

INSETOS PREDADORES DE SEMENTES E SUAS RELAÇÕES COM A QUALIDADE E A MORFOLOGIA DE FRUTOS E SEMENTES

LIGIA MARIA DA SILVA RODRIGUES

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências, Câmpus de
Botucatu, UNESP, para obtenção
do título de Doutor no Programa
de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas (Botânica), Área de
concentração: Morfologia e
Diversidade Vegetal.

**BOTUCATU-SP
2013**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"Julio de Mesquita Filho"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

INSETOS PREDADORES DE SEMENTES E SUAS
RELAÇÕES COM A QUALIDADE
E A MORFOLOGIA DE FRUTOS E SEMENTES

LIGIA MARIA DA SILVA RODRIGUES

Profº Drº MARCELO NOGUEIRA ROSSI
- ORIENTADOR -

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Área de concentração: Morfologia e Diversidade Vegetal.

BOTUCATU-SP
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE*

Rodrigues, Ligia Maria da Silva.

Insetos predadores de sementes e suas relações com a qualidade e a morfologia de frutos e sementes / Ligia Maria da Silva Rodrigues. – Botucatu [s.n.], 2013.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Marcelo Nogueira Rossi

Capes: 20300000

1. Inseto. 2. Frutos - Morfologia. 3. Sementes - Morfologia. 4. Sementes – Qualidade. 5. Relação inseto-planta. 6. Predação (Biologia)

Palavras-chave: Insetos predadores; Morfologia de frutos; Morfologia de sementes; Predação de sementes pré-dispersão; Qualidade das sementes.

*“Ainda que eu atravessasse pelo vale escuro,
não temerei mal algum, porque Tu estás comigo.
O Teu bordão e Teu cajado me consolam.”*
Salmo 23: 4

Agradecimentos

- À Deus por guiar meus passos e assim permitir que eu prosseguisse e concluísse esta caminhada.
- À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos.
- Ao Prof. Dr. Marcelo N. Rossi pela orientação durante a pós-graduação.
- À minha família e aos meus familiares por todo amor e todo apoio, vocês são fundamentais em minha vida.
- Às amigas de laboratório – Carol, Débora e Paula – e amigos do departamento de Botânica pela amizade, companheirismo e ótima convivência diária.
- Aos meus amigos por toda a amizade, carinho e apoio que sempre me deram, com agradecimento especial a minha amiga Francely e ao meu amigo Maurício.
- À Prof^a Dr^a Cibele S. Ribeiro-Costa e Jéssica H. Viana (Departamento de Zoologia da UFPR) pelas identificações das famílias de Coleoptera e espécies da subfamília Bruchinae.
- Ao Prof. Dr. Roberto O. Roça (Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA), Nathália B. Athayde e Hélio A. Ricardo por permitirem a utilização do aparelho texturômetro e por me ajudarem durante a utilização.
- Ao Prof. Dr. Marcos G. Nogueira (Departamento de Zoologia do IBB) e Danilo Naliato por permitirem a utilização do Estereomicroscópio Trinocular e pela ajuda durante a utilização e ao funcionário do departamento de Zoologia Silvio de Almeida pela colaboração no campo.
- À Prof^a Dr^a Giuseppina P. P. Lima e Marizete Cavalcante pela prestação de serviços de análises bioquímicas.

- À Milena Ventrigh Martins (Departamento de Botânica da UNICAMP) pelas plantas identificadas.
- Ao funcionário Aparecido Agostinho Arruda (Departamento de Ciências Florestais da FCA) pela colaboração no campo.

Sumário

Resumo Geral	1
Abstract	2
Introdução Geral	3
Referências Bibliográficas	13
Capítulo 1 – Comunidade de insetos consumidores de sementes em área de Floresta Estacional Semidecidual	20
Resumo	22
Abstract	23
Introdução	24
Objetivos	25
Material e Métodos	25
Resultados	28
Discussão	33
Referências Bibliográficas	37
Tabelas e Figuras	43
Capítulo 2 – Influência das características qualitativas e morfológicas de frutos e sementes no tamanho corporal e na abundância de insetos predadores de sementes	56
Resumo	58
Abstract	59
Introdução	60
Objetivos	62
Material e Métodos	63
Resultados	70
Discussão	74
Referências Bibliográficas	78
Figuras e Tabelas	86
Considerações Finais	110

RODRIGUES, L. M. S. **INSETOS PREDADORES DE SEMENTES E SUAS RELAÇÕES COM A QUALIDADE E A MORFOLOGIA DE FRUTOS E SEMENTES.** 2013. 110P. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP, BOTUCATU.

RESUMO – Este estudo teve como objetivos conhecer a comunidade de insetos consumidores de sementes na fase de pré-dispersão e suas plantas hospedeiras em áreas de floresta estacional semidecidual, quantificar os níveis de danos causados por estes insetos, e também verificar se caracteres qualitativos (compostos fenólicos, proteína total e dureza das sementes) e morfológicos (forma e biomassa) das sementes interferem no tamanho corporal das principais ordens de insetos encontradas predando as sementes e nas taxas de emergência destes insetos. Em áreas da Fazenda Experimental Edgárdia, foram selecionadas 89 plantas de 30 espécies, pertencentes a seis famílias. Foram realizadas coletas mensais de frutos e acompanhamento da fenologia reprodutiva por dois anos. Após as coletas os frutos foram armazenados para aguardar a emergência dos insetos e após emergência, os insetos, frutos e sementes foram medidos. As sementes também foram testadas para determinar sua dureza e foram analisadas quanto à biomassa, teor de água, nitrogênio total e compostos fenólicos totais. Houve emergência de insetos provenientes de três ordens, Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera em 21 espécies de plantas. Coleoptera foi a que apresentou maior número de indivíduos emergindo dos frutos, seguida por Hymenoptera e por último Lepidoptera. Nos coleópteros foram observadas cinco famílias predando as sementes, Anobiidae, Anthribidae, Cerambycidae, Curculionidae e Chrysomelidae. A subfamília Bruchinae (Chrysomelidae) foi a que teve o maior número de insetos emergindo dos frutos de 14 espécies de plantas, com o total de sete gêneros identificados. *Hymenaea courbaril* foi a espécie mais intensamente predada (53,99%) e o maior consumo se deu por insetos da ordem Lepidoptera (35,14%). Já a espécie *Luehea divaricata* apresentou a menor taxa de predação (0,07%). A qualidade das sementes exerceu influência significativa apenas no que diz respeito ao tamanho corporal dos coleópteros e lepidópteros, uma vez que insetos maiores foram observados nas sementes mais duras. Para os dados morfológicos e a biomassa das sementes, foi observado que nas espécies com sementes de maior biomassa os coleópteros eram maiores e mais lepidópteros emergiram. Além disso, lepidópteros maiores emergiram de sementes mais esféricas. Os tipos de frutos coletados estavam associados aos principais grupos de insetos emergentes, sendo que bruquíneos e lepidópteros estavam mais associados a legumes e legumes bacóides e os curculionídeos estavam mais associados a sâmaras e legumes samaróides.

Palavras-chave: – Predadores de sementes, Morfologia de frutos, Morfologia de semente, Predação de sementes pré-dispersão, Qualidade das sementes.

RODRIGUES, L. M. S. **INSECT SEED PREDATORS AND THEIR RELATIONS WITH QUALITY AND MORPHOLOGY OF FRUITS AND SEEDS.** 2013. 110P. THESIS – BIOSCIENCES INSTITUTE – UNESP, BOTUCATU.

ABSTRACT – This study aimed to identify the insect community of pre-dispersal seed consumers and their host plants in semi-deciduous forest areas, quantify the levels of damage caused by these insects in their seeds, exam whether qualitative characters (phenolic compounds, total protein and hardness of seeds) and morphological characters (form and biomass) of seeds interfere with body size and rates of emergency of the main insect pre-dispersal seed predators orders feeding on these seeds. 89 plants of 30 species belonging to six families were selected in five areas at the Experimental Farm Edgárdia. Fruit collections and reproductive phenology monitoring were made every month during two years. After collection, fruits were stored to await the emergence of insects and after emergence, the insects, fruits and seeds were measured. Then the hardness, biomass and water content, total nitrogen and total phenolics were estimated in seeds. Insects emerged from 21 plant species and from three orders: Coleoptera, Lepidoptera and Hymenoptera. Coleoptera showed the highest number of individuals emerging from fruits, followed by Hymenoptera and Lepidoptera, respectively. Coleoptera showed five families preying on seeds, Anobiidae, Anthribidae, Cerambycidae, Curculionidae and Chrysomelidae. The subfamily Bruchinae (Chrysomelidae) was the one with the greatest number of insects emerging from the fruits of 14 plant species, with a total of seven genera identified. *Hymenaea courbaril* was the most heavily predated plant (53.99%) and the highest consumption occurred by insects of the order Lepidoptera (35.14%); on the other hand *Luehea divaricata* showed the lowest predation rate (0.07%). Seed quality had significant effect only in relation to body size of beetles and butterflies, since larger insects were observed in tougher seeds. For the morphological data and biomass of seeds was observed that the species with higher biomass seed beetles were larger and more lepidopterans have emerged. Further, larger lepidopterans emerged from more spherical seeds. The types of fruits collected were associated to major groups of insects emerging, and Bruchinae and Lepidoptera were associated with more legumes and bacoids legumes and weevils were more associated with samaras and samaroids legumes.

Key-words: Fruit morphology, Pre-dispersal seed predation, Seed morphology, Seed predators, Seed quality.

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

A predação de sementes

Por serem base de muitas cadeias alimentares, as plantas são recursos bastante explorados nos ecossistemas e aos consumidores de vegetais denominamos herbívoros. Os herbívoros podem alimentar-se de diferentes partes da planta como folhas, frutos, pólen, sementes e cada herbívoro tende a especializar-se em determinado órgão da planta (Morris 2009).

Existem os herbívoros que são especializados no consumo de sementes, alimentando-se principalmente ou exclusivamente delas; eles são chamados de granívoros e esta interação entre as plantas e os animais que se alimentam de suas sementes é denominada de granivoria (Hulme & Benkman 2002). Também podemos denominar esta interação como predação de sementes (Crawley 2000), pois a predação é caracterizada pelo consumo de um organismo vivo por outro organismo, sendo que as presas podem ser animais ou vegetais e podem ser consumidas em sua totalidade ou apenas partes delas (Begon *et al.* 2007; Denno & Lewis 2009), portanto, também denominamos os animais que participam desta interação como predadores de sementes.

Os predadores de sementes podem ser animais vertebrados ou invertebrados e eles podem consumir a semente antes da dispersão, quando elas ainda encontram-se “presas” à planta-mãe, predação pré-dispersão, ou depois de sua dispersão, predação pós-dispersão. Entre os predadores pré-dispersão e pós-dispersão observam-se várias ordens de insetos, roedores, veados, aves granívoras, entre outros (Janzen 1971; Hulme & Kollmann 2005). A intensidade da predação tanto pré- quanto pós-dispersão e a comunidade de predadores variam de um ambiente para outro, entre as espécies e entre os indivíduos de uma mesma espécie (Janzen 1971). A predação de sementes por

insetos na fase pré-dispersão é muito intensa e geralmente uma causa importante da mortalidade das sementes (Zhang *et al.* 1997).

Pelo fato das sementes serem estruturas extremamente importantes aos vegetais, pois garantem a permanência e dispersão das espécies no ambiente, o seu consumo (predação) pode afetar diretamente o número das sementes que serão dispersas no ambiente e a viabilidade (germinação) das sementes produzidas, podendo influenciar a habilidade de colonização das espécies vegetais, a distribuição espacial das mesmas e a dinâmica das populações de plantas, variando no tempo e no espaço e influenciando muitas características da planta como número de flores, número de sementes produzidas pela planta e sua fenologia (Orozco-Almanza *et al.* 2003; Schelin *et al.* 2004; Szentesi 2006; Kolb *et al.* 2007).

Insetos predadores de sementes pré-dispersão

Entre os insetos predadores de sementes na fase pré-dispersão encontramos diversas espécies das ordens Diptera, Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Janzen 1971). A ordem Coleoptera é a ordem mais diversa dos insetos, com aproximadamente 370.000 espécies descritas (Crowson 1981; Pereira & Salvadori 2006), sendo um grupo bem sucedido e que ocupa uma grande variedade de habitats pelos continentes, apresentando diversos tamanhos e formas (Crowson 1981; Gillott 2005). A maioria dos coleópteros são fitófagos com mais de 135.000 espécies nas superfamílias Chrysomeloidea e Curculionoidea, cuja evolução e riqueza de espécies parecem estar intimamente ligadas à evolução das angiospermas (Gillott 2005). Algumas famílias de Coleoptera são conhecidas por suas larvas alimentarem-se de sementes, causando grandes danos, pois podem inviabilizar o embrião, tornando-se predadoras tanto de espécies florestais, quanto de grãos estocados (Pereira & Salvadori 2006).

Curculionidae é uma família de Coleoptera de grande magnitude com aproximadamente 51.000 espécies descritas (Oberprieller *et al.* 2007), sendo que suas larvas desenvolvem-se em diversos ambientes dependendo da espécie, sendo inclusive predadoras de sementes (Oberprieller *et al.* 2007). Podem causar grande perda na produção de sementes em espécies florestais ou agrícolas, seja pelo consumo das flores ou das próprias sementes por suas larvas, podendo ser considerados como reguladores das populações de plantas, pragas ou em alguns casos atuando no controle biológico de algumas espécies de plantas (Freeman 1967; Kashefi & Sobhian 1998).

Os coleópteros da subfamília Bruchinae (Chrysomelidae) são importantes predadores de sementes, principalmente de leguminosas (Southgate 1979), sendo que suas larvas alimentam-se exclusivamente de sementes, atacando principalmente o embrião, e devido a este fato algumas espécies desta subfamília são consideradas grandes pragas, pois as sementes de algumas espécies são de grande importância econômica, ou utilizadas na alimentação humana como, por exemplo, feijão, ervilha, soja e cowpea (Southgate 1979; Romero-Napoles 2002; Kingsolver 2004). Pouco se conhece a respeito do desenvolvimento dos bruquíneos que consomem espécies florestais ou de pouca importância econômica, já que o estudo de seu ciclo biológico é bastante dificultado pelo fato de suas larvas se desenvolverem no interior das sementes (Romero-Napoles, 2002). Sabe-se que na fase adulta, os bruquíneos possuem basicamente apenas função reprodutiva, alimentando-se apenas de pólen, néctar ou não se alimentam (Romero-Napoles 2002; Kingsolver 2004).

A ordem Lepidoptera é uma ordem de insetos bastante conhecida e que possui aproximadamente 200.000 espécies descritas, ocupando os mais diversos habitats e estes insetos na maioria das vezes estão associados aos vegetais (Gillot 2005). Diversas partes das plantas servem como fonte de alimentação para as lagartas: tecidos das

folhas, partes dos frutos e as sementes e devido a este hábito fitófago e elevada taxa de reprodução muitas espécies são consideradas pragas (Gillott 2005). As lagartas podem consumir sementes de espécies florestais e cultivadas. Nas espécies, cultivadas o consumo das sementes pelas lagartas de lepidópteros acarretam uma queda na qualidade dos grãos, e quando atingem a região do embrião, inutilizam estes grãos para consumo ou plantio, gerando uma baixa produtividade (Marques *et al.* 2011). Já em espécies florestais a predação se dá em várias intensidades e afeta bastante a dinâmica populacional das espécies consumidas (Randall 1986; Howard & Giblin-Davis 1997).

A ordem Hymenoptera possui insetos bastante especializados e de comportamento complexo. Algumas espécies são parasitóides – alimentando-se de larvas e pupas de outros insetos – e tem muita influência na regulação das populações tanto dos produtores e como dos insetos hospedeiros (Price 1997; Gillott 2005). Existem também himenópteros cujas larvas alimentam-se das sementes destruindo o endosperma (Macedo & Monteiro 1989), como observado por Pereira *et al.* (2003) ao estudar o euritomídeo *Bephratelloides pomorum* que alimenta-se da semente de *Annona muricata* causando danos às sementes e aos frutos, por deixar um orifício de emergência que o danifica e permite a entrada de microorganismos.

Morfologia das sementes e suas relações com a predação

As sementes são ricas em nutrientes (armazenados no endosperma e cotilédones) que irão prover o desenvolvimento do embrião e que as tornam altamente nutritivas e energéticas para os animais que as consomem (Hulme & Benkman 2000). A quantidade de recursos disponíveis para o embrião é bem variável, resultando em grande diversidade no tamanho das sementes, tanto dentro de um contexto intra como interespecífico (Gurevitch *et al.* 2002). O tamanho das sementes, além de ser importante

para o desenvolvimento do embrião, pode ser um fator importante na incorporação ao banco de sementes (Bekker *et al.* 1998; Funnes *et al.* 1999; Leishman *et al.* 2000). O tamanho das sementes pode também influenciar a predação, existem, por exemplo, evidências de que fêmeas de bruquíneos podem preferir sementes maiores na oviposição, desta maneira garantindo maior taxa de sobrevivência da prole (Cope & Fox 2003); no entanto, em alguns casos o tamanho pode não evitar que sejam causados danos ao embrião, inviabilizando a semente (Cipollini & Stiles 1991).

Além do tamanho influenciar os níveis de predação, a profundidade, a persistência no solo e o sucesso reprodutivo das sementes, outros atributos físicos, como a forma das sementes, podem interferir nestes processos (Bradford & Smith 1977; Garner & Witkowski 1997; Gómez 2004). No que diz respeito aos insetos que consomem as sementes, pouco se sabe sobre a influência da morfologia das sementes nos padrões de predação. Em um dos poucos trabalhos que investigaram esta questão, Szentesi & Jermy (1995) mediram e calcularam diversos parâmetros morfológicos das sementes de diversas espécies de leguminosas na Hungria com a finalidade de comparar com padrões de infestação por bruquíneos e com características morfológicas destes insetos. Os autores constataram que tanto o tamanho como a forma das sementes foram importantes, mas principalmente para aquelas espécies em que as larvas se alimentavam de apenas uma semente. As plantas hospedeiras que apresentavam sementes mais esféricas e com maiores volumes, eram as mais propensas a serem infestadas (Szentesi & Jermy, 1995). Outra constatação importante deste estudo foi que as sementes de plantas não infestadas eram significativamente menores, corroborando com resultados de Ernst *et al.* (1989), mas que contradiz o estudo de Janzen (1969) para leguminosas da América Central, nas quais as menores sementes apresentaram maiores níveis de predação.

Novamente corroborando com os achados de Ernst *et al.* (1989) e de Szentesi & Jermy (1995), Orozco-Almanza *et al.* (2003), após estudarem a germinação de quatro espécies de *Mimosa* no México, constataram que as espécies de plantas com sementes maiores foram as que apresentaram maiores infestações pelos predadores. Os autores deste estudo também citam os trabalhos de Kingsolver (1980) e Armella (1990), que também mostraram relações significativas entre o tamanho das sementes e o nível de infestação para regiões áridas e tropicais, respectivamente. Apesar do tamanho e forma das sementes serem muito importantes para a determinação dos padrões de ataque, algumas espécies ovipositam sobre os frutos quando estes ainda são imaturos, contendo sementes muito pequenas (Szentesi 2006; Silva *et al.* 2007). Ainda, algumas larvas podem se alimentar de mais de uma semente dentro do fruto durante o desenvolvimento (Szentesi & Jermy 1995). Nestes casos, o tamanho e a forma dos frutos podem ser mais representativos do que as características morfológicas das sementes; portanto, é importante que as características morfológicas de ambos (frutos e sementes) sejam relacionadas com os dados de predação, gerando comparações mais realistas. Ainda são poucos os estudos que investigam diretamente a relação entre certos atributos morfológicos das sementes e frutos (ex. tamanho e forma) e a predação de sementes.

Qualidade da planta e seu consumo por herbívoros

O termo qualidade da planta descreve os componentes da planta que afetam o desempenho dos insetos herbívoros, seja positivamente ou negativamente (Awmack & Leather 2002). Uma das maneiras de determinar o valor nutricional da planta para o inseto é pelo conteúdo de nitrogênio que ela possui, uma vez que a eficiência de crescimento do inseto está intimamente relacionada com o conteúdo deste composto na planta. Isso se justifica pelo fato do nitrogênio ser constituinte das proteínas que estão

presentes na estrutura básica dos insetos, como em seus tecidos e seu tegumento. Assim, na deficiência de nitrogênio, o desenvolvimento do inseto poderá ser comprometido, resultando numa diminuição do tamanho corporal (Schoonhoven *et al.* 2005).

Além de possuírem elementos essenciais ao seu desenvolvimento, os vegetais também produzem compostos orgânicos através do seu metabolismo secundário; aparentemente, estes compostos não tem função direta no crescimento e desenvolvimento do vegetal, mas estas substâncias podem agir como compostos de defesa para o vegetal (Strauss & Zangerl 2002; Taiz & Zeiger 2006). Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas e geralmente diminuem o valor nutricional de uma planta para os insetos que as consomem, pois podem afetar significativamente o desenvolvimento destes insetos (Schoonhoven *et al.* 2005).

Plantas hospedeiras de alta qualidade nutricional podem aumentar o desempenho dos insetos em níveis tróficos superiores. O desenvolvimento de lagartas e sua abundância podem, por exemplo, ser afetado pela qualidade da planta hospedeira (determinada pelos níveis de nitrogênio e água) e pelos compostos de defesa presentes na planta, sendo que elevados conteúdos de água e nitrogênio afetam positivamente o desenvolvimento das lagartas (Coley *et al.* 2006), enquanto que compostos fenólicos e baixa qualidade nutricional retardam o desenvolvimento, podendo inclusive deixar o herbívoro mais exposto ao ataque de inimigos naturais (Coley & Barone 1996).

As condições que os herbívoros vivenciam durante seu desenvolvimento pode ter efeitos intensos no desempenho dos adultos (Timms 1998); a fecundidade, a longevidade e o tamanho corporal dos adultos são determinados pelos recursos obtidos durante o desenvolvimento larval (Timms, 1998; Gianoli *et al.*, 2007).

Alguns estudos recentes com a planta *Mimosa bimucronata* (Fabaceae: Mimosoideae) demonstraram que a qualidade de seus frutos, representada basicamente

pelos conteúdos de compostos fenólicos (tóxico) e nitrogênio (nutriente), pode ser determinante para o desenvolvimento do bruquíneo *Acanthoscelides schrankiae*, afetando o tamanho corporal dos adultos (Kestring *et al.* 2009; Menezes *et.al.* 2010). Estudos que investiguem a relação entre a qualidade do recurso e os padrões de abundância e o desempenho dos insetos predadores de sementes são fundamentais para um melhor entendimento da relevância destas interações nos sistemas tróficos.

Como vimos, as plantas investem na proteção das sementes, pois devido ao seu alto valor nutricional, elas podem vir a ser intensamente predadas; esta proteção pode ser além de química, uma proteção física (ex. espessura da parede dos frutos, lignificação da parede, presença de espinhos e endosperma enrijecido) (Szentesi & Jermy 1995; Hulme & Benkman 2002).

A rigidez dos frutos e sementes, por exemplo, é também um fator importante da qualidade da planta, pois pode evitar que certos predadores penetrem nas sementes e se desenvolvam, reduzindo o risco de predação, sendo que em frutos maduros a testa pode apresentar-se mais rígida do que em sementes de frutos imaturos (Jolivet 1998). Na subfamília Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae), em alguns casos as fêmeas podem inclusive investir em ovos maiores de acordo com a rigidez das sementes da planta hospedeira, garantindo que a larva atinja o interior das sementes para a alimentação (Takakura 2004). Portanto, para um melhor entendimento do porque certas espécies de plantas são mais consumidas e como são os insetos que consomem as sementes, estudos que avaliam a rigidez das sementes são fundamentais.

A Floresta Estacional Semidecidual – Local de estudo

O conceito ecológico deste tipo de vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática: uma tropical, com época de intensas chuvas de verão seguida

por estiagem acentuada, e outra subtropical, com período de seca fisiológica provocada pelo frio intenso do inverno, com temperaturas médias inferiores à 15°C. Cerca de 20 a 50% de suas árvores perdem suas folhas na estação de seca fisiológica, daí o nome da formação (Veloso et. al. 1991; IBGE 1992).

Para se estabelecer um mapeamento desta formação florestal utilizou-se o critério altimétrico e foram delimitadas quatro formações no país: Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Floresta Estacional Semidecidual Montana, sendo que na região de Botucatu, São Paulo, a formação encontrada é a submontana (Veloso et. al. 1991; IBGE 1992).

Esta formação florestal revestia quase todo o interior do Estado de São Paulo, parte de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, oeste do Paraná e Santa Catarina, estendendo-se até o Rio Grande do Sul – Bacia do Rio Turvo. Esta floresta é caracterizada pela ausência de coníferas e pela perda parcial das folhas no inverno e recebeu diferentes denominações por diferentes autores, tais como: floresta latifoliada da bacia do Paraná-Uruguai (Veloso 1962), mata atlântica de interior (Rizzini 1979), floresta latifoliada semicaducifólia (Leitão Filho 1982), floresta tropical latifoliada mesofítica perenifólia de terra firme (Eiten 1983), floresta mesófila semidecídua (Martins 1991) e floresta estacional semidecidual (IBGE 1992; Ramos *et. al.* 2007).

A floresta estacional semidecidual em conjunto com a floresta ombrófila densa (da encosta atlântica) e a floresta ombrófila mista (mata de araucária), compõe o denominado domínio da mata atlântica que, no território nacional, tem a área delimitada e protegida, pois é o mais ameaçado dos ecossistemas florestais brasileiros, apresentando atualmente menos de 9% de sua área original (Durigan *et. al.* 2000; Ramos *et. al.* 2007). Ela sofreu rápida e extensa devastação no Estado de São Paulo e

em toda a sua área de ocorrência natural, o que ocorreu associado à expansão da fronteira agrícola, devido à elevada fertilidade de seu solo no Estado de São Paulo, em regiões com relevo favorável à agricultura. Atualmente são poucos os fragmentos remanescentes com área representativa e preservados (Durigan *et. al.* 2000).

