

TADEU ROBSON MELO CAVALCANTE

POLINIZAÇÕES MANUAL E NATURAL DA GRAVIOLEIRA
(*Annona muricata* L., Annonaceae)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

TADEU ROBSON MELO CAVALCANTE

POLINIZAÇÕES MANUAL E NATURAL DA GRAVIOLEIRA
(Annona muricata L., Annonaceae)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de fevereiro de 2000.

Prof.^a Milene Faria Vieira
(Conselheira)

Prof. Gilberto Bernardo de Freitas
(Conselheiro)

Prof. Marcelo Coutinho Picanço

Prof. José Ivo Ribeiro Júnior

Prof. José Cola Zanuncio
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais Irapuan e Maria Santana.

Aos meus irmãos Clistenis e Priscila.

À minha noiva Elizabete.

À minha amiga Milene.

À minha cunhada Stella.

AGRADECIMENTO

Gostaria de expressar minha profunda gratidão às várias pessoas que me ajudaram e apoiaram durante a realização do mestrado. Seria impossível mencionar todas, entretanto estou especialmente grato:

À minha família, pelo constante amparo e amor.

À Elizabete, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro durante toda a execução deste trabalho.

À professora Milene Faria Vieira, pelas incansáveis leituras e correções desta dissertação, pelo incentivo, pelo apoio e pela contribuição com seus valiosos conselhos.

À Stella, pelo apoio e pela generosidade.

À Universidade Federal de Viçosa, por acolher-me na graduação, e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor José Cola Zanuncio, pela amizade e confiança.

Ao professor Gilberto Bernardo de Freitas, pelas sugestões e pelo incentivo.

Ao professor Marcelo C. Picanço, pela oportunidade de trabalhar no Setor de Entomologia Agrícola, pela orientação na iniciação científica e pelos valiosos conselhos.

À professora Rita M. de Carvalho-Okano, pela atenção e amizade.

Ao pesquisador Antônio Carlos Webber, pelas sugestões e pela amizade.

Ao José Luiz Mosca, pela amizade e pelo estímulo.

Aos meus amigos Carlos César Menezes e June Menezes, pela hospitalidade nos primeiros dias em Viçosa, pela amizade e pelo apoio ao longo de todo esse tempo.

À professora e amiga Maria da Conceição Ianino Fortes, pela paciência e dedicação no ensino da física e pelo apoio durante a graduação.

Aos meus amigos André Tôrres, Marlon Sposti, Marlon Cristian, Fábio, Raunira, Rejane, Josete Pertel, Tais, Leandro Skrowronski, Walter, Aderbal Rocha, Marcelo R. Melo e ao casal Fábio Suinaga e Cristina Bastos, pela ajuda e convivência agradável.

À Jane, pelo carinho, pela atenção e pela amizade.

Aos meus amigos da Entomologia Ailton Lôbo, Herbert Siqueira, Fernando Cantor, Flávio Marquini, Alfredo Gonring, Leandro Bacci, Ivênio e Germano, pelo companheirismo e pela amizade.

Aos amigos Thomaz Ovawa e Kátia Ovawa, pela generosa hospitalidade em Colônia de Una e pelo apoio.

Aos amigos Carlos Niella e Tânia Niella, pela hospitalidade, pela amizade, pelo apoio e por tornarem possível o meu trabalho de campo.

Ao Sr. Henrique, à Sra. Maria Auxiliadora e ao Gustavo (Guiga), pelo apoio, pela hospitalidade e pela amizade.

Ao amigo Fernando Vaz-de-Mello, pela ajuda na identificação dos Scarabaeidae e pela atenção.

Aos professores do Setor de Fruticultura da UFV Cláudio Bruckner, Flávio Couto, Luiz Salomão, Sérgio Motoike, Dalmo Siqueira e Gerival Vieira, pela contribuição na minha formação profissional.

Ao professor José Maria Moreira Dias, pelo incentivo.

Aos meus amigos Fabiano Murta, Alessandro Vieira e Leila Leal, pela convivência de república, pela amizade e pelos momentos alegres.

Aos meus amigos Silvio Omori e Ênio, sem os quais jamais teria conhecimento a respeito do cultivo de gravioleras na propriedade do Sr. Jesús, pelo estímulo.

Ao Dr. Everardo, pela atenção, amizade e identificação dos Scarabaeidae e pelas sugestões valiosas.

