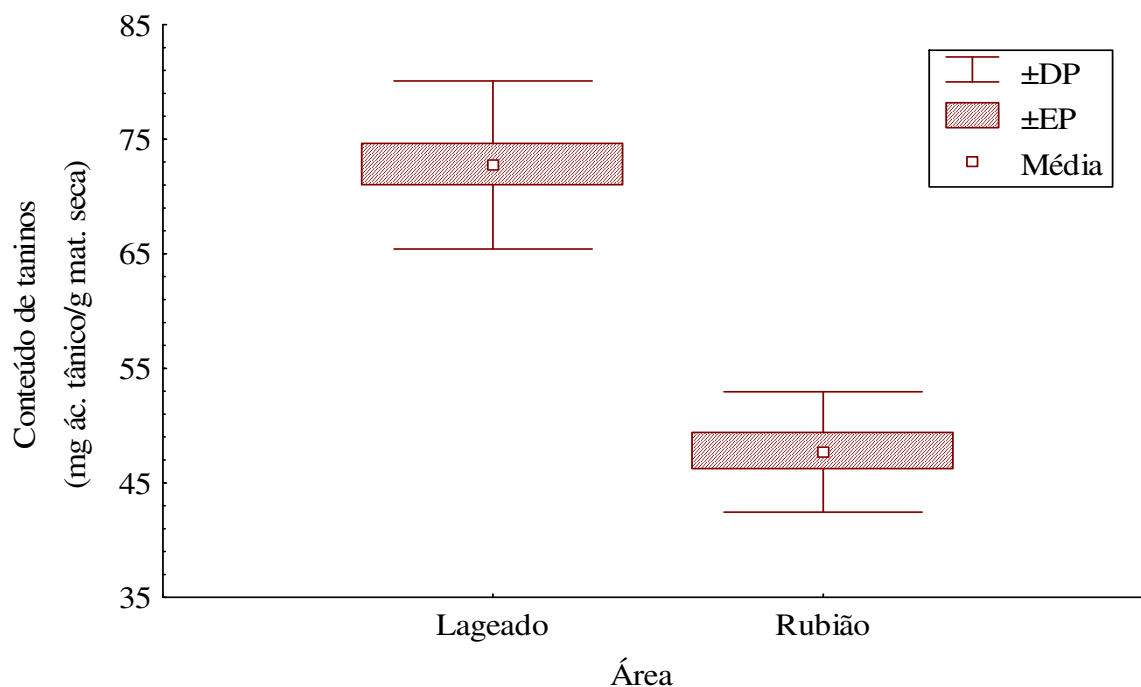


Fig. 9. Comparação do conteúdo de taninos (mg ác. tânico/g mat. seca) entre os frutos das plantas localizadas em Rubião e no Lageado. Os valores médios diferiram estatisticamente pelo teste *t*-Student ( $t = 9,285$ ;  $GL = 23$ ;  $P < 0,0001$ ).

#### 4. Discussão

Sabe-se que a qualidade da planta hospedeira representada, por exemplo, pelas concentrações de nitrogênio e compostos de defesa, pode afetar tanto positiva como negativamente a performance dos insetos herbívoros (Awmack & Leather, 2002). No presente estudo constatou-se que o tamanho corporal de *A. schrankiae*, bem como o tamanho de seus ovos, podem ter sido diretamente afetados pela qualidade das plantas de *M. bimucronata*. No entanto, relações significativas foram encontradas apenas para os taninos, demonstrando que apesar do nitrogênio ser reconhecidamente um nutriente essencial para o desenvolvimento dos insetos (Mattson & Striber, 1987; Stiling & Moon, 2005), no presente sistema, aparentemente, este elemento não afetou o desenvolvimento dos insetos. É importante ressaltar que não foram encontrados resultados iguais nas áreas estudadas. Por exemplo, a relação inversa entre o tamanho dos insetos e o conteúdo de taninos foi significativa apenas em Rubião (Tabela 3). Já no Lageado, observou-se uma relação significativa positiva entre o tamanho dos ovos e a concentração de taninos (Tabela 4). Além disso, as duas áreas diferiram de forma marcante no que diz respeito ao conteúdo de nitrogênio e taninos (Figs. 8 e 9).