O presente estudo teve como objetivos conhecer a comunidade de insetos consumidores de sementes na fase de pré-dispersão e suas plantas hospedeiras em áreas de floresta estacional semidecidual e quantificar as porcentagens de predação por estes insetos em suas sementes. Também foi investigado se características morfológicas dos frutos e sementes (tamanho e forma) e a qualidade das sementes (teores de água, nitrogênio e compostos fenólicos, rigidez das sementes), interferem nos padrões de tamanho corporal dos insetos predadores de sementes na fase pré-dispersão e também na abundância destes insetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armella V. M. A. 1990. Depredación, predisposición de semillas en la Barranca de Metztitlán. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 101pp.
- Awmack C. S. and Leather S. R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817-844.
- Begon M., Townsend C. R. and Harper J. L. 2007. *Ecologia: De Indivíduos a Ecosistemas*. Artmed, Porto Alegre. 740 pp.
- Bekker R. M., Bakker J. P., Grandin U., Kalamees R., Milberg P., Poschlod P., Thompson K. and Willems J. H. 1998. Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology* 12: 834–842.

- Bradford D. F. and Smith C. C. (1977) Seed predation and seed number in *Scheelea* palm fruits. *Ecology* 58: 667-673.
- Cipollini M. L. and Stiles E. W. 1991. Seed predation by the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* on *Phaseolus* species: consequences for seed size, early growth and reproduction. *Oikos* 60: 205-214.
- Coley P. D. and Barone J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-335.
- Coley P. D., Bateman M. L. and Kursar T. A. 2006. The effects of plant quality on caterpillar growth and defense against natural enemies. *Oikos* 115: 219-228.
- Cope J. M. and Fox C. W. 2003. Oviposition decisions in the seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): effects of seed size on superparasitism. *Journal of Stored Products Research* 39: 355–365.
- Crawley M. J. 2000. Seed predators and plant population dynamics. In: Fenner M. (ed.), *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International Publishing, Wallingford, UK. 167-182 pp.
- Crowson R. A. 1981. *The Biology of the Coleoptera*. Academic Press, Londres.
- Denno R. F. and Lewis D. 2009. Predator-prey interactions. In: Levin S. A. (ed.), *The Princeton guide to ecology*. Princeton University Press, New Jersey. pp. 202-212.
- Durigan G., Franco G. A. D. C., Saito M. and Baitello J. B. 2000. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 371-383.
- Eiten G. 1983. *Classificação da vegetação do Brasil*. CNPq/Coordenação Editorial. Brasília.
- Ernst W. H. O., Tolsma D.J. and Decelle J.E. .1989. Predation of seeds of *Acacia tortilis* by insects. *Oikos*, 54: 294-300.

- Freeman B. E. 1967. The biology of the white clover seed weevil *Apion dichroum* Bedel (Col. Curculionidae). *Journal of Applied Ecology* 4: 535-552.
- Funnes G., Basconcelo S., Díaz S. and Cabido M. 1999. Seed size and shape are good predictors of seed persistence in soil in temperate mountain grasslands of Argentina. *Seed Science Research* 9: 341–345.
- Garner R. D. and Witkowski E. T. F. 1997. Variations in seed size and shape in relation to depth of burial in the soil and predispersal predation in *Acacia nilotica*, *A. tortilis* and *Dichrostachys cinerea*. *South African Journal of Botany* 63: 371-177.
- Gianoli E., Suarez L. H., Gonzáles W. L., González-Teuber M. and Acuña-Rodríguez I. S. 2007. Host-associated variation in sexual size dimorphism and fitness effects of adult feeding in a bruchid beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 122: 233–237.
- Gillott C. 2005. *Entomology (Third Edition)*. Springer, Holanda.
- Gómez, J. M. 2004. Bigger is not always better: conflicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. *Evolution* 58: 71-80.
- Gurevitch J., Scheiner S. M. and Fox G. A. 2002. *The ecology of plants*. Massachusetts: Sinauer Associates, Sunderland.
- Howard F. W. and Giblin-Davis R. M. 1997. The seasonal abundance and feeding damage of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) in seed capsules of *Swietenia mahagoni* in Florida. *The Florida Entomologist* 80: 34-41.
- Hulme P.E. and Benkman C.W. 2002. Granivory. In: Herrera C. M. & Pellmyr O. (eds.), *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. Blackwell, Oxford. pp. 132-154.
- Hulme P. E. and Kollmann J. 2005. Seed predator guilds, spatial variation in post-dispersal seed predation and potential effects on plant demography: a temperate

- perspective. In: Forget P., Lambert J. E., Hulme P. E. Vander Vall S. B. (eds.), Seed fate: predation, dispersal and seedling establishment. Cabi Publishing, Wallingford, UK. pp. 9-30.
- IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Fundação instituto brasileiro de geografia e estatística, Rio de Janeiro. 92p.
- Janzen D. H. 1969. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. *Evolution* 23: 1-27.
- Janzen D. H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Jolivet P. 1998. Interrelationship between insects and plants. CRC Press, Boca Raton.
- Kashefi J. M. and Sobhian R. 1998. Notes on the biology of *Larinus minutus* Gyllenhal (Col., Curculionidae), an agent for biological control of diffuse and spotted knapweeds. *Journal of Applied Entomology* 122: 547-549.
- Kestring D., Menezes L.C.C.R., Tomaz C.A., Lima G.P.P. and Rossi M. N. 2009. Relationship among phenolic contents, seed predation and physical seed traits in *Mimosa bimucronata* plants. *Journal of Plant Biology* 52:569–576.
- Kingsolver J. M. 1980. The quadridentatus group of *Acanthoscelides*: descriptions of three new species, notes, synonymies and a new name (Coleoptera, Bruchidae). *Brenesia*, 17: 281-294.
- Kingsolver J. M. 2004. Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta, Coleoptera). United States Department of Agriculture Technical Bulletin 1912: 1-324.
- Kolb A., Ehrlén J. and Eriksson O. 2007. Ecological and evolutionary consequences of spatial and temporal variation in pre-dispersal seed predation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 79–100.

- Leishman M. R., Wright I. J., Moles A. T. and Westoby M. 2000. The evolutionary ecology of seed size. In: Fenner M. (ed.), *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International Publishing, Wallingford, UK. 31-58 pp.
- Leitão-Filho H. F. 1982. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *IPEF* 35: 41-46.
- Macedo M. V. and Monteiro R. F. 1989. Seed predation by a braconid wasp, *Allorhogas* sp. (Hymenoptera). *Journal of the New York Entomological Society* 97: 358-362.
- Marques L. H. S. F., Nakano O., Janeiro V., Girardi E. A. and Bueno G. G. 2011. Biologia de *Dichomeris famulata* Meyrick, 1914 (Lepidoptera: Gelechiidae) em milho. *Ciência Rural* 41: 108-112.
- Martins F. R. 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Unicamp, Campinas.
- Menezes L. C. C. R., Klein J., Kestring D. and Rossi M. N. 2010. Bottom-up and top-down effects in a pre-dispersal seed predation system: are non-predated seeds damaged?. *Basic and Applied Ecology* 11: 126–134.
- Morris R. J. 2009. Interactions between plants and herbivores. In: Levin S. A. (ed.), *The Princeton guide to ecology*. Princeton University Press, New Jersey. pp. 227-232.
- Oberprieler R. G., Marvaldi A. E. and Anderson R. S. 2007. Weevils, weevils, weevils everywhere. *Zootaxa* 1668: 491-520.
- Orozco-Almanza M. S., León-García L. P., Grether R. and Gacia-Moya E. 2003. Germination of four species of the genus *Mimosa* (leguminosae) in a semi-arid zone of Central Mexico. *Journal of Arid Environments* 55: 75–92.
- Pereira P. R. V. S. and Salvadori J. R. 2006. Identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados a produtos armazenados. Embrapa Trigo: 33 p. (Documentos Online, 75).

- Pereira M. J. B., Anjos N. and Eiras A. E. 2003. Oviposição da broca-da-semente de graviola *Bephratelloides pomorum* (Fabricius, 1908) (Hymenoptera: Eurytomidae). *Arquivos do Instituto Biológico* 70: 221-224.
- Price P. W. 1997. *Insect ecology*. John Wiley & Sons, Nova Iorque.
- Ramos V. S., Durigan G., Franco G. A. D. C., Siqueira M. F. and Rodrigues R. R. 2007. *Árvores da Floresta Estacional Semidecidual: guia de identificação*. Instituto Florestal Sér. Reg., São Paulo.
- Randall M. G. M. 1986. The predation of predispersed *Juncus squarrosus* seeds by *Coleophora Mticolella* (Lepidoptera) larvae over a range of altitudes in northern England. *Oecologia* 69: 460-465.
- Rizzini C. T. 1979. *Tratado de biogeografia do Brasil: aspectos florísticos e estruturais*. HUCITEC/EDUSP, São Paulo, BR.
- Romero-Nápoles J. R. 2002. Bruchidae. Biodiversity, taxonomy, and biogeography of arthropods from Mexico: a synthesis. In: Bousquets, J. L. & Morrone, J. J. (eds.), Vol. III, Unan. pp. 513–534.
- Schelin M., Tigabu M., Eriksson I.; Sawadogo L. and Óden P. C. 2004. Predispersal seed predation in *Acacia macrostachya*, its impact on seed viability, and germination responses to scarification and dry heat treatments. *New Forests* 27: 251-267.
- Schoonhoven L. M., Van Loon J. J. A. and Dicke M. 2005. *Insect-plant biology*. Oxford University Press Inc., New York.
- Silva L. A., Maimoni-Rodella R. C. S. and Rossi M. N. 2007. A preliminary investigation of pre-dispersal seed predation by *Acanthoscelides schrankiae* Horn (Coleoptera: Bruchidae) in *Mimosa bimucronata* (D.C.) Kuntze trees. *Neotropical Entomology* 36: 197-202.

- Southgate B. J. 1979. Biology of the Bruchidae. *Annual Review of Entomology* 24: 449-473.
- Strauss S. Y. and Zangerl A. R. 2002. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. In: Herrera C. M. & Pellmyr O. (eds.), *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*, Blackwell Publishing, Oxford, UK. pp. 77-106.
- Szentesi A. 2006. Pre-dispersal seed predation by *Bruchidius villosus* (Coleoptera, Bruchidae) in *Laburnum anagyroides* (Fabaceae, Genisteae). *Community Ecology* 7: 13-22.
- Szentesi A. and Jermy T. 1995. Predisersal seed predation in leguminous species: seed morphology and bruchid distribution. *Oikos* 73: 23-32.
- Taiz L. and Zeiger E. 2006. *Fisiologia vegetal*. Artmed, Porto Alegre.
- 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.
- Timms R. 1998. Size-independent effects of larval host on adult fitness in *Callosobruchus maculatus*. *Ecological Entomology* 23: 480-483.
- Veloso H. P., Rangel Filho A. L. R. and Lima J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Zhang J., Drummond F. A., Liebman M. and Hartke A. 1997. Insect predation of seeds and plant population dynamics. MAFES Technical Bulletin 163, University of Maine.

Capítulo 1

**COMUNIDADE DE INSETOS CONSUMIDORES DE SEMENTES EM ÁREA DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

LIGIA M. S. RODRIGUES

Department of Botany, IB, São Paulo State University (Unesp), Botucatu,

São Paulo, 18618-000, Brazil

ligiamary@gmail.com

MARCELO N. ROSSI

Department of Biological Sciences, Federal University of São Paulo (Unifesp),

Diadema, São Paulo, 09941-510, Brazil

Short title: Insetos consumidores de sementes.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo conhecer a comunidade de insetos consumidores de sementes na fase de pré-dispersão e suas plantas hospedeiras em áreas de floresta estacional semidecidual, bem como quantificar os níveis de danos causados por estes insetos em suas sementes. Nas cinco áreas escolhidas na Fazenda Experimental Edgárdia, foram selecionadas 89 plantas de 30 espécies, pertencentes a seis famílias. Foram realizadas coletas mensais de frutos e acompanhamento da fenologia reprodutiva por dois anos. Após as coletas os frutos foram armazenados para aguardar a emergência dos insetos. Houve emergência de insetos provenientes de três ordens, Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera, de 21 espécies de plantas. Coleoptera foi a ordem que apresentou maior número de indivíduos emergindo dos frutos, seguida por Hymenoptera e por último Lepidoptera. Nos coleópteros foram observadas cinco famílias predando as sementes, Anobiidae, Anthribidae, Cerambycidae, Curculionidae e Chrysomelidae. A subfamília Bruchinae (Chrysomelidae) foi a que teve o maior número de insetos emergindo dos frutos de 14 espécies de plantas, com o total de sete gêneros identificados. *Hymenaea courbaril* foi a espécie mais intensamente predada (53,99%) e o maior consumo se deu por insetos da ordem Lepidoptera (35,14%). Já a espécie *Luehea divaricata* apresentou a menor taxa de predação (0,07%).

Palavras-chave: Bruchinae; Coleoptera; Hymenoptera; Lepidoptera; Predação de sementes.

ABSTRACT

This study aimed to identify the insect community of pre-dispersal seed consumers and their host plants and quantify the levels of damage caused by these insects in their seeds in semi-deciduous forest areas. 89 plants of 30 species belonging to six families were selected in five areas at the Experimental Farm Edgárdia. Fruit collections and reproductive phenology monitoring were made every month during two years. After collection, fruits were stored to await the emergence of insects. Insects emerged from 21 plant species and from three orders: Coleoptera, Lepidoptera and Hymenoptera. Coleoptera showed the highest number of individuals emerging from fruits, followed by Hymenoptera and Lepidoptera, respectively. Coleoptera showed five families preying on seeds, Anobiidae, Anthribidae, Cerambycidae, Curculionidae and Chrysomelidae. The subfamily Bruchinae (Chrysomelidae) was the one with the greatest number of insects emerging from the fruits of 14 plant species, with a total of seven genera identified. *Hymenaea courbaril* was the most heavily predated plant (53.99%) and the highest consumption occurred by insects of the order Lepidoptera (35.14%); on the other hand *Luehea divaricata* showed the lowest predation rate (0.07%).

Key-words: Bruchinae; Coleoptera; Hymenoptera; Lepidoptera; Seed predation.

INTRODUÇÃO

Define-se por granivoria ou predação de sementes a interação entre plantas e animais que se alimentam preferencialmente ou exclusivamente de suas sementes, sendo que a predação das sementes pode ocorrer na fase pré- ou pós-dispersão (Hulme & Benkman 2002). Por serem altamente nutritivas, as sementes são intensamente predadas (Harper 1970), entretanto, também possuem elevados níveis de compostos secundários de defesa prejudiciais a muitos consumidores, mas não aos especialistas que praticamente não são afetados por estes compostos químicos (Janzen 1971).

A intensidade da predação de sementes na fase de pré-dispersão pode apresentar variações no espaço e no tempo e também afetar a seleção de alguns caracteres da planta como alguns padrões fenológicos e número de flores produzidas (Kolb *et. al.* 2007). Da mesma forma, a intensidade da predação de sementes sofrida pelas plantas pode ser influenciada por sua fenologia reprodutiva, pela sincronia na frutificação entre as plantas, pelos diferentes habitats e também pelo tempo que os frutos permanecem na planta (Forget *et. al.* 1999; Raghu *et. al.* 2005).

São muitos os animais que consomem as sementes, podendo ser vertebrados ou invertebrados. A maioria das espécies de insetos envolvida na predação pré-dispersão pertence às ordens Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera e Diptera (Crawley 2000). Entre os lepidópteros, famílias como Crambidae, Tortricidae e Pyralidae, possuem muitas espécies associadas à predação de sementes e suas larvas predam as sementes de um amplo número de espécies de plantas (Janzen 1971; Pereira 2012).

A ordem Coleoptera, por apresentar uma grande diversidade, constitui um grupo de bastante importância para a dinâmica florestal, pois muitas espécies são predadoras de sementes (Erwin 1982); são muitas as famílias que se alimentam de sementes, sendo

que delas destaca-se principalmente a família Chrysomelidae, subfamília Bruchinae (Center & Johnson 1974). O estudo dos coleópteros predadores de sementes, por exemplo, ainda é escasso principalmente na região Neotropical. Pouco se sabe sobre quais espécies consomem sementes na fase pré-dispersão, principalmente devido à escassez de estudos e a dificuldades nos estudos da taxonomia destes grupos (Viana 2010).

A predação é considerada um fator chave na mortalidade das sementes, podendo limitar a oferta ou impedir a germinação, tendo consequências na riqueza, diversidade e distribuição das plantas (Zhang et al., 1997). Para compreender esta dinâmica das interações entre os insetos predadores de sementes e suas plantas hospedeiras e determinar a influência da predação nas populações de plantas, é necessário conhecer estes grupos de insetos, saber em quais plantas eles ocorrem e qual o dano que estes insetos causam às espécies de plantas predadas.

OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram conhecer a comunidade de insetos consumidores de sementes na fase de pré-dispersão e suas plantas hospedeiras em áreas de floresta estacional semidecidual, bem como quantificar as porcentagens de predação por estes insetos em suas sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O estudo foi desenvolvido em áreas da Fazenda Experimental Edgárdia (22°48'S; 48°24'W) (Fig. 1), pertencente à Universidade Estadual Paulista –

UNESP – Campus de Botucatu-SP, situada na bacia do rio Capivara. Os fragmentos da Fazenda Edgárdia enquadram-se na unidade fitogeográfica denominada Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 1991) ou no tipo Floresta Mesófila Semidecidual (Rizzini 1979), ocorrendo na área de transição da Depressão Periférica para Cuesta Basáltica. Segundo Carvalho *et. al.* (1991), a fazenda apresenta diversos tipos de solo, variando de Latossolo Roxo até solos hidromórficos ricos em sedimentos férteis. O clima é do tipo Cwb de Koeppen, mesotérmico de inverno seco (Carvalho *et. al.* 1983). A fazenda conta com aproximadamente 1000 ha de remanescentes florestais pouco alterados e áreas que passaram por vários níveis de perturbações antrópicas, além de ambientes de várzea e cerrado. Cerca de 20% do total de remanescentes são de mata primária, que correspondem ao trecho escarpado da encosta, de difícil acesso. Os demais variam de mata primária alterada por extração seletiva de madeira, mata secundária tardia alta, matas alteradas por incêndios, matas secundárias e capoeiras jovens ou degradadas pela passagem do fogo, além das matas ciliares (Ortega e Engel 1992).

A “Mata do Bixiguento” foi um dos fragmentos utilizados neste estudo, sendo explorada a vegetação de sua borda. A vegetação da “Mata do Bixiguento” está em processo de regeneração e formação da floresta secundária semidecidual com 80% das espécies nas duas primeiras fases de sucessão ecológica e apenas 20% das espécies são secundárias tardias e clímax (Rodrigues 2007). Outras áreas na Fazenda Edgárdia também foram utilizadas neste estudo, tais como a “Mata da Bica” e áreas de acesso aos fragmentos, bem como áreas abertas de pastagem. A “Mata da Bica”, apesar de já ter sofrido desmatamento, atualmente apresenta-se estruturalmente recuperada (Silva Filho e Engel, 1993). Para este estudo, foram selecionadas cinco áreas, sendo três áreas de acesso aos fragmentos e duas áreas nas bordas dos fragmentos (Tabela 1).

Coleta dos frutos, emergência dos insetos e avaliação da porcentagem de predação.

Nos fragmentos anteriormente descritos, foram selecionadas plantas para a coleta de frutos seguindo a borda, de acordo com acesso e disponibilidade para as coletas. Foram também exploradas áreas abertas na fazenda e as vias de acesso aos fragmentos. Coletas mensais de frutos foram feitas durante vinte e quatro meses*, de abril de 2009 a março de 2011, entretanto, algumas plantas selecionadas foram cortadas no decorrer do estudo, o que impossibilitou a coleta em alguns meses. As plantas foram selecionadas, marcadas e numeradas, possibilitando posterior identificação. Foram selecionados indivíduos das famílias *Arecaceae*, *Combretaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae*, *Tiliaceae* e *Vochysiaceae*, [de acordo com a classificação APG II (2003)].

Foram selecionadas 89 plantas nas diferentes áreas da Fazenda Edgárdia, totalizando 30 espécies nas seis famílias. A maior parte das plantas concentra-se nas áreas de borda dos fragmentos da “Mata da Bica” e “Mata do Bixiguento” (Tabela 1). Para identificação das plantas, uma amostra contendo material reprodutivo foi coletada, levada ao laboratório para herborização e encaminhada à especialista para a correta identificação das espécies. Considerando que levantamentos florísticos já foram realizados nas áreas (Fonseca e Rodrigues 2000; Rodrigues 2007), quando possível, as espécies foram identificadas diretamente no campo ou através de coleções de referência.

Paralelamente a cada coleta, foi feito o acompanhamento mensal da fenologia reprodutiva das plantas, determinando-se a presença ou a ausência de frutos nas plantas marcadas, com intuito de relacionar os períodos de frutificação das espécies à emergência de insetos consumidores de sementes. Durante o período de frutificação, foram retirados de 20 a 50 frutos por planta por coleta (esta quantidade variou conforme

* Coletas mensais foram necessárias uma vez que existe certa assincronia no período de frutificação entre as plantas das diferentes famílias e algumas espécies podem produzir frutos durante todo o ano.

a disponibilidade de frutos e procurando não causar grande desbaste nas plantas) e colocados em sacos plásticos, identificando-se a planta de origem e a data de coleta. Foram coletados frutos nos diversos estágios de maturação. No laboratório, os frutos foram transferidos para potes plásticos transparentes (1000 ml) com tampa plástica telada, permitindo a circulação de ar, e mantidos em câmara climatizada ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) (Fig. 2). A emergência dos insetos foi observada e quantificada periodicamente. Após a emergência, os insetos foram cuidadosamente retirados dos recipientes plásticos e colocados em álcool (70%), exceto Lepidoptera, registrando-se o total de insetos em cada ordem e a planta de origem. No caso de Coleoptera, o total de morfoespécies por planta foi registrado e os espécimes foram enviados para identificação por especialistas*.

Para as espécies de plantas que apresentaram emergência de insetos, foi feito o cálculo da porcentagem de predação das sementes (P) por cada grupo de inseto, considerando-se uma estimativa da quantidade de sementes coletadas (número de frutos coletados x número médio de sementes por frutos) e a quantidade de insetos emergentes em cada grupo: $P = (100.T_i)/T_s$, onde T_i = total de insetos por grupo e T_s = total de sementes (valor estimado).

RESULTADOS

A família com maior número de representantes selecionados foi Fabaceae, com 25 espécies, e o número de indivíduos por espécie e suas respectivas famílias podem ser observados na tabela 1. Foram coletados frutos de 22 espécies de plantas das 30

* Para a identificação das famílias de Coleoptera e dos bruquíneos, espécimes foram enviados para a Prof^a Dr^a Cibele Stramare Ribeiro-Costa e para M.Sc. Jéssica Herzog Viana (Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil).

selecionadas, e destas, em apenas uma, *Lonchocarpus muehlbergianus*, não houve emergência de insetos (Tabela 2).

Com o acompanhamento da fenologia reprodutiva observa-se que as espécies selecionadas nas cinco áreas apresentaram uma frutificação bem distribuída ao longo de cada ano, sendo que algumas se mantêm com frutos por longos períodos durante o ano, como por exemplo, *Leucaena leucocephala*, o que possibilita uma ampla coleta de seus frutos (Tabela 3).

Em todas as áreas de estudo foi possível observar insetos predando as sementes dos frutos coletados, na borda da “Mata da Bica” e na borda da “Mata do Bixiguento”, oito espécies de plantas tiveram suas sementes predadas. Na área denominada “Estrada”, em todas as espécies selecionadas para coleta tiveram suas sementes predadas, na área denominada “Entrada/Serrinha, em duas espécies selecionadas para coleta houve emergência de insetos e na área de acesso à “Mata do Carmeluxo” houve emergência de insetos dos frutos de uma espécie de planta.

Insetos da ordem Coleoptera foram predominantes, com aproximadamente 82% do total de insetos presentes nos frutos das plantas hospedeiras (Fig. 3). Nesta ordem, a subfamília Bruchinae (Chrysomelidae) foi a mais representativa (75,7%) seguida da família Curculionidae (1,3%) (Fig. 3). Também foi observada a emergência de insetos da ordem Hymenoptera (14,7%) e Lepidoptera (3,5%), porém, com uma frequência bem menor que Coleoptera (Fig. 3).

A tabela 2 mostra as porcentagens de predação das sementes de cada espécie coletada nas ordens Coleoptera e Lepidoptera e nas famílias de Coleoptera e Hymenoptera. *Hymenaea courbaril* foi a espécie que teve suas sementes mais intensamente consumidas com uma porcentagem de predação de 53,99% e o maior consumo se deu por lepidópteros (35,14%), já a espécie *Luehea divaricata* foi a que

apresentou a menor taxa de predação de suas sementes, com apenas 0,07% de suas sementes consumidas (Tabela 2). Considerando-se apenas o consumo das sementes pela ordem Coleoptera, *Machaerium nyctitans* foi a espécie que sofreu maior taxa de predação de suas sementes, as quais foram consumidas por larvas de curculionídeos (Tabela 2). Considerando-se o consumo das sementes por bruquíneos, a espécie com maior porcentagem de predação de suas sementes foi *Leucaena leucocephala* (12,81%), seguida de *Indigofera suffruticosa* (10,8%) (Tabela 2). A maior porcentagem de predação por outros coleópteros (excetuando Bruchinae e Curculionidae) se deu na planta *Pterogine nitens* (11,11%) e a menor porcentagem de predação por outros coleópteros foi em *Leucaena leucocephala* (0,009%). A maior porcentagem de predação por Hymenoptera foi em *Dalbergia brasiliensis* (22,93%) e a menor em *Terminalia argentea* (0,16%).

