

**UFRRJ**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Ecologia de Bruchidae na predação pré-dispersão de  
sementes de *Albizzia lebeck* (Benth.) em arborização**

**LUIZ SANTANA DO NASCIMENTO**

**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**ECOLOGIA DE BRUCHIDAE NA PREDAÇÃO PRÉ-DISPERSÃO DE  
SEMENTES DE *Albizzia lebbek* (BENTH.) EM ARBORIZAÇÃO**

**LUIZ SANTANA DO NASCIMENTO**

*Sob a orientação do Professor*  
**Acacio Geraldo de Carvalho**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza

Seropédica, RJ  
Julho de 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**LUIZ SANTANA DO NASCIMENTO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Acacio Geraldo de Carvalho. Dr. UFRRJ

---

Ervandil Correa Costa. Dr. UFSM-RS

---

Ellen de Aguiar Menezes. Dr<sup>a</sup>. Embrapa/Agrobiologia

À minha família.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela força e garra que me tem concedido;

Aos meus Pais, José Santana e Luzia Lopes pela paciência e compreensão;

Aos meus irmãos Joel, Eliel, Irineu e Míria Lopes pela união, companheirismo e incentivo;

Ao meu Orientador Acacio Geraldo de Carvalho pela confiança e orientação em todo esse tempo de trabalho e convívio;

Ao Herinque Trevisan pela amizade e solução de dúvidas.

A Dr<sup>a</sup>. Cibele Stramare Ribeiro-Costa e Jéssica Herzog pela identificação dos exemplares de bruquídeos;

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia Florestal Charles Oliveira e Thiago Conto pela ajuda na obtenção dos dados.

Aos amigos que adquiri em todo o meu convívio na UFRuralRJ e Curso de Pós-graduação.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me acolher;

Ao PPGCAF pela oportunidade;

Aos Professores do PPGCAF pelos ensinamentos;

A CAPES pela concessão da bolsa;

E a todos aqueles que de alguma forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

NASCIMENTO, Luiz Santana do. **Ecologia de Bruchidae na predação pré-dispersão de sementes de *Albizzia lebbbeck* (Benth.) em arborização.** 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Conservação da Natureza). Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

A predação pré-dispersão de sementes por insetos é de suma importância por reduzir a produção de sementes e o seu potencial germinativo devido aos danos provocados pelos insetos em desenvolvimento larval em seu interior reduzindo drasticamente as reservas energéticas do embrião quando do ataque nos cotilédones afetando o desempenho e sobrevivência da plântula no campo e mortalidade das sementes quando do ataque diretamente ao eixo embrionário. Devido ao baixo número de trabalhos realizados com a espécie *Albizzia lebbbeck* em arborização em relação a ecologia e comportamento dos insetos predadores, objetivou-se avaliar e quantificar tanto os danos em sementes quanto a ocorrência e flutuação populacional dos insetos e sua influência na viabilidade das sementes com ênfase à fase de maturação dos frutos, época e local de coleta em diferentes níveis de poluição do ar por veículos automotores. Amostras de frutos foram realizadas em matrizes de *A. lebbbeck* em arborização do campus da UFRRJ e BR 465 no Km 32 da antiga Estrada Rio-São Paulo (Nova Iguaçu) e Km 47 (Seropédica), municípios do Estado do Rio de Janeiro e encaminhados ao Laboratório de Entomologia Florestal, DPF, IF, UFRuralRJ para as análises. Encontrando-se como resultado a maturação prematura de frutos de maior comprimento, menor nível de infestação por insetos devido ao baixo número de indivíduos em oviposição nos primeiros frutos e aumento da infestação por insetos em frutos de maturação tardia e locais com maior nível de poluição do ar, o mesmo sendo verificado no beneficiamento final das sementes em quarentena, registrando-se na avaliação geral percentuais de 9% de sementes intactas (sadias), 31% de sementes abortadas e 60% de sementes danificadas sendo esta de 83% em matrizes localizadas no canteiro central da Rodovia (Km 32), 43% à sua margem (Km 47) e 42% em matrizes localizadas em área de conservação do Jardim Botânico da UFRRJ. Encontrando-se percentual de 92.68% de insetos predadores de sementes distribuídos nas seguintes espécies: *Bruchidius* sp. (57.39%), *Merobruchus paquetae* (33.98%), *Stator limbatus* (0.27%) e uma espécie de Lepidoptera não identificada (1.04%) e, o restante dos insetos emergentes (7.32%), pertencentes à ordem Hymenoptera. Os indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. apresentaram período de emergência bem definida com pico em meados de setembro (cerca de 135 dias após a observação das primeiras posturas no campo) e a espécie *M. paquetae* médias de ocorrências bastante homogênea, com baixo número de indivíduos e poucas variações ao longo de todo o período de emergência em frutos em quarentena. O maior número de bruquídeos aconteceram em área com maior nível de poluição do ar, sendo a espécie *Bruchidius* sp. predominante em frutos de matrizes localizadas no canteiro central e a espécie *M. paquetae* em matrizes localizadas à margem da rodovia com 20 metros de distância. O número de insetos bruquídeos foi reduzido com a diminuição da poluição do ar em arborização o que se refletiu em menor taxa de sementes danificadas e maior número de sementes germinadas.

**Palavras-chave:** Predação pré-dispersão, Bruchidae, arborização.

## ABSTRACT

NASCIMENTO, Luiz Santana do. Ecology of Bruchidae in predispersal seeds predation in *Albizzia lebeck* (Benth.) in arborization. 2009. 73p. Dissertation (Masters degree in Environmental and Forest Sciences, Conservation of the Nature). Institute of Forests, Department of Forest Products, University Federal Rural of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

The predispersal seeds predation for insects is of highest importance for reducing the production of seeds and their germination capacity due to the damages provoked by insects in larval development in seeds reducing the energy reservations of the embryo drastically when of the attack in the cotyledons affecting the development and seedling establishment in the field and mortality of the seeds when of the attack directly to the embryonic axis. Due to the low number of works accomplished with the species *Albizzia lebeck* in arborization in relation to ecology and behavior of the insects predators, it was aimed at to evaluate and quantify the damages so much in seeds as the occurrence and population fluctuation of the insects and their influence on seeds viability with emphasis of the phase of maturation of the fruits, time and collection sites in different levels of pollution of the air for self-driven vehicles. Pods of *A. lebeck* in arborization were collected at the campus of UFRRJ and BR 465 at the Km 32 of the old Estrada Rio-São Paulo (Nova Iguaçu) and Km 47 (Seropédica), municipal districts of the State of Rio de Janeiro and transported to the Laboratory of Forest Entomology, DPF, IF, UFRuralRJ for the analyses. Meeting as result the premature maturation of fruits of larger length, smaller infestation level for insects due to the low number of individuals in oviposition in the first pods and increase of the infestation for insects in pods of late maturation and sites with larger level of pollution of the air, the same being verified in the end improvement of the seeds in quarantine, enrolling in the general evaluation, percentage of 9% of intact seeds (healthy), 31% of aborted seeds and 60% of damaged seeds being this of 83% in trees located in the central bed in a garden of the Highway (Km 32), 43% to the margin (Km 47) and 42% in trees located in area of conservation of the Botanical Garden of UFRRJ. Meeting percentage of 92.68% of insects predators of seeds distributed in the following species: *Bruchidius* sp. (57.39%), *Merobruchus paquetae* (33.98%), *Stator limbatus* (0.27%) and a type of Lepidoptera non-identified (1.04%) and, the remaining of the emergent insects (7.32%), belonging to the order Hymenoptera. The individuals of the species *Bruchidius* sp. they presented period of very defined emergency with peak in the middle of September (about 135 days after the observation of the first oviposition in the field) and the species *M. paquetae* occurrences medium quite homogeneous, with low number of individuals and few variations along the whole emergency period in pods in quarantine. The largest bruchids number happened in area with larger level of pollution of the air, being the species *Bruchidius* sp. predominant in pods of trees located in the central bed in a garden of the highway and the species *M. paquetae* in trees located to the margin of the highway with 20 meters of distance. The number of insect bruchids was reduced with the decrease of the pollution of the air in arborization that was reflected in smaller rate of damaged seeds and larger number of germinated seeds.

**Key words:** Predispersal seed predation, Bruchidae, arborization.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
2.1 A ordem coleoptera .....	10
2.2 A família Bruchidae .....	10
2.3 Aspectos relacionados à espécie florestal <i>Albizzia lebbbeck</i> .....	13
2.4 Aspectos relacionados a formação de frutos e sementes .....	15
2.5 Predação de sementes por insetos.....	15
2.6 Mecanismos de defesas de plantas .....	17
2.7 Efeitos da poluição do ar .....	18
2.8 Parasitóides.....	18
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 Localização das matrizes hospedeiras .....	21
3.2 Critérios de seleção.....	22
3.3 Amostragem dos frutos.....	22
3.4 Caracterização do experimento com insetos bruquídeos em frutos e sementes de <i>A. lebbbeck</i>	22
3.5 Germinação das sementes em laboratório .....	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
4.1 Ecologia de Bruchidae em frutos e sementes em desenvolvimento, fase de maturação dos frutos e desidratação das sementes .....	26
4.2 Predação das sementes de <i>A. lebbbeck</i> por bruquídeos em frutos de quarentena em laboratório .....	42
4.3 Quantificação dos insetos predadores de sementes de <i>A. lebbbeck</i> e seus parasitóides em frutos de quarentena em laboratório .....	50
4.4 Flutuação populacional das espécies <i>Bruchidius</i> sp. e <i>M. paquetae</i> em frutos de <i>A. lebbbeck</i> de quarentena em laboratório .....	56
4.5 Influência da predação na viabilidade das sementes .....	58
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>64</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A predação de sementes começou a ser observada desde em que o homem deixou de ser caçador ou nômade para o cultivo de grãos, onde era obrigado a fazer o armazenamento das sementes colhidas para plantios posteriores, as quais necessitavam ser preservadas com segurança de pássaros, roedores, insetos e microrganismos (HARRINGTON, 1972). Estas observações ganharam maior proporção nos grandes plantios agrícolas, com muitos estudos no armazenamento de grãos e longevidade das sementes como também alguns, no controle de plantas daninhas para a redução de herbicidas devido ao apelo ambiental da sociedade, principalmente nos EUA e atualmente com as devastações e perdas de ecossistemas nas regiões tropicais, um grande número de estudos vem sendo realizado envolvendo a influência da predação na produção de sementes e sua interação na dinâmica de espécies para a recuperação e restauração dos ecossistemas degradados.

Neste contexto, a predação de sementes assume grande importância por reduzir o número de sementes viáveis para a produção de mudas em viveiros e estabelecimento de plântulas pela redução das mesmas no banco de sementes em tais ambientes. Segundo JANZEN (1971, 1980), a predação de sementes pode ser observada em duas etapas: pré-dispersão e pós-dispersão. A predação pré-dispersão se refere ao ataque às sementes antes do processo de dispersão. Este tipo de predação é muito comum ser realizada por insetos, sendo um processo importante por causar uma forte diminuição na sobrevivência de plantas, podendo alcançar 80% de mortalidade das sementes produzidas em ambientes florestais e campo.

Segundo LISBOA (1975), a predação de sementes florestais nativas e exóticas por coleópteros em vegetações tropicais é um fenômeno comum, ocorrendo principalmente em frutos maduros. E, poucas espécies florestais estão livres desses ataques que são, na maioria, causados no estágio de larvas oriundas de ovos depositados ainda no fruto em fase de desenvolvimento, cujas larvas se desenvolvem nas sementes consumindo parte ou todo seu material de reserva. Este tipo de predação pode não ser constatado no momento da colheita, mas na secagem e armazenamento das sementes (KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES, 1993).

De acordo com HOWE (1972) não há uma delimitação definida entre espécie que ataca sementes no campo e/ou armazenamento o que varia de espécie para espécie. Algumas espécies podem atacar sementes em desenvolvimento em planta tão bem como em armazenamento, enquanto que outras são comumente encontradas em estoques sem que seja espécies de estoques. Estas porém, tem desenvolvido no campo e emersos no armazenamento das sementes, sendo incapazes de se desenvolver em sementes armazenadas a baixo teor de umidade. Algumas espécies, atacam sementes em desenvolvimento no campo podendo passar a outras gerações em sementes armazenadas.

Segundo SANTOS et al (1991,1994), os danos às sementes geralmente acontecem ainda no campo durante o processo de maturação e que as larvas destes insetos, após a eclosão do ovo, penetram nas sementes, desenvolvendo-se em conjunto com elas e, próximo ou no momento de sua maturidade fisiológica, os adultos emergem, sendo esta a ocasião em que se observa os danos.

A produção de sementes é um estágio crítico na história de vida das plantas e os processos que ocorrem em sementes e plântulas são de grande importância para o entendimento da dinâmica das populações e comunidades (De STEVEN, 1983; SCHUPP, 1992).

As sementes por representarem uma fonte concentrada de proteínas e minerais (JANZEN, 1971) são exploradas por uma ampla variedade de animais, especialmente insetos. Diversos estudos tem mostrado a ocorrência de predação de sementes pré-dispersão por insetos (principalmente larvas de Díptera, Coleoptera e Lepidoptera) em um grande número de famílias de plantas (CRAWLEY, 1992a; SANTOS et al., 1994; ZHANG et al., 1997).

Dentre os principais predadores de sementes florestais se encontram algumas espécies coleópteras pertencentes às famílias Bruchidae, Curculionidae, Anthribidae e Cerambycidae (MONTE, 1935; BONDAR, 1936; ARRUDA, 1950; VERNALHA, 1953; REGO, 1960; SANTOS et al., 1985; SANTOS et al., 1994; SANTOS et al., 1996) sendo a família Bruchidae a de maior destaque devido seus representantes serem bastante restritivos quanto à dieta alimentar (BONDAR, 1936, HOWE, 1972) podendo ocorrer especificidade nos níveis de gênero ou família (JOHNSON, 1981), por assumir grande importância econômica, se reproduzindo principalmente em sementes de leguminosas tanto no campo como em armazenamento (HOWE, 1972) e afetar drasticamente a qualidade e viabilidade das sementes chegando a comprometer sua germinação (SANTOS et al, 1994; FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) que em alguns casos, o nível de danos pode chegar a 89% como observou FERRAZ & CARVALHO (2001) em *Cassia fistula*.

Segundo LOUDA & POTVIN (1995) a predação de sementes não reduz somente o número de sementes que uma planta produz, como também o número de plântulas e indivíduos adultos reprodutivos na próxima geração. Afetando, dessa maneira, a dinâmica da planta hospedeira e exercendo uma considerável redução em seu valor adaptativo (VOLTOLINI & ESTRADA, 2003). Os predadores de sementes tendem a ser altamente especializados, podendo ser suscetíveis a pequenas alterações na planta hospedeira, como também no número e tamanho das sementes (TAMURA & HIARA 1998).

Bruquídeos tem causado danos em sementes de *Albizzia lebeck* (Benth.), com perdas de até 50% no município de Seropédica, Rio de Janeiro (KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES, 1993). Sendo a espécie *Merobruchus paquetae* Kingsolver (1980) (Coleptera: Bruchidae) de comum ocorrência nesta região onde se encontra associada às sementes desta leguminosa em arborização (CARVALHO & FACRE, 1987; FIGUEIRA & CARVALHO, 2003).

Devido ao baixo número de trabalhos realizados com a espécie *Albizzia lebeck* em relação a seus insetos predadores de sementes, faz com que seja evidente a necessidade de estudos mais específicos sobre a ecologia e comportamento desses insetos, visto que nos leva a possibilidade de novas descobertas e ao entendimento de uma série de fatores como o controle desta essência florestal exótica como espécie invasora de habitats naturais, ou o inseto se tornar praga futuramente de espécies nativas.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar e quantificar os danos em sementes de *Albizzia lebeck* provocados pelos insetos como a ocorrência e flutuação populacional tanto de insetos predadores de sementes quanto de seus inimigos naturais e sua influência na viabilidade das sementes com ênfase à fase de maturação dos frutos e desidratação das sementes, época e local de coleta em diferentes níveis de poluição do ar por veículos automotores.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A ordem coleoptera

A ordem Coleoptera (L., 1758) é a maior de todas as ordens dos artrópodes desde épocas mais remotas, sendo a maior do Reino animal, com pelo menos um quarto de todas as espécies conhecidas (NAFRIA & DURANTE, 1985). Os coleópteros são os animais que apresentam também o maior número de espécies conhecidas, com aproximadamente 330.000 espécies descritas (RICHARDS & DAVIES, 1984).

PEDROSA-MACEDO (1989), em levantamento bibliográfico, constatou a existência de 435 espécies desta Ordem, distribuídos em 24 famílias citadas como causadoras de danos em cerca de 190 espécies de árvores e arbustos brasileiros, incluindo as exóticas.

Os coleópteros são considerados como organismos polípagos apresentando grande importância aos agroecossistemas devido ao grande número de espécies fitófagas (LARA, 1991). Ocupam diversos habitats, como agroecossistemas e sistemas florestais onde vivem em equilíbrio; além de serem indicadores biológicos, podem causar perdas econômicas significativas em diversas culturas (FERRAZ et al., 1998). Um grande número de espécies são consideradas pragas agrícolas; outras atacam grãos armazenados, livros e até cabos de chumbo de linhas telefônicas. No entanto muitas espécies são utilizadas no controle biológico de insetos pragas, atuando como predadores (GALLO et al., 1988).

De acordo com MORAES et al. (1983), a densidade populacional de um inseto fitófago é controlada principalmente pela densidade populacional da espécie da planta pela qual ele tem preferência e por seus inimigos naturais (parasitos, predadores e patógenos), além dos fatores físicos como temperatura, umidade, luz, entre outros.

Segundo HABIB (1984), um dos pré-requisitos básicos para o manejo dos insetos seria conhecer sua biologia, seu comportamento, sua relação com o ambiente e outras informações. Estudos de dinâmica populacional nos forneceriam os primeiros recursos para o seu manejo, o que determinariam quais são os fatores no ambiente, bióticos e abióticos, que se responsabilizariam pelas oscilações na população da praga. A relação entre o inseto e seu habitat, juntamente com informações sobre sua capacidade reprodutiva, nos possibilitariam avaliar e prever o tamanho da população e sua distribuição ao longo do tempo.

### 2.2 A família Bruchidae

A família Bruchidae é constituída de aproximadamente 1700 espécies, agrupadas em 66 gêneros, dentro de 6 subfamílias: Amblycerinae, Bruchinae, Eubaptinae, Kytorhininae, Pachymerinae e Rhaebinae (SOUTHGATE 1979; JOHNSON et al. 2003; JOHNSON & ROMERO, 2004). Sendo que aproximadamente 80% das espécies de bruquídeos estão na subfamília Bruchinae, 10% na Amblycerinae, 9% na Pachymerinae, e os outros 1% distribuídas às outras três subfamílias (JOHNSON & ROMERO, 2004).

Segundo JOHNSON (1989), esses besouros são importantes predadores de sementes de 35 famílias de plantas hospedeiras, aproximadamente 85% das plantas hospedeiras registradas são Leguminosae, 4% Convolvulaceae, 4% Palmae, 2% Malvaceae e os 5% restantes distribuídas às outras 29 famílias de plantas.

O maior número de espécies vive em regiões tropicais da Ásia, África, América Central e do Sul. Muitas espécies têm grande importância econômica, por procriar em grãos de importância econômica, consumindo valiosas proteínas. Outras espécies, contudo, destroem sementes de um imenso número de leguminosas (SOUTHGATE, 1979).

A principal característica desta família de insetos são os élitros curtos que deixam desprotegida a extremidade do abdomen. O corpo é ovalado, com cabeça livre, rostró curto e achatado e antenas com 11 segmentos (GALLO et al., 1988). Indivíduos desta família possuem olhos bem desenvolvidos, as pernas posteriores mais robustas que as anteriores, tendo os fêmures espessos, às vezes as tíbias posteriores de algumas espécies apresentam-se com esporão distinto ou obsoleto (LIMA, 1955). BORROR & DELONG (1969) descrevem os membros da família Bruchidae como besouros curtos, de corpo robusto e com menos de 1 cm de comprimento; os élitros são curtos e não cobrindo o ápice do abdomen. O corpo é frequentemente estreitado na parte anterior e a coloração é usualmente cinza ou parda.

Sob o ponto de vista etológico os bruquídeos se dividem em dois grupos: os do primeiro põem os ovos nos frutos da planta hospedeira e as larvas se desenvolvem nas sementes desses frutos atacados; os do segundo põem os ovos diretamente sobre as sementes e as larvas que delas saem, nelas penetram e se desenvolvem, quando as sementes se acham, portanto, separadas do respectivo fruto. Sob o ponto de vista econômico, estes são os mais importantes, podendo se desenvolver continuamente nas sementes armazenadas (LIMA, 1955).

Já JOHNSON (1981) e JOHNSON & ROMERO (2004) evidenciam que há três guildas de besouros bruchidae que consomem sementes de modos diferentes, sendo estas guildas de oviposição o resultado da coevolução, evolução seqüente ou ambas. Na primeira guilda (guilda A), os insetos fazem suas posturas somente na superfície dos frutos maduros quando ainda estão na planta hospedeira; na segunda (guilda B), somente em sementes maduras em frutos ainda na planta tendo acesso por poros de deiscência parcialmente abertos ou por orifícios de saída de outros besouros de semente; e na terceira (guilda C), somente em sementes maduras já dispersas pela planta. Sendo estas guildas separadas ao longo do eixo temporal de desenvolvimento do fruto em fruto indeiscente para parcialmente deiscente e sementes dispersas (MORSE & FARRELL, 2005). Dependendo da estrutura dos frutos, uma espécie de planta pode ter posturas de todas as três guildas, algumas somente de duas guildas e outras somente de uma guilda (JOHNSON & ROMERO, 2004).

As fêmeas depositam seus ovos na superfície do fruto e a larva que daí emerge penetra através do pericarpo. No entanto, larvas de muitos bruquídeos não escolhem seus hospedeiros, elas apenas se alimentam, crescem e emergem de sementes selecionadas pela fêmea para a postura (MITCHELL, 1975).

BIRCH et al. (1989) apud SCHERER & ROMANOWSKI, (2005) relatam que a fêmea, antes de fazer a postura, examina a superfície do fruto com seu órgão ovopositor dotado de receptores tácteis e quimiorreceptores os quais recebem informações da superfície do fruto bem como de sua umidade e conteúdo químico. Estas informações seriam utilizadas na aceitação ou não do fruto para a postura. A larva, durante o seu desenvolvimento até o estágio de pupa, consome todo o endosperma da semente (SILVA 1989, YAMAMOTO 2003).

BOHART & KOERBER (1972) citam uma espécie de bruquídeo *Bruchus pisorum* que é altamente especializado em sementes de ervilhas que de acordo com BRINDLEY et al. (1946) o adulto aparece no campo no momento em que as flores das ervilhas começam a se despontarem, onde se alimenta de pólen e pétalas. Quando as vagens começam a se desenvolver, as fêmeas depositam seus ovos sobre a superfície do fruto imaturo, que dependendo da temperatura, eclodem após 5 dias a duas semanas, e as larvas penetram na vagem e se desenvolvem nas

sementes. Após se alimentarem por 4 a 6 semanas, as larvas se transformam em pupas e, em duas semanas se tornam em adultos. Segundo HOWE (1972), a larva se alimenta dentro da semente onde também é formada a pupa, sendo o estágio de adulto o único a ser encontrado fora da semente.

A família Bruchidae é o maior exemplo de variedade de adaptação de vida em crescimento em sementes. A maioria das espécies, desta família, vive em sementes especialmente de leguminosas que perduram na planta por um bom tempo quando maduras (HOWE, 1972).

Os bruchidae em seu estado larval se alimentam de sementes provocando sérios danos. Apesar de consumir sementes de outras plantas, possuem preferência por sementes de espécies da família Leguminosae (KINGSOLVER, 2002; ROMERO, 2002; LOREA-BAROCIO, et al., 2006) que devido a esta preferência são, hoje, encontrados em quase todas as partes do mundo por serem transportados pelo comércio de grãos (LIMA, 1956).

Segundo ROMERO (2002), a importância econômica deste grupo de insetos está em seu hábito espermatófago de se alimentar de sementes. Sendo consideradas pragas se danificarem sementes de importância econômica e reguladores de populações naturais, se alimentarem de sementes de plantas silvestres (LOREA-BAROCIO, et al., 2006).

De acordo com PUZZI (1977), a maior parte dos insetos que infestam os grãos armazenados alimentam-se do endosperma em sua fase inicial e, num estágio posterior, atacam o embrião, acrescentando-se ainda que, algumas espécies de insetos destroem especificamente o embrião, causando acentuada redução na germinação. Se o embrião for destruído pela larva, a semente poderá até germinar se plantada, mas produzirá plântulas fracas e sem vigor devido à destruição de suas reservas, interferindo no desenvolvimento normal da planta (BOHART & KOERBER, 1972, HOWE, 1972).

O fato desses insetos destruir sementes de plantas indesejáveis tem estimulado o interesse em usá-los como agentes controladores de plantas daninhas como inimigos naturais (BOHART & KOERBER, 1972; SOUTHGATE, 1979). Devido a isto, vários programas de controle biológico utilizam ou querem utilizar besouros de semente como espécies auxiliares na limitação da propagação de diversas espécies leguminosas invasoras. Porém, KERGOAT et al. (2007) chamam a atenção para a importância de se avaliar cuidadosamente os riscos de uma possível migração dos besouros de suas plantas hospedeiras para plantas nativas, especialmente quando se lida com espécies de plantas invasoras.

Para a larva do bruquídeo, a semente representa um alimento rico e, frequentemente, bem protegido do ambiente (JOHNSON et al., 1995). Larvas de bruchidae podem destruir uma proporção considerável dos cotilédones, tendo assim enorme efeito sobre a viabilidade de sementes e vigor de plântulas (ROHNER & WARD, 1999).

ROCHA et al. (2003) observaram que um dos fatores para a sobrevivência/germinação das sementes do jacarandá-do-cerrado está associado a alta taxa de predação por insetos (Coleoptera: Bruchidae) que de fato, em muitas espécies vegetais, a predação de frutos pode levar a mortalidade das sementes devido aos danos provocados ao embrião ou através de aberturas de orifícios que facilitam a ação de agentes patogênicos como fungos e bactérias. Por outro lado, o rompimento do tegumento pelos predadores pode facilitar a embebição das sementes auxiliando seu processo germinativo.

TAKAKURA (2002) estudando besouros predadores de sementes em *Gleditsia japonica*, uma leguminosa do Japão, verificou que sementes desta espécie somente germinava em presença de um bruquídeo específico que rompia o seu tegumento facilitando a germinação. Segundo o autor, há poucos trabalhos enfatizando o papel dos herbívoros na germinação de sementes.