A Mailson Rêgo, pelas conversas esclarecedoras e pela amizade.

Ao meu amigo Robson Geraldine, pela tradução dos artigos em francês e pela atenção.

Ao pesquisador Victor Hugo Vargas Ramos, pelo envio de artigos e pelas sugestões.

Aos meus amigos Hélio Andrade Jr., Marcelo Mesquita, Kleber Kamma e José Pimenta, porque juntos sorrimos, choramos, nos alegramos e seguimos em frente.

Ao meu amigo Gilmar Gellati, pela amizade duradoura.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, por sempre nos receberem bem, em especial a Cássia, Mara, Eva, Marise, Luizinho, Caetano e Vicente.

Ao Reinaldo, pelos excelentes desenhos que compõem este trabalho.

Ao Paulo G. Berger, pelos conselhos, pelo incentivo e pela amizade.

Ao Walter Brune, por ter se disposto a ouvir minhas indagações e aconselhar-me sempre que o procurava.

À Purificación Rosell Garcia, pela atenção, pela cordialidade e pelo envio de trabalhos.

À Angeles P. de Oteyza, pela atenção e cordialidade.

BIOGRAFIA

TADEU ROBSON MELO CAVALCANTE, filho de Irapuan Holanda Cavalcante e Maria Santana de Melo Cavalcante, nasceu em 21 de agosto de 1969, em Natal, Rio Grande do Norte.

Em outubro de 1990, graduou-se em Administração Rural pela Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

Em 1992, iniciou o Curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em julho de 1997.

Em agosto de 1997, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na UFRV, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2000.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Dados taxonômicos e distribuição geográfica.....	4
2.2. Morfologia e biologia floral.....	4
2.3. Sistema reprodutivo.....	7
2.4. Visitantes florais.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Locais de estudo.....	10
3.2. Morfologia e biologia floral.....	13
3.3. Sistema reprodutivo.....	13
3.4. Visitantes florais.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Morfologia e biologia floral.....	17
4.2. Sistema reprodutivo.....	22
4.3. Visitantes florais.....	27
5. RESUMO E CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

EXTRATO

CAVALCANTE, Tadeu Robson Melo. M. S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2000. **Polinizações manual e natural da gravioleira (*Annona muricata* L., Annonaceae)**. Orientador: José Cola Zanuncio. Conselheiros: Milene Faria Vieira e Gilberto Bernardo de Freitas.

Este trabalho teve por objetivo investigar os agentes polinizadores de *A. muricata*, bem como analisar a morfologia e biologia floral e o sistema reprodutivo dessa espécie. Os estudos foram realizados em pomares localizados em Visconde do Rio Branco (VRB), MG, e Una, BA. Os visitantes florais foram observados ao longo do dia e da noite, sendo anotados seu comportamento, e horário de visita, bem como o recurso utilizado. Os insetos foram capturados e etiquetados, sendo alguns deles depositados na coleção do Museu Regional de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e outros enviados a especialistas. Flores em estádios diferentes de desenvolvimento foram analisadas à lupa e desenhadas. Outras flores foram observadas em dias consecutivos sendo anotados dados sobre o período e os eventos da antese. O odor das flores foi testado, assim como a viabilidade dos grãos de pólen. Os tratamentos realizados para estudar o sistema reprodutivo consistiram de polinização aberta, polinizações cruzadas (geitonogamia e xenogamia) e autopolinização espontânea. As flores apresentam características da cantarofilia (polinização por coleópteros),