A tabela 4 mostra o número de indivíduos de cada ordem que emergiu nas espécies de plantas hospedeiras, e pode-se observar que a maior quantidade de coleópteros emergiu da planta *Senna hirsuta* (2008 indivíduos) e estes pertenciam à subfamília Bruchinae, e a menor emergência foi em *Schyzolobium parahyba*, com apenas dois indivíduos. A maior quantidade de indivíduos das famílias Anobiidae e Anthribidae emergiram de *Pterogine nitens* e na família Cerambycidae a maioria dos indivíduos emergiram de *Enterolobium contortisiliquum* (Tabela 4). A menor emergência de bruquíneos se deu na espécie *Luehea divaricata*, com apenas um indivíduo (Tabela 4). Para a família Curculionidae, a maior emergência foi em *Hymenaea courbaril* e esta espécie também apresentou a maior emergência de lepidópteros; já para a ordem Hymenoptera a maior emergência se deu na espécie *Indigofera suffruticosa* (Tabela 4).

Até a conclusão deste estudo apenas as famílias de Coleoptera foram identificadas e para gênero e espécie apenas os espécimes da subfamília Bruchinae. Os insetos das famílias de Coleoptera que emergiram foram Anobiidae, Anthribidae, Cerambycidae, Curculionidae e Chrysomelidae. Curculionidae foi observado em nove espécies de plantas: *Albizia niopoides*, *Bauhinia forficata*, *Camptosema scarlatinum*, *Dalbergia brasiliensis*, *Hymenaea courbaril*, *Luehea divaricata*, *Machaerium nyctitans*, *M. vilosum*, *Senna pendula* e *Terminalia argentea* (Fig. 4), sendo que em algumas destas espécies foi observada a ocorrência de mais de uma morfoespécie de Curculionidae. Alguns coleópteros não tiveram suas famílias identificadas, portanto, como não era possível afirmar se estes estariam ou não consumindo sementes, não fizeram parte dos resultados apresentados.

A família Anobiidae emergiu dos frutos de *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril*, *Pterogine nitens* e *Schyzolobium parahyba*; a família Anthribidae emergiu dos frutos de *Leucaena leucocephala* e *Pterogine nitens* e a família Cerambycidae emergiu dos frutos de *Bauhinia forficata*, *Enterolobium conrtortisiliquum* e *Schyzolobium parahyba*. (Fig. 5).

Em Bruchinae, foram identificados sete gêneros que emergiram dos frutos de 14 espécies de planta. *Enterolobium contortisiliquum* e *Parapiptadenia rigida* são hospedeiras do mesmo gênero de Bruchinae, *Merobruchus* Bridwell, porém, em cada planta foi identificada uma espécie diferente de bruquíneo, *Merobruchus bicoloripes* (Pic) e *Merocbruchus* sp., respectivamente, sendo que a espécie encontrada em *Parapiptadenia rigida* provavelmente ainda não foi descrita (Cibele S. Ribeiro-Costa, comunicação pessoal) (Fig. 6). Já as plantas *Senegalia polyphylla* e *Albizia niopoides*, são hospedeiras de uma mesma espécie de bruquíneo, *Stator* sp. (Fig. 7), assim como

Indigofera suffruticosa e *I. truxillensis* que são ambas hospedeiras de *Acanthoscelides* sp.1 (Fig. 8).

Bauhinia forficata é hospedeira de duas espécies de bruquíneos, *Gibbobruchus speculifer* (Gyllenhal) e *G. polycoccus* (Fahräeus); *Bauhinia longifolia* também é planta hospedeira deste gênero, porém da espécie *G. cavillator* (Fahräeus) (Fig. 9). A espécie *Ctenocolum* sp. foi encontrada predando as sementes de *Lonchocarpus guillemineanus* (Figura 10) e esta espécie provavelmente ainda não foi descrita (Cibele S. Ribeiro-Costa, comunicação pessoal), o que requer um estudo mais detalhado.

Em *Leucaena leucocephala*, foi encontrada a espécie *Acanthoscelides macrophtalmus* (Schaeffer) (Fig. 8), o que já tinha sido constatado em estudo anterior realizado nesta área de estudo (Rodrigues *et. al.* 2012). Em *Senna hirsuta* e *S. pendula* foi encontrada a maior quantidade de espécies diferentes de bruquíneos predando suas sementes. *Acanthoscelides* sp. 3, *Sennius bondari* (Pic.), *S. nappi* Ribeiro-Costa & Reynaud e *Amblycerus* sp (Figs. 8, 11 e 12) emergiram dos frutos de *S. hirsuta*; e *Sennius ventralis* (Fähräeus), *S. bondari*, *Acanthoscelides* sp. 3 e *Amblycerus* sp. emergiram dos frutos de *S. pendula* (Figs. 8, 11 e 12).

O gênero *Amblycerus* Thunberg foi encontrado em mais duas plantas hospedeiras além de *S. hirsuta* e *S. pendula*, que são *Luehea divaricata* e *Terminalia argentea* (Fig. 12). Este é o segundo maior gênero de Bruchinae em número de espécies (Ribeiro-Costa 1999), porém, ainda não foi determinado se os espécimes de *Amblycerus* oriundos destas quatro plantas são da mesma espécie.

Na figura 13, podemos observar a distribuição da emergência total de alguns grupos ao longo dos dois anos de coleta, o mês de julho de 2009 foi um mês de elevada emergência de insetos dos três grupos (bruquíneos, himenópteros, e lepidópteros). Houve emergência de bruquíneos ao longo dos dois anos, com picos de emergência em

frutos coletados nos meses de julho, agosto e setembro de 2009, e maio, junho e julho de 2010; apenas nos frutos coletados em dezembro de 2009, outubro de 2010 e março de 2011 não houve a emergência de bruquíneos (Fig. 13), sendo que estes também foram meses de pouca presença de frutos para coleta (Tabela 3). A emergência de insetos da ordem Hymenoptera tem seus maiores valores nas coletas dos meses de junho, julho e agosto de 2009, e maio e agosto de 2010; já a ordem Lepidoptera apresentou seus maiores valores de emergência em frutos coletados em maio, junho e julho de 2009 e valores baixos nas coletas de 2010 (Fig. 13), mas em 2010 o número de frutos disponíveis para coleta também foi menor que no ano anterior (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Do total de espécies selecionado para as coletas, 70% apresentou emergência de insetos de suas sementes, o que mostra que as sementes são recursos bastante nutritivos e procurados. Entre os insetos, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera e Lepidoptera constituem os maiores grupos de predadores de sementes, sendo que as sementes podem ser consumidas por apenas um ou por vários grupos (Janzen 1971; Zhang *et. al.* 1997; Santos *et. al.* 2001), causando grandes perdas à planta, reduzindo o número de sementes viáveis por fruto (Andersen 1988).

Dentre os principais grupos consumidores de sementes, a única ordem que não ocorreu nas plantas selecionadas foi Diptera. Na maioria das plantas com coletas de frutos, houve a emergência de mais de um grupo de inseto, entretanto a intensidade da predação entre estas plantas tende a variar bastante, algumas sendo intensamente predadas e outras apresentando uma taxa de predação bastante baixa.

Acredita-se que a elevada eficiência dos insetos predadores no consumo de sementes pode influenciar as plantas no nível de indivíduo, populacional, na distribuição delas no ambiente, além de outros fatores como a heterogeneidade na produção de sementes entre árvores e entre anos distintos e a intensidade da predação (Janzen 1970; Hubbel 1980). Entretanto, para avaliar a dinâmica da predação de sementes na área deste estudo e a influência dos predadores de sementes no estabelecimento das espécies, faz-se necessária a coleta de mais dados a respeito dos grupos que ocorrem nos frutos e da abundância das espécies hospedeiras nas áreas de coleta em uma maior escala temporal.

Podemos notar que as emergências de Hymenoptera, Bruchinae e Lepidoptera se sobrepõem ao longo dos meses de coleta devido ao fato dos himenópteros poderem ser parasitóides das larvas destes insetos, bem como dos outros grupos (vanKlinken *et. al.* 2003; Schmale *et. al.* 2003; Schmale *et. al.* 2006).

A ordem que teve um número maior de representantes associados aos frutos foi Coleoptera, além de ser a maior ordem de insetos existente, muitas de suas espécies estão associadas ao consumo de sementes e produtos armazenados (Pereira e Salvadori 2006). E dentro desta ordem a subfamília Bruchinae foi a que teve maior emergência e também um maior número de plantas hospedeiras (14 plantas) e o maior número de indivíduos emergindo dos frutos; a família Curculionidae foi a segunda em quantidade de indivíduos emergindo dos frutos.

Os curculionídeos também causaram importantes danos às sementes coletadas devido ao consumo do embrião por suas larvas durante seu desenvolvimento. Curculionídeos podem causar danos em sementes de diversas espécies de plantas, como *Piptadenia peregrina* Benth, *Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith, *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex tul., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., além de várias espécies de

Hymenaea L. e de *Senegalia* Raf., com diferentes graus de intensidade do ataque (Lewinsohn 1980; Auld 1986; Santos *et. al.* 2001, Zidko 2002), podendo também causar severos danos em grãos armazenados, da mesma forma que as famílias Anobiidae e Anthribidae (Pereira & Salvadori 2006).

Pterogine nitens teve 11% de suas sementes consumidas por coleópteros das famílias Anobiidae e Anthribidae, o que foi também observado por Zidko (2002) em um estudo sobre coleópteros associados a estruturas reprodutivas de espécies florestais. Foram constatados os gêneros *Trycorinus* sp. (Anobiidae) e *Ormiscus* sp. (Anthribidae) consumindo sementes de *P. nitens* a ponto de comprometer sua germinação (Zidko 2002).

Os bruquíneos são importantes predadores de sementes e este grupo tem uma associação muito forte com plantas da família Fabaceae (Southgate 1979), apesar de também terem ocorrido também em Combretaceae e Tiliaceae. O bruquíneo *Merobruchus bicoloripes* já foi observado em outros estudos predando *Enterolobium contortisiliquum* e afetando a germinação de suas sementes assim como os bruquíneos *Caryedes* sp. e *Caryedes bicoloripes* (Pic.) (Link e Costa 1995; Donato *et. al.* 2010). A emergência de Cerambycidae e Lepidoptera dos frutos de *Enterolobium contortisiliquum* já havia sido anteriormente observada (Link e Costa 1995; Wink *et. al.* 2007) e também ocorreu durante as nossas coletas.

Durante o consumo das sementes os insetos deparam-se com as defesas naturais das plantas, que são os compostos de seu metabolismo secundário, normalmente os insetos mais generalistas são mais vulneráveis a estes compostos e, por isso, encontrados em menor quantidade consumindo determinadas espécies de planta, já os insetos mais especialistas são capazes de driblar esses compostos, são adaptados a eles (Center e Johnson 1974; Alvarez *et. al.* 2006). Observamos, por exemplo, espécies de

bruquíneos encontradas consumindo apenas uma espécie de planta, já outras foram encontradas consumindo mais de uma espécie de planta, estas algumas vezes do mesmo gênero, podendo ter alguns compostos de defesa semelhantes.

As duas espécies do gênero *Senna* Mill. apresentaram os mesmos gêneros de Bruchinae consumindo suas sementes que foram *Acanthoscelides* Schilsky e *Senniulus* Bridwell, os quais são frequentemente encontrados consumindo espécies de *Senna* e estudos sugerem que as várias espécies de bruquíneos podem interagir e influenciar no sucesso reprodutivo das espécies deste gênero (Ribeiro-Costa e Reynaud 1998; Ribeiro-Costa 1998; Sari *et. al.* 2005; Sari e Ribeiro-Costa 2005).

Em estudos anteriores, já foi encontrado o bruquíneo *Ctenocolum podagricus* (F.) predando sementes de *Lonchocarpus muehlbergianus* na Fazenda Edgárdia (Rodrigues *et. al.* 2012), assim como é conhecido que o bruquíneo *Ctenocolum crotonae* (Fåhraeus) (Sari *et. al.* 2002) também preda suas sementes; entretanto, durante o período de coleta deste estudo, não foi observada a ocorrência de nenhuma destas espécies, bem como de nenhum outro inseto consumindo suas sementes.

A primeira ocorrência de *Gibbobruchus polycoctus* em *Bauhinia forficata* foi observada em área da “Mata da Bica” na Fazenda Experimental Edgárdia (Rodrigues *et. al.* (2012). Além disso, duas espécies de predadores de sementes da subfamília Bruchinae (*Ctenocolum* sp. e *Merobruchus* sp.) são espécies novas de gêneros que estão em estudo, salientando a importância dos estudos explorando a riqueza de espécies de insetos consumidores de sementes em áreas de florestas tropicais, uma vez que a predação de sementes causa grandes perdas para as plantas na produção de sementes (Andersen 1988), afetando o recrutamento das plantas jovens e a dinâmica das populações de plantas (Crawley 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, N., J. Romero-Napoles, K.W. Anton, B. Benrey, and M. Hossaert-McKey. 2006.** Phylogenetic relationships in the Neotropical bruchid genus *Acanthoscelides* (Bruchinae, Bruchidae, Coleoptera). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 44:63–74.
- Andersen, A. N. 1988.** Insect seed predators may cause far greater losses than they appear to. *Oikos* 52: 337–340.
- APG [=Angiosperm Phylogeny Group] II. 2003.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399–436.
- Auld, T. D. 1986.** Variation in predispersal seed predation in several australian *Acacia* spp. *Oikos* 47: 319–326.
- Carvalho, W.A., C.R. Espíndola, and A.A. Paccola. 1983.** Levantamento de solos da Fazenda Lageado Estação Experimental “Presidente Médice”. FCA/Unesp, Botucatu, SP.
- Carvalho, W.A., L.A. Panoso, and M.H. Moraes. 1991.** Levantamento semi-detalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia, Município de Botucatu-SP. *Boletim Científico/FEPAF* 1(2):1–467.
- Center, T. D. and C. D. Johnson. 1974.** Coevolution of some seed beetles (Coleoptera: Bruchidae) and their hosts. *Ecology*. 55: 1096-1103.
- Crawley, M.J. 2000.** Seed predators and plant population dynamics. [pp.157 – 191]. *In:* *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities.* (M. Fenner, editor), CAB International, Wallingford.
- Donato, D. B., A. G. Fonseca, S. L. A. Júnior, E. L. M. Machado, and D. F. A. Bispo. 2010.** Dano de *Caryedes* sp. (Coleoptera; Bruchidae) e seus reflexos na

propagação de *Enterolobium contortisiliquum* (Leguminosae). *Floresta e Ambiente* 17:118-123.

Durigan, G., G.A.D.C. Franco, M. Saito, and J.B. Baitello. 2000. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 23:361–373.

Erwin, T. L. 1982. Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. *The Coleopterists Bulletin*. 36:74-75.

Fonseca, R.C.B., and R.R. Rodrigues. 2000. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. *Scientia Forestalis* 57:27–43.

Fonseca R. C. B. 2005. Espécies- chave em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Forget, P. M., K. Kitajima, and R. B. Foster. 1999. Pre- and post- dispersal seed predation in *Tachigali versicolor* (Caesalpinaceae): effects of timing of fruiting and variation among trees. *Journal of Tropical Ecology*. 15:61- 81.

Harper, J. L., P. H. Lovell, and K. G. Moore. 1970. The shape and the size of the seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1:327- 356.

Hubbell, S. P. 1980. Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. *Oikos* 35: 214-229.

Hulme, P.E. and C. W. Benkman. 2002. Granivory. *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. (ed Herrera, C.M. & Pellmyr, O.), pp. 132-154. Blackwell, Oxford.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. 123 p, Rio de Janeiro, BR.

- Janzen, D.H. 1970.** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104:501–528.
- Janzen, D. H. 1971.** Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2:465-492.
- Kolb, A., J. Ehrlén, and O. Eriksson. 2007.** Ecological and evolutionary consequences of spatial and temporal variation in pre-dispersal seed predation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9:79–100.
- Lewinsohn, T. M. 1980.** Predação de sementes em *Hymenaea* (leguminosae caesalpinioideae): aspectos ecológicos e evolutivos. Dissertação (mestrado). Universidade de Campinas, Campinas, Brasil.
- Link D, and E. C. Costa. 1995.** Danos causados por insetos em sementes de timbaúva, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. *Ciência Florestal* 5:113-122.
- Ortega, V. R., and V. L. Engel. 1992.** Conservação da biodiversidade de remanescentes de Mata Atlântica na região de Botucatu, SP. *Revista do Instituto Florestal*. 4:839-852.
- Pereira, C. M. 2012.** Predação de sementes em *Erythrina falcata* Benth. Fabaceae - Faboideae: biologia dos insetos predadores e estratégias de compensação da planta. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual do Centro-oeste, Guarapava, Brasil.
- Pereira, P. R. V. S., and J. R. Salvadori. 2006.** Identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados a produtos armazenados. Embrapa Trigo: 33 p. (Documentos Online, 75).
- Raghu, S., C. Wiltshire, and K. Dhileepan. 2005.** Intensity of pre-dispersal seed predation in the invasive legume *Leucaena leucocephala* is limited by the duration of pod retention. *Austral Ecology* 30:310–318.

- Ribeiro-Costa, C. S., and D. T. Reynaud. 1998.** Bruchids from *Senna multijuga* (Rich) I. & B. (Caesalpinaceae) in Brazil with descriptions of two new species. The Coleopterists Bulletin. 52:245-252.
- Ribeiro-Costa, C. S. 1998.** Observations on the biology of *Amblycerus submaculatus* (Pic) and *Sennius bondari* (Pic) (Coleoptera: Bruchidae) in *Senna alata* (L.) Roxburgh (Caesalpinaceae). The Coleopterists Bulletin. 52:63-69.
- Ribeiro-Costa, C. S. 1999.** Sete novas espécies de bruquídeos do gênero *Amblycerus* Thunberg (Coleoptera, Bruchidae). Revista Brasileira de Zoologia 16:789 – 806.
- Rizzini, C.T. 1979.** Tratado de biogeografia do Brasil: aspectos florísticos e estruturais. v.2, 374 p, HUCITEC/EDUSP, São Paulo, BR.
- Rodrigues, L. M. S., Viana, J. H., Ribeiro-Costa, C. S., and Rossi, M. N. 2012.** The extent of seed predation by bruhcine beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in a heterogeneous landscape in southeastern Brazil. The Coleopterists Bulletin. 66:271-279.
- Rodrigues, V. A. 2007.** Microbacia urbana: impactos e serviços ambientais da floresta. II Simpósio Internacional em Manejo de Microbacias Hidrográfica “Sustentabilidade da água e o aquecimento Global”. Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, SP.
- Santos, G.P.; T. V. Zanuncio, M. F. Freitas, J. B. Alves, and J. C. Zanuncio. 2001.** Danos causados por *Rhyssomatus* sp. (Coleoptera:Curculionidae), *Triaspis* sp. (Hymenoptera: Braconidae) e Lepidoptera (Pyralidae) em sementes de Angico-vermelho. Revista Ceres 48:539-549.
- Sari L. T. and C. S. Ribeiro-Costa. 2005.** Predação de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae) por bruquíneos (Coleoptera: Chrysomelidae). Neotropical Entomology. 34:521-525.

- Sari, L.T., C.S. Ribeiro-Costa and A.C.S. Medeiros. 2002.** Insects associated with seeds of *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Fabaceae) in Três Barras, Paraná, Brazil. *Neotropical Entomology* 31:483–486.
- Sari, L.T., C.S. Ribeiro-Costa, and J. J. Roper. 2005.** Dinâmica populacional de bruquíneos (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae). *Revista Brasileira de Zoologia*. 22:169–174.
- Schmale, I., F. L. Wackers, C. Cardona, and S. Dorn. 2006.** Biological control of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae), by the native parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hym.: Pteromalidae) on small-scale farms in Colombia *Journal of Stored Products Research*. 42:31–41.
- Schmale, I., F. L. Wackers, C. Cardona, and S. Dorn. 2003.** Combining parasitoids and plant resistance for the control of the bruchid *Acanthoscelides obtectus* in stored beans. *Journal of Stored Products Research*. 39:401–411.
- Silva Filho, S.R., and V.L. Engel. 1993.** Estrutura de um fragmento de mata mesófila semidecídua secundária tardia e implicações para o manejo [pp. 343–346]. *In:* Congresso Florestal Brasileiro (Anais), Volume 1. SBS-SBEF, Curitiba, PR.
- Southgate, B. J. 1979.** Biology of the Bruchidae. *Annual Review of Entomology*. 24:449-473.
- van Klinken R. D., G. Fichera, and H. Cordo. 2003.** Targeting biological control across diverse landscapes: the release, establishment, and early success of two insects on mesquite (*Prosopis* spp.) insects in Australian rangelands. *Biological Control*. 26: 8–20.
- Viana, J. H. 2010.** Taxonomia dos bruquíneos associados à *Senna neglecta* (Vogel) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae), com revisão do grupo

abbreviatus de *Sennius* Bridwell (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae).

Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

Wink C., J. V. C. Guedes, A. B. Murari, and S. C. S. Pelentir. 2007. Ocorrência de *Cryptophlebia carpophagoides* Clarke, 1951 (Lepidoptera: Olethreutidae) em frutos de timbaúva, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Florestal* 17:7-79.

Zhang, J., F. A. Drummond, M. Liebman, and A. Hartke. 1997. Insect predation of seeds and plant population dynamics. University of Maine. MAFES Technical Bulletin 163. 32p.

Zidko, A. 2002. Coleópteros (Insecta) associados às estruturas reprodutivas de espécies florestais arbóreas nativas no Estado de São Paulo. Dissertação (mestrado). Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brasil.

Tabela 1. Espécies selecionadas e suas respectivas famílias, número de indivíduos e locais de coleta.

Local	Família	Espécie	Indivíduos
Mata do Bixiguento (Borda)	Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	2
	Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	1
	Fabaceae	<i>Camptosema scarlatinum</i> (Mart. ex Benth.) Burkart	1
	Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. Ex Benth.	3
	Fabaceae	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	6
	Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	5
	Fabaceae	<i>Lonchocarpus guillemineanus</i> Malme	5
	Fabaceae	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	1
	Fabaceae	<i>Machaerium villosum</i> Vogel ex Benth.	5
	Fabaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	1
	Fabaceae	<i>Paraptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1
	Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	1
	Fabaceae	<i>Pterogine nitens</i> Tul.	4
	Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1
	Fabaceae	<i>Senna pendula</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby	2
	Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	1
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	1	
Mata do Carmeluxo (Acesso)	Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	1
	Fabaceae	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassler	2
	Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp.	5
Entrada/Serrinha	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	1
	Fabaceae	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassler	2
	Fabaceae	<i>Senna pendula</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby	1
Estrada	Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1
	Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	1
	Fabaceae	<i>Indigofera truxillensis</i> Kunth	1
	Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	3
	Fabaceae	<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	4
	Fabaceae	<i>Senna pendula</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby	1
Mata da Bica (Borda)	Areaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> Lodd. ex Mart.	1
	Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	4
	Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	8
	Fabaceae	<i>Bauhinia longifolia</i> D.Dietr.	2
	Fabaceae	<i>Camptosema scarlatinum</i> (Mart. ex Benth.) Burkart	2
	Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	2
	Fabaceae	<i>Lonchocarpus guillemineanus</i> Malme	1
	Fabaceae	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth	1
	Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1
	Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	3

Tabela 2. Porcentagem de predação das sementes nas espécies de plantas em que houve coleta de frutos.

Espécies	Total	Outros				
		Bruchinae	Curculionidae	Coleoptera*	Lepidoptera	Hymenoptera
<i>Hymenaea courbaril</i>	53,99	...	9,06	9,42	35,14	0,36
<i>Machaerium nyctitans</i>	30,53	...	18,95	...	...	11,58
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	23,90	...	0,98	...	...	22,93
<i>Pterogine nitens</i>	20,78	...	...	11,11	3,02	6,65
<i>Machaerium vilosum</i>	14,74	...	3,07	...	...	11,68
<i>Leucaena leucocephala</i>	13,35	12,81	...	0,009	0,02	0,52
<i>Indigofera suffruticosa</i>	12,77	10,80	...	...	...	1,97
<i>Senna pendula</i>	9,74	7,60	...	...	0,43	1,71
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	7,18	0,84	...	3,17	0,93	2,24
<i>Bauhinia longifolia</i>	6,68	6,29	...	...	...	0,39
<i>Senna hirsuta</i>	6,42	5,92	...	...	0,01	0,48
<i>Bauhinia forficata</i>	4,75	1,13	0,23	0,23	0,19	2,96
<i>Lonchocarpus guillemineanus</i>	2,94	2,94	...	...	...	...
<i>Schizolobium parahyba</i>	2,82	...	...	2,82	...	...
<i>Senegalia polyphilla</i>	2,70	1,09	...	...	0,39	1,22
<i>Camptosema scarlatinum</i>	2,42	...	0,97	...	0,48	0,97
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1,74	1,16	...	...	0,14	0,43
<i>Albizia niopoides</i>	1,35	0,07	0,11	...	0,32	0,85
<i>Terminalia argentea</i>	1,26	0,63	0,47	...	...	0,16
<i>Indigofera truxillensis</i>	0,96	0,64	...	...	...	0,31
<i>Luehea divaricata</i>	0,07	0,01	0,04	...	0,01	...
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	...	...	...	...	...	...