CENTER & JOHNSON (1974) ao revisar a biologia de 38 espécies de bruquídeos e 44 espécies de plantas hospedeiras (SILVA et al, 2007) demonstraram que: a oviposição ocorre mais frequentemente sobre frutos que em sementes; sendo que dois terços dessas espécies de bruquídeos alimentam e empupam dentro de uma única semente e um terço consomem numerosas sementes com empupação ocorrendo fora das sementes; e que 75% das plantas hospedeiras apresentaram frutos indeiscentes ou com deiscência tardia, e 25% frutos deiscentes. JOHNSON & ROMERO (2004) observaram que 77% de todas as espécies de bruquídeos estudados depositaram seus ovos em frutos, 10% em sementes dentro de frutos e 13% em sementes no substrato.

O tipo de comportamento de oviposição em espécies de bruquídeos pode ser uma das formas que os mesmos utilizam para sobrepor as barreiras impostas pela planta hospedeira contra seu ataque ou mesmo uma estratégia para prevenir a mortalidade de seus ovos pela ação de inimigos naturais como os parasitóides (RIBEIRO-COSTA & COSTA, 2002). Segundo LINK & COSTA (1988), os bruquídeos atacam frutos e sementes de diversas essências florestais e o surgimento de novas espécies para a ciência mostra o quanto a fauna brasileira é pouco conhecida.

### **2.3 Aspectos relacionados à espécie florestal *Albizzia lebbeck***

*Albizzia lebbeck* (L.) Benth. (Mimosaceae) é uma árvore caducifólia de crescimento rápido das regiões tropicais e subtropicais da Ásia, podendo alcançar de 25 a 30 metros de altura, sendo encontrada tanto em bosques de áreas úmidas como em áreas secas em sua distribuição natural desde as latitudes de 8° N até a 32° N, onde é conhecida popularmente como ‘Sirís’ possuindo mais de 45 nomes comuns na Índia (PARROTA, 1987). Nestas regiões, segundo o autor, esta espécie ocorre em uma variedade de climas e precipitação anual de 500-2500 mm e em distintos tipos de solos desde os argilosos densos aos extremamente salinos. Devido sua plasticidade, é amplamente cultivada no continente asiático, principalmente nas Índias onde é cultivada como árvore de sombra em plantações de café e cacau, sendo também, usada como fonte de adubação verde em arrozais orgânicos. Além de ser boa produtora de néctar para a produção de mel em apiários, é muito utilizada na medicina tradicional.

A madeira de *A. lebbeck* possui uma série de usos, incluindo a confecção de móveis devido sua cor e por apresentar dureza moderada (peso específico: 0.55-0.60 g/ cm<sup>3</sup>). É um excelente combustível, sendo bastante usada nessas regiões como lenha e carvão, além do tanino que é usado para o curtimento de tecido, tem sido usada na fabricação de detergentes devido seu alto conteúdo de saponinas (PARROTA, 1987). É usada, também, como alimento para diversos animais domésticos por apresentar até 30 % de proteína em suas folhas e ramos.

A introdução de *A. lebbeck* nas Américas se deu no período Colonial como árvore ornamental (Ilhas Caribenhas) e como combustível (Porto Rico) (PARROTA, 1987), o que tem escapado das áreas de cultivo e invadido habitats naturais e perturbados, se naturalizando nessas regiões (DUNPHY & HAMRICK, 2005). Dentre os países americanos em que se tem naturalizado se encontram a Colômbia (plantio para sombreamento de café e cacau), a Venezuela e o Brasil, possuindo mais de 23 nomes em espanhol em toda a América (PARROTA, 1987).

No Brasil, a espécie *A. lebbeck* possui ocorrência nos estados do Amazonas, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Rio Grande do Norte e Alagoas, sendo popularmente conhecida como “coração de negro, ébano-oriental e faveiro” (LORENZI, 1998).

A espécie *A. lebbeck* por apresentar rápido crescimento, habilidade para fixar nitrogênio, melhorar a estrutura do solo (DUTRA et al., 2007) e aumentar a fertilidade do solo devido a absorção dos nutrientes e rápida rotação e decomposição de sua folhagem (SUNDARAVALLI & PALIWAL, 2002), tem sido bastante recomendada como essência promissora para compor a vegetação visando a recuperação de áreas degradadas (FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) e Sistemas Agroflorestais (SAF's) em função da utilização da madeira para várias finalidades (LORENZI, 1998). Além de sua utilização na arborização de estacionamentos, praças e em margens de rodovias como árvore ornamental (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1979).

Após a frutificação, perde totalmente as folhas, ficando cobertas de vagens que lhe dá um aspecto característico (FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) do qual vem a origem, em árabe, do nome da espécie "laebach" que quando agitadas pelo vento, as vagens e suas sementes inclusas produzem um chocalho incessante, e o nome do gênero devido um nobre florentino Filippo del Albizzi introduzir, em 1749, *Albizia julibrissin* em cultivo (WORLD AGROFORESTRY CENTRE, 2000).

De acordo com JOKER (2000), o florescimento desta espécie *A. lebbeck* na Índia, acontece de março-maio e o amadurecimento dos frutos de agosto-outubro. Suas flores são brancas, os frutos apresentam de 6 a 12 sementes por legume (vagens) sendo estes de 12 a 20 cm de comprimento e largura de 2 a 5 cm. Quando amadurece, as vagens são de coloração palha e as sementes marrons claras. Produz um grande número de frutos deiscentes os quais permanecem na árvore durante meses, às vezes, chegando à floração seguinte. Quando caem ao solo, podem ser levadas a grandes distâncias pelo vento (PARROTTA, 1987).

Segundo SERRANO (2000), os frutos de *A. lebbeck* são vagens membranáceas, não segmentadas, de tamanho variando entre 6,5 a 37 cm e largura de 2,5 a 5,0 cm que ao amadurecerem, ainda presos à árvore, se desidratam adquirindo uma coloração cor de palha com variação de 2 a 11 sementes por fruto. Cada planta produz centenas de frutos deiscentes, cuja maioria observada se abre após ter se desprendido da árvore. As sementes têm forma auricular, tamanho médio de 10,0 x 8,0 mm, desprovidas de arilo e de consistência dura que, de acordo com PARROTTA (1987), são pequenas (de 7 a 11 por 6 a 9 mm), oblongas, comprimidas, lisa e com testa dura, apresentando de 7000 a 11000 sementes por kg, de natureza ortodoxa propensas à predação através de larvas de inseto especialmente de besouros bruquídeos.

Na Índia, segundo PARROTTA (1987), dentre os principais predadores das sementes de *A. lebbeck* se encontram as larvas de *Bruchus pisorum* Linn., *B. saundersi* Jekel e *B. sparsemaculatus* Pic e larvas de lepidóptero *Stathmopoda basiflectra* Meyrick. Já KERGOAT et al. (2007) citam as espécies de *Bruchidius albizziarum* (Decelle) em sementes de *A. lebbeck* no Senegal, *B. aureus* Arora na Índia, *B. saundersi* (Jekel) e *B. sparsemaculatus* Pic na Tailândia.

TUDA (2008) relata 10 espécies de Bruchidae do gênero *Bruchidius* que vivem associados às sementes do gênero *Albizia* no Norte da Tailândia que são: *Bruchidius aureus* Arora, *B. flavovirens* Arora, *B. lineolatus* Arora, *B. pygomaculatus* Arora, *B. saundersi* (Jekel), *B. sparsemaculatus* Pic, *B. terrenus* (Sharp), *B. urbanus* (Sharp), *B. variegata* Arora e um nova espécie de baixa ocorrência em áreas montanhosas, *B. paicus*. Segundo KERGOAT et al. (2005) o gênero *Bruchidius* Schilsky é restrito ao Velho Mundo e mais de 250 espécies são conhecidas e a maioria de suas plantas hospedeiras são leguminosas.

No Brasil, há registro de danos em sementes de *A. lebbeck* por *Merobruchus paquetae* nos Estados de Minas Gerais (SANTOS, 1985, 1994), Rio de Janeiro (KAGEYAMA & PINARODRIGUES, 1993, FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) e por bruquídeos dos gêneros

*Acanthocelides*, *Stator* e larvas de microlepidópteros da família Pyralidae no Estado do Mato Grosso (SERRANO, 2000).

## **2.4 Aspectos relacionados a formação de frutos e sementes**

Espécies de plantas frequentemente produzem muito mais flores do que poderiam vir a se tornar frutos maduros posteriormente o que permite a compensação da predação de sementes na pré-dispersão através da diferença entre o aborto de frutos danificados para o enchimento das sementes (CRAWLEY, 1997). O número de óvulos a se tornar sementes, segundo LEE (1988), podem ser limitados pelo número de óvulos produzidos, quantidade e qualidade de pólen transferido (limitação por pólen), nutrientes e fotossintatos disponíveis para frutos e sementes (limitação de recursos), predadores, doenças e agentes ambientais físicos.

Óvulos fertilizados frequentemente podem ser abortados devido à predação por herbívoros, frutos com danos ou por limitação de recursos. Condições climáticas podem interferir diretamente na floração e frutificação, ou na capacidade dos agentes polinizadores (HOWE & WESTLEY, 1988).

LEE (1988) relata que embora possa haver boa evidencia de que aborto de frutos possam resultar frequentemente de recursos limitados, os danos causados em frutos por temperaturas extremas, predação de sementes por insetos, ou ferimentos no pericarpo por insetos podem induzir ao aborto de frutos. Segundo JANZEN (1971) o aborto de frutos danificados pode ser uma adaptação da espécie, o qual pode ser compensado com o maior crescimento dos frutos restantes.

A qualidade fisiológica da semente pode ser afetada por diversos fatores, entre os quais: fatores genéticos influenciando as características de qualidade e as adversidades durante o desenvolvimento da semente como a disponibilidade de água, temperatura ambiente, salinidade do solo, doenças da planta e danificações por insetos. Os embriões podem ser danificados ou mortos pela alimentação dos insetos adultos ou larvas ou pela ovoposição (ZIMMERMAN, 1988).

De acordo com DE CASTRO et al. (2004), na maioria das sementes existem três fases de desenvolvimento que pode ser dividida em: (1) crescimento inicial devido à divisão celular e um rápido aumento no peso fresco e conteúdo de água; (2) fase intermediária de maturação, na qual a semente aumenta de tamanho devido, principalmente, à expansão das células e à deposição de reservas nos tecidos de armazenamento (cotilédones e endosperma); e (3) desenvolvimento final das sementes que termina com uma fase pré-programada da secagem de maturação ou desidratação.

Segundo AGUIAR & PIÑA-RODRIGUES, 1993) o tamanho da semente é função da quantidade de material nutritivo armazenado. Sementes maiores produz plântulas mais competitivas, porém estas correm altos riscos de predação, baixa distancia de dispersão e menor chance de sobrevivência no banco de sementes o que vai ao encontro dos custos de investimento dado à reprodução pela planta (CRAWLEY, 1997).

## **2.5 Predação de sementes por insetos**

A forte ligação que há entre dispersão e predação de sementes é enfatizada pela distinção entre a predação antes ou após a dispersão (CRAWLEY, 1992a). Os predadores que se alimentam de sementes antes de sua dispersão (pré-dispersão) tem, possivelmente maior influência na estrutura entre planta e seu dispersor, através de pelo menos dois mecanismos:

redução do número de sementes disponíveis para a dispersão (JANZEN, 1970) e diminuição dos dispersores pela baixa densidade de frutos a serem dispersos.

Na predação pré-dispersão, a maioria das espécies envolvidas são pequenas, sedentárias e especialistas na alimentação pertencendo principalmente aos insetos. Enquanto que a predação pós-dispersão tende a ser mais ampla com predadores mais generalistas (CRAWLEY, 1992a). A distribuição espacial das sementes e as implicações desta para o forrageamento do predador são completamente distintos. Os predadores de sementes pré-dispersas exploram espacialmente e temporalmente os recursos agregados enquanto que os pós-dispersão exploram recursos dispersos muitas das vezes a baixas densidades.

Taxas de predação de sementes são notavelmente variável entre plantas individuais num dado ano, podendo variar, na pré-dispersão de 0 a 100%, o que poderá ser de 0% em um ano e 100% no outro (CRAWLEY, 1992b). Segundo ZHANG et al. (1997) a intensidade de predação de semente pré-dispersão por insetos varia com indivíduos de plantas, às vezes, sem qualquer padrão sazonal.

Para plantas anuais, o impacto da perda de sementes em um dado ano é frequentemente reduzido pelo recrutamento do banco de semente no solo, ou pela imigração de propágulos carregados pelo vento. Já para plantas perenes, há uma tendência de ser uma relação assimétrica entre planta e seus predadores de sementes, no qual o número de predadores são afetados pela produção de sementes (CRAWLEY, 1997).

Assim, a predação de semente, como qualquer outro fator de mortalidade com perda regulares de jovens, tem influência na ecologia de população e evolução das espécies. Essas perdas têm um impacto potencial em abundância de planta, distribuição, status competitivos, características de ciclo de vida, e outras adaptações (ZHANG et al., 1997).

BOHART & KOERBER (1972) relatam que em florestas tropicais, os predadores de sementes, incluindo os insetos, são muito efetivos a encontrar e destruir quase todos os frutos ou sementes de suas plantas hospedeiras, resultando em comunidades de plantas caracterizadas por marcada diversidade de espécies com relativas distâncias entre indivíduos de mesma espécie.

De STEVEN (1983) estudando a flutuação na produção de frutos e sementes em arbustos, observou que em anos de baixa frutificação, os locais de ovoposição foram limitados devido a baixa abundância de frutos fazendo com que a porcentagem de ataques por insetos fossem alto. Anos com baixa frutificação seguidos por anos com alta quantidade de frutos saciava a população de predadores relativamente pequena, devido o resultado das intensidades de predação de semente serem baixas, muitas sementes escapavam da predação tendo como resultado um pulso no êxito de sobrevivência de semente em anos de produção ocasional.

Níveis de predação de semente também diferem dependendo das espécies de semente, e variação entre espécies pode ser maior para predação de semente por insetos que por vertebrados. O grau de predação varia entre e dentro de espécies, entre anos e onde as vagens são coletadas, se do chão ou da árvore (NOTMAN & GORCHOV, 2001). A caracterização da extensão da predação de semente dentro e entre populações pode ajudar a entender as forças evolutivas que moldam estas populações e os parâmetros demográficos que afetam sua dinâmica (LOUDA & POTVIN, 1995).

A composição da comunidade de predador de semente é importante porque nem todos predadores consomem as mesmas espécies de semente ou podem os consumir em quantidades diferentes. Níveis de luz, umidade, número de sementes podem influenciar a ocorrência desses predadores em um determinado hábitat (NOTMAN & GORCHOV, 2001).

A ocorrência e a intensidade de predação em pré-dispersão podem estar associadas a uma série de características das populações vegetais hospedeiras, dentre as quais se destacam o

tamanho e o grau de agrupamento das plantas (YANAGIZAWA et al., 2000), a quantidade de vagens existentes e o número de plantas no local, pois árvores isoladas apresentam maior número de vagens atacadas e de sementes danificadas (LINK et al., 1988).

Segundo BOREN et al. (1995), o teor de proteínas e balanço de aminoácidos das sementes são fatores primordiais na determinação da preferência alimentar por agentes de predação, além da presença de substâncias tóxicas que podem também interferir no seu consumo.

Por agir diretamente na fecundidade, a predação de semente tem o potencial para ser um agente de seleção natural e plantas podem desenvolver estratégias para evitar predadores de sementes (KLIPS et al., 2005).

## **2.6 Mecanismos de defesas de plantas**

Muitas leguminosas possuem mecanismos de defesas que ajudam a diminuir a ação de predadores (NOGUEIRA & ARRUDA, 2006). Os insetos em resposta, evoluem de forma a quebrar esses mecanismos que podem ser expressos como defesa constitutiva e defesa induzida (HOLTZ et al., 2003). Os componentes do sistema de defesa constitutiva das plantas são compostos químicos e estruturas morfológicas que dificultam o acesso dos herbívoros às plantas (KARBAN & BALDWIN, 1997, HOLTZ et al., 2003) e a defesa induzida, qualquer mudança morfológica ou fisiológica resultante da ação de herbívoros sobre as plantas, resultando na não preferência de insetos por estas plantas (KARBAN & BALDWIN, 1997; AGRAWAL, 1998;).

Por parte das defesas de plantas em sementes, JANZEN (1971) as agruparam em três tipos principais: 1) defesas químicas; 2) saciação do predador, quando a produção de sementes é superior à capacidade de consumo dos predadores; e 3) imprevisibilidade de recursos, em que a frutificação ocorre em intervalos plurianuais irregulares.

Segundo CARLINI & GROSSI-DE-SÁ (2002), as sementes de leguminosas são caracterizadas por diversas ordens de toxinas principalmente os baseados em compostos nitrogenados, e que poucos insetos diferente de bruquídeos são capazes de explorar essas sementes. Mecanismos e custos para que os insetos possam lidar com essas toxinas podem ter conseqüências pertinentes em competição larval e comportamento de oviposição com implicações para sua evolução e associações com hospedeiros (GUEDES et al, 2007).

Além das defesas químicas, segundo JANZEN (1969), as plantas tem desenvolvido outras estratégias que envolvem uma serie de adaptações como produção de grande número de sementes pequenas, sincronização na produção de sementes e sua rápida dispersão. Os bruquídeos em respostas, pode migrar para um hospedeiro diferente com sementes de qualidade e quantidade alimentar apropriada, ou utilizar-se de mais sementes ou se tornar de menor tamanho como respostas evolutivas ou desenvolverem mecanismos para superar as defesas de plantas como a destoxicação, quiescência de larvas em posturas em frutos imaturos, raspagem do fruto fresco para ovoposição, posturas em sementes após dispersão (CENTER & JOHNSON, 1974).

Segundo CENTER & JOHNSON (1974) das 31 características protetoras de sementes citada por JANZEN (1969), apenas sete diz respeito a dispositivos de proteção nos frutos, encontrando acima de 62% das espécies de bruquídeos em oviposição em parede de frutos e não diretamente em sementes, mais substancias defensivas a bruquídeos poderiam ser esperadas em paredes das vagens que em sementes, segundo eles os bruquídeos parecem ter encontrado uma maneira de evitar as toxinas das vagens. Entretanto, JOHNSON & ROMERO (2004) encontraram em sua revisão das guildas de oviposição de Bruchidae, cerca de 78% de ovoposição em frutos argumentando que isto se dá devido aos frutos terem poucos dispositivos protetores e

presumivelmente poucas toxinas o que seria uma estratégia para a atração de agentes dispersores em frutos indeiscentes.

SOUTHGATE (1979) alega que a resistência a bruquídeos pode ser o resultado de um ou mais das quatro causas: 1) a semente pode ser muito dura para que a larva recentemente eclodida penetre; 2) ser fisicamente muito pequena ou de uma forma inconveniente para que a larva a atinja; 3) conter pouco recurso para o suporte de uma larva; 4) conter toxina ou outra substância nos cotilédones ou envolvendo o tegumento da semente que inibem o desenvolvimento das larvas.

O tegumento da semente protege o embrião e cotilédones de entrada de insetos e doenças. Entretanto, a rigidez e/ou substâncias químicas no tegumento da semente não são os principais fatores que causam a resistência de bruquídeo em algumas espécies, mas também algumas substâncias químicas que estão presentes nos cotilédones e/ou embrião (KASHIWABA et al., 2003).

## **2.7 Efeitos da poluição do ar**

Nos últimos anos, a quantidade de produtos químicos lançados no meio ambiente por indústrias, meios de transportes, agricultura, eliminação de rejeitos e outras atividades humanas tem aumentado dramaticamente. Que dependendo de sua concentração no ambiente pode trazer sérios riscos à sobrevivência de plantas e animais. Alguns poluentes são de caráter local, com impacto restrito às imediações como por exemplo, uma rua ou fábrica, outros são regionais e até mesmo de caráter global (ASHMORE, 1972).

Segundo este autor, o impacto de um poluente sobre uma planta é complexo e envolve um grande número de fatores como: dose do poluente recebido que dependerá em parte de sua concentração no meio, duração e exposição; fatores intrínsecos da planta, pois existe um amplo grau de variação entre espécies e sua sensibilidade a poluentes; e fatores ambientais que podem modificar as respostas da planta a poluentes. Plantas expostas a poluentes podem ter seu crescimento vegetativo e performance reprodutiva afetados o que possui forte influencia no resultado da competição entre espécies.

Veículos automotores são um dos maiores contribuídores para o alto nível de poluição do ar em muitas áreas rurais e urbanas, pela emissão de um coquetel de poluentes como: óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis, metais e particulados (BIGNAL et al.; 2007). E pouco se conhece sobre os impactos ecológicos desses poluentes em vegetação às margens de rodovias.

BIGNAL et al. (2007), em seu estudo, encontraram aumento significativo na concentração de NO<sub>2</sub> e danos por insetos em árvores de carvalho próximas às rodovias numa extensão de até 100 m de distância de suas margens e que além dessa distância tanto a concentração de NO<sub>2</sub> quanto os danos por insetos foram pequenas. Salientam que as concentrações de poluentes às margens de rodovias depende de uma série de fatores dentre estes, a densidade do tráfego, direção do vento, condições climáticas, características topográficas, tempo de exposição e densidade de copas das árvores em arborização. Sugerindo que as emissões de poluentes do ar na maioria das rodovias podem ter impactos ecológicos significativos em até 100 m de extensão em sua vegetação circundante.

## **2.8 Parasitóides**

Os himenópteros parasitóides são insetos cujas larvas se desenvolvem em outro inseto acarretando sua morte ao final do seu desenvolvimento (BITTENCOURT & BERTI FILHO,

2004). Estes insetos representam o grupo mais comum de inimigos naturais da Classe Insecta para o controle biológico, com predominância de espécies Himenópteras e, em menor escala de Díptera. Os Himenópteras exibem grande diversidade de hábitos e as espécies entomófagas predominam nessa ordem em número de espécies, frequência e eficácia com que atacam os insetos pragas (DALL'OGGIO et al, 2002). Possui grande importância para a manutenção do equilíbrio ambiental atuando na regulação populacional de diversos insetos hospedeiros (BORROR *et al.*, 1992)

Os parasitóides podem ser divididos segundo o seu desenvolvimento larval em: ectoparasitóides (desenvolvimento externo e alimentação através de lesões no tegumento do hospedeiro) ou endoparasitóides (desenvolvimento e alimentação dentro do hospedeiro) e idiobiontes (a oviposição da fêmea é feita próxima ou no hospedeiro que é paralisado ou morto o qual a larva emergente se alimenta) ou coinobiontes (a oviposição é feita em um hospedeiro que é apenas imobilizado temporariamente) (YAMADA, 2001).

Os parasitóides são de vida livre quando adultos, as fêmeas põem seus ovos no interior, sobre ou próximos a outros insetos e suas larvas desenvolvem dentro ou sobre seu hospedeiro. Inicialmente apresenta um dano inferior aparente ao hospedeiro, mas eventualmente consome a sua totalidade e o mata antes ou durante a fase pupal. Frequentemente, só um parasitóide desenvolve de cada hospedeiro, mas em alguns casos vários ou muitos indivíduos compartilham o mesmo hospedeiro (BEGON et al, 2006).

Para parasitóides, como também para muitos outros insetos herbívoros que alimentam como larvas em plantas, a taxa de predação é, em grande parte, determinada pela taxa à qual as fêmeas depositam seus ovos (BEGON et al, 2006). Assim como o bruquídeo, também completa seu desenvolvimento no interior da semente, após o qual a vespa adulta faz um pequeno orifício e emerge (CUEVAS-REYES et al, 2007).

Muitos parasitóides usam como sinal para a localização de seus hospedeiros odores que emanam de seus hospedeiros ou habitats de seus hospedeiros como ferormônios sexuais, substâncias químicas produzidas por larvas enquanto se alimentam, e substâncias químicas voláteis. Deste modo, as fêmeas localizam sementes infestadas com bruquídeos dentre muitas que não são infestadas, paralisam a larva hospedeira, e então depositam seus ovos na larva ou próxima da mesma em desenvolvimento dentro da semente (MBATA et al., 2004). Segundo estes mesmos autores, sementes infestadas são altamente efetivas atraindo parasitóides de insetos de produto armazenados a seus hospedeiros devido à presença desses odores associados aos insetos hospedeiros e as sementes hospedeiras.

CUEVAS-REYES et al. (2007) relatam que um número crescente de estudos tem sugerido que planta pode ter forte influência nas interações entre insetos herbívoros que a usam como alimento e seus inimigos naturais. Características de plantas como morfologia, quantidade de recursos disponíveis, qualidade nutricional, aleloquímicos, resistência, e distribuição espacial e temporal podem afetar as interações herbívoros-parasitóides influenciando no comportamento e desempenho de populações de parasitóides. Em um ambiente onde recursos estão mais dispersos e isolados, fêmeas gastam muito mais tempo e energia para encontrarem plantas hospedeiras adequadas que contenham hospedeiros satisfatórios.

Variação em comportamento de parasitóides e desempenho entre populações pode ser causada através de variações em qualidade de plantas hospedeiras por habitats. No caso de bruquídeos, o padrão de oviposição muda de acordo com as espécies de plantas hospedeiras que depende em grande parte da vagem e morfologia da semente (CAMPAN et al, 2005).

Altas taxas de mortalidade impostas por inimigos naturais de bruquídeos tais como predadores e parasitóides podem reduzir sua infestação e conseqüentemente, seus danos às

sementes, uma vez que a predação de semente por bruquídeos possa ser extremamente importante por limitar o tamanho de populações de plantas (SCHMALE et al. 2002; SCHMALE et al. 2006; SILVA et al, 2007).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização das matrizes hospedeiras

As matrizes de *A. lebeck* foram dispostas em quatro áreas, sendo a primeira área (Área 1) localizada no Km 32 da Antiga Estrada Rio-São Paulo (atualmente BR 465) em frente a fábrica filial da “Ambev”, município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro com distância de 800 m do viaduto “Oscar Brito” da Avenida Brasil, uma das principais avenidas de acesso à cidade do Rio de Janeiro. A segunda área (Área 2), localizada no Km 47 da mesma rodovia nas imediações do Colégio Estadual Presidente Dutra, Seropédica – RJ, a terceira (Área 3) em área de conservação do Jardim Botânico da UFRRJ e a quarta área (Área 4) matrizes da arborização de ruas do Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

A distância entre a Área 1 para a Área 2 foi de 15 Km e Área 2 para a Área 3 e 4, entorno de 2 Km e entre as duas últimas de 1 Km entre si. Sendo as árvores matrizes da primeira área localizadas no canteiro central da Rodovia BR 465, visando-se a influência da poluição do ar e a interceptação de particulados do ar pela copa das árvores em todas as direções de ventos (Figura 1a), a segunda área, à sua margem com distância entorno de 20 metros com influencia de ventos de poluição somente de uma direção (Figura 1b), a terceira, localizadas em uma área de pastagem do Jardim Botânico com roçadas periódicas a 200 metros de uma estrada de pouco movimento de carros no Campus da UFRRJ (Figura 1c) e, a quarta área, às margens de ruas do Campus da UFRRJ com distancia menor que 1 metro.

A Rodovia BR 465 apresenta intensa movimentação de veículos com a predominância de veículos automotores pesados, principalmente em frente a filial da fábrica Ambev com alta poluição do ar em seu entorno, se contrastando com as matrizes de ruas do Campus que predominam o uso de veículos menores (veículos de passeios) e baixa poluição do ar.