ou seja, são grandes, possuem cores pálidas (verde e amarelo-pálido), recurso floral (tecidos nutritivos) acessível e forte odor à noite. Outra característica importante ligada a essas flores é a "câmara de polinização", um espaço dentro da flor formado pelas pétalas internas envolvendo frouxamente o androceu e gineceu. Os grãos de pólen, organizados em tétrades, apresentaram, em média, 86% de viabilidade. As flores duraram quatro dias, sendo nos três primeiros dias funcionalmente femininas; no quarto dia, ao entardecer, ocorreu a deiscência das anteras, caracterizando a fase masculina. Os resultados das polinizações manuais indicaram que *A. muricata* é autocompatível, embora a dicogamia protogínica dificulte a autopolinização. Não houve diferença significativa entre os resultados obtidos dos testes de polinizações cruzadas. No pomar localizado em Una, BA, a taxa de frutificação da polinização aberta foi de 95,2% e, em VRB, MG, de 11,7%. A preservação da vegetação nativa (floresta atlântica) em Una e a sua localização próxima ao pomar parecem ser a razão dessa alta taxa de frutificação, pois favorecem a manutenção dos agentes polinizadores de *A. muricata*. Tais resultados evidenciaram que essa espécie é dependente de vetores de pólen para sua reprodução. As flores foram polinizadas por *Cycocephala vestita* Höhne, 1923 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae), em Una, e por *Cyclocephala hirsuta* Höhne, 1923, em VRB. As visitas se iniciavam por volta das 18 h e 30 min, podendo prolongar-se, em dada flor, por dois ou três dias consecutivos. Nesse período, as flores apresentavam-se na fase feminina, e os besouros alimentavam-se de tecidos nutritivos, localizados nas pétalas internas. Por volta das 18 h do quarto dia, as anteras se abriam, e o corpo dos besouros ficava coberto de pólen. Logo após, as pétalas caíam, desabrigando esses insetos, que, provavelmente, foram atraídos por outras flores em fase feminina.

ABSTRACT

CAVALCANTE, Tadeu Robson Melo, M. S., Universidade Federal de Viçosa, december, 2000. **Manual and natural pollination of soursop (*Annona muricata* L., Annonaceae)**. Adviser: José Cola Zanuncio. Committee Members: Milene Faria Vieira and Giberto Bernardo de Freitas.

The objective of this work was to investigate pollinator agents of *A. muricata*, and to analyze the morphology and floral biology and the reproductive system of this species. The studies were carried out in orchards located in Visconde de Rio Branco (VRB), MG, and Una, BA. The floral visitors were observed during the day and the night, being recorded their behavior and time of visit, as well as the utilized mode. The insects were captured and tagged, being some of them placed in the collection of the Regional Museum of Entomology at the Federal University of Viçosa (UFV) and some sent to experts. Flowers in different stages of development were analyzed through magnifying glass and their pictures were drawn. Other flowers were observed in consecutive days, and data on period and events of anthesis were recorded. Flower smell was tested, as well as pollen viability. The treatments carried out to study the reproductive system consisted of open-pollination, cross-pollination (geitonogamy and xenogamy) and spontaneous self-pollination. The flowers present cantharophilic characteristics (pollination by coleopteran), that is, they are large in size, of pale

colors (green and pale-yellow), floral recourse (nutrient tissues) accessible and strong smell by night. Another important characteristic linked to this flowers is the “pollination chamber”, a space within the flower that is formed by the internal petals loosely involving the stamens and gynoecium. The pollen grains, organized in tetrads, showed 86% of viability, in average. The flowers lasted four days, being functionally female in the three first days; in the fourth day, by the late afternoon, the anther dehiscence occurred, characterizing the male phase. The results of the by-hand pollinations indicated that *A. muricata* is self-compatible, although the protoginic dichogamy makes self-pollination difficult. There was no significant difference between the results obtained from the cross pollination tests. In the orchard localized in Una, BA, the fructification rate from the open-pollination was 95.2%, and in VRB, MG, 11.7%. The conservation of native forest (Atlantic Forest) in Una and its localization near the orchard seem to be the reason for this high fructification rate, as they favour the maintenance of pollinator agents of *A. muricata*. Such results made evident that this species is dependent on pollen vectors for its reproduction. Flowers were pollinated by *Cycocephala vestita* Höhne, 1923 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae), in Una, and by *Cyclocephala hirsuta* Höhne, 1923, in VRB. Visits started around 18.30 hr, and could extend, in a given flower, for two or three consecutive days. During this time, the flowers were in the female phase and beetles fed on nutrient tissues from the internal petals. Around 18.00 hr in the fourth day, the anthers opened and the beetles were covered by pollen. Soon after, the petals fell, unsheltering those insects, which were probably attracted by other flowers in the female phase.

1. INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma das espécies cultivadas da família Annonaceae de maior valor econômico (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1975), sendo cultivada em diversos países de climas tropical e subtropical (CARNEIRO e BEZERRIL, 1993; CALZAVARA, 1987), inclusive no Brasil. Entretanto, a expansão dessa cultura ainda é insignificante, principalmente pela falta de informações técnicas que permitam o seu cultivo racional (FREITAS, 1997), e isso vem limitando os plantios comerciais em nosso país.