Apesar de não terem sido encontradas relações significativas entre o conteúdo de nitrogênio e o tamanho dos insetos, a diferença no balanço nitrogênio/taninos nas duas áreas pode ser um componente explicativo para os padrões observados. No Lageado, foi encontrada uma relação significativa positiva entre o conteúdo de nitrogênio e taninos, mostrando que as plantas que apresentavam os maiores conteúdos de nitrogênio, apresentavam também as maiores concentrações de taninos. Assim, é possível que os insetos que se desenvolveram nas plantas com elevados conteúdos de taninos não eram afetados, justamente porque estas plantas também apresentavam altos teores de nitrogênio. Já nas plantas localizadas em Rubião, não houve uma relação significativa entre o teor de nitrogênio e o conteúdo de taninos. Assim, os insetos que se desenvolviam em plantas com altos teores de nitrogênio, não

necessariamente estavam se desenvolvendo em plantas com altas concentrações de taninos, o que pode ter intensificado o efeito dos taninos, justificando o menor tamanho dos insetos provenientes da população de Rubião.

Considerando que o conteúdo de taninos afetou significativamente o tamanho dos insetos em uma das populações, efeitos significativos ao longo da cadeia trófica são esperados, principalmente no que diz respeito aos parasitóides (Price *et al.*, 1980; Stiling & Rossi, 1997; Lill & Marquis, 2001; Lill *et al.*, 2002). A variabilidade de tamanho de *A. schrankiae* entre as plantas pode representar variabilidade na qualidade de recursos (hospedeiros) para os parasitóides, podendo interferir diretamente na dinâmica da cadeia trófica e gerar grande variabilidade espacial no padrão de parasitismo devido a diferenças na escolha do hospedeiro.

Outra razão que pode explicar o maior tamanho dos insetos no Lageado é a relação significativa encontrada entre o tamanho dos ovos e a concentração de taninos entre as plantas. Sabe-se que as fêmeas de algumas espécies de bruquídeos podem ajustar o tamanho de seus ovos dependendo da qualidade do recurso utilizado, onde ovos maiores geralmente são depositados em sementes de pior qualidade, na tentativa de melhorar o desempenho (*fitness*) da prole (Fox & Mousseau, 1996; Fox, 2000). Portanto, a relação significativa encontrada no presente estudo corrobora esta hipótese, pois ovos maiores foram depositados justamente nas plantas com maiores conteúdos de taninos, fazendo com que o tamanho dos insetos fosse menos afetado na população do Lageado. Em Rubião, não foram encontradas relações significativas entre o conteúdo de taninos e nitrogênio e o tamanho dos ovos. O fato da relação significativa entre tamanho dos ovos e concentração de taninos ter sido encontrada apenas no Lageado pode ser entendido pelas maiores concentrações de taninos ocorrentes nas plantas desta área (Fig. 9), resultando então em um comportamento de oviposição diferenciado.

A diferença encontrada na qualidade das plantas das duas populações pode ser atribuída ao tipo de solo. Em Rubião, o solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo com textura arenosa (Comissão de solos, 1960). Já no Lageado, tem-se o solo classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico com textura bem argilosa (Assis & Lanças, 2005). Este último, por ter textura argilosa, tem maior capacidade de retenção de água e, possivelmente, maior capacidade de troca catiônica (CTC) (Anda, 1998), o que pode aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, sendo um solo mais fértil do que um solo arenoso, típico da área de Rubião. No entanto, mais estudos sobre a relação entre a fertilidade dos solos e a qualidade das plantas de *M. bimucronata* são necessários, uma vez que esta planta tem a capacidade obter nitrogênio da atmosfera através de bactérias simbiotes localizadas no sistema radicular (Patreze & Cordeiro, 2004).