A região apresenta clima subúmido classificado como Aw de Köppen com média pluviométrica anual de 1.250 mm, temperatura variando de 16°C (junho e julho) a 32°C (entre os meses de janeiro e março) e umidade relativa média anual de 73%, sendo localizada na latitude 22° 46' sul e longitude 43° 41' oeste (MATTOS et al., 1998).



**Figura 1:** Vista das árvores matrizes selecionadas. a) Área 1, b) Área 2 e c) Área 3

Numa escala de influência da poluição do ar por veículos automotores, a Área 1 está classificada como de alta influência da poluição do ar, a Área 2 de média, a Área 4 de baixa e Área 3 de muito baixa influência da poluição do ar.

### **3.2 Critérios de seleção**

Para a seleção das matrizes, levou-se em conta o diâmetro à altura do peito (DAP), altura, formação de copa e grau de exposição das árvores à poluição do ar por veículos automotores em arborização da Rodovia BR 465 e ruas da UFRRJ. Após estes critérios, as árvores matrizes foram agrupadas em dois grupos: árvores isoladas (Área 4) e árvores agrupadas (Área 1, Área 2 e Área 3 com três árvores cada). Sendo adotado para seleção de árvores isoladas as que não apresentavam nenhuma outra num raio de 500 metros (FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) e para árvores agrupadas, distância máxima de 20 metros entre matrizes.

Após a seleção das matrizes, foi feito o acompanhamento de todos os estágios de floração, frutificação, início de posturas dos insetos e fase de maturação dos frutos.

### **3.3 Amostragem dos frutos**

Os frutos foram coletados diretamente das árvores com auxílio de podão por toda a extensão da copa de modo casual para melhor caracterização da incidência dos insetos nos frutos (vagens) e intensidade de predação das sementes. Os indicativos utilizados para a amostragem dos frutos foram o enchimento das sementes nos frutos e mudança da coloração dos frutos que segundo PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993) são os índices mais utilizados para a coleta de frutos.

### **3.4 Caracterização do experimento com insetos bruquídeos em frutos e sementes**

Para a análise da infestação por insetos bruquídeos em frutos de *A. lebeck* em diferentes fases de maturação e desidratação das sementes, foi selecionada uma árvore matriz na Área 4 para amostragens regulares de 25 frutos a cada 10 dias. A primeira amostragem foi realizada após 30 dias da observação do início das posturas de bruquídeos em frutos no campo sendo esta somente com frutos em fase inicial de maturação (frutos verdes), a segunda com frutos em fase final de maturação (frutos verdes-amarelos), a terceira com frutos em fase inicial de desidratação das sementes (frutos de coloração amarela), a quarta, com últimos frutos verdes e a quinta, com frutos em fase final de desidratação das sementes (frutos secos). Os frutos coletados foram levados ao Laboratório de Entomologia Florestal, DPF, IF, UFRuralRJ para a quantificação do número de posturas em sua superfície, orifícios de perfuração por larvas de primeiro instares na parede interna do fruto (endocarpo), tegumento das sementes e número de larvas em desenvolvimento no embrião com a dissecação das sementes.

No mesmo sentido de análise da infestação por bruquídeos em frutos de *A. lebeck*, realizou-se três amostragem de 25 frutos em duas épocas em uma mesma matriz (Área 4) das selecionadas para amostragens de frutos para a emergência dos insetos em laboratório, sendo a primeira amostragem realizada em meados do mês de junho somente com frutos em fase inicial de maturação (frutos verdes) e as duas últimas um mês após a realização da primeira, uma de frutos em início de desidratação das sementes (frutos de coloração amarela) e a outra de frutos secos. Esta duas últimas amostragens foram realizadas juntamente com a primeira coleta de frutos secos para a emergência dos insetos em laboratório.

A análise dos frutos em estágios de maturação foram realizadas com 15 dias após a coleta dos frutos para que ocorressem a eclosão das larvas dos ovos na superfície dos frutos e sua penetração pelo exocarpo do fruto e tegumento das sementes, sendo computadas como larvas todos os estágios de desenvolvimento dos insetos no embrião das sementes.

Ainda neste contexto de análise da infestação por bruquídeos em frutos de *A. lebbeck*, procurou-se analisar o efeito da poluição do ar no comportamento dos insetos, procedendo-se duas amostragens de frutos verdes no intervalo de 30 dias em uma matriz agrupada da Área 1, Área 2 e Área 4 por estas apresentarem frutos nesta fase de maturação nas duas épocas de amostragens, segunda quinzena do mês de julho e agosto. Frutos em outros estágios de maturação também foram coletados para comparação com matrizes isoladas. A análise dos frutos verdes foram feitas após 15 dias das amostragens.

A visualização para a quantificação das posturas, orifícios de perfuração do endocarpo dos frutos e tegumento das sementes pela penetração das larvas em sementes e número de larvas em desenvolvimento no interior das sementes foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópico binocular.

Para preferência de posturas por insetos bruquídeos em sementes, foram oferecidas 30 sementes sadias em placas de Petri em três estágios de desidratação divididas em 10 sementes de coloração esverdeada (início de desidratação), amarronzada (estágio intermediário de desidratação) e sementes escuras (estágio final de desidratação), sendo o início das fases de desidratação das sementes observado com a transição de sua coloração.

A reprodução dos insetos bruquídeos em sementes em laboratório foi feita com a introdução de indivíduos de emergências recentes (machos e fêmeas) em amostras de 25 sementes sadias em placas de Petri e alimentados com mel a 10% embebido em algodão. Foram oferecidas amostras de sementes tanto do corrente ano (2008) como do ano anterior (2007) perfazendo o total de 15 amostras. As observações das amostras foram realizadas a cada dois dias, retirando-se as sementes com posturas de insetos, realizando-se o monitoramento a cada dois dias até o término das emergências dos insetos.

A multiplicação dos parasitóides em laboratório foi realizada com a separação dos himenópteros em morfoespécies, os quais foram introduzidos em placas de Petri com 25 sementes de *A. lebbeck* com orifícios de perfuração por larvas de bruquídeos no tegumento expostos para que realizassem posturas nas larvas no interior das sementes. Os himenópteros foram alimentados com mel a 10% embebido em algodão e as sementes retiradas após dois dias e monitoradas a cada dois dias até o término das emergências.

Para a emergência dos insetos predadores de sementes e seus parasitóides em frutos de *A. lebbeck* e posterior quantificação da predação pela incidência desses predadores em sementes, realizou-se três coletas de 50 frutos em cada árvore matriz das quatro áreas com intervalos de 30 dias. A primeira coleta de frutos foi realizada a partir de observações das primeiras emergências de insetos no campo. Os frutos coletados foram acondicionados em sacos de polietileno transparentes com dimensão de 0,50 x 0,90 m, etiquetados e levados ao Laboratório de Entomologia Florestal, DPF, IF, UFRuralRJ onde foram colocados em quarentena para análise das emergências dos insetos predadores de sementes e seus parasitóides a cada dois dias. Os insetos emergentes foram separados a nível de espécies (bruquídeos) e morfoespécies (himenópteros parasitóides) e acondicionados em álcool 70% para posterior montagem e identificação.

Os exemplares de Bruchidae não identificados foram enviados à Dr<sup>a</sup>. Cibele Stramare Ribeiro-Costa da UFPR para identificação e anexados à Coleção de Entomologia Pe. J. S. Moure,

Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (DZUP) e os himenópteros parasitoides à Dr<sup>a</sup> Ellen de Aguiar Menezes, sendo estes anexados à Coleção.....

A primeira coleta dos frutos para a emergência dos insetos em laboratório foram realizadas somente na segunda quinzena do mês de julho devido às condições climáticas da região e taxa elevadas de umidade dos frutos o que poderia induzir o desenvolvimento de fungos em laboratório e quando de sua secagem, a abertura e saída das sementes dos respectivos lóbulos com posturas, o que aumentaria a taxa de sementes sadias no beneficiamento final. Antes de sua quarentena, foi quantificado o número de orifícios de emergência dos insetos nos frutos para a estimativa do número de insetos emergentes nos frutos ainda no campo quando do término das emergências dos insetos e beneficiamento das sementes.

Após a emergência dos insetos, o comprimento e o número de orifícios de emergência na parede dos frutos (exocarpo) foram quantificados e as sementes contabilizadas por nível de danos em sadias (sementes intactas), chochas (sementes abortadas) e atacadas (sementes danificadas por insetos). As sementes atacadas foram categorizadas quanto ao número de orifícios de emergência dos insetos em sementes com um orifício, dois orifícios e três ou mais orifícios de emergências.

Testes estatísticos não paramétricos foram utilizados para a análise dos dados, após o teste de normalidade de Lilliefors. Utilizando-se do teste estatístico Kruskal-Wallis para a comparação dos dados obtidos da infestação dos insetos bruquídeos em frutos em diferentes fases de maturação e predação das sementes em frutos de quarentena em laboratório e as diferenças seguida por um teste de múltipla comparação Student-Newman-Keuls (teste Tukey – tipo múltipla comparação não paramétrica) e do teste Qui-quadrado ( $X^2$ ) para as diferenças em número de ocorrências de emergência de insetos (ZAR, 1996). O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%.

Para o cálculo da amplitude e sobreposição de nicho ecológico, utilizou-se das fórmulas:  $\beta_i = 1/(\sum p_i^2 \times S)$  para amplitude e  $\alpha_i = \sum (p_i \times p_j) \times \beta_i$  para a sobreposição. Sendo  $\beta_i$  a amplitude do nicho,  $p_i$  a proporção de uma espécie encontrada sobre um local de recursos, S o número total de locais de cada conjunto de recursos e  $\alpha_i$  a sobreposição do nicho.

### **3.5 Germinação das sementes em laboratório**

Com vista a avaliar a influência da predação na viabilidade das sementes foram realizados dois experimentos, um com sementes em três fase de maturação de frutos e desidratação das sementes e outro com sementes em estágio final de desidratação das sementes com ênfase à localização das matrizes e influência da poluição do ar por veículos automotores.

No primeiro experimento, amostras de frutos foram coletados em três estágios de maturação numa mesma árvore próximo à BR 465 (10 m de distância da margem), recolhidos em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Entomologia Florestal, DPF, IF, UFRuralRJ onde foram separados de acordo com a fase de maturação e desidratação das sementes em: frutos verdes, fase final de maturação fisiológica das sementes (sementes verdes), frutos de coloração amarela, estágio inicial de desidratação das sementes (sementes intermediárias) e frutos secos, estágio final de desidratação das sementes com tegumento resistente (sementes secas).

Os frutos foram beneficiados e as sementes separadas em sadias (sem nenhum sinal de perfuração por larvas no tegumento), chochas e sementes danificadas com a presença de orifícios tanto pela entrada de larvas quanto de emergência de insetos adultos. Após a retirada das sementes chochas e homogeneização do lote, retirou-se uma amostra de 100 sementes para a germinação, contabilizando-se as sementes danificadas quanto ao número de orifícios de

emergência de insetos adultos e número de sementes com o tegumento perfurado pela entrada de larvas.

No segundo experimento, foram realizadas amostragens de frutos excedentes em matrizes da última coleta de frutos para a emergência dos insetos em laboratório, onde se utilizou apenas de frutos de matrizes agrupadas para a germinação. As sementes foram beneficiadas e quantificadas quanto ao número de sementes sadias, chochas e atacadas por insetos. Após a retirada das sementes chochas, fungadas e homogeneização do lote, retirou-se uma amostra de 100 sementes para a germinação, contabilizando-se as sementes danificadas quanto ao número de orifícios de emergência de insetos adultos.

A germinação foi realizada em germinador tipo BOD à temperatura de  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  com presença de luz contínua, placas de Petri do tipo “Pirex” com papel filtro umidecido com água destilada na proporção de 2,5 o peso do papel a cada 4 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes.

As avaliações foram realizadas a cada 7 dias, contabilizando-se as sementes que apresentaram protusão de radícula como também as que apresentaram emergência de plântulas. Todas as sementes intactas (sadias) sofreram punção para a quebra da dormência. Os resultados obtidos da germinação das sementes foram expressos em porcentagem de sementes com protusão de radículas e plântulas normais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As matrizes apresentaram diâmetro a altura do peito (DAP) entorno de 30,0 cm, altura média de 10,0 metros e copa do tipo globular por não ter a influência de nenhuma outra árvore em seu entorno e sofrerem condução arbórea por parte da arborização urbana. Salienta-se que não houve nenhum tipo de poda de condução ou remoção de galhos das árvores matrizes nos três anos antecedentes às coletas dos frutos.

As árvores matrizes apresentaram período de floração de janeiro a março e pico de floração em fevereiro. A frutificação se estendeu de maio a novembro, sendo observado início da fase de maturação dos frutos nos meses de julho e setembro, meses em que os primeiros frutos começaram a mudar de coloração. Observou-se que as fases de maturação dos frutos e desidratação das sementes não se encontravam homogêneas numa mesma matriz, entre matrizes numa mesma área e entre áreas.

Essas diferenças em florescimento e maturação de frutos de *A. lebeck* também foram observadas por MOHANAN et al, (2005) na Índia, onde relataram a dificuldade de se coletar frutos em três zonas agroclimáticas diferentes pela alta variabilidade do período de maturação dos frutos salientando que como a maioria das espécies tropicais, esta espécie exibe fenologia irregular dependendo das condições climáticas de cada local.

SARI et al, (2005) evidenciaram que mesmo tendo sido selecionadas árvores de *Senna multijuga* de mesmo porte, provavelmente com mesma idade e que tenham recebidos a mesma incidência de luz, algumas árvores iniciaram o período de frutificação anteriormente às outras, ofertando prematuramente frutos para oviposição dos insetos.

Segundo PIÑA-RODRIGUES & PIRATELLI (1993), a época de florescimento dentro de uma espécie varia conforme o ano, local e condições climáticas. O controle genético pode estar envolvido em diferenças na época de florescimento entre árvores na mesma área enquanto que os efeitos ambientais, na quantidade de florescimento. Variações individuais na época e duração de florescimento em mesma área de ocorrência pode ser considerada como estratégia da árvore em reduzir a competição e predação das sementes.

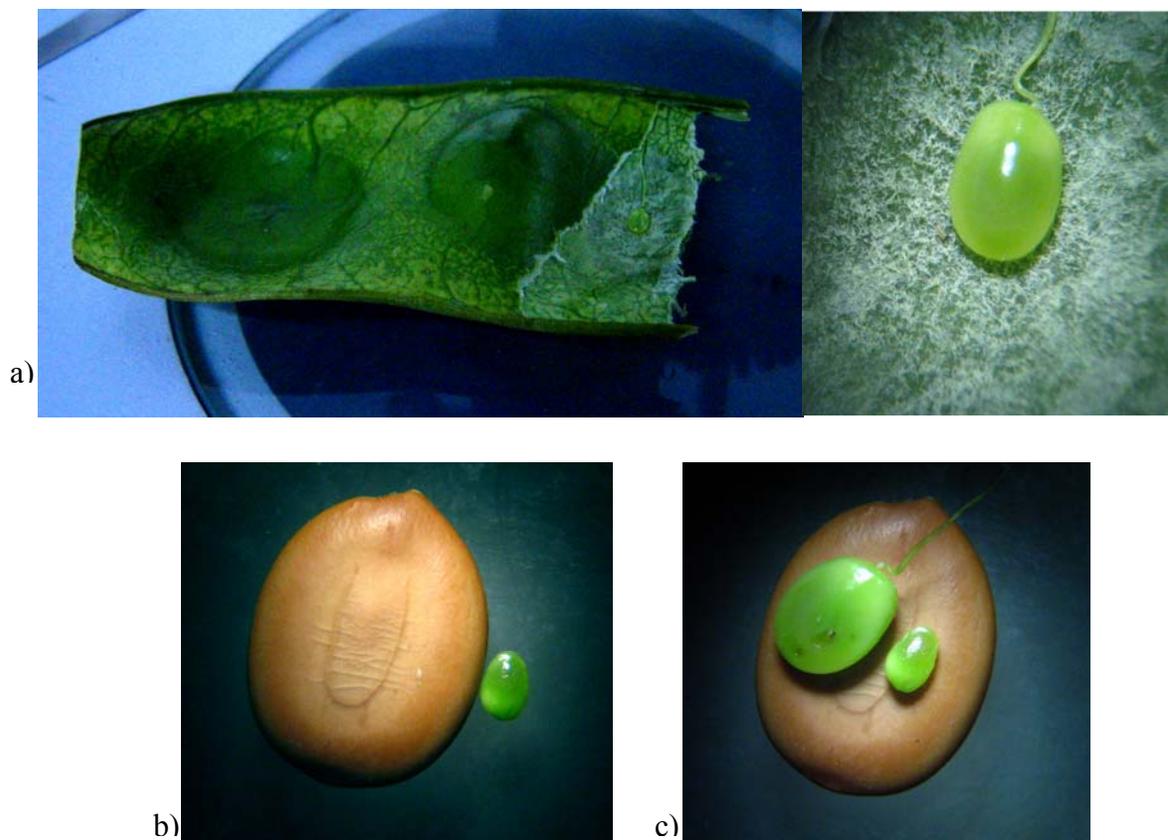
Diferenças em maturação de frutos na mesma inflorescência também foram observadas por SANTOS et al, (1996) e SILVA et al, (2007). Segundo LEE (1988), as duas variáveis relacionadas em maior parte com a maturação de frutos é a época do início de seu desenvolvimento e sua posição na planta ou inflorescência. Em muitas espécies, os primeiros frutos ou aqueles localizados próximos à fonte de nutrientes e fotossintatos são mais prováveis de chegar a maturação.

A temperatura e a umidade são fatores que se destacam por agir na aceleração ou retardamento da maturação. A ocorrência de ventos secos pode favorecer uma rápida maturação e dispersão das sementes, enquanto que condições de chuva prolongam o período de retenção das sementes nos frutos (AGUIAR & PIÑA-RODRIGUES, 1993).

### 4.1 Ecologia de Bruchidae em frutos e sementes em desenvolvimento, fase de maturação dos frutos e desidratação das sementes

As primeiras posturas de bruquídeos em campo foram observadas no final do mês de abril para início de maio (aproximadamente 75 dias após a antese) em frutos com sementes ainda em início de desenvolvimento (Figura 2) prolongando-se até setembro, mês que algumas matrizes

ainda apresentavam frutos em fase de maturação e desidratação do exocarpo dos frutos e sementes.

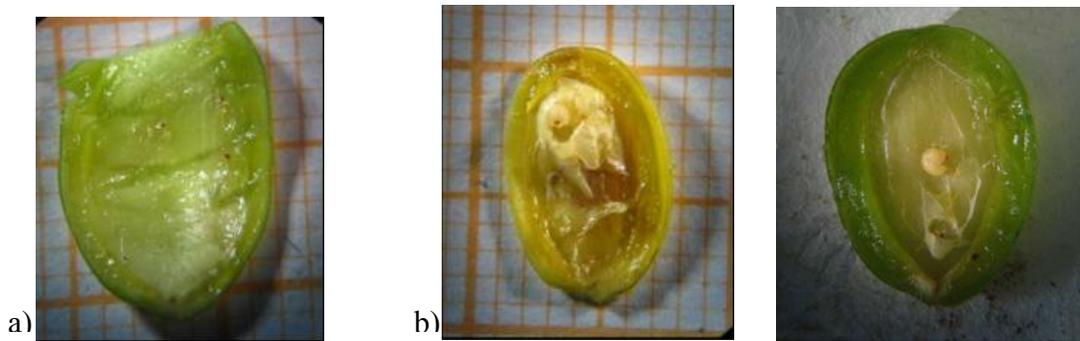


**Figura 2:** a) presença de larva em fruto com sementes em início de desenvolvimento. b) tamanho da semente em desenvolvimento em relação à semente seca c) semente com ataque recente de larva de bruchidae.

Mortalidades de larvas em perfuração do exocarpo de frutos em fase de desenvolvimento foram observadas devido a sua alta umidade e reação à penetração das larvas com a exudação de um líquido em sua superfície (Figura 3) e no interior das sementes em desenvolvimento por estas apresentarem embrião ainda em formação sem consistência sólida, pouco recurso alimentar devido a interrupção do desenvolvimento do embrião pela planta (Figura 4) e morte do embrião em reação à penetração das larvas nas sementes (Figura 5) o que não se observou em frutos em fase final de maturação e sementes com boa consistência sólida.



**Figura 3:** Exudato na superfície do fruto em consequência da perfuração por larva de 1º ínstar.



**Figura 4:** a) Larvas em embrião sem consistência sólida. b) Larvas em embrião com interrupção do desenvolvimento pela planta.



**Figura 5:** Lesão e morte do embrião em respostas a penetração da larva.

Injúrias provocadas pela perfuração da larva no tegumento da semente e danos ao embrião ainda em formação pode induzir o aborto da semente pela planta, segundo JANZEN (1971) e SPIRONELLO et al. (2004), o aborto de frutos seria uma estratégia da árvore em evitar gastos de energia com fruto danificados em desenvolvimento.

Foi observado a presença de larvas se desenvolvendo em sementes abortadas ou mesmo com pouco recurso disponível (Figura 6).



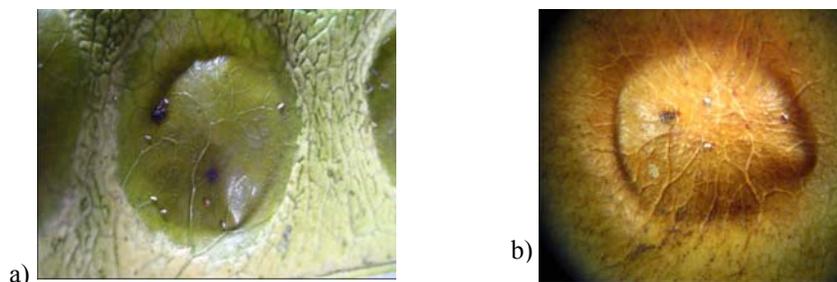
**Figura 6:** Larvas de Bruchidae em sementes abortadas

O comportamento de oviposição em frutos no campo ainda em fase de desenvolvimento por bruquídeos também foram constatadas por SANTOS et al (1991,1994), KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES (1993), RIBEIRO-COSTA & COSTA (2002) e SARI.et al (2005).

De acordo com SARI.et al (2005) a ovoposição provavelmente ocorre neste período pela textura da vagem ser mais macia, o que facilita a entrada da larva de primeiro ínstar uma vez que larvas são incapazes de penetrar na parede do fruto quando estes estão parcialmente ou completamente lignificados.

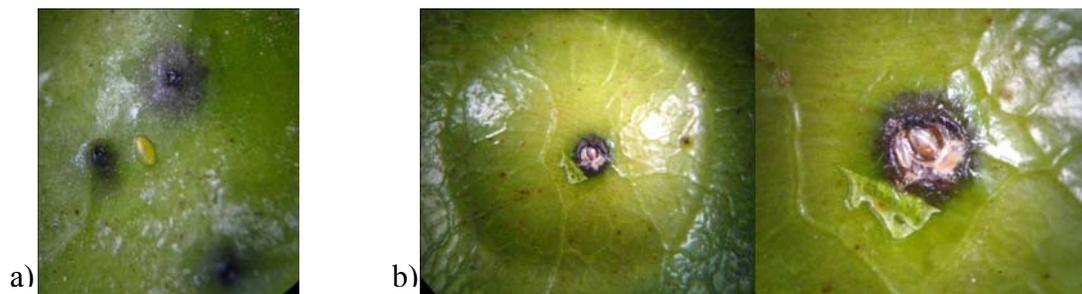
Verificou-se que o inseto em fase de postura, somente deposita seus ovos na região do lóbulo em que apresenta expansão pelo enchimento da semente, e que a disposição destas no lóbulo (centro ou circunferência) depende de sua proximidade com outro fruto na inflorescência, ocorrência de ventos, quantidade de frutos e posturas, uma vez que da eclosão da larva no local de postura, esta apenas penetra na parede do fruto e tegumento da semente atingindo o cotilédone do embrião em trajetória retilínea onde se desenvolve, sendo raras vezes seu desvio no deslocamento até o cotilédone do embrião.

As posturas se mantiveram espaçadas umas das outras, sendo poucas em agrupamentos, onde se observou apenas em frutos verdes, provavelmente como uma estratégia de evitar a competição intra e interespecífica e mortalidades entre larvas em desenvolvimento no interior das sementes (Figura 7). Segundo SOUTHGATE (1979), a maioria dos bruquídeos fazem a postura de seus ovos isoladamente.



**Figura 7:** Posturas de bruchidae em frutos verdes. a) na circunferência do lóbulo e b) centro.

Foi observado algumas posturas agrupadas, às vezes de mesma idade ou idades diferentes com larvas em locais que já havia o exudato na superfície do fruto, fermento e reação pela penetração de larvas como estratégia para a quebra de barreira imposta pelo fruto para que as larvas possam atingir o embrião da semente (Figura 8).



**Figura 8:** a) postura próxima a locais de reação do fruto pela entrada de larvas. b) posturas em agrupamento em local de ferimento do exocarpo.

A preferência de bruquídeos por determinados sítios de oviposição pode ser uma maneira para sobrepor as barreiras impostas pela planta hospedeira, ou mesmo uma estratégia para prevenir a mortalidade de seus ovos pela ação de inimigos naturais na superfície dos frutos (CENTER & JONHSON, 1974; RIBEIRO-COSTA & COSTA, 2002; SARI et al, 2005).

Não foram observadas posturas novas em frutos secos talvez por estes apresentarem baixo teor de umidade, fibras resistentes e o aparecimento de pigmentos escuros em sua superfície provavelmente fungos degradadores devido a ocorrência frequente de chuvas na região ou de uma espécie de ácaros não identificada se alimentando de posturas, larvas e insetos adultos (Figura 9).



**Figura 9:** a) Ácaros em inseto adulto. b) Frutos em diferentes grau de desidratação de suas sementes. c) pigmentos escuros no exocarpo de fruto seco.

Para frutos com sementes em fase final de maturação e estágios de desidratação das sementes, registrou-se diferenças significativas nas médias de comprimento de frutos verdes para frutos de coloração amarela e secos o que confirmam que os frutos verdes ainda se encontravam em crescimento ou fase de desenvolvimento, não observando diferenças entre frutos amarelos e secos. Observou-se ainda que frutos que apresentam maiores comprimentos chegam a maturidade mais cedo e por estes possuírem baixo número de lóbulos podem possuir sementes maiores, o que não ocorre com os frutos verdes posteriores que além de possuírem tamanho reduzido ainda possuem maior número de lóbulos o que pode favorecer o maior número de sementes pequenas e talvez o maior número de sementes chochas pelo aborto de sementes em excesso (Tabela 1).

Para posturas, verificou-se diferença significativa entre a média da primeira amostragem com as subseqüentes as quais não apresentaram diferenças entre si, mesmo com estas apresentando diferenças significativas em média de lóbulos por fruto, registrou-se médias duas

vezes superiores para as amostragens subseqüentes em relação a primeira amostragem dobrando a média de posturas após 10 dias e se mantendo com pouca diferença para as outras amostragens.