* Anobiidae, Anthribidae e Cerambycidae

Tabela 3. Período de frutificação das espécies selecionadas, a partir de dados obtidos por meio da observação da fenologia reprodutiva.

Espécies	Período de Frutificação																							
	2009									2010												2011		
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
<i>Acrocomia aculeata</i>																								
<i>Albizia niopoides</i>																								
<i>Bauhina forficata</i>																								
<i>Bauhinia longifolia</i>																								
<i>Camptosema scarlatinum</i>																								
<i>Centrolobium tomentosum</i>																								
<i>Dalbergia brasiliensis</i>																								
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>																								
<i>Hymenaea courbaril</i>																								
<i>Indigofera suffruticosa</i>																								
<i>Indigofera truxillensis</i>																								
<i>Leucaena leucocephala</i>																								
<i>Lonchocarpus guillemineanus</i>																								
<i>Lonchocarpus muhelbergianus</i>																								
<i>Lonchocarpus sp.</i>																								
<i>Luehea divaricata</i>																								
<i>Machaerium brasiliense</i>																								
<i>Machaerium nyctitans</i>																								
<i>Machaerium villosum</i>																								
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>																								
<i>Parapiptadenia rigida</i>																								
<i>Platypodium elegans</i>																								
<i>Pterogine nitens</i>																								
<i>Rhandia armata</i>																								
<i>Schizolobium parahyba</i>																								
<i>Senegalia polyphylla</i>																								
<i>Senna hirsuta</i>																								
<i>Senna pendula</i>																								
<i>Terminalia argentea</i>																								
<i>Vochysia tucanorum</i>																								

Tabela 4. Número de insetos emergentes por espécie de planta hospedeira, considerando duas ordem e cinco famílias de Coleoptera.

Espécie hospedeira	Total	Anobiidae	Anthribidae	Bruchinae	Cerambycidae	Curculionidae	Lepidoptera	Hymenoptera
<i>Senna hirsuta</i>	2177	0	0	2008	0	0	5	164
<i>Leucaena leucocephala</i>	1447	0	1	1388	0	0	2	56
<i>Indigofera suffruticosa</i>	1302	0	0	1101	0	0	0	201
<i>Senna pendula</i>	518	0	0	404	0	0	23	91
<i>Pterogine nitens</i>	303	95	67	0	0	0	44	97
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	292	2	0	34	127	0	38	91
<i>Hymenaea courbaril</i>	149	26	0	0	0	25	97	1
<i>Bauhinia forficata</i>	101	0	0	24	5	5	4	63
<i>Machaerium vilosum</i>	101	0	0	0	0	21	0	80
<i>Indigofera truxillensis</i>	64	0	0	43	0	0	0	21
<i>Senegalia polyphilla</i>	62	0	0	25	0	0	9	28
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	49	0	0	0	0	2	0	47
<i>Albizia niopoides</i>	38	0	0	2	0	3	9	24
<i>Machaerium nyctitans</i>	29	0	0	0	0	18	0	11
<i>Bauhinia longifolia</i>	17	0	0	16	0	0	0	1
<i>Parapiptadenia rigida</i>	12	0	0	8	0	0	1	3
<i>Terminalia argentea</i>	8	0	0	4	0	3	0	1
<i>Camptosema scarlatinum</i>	5	0	0	0	0	2	1	2
<i>Luehea divaricata</i>	5	0	0	1	0	3	1	0
<i>Lonchocarpus guillemineanus</i>	4	0	0	4	0	0	0	0
<i>Schizolobium parahyba</i>	2	0	1	0	1	0	0	0

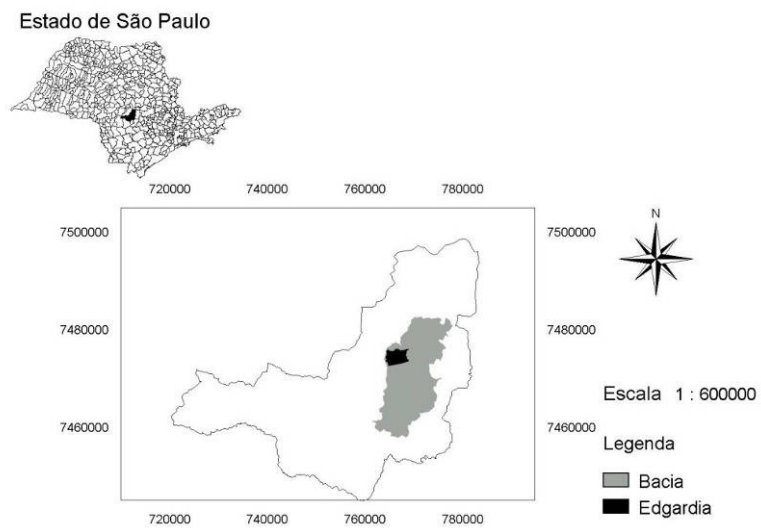


Fig. 1: Fazenda Experimental Edgárdia – local onde o projeto foi desenvolvido (Fonte: Fonseca, 2005).



Fig. 2: Tipo de recipiente plástico onde foram armazenados os frutos coletados.

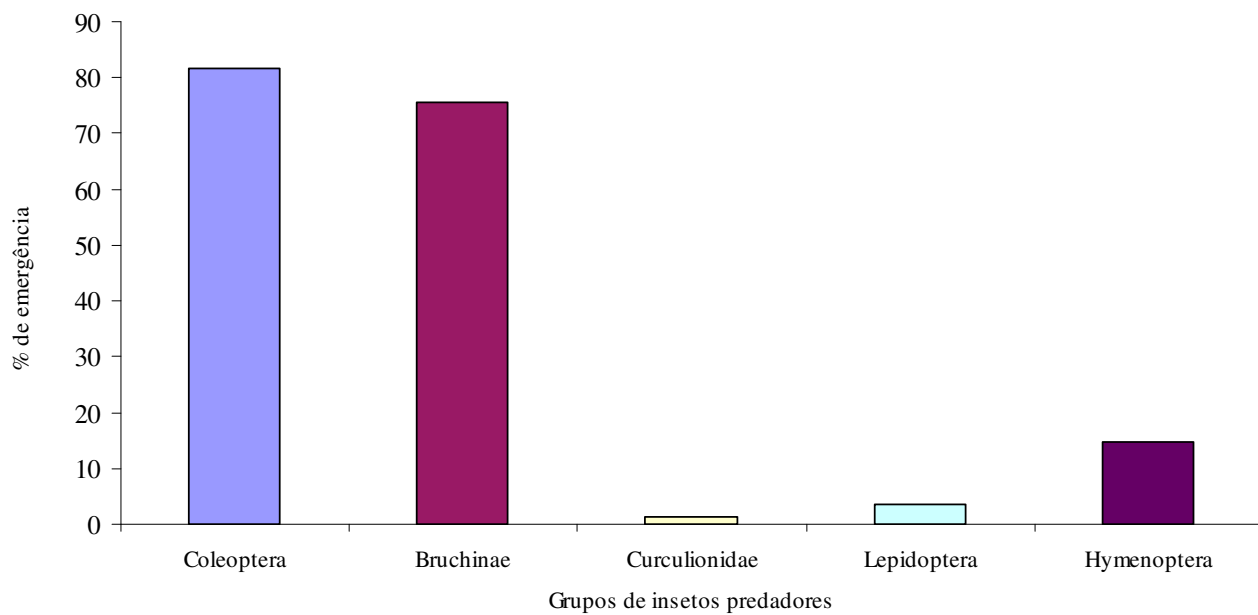


Fig. 3: Porcentagem de emergência de cada grupo de inseto nos frutos coletados das plantas selecionadas.

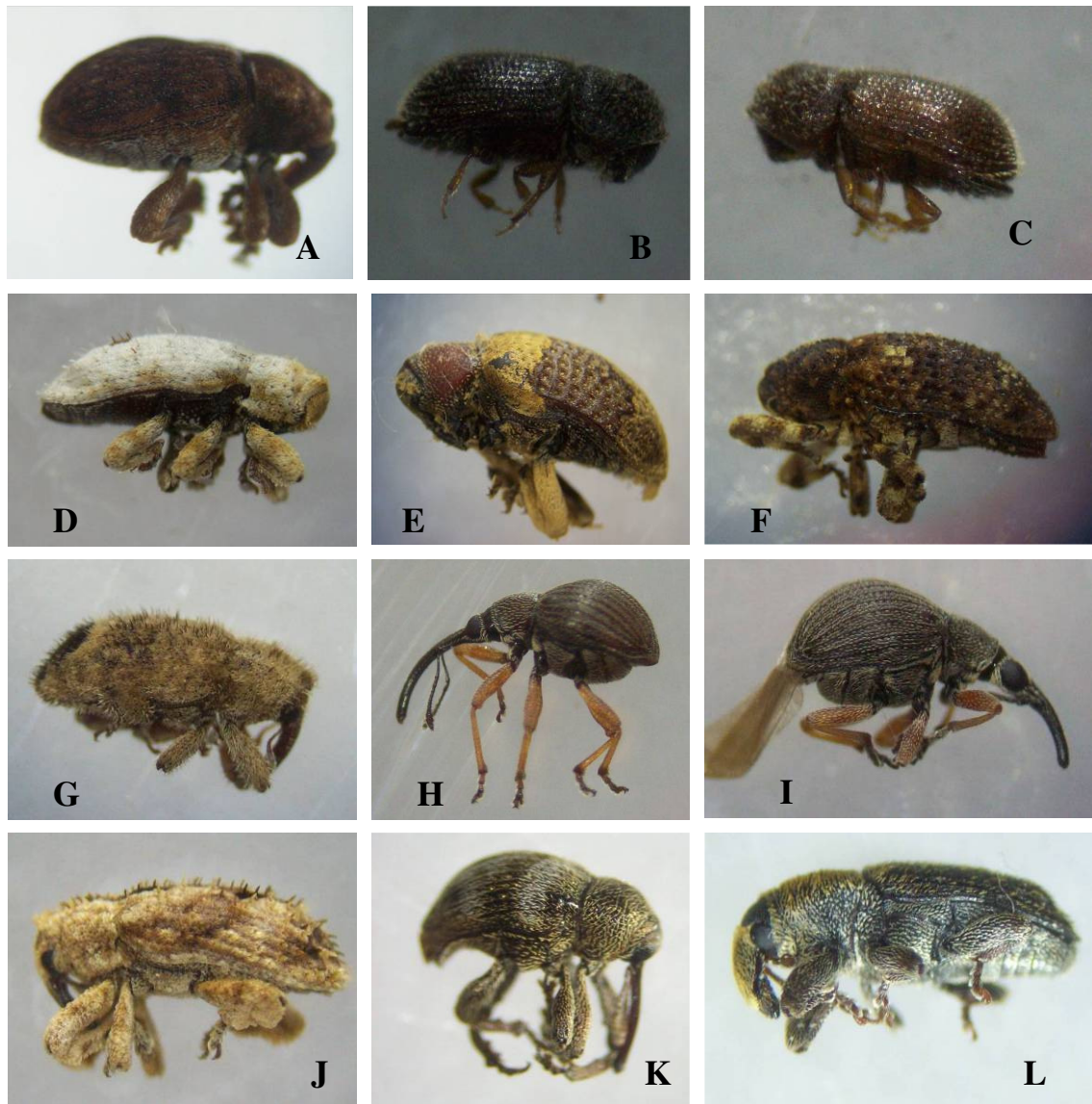


Fig.4: Curculionidae e suas espécies de plantas hospedeiras. A: *Albizia niopoides*, B: *Bauhinia forficata*, C: *Camptosema scarlatinum*, D: *Dalbergia brasiliensis*, E e F: *Hymenaea courbaril*, G: *Luehea, divaricata*, H: *Machaerium nyctitans*, I e J: *M. vilosum*, K e L: *Terminalia argentea*. (Fotos: L.M.S.Rodrigues)

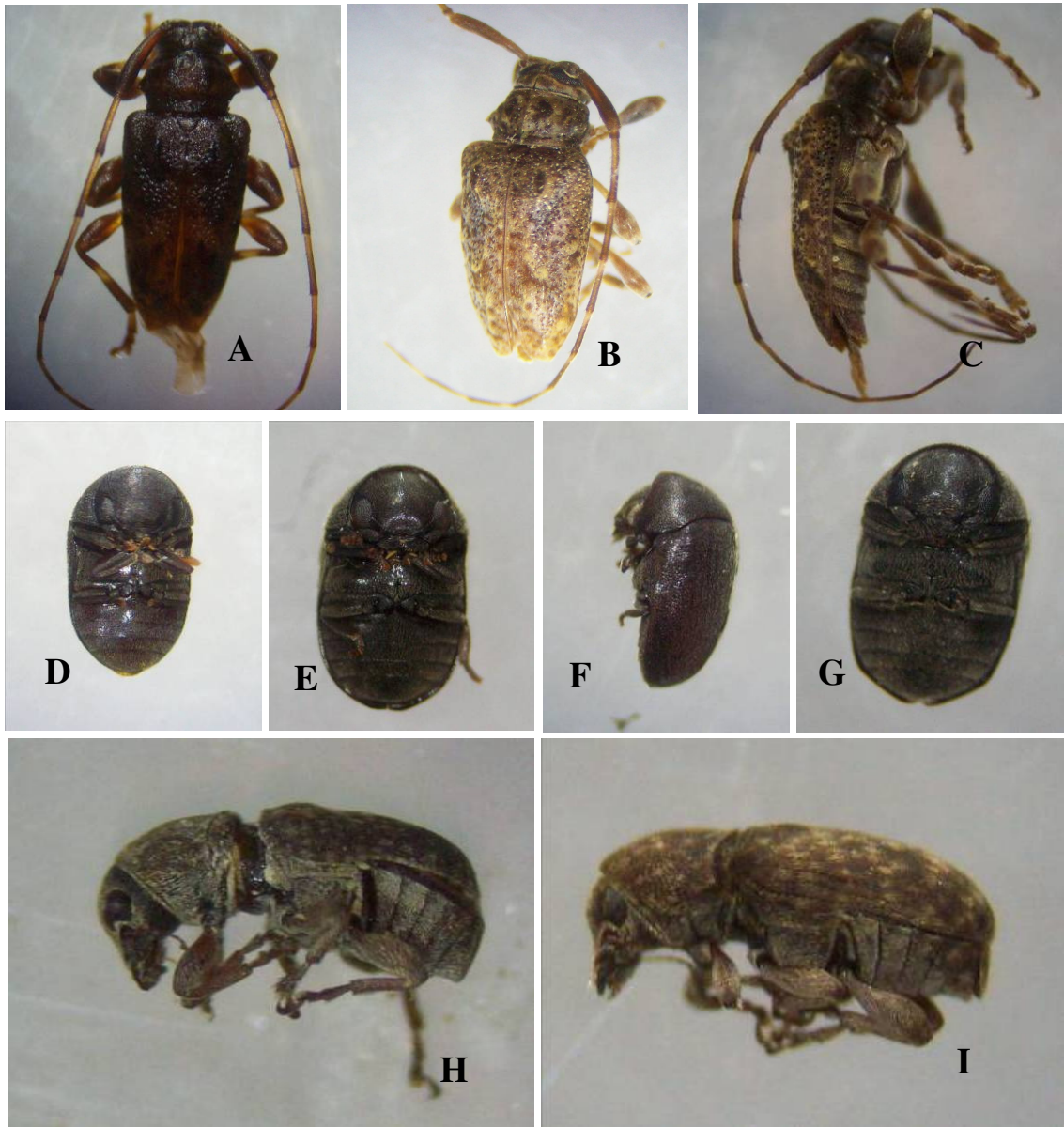


Fig. 5: Cerambycidae (A-C), Anobiidae (D-G), Anthribidae (H, I) e suas espécies de plantas hospedeiras. A: *Bauhinia forficata*, B e D: *Enterolobium contortisiliquum*, E: *Hymenaea courbaril*, H: *Leucaena leucocephala*, F e I: *Pterogine nitens* e C e G: *Schyzolobium parahyba*. (Fotos: L.M.S.Rodrigues)



Fig.6: Bruquíneos e suas plantas hospedeiras. A: *Merobruchus bicoloripes* - *Enterolobium contortisiliquum*; B: *Merobruchus* sp. - *Parapiptadenia rigida*. (Fotos: L.M.S.Rodrigues)

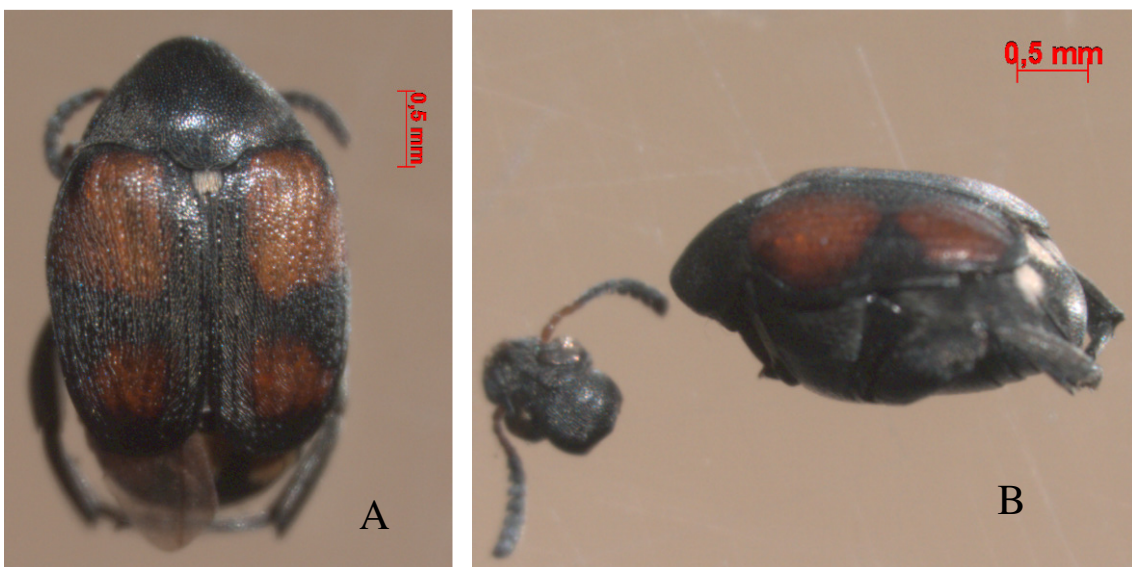


Fig. 7: Bruquíneo e suas plantas hospedeiras. *Stator* sp. – A: *Senegalia polyphylla* e B: *Albizia niopoides*. (Fotos: L.M.S.Rodrigues)

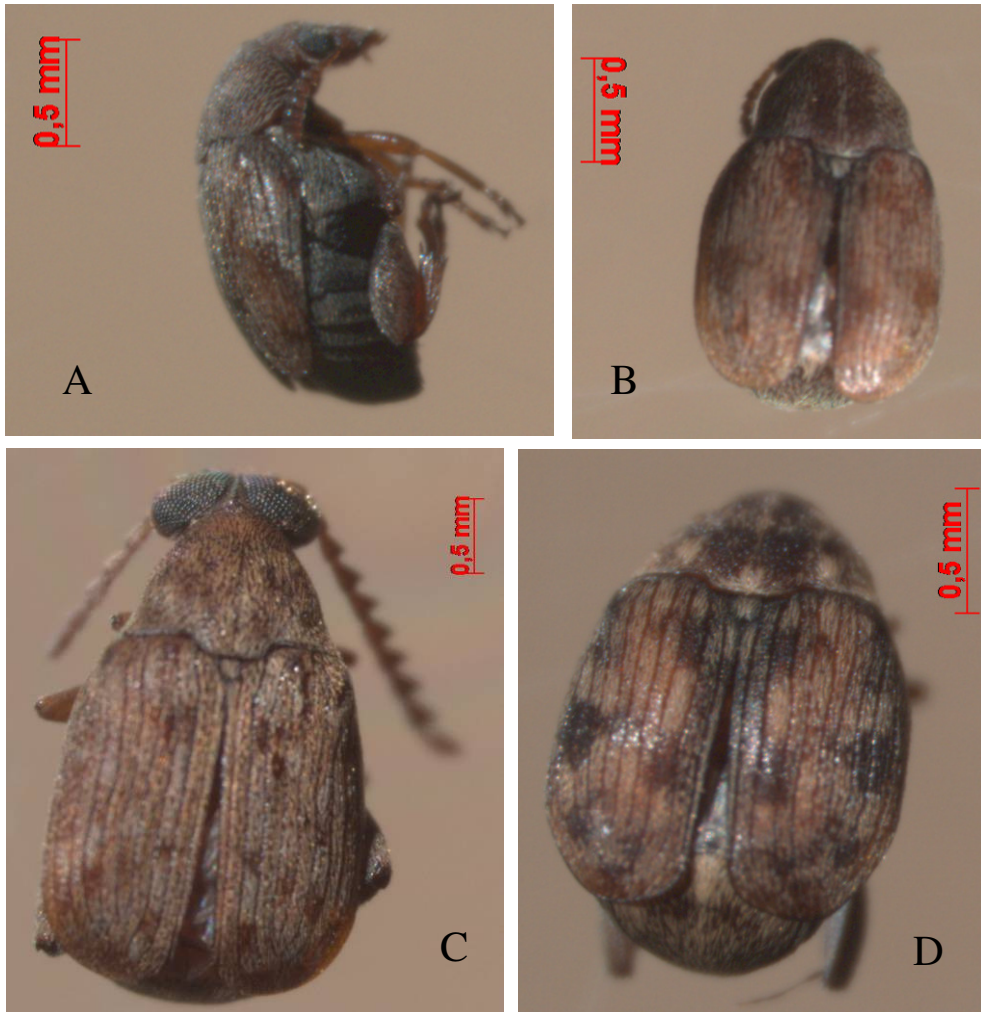


Fig. 8: Bruquíneos e suas plantas hospedeiras. A e B: *Acanthoscelides* sp.1 – *Indigofera suffruticosa* e *Indigofera truxillensis*; C: *Acanthoscelides macropthalmus* – *Leucaena leucocephala*; D: *Acanthoscelides* sp.3 – *Senna hirsuta* e *Senna pendula*. (Fotos: L.M.S.Rodrigues)

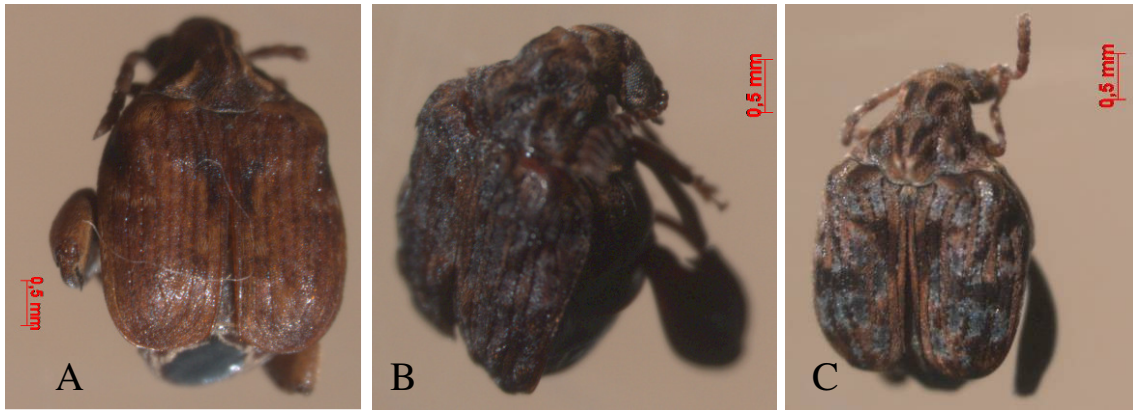


Fig. 9: Bruquíneos e suas plantas hospedeiras. A: *Gibbobruchus speculifer* – *Bauhinia forficata*; B: *Gibbobruchus polycoccus* – *Bauhinia forficata*; C: *Gibbobruchus cavillator* – *Bauhinia longifolia*. (Fotos: L.M.S.Rodrigues)

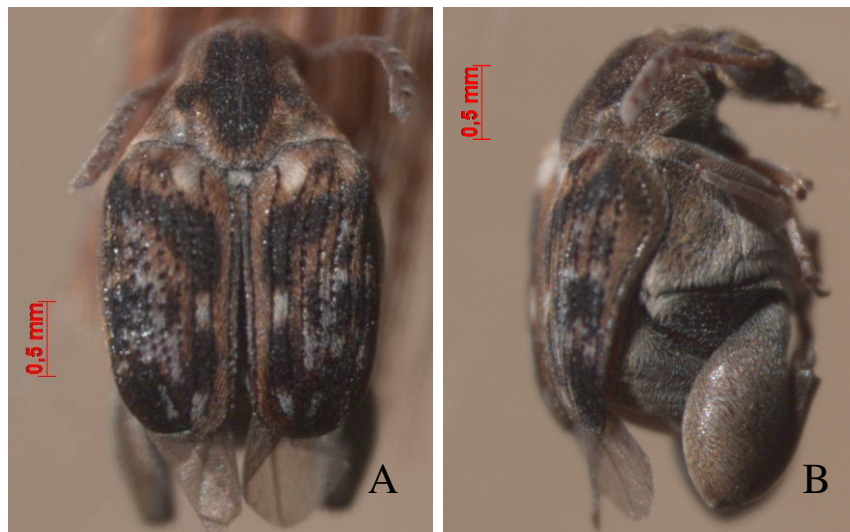


Fig. 10: *Ctenocolum* sp. (A e B) – bruquíneo predador de sementes de *Lonchocarpus guillemineanus*. (Fotos: L.M.S.Rodrigues)