Sabe-se que os bruquídeos são geralmente resistentes a certos compostos de defesa das plantas como os taninos porque são insetos que se alimentam exclusivamente de sementes e possuem grande especificidade com relação à planta hospedeira (Janzen, 1975; Southgate, 1979; Center & Johnson, 1979; Edwards & Wratten, 1981; Gullan & Cranston, 2000; Johnson *et al.*, 2003; Ricklefs, 2003). No entanto, alguns estudos têm demonstrado que o desempenho de algumas espécies pode ser afetado por compostos secundários (Barz & Koster, 1981; Barbosa, 1988; Fox *et al.*, 1996). No presente estudo ficou constatado que os taninos podem influenciar o desempenho e o comportamento de oviposição de *A. schrankiae*. No entanto, tal constatação pode apresentar considerável variação local, uma vez que os padrões observados diferiram nas áreas estudadas. Portanto, para a obtenção de resultados mais precisos, estudos em mais de uma população são necessários, pois as proporções dos elementos químicos ocorrentes nas plantas investigadas podem variar dependendo da população em estudo, já que as condições ambientais (tipo de solo, altitude, precipitação, etc...) podem diferir, dependendo da localização das populações. Estudos que avaliam a relação entre a qualidade das plantas e

o desempenho dos insetos herbívoros/predadores, que considerem também as proporções ocorrentes de diversos nutrientes e compostos de defesa das plantas, são encorajados, uma vez que podem oferecer respostas importantes para os padrões observados.

## 5. Conclusões

- 1) A qualidade da planta pode interferir diretamente no desempenho de *A. schrankiae*, uma vez que na população de Rubião, insetos de menor tamanho corporal foram encontrados em plantas com maiores conteúdos de taninos.
- 2) Possivelmente as fêmeas de *A. schrankiae* ajustam o tamanho de seus ovos dependendo da qualidade do recurso utilizado, uma vez que na população do Lageado, ovos maiores foram depositados em plantas com maiores conteúdos de taninos.
- 3) Apesar dos taninos terem influenciado o desempenho e o comportamento de oviposição de *A. schrankiae*, tal constatação pode apresentar considerável variação local, uma vez que os padrões observados diferiram nas áreas estudadas.
- 4) Os insetos do Lageado apresentaram um maior tamanho corporal que os insetos de Rubião e a relação nitrogênio/taninos, bem como a relação significativa encontrada entre o tamanho dos ovos e a concentração de taninos, podem ser componentes explicativos para os padrões observados.
- 5) As plantas localizadas no Lageado apresentaram maiores conteúdos de taninos e nitrogênio e tal diferença pode ser atribuída ao tipo de solo.



## 6. Referências bibliográficas

- A.O.A.C. (1995) *Official methods of analysis of AOAC Internacional*. Cuniff, P. Z. (ed.). 16 ed., v.1, Arlington, Virginia. cap. 3, 24.
- Anda (1998) *Manual internacional de fertilidade do solo*. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos, 177p.
- Assis, R. L.; Lanças, K. P. (2005) Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, **29**, 515-522.
- Awmack, C. S.; Leather, S.R. (2002) Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, **47**, 817-844.
- Barbosa, P. (1988) Natural enemies and herbivore-plant interactions: influence of plant allelochemicals and host specificity. In: *Novel Aspects of Plant Interactions* (Eds. P. Barbosa and D.K. Letourneau), Wiley Interscience Publication, New York. 201-229.
- Barz, W.; Koster, J. (1981) Turnover and degradation of secondary (natural) products. In: P.K. Stumpf and E. E. Conn (Eds.), *The Biochemistry of Plants: a Comprehensive Treatise*. Academic Press, New York, 35-84.
- Center, T. D.; Johnson, C. D. (1979) Coevolution of some seed beetles (Coleoptera: Bruquidae) and their hosts. *Ecology*, **55**, 1096-1103.
- Comissão de solos. (1960) *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Ministério da Agricultura, 605p.
- Cornelissen, T.; Stiling, P. (2005) Sex-biased herbivory: a meta-analysis of the effects of gender on plant-herbivore interactions. *Oikos*, **111**, 488-500.
- Crawley, M. J. (1996) *Plant ecology*. Blackwell Science, Oxford, UK, 496p.