**Tabela 1:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento, de lóbulos, posturas, perfurações no exocarpo de frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes por fruto em fases de maturação de uma mesma árvore matriz isolada (*A. lebbeck*) em arborização do Campus da UFRRJ, Seropédica – RJ, 2009.

Amostra	Comprimento (cm)	Lóbulos	Posturas	Perfurações (exocarpo)	Perfurações (tegumento)	Larvas (sementes)
Verde	17.27 $\pm$ 2.61 c	3.76 $\pm$ 1.33 c	8.08 $\pm$ 3.91 b	3.88 $\pm$ 2.83 c	2.60 $\pm$ 2.14 b	2.44 $\pm$ 1.98 ab
Verde-amarelo	18.77 $\pm$ 2.82 bc	5.08 $\pm$ 1.63 b	19.84 $\pm$ 9.52 a	11.00 $\pm$ 4.70 a	9.04 $\pm$ 4.55 a	4.20 $\pm$ 3.92 a
Amarelo	19.75 $\pm$ 2.70 ab	4.40 $\pm$ 1.29 bc	16.24 $\pm$ 7.46 a	9.96 $\pm$ 7.45 ab	7.60 $\pm$ 5.17 a	1.80 $\pm$ 1.91 bc
Verde	17.65 $\pm$ 2.65 c	6.84 $\pm$ 1.68 a	19.88 $\pm$ 9.78 a	7.04 $\pm$ 3.96 b	6.40 $\pm$ 3.94 a	4.20 $\pm$ 2.97 a
Seco	20.54 $\pm$ 3.60 a	4.76 $\pm$ 1.45 b	17.84 $\pm$ 5.75 a	10.96 $\pm$ 4.51 a	8.20 $\pm$ 4.38 a	0.84 $\pm$ 0.99 c

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Para a perfurações no exocarpo dos frutos por larvas em penetração, verificou-se menores médias destes em relação às médias de posturas em todas as amostras como as perfurações foram contadas pela face interna do fruto (endocarpo), tem-se que esta diferença seja pelo número de larvas mortas pela reação da parede do fruto ou mesmo a viabilidade dos ovos, sendo esta diferença mais acentuada em frutos verdes que muitas das posturas ainda se encontravam sem a eclosão das larvas o que poderia diminuir esta diferença.

Para perfuração do tegumento das sementes, registrou-se médias menores em relação as perfurações no exocarpo provando a existência de substancias e mecanismos de reações por parte do tegumento a entrada de larvas no embrião não diferindo para as outras amostragens, exceção a primeira amostragem que teve menor média de posturas e em conseqüência as menores médias para perfurações no tegumento. Segundo TAKAKURA (2004) a mortalidade larval de bruquídeos ocorre principalmente na fase de penetração em direção a semente.

Em relação ao número de larvas no interior das sementes, verificou-se que não houve diferenças em médias do número de perfurações no tegumento e larvas no embrião para a primeira amostragem, isto prova que o embrião não possui nenhum mecanismo de defesa que possa evitar que a larva se desenvolva senão a interrupção de seu desenvolvimento pela planta quando ainda em fase de desenvolvimento ocasionando o aborto da semente.

Para as amostragens subseqüentes, registrou-se diferenças acentuadas das médias de perfurações no tegumento da semente e larvas no embrião, isto se deve ao grande número de larvas na semente e por estas se encontrarem em fase avançada de desenvolvimento favorecendo a competição entre si o que tenha resultado em mortes. O que pode ser notado nas diferenças entre amostragens por fase de maturação em que frutos em estágio final de maturação possuem menores médias de larvas no interior de suas sementes.

Observou-se ainda que frutos verdes que se encontraram misturados com frutos em outros estágios de maturação em árvores, possuíam médias semelhantes de posturas por insetos como de perfurações por larvas no exocarpo do fruto e tegumento da semente diferindo apenas para frutos verdes iniciais que apresentaram médias inferiores provavelmente pela baixa população de insetos em ovoposição.

Embora os bruquídeos possuam preferência em ovipositar em vagens imaturas, em desenvolvimento, e ainda ligadas à planta-mãe, os dados não corroboram com os encontrados por SARI et al, (2005) em posturas de bruquídeos do gênero *Sennius* que diminuíram progressivamente em frutos de *Senna multijuga* após a primeira amostragem de frutos imaturos.

Para a amostragem de frutos em uma das matrizes isoladas selecionada para a emergência dos insetos em laboratório, verificou-se diferenças significativas em comprimento dos frutos entre amostragens o que comprova que frutos mais desenvolvidos e maiores chegam a maturidade mais cedo (Tabela 2). Registrou-se diferenças significativas acentuadas entre médias de posturas, sendo a média de posturas em frutos em estágio amarelo cinco vezes superior e de nove vezes para os frutos secos em relação aos frutos verdes da primeira amostragem. A diferença de frutos secos para os amarelos foi quase que duas vezes superior a média de posturas por frutos. Observando-se desta maneira a reinfestação dos frutos pelos insetos a medida em que os frutos vão chegando a maturidade culminando com o máximo de posturas em sua fase de secagem e desidratação das sementes o que pode ser registrado em frutos secos.

**Tabela 2:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento, de lóbulos, posturas, perfurações no exocarpo de frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes por fruto em três estágios de maturação amostrados em duas datas de uma mesma matriz isolada de *Albizzia lebeck* em arborização do Campus da UFRRJ, Seropédica – RJ, 2009.

Amostra	Comprimento (cm)	Lóbulos	Posturas	Perfurações (exocarpo)	Perfurações (tegumento)	Larvas (sementes)
Verde	16.30 $\pm$ 2.48 c	7.20 $\pm$ 2.33 b	5.40 $\pm$ 2.40 c	3.60 $\pm$ 2.22 c	2.48 $\pm$ 2.06 b	2.08 $\pm$ 1.91 b
Amarelo	21.60 $\pm$ 4.93 b	6.84 $\pm$ 2.51 b	26.76 $\pm$ 16.08 b	10.60 $\pm$ 6.18 b	9.44 $\pm$ 5.07 a	5.48 $\pm$ 4.36 a
Seco	25.38 $\pm$ 3.21 a	8.56 $\pm$ 1.92 a	47.96 $\pm$ 15.66 a	15.68 $\pm$ 6.35 a	10.36 $\pm$ 5.99 a	3.12 $\pm$ 2.95 b

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Para a média de posturas em relação a média de perfurações no exocarpo, observou-se que poucas larvas conseguiram penetrar a parede do fruto, possuindo maior eficiência em frutos verdes que apesar do baixo número de posturas não teve tão acentuada redução na média de larvas que penetraram o fruto em relação às outras amostragens que chegaram a ter uma redução de mais da metade de larvas para frutos de coloração amarela e de três vezes para frutos secos.

Esta redução talvez se deva pelas condições ambientais, presença de fungos na superfície dos frutos, maior resistência da parede dos frutos ou presença de organismos predadores como de ácaros o que pode ter ocasionado a morte das larvas no ovo, eclosão ou início de perfuração do fruto, principalmente em frutos secos, ou mesmo a baixa viabilidade dos ovos dos bruquídeos nestas fases de maturação de frutos devido a ovos estéreis, temperatura e umidade não ideais para a sobrevivência das larvas nos ovos como observou JOHNSON et al, (2001) em posturas de *Amblycerus crassipunctatus* na superfície de frutos de *Vantanea minor* (Humiriaceae).

Houve pequena redução na média de perfurações no exocarpo do fruto para as perfurações do tegumento da semente sendo maior redução em frutos secos o que pode ser pelas sementes já se encontrarem em estágio avançado de desidratação e tegumento com maior resistência a penetração das larvas. Para o número de larvas, nota-se em sementes verdes quase que a mesma média de perfurações no tegumento e larvas na semente, o que se tem maior diferença para a média de frutos amarelos e ainda mais acentuada para a média de frutos secos devido as larvas se

encontrarem em estágio mais avançado de desenvolvimento e crescimento no embrião e maior consumo de recursos o que tenha levado a competição e morte das larvas nas sementes.

Estes dados não corroboraram a hipótese de que fêmeas detectariam posturas de outras fêmeas sobre os frutos e o número de ovos depositados seria ajustado para minimizar perda de descendência devido a competição dentro dos frutos (SILVA et al, 2007).

Na amostragem de frutos verdes, observou-se que a média de larvas na semente é semelhante a média de perfuração do tegumento o que não é verificado para as outras amostragens, uma vez que estas apresentaram larvas em diversos estágios de desenvolvimento larval. Sendo registrado grande número de pupas em frutos no estágio amarelo e, pupas, insetos adultos e orifícios de emergência em frutos em estágio final de desidratação das sementes (secos).

Quanto a época de amostragem de frutos por local, não foi registrado nenhuma diferença significativa entre médias de comprimento, exceção a matriz isolada Área 4, lóbulos, posturas, perfurações no tegumento da semente e larvas no embrião da semente. Apesar de não se ter diferenças significativas entre amostragens de frutos, observou-se um aumento nas médias de posturas nos frutos, perfurações no tegumento das sementes e menores médias de comprimentos de frutos da segunda amostragem (Tabela 3). O que torna evidente que frutos verdes posteriores menores comprimentos e maior infestação dos frutos e sementes por insetos.

**Tabela 3:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento, de lóbulos, posturas na superfície dos frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes por fruto em duas coletas de frutos de *A. lebeck* em estágio inicial de maturação (frutos verdes), Seropédica – RJ, 2009.

Área	Matriz	Coleta	Comprimento (cm)	Lóbulos	Posturas	Perfurações (tegumento)	Larvas (sementes)
1	1	1	19.49 $\pm$ 2.58 a	8.00 $\pm$ 2.08 a	60.54 $\pm$ 21.51 a	25.31 $\pm$ 7.65 b	18.00 $\pm$ 6.12 a
		2	18.62 $\pm$ 1.85 a	8.40 $\pm$ 1.65 a	89.30 $\pm$ 25.89 a	38.70 $\pm$ 12.88 a	22.90 $\pm$ 5.65 a
2	1	1	24.42 $\pm$ 3.05 a	9.70 $\pm$ 1.83 a	54.20 $\pm$ 24.01 a	28.10 $\pm$ 10.93 a	19.70 $\pm$ 6.55 a
		2	24.22 $\pm$ 3.08 a	10.50 $\pm$ 1.58 a	56.50 $\pm$ 20.38 a	28.70 $\pm$ 7.89 a	17.20 $\pm$ 5.98 a
4	1	1	22.00 $\pm$ 4.18 a	7.64 $\pm$ 2.58 a	15.72 $\pm$ 9.45 a	6.68 $\pm$ 4.66 a	5.68 $\pm$ 4.14 a
		2	15.88 $\pm$ 2.86 b	5.78 $\pm$ 1.86 a	20.00 $\pm$ 12.40 a	11.78 $\pm$ 9.77 a	6.22 $\pm$ 4.82 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Quanto as variações de frutos por locais, não foram encontradas diferenças significativas entre amostras de frutos verdes de matrizes agrupadas Área 1 e Área 2 para as médias de lóbulos, posturas, perfurações no tegumento da semente e larvas no embrião da semente, apenas diferenças no comprimento dos frutos, sendo o mesmo observado entre as matrizes isoladas Área 4 (Tabela 4). Porém em relação às matrizes agrupadas e isoladas, verificou-se médias duas vezes superiores de posturas em frutos e perfurações no tegumento de sementes de matrizes agrupadas e de três vezes superior para as médias de larvas no interior de suas sementes no fruto.

**Tabela 4:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento, de lóbulos, posturas na superfície dos frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes por fruto em amostragens de frutos de *A. lebbeck* em mesmo estágio de maturação (frutos verdes), Seropédica – RJ, 2009.

Área	Matriz	Comprimento (cm)	Lóbulos	Posturas	Perfurações (tegumento)	Larvas (sementes)
1	1	19.49 $\pm$ 2.58 b	8.00 $\pm$ 2.08 ab	60.54 $\pm$ 21.51 a	25.31 $\pm$ 7.65 a	18.00 $\pm$ 6.12 a
2	1	24.42 $\pm$ 3.05 a	9.70 $\pm$ 1.83 a	54.20 $\pm$ 24.01 a	28.10 $\pm$ 10.93 a	19.70 $\pm$ 6.55 a
4	2	21.60 $\pm$ 4.93 ab	6.84 $\pm$ 2.51 bc	26.76 $\pm$ 16.08 b	9.44 $\pm$ 5.07 b	5.48 $\pm$ 4.36 b
4	1	15.88 $\pm$ 2.86 c	5.78 $\pm$ 1.86 c	20.00 $\pm$ 12.40 b	11.78 $\pm$ 9.77 b	6.22 $\pm$ 4.82 b

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Analisando-se a média de posturas com a média de perfurações no tegumento da semente em mesma amostra, observa-se que metade ou menos da metade das posturas produziram larvas que conseguiram perfurar o tegumento da semente e que menos de um terço das posturas atingiram o embrião da semente para seu desenvolvimento larval.

As matrizes isoladas possuíram as menores médias de posturas em frutos e larvas na semente o que poderá resultar em menores taxas de predação das sementes. Mesmo as matrizes agrupadas apresentando resíduos provenientes da poluição do ar em superfícies de seus frutos, principalmente frutos de matrizes da Área 1 apresentaram médias maiores que as isoladas tanto em números de posturas quanto de larvas em sementes.

Em frutos com coloração amarela, registrou-se também a diferença que foi observada para frutos verdes para médias de lóbulos, posturas e perfurações no tegumento da semente (Tabela 5). Sendo que a diferença em média de posturas em frutos de matrizes agrupadas de quatro a seis vezes maior que a média de posturas em frutos de matrizes isoladas, chegando essa diferença ser bem maior que a encontrada na tabela anterior para frutos verdes.

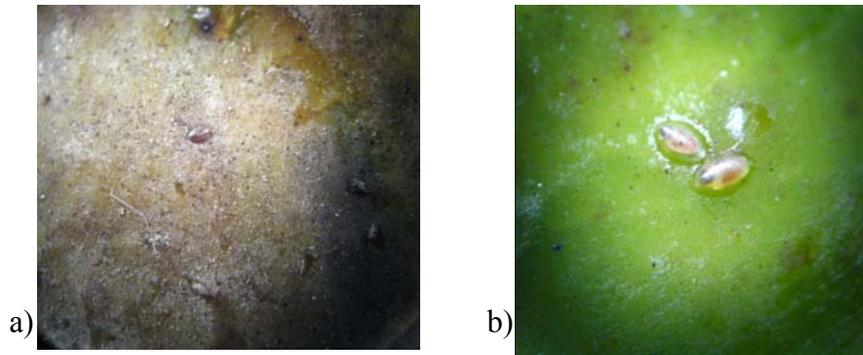
**Tabela 5:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento, de lóbulos, posturas na superfície do fruto, perfurações no tegumento e larvas em sementes por fruto em estágio de maturação intermediária (frutos de coloração amarela) de uma matriz de *A. lebbeck* agrupada e duas isoladas, Seropédica – RJ, 2009.

Área	Matriz	Comprimento (cm)	Lóbulos	Posturas	Perfurações (tegumento)	Larvas (sementes)
1	2	20.94 $\pm$ 2.15 a	9.70 $\pm$ 2.00 a	93.40 $\pm$ 29.34 a	29.10 $\pm$ 12.71 a	24.90 $\pm$ 10.85 a
4	4	15.44 $\pm$ 3.18 b	6.07 $\pm$ 2.37 b	23.43 $\pm$ 12.49 b	13.00 $\pm$ 6.83 b	9.64 $\pm$ 5.72 a
4	1	19.75 $\pm$ 2.70 a	4.40 $\pm$ 1.29 c	16.24 $\pm$ 7.46 b	7.60 $\pm$ 5.17 c	1.80 $\pm$ 1.91 b

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Foi registrado também, para esta fase de maturação médias inferiores de perfurações no tegumento da semente em relação a média de posturas na superfície dos frutos chegando a metade ou mesmo a um terço da média das posturas o que pode estar ligado às condições locais e agrupamento de cada matriz, sendo verificado maior diferença na matriz agrupada localizada em ambiente de alta poluição do ar por veículos automotores (Figura 10) o que pode ter influenciado a morte das larvas em penetração da parede do fruto e tegumento da semente. A média de larvas

em semente de frutos da matriz agrupada foi bem maior que a média da segunda amostra (isolada) embora não mostrem diferenças significativas entre si.



**Figura 10:** Posturas de bruquídeos em frutos de *A. lebeck*. a) área de poluição do ar. b) área sem poluição do ar

Em frutos secos, não se registrou diferenças significativas em comprimento, lóbulos e posturas entre frutos da matriz 3 (Área 1) e matriz 2 (Área 4), o que não se observou para perfurações no tegumento das sementes, sendo a diferença da média de perfurações da primeira duas vezes superior a média da segunda (Tabela 6). Para a diferença entre médias de posturas e perfurações no tegumento, observou-se média duas vezes inferior para perfurações no tegumento em relação a posturas na superfície de frutos da matriz 3 (Área 1) e de quatro vezes para a matriz 2 (Área 4), mesmo estas duas matrizes não diferindo significativamente entre si em média de posturas, diferiram-se em médias de larvas em penetração do tegumento da semente e larvas no interior das sementes pela grande redução destes na última matriz, chegando a atingir redução de seis vezes o número de larvas no interior das sementes.

**Tabela 6:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento, de lóbulos, posturas na superfície do fruto, perfurações no tegumento e larvas em sementes por fruto em estágio final de desidratação de suas sementes (frutos secos) em matrizes de *A. lebeck*, Seropédica – RJ, 2009.

Área	Matriz	Comprimento (cm)	Lóbulos	Posturas	Perfurações (tegumento)	Larvas (sementes)
1	3	23.93 $\pm$ 2.98 a	9.20 $\pm$ 1.87 a	57.80 $\pm$ 12.09 a	26.70 $\pm$ 6.38 a	18.40 $\pm$ 5.02 a
4	2	25.38 $\pm$ 3.21 a	8.56 $\pm$ 1.92 a	47.96 $\pm$ 15.66 a	10.36 $\pm$ 5.99 b	3.12 $\pm$ 2.95 b
4	4	20.54 $\pm$ 3.60 b	4.76 $\pm$ 1.45 b	17.84 $\pm$ 5.75 b	8.20 $\pm$ 4.38 b	0.84 $\pm$ 0.99 c

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Em relação a terceira amostragem, talvez pela menor média de comprimento dos frutos e lóbulos por fruto que chegou a ser metade da média das outras amostragens tenha resultado em menor média de posturas e diferenças significativas entre esta em relação às outras amostragens.

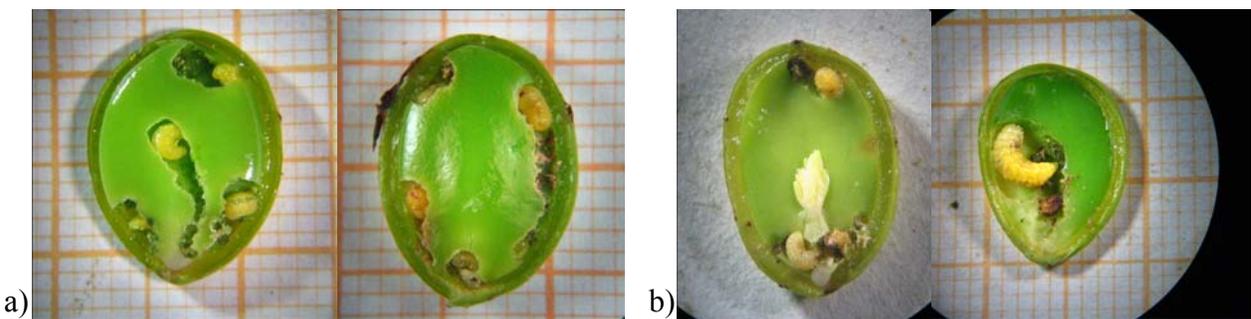
Para médias de larvas em sementes em frutos secos, nota-se média superior para a matriz agrupada, sendo também observado diferenças entre as duas matrizes isoladas mesmo que estas não diferiram significativamente em perfurações por larvas no tegumento das sementes. Estas diferenças pode ser devido o tempo do fruto ter atingido a fase final de maturação e desidratação

das sementes e ao desenvolvimento larval nas sementes o que tenha sido maior nas matrizes isoladas.

Diferenças no comprimento e número de lóbulos por frutos em frutos de *A. lebeck* também foram observadas por MOHANAN et al (2005) em três localidades na Índia.

A alta mortalidade de larvas dessas espécies de bruquídeos associados a matriz hospedeira *A. lebeck* observadas em penetração do exocarpo do fruto e tegumento de suas sementes parece estar mais relacionada as condições ambientais de cada área, predação por microrganismos, barreiras físicas impostas pela planta como a exudação de líquidos em parede de frutos, ao aborto de sementes em desenvolvimento em frutos imaturos como também a resistência de frutos em desidratação e tegumento das sementes devido a presença de taninos do que por substâncias químicas em frutos e sementes. Segundo SOUZA (2006, 2009), *A. lebeck* apresenta substâncias químicas em suas sementes além da alta concentração de taninos no tegumento.

Observou-se presença, em alguns casos, de até sete larvas se alimentando do embrião no interior das sementes em fase de maturação, porém sendo possível o completo desenvolvimento de até quatro larvas de bruquídeos em mesma semente o que é dependente de seu estágio larval, tamanho da semente, conteúdo nutricional, índice de parasitismo e sua posição no embrião para que não aconteça o conflito entre larvas e conseqüentemente sua morte (Figura 11 e 12). Nos conflitos, o ataque acontece pelo aparelho bucal, não sendo constatado o canibalismo entre larvas.



**Figura 11** Sementes em fase de maturação. a) Larvas no embrião de sementes em maturação fisiológica. b) Larva morta em conflito.



**Figura 12:** Sementes em fase de desidratação. a) Larvas em competição por recurso. b) Larvas em estágio avançado. c) Pupas de *Bruchidius* sp. em fase final.

Registrou-se maior número de lóbulos por fruto em matrizes agrupadas, maior proporção de posturas por lóbulos, perfurações no tegumento das sementes e larvas no interior das sementes em todos os estágios de maturação de frutos e desidratação das sementes nos frutos em relação as isoladas resultando em maior número de larvas em competição nas sementes e predação do embrião das sementes.

Mortalidades de larvas pela competição por recursos no interior das sementes foram observadas em frutos em todos os estágios de maturação e desidratação de suas sementes principalmente aqueles que apresentaram em superfície de seus lóbulos grande número de posturas, perfurações no exocarpo e tegumento das sementes.

A mortalidade de larvas de insetos bruquídeos em competição por recursos em sementes são um dos principais problemas para estes insetos cujas fases larvais são desenvolvidas dentro de uma única semente onde as larvas em forma jovem são incapazes de evitar a competição quando múltiplas larvas se encontram numa mesma semente devido ao grande número de ovos ovopositados na superfície do fruto ou tegumento das sementes (MESSINA, 2004; GUEDES et al, 2007).

Embora a importância do tamanho da semente do hospedeiro ser amplamente reconhecida como um fator na intensidade de competição larval de bruquídeos segundo GUEDES et al, (2007) ilustrando também a relevância das espécies de semente de cada local e MESSINA, (2004) relacionar o tamanho da semente hospedeira com a forma das interações larvais em seu interior, pode-se inferir ainda, o tamanho da população de insetos em ovoposição e disponibilidade de recursos para sua reinfestação em cada área de ocorrência o que foram observados em matrizes agrupadas com o maior número de larvas em suas sementes.

Segundo MESSINA (2004), o desenvolvimento de larvas se alimentando à periferia de semente evitando umas às outras de forma que vários adultos possam emergir de uma única semente poder evoluir semelhantemente para uma mudança de movimento do centro para uma tendência de sua permanência na periferia das sementes.

A ocorrência das primeiras emergências de insetos adultos em frutos no campo foi registrada no início do mês de julho em frutos (aproximadamente 60 dias após a observação das primeiras posturas no campo). Observou-se em laboratório, a existência de duas espécies de bruquídeos emergindo de frutos em fase final de maturação ainda verdes, *Bruchidius* sp. (Figura 13a) e *Merobruchus paquetae* (Kingsolver, 1980) (Figura 13b) coexistindo no mesmo ambiente (Figura 13c) em exploração pelo mesmo recurso e que suas posturas foram realizadas em mesma época (fases de maturação de frutos) e no mesmo lóbulo na maioria das vezes.



**Figura 13:** Insetos adultos. a) *Bruchidius* sp. b) *Merobruchus paquetae*. c) Pupas das duas espécies no interior da semente.

Posturas da espécie *Bruchidius* sp. possuem formato longo (Figura 14), e *Merobruchus paquetae* formato globular (Figura 15), sendo todas menores que 0,5 mm de comprimento. Verificou-se que indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. ovopositam apenas em frutos verdes e/ou em fase de maturação enquanto que os indivíduos da espécie *Merobruchus paquetae* ovopositam tanto em frutos em fases de maturação como em sementes secas em armazenamento.