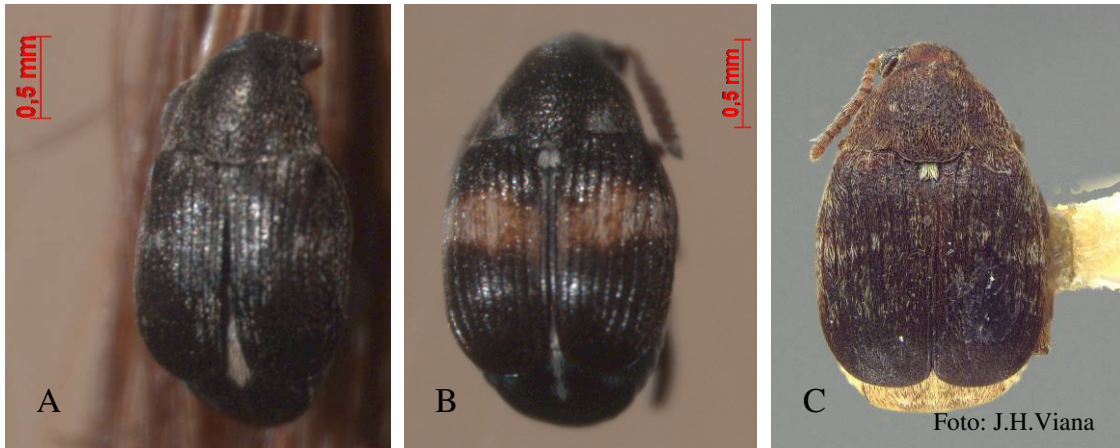


Fig. 11: Bruquíneos e suas plantas hospedeiras. A: *Sennius bondari* – *Senna hirsuta* e *Senna pendula*; B: *Sennius nappi* – *Senna hirsuta*; C: *Sennius ventralis* – *Senna pendula*. (Fotos A e B: L.M.S.Rodrigues)

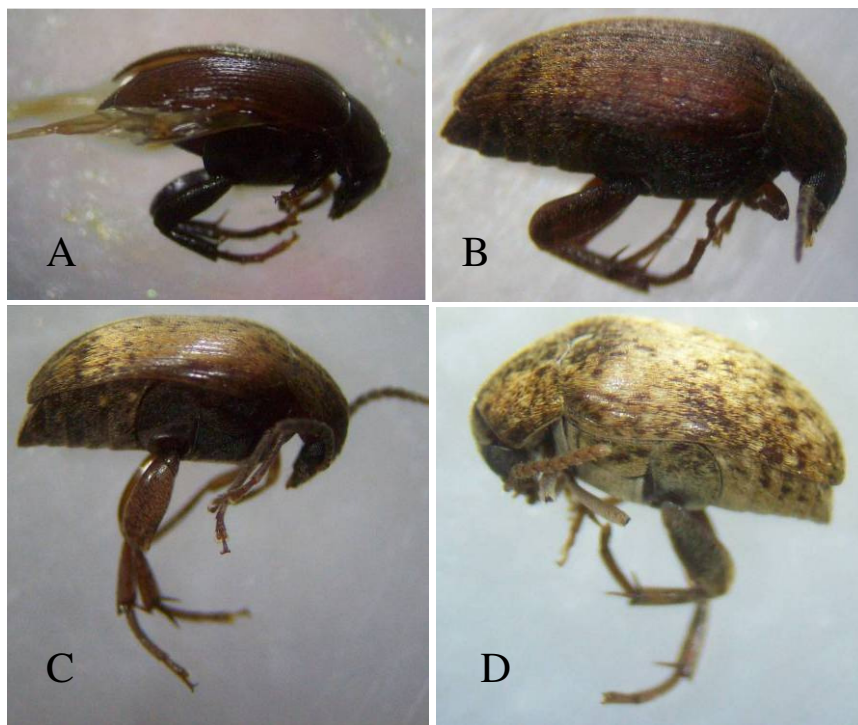


Fig. 12: *Amblycerus* sp. encontrados consumindo sementes de *Luehea divaricata* (A); *Senna pendula* (B); *Senna hirsuta* (C) e *Terminalia argentea* (D). (Fotos: L.M.S.Rodrigues)

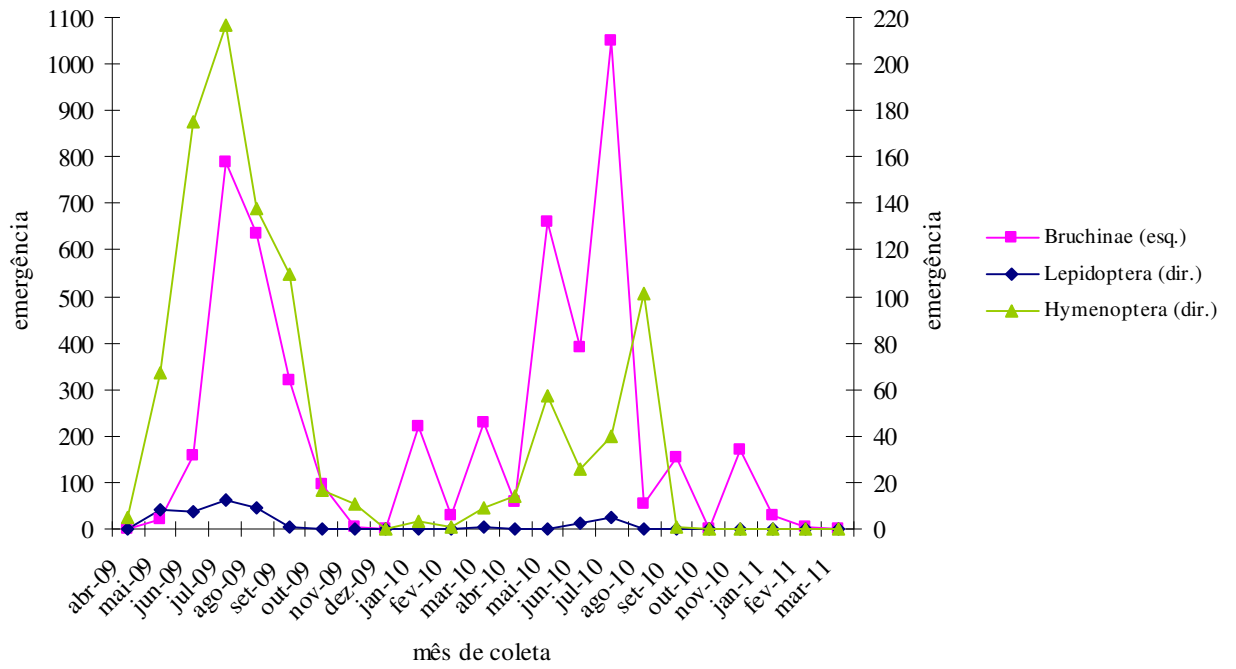


Fig. 13: Distribuição da emergência total de Hymenoptera (eixo da direita), Lepidoptera (eixo da direita) e Bruchinae (eixo da esquerda), ao longo dos dois anos de coleta.

Capítulo 2

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS E
MORFOLÓGICAS DE FRUTOS E SEMENTES NO TAMANHO CORPORAL E
NA ABUNDÂNCIA DE INSETOS PREDADORES DE SEMENTES**

L. M. S. Rodrigues¹ & M. N. Rossi²

¹Departamento de Botânica, IB, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu, São Paulo, 18618-000, Brasil.

(E-mail: ligiamary@gmail.com)

²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Diadema, São Paulo, 09941-510, Brasil

PALAVRAS-CHAVE – Coleoptera, Lepidoptera, Morfologia de frutos, Morfologia de sementes, Predação de sementes, Qualidade da semente.

RESUMO – Neste estudo foi verificado se caracteres qualitativos (compostos fenólicos, proteína total e dureza das sementes) e morfológicos (forma e biomassa) das sementes e frutos interferem no tamanho corporal dos insetos das principais ordens encontradas predando estas sementes, bem como nas suas taxas de emergência. Para isso, foram realizadas coletas mensais de frutos em cinco áreas da Fazenda Experimental Edgárdia, no município de Botucatu, SP. Após as coletas, os frutos foram levados para o laboratório para aguardar a emergência dos insetos. Após a emergência, os insetos, os frutos e as sementes foram medidos. Em seguida, a dureza, a biomassa e os teores de água, nitrogênio total e compostos fenólicos totais, foram estimados nas sementes. Emergiram insetos predadores de sementes das ordens Coleoptera e Lepidoptera; em Coleoptera, emergiram insetos da família Curculionidae e da subfamília Bruchinae (Chrysomelidae). A qualidade das sementes exerceu influência significativa apenas no que diz respeito ao tamanho corporal dos coleópteros e lepidópteros, uma vez que insetos maiores foram observados nas sementes mais duras. Para os dados morfométricos e a biomassa das sementes, foi observado que nas espécies com sementes de maior biomassa os coleópteros eram maiores e mais lepidópteros emergiram. Além disso, lepidópteros maiores emergiram de sementes mais esféricas. Os principais grupos de insetos emergentes estavam associados aos tipos de frutos coletados, sendo que bruquíneos e lepidópteros estavam mais associados a legumes e legumes bacóides e os curculionídeos estavam mais associados a sâmaras e legumes samaróides.

KEY-WORDS: Coleoptera, Lepidoptera, fruit morphology, seed morphology, seed predation, seed quality.

ABSTRACT – This study examined whether qualitative characters (phenolic compounds, total protein and hardness of seeds) and morphological characters (form and biomass) of seeds interfere with body size and rates of emergency of the main insect pre-dispersal seed predators orders found on these seeds. For this, fruit samples were taken monthly in five areas of Edgárdia Experimental Farm, in Botucatu, Brazil. After collectting the fruits, they were taken to the laboratory to wait for the emergence of insects. After emergence, the insects, fruits and seeds were measured. Then the hardness, biomass and water content, total nitrogen and total phenolics were estimated in seeds. Emerged insect seed predators of the orders Coleoptera and Lepidoptera, Coleoptera had insects from the family Curculionidae and subfamily Bruchinae (Chrysomelidae). Seed quality had significant effect only in relation to body size of beetles and butterflies, since larger insects were observed in tougher seeds. For the morphological data and biomass of seeds was observed that the species with higher biomass seed beetles were larger and more lepidopterans have emerged. Further, larger lepidopterans emerged from more spherical seeds. Major groups of insects emerging were associated to the types of fruits collected, and Bruchinae and Lepidoptera were associated with more legumes and bacoids legumes and weevils were more associated with samaras and samaroids legumes.

INTRODUÇÃO

As plantas são recursos altamente explorados por uma ampla diversidade de organismos, afinal, todas as suas estruturas servem como fonte de alimentação e desenvolvimento para algum animal ou patógeno, além de serem a base das cadeias tróficas. Destas estruturas, podemos destacar os frutos e sementes, por serem altamente nutritivas (Hulme & Benkman 2002; Schoonhoven *et al.* 2005). As sementes podem ser consumidas tanto na sua fase de pré-dispersão como na fase pós-dispersão e são amplamente consumidas por insetos. Na fase pré-dispersão, insetos das ordens Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera são os principais consumidores de sementes (Janzen 1971).

A ação dos insetos predadores pré-dispersão pode ter um alto impacto em suas plantas hospedeiras, podendo reduzir a germinação e sobrevivência das plântulas (Kolb *et al.* 2007; Tomaz *et al.* 2007), ocasionar perdas na produção total de sementes (Andersen 1988) e na incorporação destas ao banco de sementes (Garner & Witkowski 1997; Witkowski & Garner 2000), sendo inclusive (em casos de alta especificidade entre predador e planta hospedeira) utilizados no controle biológico de plantas invasoras (Tuda 2007). Além disso, sugere-se que o consumo das sementes por insetos e sua variação no tempo e no espaço podem promover a diversidade de espécies de plantas nas comunidades (Crawley 2000; Kolb *et al.* 2007).

Da mesma forma que os predadores causam impactos em suas plantas hospedeiras, estas podem também influenciar seus consumidores de algumas maneiras. Muitas espécies de consumidores sincronizam seu ciclo de vida com as épocas de produção de sementes, tendo então uma maior disponibilidade de sítios de oviposição e alimento (Forget *et al.* 1999; Nakagawa *et al.* 2003). Outro fator da planta que interfere na predação são os compostos oriundos do metabolismo secundário que são tóxicos e

podem ser prejudiciais a algumas espécies consumidoras menos especializadas (Janzen 1969, Lill & Marquis 2001, Hulme & Benkman 2002).

Juntamente com os compostos secundários, outros componentes da planta como o nitrogênio e o carbono, determinam a qualidade da planta e esta qualidade pode afetar positivamente ou negativamente o desempenho dos insetos que as consomem (Awmack & Leather 2002). Alguns estudos demonstram que a qualidade da planta afeta consideravelmente a sobrevivência, os padrões comportamentais, os níveis de infestação e o desempenho dos insetos predadores de sementes (Fox *et al.* 1994; Thiery *et al.* 1994; Fox & Mousseau 1996; van Huis & de Rooy 1998; Or & Ward 2004).

Existe uma grande variedade de tamanho e formas de sementes entre as espécies de plantas (Leishman *et al.* 2000), e estudos já realizados mostram que plantas hospedeiras com sementes maiores, mais volumosas e muitas vezes mais esféricas, podem apresentar maiores níveis de infestação. Estas sementes possuem maiores quantidades de recursos que irão prover o desenvolvimento do embrião e permitir o desenvolvimento de adultos maiores (Ernst *et al.* 1989; Szentesi & Jermy 1995; Orozco-Almanza *et al.* 2003). Em alguns casos, o tamanho das sementes pode influenciar a escolha de sítios de oviposição pelas fêmeas, que podem preferir sementes maiores, com maior quantidade de recursos, para aumentar a probabilidade de sobrevivência da prole (Cope & Fox 2003). No entanto, o fato da semente ser maior nem sempre evita a ocorrência de danos ao embrião, o que inviabiliza a semente (Cipollini & Stiles 1991). Como algumas espécies de predadores colocam seus ovos em frutos imaturos (Szentesi 2006; Silva *et al.* 2007), ou possuem larvas que se alimentam de várias sementes durante o desenvolvimento (Szentesi & Jermy 1995), o tamanho e a forma dos frutos são também muito importantes no que diz respeito à predação por insetos.

Além do tamanho das sementes, a rigidez delas também é um fator importante, pois pode evitar que as larvas dos insetos predadores penetrem nas sementes para consumi-las e se desenvolver, reduzindo a predação (Hulme & Benkman 2002) ou podendo levar a fêmea a investir no tamanho dos ovos de acordo com a rigidez das sementes e garantindo que as larvas consigam penetrá-las (Fox *et al.* 1997, Takakura 2004, Fox *et al.* 2001).

OBJETIVOS

O presente estudo investigou as seguintes hipóteses:

- Insetos predadores de sementes apresentam maior abundância e tamanho corporal quando provenientes de espécies de plantas de melhor qualidade, representadas por sementes com maiores teores de nitrogênio, menor dureza e menores teores de compostos fenólicos;
- Hipótese concorrente para a hipótese anterior: a ocorrência de insetos maiores em menor abundância é favorecida em espécies de plantas de menor qualidade, representadas por sementes com menores teores de nitrogênio, maior dureza e maiores teores de compostos fenólicos; neste caso, o número de sobreviventes é menor, os quais, por sua vez, apresentam um melhor desempenho (i.e., tamanho corporal).
- Espécies de plantas com sementes e frutos mais esféricos e de maiores tamanhos são mais infestadas por insetos predadores de sementes, os quais apresentam maiores tamanhos corporais.

- Diferentes grupos de insetos predadores de sementes (i.e., Bruchinae, Curculionidae) ocorrem em espécies de plantas distintas, dependendo de seus atributos qualitativos e morfológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em áreas da Fazenda Experimental Edgárdia (22°48'S; 48°24'W) (Fig. 1), pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Botucatu, Estado de São Paulo. Os fragmentos da Fazenda Edgárdia enquadram-se na unidade fitogeográfica denominada Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 1991) ou no tipo Floresta Mesófila Semidecídua (Rizzini 1979), ocorrendo na área de transição da Depressão Periférica para Cuesta Basáltica. A fazenda conta com aproximadamente 1000 ha de remanescentes florestais pouco alterados e áreas que passaram por vários níveis de perturbações antrópicas, além de ambientes de várzea e cerrado. Cerca de 20% do total de remanescentes são de mata primária, que correspondem ao trecho escarpado da encosta, de difícil acesso. Os demais variam de mata primária alterada por extração seletiva de madeira, mata secundária tardia alta, matas alteradas por incêndios, matas secundárias e capoeiras jovens ou degradadas pela passagem do fogo, além das matas ciliares (Ortega & Engel 1992).

A “Mata do Bixiguento” foi um dos fragmentos utilizados neste estudo, sendo explorada a vegetação de sua borda. A vegetação da “Mata do Bixiguento” está em processo de regeneração e formação da floresta secundária semidecidual com 80% das espécies nas duas primeiras fases de sucessão ecológica e apenas 20 % das espécies são

secundárias tardias e clímax (Rodrigues 2007). Outras áreas na Fazenda Edgárdia também foram utilizadas neste estudo, tais como “Mata da Bica” e áreas de acesso aos fragmentos e áreas abertas de pastagem. A “Mata da Bica” apesar de já ter sofrido desmatamento, atualmente apresenta-se estruturalmente recuperada (Silva Filho & Engel 1993). Para este estudo foram selecionadas cinco áreas, sendo três áreas de acesso aos fragmentos e duas áreas bordas dos fragmentos.

Coleta dos frutos e emergência dos insetos

Através de uma caminhada exploratória, foram selecionadas plantas para a coleta de frutos seguindo a borda dos fragmentos, de acordo com acesso e viabilidade para as coletas. Foram também exploradas áreas abertas na fazenda e as vias de acesso aos fragmentos. Coletas mensais de frutos foram feitas durante vinte e quatro meses*, de abril de 2009 a março de 2011.

Foram selecionadas 89 plantas nas diferentes áreas da Fazenda Edgárdia, totalizando 30 espécies nas seis famílias (Tabela 1). As plantas selecionadas foram marcadas e numeradas, possibilitando posterior identificação. Foram selecionados indivíduos das famílias Fabaceae, Arecaceae, Combretaceae, Rubiaceae, Tiliaceae e Vochysiaceae [de acordo com a classificação APG II (2003)].

Durante o período de frutificação, foram retirados de 20 a 50 frutos por planta por coleta (esta quantidade variou conforme a disponibilidade de frutos e procurando não causar grande desbaste nas plantas), os quais foram colocados em sacos plásticos, identificando-se a planta de origem e a data de coleta. No laboratório, os frutos foram transferidos para potes plásticos transparentes (1000 ml) com tampa plástica telada,

* Coletas mensais foram necessárias uma vez que existe certa assincronia no período de frutificação entre as plantas das diferentes famílias e algumas espécies podem produzir frutos durante todo o ano.

permitindo a circulação de ar, e mantidos em câmara climatizada ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$) e a emergência de insetos foi observada e quantificada periodicamente. Após a emergência, os insetos foram cuidadosamente retirados dos recipientes plásticos e colocados em álcool (70%), quantificando-se o total de cada ordem e a planta de origem. No caso de Coleoptera, o total de insetos por família também foi registrado, uma vez que os espécimes foram enviados para identificação por especialistas*. A emergência de insetos de cada grupo foi estimada através de uma taxa, dividindo-se o número de insetos emergentes pela quantidade aproximada de sementes coletadas. Esta quantidade aproximada de sementes coletadas foi obtida pela média do número de sementes presentes nos frutos, multiplicada pelo número de frutos coletados para cada espécie.

Determinação das características morfológicas dos insetos

Após a emergência dos insetos, estes foram medidos utilizando estereomicroscópio Leica EZ 4 com graticula acoplada à objetiva, os seguintes parâmetros de tamanho corporal foram medidos:

- bruquíneos e demais coleópteros: foram medidos o comprimento e maior largura de cada élitro (obtendo-se então uma média do comprimento e da largura dos élitros), e a largura do pronoto, seguindo metodologia proposta por Stillwell *et al.* (2007).

- lepidópteros: foi medido o comprimento do tórax mais abdômen (tamanho do corpo) e comprimento da asa direita (Gage 1994).

* Para a identificação, coleópteros foram enviados para a especialista Prof^a Dr^a Cibele Stramare Ribeiro-Costa e M.Sc. Jéssica H. Viana (Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil).

Foram medidos 10 indivíduos por espécie de planta hospedeira, escolhidos ao acaso, para Lepidoptera e 10 indivíduos para cada família da ordem Coleoptera. Para Bruchinae, que apresentou um grande número de insetos emergentes, foram medidos 30 insetos por planta hospedeira. No entanto, para aquelas espécies que apresentaram emergência de quantidade menor de indivíduos, o tamanho corporal foi estimado para todos os insetos.

Determinação das características morfológicas dos frutos e sementes e da rigidez das sementes

No caso dos frutos e sementes, as características morfológicas foram estimadas da seguinte maneira. Cerca de 30 frutos por espécie de planta foram retirados ao acaso dos recipientes e o comprimento, a largura e a espessura (nestes dois últimos foram considerados os maiores valores) de cada fruto, foram estimados com uso de paquímetro digital; também foram feitas observações para determinação do tipo de fruto coletado. Segundo Barroso *et al.* (1999) e Vidal & Vidal (2000) os frutos foram classificados quanto ao seu tipo morfológico como: cápsula lobada, drupa alada, folículo, legume, legume nucóide, legume bacóide, legume samaróide, sâmara e sâmara curto estiptada. Seguindo a metodologia proposta por Bekker *et al.* (1998), estes três valores foram divididos pelo comprimento de forma que o comprimento representou uma unidade, e em seguida a variância (V_F) destes três valores foi calculada dividindo-se por três o somatório do desvio da média ao quadrado, como se segue: $n = 3: \Sigma (x - \bar{x})^2/n$. Desta maneira, a forma do fruto se torna adimensional, e pode variar entre 0, perfeitamente esférica, e 0,2; forma mais achatada, semelhante a um disco. Como a

determinação da forma foi feita para cada fruto, calculou-se uma média, a qual representou a forma dos frutos de cada espécie de planta.

Em seguida, os frutos foram dissecados manualmente e as sementes intactas foram retiradas. Cerca de 30 sementes por espécie de planta foram fotografadas utilizando-se Microscópio Estereoscópio (SteREO Discovery V20, Carl Zeiss), e foram estimados o comprimento, a largura e a espessura das sementes, através das imagens analisadas pelo software Axio Vision 4.8 (Carl Zeiss). As sementes também foram fotografadas lateralmente para a estimativa da espessura. No caso das sementes muito grandes, fora da resolução do microscópio estereoscópio, estas foram medidas com paquímetro digital. A forma das sementes foi então determinada para cada espécie de planta, seguindo novamente a metodologia descrita por Bekker *et al.* (1998). Após as medições, a rigidez das sementes foi quantificada com Texturômetro (Texture Analyzer Brookfield) (Fig.2), com célula de carga de 25 quilos e Probe com forma de agulha (TA-9), registrando-se a força necessária para perfurar 2,0 mm ou 1,0 mm na semente, dependendo de sua dimensão. Trinta sementes intactas obtidas ao acaso foram utilizadas para a determinação da rigidez, obtendo-se um valor médio para cada espécie de planta.

Para a determinação do tamanho das sementes, foi feita a estimativa da biomassa das sementes intactas. Para cada espécie de planta predada foram feitas duplicatas de quinze sementes e estas foram colocadas em sacos de papel identificados. Em seguida, as sementes foram secas em estufa de circulação de ar a 45°C por 72 horas. Após a secagem, todo o material foi pesado em balança analítica, obtendo-se o peso seco médio das sementes para cada espécie de planta. Imediatamente antes do processo de secagem, as amostras de sementes foram pesadas, obtendo-se o peso úmido, que foi utilizado para o cálculo do teor de água.

Determinação da qualidade das sementes

Para a determinação da qualidade do recurso, as sementes que foram anteriormente secas em estufa foram examinadas quanto ao conteúdo de água, nitrogênio e compostos fenólicos totais. Duplicatas foram utilizadas para a estimativa do teor de água, que foi quantificado pela diferença de peso entre sementes úmidas e secas. Após a estimativa do teor de água, cada amostra de semente foi então triturada em moinho (Moinho de bola MA 350, Marconi) (Fig.3) até a obtenção de um pó fino e 200 mg de tecido seco foi utilizada para a quantificação de compostos fenólicos e determinação do conteúdo de nitrogênio (aproximadamente 100 mg para cada tipo de análise). Os compostos fenólicos foram quantificados pelo método de extração e quantificação de compostos fenólicos totais Folin-Ciocalteau (Folin & Ciocalteau 1927), utilizando como padrão o ácido gálico; já o conteúdo de nitrogênio foi determinado utilizando-se o protocolo de Kjeldahl (AOAC 1995). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica de Pós-colheita do Departamento de Bioquímica do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu.

Para as quantificações de compostos fenólicos totais, uma média de três réplicas por amostra foi utilizada em todas as análises. Desta forma, valores médios do teor de água e de compostos fenólicos foram obtidos para as sementes de cada espécie de planta. No caso do teor de nitrogênio, apenas um valor foi estimado para cada espécie.

Análise dos dados

Primeiramente, análises de componentes principais (PCA) (Lepš & Šmilauer 2003) sobre os valores estimados do tamanho corporal foram aplicados com o objetivo

de criar uma única variável para o tamanho corporal, dentre as medidas feitas (largura e comprimento do élitro, e largura do pronoto para os bruquíneos, e tamanho do corpo e comprimento da asa para os lepidópteros). Em todos os casos, o primeiro componente principal (PC1) foi o que explicou a maior parte da variância (> 85% para todas as análises), representando o tamanho corporal, e foi utilizado como variável de resposta quando relacionado com as variáveis explanatórias: teor de água, nitrogênio e fenóis, dureza, biomassa das sementes, e forma dos frutos e sementes.