- Edwards, P. J.; Wratten, S. D. (1981) *Ecologia das interações entre insetos e plantas*. E.P.V./EDUSP, São Paulo, 71p.
- Fox, C. W.; Mousseau, T.A. (1996) Larval host plant affects fitness consequences of egg size variation in the seed beetle *Stator limbatus*. *Oecologia*, **107**, 541-548.
- Fox, C. W. (2000) Natural selection on seed-beetle egg size in nature and the laboratory: variation among environments. *Ecology*, **81**, 3029-3035.
- Fox, C. W., Waddell, K. J.; Mousseau, T. A. (1994) Host-associated fitness variation in a seed beetle (Coleoptera: Bruchidae): evidence for local adaptation to a poor quality host. *Oecologia*, **99**, 329-336.
- Fox, L. R., Kester, K. M.; Eisenbach, J. (1996) Direct and indirect responses of parasitoids to plants; sex ratio, plant quality and herbivore diet breadth. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **80**, 289-292.
- Gullan, P. J.; Cranston, P.S. (2000) *The insects: an outline of entomology*. Blackwell Science, Oxford, UK, 470p.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M.; Fox, G. A. (2002) *The ecology of plants*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Hairston, N. G., Smith, F. E.; Slobodkin, L. B. (1960) Community structure, population control and competition. *American Naturalist*, **94**, 421-425.
- Harbone, J. B. (1993) *Introduction to ecology biochemistry*, 4<sup>o</sup> ed. Academic Press, Londres, 356p.
- Herrera, C. M.; Pellmyr, O. (2002) *Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Hunter, M. D., Varley, G. C.; Gradwell, G. R. (1997) Estimating the relative roles of top-down and bottom-up forces on insect herbivore populations: a classic study revisited. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **94**, 9176-9181.

- Janzen, D. H. (1975) Interactions of seeds and their insect predators/parasitoids in a tropical deciduous forest. In: *Evolutionary strategies of parasitic insects and mites* (Ed. P. W. Price). Plenum Press, New York.
- Johnson, J. B.; Aster, R. C.; Ruiz, M. C.; Malone, S. D.; McChesney, P. J.; Lees, J. M.; Kyle, P. R. (2003) Interpretation and utility of infrasonic records from erupting volcanoes, *J. Volcanol. Geophysical Research Letters.*, **121**, 15-63.
- Jolivet, P. (1998) *Interrelationship between insects and plants*. CRC Press, Boca Raton.
- Kagata, H., Nakamura, M.; Ohgushi, T. (2005) Bottom-up cascade in a tri-trophic system: different impacts of host-plant regeneration on performance of a willow leaf beetle and its natural enemy. *Ecological Entomology*, **30**, 58-62.
- Kaitaniemi, P., Ruohomäki, K., Tammaru, T.; Haukioja, E. (1999) Induced resistance of host tree foliage during and after a natural insect outbreak. *Journal of Animal Ecology*, **68**, 382-389.
- Koricheva, J., Larsson, S.; Haukioja, E. (1998) Insect performance on experimentally stressed wood plants: a meta-analysis. *Annual Review of Entomology*, **43**, 195-216.
- Leather, S. R. (1988) Size, reproductive potential and fecundity in insects: things aren't as simple as they seem. *Oikos*, **51**, 386-389.
- Lewis, A. C. (1984) Plant quality and grasshopper feeding: effects of sunflower condition on preference and performance in *Melanoplus differentialis*. *Ecology*, **65**, 836-843.
- Lill, J.T.; Marquis, R.J. (2001) The effects of leaf quality on herbivore performance and attack from natural enemies. *Oecologia*, **126**, 418-428.
- Lill, J. T., Marquis, R. J.; Ricklefs, R. E. (2002) Host plants influence parasitism of forest caterpillars. *Nature*, **417**, 170-173.
- Lorenzi, H. (2000) *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 3ª Ed., Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.