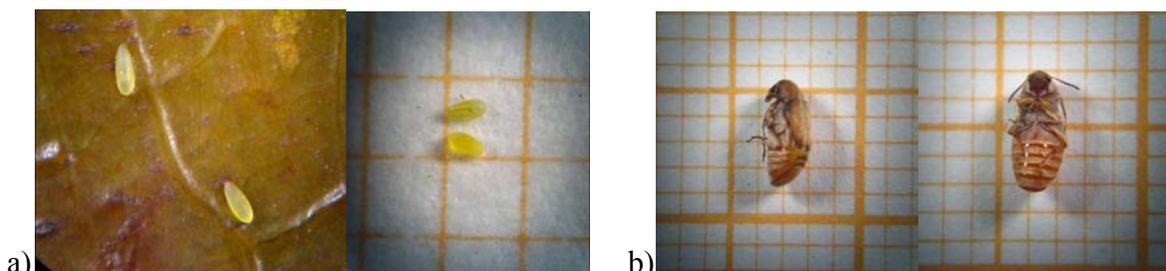


Figura 14: Espécie *Bruchidius* sp. a) posturas em superfície de fruto (20X) e comprimento da postura b) tamanho do inseto adulto

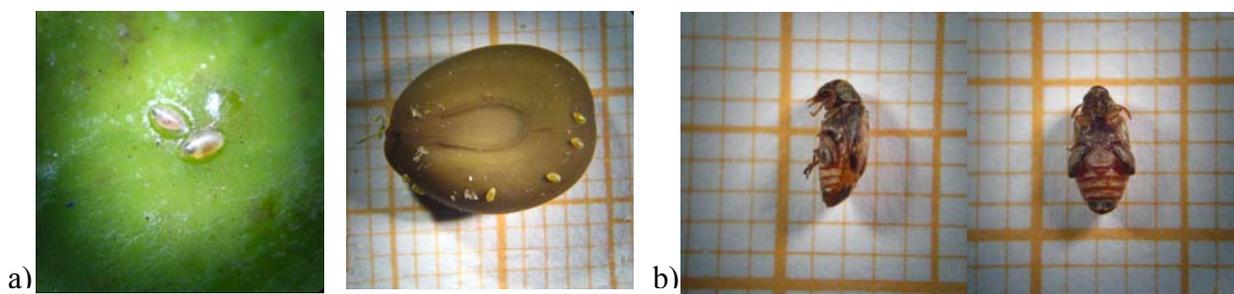


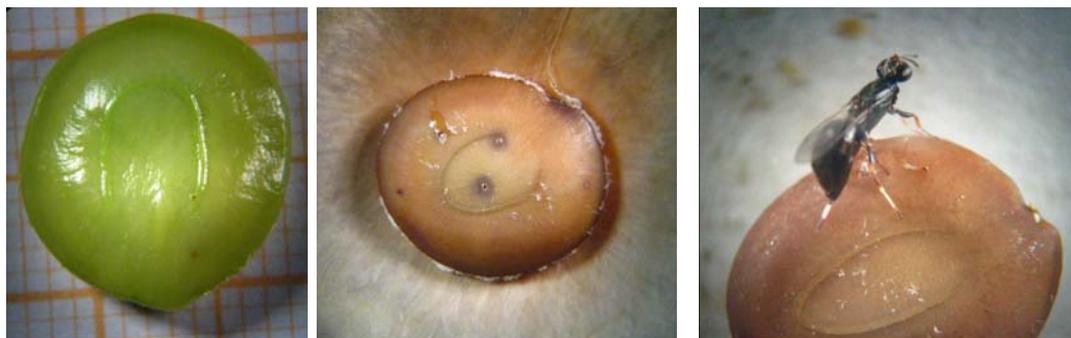
Figura 15: Espécie *Merobruchus paquetae* a) posturas em superfície de fruto verde e tegumento das sementes de *A. lebeck* b) tamanho do inseto adulto

Indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. possuem forte odor quando agrupados sendo o agrupamento dos indivíduos umas de suas características observadas em laboratório. Observou-se que indivíduos desta espécie somente fazem posturas em frutos com boa taxa de umidade na parede dos frutos o que foi comprovado com o oferecimento de frutos verdes, secos e sementes em laboratório. Não sendo possível sua reprodução no presente estudo devido a alta perda de umidade do fruto e suas sementes em que as posturas se encontravam, mesmo com a penetração das larvas no fruto, grande parte morreram antes que penetrasse todo o tegumento da semente.

O período do máximo desenvolvimento das sementes (máximo de matéria seca) dando início a fase de desidratação até um estágio intermediário de desidratação que não culmina com a alta rigidez do exocarpo do fruto e tegumento das sementes pelo baixo teor de umidade (fase final de desidratação) é o período de maior êxito para as larvas dos insetos bruquídeos atingirem o embrião da semente e se desenvolver, porém as larvas ficam expostas às adversidades externas como variação de umidade, ácaros, microrganismos e principalmente, algumas espécies de parasitóides que se aproveitam dos orifícios das perfurações expostos para fazerem suas posturas na larva no interior das sementes (Figura 16).

Os orifícios das perfurações continuam abertos por não sofrerem influência da reação da parede do fruto, tegumento ou embrião, o que favorece em potencial o aumento da população dos

insetos parasitóides tanto de larvas quanto de pupas por ovopositar em larvas já em desenvolvimento na semente, evitando assim a mortalidade de suas larvas pela morte do hospedeiro em penetração. Após a postura, será que os parasitóides tampam os orifícios para evitar posturas subsequentes da mesma espécie, outras espécies em mesmo local, contaminação e desenvolvimento de microrganismos patógenos? O que eles fazem?

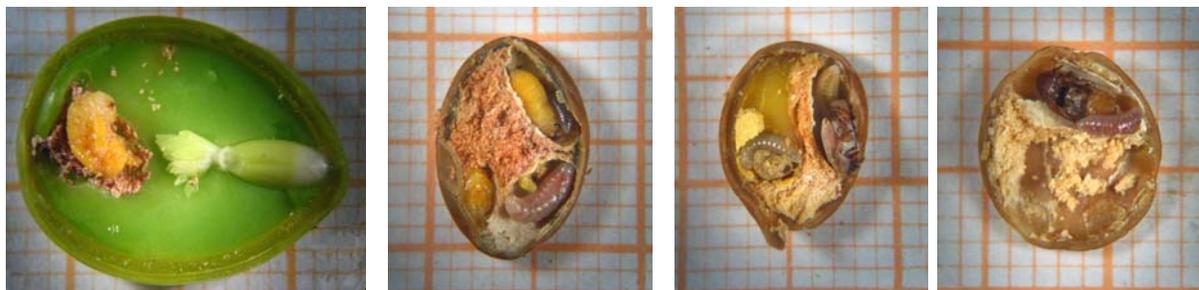


**Figura 16:** Sementes de *A. lebeck* com orifício de perfuração do tegumento por larvas de Bruchidae e himenóptero parasitóide em ovoposição em larva no interior da semente.

Segundo SOUTHGATE (1970), os insetos da família Bruchidae são atacados em todas os estágios de desenvolvimento por parasitóides pertencentes a 10 famílias de Hymenoptera e 1 de Díptera, sendo porém, o estágio de ovo o mais vulnerável por ser normalmente ovopositados na superfície da vagem em maturação.

SIEMENS et al, (1991) evidenciam que a presença de parasitóides em todas as fases de desenvolvimento dos insetos bruquídeos faz com que a competição pelas larvas no interior das sementes seja reduzida, devido o seu ataque não ser especificamente a uma determinada espécie de hospedeiro e sim a um ambiente particular como observaram HETZ & JOHNSON (1988), o que não há nenhuma pressão de seleção pelo parasita, evitando assim a exclusão de uma espécie em competição interespecífica na semente.

Na figura 17 se encontram as larvas dos insetos parasitóides em parasitismo de larvas e pupas de Bruchidae no interior das sementes de *A. lebeck*.



**Figura 17:** Larvas de Bruchidae parasitada por larvas de himenópteros parasitóides

Para preferência de ovoposição em sementes em estágios de desidratação por insetos *Merobruchus paquetae* em laboratório, foi observado preferência dos insetos em ovopositar em sementes de coloração em estágio intermediário de desidratação (sementes amarronzadas),

seguida das esverdeadas (início de desidratação) e finalmente as sementes secas (estágio final de desidratação), sendo os percentuais de 50 %, 33 % e 0 % de sementes com posturas, respectivamente (Figura 18). Os insetos somente fizeram posturas em sementes secas quando não haviam nenhuma outra em estágios antecedentes à desidratação final. Estes dados ilustram a melhor preferência de ovoposição pelos insetos no tegumento das sementes.



**Figura 18:** Posturas de *M. paquetae* em sementes em fase final de maturação fisiológica, coloração esverdeada (início de desidratação) e amarronzada (estágio intermediário de desidratação).

A oviposição em sementes por *M. paquetae* no campo, somente será possível se estas estiverem expostas ao meio externo que pode ser pela abertura do fruto ou mesmo por orifícios de emergências deixados por indivíduos emergentes na parede do fruto. O mesmo acontecendo com uma espécie de bruquídeo de baixa frequência *Stator limbatus* (Horn, 1873) que, segundo SIEMENS et al (1992), é uma espécie de colonização secundária, fazendo suas posturas em sementes secas, muitas das vezes já colonizadas por outras espécies.

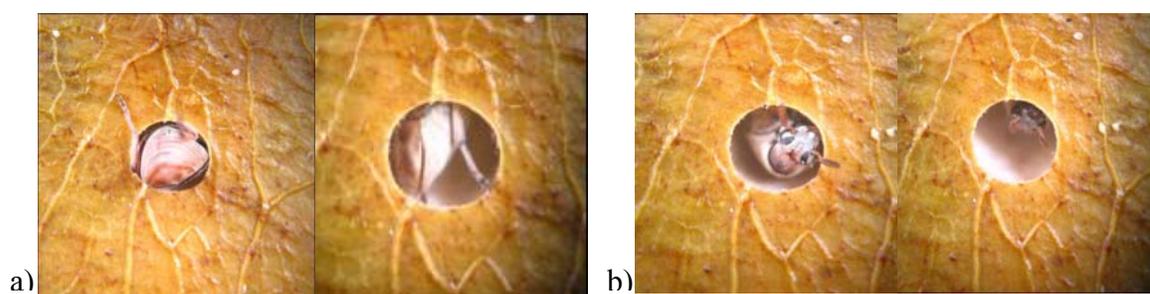
Segundo LOREA-BAROCIO *et al.* (2006), a relação entre o número de espécies bruquídeos por plantas hospedeiras pode variar, embora seja comum apenas uma espécie está associada a uma espécie vegetal, pode-se encontrar com frequência duas espécies de bruquídeos em uma mesma planta, ou ainda até três ou quatro espécies de bruquídeos atacando sementes de uma única planta hospedeira ao mesmo tempo.

A espécie *M. paquetae* por possuir ampla faixa de exploração dos recursos por ovopositar em todos os estágios de desenvolvimento do fruto e sementes e ainda em sementes secas, compete com a espécie *Bruchidius* sp. por ovopositar em frutos em fases de maturação e a espécie *Stator limbatus* por depositar seus ovos sobre o tegumento das sementes, se caracterizando como a espécie com maior poder de destruição de sementes de *A. lebeck*.

De acordo com a classificação de JOHNSON (1981) e revisão de guildas de ovoposição de Bruchidae por JOHNSON & ROMERO (2004), as espécies *Bruchidius* sp. e *M. paquetae* pertencem a guilda A por ovopositar na superfícies de frutos imaturos e em desenvolvimento. Segundo JOHNSON & ROMERO (2004) a maioria dos *Merobruchus* Bridwell, 1946 têm mas de uma geração por ano nas sementes de seus hospedeiros não se referindo a capacidade de nenhuma espécie deste gênero em continuar se procriando em sementes de seus hospedeiros mencionando porém que espécies deste gênero normalmente se alimentam de frutos que são parcialmente deiscente.

Já a espécie *Stator limbatus* por ovopositar em sementes maduras nas árvores pertence a guilda B, ressaltando que indivíduos dessa espécie possuem gerações contínuas se alimentando vorazmente de sementes de 74 espécies de plantas, mas por não atacarem sementes de interesse econômico, nenhuma espécies do gênero são consideradas espécies pragas (JOHNSON & ROMERO, 2004).

Observou-se ainda que os insetos bruquídeos se utilizam de orifícios de emergências em frutos nas árvores para se refugiar nos lóbulos das sementes ou mesmo na cavidade deixadas por eles nas sementes, principalmente os insetos da espécie *Bruchidius* sp. que foram encontrados em grande número em observações quando das amostragens de frutos secos. A entrada dos indivíduos na cavidade das sementes se realizavam primeiramente com as partes posteriores de seu corpo até o total encaixe de todo o corpo dentro da semente ou lóbulo do fruto (Figura 19).



**Figura 19:** Refúgio de insetos em orifícios de emergências no fruto e sementes. a) Verificação do local pelo inseto. b) Entrada na cavidade da semente.

Frutos persistentes com orifícios em árvores permitem o desenvolvimento de uma variedade de espécies de insetos, além de refúgio, dentre estes os bruquídeos e até parasitóides como observou ROJAS-ROUSSE, (2006) em frutos persistentes de *Acacia caven*.

Registrou-se para a reprodução de *M. paquetae* em laboratório, o período da postura à emergência dos insetos adultos média de  $67.28 \pm 6.87$  dias ( $n=29$ ) para sementes recém colhidas e média de  $64.03 \pm 4.72$  dias para sementes de ano anterior ( $n=39$ ) em temperatura média de  $24.91 \pm 2.20^\circ$  C, variando de  $20^\circ$ C a mínima a  $34,5^\circ$ C a máxima. O período de incubação das posturas em 10 amostras foi de  $11,25 \pm 0.95$  dias em mesma temperatura, podendo a eclosão das larvas acontecer no intervalo de 7 a 15 dias após a postura pelas fêmeas. Período médio de  $5.88 \pm 1.55$  dias da emergências das fêmeas virgens às primeiras posturas na semente.

Devido a baixa quantidade e dificuldade de separação das sementes sadias recém colhidas das atacadas por larvas, sementes do ano anterior foram as mais recomendadas.

Pela dificuldade de se encontrar frutos verdes isentos de posturas por insetos e mantê-lo com boa umidade em laboratório, realizou-se apenas o período de incubação dos ovos da espécie *Bruchidius* sp. que foi em média de  $10.94 \pm 1.41$  dias ( $n=31$ ). A taxa de viabilidade das posturas desta espécie foi de 68,89 %, observação de 45 posturas realizadas na superfície de frutos colocados em gaiolas para sua reprodução em laboratório. Das larvas eclodidas 90,32 % penetraram o exocarpo do fruto, porém somente 7,14 % conseguiram penetrar o tegumento da semente que já se encontravam bastante rígido pela desidratação, morrendo posteriormente.

Para a reprodução dos indivíduos parasitóides emergentes de amostras de frutos de *A. lebeck* em quarentena, somente foi possível a reprodução com sucesso das morfoespécies: Pg com período da postura à emergência dos insetos adultos em média de  $26.44 \pm 3.04$  dias ( $n=54$ ), Ptab com média de  $23.62 \pm 3.77$  dias ( $n=29$ ) e Mp com  $23.79 \pm 2.86$  dias ( $n=107$ ). Os indivíduos

pertencentes as morfoespécies Pp, Mm e Mg não fizeram posturas em larvas em sementes oferecidas, já a morfoespécie Am não possuiu indivíduos suficientes para posturas.

Analisando o período de emergência destes parasitóides em comparação aos insetos bruquídeos, nota-se que os parasitóides podem apresentar até três gerações para cada geração de bruquídeos o que aumenta a sua eficiência em parasitismo no campo. Porém, estudos relatam taxas de parasitismo de até 20% em grãos de feijão *Phaseolus vulgaris* L. por *Horismenus ashmeadii* Dalla Torre (Hymenoptera: Eulophidae) em bruquídeos da espécie *Acanthoscelides obtectus* Say (SCHMALE et al, 2002), de 8% para himenópteros parasitas *Stenocorse bruchivora* Crawford (Hymenoptera: Braconidae) em bruquídeos da espécie *Acanthoscelides imitator* Kingsolver em sementes da espécie florestal *Parkia platycephala* Benth. (FIGUEIREDO et al., 2008) e de quase 50% por parasitóides da espécie *Horismenus missouriensis* Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae) em bruquídeos da espécie *Ctenocolum crotonae* Fåhraeus em sementes da espécie florestal *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Fabaceae) (SARI et al., 2002), e menos de 1% para as espécies *H. missouriensis* e *Eupelmus* sp. em três espécies de bruquídeos do gênero *Sennius* em sementes de *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae) (SARI et al., 2005).

#### **4.2 Predação das sementes de *A. lebeck* por bruquídeos em frutos de quarentena em laboratório**

Analisando a predação de sementes a nível de matrizes, encontrou-se diferenças significativas pelo teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de múltipla comparação Student-Newman-Keuls a 5% de confiança para comprimento de frutos, sementes sadias, chochas e atacadas por insetos além do número de sementes por frutos de uma matriz em comparação a outra (Tabela 7). Houve diferenças significativas em médias de comprimentos de frutos tanto para as matrizes agrupadas quanto para as isoladas entre si, em sementes sadias houve diferença apenas entre matrizes agrupadas, registrando-se pouca diferença nas médias das matrizes da Área 1 tanto para sementes sadias quanto para sementes chochas e nenhuma diferença quanto a média de sementes atacadas por insetos, embora estas apresentem diferenças significativas no comprimento dos frutos e média de sementes por frutos.

Observou-se em matrizes da Área 1, matriz com menor média de comprimento de frutos com maior média de sementes por frutos, que não se traduziram em diferenças significativas em sementes sadias, chochas e atacadas apesar de suas médias serem superiores.

**Tabela 7:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes por fruto em matrizes em cada área, Seropédica - RJ, 2009.

Área	Matriz	Comprimento do fruto (cm)	Sementes			
			Sadias	Chochas	Atacadas	Total
1	1	22.09 $\pm$ 2.89 b	0.33 $\pm$ 0.83 b	1.08 $\pm$ 1.45 b	7.86 $\pm$ 2.01 a	8.95 $\pm$ 1.47 c
	2	20.51 $\pm$ 2.13 c	0.53 $\pm$ 0.80 a	1.61 $\pm$ 1.79 a	8.11 $\pm$ 2.11 a	9.96 $\pm$ 1.51 a
	3	25.29 $\pm$ 3.06 a	0.36 $\pm$ 0.76 ab	1.29 $\pm$ 1.58 ab	7.88 $\pm$ 2.29 a	9.33 $\pm$ 2.00 b
2	1	22.63 $\pm$ 2.81 a	1.20 $\pm$ 1.37 c	2.26 $\pm$ 1.85 c	6.33 $\pm$ 2.12 a	9.31 $\pm$ 1.90 a
	2	19.05 $\pm$ 1.84 b	3.63 $\pm$ 1.84 a	2.97 $\pm$ 2.12 b	3.68 $\pm$ 2.32 b	9.41 $\pm$ 1.73 a
	3	17.47 $\pm$ 1.87 c	2.32 $\pm$ 2.19 b	5.03 $\pm$ 2.73 a	2.11 $\pm$ 1.75 c	8.85 $\pm$ 1.63 b
3	1	20.96 $\pm$ 3.42 b	1.01 $\pm$ 1.23 a	3.69 $\pm$ 2.07 a	2.06 $\pm$ 1.80 c	6.49 $\pm$ 1.86 b
	2	25.15 $\pm$ 3.20 a	0.77 $\pm$ 1.22 b	3.15 $\pm$ 2.52 b	4.42 $\pm$ 2.51 a	8.13 $\pm$ 2.13 a
	3	20.17 $\pm$ 3.34 b	1.23 $\pm$ 1.52 a	4.04 $\pm$ 2.35 a	3.01 $\pm$ 2.06 b	7.89 $\pm$ 2.32 a
4	1	17.40 $\pm$ 2.09 c	0.59 $\pm$ 0.87 a	1.96 $\pm$ 1.66 b	4.36 $\pm$ 2.05 c	6.67 $\pm$ 1.60 b
	2	24.15 $\pm$ 3.88 a	0.69 $\pm$ 1.06 a	1.06 $\pm$ 1.46 c	6.53 $\pm$ 2.36 a	8.04 $\pm$ 2.30 a
	3	21.60 $\pm$ 2.25 b	0.86 $\pm$ 1.73 a	3.58 $\pm$ 2.41 a	5.16 $\pm$ 2.54 b	8.40 $\pm$ 1.64 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Matrizes da Área 2 apresentaram variações em todas as características analisadas como em comprimento dos frutos, média de sementes por fruto, sementes sadias, chochas e atacadas, registrando matriz com frutos menores com menor número de sementes por fruto, sementes atacadas por insetos e maior número de sementes chochas e sadias se contrastando com a matriz de frutos maiores com maior média de sementes atacadas e menores médias de sementes chochas e sadias.

Na Área 3, houve poucas variações em termos das características analisadas confirmando o que se tem registrado em matrizes da Área 2. Nas matrizes isoladas da Área 4, embora apresentem diferenças significativas em comprimento de frutos, sementes chochas e atacadas confirmam o que se tem verificado nas matrizes das Áreas 2 e 3.

Diferenças a nível de matrizes em comprimento de frutos, média de sementes por frutos da espécie *A. lebeck* em matrizes localizadas no Campus da UFRRJ foram encontradas por NASCIMENTO (2006) tanto a nível de matrizes isoladas quanto a nível de matrizes agrupadas, apesar do número de sementes não serem quantificadas a nível de frutos, notificou-se diferenças em média de sementes sadias, chochas e atacadas por matrizes.

Segundo PIÑA-RODRIGUES & PIRATELLI (1993), a quantidade de sementes produzida por planta em um mesmo ano, possui variações de árvore para árvore. Algumas dessas variações são causadas pelas condições ambientais durante o seu crescimento, falha de polinização (mau tempo para vôo de insetos ou dispersão pelo vento), picos de produção de sementes e por fatores genéticos (CRAWLEY, 1997).

Variação na intensidade de predação pré-dispersão a nível de matrizes por bruquídeos também foram encontradas por SCHELIN et al., (2004) em suas pesquisas com sementes de *Acacia macrostachya* (Mimosoideae) em floresta de savana no Oeste da África, atribuindo essas diferenças a quantidade de sementes, densidade de árvores, inimigos naturais e fatores ambientais. Já FIGUEIREDO et al. (2008) citam trabalhos que relacionam essas variações a

preferência de oviposição pelos insetos em frutos à sombra, por maior disponibilidade de frutos sob a copa, e variação espacial na densidade das populações de bruquídeos.

Quanto a data de amostragem de frutos, não houve diferenças tão significativas entre amostragens e as que existiram não foram tão significativas, principalmente em médias de sementes sadias e atacadas por insetos (Tabela 8). Observou-se diferença em média de frutos para a primeira coleta (Área 1 e 2) havendo a seleção de frutos com maior comprimento o que se deduz a maturação de frutos maiores em estágio de desidratação o que refletiu em menor média de sementes atacadas por insetos por estes ainda se encontrarem em fase inicial de ovoposição e baixa densidade populacional na área.

**Tabela 8:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes por fruto em cada local, Seropédica - RJ, 2009.

Área	Coleta	Comprimento do fruto (cm)	Sementes			
			Sadias	Chochas	Atacadas	Total
1	1	23.41 $\pm$ 3.33 a	0.55 $\pm$ 0.89 a	1.59 $\pm$ 1.86 a	7.51 $\pm$ 2.08 b	9.38 $\pm$ 1.71 a
	2	22.12 $\pm$ 3.01 b	0.43 $\pm$ 0.90 a	0.89 $\pm$ 1.08 b	8.19 $\pm$ 1.94 a	9.34 $\pm$ 1.65 a
	3	21.89 $\pm$ 3.41 b	0.26 $\pm$ 0.57 a	1.50 $\pm$ 1.74 a	7.94 $\pm$ 2.22 a	9.52 $\pm$ 1.75 a
2	1	19.49 $\pm$ 2.23 a	2.82 $\pm$ 2.21 a	3.59 $\pm$ 2.72 a	3.61 $\pm$ 2.59 b	9.29 $\pm$ 1.75 a
	2	19.94 $\pm$ 3.66 a	2.47 $\pm$ 1.98 a	3.35 $\pm$ 2.39 a	4.18 $\pm$ 2.82 a	9.32 $\pm$ 1.71 a
	3	19.94 $\pm$ 3.25 a	1.71 $\pm$ 1.86 b	3.20 $\pm$ 2.49 a	4.55 $\pm$ 2.67 a	8.93 $\pm$ 1.86 a
3	1	22.23 $\pm$ 3.72 a	1.25 $\pm$ 1.59 a	3.44 $\pm$ 2.39 b	3.27 $\pm$ 2.45 a	7.60 $\pm$ 2.11 a
	2	22.17 $\pm$ 4.09 a	1.01 $\pm$ 1.24 a	3.45 $\pm$ 2.39 b	3.19 $\pm$ 2.47 a	7.36 $\pm$ 2.29 a
	3	21.98 $\pm$ 4.12 a	0.73 $\pm$ 1.10 b	3.96 $\pm$ 2.22 a	3.01 $\pm$ 2.16 a	7.54 $\pm$ 2.28 a
4	1	21.14 $\pm$ 4.11 a	1.13 $\pm$ 1.72 a	2.18 $\pm$ 2.13 a	4.87 $\pm$ 2.70 a	7.65 $\pm$ 2.19 a
	2	20.76 $\pm$ 3.71 a	0.53 $\pm$ 1.02 b	2.30 $\pm$ 2.27 a	5.17 $\pm$ 2.36 a	7.76 $\pm$ 1.92 a
	3	21.04 $\pm$ 4.14 a	0.45 $\pm$ 0.74 b	2.11 $\pm$ 2.04 a	5.21 $\pm$ 2.57 a	7.65 $\pm$ 1.90 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Verificou-se redução nas médias de sementes sadias para as coletas subsequentes de frutos secos chegando a diferenças significativas entre a primeira e terceira coleta para as amostragens de frutos das áreas 2, 3 e 4, o que não se traduziram em maiores médias de sementes atacadas por insetos.

Estes dados demonstram que coletas de frutos secos subsequentes (Figura 20) não afetam a taxa de sementes atacadas por insetos em determinada área, principalmente os bruquídeos pertencentes a guilda A de ovoposição, uma vez que suas posturas são realizadas em frutos em estágios de maturações anteriores a desidratação.



**Figura 20:** Frutos secos amostrados nas três coletas de frutos para emergência dos insetos em laboratório, da esquerda para a direita, frutos da primeira, segunda e terceira coleta.

Analisando-se as médias quanto ao local de origem dos frutos, verificou-se diferenças significativas em comprimento dos frutos, sementes sadias, chochas, atacadas por insetos e número de sementes por fruto (Tabela 9). Os frutos de matrizes da Área 1, apresentaram-se com as maiores médias de comprimento, número de sementes, sementes atacadas, e menores médias de sementes sadias e chochas. Em contraste, frutos provenientes da Área 2 apresentaram com as menores médias de comprimento, maiores médias de sementes sadias e chochas, embora não apresentem diferenças significativas entre si em número de semente por frutos.

As matrizes pertencentes a arborização da rodovia BR 465 (Área 1 e 2) apresentaram com as maiores médias de sementes por frutos diferindo significativamente com as médias das matrizes localizadas no campus da UFRRJ com menor grau de poluição do ar por veículos automotores.