Foram realizadas análises de regressão múltipla utilizando o processo de simplificação de modelos lineares (princípio da parcimônia), relacionando as variáveis de resposta tamanho corporal (PCs) e número de insetos emergentes com os caracteres qualitativos e morfométricos, utilizando-se o Sistema R para Windows, versão 2.15.2 (R Development Core Team 2012). As análises foram feitas considerando os seguintes grupos de insetos: total de coleópteros, somente bruquíneos, somente curculionídeos e, por fim, os lepidópteros. Dois grupos distintos de análises foram estabelecidos, um grupo considerando apenas os caracteres qualitativos (teores de água, fenóis e nitrogênio, e dureza), e o outro levando-se em conta os caracteres morfológicos (forma dos frutos e sementes, e biomassa das sementes). Para evitar a inclusão de variáveis desnecessárias nos modelos de regressão múltipla, bem como para verificar se existiam indicativos de interações complexas entre as variáveis explanatórias, modelos tipo “tree” foram aplicados antes de cada análise de regressão (Crawley 2007). Estes modelos possibilitaram uma melhor visualização da estrutura dos dados através de dendrogramas, sendo eficientes como análise exploratória. Em alguns casos, os modelos “tree” mostravam apenas um ramo, tornando a análise uma regressão linear simples (Zar 1999; Crawley 2007).

Para verificar se existia alguma estrutura na relação dos três principais grupos de insetos predadores de sementes (Bruquíneos, Curculionídeos e Lepidópteros) com os tipos de frutos em que eles foram encontrados foi realizada uma análise de correspondência entre estas variáveis (Lepš & Šmilauer 2003; Ramírez & Traveset 2010). Por fim, foram realizadas análises de função discriminante para testar as relações existentes entre os principais grupos de insetos e as variáveis qualitativas e morfológicas estudadas (Lepš & Šmilauer 2003; Ramírez & Traveset 2010). Esta análise possibilitou investigar quais variáveis podiam diferenciar os níveis de infestação dos principais grupos de insetos predadores de sementes. Portanto, análises de função discriminante foram aplicadas considerando espécies de plantas atacadas por bruquíneos, curculionídeos e lepidópteros, bem como espécies de plantas infestadas ou não por bruquíneos, por curculionídeos e por lepidópteros. Foi utilizado o software Statistica, versão 11.0 (StatSoft, 2012), para realizar as análises de correspondência e de função discriminante.

RESULTADOS

Das 30 espécies de plantas selecionadas, foi possível coletar frutos em 22 delas, que estão destacadas na tabela 1, e em 21 destas espécies emergiram insetos das ordens Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera.

Para as análises de tamanho corporal em Coleoptera, as variáveis que explicaram a maior parte da variação dos dados foram teor de água e dureza das sementes (Fig. 4). Após as análises de regressão relacionando o tamanho corporal com estas variáveis, observou-se que apenas a dureza das sementes foi significativa e o teor de água ficou próximo da significância (Tabela 2). Com isso, constatou-se que quanto maior a dureza

das sementes das espécies estudadas, maior o tamanho corporal dos coleópteros emergentes, havendo uma tendência de estas sementes serem mais secas (Fig. 5).

Para a subfamília Bruchinae, apenas a variável teor de água explicou a maior parte da variação dos dados de tamanho corporal (Fig. 6) e após a análise de regressão múltipla observou-se um resultado próximo à significância (Tabela 2), novamente havendo uma tendência de ocorrência de indivíduos maiores em sementes mais secas. Já para a ordem Lepidoptera, a variável dureza das sementes foi a que explicou a maior parte da variação nos dados de tamanho corporal (Fig. 7) e após a análise de regressão múltipla o resultado foi significativo (Tabela 2), o que mostra que para estes insetos quanto maior a dureza das sementes, maior o tamanho corporal, já que a tendência foi positiva (Fig. 8).

Para insetos da família Curculionidae (Coleoptera), não foi feita a análise de regressão múltipla, pois nenhuma das variáveis qualitativas estudadas explicavam a variação dos dados sobre o tamanho corporal destes insetos.

Nas análises de regressão múltipla considerando a emergência dos insetos, os dendrogramas mostraram que para Coleoptera a dureza das sementes e os compostos fenólicos totais foram as variáveis que explicaram a maior parte da variação dos dados (Fig. 9); em Bruchinae, as variáveis teor de água e nitrogênio total foram as variáveis que explicaram a maior parte da variação nos dados de emergência (Fig. 10) e, por fim, em Curculionidae, a variável que explicou a maior parte da variação dos dados na emergência dos insetos foi compostos fenólicos totais (Fig. 11). Após as análises de regressão múltipla, não foi observada significância para nenhum dos grupos (Tabela 3).

Já para Lepidoptera, a variável dureza das sementes foi a que explicou a maior parte da variação dos dados sobre a emergência (Fig. 12). Após a análise de regressão múltipla, o resultado foi significativo (Tabela 3), com uma tendência positiva.

Entretanto, uma tendência enviesada nos resultados estava sendo gerada pelo conjunto de dados de *Hymenaea courbaril* (Fig. 13). Ao excluir estes dados e refazer o dendrograma, observamos que as variáveis mais relevantes neste modelo foram teor de água e dureza das sementes (Fig. 14). Após nova análise de regressão múltipla, constatou-se que o resultado não foi significativo, mostrando que a taxa de emergência de Lepidoptera não estava relacionada com estas variáveis.

Quando o tamanho corporal dos insetos foi relacionado com as variáveis morfológicas e a biomassa das sementes, os dendrogramas mostraram que as variáveis explanatórias que explicaram a maior parte da variação dos dados em Coleoptera foram biomassa e forma das sementes (Fig.15). Para Bruchinae a biomassa das sementes foi a variável que melhor explicou a variação nos dados (Fig.16), e para Lepidoptera, foi a forma das sementes (Fig.17).

As análises de regressão múltipla mostraram resultados significativos para a relação entre o tamanho dos coleópteros e a biomassa das sementes, sendo esta tendência positiva, ou seja, indivíduos maiores ocorriam em espécies de plantas com sementes maiores. Resultados significativos entre o tamanho dos lepidópteros e a forma das sementes também foram encontradas, mas neste caso constatou-se um aumento no tamanho dos insetos quando emergentes de espécies de plantas com sementes mais esféricas (Tabela 5).

Para as análises considerando a relação entre a emergência dos insetos e as variáveis morfológicas e biomassa, constatou-se que a variável explanatória que explicou a maior parte da variação dos dados em Coleoptera e Bruchinae foi a forma das sementes (Figs. 18 e 19); para os curculionídeos, a forma dos frutos foi a variável que mais explicou a variação dos dados de emergência (Fig. 20), e em Lepidoptera foi a biomassa das sementes (Fig. 21). Através das análises de regressão múltipla, resultados

significativos foram observados para a relação entre a emergência de lepidópteros e a biomassa das sementes, mostrando uma relação positiva, ou seja, uma maior taxa de emergência ocorreu nas espécies de plantas com sementes maiores (Tabela 6).

A figura 22 mostra o resultado da análise de correspondência, entre os tipos de frutos coletados e os principais grupos de insetos. A primeira dimensão explica a maior parte da inércia (75,80%), sendo a dimensão mais importante do gráfico; ela separa os frutos do tipo legume, legume bacóide, folículo e sâmara curto estipitada dos demais (que estão à esquerda) e no caso dos grupos de insetos, separa os que estão à esquerda, que são bruquíneos e lepidópteros, dos curculionídeos à direita. Isso sugere que grande parte da inércia ocorre devido às diferenças entre estes tipos de frutos (legume, legume bacóide, folículo e sâmara curto estipitada) e observamos que existem mais bruquíneos e lepidópteros associados a legumes e legumes bacóides. Os bruquíneos também estão bem associados com os frutos do tipo folículo e com a sâmara curto estipitada, já os curculionídeos apresentam grande associação com sâmaras e legumes samaróides (Fig. 22).

Os resultados das análises de função discriminante mostraram que as características químicas e a dureza das sementes (caracteres qualitativos) não foram importantes para discriminar a ocorrência dos principais grupos de insetos predadores de sementes, uma vez que os resultados não foram significativos (Tabela 7). Estas características qualitativas também não foram importantes para discriminar frutos com e sem bruquíneos (Tabela 8) e com e sem curculionídeos (Tabela 9), pois os resultados não foram significativos; já as espécies de plantas com e sem lepidópteros foram significativamente discriminadas pelos conteúdos de proteína total e pela dureza das sementes (Tabela 10). Entretanto, esse resultado deve ser interpretado com cautela, pois a diferença entre as médias para proteína total é muito baixa, ou seja, há muita

variabilidade que pode ter influenciado no resultado da análise; para a dureza, as médias são bem diferentes, mostrando um resultado mais consistente (Tabela 10).

No caso das características morfológicas dos frutos e sementes e da biomassa das sementes, constatou-se que não discriminaram a ocorrência dos principais grupos de insetos predadores de sementes, uma vez que os resultados não foram significativos (Tabela 11), mas que a biomassa das sementes foi importante para discriminar a presença ou não de bruquíneos nas espécies de plantas, com uma ocorrência maior de bruquíneos em sementes de menor biomassa (Tabela 12); no entanto, o mesmo não foi encontrado para os curculionídeos (Tabela 13) e para os lepidópteros (Tabela 14), pois os resultados não foram significativos.

DISCUSSÃO

Os insetos que emergiram das sementes corroboram trabalhos anteriores que também apresentaram Coleoptera e Lepidoptera como as ordens mais representativas dentre os insetos predadores de sementes, sendo Curculionidae e Bruchinae os grupos mais representativos dentro de Coleoptera (Janzen 1980; Ramírez & Traveset 2010).

O nitrogênio total e compostos fenólicos totais das sementes exerceram pouca influência sobre o tamanho dos coleópteros, principalmente quando observamos separadamente os principais grupos que emergiram (Bruchinae e Curculionidae). Dos caracteres qualitativos, o teor de água demonstrou uma tendência de relação inversa com o tamanho corporal dos coleópteros de maneira geral e observou-se que quanto mais duras as sementes, maior o tamanho corporal destes insetos, neste caso, a fêmea pode ter investido em ovos maiores conforme a rigidez das sementes, as larvas maiores e tem mais chances de se desenvolver e tornarem-se adultos maiores (Fox *et al.* 1994).

Neste estudo, foi observado para Coleoptera de maneira geral e para Bruchinae, cujo resultado foi marginalmente significativo, um tamanho corporal maior em plantas com menor teor de água. Entretanto, Timms (1998) observou para *Callosobruchus maculatus* que as sementes da planta hospedeira não afetavam o tamanho corporal do inseto, mas sim sua fecundidade, isso devido à qualidade do recurso utilizado pelas larvas. O que pode alterar o desenvolvimento dos insetos e, conseqüentemente, seu tamanho, é o fato de diferentes plantas hospedeiras fornecerem recursos de diferentes qualidades aos seus predadores (Janzen, 1977). Por exemplo, o bruquíneo *Caryedon palaestinus* ao se desenvolver em sementes da planta *Acacia raddiana* em melhor estado fisiológico (sem stress hídrico) apresentou um tamanho corporal significativamente maior do que os que emergiram de sementes em pior estado (Or & Ward, 2007).

Já para os lepidópteros, a qualidade das sementes teve uma grande influência no tamanho dos mesmos, quando tratamos da dureza das sementes consumidas e também a forma das sementes relacionou-se com o tamanho dos lepidópteros, pois estes insetos apresentaram-se maiores em sementes mais duras e mais esféricas. Além de terem emergido mais insetos em sementes de maior biomassa, o que pode ser explicado pela maior quantidade de recurso disponível nas espécies de planta com sementes maiores, fazendo com que estas plantas sejam mais exploradas pelos predadores. As sementes mais duras são recursos nos quais provavelmente apenas as larvas mais robustas, oriundas de ovos maiores, são capazes de se desenvolver e originar adultos maiores (Nakasuji 1987; García-Barros 2000).

Nossos resultados mostram que a emergência de insetos da ordem Lepidoptera foi influenciada pela biomassa das sementes, com maior emergência ocorrendo em espécies de plantas com sementes maiores. Ramírez e Traveset (2010) observaram que a

incidência de predadores na fase de pré-dispersão não dependia do tamanho dos frutos e sementes na comunidade estudada, no entanto, a biomassa das sementes e o conteúdo de amido estavam relacionados com as espécies de plantas com sementes predadas, com a biomassa dos frutos sendo significativamente maior em plantas consumidas por lepidópteros da família Pyralidae.

Constatou-se que a emergência dos insetos nas plantas estudadas não foi influenciada pela qualidade do recurso consumido, entretanto, é conhecido que a qualidade da planta pode afetar a densidade populacional dos herbívoros (Stilling & Moon 2005). Por exemplo, Bowdish & Stilling (1998) mostraram que níveis elevados de nitrogênio aumentam a abundância do herbívoro que se alimenta de *Spartina alterniflora*. Além disso, a maneira como os insetos irão desenvolver é afetada pela qualidade da planta, pois em plantas de melhor qualidade o desenvolvimento pode ser mais rápido, o que pode interferir no tamanho corporal (Cornelissen & Stilling 2006).

Os compostos secundários são conhecidos por sua toxicidade e por atuarem na defesa da planta (Schoonhoven 2005). Nossos resultados não mostram alterações no tamanho corporal dos insetos em relação aos compostos fenólicos totais presentes nas sementes. É possível, como já constatado algumas vezes, que os insetos predadores possam tornar-se adaptados a estes compostos, desenvolvendo-se normalmente na planta, apresentando até certo grau de especialização (Janzen 1971); esta especialização aos compostos tóxicos presentes nas plantas é muito forte nos bruquíneos (Kergoat *et al.* 2005). São várias as maneiras como os predadores tentam driblar os compostos de defesas das plantas, tornando-se altamente específicos e adaptados a elas. Larvas do lepidóptero *Utetheisa ornatrix*, por exemplo, não só apresentam bom desenvolvimento corporal ao alimentarem-se das sementes de *Crotalaria*, como também são capazes de

sequestrar os alcalóides produzidos pela planta e utilizá-los para proteção do lepidóptero adulto (Ferro *et al.* 2006).

As análises utilizando os dados morfológicos e de biomassa das sementes mostraram que nas sementes de maior biomassa o tamanho dos coleópteros foi maior. As razões acerca de como o tamanho das sementes pode influenciar o tamanho dos insetos são diversas. Para coleópteros, já foi constatado em nível específico que o tamanho da semente influencia na escolha do inseto por sementes maiores para ovipor e que destas sementes maiores emergem adultos de tamanho corporal maior (Moegenburg 1996). Em comunidades, já foi constatado que o tamanho e a forma das sementes são importantes para determinar a infestação por insetos predadores, principalmente nas espécies que se alimentam de apenas uma semente. Neste caso, as sementes de maior volume e mais esféricas eram as mais infestadas (Szentesi & Jermy 2005). Ao contrário, Janzen (1969) observou em algumas leguminosas da América Central que as sementes consumidas por bruquíneos eram significativamente menores que as sementes das espécies não atacadas.

Com relação aos tipos de frutos coletados, observamos que os bruquíneos e lepidópteros estavam mais associados aos frutos tipo legumes e legumes bacóides e os curculionídeos estavam mais associados aos frutos do tipo sâmaras e legumes samaróides. Ramírez & Traveset (2010) também observaram em um estudo com comunidade de insetos predadores de sementes pré-dispersão na Venezuela bruquíneos associados aos frutos do tipo legume e curculionídeos associados a frutos indeiscentes, como é o caso das sâmaras e legumes samaróides. Estes resultados mostram a estreita relação que os bruquíneos apresentam com as leguminosas (Romero-Napoles 2002).

Com as análises de função discriminante, foi observado que as características químicas e a dureza das sementes, assim como as características morfológicas dos frutos

e sementes e da biomassa das sementes não discriminaram a ocorrência dos principais grupos de insetos predadores de sementes. Quando os grupos são analisados separadamente, observa-se uma ocorrência maior de bruquíneos em sementes de menor biomassa e de lepidópteros em sementes mais duras. Isso sugere que características da planta, sejam elas qualitativas ou morfológicas, atuam separadamente em cada grupo de inseto, exercendo uma relação diferente com cada um e determinado a ocorrência destes grupos nas plantas.

As características qualitativas e morfológicas dos frutos e sementes podem se relacionar com o tamanho corporal dos principais grupos de insetos predadores de sementes na fase pré-dispersão e também com a abundância destes insetos. A maneira como cada atributo qualitativo ou morfológico se relaciona com insetos, seja no tamanho corporal dos indivíduos, seja na abundância deles na comunidade, é diferente de acordo com cada grupo de insetos estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, A. N. 1988. Insect seed predators may cause far greater losses than they appear to. *Oikos* 52: 337–340.
- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis of AOAC Internacional. Arlington, Virginia, EUA.
- APG [=Angiosperm Phylogeny Group] II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399–436.
- Awmack C. S. and Leather S. R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817-44.

- Barroso, G. M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. L. and Ichaso, C. L. F. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada a sistemática de dicotiledôneas. Editora UFV, Viçosa.
- Bekker, R. M.; Bakker, J. P.; Grandin, U.; Kalamees, R.; Milberg, P.; Poschlod, P.; Thompson, K. and Willems, J. H. 1998. Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology*, 12, 834–842.
- Bowditch T. I. and Stilling P. 1998. The influence of salt and nitrogen on herbivore abundance: direct and indirect effects. *Oecologia* 113: 400-405.
- Cipollini, M. L. and Stiles, E. W. 1991. Seed predation by the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* on *Phaseolus* species: consequences for seed size, early growth and reproduction. *Oikos*, 60, 205-214.
- Cope, J. M. and Fox, C. W. 2003. Oviposition decisions in the seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): effects of seed size on superparasitism. *Journal of Stored Products Research*, 39, 355–365.
- Cornelisse T. and Stilling P. 2006. Does low nutritional quality act as a plant defence? An experimental test of the slow-growth, high-mortality hypothesis. *Ecological Entomology* 31: 32-40.
- Crawley M. J. 2000. Seed predators and plant population dynamics. [pp.157 – 191]. *In*: *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities*. (M. Fenner, editor), CAB International, Wallingford.
- Crawley M. J. 2007. *The R book*. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Ferro V. G., Guimarães Jr. P. R. and Trigo J. R. 2006. Why do larvae of *Utetheisa ornatrix* penetrate and feed in pods of *Crotalaria* species? Larval performance vs.chemical and physical constraints. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 121: 23–29.

- Folin O. and Ciocalteu V. 1927. On tyrosine and tryptophane determination in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 73, 424-427.
- Fonseca R. C. B. 2005. Espécies- chave em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Forget P. M., Kitajima K. and Foster R. B. 1999. Pre- and post- dispersal seed predation in *Tachigali versicolor* (Caesalpiniaceae): effects of timing of fruiting and variation among trees. *Journal of Tropical Ecology*. 15:61- 81.
- Fox C. W., Czesak M. E. and Fox R. W. 2001. Consequences of plant resistance for herbivore survivorship, growth and selection on egg size. *Ecology* 82: 2790-2804.
- Fox C. W. and Mousseau T. A. 1996. Larval host plant affects fitness consequences of egg size variation on the seed beetle *Stator limbatus*. *Oecologia*, 107: 541-548.
- Fox C. W., Thakar M. S. and Mousseau T. A. 1997. Egg size plasticity in a seed beetle: an adaptive maternal effect. *The American Naturalist* 149:149-163.
- Fox C. W., Waddell K. J. and 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.
- Gage M. J. G. 1994. Associations between body size, mating pattern, testis size and sperm lengths across butterflies. *Proceedings of the Royal Society of London* 258:247-254.
- García-Barros E. 2000. Body size, egg size, and their interspecific relationships with ecological and life history traits in butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Biological Journal of the Linnean Society* 70: 251-284.
- Garner R. D. and Witkowski E. T. F. 1997. Variations in seed size and shape in relation to depth of burial in the soil and predispersal predation in *Acacia nilotica*, *A. tortilis* and *Dichrostachys cinerea*. *South African Journal of Botany*, 63, 371-177.

- Hulme P. E. and Benkman C. W., 2002. Granivory. In: Herrera C. M. & Pellmyr O. (eds.), Plant-animal interactions: an evolutionary approach. Blackwell, Oxford. pp. 132-154.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. 123 p, Rio de Janeiro, BR.
- Janzen D. H. 1969. Seed-eaters versus seed size, number and toxicity and dispersal. *Evolution* 23: 1-27.
- Janzen D. H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Janzen D. H. 1977. How Southern cowpea larvae (Bruchidae: *Callosobruchus maculatus*) die on non-host seeds. *Ecology* 58: 921-927.
- Kergoat G. J., Delobel A., Fédère G., Le Rü B. and Silvain J-F. Both host-plant phylogeny and chemistry have shaped the African seed-beetle radiation. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 35: 602–611.
- Kolb A., Ehrlén J. and Eriksson O.. 2007. Ecological and evolutionary consequences of spatial and temporal variation in pre-dispersal seed predation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9:79–100.
- Leishman M. R.; Wright I. J.; Moles A. T. and Westoby M. 2000. The evolutionary ecology of seed size. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities.* (ed Fenner, M.) CAB International Publishing, Wallingford, UK.
- Lepš, J., Šmilauer, P. 2003. *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO.* Cambridge University Press, UK.
- Lill T. J. & Marquis R. J. 2001. The effects of leaf quality on herbivore performance and attack from natural enemies. *Oecologia* 126: 418-428.

- Moegenburg S. M. 2006. *Sabal palmetto* seed size: causes of variation, choices of predators, and consequences for seedlings. *Oecologia* 106: 539-543.
- Nakagawa M., Itioka T., Momose K., Yumoto T., Komai F., Morimoto K., Jordal B. H., Kato M., Kaliang H., Hamid A. A., Inoue T. and Nakashizuka T. 2003. Resource use of insect seed predators during general flowering and seeding events in a Bornean dipterocarp rain forest. *Bulletin of Entomological Research*, 93: 455-466.
- Nakasuji F. 1987. Egg size of skippers (Lepidoptera: Hesperiiidae) in relation to their host specificity and to leaf toughness of host plants. *Ecological Research* 2:175-183.
- Or K. and Ward D. 2004. The effects of seed quality and pipecolic and djenkolic acids on bruchid beetle infestation in water deficit-stressed *Acacia* trees. *Journal of Chemical Ecology*. 30: 2297-2307.
- Or K. and Ward D. 2007. Maternal effects on the life histories of bruchid beetles infesting *Acacia raddiana* in the Negev desert, Israel. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 122: 165–170
- Orozco-Almanza M. S., León-García L. P., Grether R. and Gacia-Moya E. 2003. Germination of four species of the genus *Mimosa* (leguminosae) in a semi-arid zone of Central Mexico. *Journal of Arid Environments* 55: 75–92.
- Ortega V. R. and Engel. V. L. 1992. Conservação da biodiversidade de remanescentes de Mata Atlântica na região de Botucatu, SP. *Revista do Instituto Florestal*. 4: 839-852.
- R Development Core Team (Version 2.15.2). 2012. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

- Ramírez N. and Traveset A. 2010. Pre-dispersal seed predation by insects in the Venezuelan Central Plain: overall patterns that influence its biology and taxonomic groups. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12: 193-209.
- Rizzini C.T. 1979. Tratado de biogeografia do Brasil: aspectos florísticos e estruturais. v.2. HUCITEC/EDUSP, São Paulo, BR.
- Rodrigues L. M. S., Viana J. H., Ribeiro-Costa C. S. and Rossi M. N. 2012. The extent of seed predation by bruchine beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in a heterogeneous landscape in southeastern Brazil. *The Coleopterists Bulletin*. 66: 271-279.
- Rodrigues V. A. 2007. Microbacia urbana: impactos e serviços ambientais da floresta. II Simpósio Internacional em Manejo de Microbacias Hidrográfica “Sustentabilidade da água e o aquecimento Global”. Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, SP.
- Romero-Napoles J. R. 2002. Bruchidae. In: Bousquets J. L. & Morrone J. J. (eds.), *Biodiversity, taxonomy, and biogeography of arthropods from Mexico: a synthesis*. Unan, México. pp. 513–534.
- Schoonhoven L. M., Van Loon J. J. A. and Dicke M. 2005. *Insect-plant biology*. Oxford University Press Inc., New York.
- Silva L. A., Maimoni-Rodella R. C. S. and Rossi M. N. 2007. A preliminary investigation of pre-dispersal seed predation by *Acanthoscelides schrankiae* Horn (Coleoptera: Bruchidae) in *Mimosa bimucronata* (D.C.) Kuntze trees. *Neotropical Entomology*, 36: 197-202.
- Silva Filho S.R., and Engel V. L. 1993. Estrutura de um fragmento de mata mesófila semidecídua secundária tardia e implicações para o manejo. *In: Congresso Florestal Brasileiro (Anais)*, Volume 1. SBS-SBEF, Curitiba, PR. pp. 343–346.