- Marchiori, J. N. C. (1993) Anatomia da madeira e casca do Maricá, *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze. *Ciência Florestal*, **3**, 85-106.
- Mattson, W. J.; Scriber, J. M. (1987) *Nutritional ecology of insect folivores of woody plants: nitrogen, water, fiber and mineral considerations*. In: Slansky, F.; Rodriguez, J. G. (eds.). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. 'Wiley-Interscience Publication, 105-145.
- Mattson, W. J.; Haack, R. A. (1987) *The role of drought in outbreaks of planting eatings* *Insects Bioscience*, Washington, **37**, 110-118.
- McClure, M. S. (1980) Foliar nitrogen: a basis for host suitability for elongate hemlock scale, *Fiorinia externa* (Homoptera: Diaspididae). *Ecology*, **61**, 72-79.
- McGarigal, K.; Cushman, S. & Stafford, S. (2000) *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*, Springer-Verlag, Berlin, 283p.
- Nylin, S.; Gotthard, K. (1998) Plasticity in life-history traits. *Annual Review of Entomology*, **43**, 63-83.
- Patreze C. M.; Cordeiro, L. (2004) Nitrogen-fixing and vesiculararbuscular mycorrhizal symbioses in some tropical legume trees of tribe Mimoseae. *Forst Ecology and Management*, **196**, 275-285.
- Price, P. (1992) Plant resources as the mechanistic basis for insect herbivore population dynamics. In: *Effects of Resource Distribution on Animal-Plant Interactions* (Eds. M.D. Hunter, T. Ohgushi and P.W. Price), Academic Press, San Diego, California, 139-173.
- Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., McPherson, B. A., Thompson, J. N.; Weis, A. E. (1980) Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **11**, 41-65.
- Reitz, R., Klein, R. M.; Reis, A. (1983) *Projeto madeira do Rio Grande do Sul*. *Sellowia*, **34/35**, 1-525.
- Ricklefs, R. E., (2003). *A Economia da Natureza*. 5 ed. Guanabara koogan, 503p.

- Roininem, H., Price, P. W.; Tahvanainen, J. (1996) Bottom-up and top-down influences in the trophic system of a willow, a galling sawfly, parasitoids and inquilines. *Oikos*, **77**, 44-50.
- Schoonhoven, L. M., Van Loon, J. J. A.; Dicke, M. (2005) *Insect-Plant Biology*. 2nd edition. Oxford University Press Inc., New York.
- Silva, L. A., Maimoni-Rodella, R. C. S.; Rossi, M. N. (2007) A preliminary investigation of pre-dispersal seed predation by *Acanthoscelides schrankiae* Horn (Coleoptera: Bruchidae) in *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze trees. *Neotropical Entomology*, **36**, 197-202.
- Southgate, B.J. (1979) Biology of the Bruchidae. *Annual Review of Entomology*, **24**, 449-473.
- Stevanato, R., Fabris S.; Momo F. (2004) New enzymatic method for the determination of total phenolic content in tea and wine. *J. Agric. Food Chem.*, **52**, 6287-6293
- Stiling, P.; Rossi, A. M. (1997) Experimental manipulations of top-down and bottom-up factors in a tri-trophic system. *Ecology*, **78**, 1602-1606.
- Stiling, P.; Moon, D. C. (2005) Quality or quantity: the direct and indirect effects of host plants on herbivores and their natural enemies. *Oecologia*, **142**, 413-420.
- Stiling, P. D. (1999) *Ecology: theories and applications*. Prentice Hall, New Jersey, NJ.
- Strauss, S. Y.; Zangerl, A. R. (2002) Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. In: *Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach* (Eds. C.M. Herrera and O. Pellmyr), Blackwell Publishing, Oxford, UK. 77-106.
- Takakura, K. (2004) Variation in egg size within and among generations of the bean weevil, *Bruchidius dorsalis* (Coleoptera, Bruchidae): effects of host plant quality and paternal nutritional investment. *Annals of the Entomological Society of America*, **97**, 346-352.
- Teder, T.; Tammaru, T. (2002) Cascading effects of variation in plant vigour on the relative performance of insect herbivores and their parasitoids. *Ecological Entomology*, **27**, 94-104.

- Turchin, P.; Taylor, A. D.; Reeve, J. D. (1999) Dynamical role of predators in population cycles of a forest insect: an experimental test. *Science*, **285**, 1068-1071.
- Turlings, T. C. J.; Benrey, B. (1998) Effects of plant metabolites on the behavior and development of parasitic wasps. *Ecoscience*, **5**, 321-333.
- White, T. C. R. (1984) The abundance of invertebrate herbivory in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia*, **63**, 90-105.
- Who, E. (1993) Food consumption, life-history and determinants of host range in the bruchid beetle *Specularius impressithorax* (Coleoptera, Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, **29**, 53-62.
- Zar, J. H. (1999) *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.