**Tabela 9:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes por fruto, Seropédica - RJ, 2009.

Coleta	Área	Comprimento do fruto (cm)	Sementes			
			Sadias	Chochas	Atacadas	Total
1	1	23.41 $\pm$ 3.33 a	0.55 $\pm$ 0.89 c	1.59 $\pm$ 1.86 c	7.51 $\pm$ 2.08 a	9.38 $\pm$ 1.71 a
	2	19.49 $\pm$ 2.23 d	2.82 $\pm$ 2.21 a	3.59 $\pm$ 2.72 a	3.61 $\pm$ 2.59 c	9.29 $\pm$ 1.75 a
	3	22.23 $\pm$ 3.72 b	1.25 $\pm$ 1.59 b	3.44 $\pm$ 2.39 a	3.27 $\pm$ 2.45 c	7.60 $\pm$ 2.11 b
	4	21.14 $\pm$ 4.11 c	1.13 $\pm$ 1.72 b	2.18 $\pm$ 2.13 b	4.87 $\pm$ 2.70 b	7.65 $\pm$ 2.19 b
2	1	22.12 $\pm$ 3.01 a	0.43 $\pm$ 0.90 c	0.89 $\pm$ 1.08 c	8.19 $\pm$ 1.94 a	9.34 $\pm$ 1.65 a
	2	19.94 $\pm$ 3.66 c	2.47 $\pm$ 1.98 a	3.35 $\pm$ 2.39 a	4.18 $\pm$ 2.82 c	9.32 $\pm$ 1.71 a
	3	22.17 $\pm$ 4.09 a	1.01 $\pm$ 1.24 b	3.45 $\pm$ 2.39 a	3.19 $\pm$ 2.47 d	7.36 $\pm$ 2.29 b
	4	20.76 $\pm$ 3.71 b	0.45 $\pm$ 0.74 c	2.30 $\pm$ 2.27 b	5.17 $\pm$ 2.36 b	7.76 $\pm$ 1.92 b
3	1	21.89 $\pm$ 3.41 a	0.26 $\pm$ 0.57 b	1.50 $\pm$ 1.74 d	7.94 $\pm$ 2.22 a	9.52 $\pm$ 1.75 a
	2	19.94 $\pm$ 3.25 c	1.71 $\pm$ 1.86 a	3.20 $\pm$ 2.49 b	4.55 $\pm$ 2.67 b	8.93 $\pm$ 1.86 b
	3	21.98 $\pm$ 4.12 a	0.73 $\pm$ 1.10 b	3.96 $\pm$ 2.22 a	3.01 $\pm$ 2.16 c	7.54 $\pm$ 2.28 c
	4	21.04 $\pm$ 4.14 b	0.53 $\pm$ 1.02 b	2.11 $\pm$ 2.04 c	5.21 $\pm$ 2.57 b	7.65 $\pm$ 1.90 c

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Analisando a média de frutos por locais de coleta, verificou-se que frutos que apresentaram maiores médias de sementes chochas, registraram maiores médias de sementes sadias e menores médias de sementes atacadas por insetos, sendo maior média de sementes

chochas por frutos encontrada em frutos de matrizes agrupadas da Área 3 não diferindo para frutos de matrizes da Área 2.

Verificou-se que comprimento de frutos não está necessariamente relacionado ao número de sementes, pois frutos que diferiram significativamente entre si em comprimento não apresentaram diferenças significativas a nível de número de sementes por frutos. O que também se observou para média de sementes atacadas, não corroborando a hipótese de que frutos maiores possuem maior número de sementes atacadas.

As menores médias de sementes sadias foram encontradas em matrizes agrupadas da Área 1 e matrizes isoladas (Área 4), em consequência, provavelmente do maior número de sementes atacadas.

Diferenças em média de comprimento de frutos desta espécie (*A. lebbbeck*) a nível local também foram encontradas por NASCIMENTO (2006) embora a média de sementes por frutos não diferirem entre as matrizes, e por MOHANAN et al (2005) em número de sementes atacadas por insetos e sementes por fruto em três locais distintos na Índia.

Para orifícios de emergência por insetos em frutos e sementes, registrou-se diferenças significativas em médias de frutos provenientes da Área 1, tanto para orifícios em frutos como em sementes para as três datas de amostragens de frutos, sendo a primeira amostragem com as menores médias. Para a Área 2 não se teve diferenças entre orifícios nos frutos, somente entre médias de orifícios em sementes os quais aumentaram da primeira para a terceira amostragem (Tabela 10).

Para a Área 3 não se constatou diferenças entre as amostragens nas duas categorias de orifícios, e na Área 4 de matrizes isoladas, diferenças significativas apenas para médias da primeira amostragem tanto para orifícios em frutos quanto em sementes.

**Tabela 10:** Média ( $\pm$  DP) de orifícios de emergências por insetos em frutos, orifícios de emergências por insetos em sementes como de sementes atacadas com 1 orifício, 2 orifícios e 3 ou mais orifícios por fruto, Seropédica - RJ, 2009.

Área	Coleta	Número de orifícios (frutos)	Número de orifícios (sementes)	Sementes atacadas		
				1 orifício	2 orifícios	3 ou mais orifícios
1	1	5.55 $\pm$ 2.26 c	10.30 $\pm$ 4.45 c	4.59 $\pm$ 2.29 a	2.23 $\pm$ 2.04 c	0.41 $\pm$ 0.87 b
	2	8.47 $\pm$ 2.79 a	13.56 $\pm$ 4.79 a	3.43 $\pm$ 2.20 b	3.63 $\pm$ 2.22 a	0.95 $\pm$ 1.10 a
	3	7.24 $\pm$ 2.49 b	11.61 $\pm$ 4.86 b	4.35 $\pm$ 2.39 a	2.97 $\pm$ 2.35 b	0.44 $\pm$ 0.92 b
2	1	2.97 $\pm$ 2.84 a	3.52 $\pm$ 3.41 c	2.28 $\pm$ 1.95 a	0.58 $\pm$ 1.11 b	0.03 $\pm$ 0.16 b
	2	3.45 $\pm$ 3.30 a	4.59 $\pm$ 4.31 b	2.59 $\pm$ 1.96 a	0.73 $\pm$ 1.33 b	0.18 $\pm$ 0.53 ab
	3	3.77 $\pm$ 3.33 a	5.99 $\pm$ 5.21 a	2.43 $\pm$ 1.69 a	1.22 $\pm$ 1.63 a	0.38 $\pm$ 0.85 a
3	1	2.65 $\pm$ 2.19 a	3.33 $\pm$ 2.91 a	2.48 $\pm$ 2.05 a	0.42 $\pm$ 0.83 a	0.01 $\pm$ 0.08 a
	2	2.40 $\pm$ 2.15 a	3.34 $\pm$ 2.84 a	2.45 $\pm$ 2.07 a	0.45 $\pm$ 0.81 a	0.00 $\pm$ 0.00 a
	3	2.65 $\pm$ 2.22 a	3.25 $\pm$ 2.56 a	2.46 $\pm$ 1.93 a	0.37 $\pm$ 0.69 a	0.02 $\pm$ 0.14 a
4	1	4.18 $\pm$ 3.04 b	5.58 $\pm$ 3.92 b	3.20 $\pm$ 2.23 a	1.02 $\pm$ 1.29 a	0.11 $\pm$ 0.36 a
	2	4.77 $\pm$ 2.70 a	7.13 $\pm$ 4.49 a	3.30 $\pm$ 1.96 a	1.30 $\pm$ 1.46 a	0.42 $\pm$ 0.92 a
	3	5.20 $\pm$ 3.12 a	6.98 $\pm$ 4.51 a	3.32 $\pm$ 2.02 a	1.38 $\pm$ 1.43 a	0.30 $\pm$ 0.91 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Nota-se que o padrão do número de sementes atacadas com 1 orifício, 2, 3 ou mais orifícios não sofreram muita variação em relação às coletas de frutos, como não se teve diferenças significativas em sementes atacadas por frutos a nível de amostragens, apenas para a primeira amostragem de frutos o que refletiu nas médias de sementes categorizadas em 2, 3 ou mais orifícios de emergências. Os frutos que apresentaram com maior número de sementes atacadas foram os que apresentaram as maiores médias de sementes atacadas nas três categorias de orifícios de emergências (Tabela 11).

Registrou-se médias superiores de sementes com um orifício de emergência e redução para a média de semente com mais de um orifício de emergências chegando esta a ser de duas a seis vezes para as médias de sementes com dois orifícios de emergências por fruto.

**Tabela 11:** Média ( $\pm$  DP) de orifícios de emergências por insetos em frutos, sementes e sementes categorizadas por número de orifícios por época em cada local de amostragem.

Coleta	Área	Número de orifícios (frutos)	Número de orifícios (sementes)	Sementes atacadas		
				1 orifício	2 orifícios	3 ou mais orifícios
1	1	5.55 $\pm$ 2.26 a	10.30 $\pm$ 4.45 a	4.59 $\pm$ 2.29 a	2.23 $\pm$ 2.04 a	0.41 $\pm$ 0.87 a
	2	2.97 $\pm$ 2.84 c	3.52 $\pm$ 3.41 c	2.28 $\pm$ 1.95 c	0.58 $\pm$ 1.11 c	0.03 $\pm$ 0.16 b
	3	2.65 $\pm$ 2.19 c	3.33 $\pm$ 2.91 c	2.48 $\pm$ 2.05 c	0.42 $\pm$ 0.83 c	0.01 $\pm$ 0.08 b
	4	4.18 $\pm$ 3.04 b	5.58 $\pm$ 3.92 b	3.20 $\pm$ 2.23 b	1.02 $\pm$ 1.29 b	0.11 $\pm$ 0.36 b
2	1	8.47 $\pm$ 2.79 a	13.56 $\pm$ 4.79 a	3.43 $\pm$ 2.20 a	3.63 $\pm$ 2.22 a	0.95 $\pm$ 1.10 a
	2	3.45 $\pm$ 3.30 c	4.59 $\pm$ 4.31 c	2.59 $\pm$ 1.96 b	0.73 $\pm$ 1.33 c	0.18 $\pm$ 0.53 b
	3	2.40 $\pm$ 2.15 d	3.34 $\pm$ 2.84 d	2.45 $\pm$ 2.07 b	0.45 $\pm$ 0.81 c	0.38 $\pm$ 0.85 b
	4	4.77 $\pm$ 2.70 b	7.13 $\pm$ 4.49 b	3.30 $\pm$ 1.96 a	1.30 $\pm$ 1.46 b	0.42 $\pm$ 0.92 b
3	1	7.24 $\pm$ 2.49 a	11.61 $\pm$ 4.86 a	4.27 $\pm$ 2.39 a	2.93 $\pm$ 2.30 a	0.44 $\pm$ 0.92 a
	2	3.77 $\pm$ 3.33 c	5.99 $\pm$ 5.21 c	2.43 $\pm$ 1.69 c	1.22 $\pm$ 1.63 b	0.38 $\pm$ 0.85 a
	3	2.65 $\pm$ 2.22 d	3.25 $\pm$ 2.56 d	2.46 $\pm$ 1.93 c	0.37 $\pm$ 0.69 c	0.00 $\pm$ 0.00 b
	4	5.20 $\pm$ 3.12 b	6.98 $\pm$ 4.51 b	3.32 $\pm$ 2.02 b	1.38 $\pm$ 1.43 b	0.30 $\pm$ 0.91 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

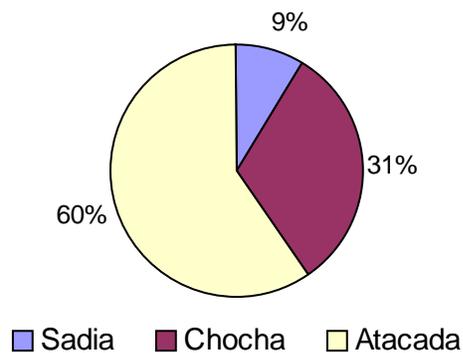
As médias superiores de orifícios de emergências em sementes em relação a média de orifícios em frutos, caracteriza-se por parte dos insetos se utilizaram de orifícios de outrem para seu escape para o ambiente exterior ou morte ao sair das sementes sendo quantificado como orifício de emergência nas sementes.

Como se tem sementes com mais de dois orifícios de emergências de insetos é possível que insetos tenham utilizados orifícios de outrem para a fuga, segundo ROJAS-ROUSSE, (2006) mais de um besouro pode usar o mesmo orifício para se escapar da vagem do qual insetos parasitóides também podem fazer uso para sua passagem, evidenciando que este comportamento do inseto procurar o orifício pode ser explicado pela foto atratividade positiva induzida pela entrada da luz através do primeiro orifício aberto. E, SILVA et al, (2007) relatam que diâmetro insuficiente de um orifício ou a falta de energia do inseto para empurrar a tampa, pode explicar a dificuldade de um grande número de bruquídeos de não conseguirem se emergir de sementes (Figura 21).



**Figura 21:** Semente com orifício fechado e inseto em emergência

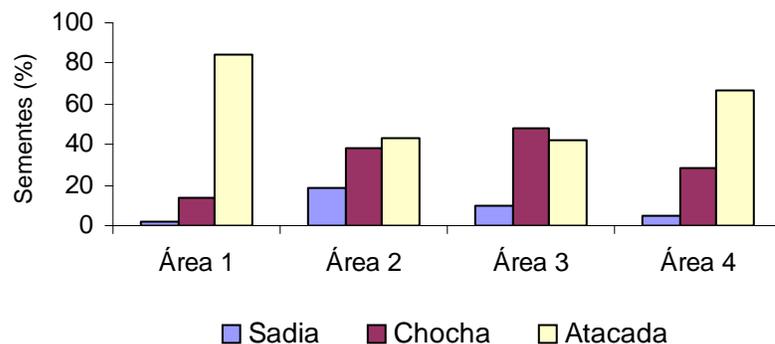
Analisando a predação de sementes de *A. lebeck* por insetos predadores de sementes de modo geral, registrou-se das 15110 sementes avaliadas de 1786 frutos amostrados, percentuais de 9% de sementes sadias, 31% de sementes chochas e 60% de sementes danificadas ou atacadas por insetos predadores de sementes pré-dispersão em seu desenvolvimento larval (Figura 22).



**Figura 22:** Qualidade das sementes beneficiadas em porcentagem

SANTOS et al. (1985) estudando a predação de sementes desta espécie (*A. lebeck*) em Viçosa, Minas Gerais, registraram que 70% das sementes foram danificadas por bruquídeos, já KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES (1993), perdas de até 50% de sementes colhidas no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e NASCIMENTO (2006), média de 51% de sementes atacadas em estudo de predação por insetos bruquídeos em árvores desta espécie em arborização no município de Seropédica, RJ.

Verificou-se a nível local de matrizes que 83%, 43% e 42% das sementes da Área 1, Área 2 e Área 3, respectivamente foram atacadas por insetos em desenvolvimento larval, registrando diminuição no número de sementes atacadas a medida que o nível de poluição do ar diminuiu para as matrizes agrupadas e que o percentual de sementes chochas aumentou inversamente à redução do nível da poluição do ar atingindo a faixa de 48% em matrizes localizadas na Área 3 (Figura 23). Para as matrizes isoladas, registrou-se percentual de sementes atacadas entorno de 66%.

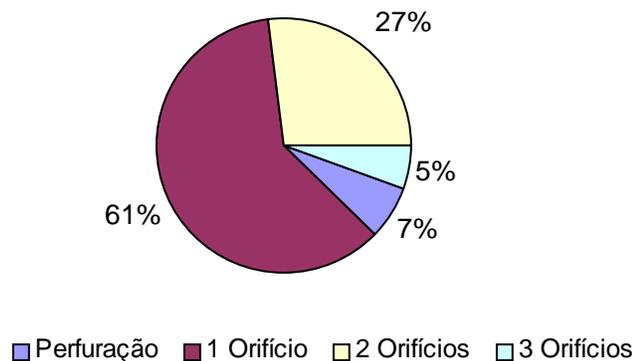


**Figura 23:** Porcentagem de sementes sadias, chochas e atacadas por área.

Dados semelhantes foram encontrados por NASCIMENTO (2006) com matrizes em arborização onde encontrou as maiores taxas de predação de sementes em matrizes próximas à rodovia, atribuindo o aumento ao nível de poluição do ar.

Analisando-se a intensidade de predação a nível de isolamento de matrizes em mesmo ambiente, matrizes localizadas no campus da UFRRJ (Área 3 e Área 4), observa-se maior taxa de predação de sementes para as matrizes isoladas (66%) enquanto que as agrupadas apresentaram taxa de 48% de sementes danificadas, corroborando com LINK et al. (1988) em que verificaram que o nível de infestação está altamente relacionado com o número de plantas no local e a quantidade de vagens existentes.

Avaliando as sementes atacadas por larvas de bruquídeos em porcentagem de orifícios, registrou-se que 61% das sementes atacadas por bruquídeos apresentaram com um orifício de emergência de insetos adultos, 27% das sementes com dois orifícios e 5% com três ou mais orifícios de emergências de insetos adultos e 7% de sementes com apenas perfurações do tegumento pela entrada das larvas para o interior da semente (Figura 24).

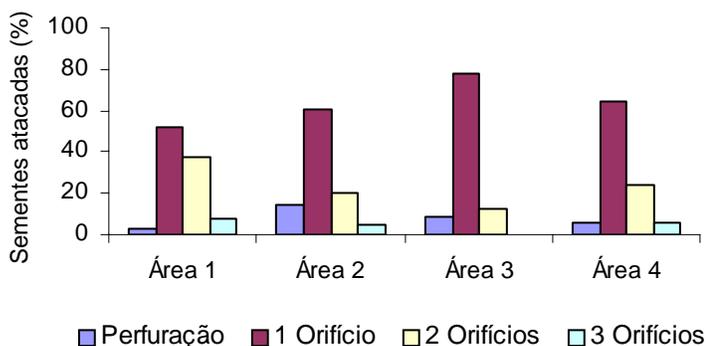


**Figura 24:** Percentual de sementes atacadas com perfuração de larvas, 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de bruchidae

SCHELIN et al., (2004) também observaram redução em número de sementes de *Acacia macrostachya* com mais de uma larva sugerindo que a redução na proporção e número de

sementes com número crescente de larvas por semente pode ser um mecanismo pelo qual as diferentes espécies de bruquídeos evitam competição por alimento e espaço limitado para completarem o seu ciclo de vida.

Analisando as categorias das sementes atacadas quanto ao local, verificou-se um aumento em sementes com um orifício de emergência e redução em sementes com mais de dois orifícios à medida que os níveis da poluição do ar por veículos automotores diminuíram para as matrizes agrupadas (Figura 25). As matrizes isoladas se assemelharam as agrupadas da Área 2 em porcentagem para as três categorias de sementes atacadas.



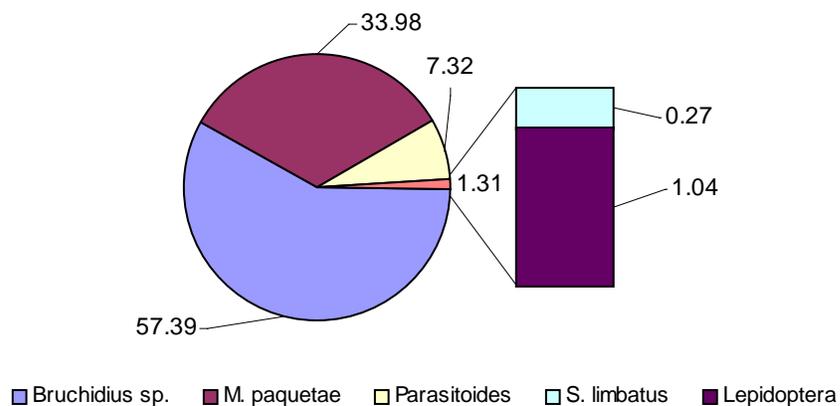
**Figura 25:** Porcentagem de sementes atacadas com 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de bruchidae

Sementes secas com perfurações no tegumento indicam o insucesso das larvas em seu desenvolvimento larval no interior das sementes, sendo as maiores taxas observadas nas áreas 2 e 3. O alto índice de insucesso no desenvolvimento de larvas de bruquídeos também tem sido observado em sementes de outras espécies, segundo FIGUEIREDO et al. (2008), além do parasitismo, este índice pode estar associado a fatores abióticos como extremos de temperatura e umidade e aspectos do clima relacionados a época de maturação dos frutos.

Quanto ao nível de predação, sementes provenientes da Área 1 apresentaram as maiores taxas de sementes danificadas com orifícios de emergências de insetos, sendo este índice de predação reduzido à medida que o nível de poluição do ar diminuiu o que corroboram com BIGNAL et al. (2006) em que árvores que se localizam próximas a rodovias apresentam taxas de danos por insetos mais altos que árvores distantes de suas margens.

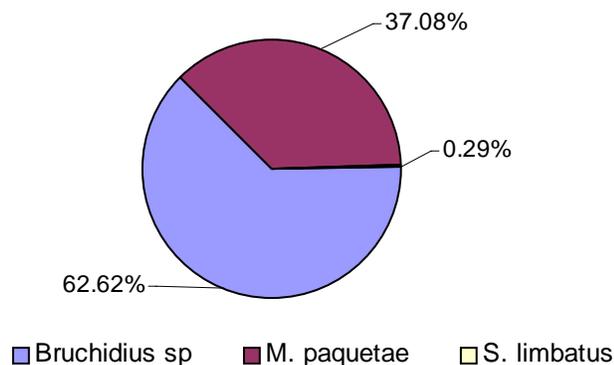
#### 4.3 Quantificação dos insetos predadores de sementes de *A. lebbeck* e seus parasitóides em frutos de quarentena em laboratório

Foi quantificado a ocorrência de 5571 insetos emergentes em frutos de *A. lebbeck* em quarentena em laboratório, sendo 5163 (92.68%) indivíduos de insetos predadores de sementes distribuídos nas seguintes espécies: *Bruchidius* sp. (57.39%), *M. paquetae* (33.98%), *Stator limbatus* (0.27%), espécies da família Bruchidae e uma espécie da ordem Lepidoptera não identificada (1.04%) e dois indivíduos da família Cerambycidae. O restante dos insetos emergentes foram identificados como insetos parasitóides da ordem Hymenoptera com cerca de 7.32% dos indivíduos emergentes (Figura 26).



**Figura 26:** Porcentagem final de insetos emergentes em amostras de frutos de matrizes *A. lebbeck* em quarentena.

Dos insetos da família Bruchidae emergentes, registrou-se 62.62% de indivíduos pertencentes a espécie *Bruchidius* sp., 37.08% a espécie *M. paquetae* e 0.29% a espécie *S. limbatus*. Registrou-se o número de indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. quase que duas vezes superior a espécie *M. paquetae* (Figura 27).



**Figura 27:** Porcentagem de insetos da família Bruchidae emergentes em amostras de frutos de matrizes *A. lebbeck* em quarentena.

Avaliando-se o percentual das espécies de bruquídeos de maior ocorrência e número de himenópteros parasitóides emergentes por área de coleta de frutos, observou-se que o percentual de insetos da espécie *Bruchidius* sp. diminuiu proporcionalmente ao nível da poluição do ar, acontecendo o inverso com a população da espécie *M. paquetae* que aumentou em indivíduos. Para matrizes isoladas (Área 4), apesar da pequena variação no percentual do número de indivíduos das duas espécies, a espécie *Bruchidius* sp. superou a espécie *M. paquetae* em número de indivíduos (Figura 28).

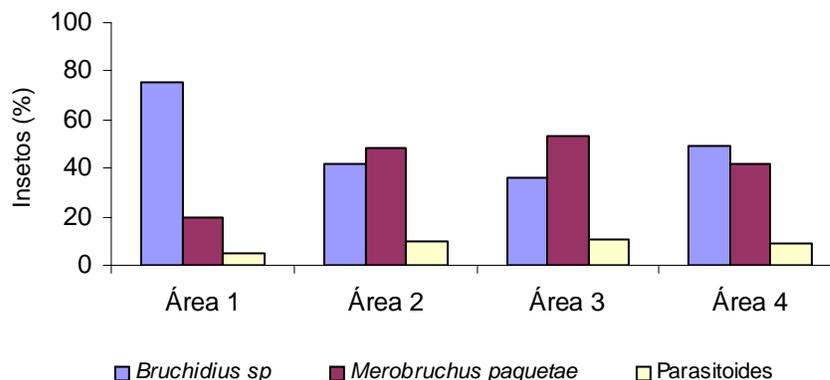


Figura 28: Porcentagem de insetos por espécie ocorrentes em cada área de amostragens de frutos

Analisando o número de indivíduos das duas espécies de bruquídeos, *Bruchidius sp.* e *M. paquetae*, por sua área de ocorrência, registrou-se maior ocorrência em número de indivíduos da espécie *Bruchidius sp.* em frutos de *A. lebeck* provenientes da Área 1 com 1887 (59%) indivíduos emergentes em laboratório, a Área 2 com cerca de um terço dos indivíduos ocorrentes na Área 1, 505 (16%) indivíduos, a Área 3 com 214 (7%) indivíduos se posicionando como a área de menor ocorrência de emergência de indivíduos desta espécie (Tabela 12). A Área 4 se assemelhou a Área 2 em número de indivíduos desta espécie.

Indivíduos da espécie *M. paquetae* apresentaram ocorrências com poucas variações entre as áreas, sendo a Área 1 com 498 (26%) indivíduos, a Área 2 com o maior número de ocorrências, 582 (31%), a Área 3 com o menor número 318 (17%) indivíduos. A Área 4 se assemelhou em número de indivíduos da Área 1, 495 (26%).

**Tabela 12:** Número de insetos bruquídeos das espécies *Bruchidius sp.*, *M. paquetae*, parasitoides e número de morfoespécies de parasitoides emergentes, Seropédica – RJ, 2009.

Área	Número de indivíduos			Morfoespécies (parasitoides)
	<i>Bruchidius sp.</i>	<i>M. paquetae</i>	Parasitoides	
1	1887	498	105	Pp, Pg, Mp, Mm, Mg
2	505	582	104	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Mg
3	214	318	43	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Mg, Am
4	591	495	99	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Mg, Am

Somando-se o número de indivíduos bruquídeos das duas espécies *Bruchidius sp.* e *M. paquetae* em cada área de ocorrência, verificou-se que a Área 1 apresentou o maior número de indivíduos bruquídeos, 2385 indivíduos, a Área 2 metade do número da primeira com 1087 indivíduos e a Área 3, um quarto da primeira e metade do número da segunda Área com 532 bruquídeos. A Área 4 apresentou número de indivíduos de insetos semelhante ao da Área 2, 1086 indivíduos.

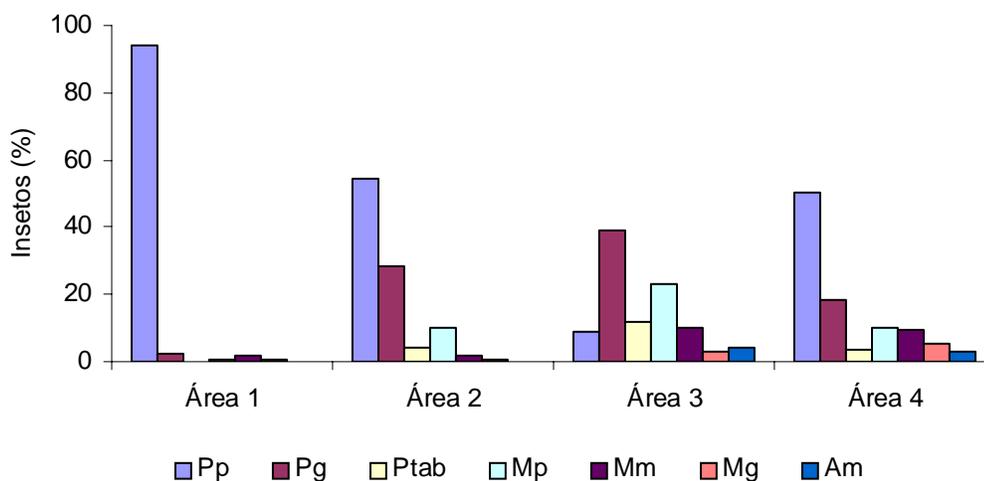
LINK & COSTA (1995) em amostragens periódicas de frutos de *Enterolobium contortisiluquum* (timbaúva) para análise da predação das sementes por insetos, constataram a presença de duas espécies de insetos *Merobruchus bocoloripe* (Pic) (Coleoptera: Bruchidae) e

*Lophopoeum timbouvae* (Lameere) (Coleoptera: Cerambycidae), confirmando que o tipo de ambiente (mata ou campo) influencia na dominância da espécie.