- StatSoft, Inc. 2012. Statistica (data analysis software system), version 11.0. Tulsa, OK.
- Stillwell R. C., Morse G. E. and Fox C. W. 2007. Geographic variation in body size and sexual size dimorphism of a seed-feeding beetle. *The American naturalist* 170: 358-369.
- Stilling P. and Moon D. C. 2005. Quality or quantity: the direct and indirect effects of host plants on herbivores and their natural enemies. *Oecologia* 142: 419-420.
- Szentesi A. 2006. Pre-dispersal seed predation by *Bruchidius villosus* (Coleoptera, Bruchidae) in *Laburnum anagyroides* (Fabaceae, Genisteae). *Community Ecology*, 7: 13-22.
- Szentesi A. and Jermy T. 1995. Predisersal seed predation in leguminous species: seed morphology and bruchid distribution. *Oikos* 73: 23-32.
- 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.
- Thiery D., Jarry M. and Pouzat J. 1994. To penetrate or not to penetrate – a behavioral choice by bean beetle 1st instar larvae in response to *Phaseolus vulgaris* seed surface quality. *Journal of Chemical Ecology* 20: 1867–1875.
- Timms R. 1998. Size-independent effects of larval host on adult fitness in *Callosobruchus maculatus*. *Ecological Entomology* 23: 480-483.
- Tomaz C. A., Kestring D. and Rossi M. N. 2007. Effects of the seed predator *Acanthoscelides schrankiae* on viability of its host plant *Mimosa bimucronata*. *Biological Research* 40: 281-290.
- Tuda M. 2007. Applied evolutionary ecology of insects of the subfamily Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). *Applied Entomology and Zoology* 42: 337-346.

- Van Huis, A. and De Rooy, M. 1998. The effect of leguminous plant species on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its egg parasitoid *Uscana lariophaga* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). Bulletin of Entomological Research 88: 93–99.
- Vidal W. N. and Vidal M. R. R. 2000. Botânica – organografia. Quadros sinóticos ilustrados de Fanerógamas. Editora UFV, Viçosa.
- Witkowski E. T. F. and Garner R. D. 2000. Spatial distribution of soil seed banks of three African savanna woody species at two contrasting sites. Plant Ecology 149: 91–106.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

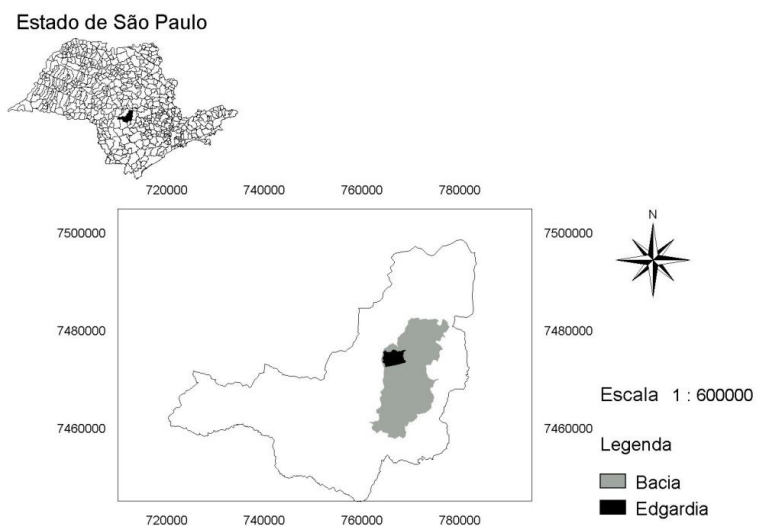


Fig. 1. Fazenda Experimental Edgardia – local onde foi desenvolvido o estudo (Fonte: Fonseca, 2005).



Fig. 2. Texturômetro “Texture Analyzer Brookfield” utilizado para determinação da rigidez das sementes.



Fig. 3. Moinho de bola utilizado para moagem das sementes.

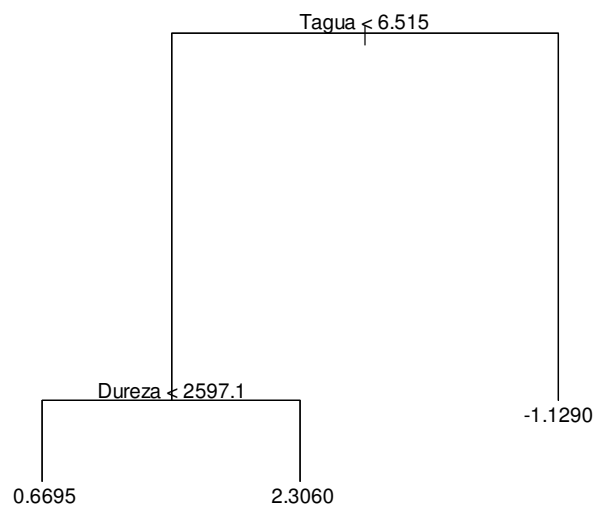


Fig. 4. Dendrograma mostrando as variáveis explanatórias qualitativas que explicam a maior parte da variação dos dados no tamanho corporal em Coleoptera – Teor de água e dureza das sementes.

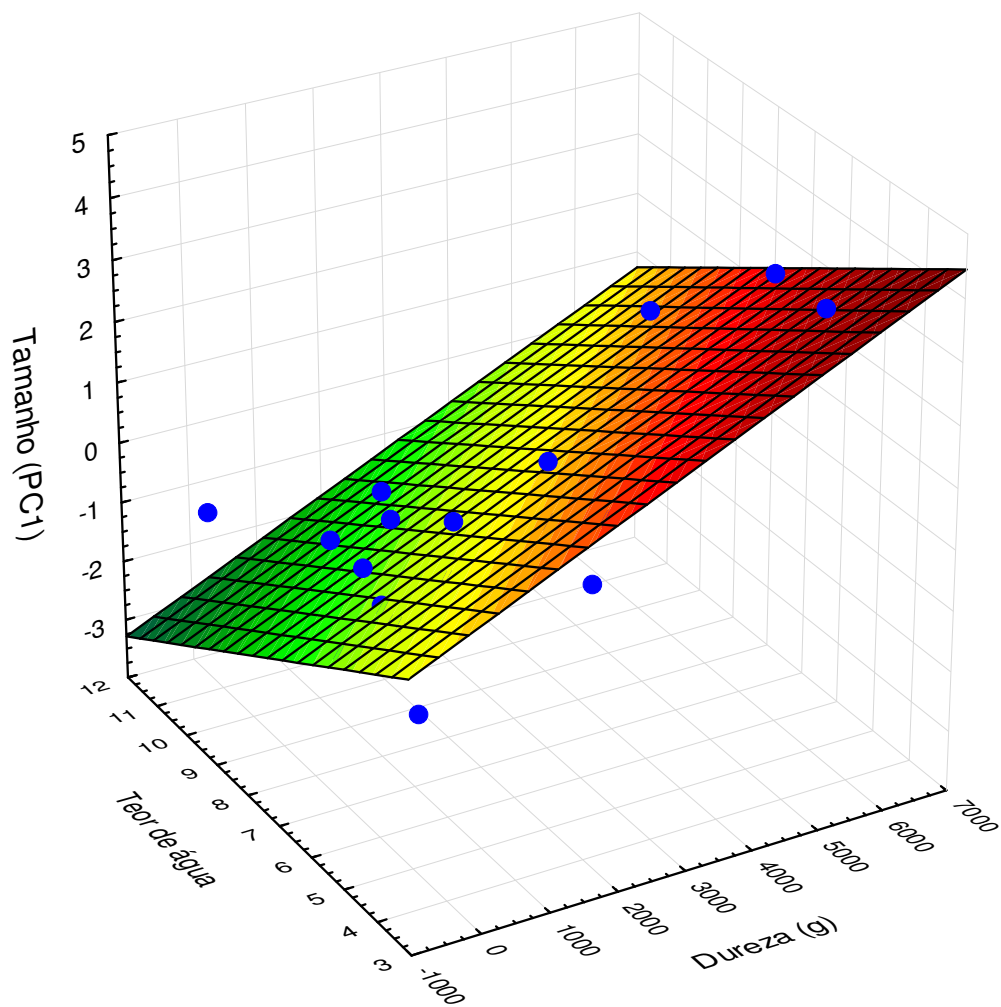


Fig. 5. Relação entre tamanho corporal dos coleópteros (PC1) e teor de água e dureza das sementes.

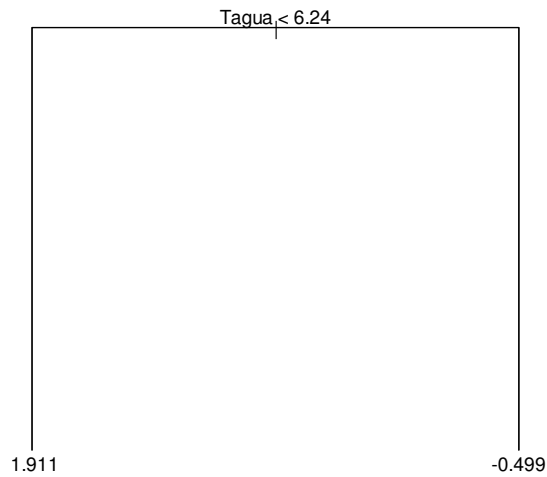


Fig. 6. Dendrograma mostrando a variável explanatória qualitativa que explica a maior parte da variação dos dados no tamanho corporal em Bruchinae – Teor de água.

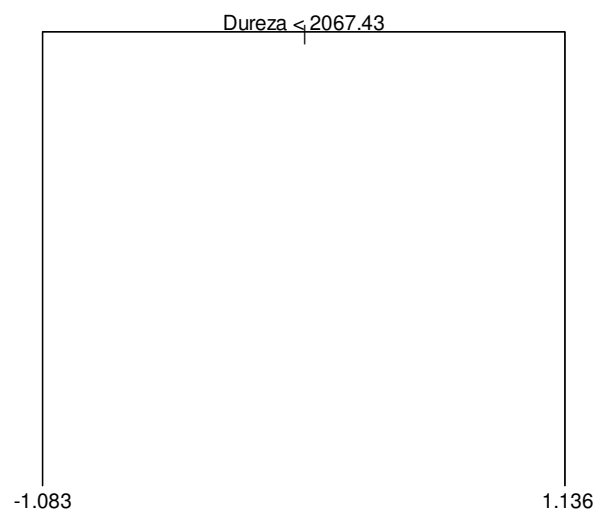


Fig. 7. Dendrograma mostrando a variável explanatória qualitativa que explica a maior parte da variação dos dados no tamanho corporal em Lepidoptera – Dureza das sementes.

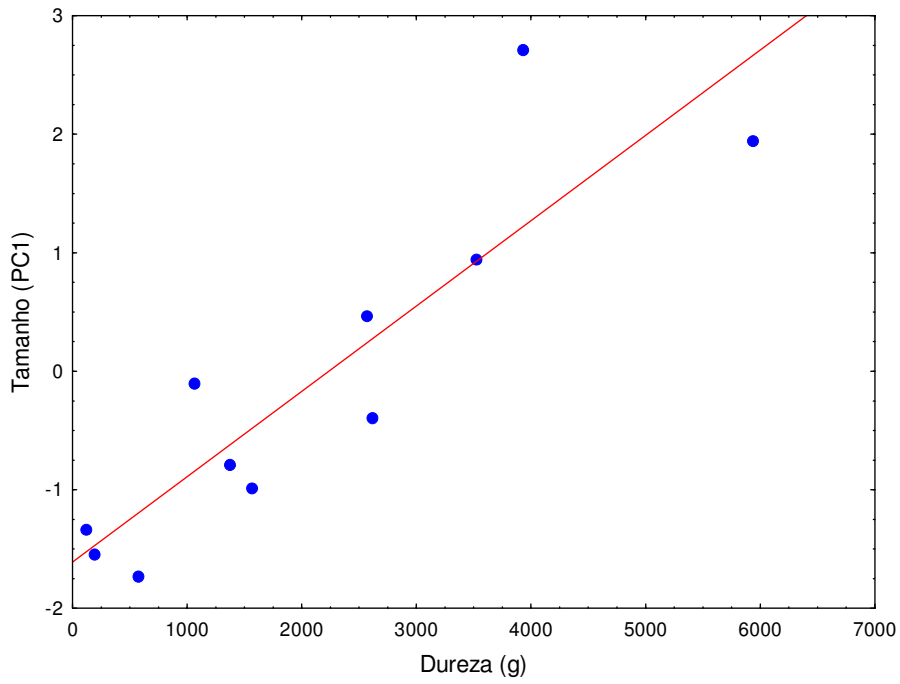


Fig. 8. Relação entre o tamanho corporal de Lepidoptera (PC1) e a dureza das sementes.

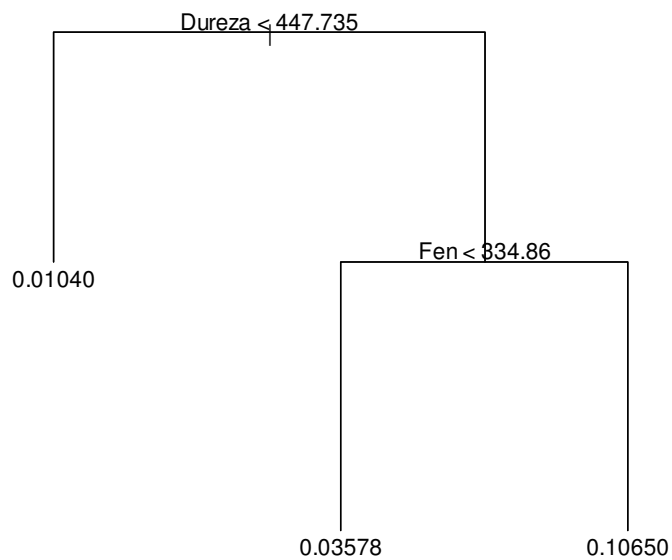


Fig. 9. Dendrograma mostrando as variáveis explanatórias qualitativas que explicam a maior parte da variação dos dados na emergência de Coleoptera – Dureza das sementes e compostos fenólicos totais.

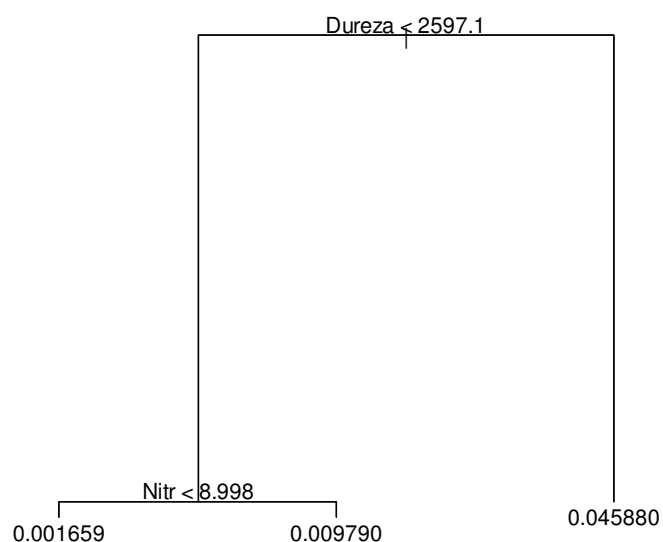


Fig. 10. Dendrograma mostrando as variáveis explanatórias qualitativas que explicam a maior parte da variação dos dados na emergência de Bruchinae – Dureza das sementes e Nitrogênio total.

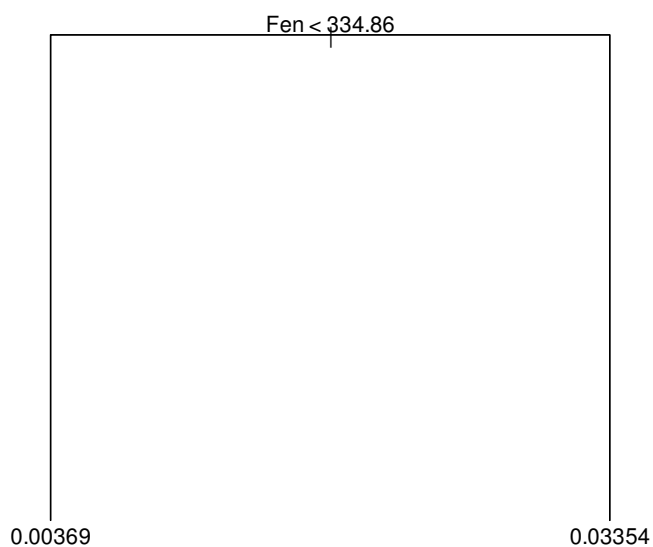


Fig. 11. Dendrograma mostrando a variável explanatória qualitativa que explica a maior parte da variação dos dados na emergência de Curculionidae – Compostos fenólicos totais.

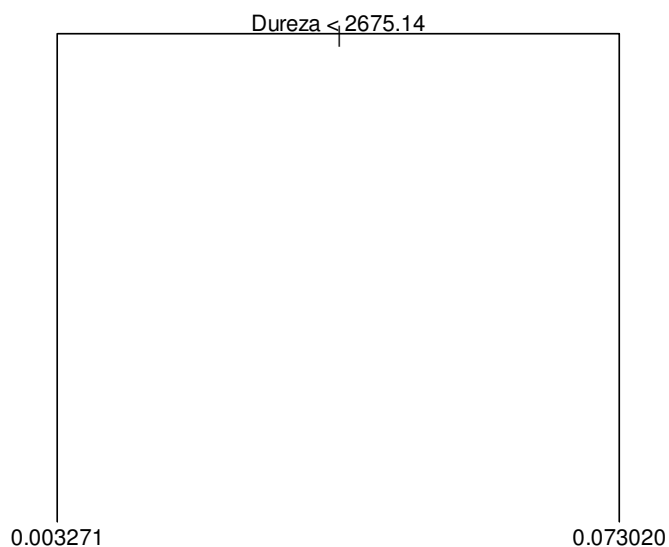


Fig. 12. Dendrograma mostrando a variável explanatória qualitativa que explica a maior parte da variação dos dados na emergência de Lepidóptera (primeira análise) – Dureza das sementes.

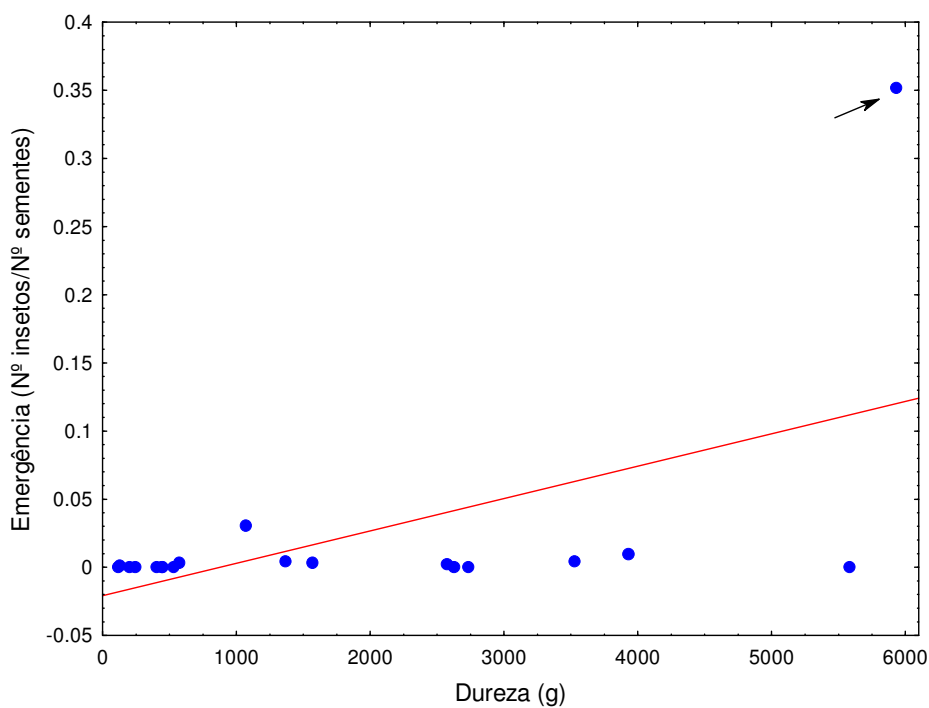


Fig. 13. Relação entre emergência de lepidópteros e dureza de sementes, destacando a influência indesejada causada pelo conjunto de dados de *Hymenaea courbaril* (seta).

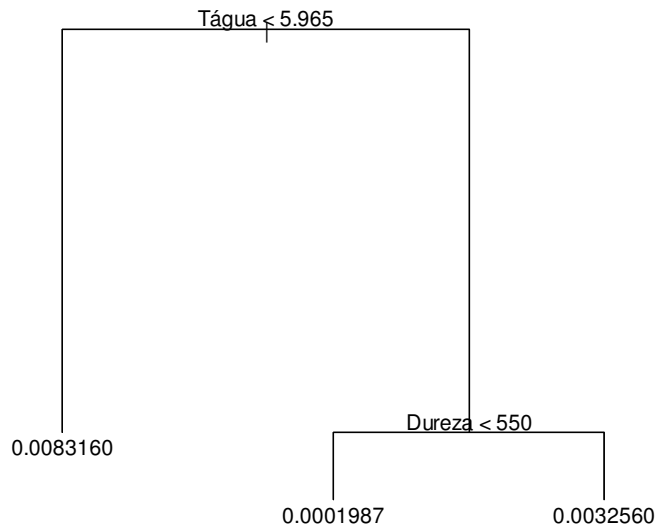


Fig. 14. Dendrograma mostrando as variáveis explanatórias qualitativas que explicam a maior parte da variação dos dados na emergência de Lepidoptera (após excluir os dados de *Hymenaea courbaril*) – Teor de água e dureza das sementes.

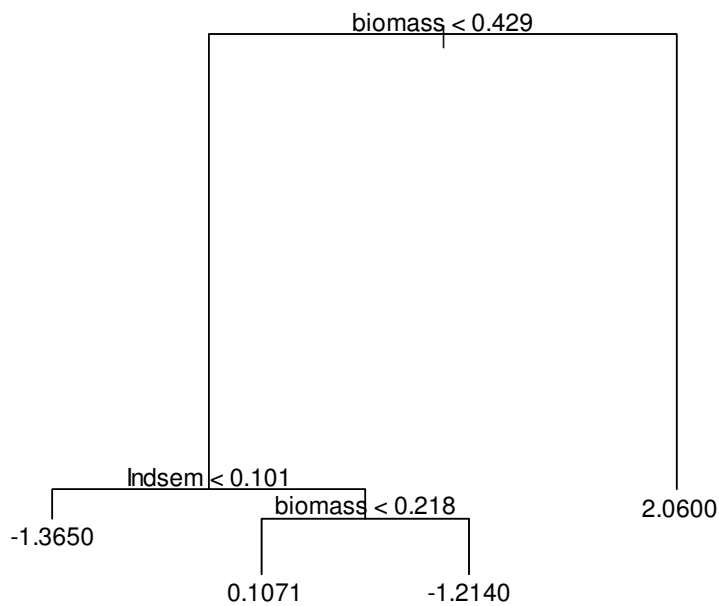


Fig. 15. Dendrograma mostrando as variáveis explanatórias que explicam a maior parte da variação dos dados no tamanho corporal em Coleoptera – Biomassa das sementes e Forma das sementes.

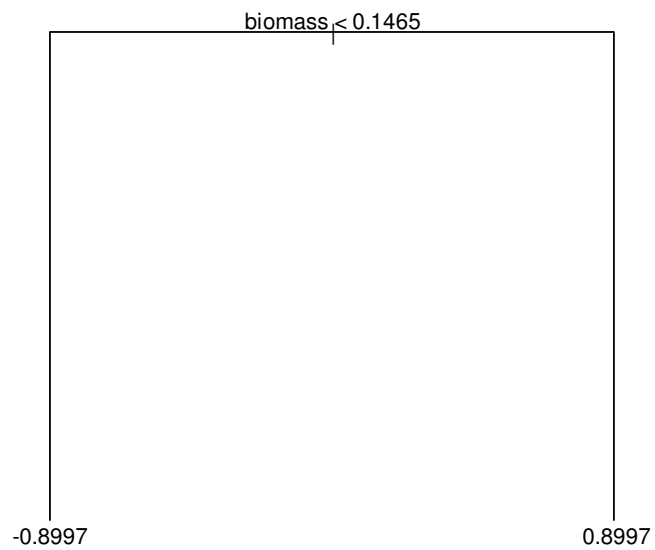


Fig. 16. Dendrograma mostrando a variável explanatória que explica a maior parte da variação dos dados no tamanho corporal de Bruchinae – Biomassa das sementes.

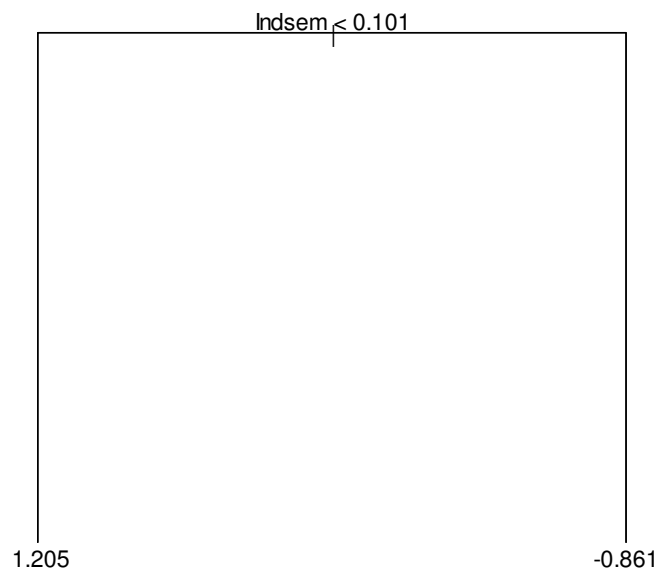


Fig. 17. Dendrograma mostrando a variável explanatória que explica a maior parte da variação dos dados no tamanho corporal em Lepidoptera – Forma das sementes.