Os insetos parasitóides não apresentaram variações em número de indivíduos para as áreas 1, 2 e 4, apenas para a área 3 com menos da metade dos indivíduos emergentes nas outras áreas. Porém com variações em número de morfoespécies, a Área 1, apresentou-se com 3 morfoespécies de parasitóides, a Área 2, 5 e as Áreas 3 e 4 com 7 morfoespécies de himenópteros parasitóides cada. Embora o número de parasitóides emergentes seja de 7.32%, registrou-se que sua maior ocorrência foram nas áreas 1, 2 e 4 com aproximadamente 30% dos indivíduos e a Área 3 com o menor percentual dos himenópteros parasitóides (10%). Para a diversidade de espécie de parasitóides, foi observado aumento na diversidade de espécies à medida que o nível de poluição do ar diminuiu culminando com o maior número de espécies nas áreas 3 e 4.

Analisando o número de indivíduos de parasitóides por área de ocorrência, registrou-se dos indivíduos ocorrentes na Área 1, percentual de 94% para a espécie Pp, 3% para Pg e os 3% restante distribuídos nas espécies Mp, Mm e Mg (Figura 29). Na Área 2, obteve-se 55% para a espécie Pp, 28% para Pg, 10% para Mp, 4% para Ptab e o restante 3% nas espécies Mm e Mg. Na Área 3, a espécie Pg se apresentou com maior número, 39% dos indivíduos, a espécie Mp, 23%, Ptab, 12%, Mm 10%, Pp 9% e o 5% restante nas espécies Mg e Am. Já na Área 4, obteve-se 51% para a espécie Pp, 18% para Pg, 10% Mp, 9% para Mm, 5% para Mg e o restante 6% distribuídos nas espécies Ptab e Am.

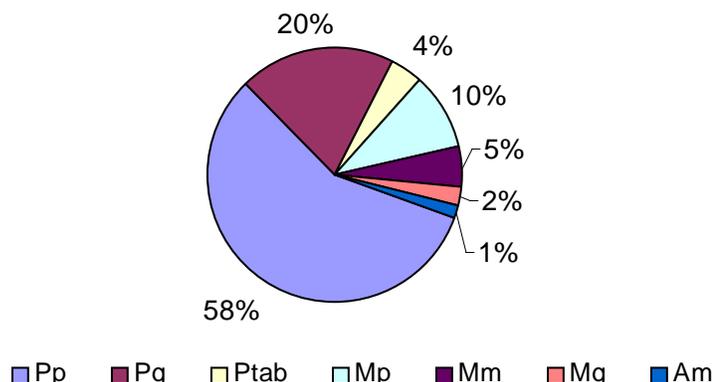
MADEIRA et al. (2003), observaram que as taxas de ataque de parasitóides não aumenta com as taxas de ataque dos predadores de sementes e que os parasitóides parecem regular seu ataque de acordo com o ataque dos predadores de sementes.



**Figura 29:** Porcentagem de insetos por espécie ocorrentes em cada área de amostragem de frutos

Verificou-se uma redução no número de ocorrência para a espécie Pp e aumento para as espécies Pg, Mp, Ptab e Mm à medida que o nível de poluição do ar diminuiu em termos de áreas. A Área 4, apesar de possuir número superior de espécies emergentes da Área 2 se assemelharam entre si em percentuais de ocorrências de indivíduos parasitóides.

Avaliando número de indivíduos parasitóides emergentes em toda a área de estudo, registrou-se percentual de 58% dos indivíduos emergentes pertencentes a espécie Pp, 20% a Pg, 10% a Mp, 5% a Mm, 4% a Ptab e o restante as espécies Mg e Am (Figura 30).



**Figura 30:** Porcentagem final de insetos himenópteros parasitóides ocorrentes em amostras de frutos de *A. lebeck* em quarentena em laboratório.

Analisando o número de insetos emergentes em frutos de matrizes de *A. lebeck*, verificou-se diferenças em número de ocorrência de indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. em matrizes e ocorrência de forma uniforme com pouca variação em emergências de indivíduos da espécie *M. paquetae* entre matrizes (Tabela 13). Isto se deve o período de emergência dos insetos para o repovoamento da população em reinfestação dos frutos em maturação ser maior para a primeira espécie, não chegando a tempo hábil para a reinfestação de todos os frutos antes da desidratação.

O alto número de ocorrência de emergência de indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. foi observado em matrizes que apresentaram maturação tardia de seus frutos.

**Tabela 13:** Número de indivíduos das espécies *Bruchidius* sp, *M. paquetae*, parasitóides e morfoespécies de parasitóides emergentes em frutos de *A. lebeck* em quarentena, Seropédica – RJ, 2009.

Área	Matriz	Número de indivíduos			Morfoespécies (parasitóides)
		<i>Bruchidius</i> sp.	<i>M. paquetae</i>	Parasitóides	
1	1	597	156	15	Pp, Mm
	2	524	209	47	Pp, Pg
	3	766	133	43	Pp, Pg
2	1	481	160	101	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm
	2	11	298	1	Pg
	3	13	124	2	Pp
3	1	35	75	9	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Am
	2	68	118	6	Pg, Mp
	3	111	125	28	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Mg
4	1	239	175	67	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Mg
	2	284	201	19	Pp, Pg, Mm
	3	68	119	13	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Am

Em termos de amplitude de nicho ecológico, a espécie *Bruchidius* sp. possuiu a menor amplitude com  $\beta_1 = 0.6068$  e a espécie *M. paquetae* a maior amplitude com  $\beta_2 = 0.960322$ , embora tenha metade dos indivíduos emergentes em frutos em quarentena, a espécie *M. paquetae* obteve maior eficiência na exploração dos recursos (posturas em frutos no campo e emergências de insetos adultos em sementes), sendo também a espécie mais competitiva e com maior tolerância as condições ecológicas o que foi refletido em maior sobreposição de nicho,  $\alpha_2 = 0.252974$  (*M. paquetae*) e  $\alpha_1 = 0.15985$  (*Bruchidius* sp.).

A ocorrência dos indivíduos parasitóides nas matrizes foi semelhante a distribuição dos indivíduos da espécie *Bruchidius* sp., possuindo maior ocorrência em matrizes que possuíram maior número de indivíduos bruquídeos desta espécie.

Quanto a época de amostragem de frutos (coleta) para a quarentena em laboratório, registrou-se a segunda época de amostragem como a de maior número de emergência de indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. em todos os locais de amostragem de frutos, já para a espécie *M. paquetae* não houve muita variação em número de indivíduos da primeira e a segunda amostragem de frutos entre os locais somente para a terceira amostragem com baixo número de ocorrência de indivíduos, o que mostra que esta espécie possui período de emergência menor que a espécie *Bruchidius* sp. ou oviposição em frutos em fase muito mais jovem (Tabela 14).

Indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. também apresentaram menor ocorrência em frutos da terceira amostragem o que se registra a fase final das emergências dos insetos em frutos no campo.

**Tabela 14:** Número de indivíduos das espécies *Bruchidius* sp., *M. paquetae*, parasitóides e morfoespécies de parasitóides emergentes em frutos de *A. lebeck* em quarentena, Seropédica – RJ, 2009.

Área	Coleta	Número de indivíduos			Morfoespécies (parasitóides)
		<i>Bruchidius</i> sp.	<i>M. paquetae</i>	Parasitóides	
1	1	367	183	9	Pp, Pg, Mm
	2	1234	235	89	Pp, Mm
	3	286	80	7	Pp, Pg
2	1	95	209	32	Pp, Pg
	2	229	228	24	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm
	3	181	145	48	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm
3	1	84	122	30	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mg
	2	93	128	5	Pg, Ptab, Mp, Mm
	3	37	68	8	Pg, Mm, Am
4	1	165	239	19	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mg
	2	355	184	55	Pp, Pg, Ptab, Mp, Mm, Mg, Am
	3	71	72	25	Pp, Pg, Mm, Am

Indivíduos de himenópteros parasitóides ocorrentes em amostragens de frutos para emergência de insetos predadores de sementes pré-dispersão tem sido relatado por HETZ & JOHNSON (1988), SIEMENS et al. (1992), SARI & RIBEIRO-COSTA (2005), SILVA et al. (2007), FIGUEIREDO et al. (2008) em bruquídeos, principalmente parasitóides das famílias Braconidae, Eulophidae e Eupelmidae.

#### 4.4 Flutuação populacional das espécies *Bruchidius* sp. e *M. paquetae* em frutos de *A. lebbeck* de quarentena em laboratório

Antes que os frutos de *A. lebbeck* da primeira amostragem fossem colocados em quarentena, procedeu-se a contagem dos orifícios de emergências dos insetos nos frutos, verificando-se que dos 597 frutos amostrados, 328 já se apresentavam com orifícios de emergências de insetos, o que no término das emergências dos insetos representou um percentual de 43.13% de todos os orifícios de emergências por insetos bruquídeos nos frutos em beneficiamento (Tabela 15).

Observou-se que os insetos em início de suas emergências em frutos no campo emergem de apenas um orifício devido as sementes se encontrarem colabadas ao exocarpo dos frutos pela máxima pressão de enchimento e por ainda estar em fase inicial de desidratação o que não se observa para frutos totalmente secos em que suas sementes em estágio final de desidratação tem suas dimensões reduzidas pela perda de água de seu interior, que com a rigidez do exocarpo dos frutos permitem que as mesmas fiquem soltas no interior dos lóbulos facilitando a fuga dos insetos por orifícios de outrem e a oviposição de outros insetos que utilizam desses orifícios para a postura em sementes ou larvas de bruchidae e refúgio das condições adversas do ambiente externo.

**Tabela 15:** Número de orifícios em frutos da primeira amostragem antes da quarentena e após a emergência dos insetos, porcentagem dos orifícios antes da quarentena, número de insetos emergentes e porcentagem de insetos em fuga pelo mesmo orifício de emergência de outrem em frutos de *A. lebbeck* em quarentena, Seropédica – RJ, 2009.

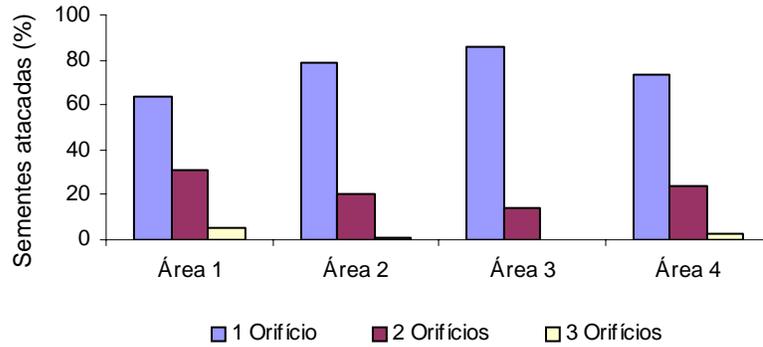
Área	Orifícios em frutos (coleta)	Total de frutos	Orifícios em frutos (beneficiamento)	Total de frutos	% de orifícios em frutos (coleta)	Total de insetos	% de insetos em fuga pelo mesmo orifício
1	389	115	819	150	47.50	559	13.61
2	132	53	439	150	30.07	336	6.20
3	182	70	390	147	46.67	238	7.14
4	279	90	629	150	44.36	423	10.40
Total	982	328	2277	597	43.13	1556	10.28

Registrou-se nos resultados da tabela acima, um percentual de 10.28 % de insetos que se utilizaram de orifícios de outrem para sua fuga ao ambiente exterior. Com esses dados, tem-se que 38.69 % dos insetos já haviam emergido no campo no momento das coletas dos frutos para a primeira amostragem fazendo com que o gráfico da flutuação populacional dos insetos para a esta amostragem de frutos fosse construído com o percentual de 61.31% dos insetos bruquídeos emergentes das amostras da primeira amostragem em quarentena.

Observou-se que o percentual de insetos que se utilizem de orifícios de outrem para a fuga é dependente da velocidade de secagem dos frutos e desidratação das sementes em seu interior, além da densidade de insetos no interior das sementes, espaço suficiente entre o exocarpo e a semente para o deslocamento do inseto até o orifício de fuga.

Diante disto, registrou-se variações em percentuais de insetos se utilizando de orifícios de outrem de 13.61% na Área 1, área que também apresentou o maior número de sementes com dois ou mais orifícios de emergência de insetos em sementes, cerca de 36%. Já os frutos da Área 4

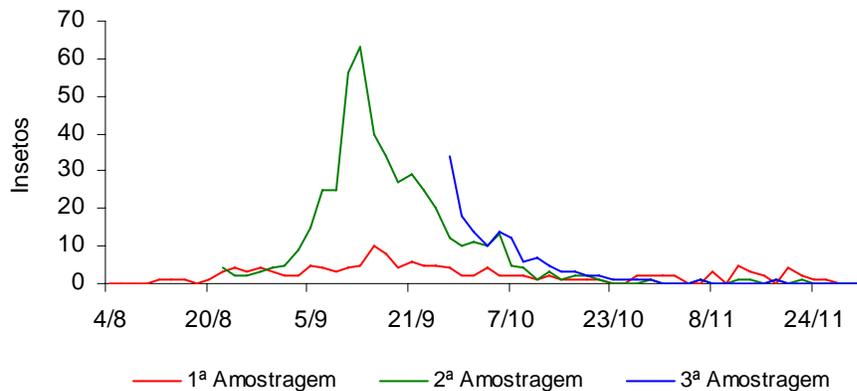
com 10.4% de insetos em fuga, apresentando 26% de suas sementes com dois ou mais orifícios de emergências (Figura 31).



**Figura 31:** Porcentagem de sementes atacadas com 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de bruchidae na primeira amostragem de frutos.

As outras áreas apresentaram percentuais de sementes com dois orifícios de emergências a baixo de 20% e quase ou nenhuma semente com três ou mais orifícios o que pode ter influenciado no percentual de insetos em fuga pelo mesmo orifício.

Na flutuação populacional dos bruquídeos em sementes de *A. lebeck*, verificou-se baixo número de insetos em ocorrência na primeira amostragem para a espécie *Bruchidius* sp. com as maiores médias de ocorrências acontecendo no mês de setembro, 30 dias após a amostragem dos frutos no campo (Figura 32). Já na segunda amostragem, registrou-se grande número de ocorrências de insetos apresentando pico de emergências em meados de setembro e na terceira amostragem, registro de maior média de ocorrência no primeiro dia de contagem dos insetos que se prosseguiram em decadência juntamente com as ocorrências de amostragens anteriores até o dia 23 de outubro.



**Figura 32:** Flutuação de indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. em amostras de frutos de *A. lebeck* em quarentena.

Os insetos desta espécie de bruquídeos (*Bruchidius* sp.) apresentaram período de emergência bastante homogêneo e definido entre as amostragens de frutos o que se observa que na primeira amostragem de frutos a densidade de posturas em frutos foi menor devido o reduzido número de insetos em oviposição e quando do repovoamento dos insetos pela segunda geração, os primeiros frutos já se encontravam em estágios avançados de maturação ou a morte dos insetos pela rápida perda de água das sementes nos frutos após a coleta.

A outra espécie de bruquídeo de ocorrência em sementes de *A. lebeck* (*M. paquetae*) apresentou médias de ocorrências bastante homogênea e com poucas variações ao longo de seu período de emergência para todas as amostragens de frutos, possuindo um pico de emergência definida em meados do mês de outubro para as duas últimas amostragens de frutos no campo (Figura 33).

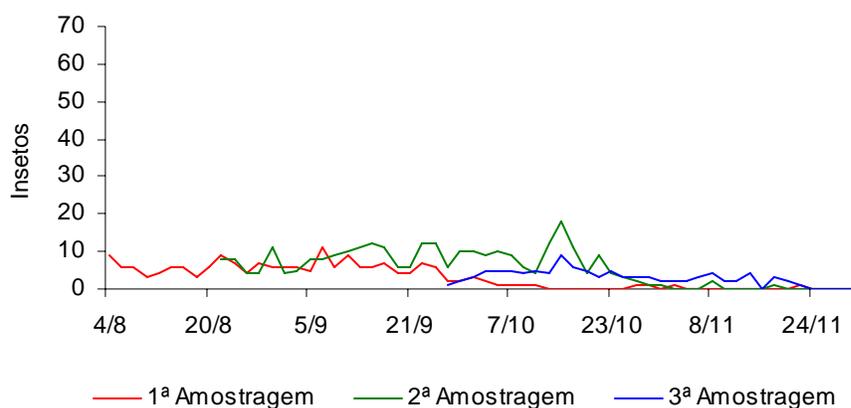


Figura 33: Flutuação de indivíduos da espécie *M. paquetae* em amostras de frutos de *A. lebeck* em quarentena

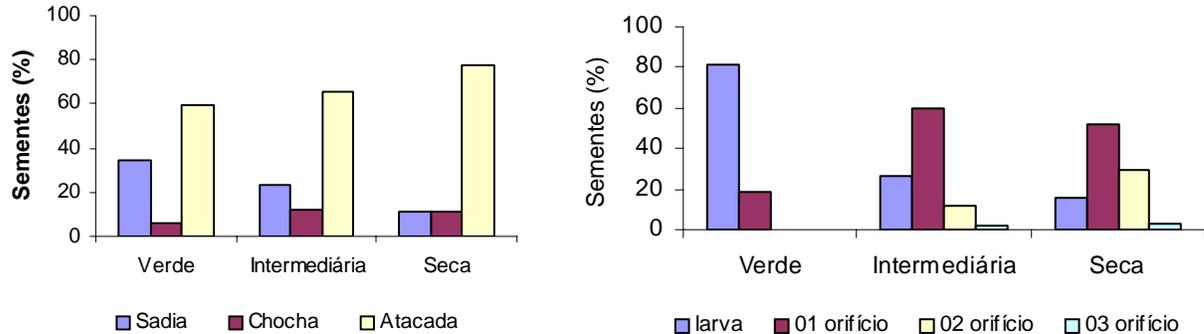
Observou-se diferenças no período de emergência dos insetos para as duas espécies, onde indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. apresentaram sincronização de emergências e em consequência maior número de indivíduos no mês de setembro o que não aconteceu com a espécie *M. paquetae* que apresentaram emergências regulares ao longo do tempo, o que pode ser explicado como estratégia da oviposição regular em frutos no campo em todos os estágios de maturação e com isso evitar a competição inter e/ou intraespecífica entre indivíduos na mesma semente pela diferença de estágios larvais.

#### 4.5 Influência da predação na viabilidade das sementes

Observou-se percentual de sementes sadias próximo a 40% em sementes em fase de maturação (verde) e redução à medida em que os processos de maturação e desidratação das sementes atingiram estágios mais avançados chegando a 10% na amostra de sementes em processo final de desidratação (Figura 34).

A maior porcentagem de sementes sadias em sementes ainda em fase de maturação dos frutos se deve, provavelmente, muitas das larvas ainda estarem em fase de posturas em superfície dos frutos ou em penetração da parede do fruto. Observa-se que a redução do percentual de

sementes sadias é favorecido com o avanço do processo de maturação dos frutos e sementes, produzindo em consequência, maior número de sementes danificadas.

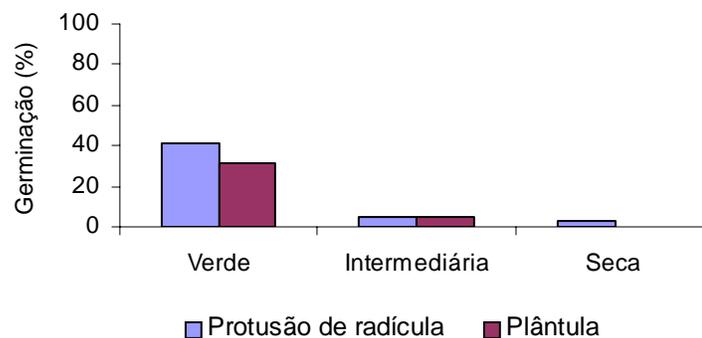


**Figura 34:** a) Qualidade das sementes. b) Percentual de sementes atacadas quanto aos danos por insetos.

O percentual de sementes chochas em sementes em fase de maturação de frutos (verdes) foi metade do percentual das outras amostras, podendo-se especular que o ataque de larvas em sementes nesta fase poderia ser a causa do aumento do número de sementes chochas no processo de desidratação.

Analisando o percentual de sementes atacadas, verificou-se que 80% das sementes em fase de maturação dos frutos (verdes) apresentaram somente orifícios de perfuração no tegumento pelas larvas reduzindo para 26% nas intermediárias e 15% nas sementes em estágio final de desidratação, registrando a presença de 10% de sementes com dois orifícios de emergência de insetos em sementes intermediárias, 30% em sementes secas e o surgimento de sementes com três orifícios de emergências nas duas últimas amostras.

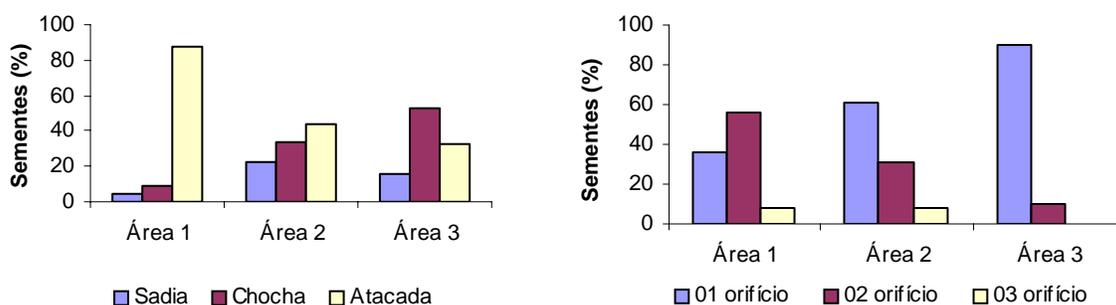
Na germinação, registrou-se percentual de 41% das sementes com emissão de radículas e 31% de plântulas para as sementes em fase de maturação (verde), para as outras amostras, percentuais abaixo de 5% de sementes com emissão de radículas e somente para a intermediária a presença de plântulas (Figura 35). O alto percentual de plântulas de sementes em fase de maturação se deve pela larva em início de seu desenvolvimento larval não ter causado danos ao embrião que comprometesse sua germinação.



**Figura 35:** Percentual de sementes com emissão de radículas e plântulas

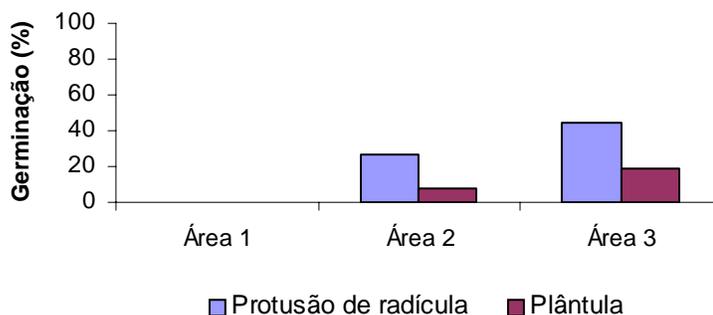
Segundo HARRINGTON (1972), sementes de muitas espécies em estágio imaturo pode ser removida da planta mãe e, se semeada imediatamente sem secar, germinará e produzirá uma planta normal. Ressaltando que a maturidade fisiológica da semente se dá com o máximo peso seco o que é acompanhado com a mudança da coloração do fruto ou semente.

Na figura 36 se tem a análise da qualidade de sementes secas de três locais de árvores agrupadas (Área 1, Área 2 e Área 3), registrando-se na amostra Área 1 percentual de 2% de sementes sadias, 22% e 15% para as amostras subsequentes, notificando a redução de sementes atacadas de 87% em sementes da primeira área, 44% para a segunda área e 32% para a última área de amostragem. observa-se aumento no percentual de sementes atacadas com um orifício e redução de sementes com dois orifícios nas amostras Área 1, Área 2 e Área 3, respectivamente.



**Figura 36:** Qualidade de sementes em porcentagem. b) Percentual das sementes atacadas quanto aos danos por insetos

Na germinação, registrou-se percentuais de sementes com emissão de radícula de 27% e 45% para as amostra de sementes provenientes das áreas 2 e 3, respectivamente, e 8% e 19% na mesma ordem de amostras, para plântulas (Figura 37). A Área 1 não apresentou nenhuma germinação de sementes.



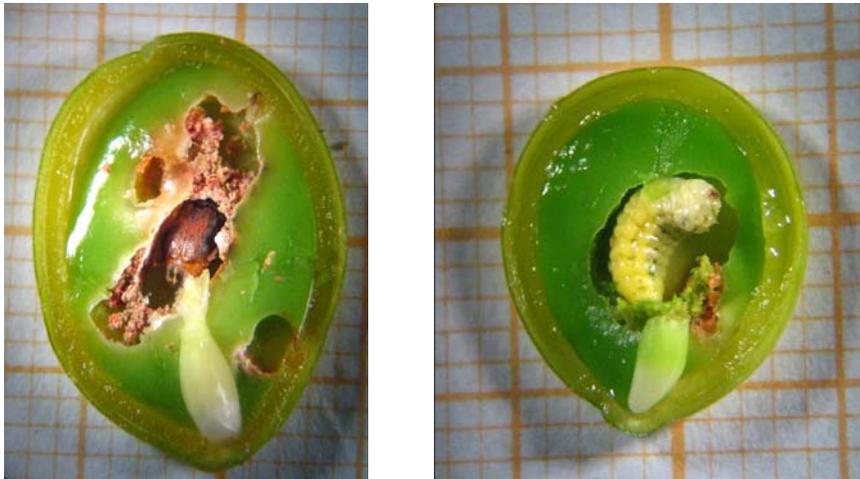
**Figura 37:** Percentual de sementes com emissão de radículas e plântulas

Observou-se que muitas sementes apresentaram protusão de radícula e que estas muitas das vezes não se transformaram em plântulas, isto se deve muitas das larvas no interior das sementes danificarem a plúmula do embrião (Figura 38) ou mesmo os danos aos cotilédones ser tão alto devido ao consumo das larvas em desenvolvimento de maneira que as reservas

energéticas se esgotaram não fornecendo energia suficiente para o desenvolvimento dos embriões como relataram SIEMENS et al. (1992).

Verificou-se que amostras que apresentaram aumento em número de sementes danificadas tiveram redução em número de sementes germinadas e das que apresentaram orifícios de emergências de insetos, decréscimo na taxa de germinação quanto ao número de orifícios em sementes.

Decréscimo no padrão de germinação de sementes com o aumento do número de larvas foi registrado por SCHELIN et al., (2004) em sementes de *Acacia macrostachya* atribuindo a baixa capacidade germinativa das sementes infestadas com duas larvas à extensão dos danos incorrida pelas larvas ao eixo embrionário e aos cotilédones.



**Figura 38:** Danos ao embrião pela larva de bruquídeos em sementes em fase de maturação

SOUTHGATE (1979) cita que algumas sementes infestadas por bruquídeos, apesar dos danos aos cotilédones, germinam a qual está correlacionada com o número de orifícios de emergências na semente quanto maior número de orifícios, menor taxa de germinação e vigor das plântulas.