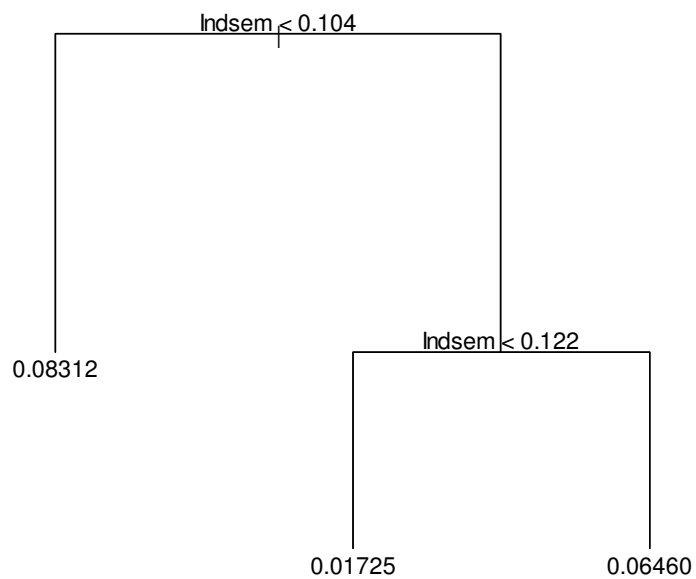


Fig. 18. Dendrograma mostrando a variável explanatória que explica a maior parte da variação dos dados na emergência de Coleoptera – Forma das sementes.

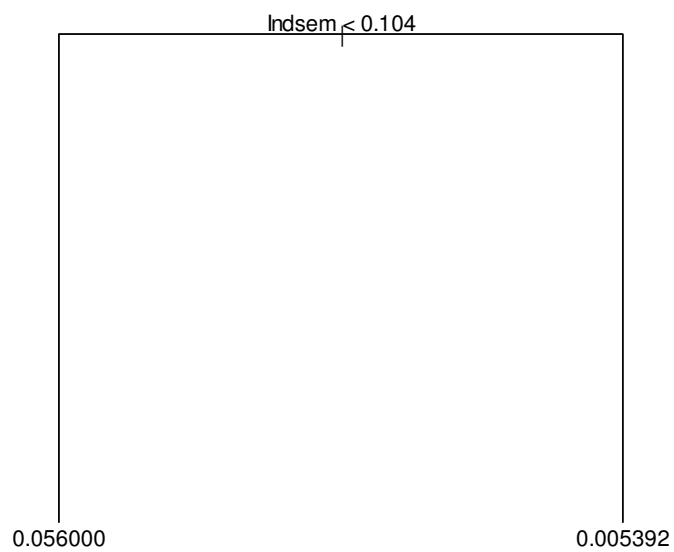


Fig. 19. Dendrograma mostrando a variável explanatória que explica a maior parte da variação dos dados na emergência de Bruchinae – Forma das sementes.

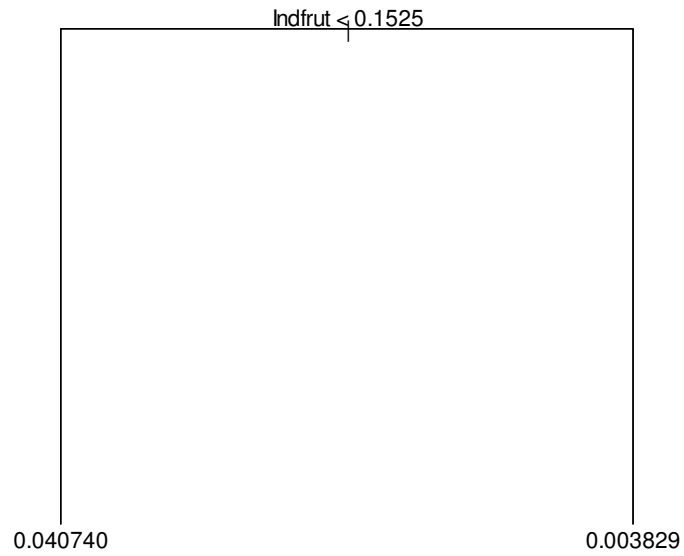


Fig. 20. Dendrograma mostrando a variável explanatória que explica a maior parte da variação dos dados na emergência de Curculionidae – Forma dos frutos.

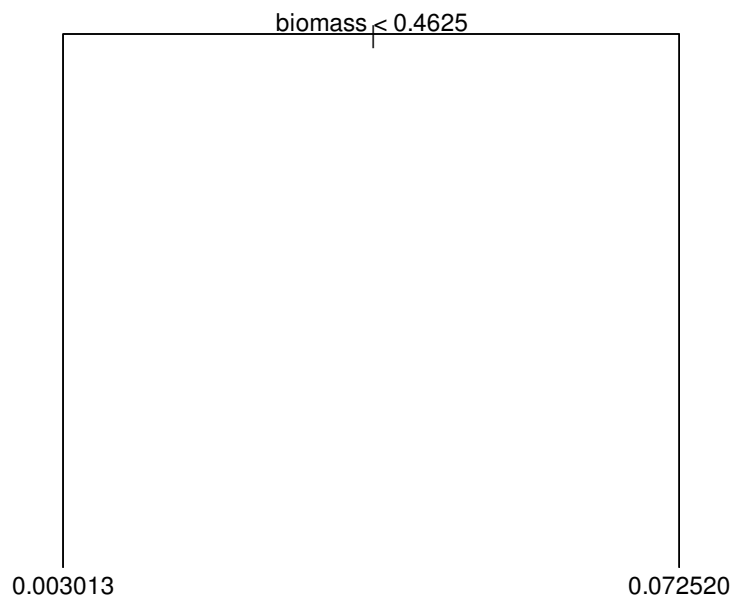


Fig. 21. Dendrograma mostrando a variável explanatória que explica a maior parte da variação dos dados na emergência de Lepidoptera – Biomassa das sementes.

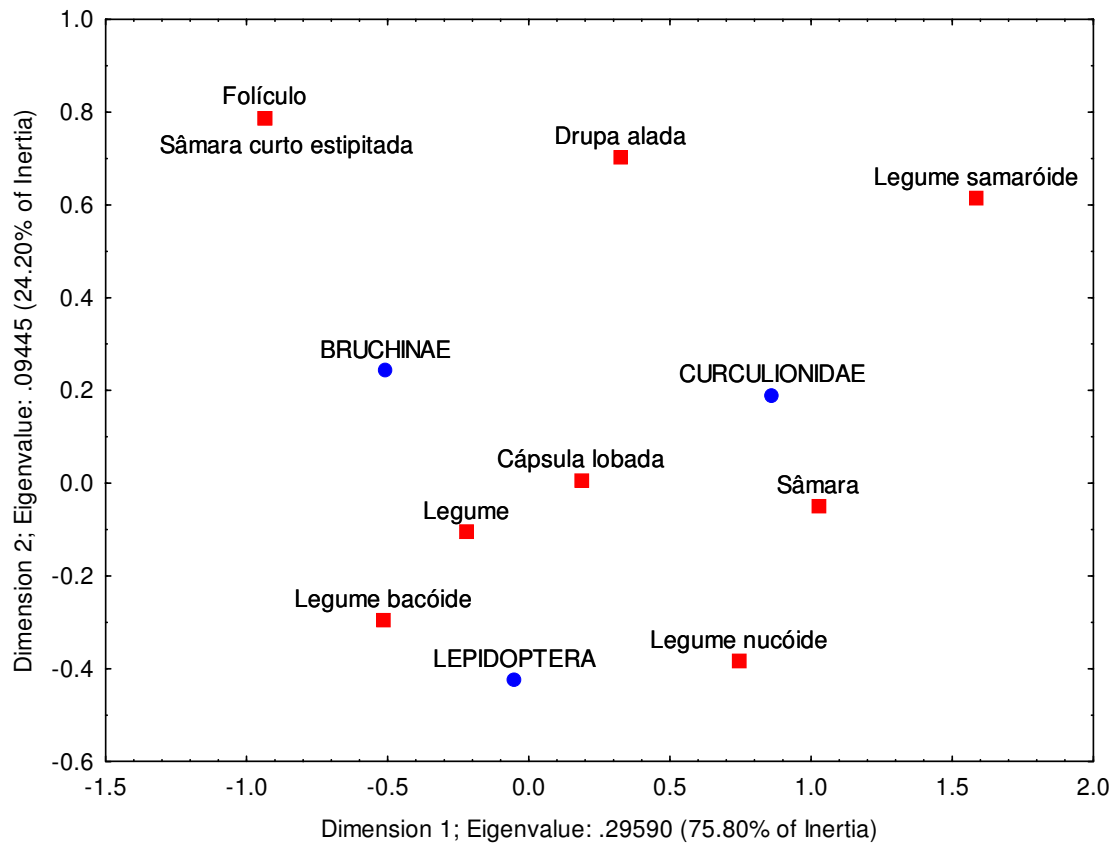


Fig. 22. Análise de correspondência considerando os três principais grupos de insetos predadores de sementes na fase de pré-dispersão e os tipos morfológicos dos frutos.

Tabela 1. Lista das espécies selecionadas com suas respectivas famílias

Família	Espécie
Areaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> Lodd. ex Mart. *
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link
Fabaceae	<i>Bauhinia longifolia</i> D.Dietr.
Fabaceae	<i>Camptosema scarlatinum</i> (Mart. ex Benth.) Burkart
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. Ex Benth. *
Fabaceae	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.
Fabaceae	<i>Indigofera truxillensis</i> Kunth
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guillemineanus</i> Malme
Fabaceae	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassler
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp.</i> *
Fabaceae	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel *
Fabaceae	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth
Fabaceae	<i>Machaerium villosum</i> Vogel ex Benth.
Fabaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. *
Fabaceae	<i>Paraptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel *
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose
Fabaceae	<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby
Fabaceae	<i>Senna pendula</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC. *
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart. *

* Espécies que não tiveram frutos coletados.

Tabela 2. Resultados das análises de regressão múltipla após processo de simplificação de modelos lineares (princípio de parcimônia) relacionando tamanho corporal (variável de resposta) e caracteres qualitativos das sementes (fenóis totais, proteína total, teor de água e dureza das sementes).

Grupos de Insetos	Fonte de Variação	Estimativa	EP*	<i>t</i>	<i>P</i>
Coleoptera	Intercepto	2,169	1,661	1,305	0,212
	Teor de água	-0,413	0,212	-1,950	0,070
	Dureza	$0,504 \times 10^{-3}$	$0,196 \times 10^{-3}$	2,575	0,021
Bruchinae	Intercepto	4,109	1,644	2,500	0,034
	Teor de água	-0,513	0,231	-2,217	0,054
Lepidoptera	Intercepto	-1,610	0,336	-4,788	0,001
	Dureza	0,001	0,0001	5,859	0,0002

*EP= erro padrão

Tabela 3. Resultados das análises de regressão múltipla após processo de simplificação de modelos lineares (princípio de parcimônia) relacionando emergência de insetos (variável de resposta) e caracteres qualitativos das sementes (fenóis totais, proteína total, teor de água e dureza das sementes).

Grupos de Insetos	Fonte de Variação	Estimativa	EP*	<i>t</i>	<i>P</i>
Coleoptera	Intercepto	$-6,83 \times 10^{-3}$	$3,276 \times 10^{-2}$	-0,208	0,838
	Fenol	$9,1 \times 10^{-5}$	$7,323 \times 10^{-5}$	1,243	0,232
	Dureza	$1,416 \times 10^{-5}$	$7,269 \times 10^{-6}$	1,948	0,069
Bruchinae	Intercepto	$2,303 \times 10^{-3}$	$4,029 \times 10^{-2}$	0,572	0,575
	Nitrogênio	$-1,203 \times 10^{-3}$	$3,862 \times 10^{-3}$	-0,312	0,759
	Dureza	$2,901 \times 10^{-6}$	$5,783 \times 10^{-6}$	0,502	0,623
Curculionidae	Intercepto	$8,747 \times 10^{-3}$	$2,403 \times 10^{-2}$	0,364	0,72
	Fenol	$2,614 \times 10^{-5}$	$6,154 \times 10^{-5}$	0,425	0,676
Lepidoptera	Intercepto	$-2,09 \times 10^{-2}$	$2,237 \times 10^{-2}$	-0,934	0,363
	Dureza	$2,378 \times 10^{-5}$	$8,832 \times 10^{-6}$	2,693	0,015

*EP= erro padrão

Tabela 4. Resultado da análise de regressão múltipla em Lepidoptera após excluir os dados de *Hymenaea courbaril*.

Grupos de Insetos	Fonte de Variação	Estimativa	EP*	<i>t</i>	<i>P</i>
Lepidoptera	Intercepto	$5,521 \times 10^{-3}$	$9,87 \times 10^{-3}$	0,518	0,612
	Teor de água	$-2,918 \times 10^{-4}$	$1,245 \times 10^{-3}$	-0,234	0,818
	Dureza	$1,082 \times 10^{-7}$	$1,347 \times 10^{-6}$	0,08	0,937

*EP= erro padrão

Tabela 5. Resultados das análises de regressão múltipla após processo de simplificação de modelos lineares (princípio de parcimônia) relacionando tamanho corporal (variável de resposta) e morfometria dos frutos e sementes e biomassa das sementes.

Grupos de Insetos	Fonte de Variação	Estimativa	EP*	t	P
Coleoptera	Intercepto	-1,208	0,413	-2,922	0,009
	Biomassa	3,262	0,745	4,380	0,0003
Bruchinae	Intercepto	-0,975	0,717	-1,361	0,197
	Biomassa	4,253	2,322	1,832	0,92
Lepidoptera	Intercepto	2,348	0,673	3,487	0,006
	Forma sementes	-23,934	6,277	-3,813	0,003

*EP= erro padrão

Tabela 6. Resultados das análises de regressão múltipla após processo de simplificação de modelos lineares (princípio de parcimônia) relacionando emergência de insetos (variável de resposta) e morfometria dos frutos e das sementes e biomassa das sementes.

Grupos de Insetos	Fonte de Variação	Estimativa	EP*	t	P
Coleoptera	Intercepto	0,098	0,031	3,148	0,005
	Forma das sementes	-0,459	0,295	-1,556	0,136
Bruchinae	Intercepto	0,060	0,020	3,001	0,007
	Forma das sementes	-0,365	0,189	-1,927	0,069
Curculionidae	Intercepto	0,058	0,041	1,406	0,176
	Forma dos frutos	-0,260	0,250	-1,042	0,310
Lepidoptera	Intercepto	-0,028	0,016	-1,776	0,091
	Biomassa	0,129	0,026	4,498	0,0002

*EP= erro padrão

Tabela 7. Resultados da análise de função discriminante considerando os três principais grupos de insetos predadores de sementes na fase de pré-dispersão. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística *F* resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres bioquímicos e da dureza das sementes das espécies de plantas utilizadas por cada grupo de inseto.

Caracteres investigados	Grupos de insetos (categorias)			<i>F</i>	<i>P</i> *	Coeficiente para as variáveis canônicas	
	Bruchinae ($\bar{X} \pm DP$)	Curculionidae ($\bar{X} \pm DP$)	Lepidoptera ($\bar{X} \pm DP$)			Root 1	Root 2
Proteína total	9,15 ($\pm 2,92$)	9,11 ($\pm 3,24$)	8,62 ($\pm 2,31$)	0,52	0,60	-1,10	0,03
Fenóis	319,02 ($\pm 210,97$)	345,94 ($\pm 162,31$)	366,17 ($\pm 207,90$)	0,20	0,82	-0,04	-1,03
Teor de água	6,85 ($\pm 1,98$)	6,78 ($\pm 1,29$)	6,92 ($\pm 2,00$)	0,63	0,54	-0,89	0,30
Dureza	1654,17 ($\pm 1470,55$)	1353,35 ($\pm 1879,72$)	2133,66 ($\pm 1798,28$)	1,32	0,28	-1,82	0,08
Autovalor						0,11	0,02
Proporção acumulada da variância						0,86	1,00

*Os resultados das análises não foram significativos ($P > 0,05$).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 4; Wilk's Lambda = 0,88; $F(8, 50) = 0,41$; $P < 0,91$.

Tabela 8. Resultado da análise de função discriminante considerando os insetos predadores de sementes da subfamília Bruchinae. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística *F* resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres bioquímicos e da dureza das sementes das espécies de plantas utilizadas pelos bruquíneos.

Caracteres investigados	Variáveis de resposta (categorias)		<i>F</i>	<i>P</i> *	Coefficiente para as
	Bruchinae ($\bar{X} \pm DP$)	Sem Bruchinae ($\bar{X} \pm DP$)			variáveis canônicas
					Root 1
Proteína total	9,15 ($\pm 2,92$)	7,34 ($\pm 2,37$)	0,90	0,36	0,97
Fenóis	319,02 ($\pm 210,97$)	389,96 ($\pm 150,50$)	0,71	0,41	-0,61
Teor de água	6,85 ($\pm 1,98$)	6,56 ($\pm 1,35$)	0,45	0,51	0,56
Dureza	1654,17 ($\pm 1470,55$)	2196,25 ($\pm 2458,65$)	0,23	0,64	0,56
Autovalor					0,22
Proporção acumulada da variância					1,00

* Os resultados das análises não foram significativos ($P > 0,05$).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 4; Wilk's Lambda = 0,82; $F(4, 13) = 0,70$; $P < 0,61$.

Tabela 9. Resultado da análise de função discriminante considerando os insetos predadores de sementes da família Curculionidae. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística *F* resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres bioquímicos e da dureza das sementes das espécies de plantas utilizadas pelos curculionídeos.

Caracteres investigados	Variáveis de resposta (categorias)		<i>F</i>	<i>P</i> *	Coefficiente para as
	Curculionidae ($\bar{X} \pm DP$)	Sem Curculionidae ($\bar{X} \pm DP$)			variáveis canônicas
					Root 1
Proteína total	9,11 ($\pm 3,24$)	7,78 ($\pm 2,27$)	0,002	0,96	0,06
Fenóis	345,94 ($\pm 162,31$)	347,27 ($\pm 221,29$)	0,12	0,73	0,32
Teor de água	6,78 ($\pm 1,29$)	6,70 ($\pm 2,15$)	0,41	0,53	-0,64
Dureza	1353,35 ($\pm 1879,72$)	2376,60 ($\pm 1808,78$)	0,71	0,41	-1,12
Autovalor					0,14
Proporção acumulada da variância					1,00

* Os resultados das análises não foram significativos ($P > 0,05$).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 4; Wilk's Lambda = 0,88; $F(4, 13) = 0,46$; $P < 0,76$.

Tabela 10. Resultado da análise de função discriminante considerando os insetos predadores de sementes da ordem Lepidoptera. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística *F* resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres bioquímicos e da dureza das sementes das espécies de plantas utilizadas pelos lepidópteros.

Caracteres investigados	Variáveis de resposta (categorias)		<i>F</i>	<i>P</i> *	Coefficiente para as
	Lepidoptera ($\bar{X} \pm DP$)	Sem Lepidoptera ($\bar{X} \pm DP$)			variáveis canônicas
					Root 1
Proteína total	8,62 ($\pm 2,31$)	8,17 ($\pm 3,62$)	8,35	0,01	-1,86
Fenóis	366,17 ($\pm 207,90$)	315,86 ($\pm 163,03$)	0,93	0,35	-0,43
Teor de água	6,92 ($\pm 2,00$)	6,46 ($\pm 1,26$)	4,15	0,06	-1,01
Dureza	2133,66 ($\pm 1798,28$)	1442,77 ($\pm 2031,91$)	11,99	0,004	-2,34
Autovalor					0,97
Proporção acumulada da variância					1,00

* Os resultados das análises foram significativos para Dureza e Proteína total ($P < 0,05$). Os valores parciais de Wilk's Lambda foram 0,52 e 0,61 para Dureza e Proteína total, respectivamente, demonstrando que a variável explanatória Dureza é a que mais contribuiu para a análise discriminante (i.e., quanto menor o valor de Lambda, maior o poder de discriminação).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 4; Wilk's Lambda = 0,51; $F(4, 13) = 3,17$; $P < 0,05$.

Tabela 11. Resultados da análise de função discriminante considerando os três principais grupos de insetos predadores de sementes na fase de pré-dispersão. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística *F* resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres morfológicos dos frutos e sementes das espécies de plantas utilizadas por cada grupo de inseto.

Caracteres investigados	Grupos de insetos (categorias)			<i>F</i>	<i>P</i> *	Coeficiente para as variáveis canônicas	
	Bruchinae ($\bar{X} \pm DP$)	Curculionidae ($\bar{X} \pm DP$)	Lepidoptera ($\bar{X} \pm DP$)			Root 1	Root 2
Forma dos frutos	0,16 ($\pm 0,04$)	0,15 ($\pm 0,05$)	0,16 ($\pm 0,05$)	0,25	0,78	0,16	-0,92
Forma das sementes	0,09 ($\pm 0,05$)	0,11 ($\pm 0,03$)	0,10 ($\pm 0,05$)	1,17	0,32	-0,87	0,08
Biomassa	0,92 ($\pm 1,09$)	6,09 ($\pm 15,64$)	4,92 ($\pm 13,53$)	1,16	0,33	-0,86	-0,71
Autovalor						0,13	0,02
Proporção acumulada da variância						0,87	1,00

*Os resultados das análises não foram significativos ($P > 0,05$).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 3; Wilk's Lambda = 0,87; $F(6, 60) = 0,73$; $P < 0,63$.

Tabela 12. Resultado da análise de função discriminante considerando os insetos predadores de sementes da subfamília Bruchinae. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística *F* resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres morfológicos dos frutos e sementes das espécies de plantas utilizadas pelos bruquíneos.

Caracteres investigados	Variáveis de resposta (categorias)		<i>F</i>	<i>P</i> *	Coefficiente para as
	Bruchinae ($\bar{X} \pm DP$)	Sem Bruchinae ($\bar{X} \pm DP$)			variáveis canônicas
					Root 1
Forma dos frutos	0,16 ($\pm 0,04$)	0,15 ($\pm 0,04$)	0,04	0,84	-0,10
Forma das sementes	0,09 ($\pm 0,05$)	0,11 ($\pm 0,04$)	1,72	0,21	-0,57
Biomassa	0,92 ($\pm 1,09$)	10,52 ($\pm 17,95$)	6,11	0,02	-1,01
Autovalor					0,44
Proporção acumulada da variância					1,00

*O resultado da análise foi significativo para biomassa ($P < 0,05$).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 3; Wilk's Lambda = 0,69; $F(3, 17) = 2,49$; $P < 0,096$.

Tabela 13. Resultado da análise de função discriminante considerando os insetos predadores de sementes da família Curculionidae. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística F resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres morfológicos dos frutos e sementes das espécies de plantas utilizadas pelos curculionídeos.

Caracteres investigados	Variáveis de resposta (categorias)		F	P^*	Coefficiente para as
	Curculionidae ($\bar{X} \pm DP$)	Sem Curculionidae ($\bar{X} \pm DP$)			variáveis canônicas
					Root 1
Forma dos frutos	0,15 ($\pm 0,05$)	0,17 ($\pm 0,03$)	2,12	0,16	0,79
Forma das sementes	0,11 ($\pm 0,03$)	0,09 ($\pm 0,05$)	2,01	0,17	-0,74
Biomassa	6,09 ($\pm 15,64$)	2,64 ($\pm 5,73$)	0,003	0,96	-0,03
Autovalor					0,25
Proporção acumulada da variância					1,00

* Os resultados das análises não foram significativos ($P > 0,05$).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 3; Wilk's Lambda = 0,80; $F(3, 17) = 1,42$; $P < 0,27$.

Tabela 14. Resultado da análise de função discriminante considerando os insetos predadores de sementes da ordem Lepidoptera. Os coeficientes padronizados para as variáveis canônicas e os valores da estatística F resultantes da análise são apresentados, bem como os valores médios dos caracteres morfológicos dos frutos e sementes das espécies de plantas utilizadas pelos lepidópteros.

Caracteres investigados	Variáveis de resposta (categorias)		F	P^*	Coefficiente para as
	Lepidoptera ($\bar{X} \pm DP$)	Sem Lepidoptera ($\bar{X} \pm DP$)			variáveis canônicas
					Root 1
Forma dos frutos	0,16 ($\pm 0,05$)	0,16 ($\pm 0,02$)	0,18	0,67	-0,92
Forma das sementes	0,10 ($\pm 0,05$)	0,10 ($\pm 0,04$)	0,01	0,92	-0,38
Biomassa	4,92 ($\pm 13,53$)	3,05 ($\pm 6,59$)	0,05	0,83	-0,99
Autovalor					0,03
Proporção acumulada da variância					1,00

* Os resultados das análises não foram significativos ($P > 0,05$).

Resultado geral da análise de função discriminante: N° de variáveis no modelo = 3; Wilk's Lambda = 0,99; $F(3, 17) = 0,07$; $P < 0,98$.

Considerações Finais

Sabe-se que a predação de sementes pode vir a ocorrer na fase pré-dispersão e são muitos os insetos envolvidos nesta interação, sendo as principais ordens de insetos encontradas predando sementes na fase pré-dispersão Coleoptera Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera. Neste estudo foi investigada a comunidade de insetos predadores de sementes em áreas de Floresta Estacional Semidecidual e as ordens Coleoptera, Hymenoptera e Lepidoptera foram encontradas predando sementes de plantas principalmente da família Fabaceae, das 22 espécies de plantas coletadas durante o estudo houve emergência de insetos em 21 delas, mostrando que as sementes são recursos bastante explorados pelos predadores o que pode ocasionar grandes impactos nas populações de plantas.

As características qualitativas e morfológicas dos frutos e sementes coletados foram relacionadas com estes principais grupos de insetos predadores de sementes encontrados. Observou-se que as características qualitativas influenciaram no tamanho corporal dos lepidópteros, coleópteros e bruquíneos e as características morfológicas relacionaram-se com o tamanho corporal de coleópteros e lepidópteros e com a emergência dos lepidópteros. Isso mostra que o recurso utilizado pelas larvas dos insetos predadores de sementes e as características da planta podem afetar o desenvolvimento do inseto e também sua abundância.