SIEMENS et al. (1992) evidenciaram em suas pesquisas que algumas das sementes com um orifício de emergência de inseto atingiram o nível de plântulas com indicativo de danos por larvas em seus cotilédones quando de sua alimentação (Figura 39), e sementes com dois ou três orifícios não alcançaram o estágio de plântulas. Ressaltando que nos diversos anos de observações de plântulas na natureza, nunca se depararam com nenhuma plântula com orifício nos cotilédones como observaram em laboratório, sugerindo que a taxa de germinação seja ainda menor no campo.

Segundo SCHELIN et al. (2004), vários estudos demonstram que sementes infestadas com bruquídeo podem germinar embora a capacidade germinativa possa ser inferior que sementes sadias. Ressaltando que a capacidade de germinação de sementes infestadas com uma larva ser relativamente mais alta que sementes com mais de uma larva, indica que o hábito de alimentação e provavelmente a fase do desenvolvimento larval são fatores importantes que determinam o efeito da predação em viabilidade de sementes. Assim, coletas breves de sementes e sementeiras imediatas são aconselháveis para produção da ação desejada em viveiros.



**Figura 39:** Plântula com larva em seu cotilédone

Danos em sementes por insetos, principalmente na pré-dispersão, é de suma importância devido ao alto comprometimento do potencial germinativo das sementes o que possui forte influência na dinâmica das espécies nos ecossistemas.

## 5 CONCLUSÕES

1. O período que antecede a desidratação dos frutos e sementes é o período de maior êxito para que os insetos predadores de sementes pré-dispersão que depositam seus ovos sobre a superfície dos frutos atinjam o interior da semente para seu desenvolvimento larval.
2. Frutos que atingem a maturação prematuramente possuem maior comprimento e número de sementes sadias. Além de serem os precursores de insetos da segunda geração para a composição da população em infestação de frutos em maturação subsequentes.
3. Frutos com maturação tardia possuem maior número de posturas em sua superfície e maior número de larvas no interior de suas sementes.
4. A predação e intensidade de danos em sementes é favorecido com o aumento do nível de perturbação da área, ocorrendo o inverso para sementes abortadas.
5. A intensidade dos danos ao embrião por insetos em alimentação no interior das sementes possui forte influência em viabilidade das sementes produzidas.
6. A competição por recursos no interior das sementes por larvas é favorecida com a maturação tardia de frutos no campo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroforestry Database World Agroforestry Centre, Transforming Lives and Landscapes  
<http://www.worldagroforestry.org/>

ARRUDA, E. R. O Barbatimão. Arquivos do serviço florestal, Rio de Janeiro, v.4, p. 101-117, 1950.

ASHMORE, M. Plants and pollution. In.: Plant Ecology. CRAWLEY, M. J. (Ed.). Blackwell Science. Second Edition, 1997. p.568-581.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. Ecology : from individuals to ecosystems Fourth edition published 2006 by Blackwell Publishing Ltd. 759p.

BIGNAL, K. L.; ASHMORE, M. R.; HEADLEY, A. D.; STEWART, K.; WEIGERT, K. Ecological impacts of air pollution from road transport on local vegetation. Applied Geochemistry 22, 2007. p.1265-1271

BITTENCOURT, M. A. L. & BERTI FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera Revista Brasileira de Entomologia 48(1): 65-68, março 2004

BOHART, G. E. & KOERBER, T. W. Insects and seed production. In.: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). Seed Biology: Insects, and Seed collection, Storage, Testing, and Certification. Vol. III, Academic Press. New York and London. 1972. p.1-53.

BONDAR, G. 1936. Notas biológicas sobre bruquídeos observados no Brasil. Arquivos do Instituto de Biologia Vegetal 3: 7-44.

BORROR, D. J. & DELONG, D. M. Introdução ao Estudo dos Insetos. Rio de Janeiro: Aliança para o progresso. 1969. 651 p.

BRINDLEY, T.A.; CHAMBERLIN, J.C; HINMAN, F.G.; GRAY, K.W. (1946). The pea weevil and methods for its control. U.S., Dep. Agr., Farmers' Bull. 1971. p.1-24.

CARVALHO, A. G. & FACRE, J. R. N. Aspectos biológicos e danos de *Pygiopachimerus lineola* (Chevrolat, 1871) Floresta e Ambiente (Coleoptera: Bruchidae) em frutos de *Cassia* spp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA. Resumos... Campinas, SP. Sociedade Entomológica do Brasil, v.1, n.32, 1987.

CAMPAN, E.D.M.; CALLEJAS, A.; RAHIER, M.; BENREY, B. Interpopulation Variation in a Larval Parasitoid of Bruchids, *Stenocorse bruchivora* (Hymenoptera: Braconidae): Host Plant Effects. Environmental Entomology 34(2), 2005. p. 457-465

- CARLINI C. R. & GROSSI-DE-SÁ M. F. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bios insecticides. *Toxicon* 40, 2002. p.15–39.
- CENTER, T.D. & C.D. JOHNSON. Coevolution of some seed beetles (Coleoptera: Bruchidae) and their hosts. *Ecology* 55, 1974. p.1096-1103.
- CRAWLEY, Population dynamics. In.: Natural Enemies:the Population Biology of Predators, Parasites and Diseases. CRAWLEY, M.J. (Ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1992a. p.40-89.
- CRAWLEY, Seed predator and population dynamics. In.: Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities. FENNER, M. (Ed.), CAB International, Wallingford. 1992b.
- CRAWLEY, M. J. Life history and environment. In.: Plant Ecology. CRAWLEY, M. J. (Ed.). Blackwell Science. Second Edition, 1997a. p.73-131.
- CRAWLEY, M. J. Plant-Herbivore dynamics . In.: Plant Ecology. CRAWLEY, M. J. (Ed.). Blackwell Science. Second Edition, 1997b. p.401-474.
- CUEVAS-REYES, P.; QUESADA, M.; HANSON, P. AND OYAMA, K. Interactions Among Three Trophic Levels and Diversity of Parasitoids: A Case of Top-Down Processes in Mexican Tropical Dry Forest ENVIRONMENTAL ENTOMOLOGY 36(4), 2007. p.792-800.
- DALL’OGLIO, O. T.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, F. A.; PINTO, R. Himenópteros parasitóides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 123-129, 2002
- DE CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In.: FERREIRA, A. G. & BORGHETTI, F. (org.) Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.51-67.
- DeSTEVEN, D. Reproductive consequences of insect seed predation in *Hamamelis virginiana*. *Ecology* 64 (1), 1983. p.89–98.
- DUNPHY, B.K & HAMRICK, J.L. Gene flow among established Puerto Rican populations of the exotic tree species, *Albizia lebbbeck*. *Heredity* 94, 2005. p.418–425.
- DUTRA, A. S.; FILHO, S. M.; DINIZ, F. O. Dormência, substrato e temperatura para germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbbeck* (L.) *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.38, n.3, p.291-296, Jul.-Set., 2007
- FERRAZ, F. C. & CARVALHO, A. G. Ocorrência e danos por *Pygiopachymerus lineola* (Chevrolat, 1871) (Coleoptera:Bruchidae) em frutos de *Cassia fistula* no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. *Revista Biotemas*, 14 (1) : 137- 140, 2001.

- FERRAZ, F. C.; CARVALHO, A.G., SOUSA, N, J. Eficiência de armadilhas de impacto para levantamento de coleopteros em vegetação ciliar em Pinheiral, RJ. IN: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóias, SP, Anais... Vol. II, P. 142 - 145, 1998.
- FIGUEIRA, L. K. & CARVALHO, A. G. Avaliação de frutos de *Albizia lebeck* e danos causados por *Merobruchus paquetae*. Revista de Agricultura. Piracicaba, SP, 78(1): 67-76. 2003.
- FIGUEIREDO, P. S.; GIRNOS, E. C.; SANTOS, L. S. Predação e parasitismo em sementes de duas populações de *Parkia platycephala* Benth., em áreas de cerrado no nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica., V.31, n.2, p.245-251, 2008
- GALLO, D.; NAKANO, O. SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. R. A.; ALVES, S. B. VENDRAMIM, J. D. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo: CERES, 1988. 649 p.
- GUEDES, R. N. C.; GUEDES, N. M. P.; SMITH, R. H. Larval competition within seeds: From the behaviour process to the ecological outcome in the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. Journal compilation. Ecological Society of Australia Austral Ecology (2007) 32, 697-707
- HABIB, M. E. M. Manejo Integrado de Pragas Florestais. I Simpósio Sobre Controle Integrado de Pragas Florestais. Silvicultura, São Paulo, v.10, n. 39, p. 19-20, 1984.
- HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In.: KOZLOWSKI, T.T. (Ed). Seed Biology: Insects, and Seed collection, Storage, Testing, and Certification. Vol. III, Academic Press. New York and London. 1972. p.145-245.
- HETZ, M. & C.D. JOHNSON. 1988. Hymenopterous parasites of some bruchid beetles of North and Central America. Journal Stored Products Research. 24: 131-143
- HOLTZ, A. M.; OLIVEIRA, H. G.; PALLINI, A.; VENZON, M.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, C. L.; MARINHO, J. S. & ROSADO, M. C. Desempenho de *Thyrintina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em Eucalipto e Goiaba: o Hospedeiro Nativo Não é um Bom Hospedeiro? Neotropical Entomology 32(3):427-431 (2003).
- HOWE, R. W. Insects attacking seeds during storage. In.: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) Seed Biology: Insects, and Seed collection, Storage, Testing, and Certification. Vol. III, Academic Press. New York and London. 1972. p.247-300.
- HOWE, H. F. & WESTLEY, L.C. Ecology of pollination and seed dispersal. In.: Plant Ecology. CRAWLEY, M. J. (Ed.). Blackwell Science. Second Edition, 1997. p.262-283
- JANZEN, D. H. Seed-eaters vs. seed size, number, toxicity, and dispersal. *Evolution* 23:1-27. 1969.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Am. Nat.* 104:501-528. 1970.

- JANZEN, D. H. Seed predation by animals. *Annual Review Ecology and Systematics*. 2:465–492. 1971a.
- JANZEN, D.H. Escape of *Cassia grandis* L. beans from predators in time and space. *Ecology* 52: 964-979. 1971.
- JANZEN, D. H. Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. *Journal of Ecology*, 68: 929-952. 1980.
- JOHNSON, C.D. Interactions between bruchid (Coleoptera) feeding guilds and behavioral patterns of fruits of the Leguminosae. *Environment Entomologic* 10: 249-253. 1981.
- JOHNSON, C. D. Adaptive radiation of *Acanthoscelides* in seeds: examples of legume-bruchid interactions. C. H. STIRTON & J. L. ZARUCCHI (eds.). *Advances in legume biology. Monographs in Systematic Botany* 29: 747-779. 1989.
- JOHNSON, C.D. & D.H. SIEMENS,. Oviposition behavior, guilds, host relationships and new host and distribution records for the genus *Merobruchus* Bridwell (Coleoptera: Bmchidae). *Coleopterists Bulletin*, 51 (1): 13-21. 1997
- JOHNSON, C. D.; ROMERO, J.; RAIMÚNDEZ-URRUTIA, E. Ecology of *Amblycerus crussipunctatus* Ribeiro-Costa (Coleoptera:Bmchidae) in seeds of Humiriaceae, a new host family for bmchids, with an ecological comparison to other species of *Amblycerus*. *The Coleopterists Bulletin*, 55(1):37–48. 2001.
- JOHNSON, C.D. & J. ROMERO. A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera). *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, 48 (3): 404-408. setembro 2004.
- JØKER, D. *Albizia lebeck* (L.) Benth. SEED LEAFLET Danida Forest Seed Centre Denmark No. 7 September 2000 Website: www.dfsc.dk  
Author: Jøker, Dorthe *Albizia lebeck* (L.) Benth. SEED LEAFLET Danida Forest Seed Centre Denmark No. 7 September 2000 Website: www.dfsc.dk
- KAGEYAMA, P.Y. & PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Fatores que afetam a produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). *Sementes Florestais Tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993.p.19-46.
- KASHIWABA, K.; TOMOOKA, N.; KAGA, A.; HAN, O.K.; VAUGHAN, D. A. Characterization of Resistance to Three Bruchid Species (*Callosobruchus* spp., Coleoptera, Bruchidae) in Cultivated Rice Bean (*Vigna umbellata*) *JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY* 96(1): 207-213. 2003.
- KERGOAT, G.J.; DELOBEL, A.; FÉDIÈRE, G.; LE RÜ, B.; SILVAIN, J.F. Both host-plant phylogeny and chemistry have shaped the African seed-beetle radiation *Molecular Phylogenetics and Evolution* 35, 2005. p.602–611

- KERGOAT, G.J.; SILVAIN, J.F.; BURANAPANICHPAN, S.; TUDA, M. When insects help to resolve plant phylogeny: evidence for a paraphyletic genus *Acacia* from the systematics and host-plant range of their seed-predators. *Zoologica Scripta*, 36, 2, March 2007, p.143–152.
- KINGSOLVER, J. M. 2002. Bruchidae. *In: American Beetles, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionidae*. ARNET JR., R.H. THOMAS, M. C. SKELLEY, P. E. and FRANK, J. H. (eds). CRC Press. p. 602-612.
- KLIPS, R. A.; SWEENEY, P. M.; BAUMAN, E. K. F.; SNOW, A. A. Temporal and Geographic Variation in Predispersal Seed Predation on *Hibiscus moscheutos* L. (Malvaceae) in Ohio and Maryland, USA. *THE AMERICAN MIDLAND NATURALIST* 154(2):286–295, 2005.
- LARA, F. M. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2ª ed., São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.
- LEE, T.D. Patterns of fruit and seed production. In: J. Lovett & L.L. Doust (eds.). *Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies*. Oxford University press, Oxford. 1988. p. 179-201.
- LIMA, C. A. M. Insetos do Brasil. Coleopteros. 3ª parte - Escola Nacional de Agronomia . Rio de Janeiro, série didática, 1955.
- LINK, D.; COSTA, E. C.; ROMAGNA, A. L. Danos causados por *Merobruchus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de angico, *Parapiptadenia rígida* (benth.) (Leguminosa). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6. Nova Prata, 1988. Anais.
- LINK, D. & COSTA, E. C. Alguns problemas fitossanitários em viveiros de essências florestais no Rio Grande do Sul. In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais, 6: Situação da Entomologia e da Patologia Florestal no Brasil, Anais..., Curitiba, EMBRAPA – URPFCS, p.3-51, 1983.
- LISBOA, P. L. B. Predação em sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Palmae). *Ciência e Cultura*, 28(7): 764-767, 1975.
- LOREA-BAROCIO, J. C.; ROMERO-NÁPOLES, J.; VALDEZ-CARRASCO, J.; CARRILLO-SÁNCHEZ, J. L. Especies y hospederas de los Bruchidae (Insecta: Coleoptera) del Estado de Jalisco, México. *Agrociencia*, Julio-Agosto, Volumen 40, Número 4, 2006
- LORENZI, H. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ª ed. Nova Odessa, SP. Editora Plantarum. 1998.
- LOUDA, S. M. & POTVIN, M. A. Effect of inflorescence-feeding insects on the demography and lifetime fitness of a native plant. *Ecology*, vol.76, p.229–245, 1995.
- MBATA, G. N.; SHU, S.; PHILLIPS, T. W.; RAMASWAMY, S. B. Semiochemical Cues Used by *Pteromalus cerealellae* (Hymenoptera: Pteromalidae) to Locate Its Host, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) *ANNALS OF THE ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA* 97(2): 353–360 (2004)

- MESSINA, F. J. Predictable modification of body size and competitive ability following a host shift by a seed beetle. *Evolution*, 58(12), 2004, p. 2788–2797
- MITCHELL, R. The evolution of oviposition tactics in the bean weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Ecology*, vol.56, p.696-702, 1975.
- MOHANAN,C.; CHACKO, K.C. CHANDRAN, A.; VARMA, G. Seed health problems in tropical forest tree seeds and their impact on seedling production. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 11  
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp011.htm>
- MONTE, O. Breve notícia sobre uma praga de canafístula. *Chácaras e Quintais*, São Paulo vol.52, n.4, p.481, 1935.
- MORAES, G. J.; RAMALHO, F. S.; SOUZA, S. M. Insetos associados às sementes de forrageiras e essências florestais no trópico semi-árido do Brasil. Pesquisa em andamento, EMBRAPA: CPATSA, v. 11, n. 3, p. 1-2, 1983.
- MORSE, G. E. & FARRELL, B. D. Ecological and evolutionary diversification of the seed beetle genus *stator* (coleoptera: chrysomelidae: bruchinae). *Evolution*, 59(6), 2005, p. 1315-1333
- NASCIMENTO, L. S. Insetos associados a predação de sementes das essências florestais *Albizia lebbek* e *Pithecolobium tortum*, Seropédica, RJ. Monografia. 47 p. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006
- NAFRIA, J. M. N. & DURANTE, M. P. M. Tratado de Entomologia. Barcelona: Ediciones Omega S. A .,1985. 599p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Tropical legumes: Resources for the Future. Washington: National Academy of Sciences, 1979. 331p.
- NOGUEIRA, E. M. L. & ARRUDA, V. L. V.. Frutificação e danos em frutos e sementes de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosae, Papilionoideae) em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC. *Biotemas*, 19 (4): 41-48, dezembro de 2006
- NOTMAN, E. & GORCHOV, D. L. Variation in Post-dispersal Seed Predation in Mature Peruvian Lowland Tropical Forest and Fallow Agricultural Sites. *BIOTROPICA* 33(4): 621–636, 2001
- PARROTTA, J. A. 1987. *Albizia lebbek* (L.) Benth.Csirir. Res. Note SO-ITF-SM-7. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- PEDROSA-MACEDO, J. H. Os coleópteros nos reflorestamentos brasileiros. (Mimeografado). Curso sobre atualização em Proteção Florestal, realizado pela FUPEF. Curitiba, 1989. 13p.

- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. & AGUIAR, I. B. Fatores que afetam a produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). Sementes Florestais Tropicais. Brasília: ABRATES, 1993.p.215-274.
- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. & PIRATELLI, Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). Sementes Florestais Tropicais. Brasília: ABRATES, 1993.p.47-81.
- PUZZI, D. 1977. Manual de armazenamento. Ed. Ceres. São Paulo, SP. 405 p.
- RICHARDS, O. W. & DAVIES, R. G. Tratado de Entomologia IMMS. 10º Ed., Vol. II, Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1984. 998p.
- REGO, O .L. M. Considerações sobre *Hipsipyla grandella* (Zeller,1848) como broca do fruto da Andirobeira. Boletim Fitossanitário, Rio de Janeiro, v.8, n.1/2, p.39-42, 1960.
- RIBEIRO-COSTA, C. S. & A. S. COSTA. 2002. Comportamento de oviposição de Bruchidae (Coleoptera) predadores de sementes de *Cassia leptophylla* Vogel (Caesalpinaceae), morfologia dos ovos e descrição de uma nova espécie. Revista Brasileira de Zoologia 19 (Supl.1): 305-316.
- ROCHA, E. A.; BRAGA, D. L.; GONZAGA, A. P. D.; NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; LUZA, G. R. & MAGALHÃES, C. H. P. Efeitos da espessura do tegumento na germinação de sementes de *Machaerium Opacum* (fabaceae: faboideae). Cerrado, VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003. p. 431-432.
- ROHNER, C., WARD, D., Large mammalian herbivores and the conservation of arid *Acacia* stands in the Middle East. Cons. Biol. 13, 1162–1171. 1999.
- ROJAS-ROUSSE, D. Persistent pods of the tree *Acacia caven*: a natural refuge for diverse insects including Bruchid beetles and parasitoids Trichogrammatidae, Pteromalidae and Eulophidae. Journal of Insect Science, 2006.
- ROMERO, N., J. Los Bruchidae de México (Insecta: Coleoptera). In: Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. LLORENTE, J. B. y J. J. MORRONE (eds). Vol. III. Fac. Ciencias, UNAM. 2002. 710 p.
- SANTOS, G. P.; ANJOS, N. & ZANUNCO, J. C. Bionomia de *Merobruchus paquetae* Kingsolver, 1980 (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de *Albizia lebbek* Benth (Leguminosae: Mimosoideae). Revista Árvore, v.9, n.1, p.87-99. 1985.
- SANTOS, G. P.; ARAÚJO, F. da S.; NETO, H. F.; MONTEIRO, A. J. A. Danos em sementes de *Cassia ferruginea* causados por *Zabrotes interstitialis*, *Pygiopachymerus lineola* (Coleoptera: Bruchidae) e um Lepidoptera (Pyralidae). Revista Brasileira de Entomologia, São Paulo, 54 (2): 311-316.1994.

SANTOS, G. P.; ARAÚJO, F. S.; MONTEIRO, A. J. A.; NETO, H. F. Danos causados por *Plocetes* sp. (Coleoptera; curculionidae) e lepidoptera em sementes de guiné-do-mato, *Coutareae hexandra* (Rubiaceae). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 238, p. 608-613, 1994.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V.; LÉO, E. A.; DUARTE, N. F. Notas preliminares sobre danos causados por *Hexachaeta* sp. (Diptera:Tephritidae) em sementes de papagaio- *Aegiphila sellowiana* Cham., 1832 (Verbenaceae). Viçosa-MG, *Revista Cerne*, v.2, n.2, p. 152-160, 1996.

SARI, L.T.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; MEDEIROS, A.C.S. Insects Associated with Seeds of *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Fabaceae) in Tres Barras, Parana, Brazil. *Neotropical Entomology* 31(3), July - September 2002. p. 483-486

SARI, L.T.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; ROPER, J.J.. Dinâmica populacional de bruquíneos (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae). *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (1): 169–174, março 2005.

SARI, L. T. & RIBEIRO-COSTA, C. S. Predação de sementes de *Senna multijuga* (Rich) H. S. Irwin & barneby (Caesalpinaceae) por Bruquíneos (Coleoptera: Chrysomelidae). *Neotropical Entomology*. 34 (3): 521 – 525, 2005.

SCHERER, K. Z. & ROMANOWSKI. H. P. Predação de *Megacerus baeri* (Pic, 1934) (Coleoptera: Bruchidae) sobre sementes de *Ipomoea imperati* (Convolvulaceae), na praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. *Revista Biotemas*, 18 (1): 39 - 55, 2005.

SCHMALE, I.; WACKERS, F. L.; CARDONA, C.; DORN, S. Field Infestation of *Phaseolus vulgaris* by *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), Parasitoid Abundance, and Consequences for Storage Pest Control. *ENVIRONMENTAL ENTOMOLOGY*, Vol. 31, no. 5, October 2002. p. 859-863

SCHMALE, I.; WACKERS, F. L.; CARDONA, C.; DORN, S. Biological control of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), by the native parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) on small-scale farms in Colombia. *Journal of Stored Products Research* 42, 2006. p.31-41

SCHUPP, E. W. Annual variation in seedfall, postdispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. *Ecology* 71: 504–515. 1992.

SERRANO, M.A. Dispersão de *Albizia lebbek* (L.) Benth em área urbana - Cuiabá, MT. *Revista Agricultura Tropical*, Cuiabá, v.4, n.1, p.112-117, 2000.

SIEMENS, D. H.; JOHNSON, C. D.; WOODMAN, R. L. Determinants of Host Range In Bruchid Beetles Woodman Source: *Ecology*, Vol. 72, No. 5, (Oct., 1991), pp. 1560-1566

SILVA, P. Bruquídeos associados às sementes de palmeiras na Bahia, Brasil (Coleoptera, Bruchidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 18:155-168. 1989.

- SILVA, L. A.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; ROSSI, M. N. A Preliminary Investigation of Pre-Dispersal Seed Predation by *Acanthoscelides schrankiae* Horn (Coleoptera: Bruchidae) in *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze Trees. *Neotropical Entomology* 36(2):197-202. 2007
- SOUTHGATE, B. J. Biology of Bruchidae. *Annual Review of Entomology*, v. 24, p. 449-473, 1979.
- SOUZA, A. J. Tegumento de sementes de *Albizia sp* como barreira contra a penetração dos insetos *Callosobruchus maculatus* e *Zabrotes subfasciatus* Monografia apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes – RJ. 59p., 2006
- SOUZA, A. J. Tegumento de sementes não-hospedeiras como barreiras contra a penetração do bruquídeo *Callosobruchus maculatus*: ênfase no tegumento de sementes de *Albizia sp* Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes – RJ. 88p., 2009.
- SPIRONELLO, W. R.; SAMPAIO, P.T. B.; RONCHI-TELES, B. Produção e predação de frutos em *Aniba rosaeodora* Ducke var. *amazonica* Ducke (Lauraceae) em sistema de plantio sob floresta de terra firme na Amazônia Central. *Acta Botanica Brasileira* 18(4): 801-807, 2004.
- SUNDARAVALLI, M. & PALIWAL, K. Effect of *Albizia lebbek* plantation on the nutrient cycling in a semiarid Grazingland. *Tropical Ecology* 43(2): 305-314, 2002
- TAKAKURA, K. The seed specialist seed predator *Bruchidius dorsalis* (Coleoptera: Bruchidae) plays a crucial role in the seed germination of its host plant, *Gleditsia japonica* (Leguminosae). *Functional Ecology* 16: 252–257, 2002..
- TAMURA, S., HIARA, T. Proximate factors affecting fruit set and seed mass of *Styrax obassia* in a masting year. *Ecoscience* 5:100–107, 1998.
- TUDA, M. A New Species of *Bruchidius* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) from *Albizia* in Northern Thailand and a Review of *Bruchidius* Group 5. *ZOOLOGICAL SCIENCE* 25: 451–454. 2008.
- VERNALHA, M .M. *Heilipus parvulus* Bohn, 1843, praga da imbúia *Phoebe porosa*, no Horto florestal de Vilha Velha. *Arquivo de Biologia e tecnologia*, Curitiba, v.8, n.3, p.309-312, 1953.
- VOLTOLINI, J. C. & ESTRADA, C. Seleção de sementes por predadores na escala da paisagem, de populações e de indivíduos. *Floresta Tropical Pluvial Atlântica*, VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003. 274-275.
- YAMADA, M.V. Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em área de Mata Atlântica do Parque estadual do Jaraguá. São Paulo/ SP. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: UFSCar, 2001. 79p

YAMAMOTO, M. Influência de bruquídeos na produção de sementes de *Syagrus flexuosa* (Arecaceae) em uma área de cerrado sensu stricto. VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003. Volume I, 524-525. 2003.

ZHANG, J.; DRUMMOND, F. A.; LIEBMAN, M.; HARTKE, A. Insect Predation of Seeds and Plant Population Dynamics - Department of Applied Ecology and Environmental Sciences, University of Maine, Orono, Maine. *Technical Bulletin 163*, 1997. 32p.

ZAR, J. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 662 p. 1996.

ZIMMERMAN, M. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. In: J. Lovett & L.L. Doust (eds.). *Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies*. Oxford, University press, Oxford. 1988. p. 157-178.