Na Região Nordeste são encontrados pequenos plantios de *A. muricata* nos quintais das residências para fabricação caseira de sucos e sorvetes e, ou, para consumo ao natural (LOPES, 1987). LEDO e FORTES (1991) comentaram que a gravioleira é economicamente importante nos Estados do Ceará e Pernambuco, sendo seus frutos utilizados nas indústrias de suco e sorvete. No sul da Bahia, *A. muricata* é cultivada em áreas de 0,5 ha a 6 ha, exceto na região de Eunápolis, onde há uma área cultivada de 73 ha. Grande parte dos frutos produzidos é destinada as pequenas fábricas regionais de polpa ou é processada na propriedade, formando o “polpão”, isto é, os frutos são apenas descascados e a polpa é embalada em sacos plásticos e congelada. A gravioleira também é

utilizada para fabricação de compotas, geléias e cremes e preparação de remédios caseiros na Região Norte (FALCÃO, 1993).

Na Região Sudeste, o governo do Estado de Minas Gerais vem incentivando a fruticultura como forma de viabilizar pequenas propriedades rurais e, dentre as espécies frutíferas, *A. muricata* vem despertando o interesse dos agricultores (FREITAS e COUTO, 1997). Em abril de 1993, a EMATER-MG (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais) elegeu algumas culturas para o Programa de Desenvolvimento da Fruticultura na Zona da Mata de Minas Gerais, sendo a gravioleira citada dentre as principais frutíferas (Couto, 1999 - comunicação pessoal).

Dentre os fatores que limitam a produção e a qualidade dos frutos de *A. muricata*, destaca-se a baixa taxa de polinização de suas flores, resultando em baixa produtividade ou frutos malformados (SIMÃO, 1971; MANICA et al., 1994). Muitos produtores têm-se frustrado com esses resultados, pois desconhecem sua causa (LEDERMAN e BEZERRA, 1997). Tem-se atribuído a baixa taxa de polinização à dicogamia protogínica das flores, a estigmas receptivos, ao pólen ainda não liberado na flor (FREITAS, 1997) e à hercogamia (gineceu posicionado acima do androceu na flor). Ambos os fatores dificultam a autopolinização (PINTO e SILVA, 1994). Esta espécie é autocompatível (WEBBER, 1981) e, por conseguinte, as flores de *A. muricata* precisam de vetores de pólen para efetuarem polinizações cruzadas. Muitas espécies de Annonaceae, inclusive *A. muricata*, apresentam a síndrome de cantarofilia, isto é, suas flores atraem coleópteros e são polinizadas por eles (WEBBER, 1981).

Estando a produção de *A. muricata* associada à polinização de suas flores por insetos, torna-se indispensável o conhecimento dos vetores de pólen, assim como a biologia de suas flores. Informações essas que são essenciais para aumentar a produção de frutos. Segundo FAROOQI et al. (1970), o estudo da biologia floral é um pré-requisito para os programas de melhoramento. Entretanto, os estudos sobre biologia floral de espécies de Annonacea e cultivadas no Brasil são escassos (LEDERMAN e BEZERRA, 1997). Portanto, os objetivos deste trabalho foram identificar os polinizadores de *A. muricata*, nas

regiões de Visconde do Rio Branco, MG, e de Una, BA; e analisar a morfologia, a biologia floral e o sistema reprodutivo dessa Annonaceae.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Dados taxonômicos e distribuição geográfica

A família Annonaceae pertence à ordem Magnoliales, subclasse Magnoliidae, e consta de cerca de 112 gêneros e 2.000 a 2.300 espécies predominantemente tropicais (GOTTSBERGER, 1989; ENDRESS, 1994; MABBERLEY, 1997). Segundo Smith, citado por WEBBER (1981), os representantes das Annonaceae têm como seus principais centros de distribuição a Bacia Amazônica e a América Central.

O gênero *Annona* é composto de 137 espécies, e cerca de 95% delas ocorrem na região neotropical (MABBERLEY, 1997). A gravioleira, *A. muricata* L., é citada como sendo originária das terras baixas das Américas tropicais (FOUQUÉ, 1972), mais precisamente da América Central e dos vales peruanos (PINTO e SILVA, 1994); segundo CORRÊA (1984) e CAVALCANTE (1972), esta espécie é espontânea nas Antilhas.

2.2. Morfologia e biologia floral

As flores de *A. muricata* são grandes, curto-pedunculadas (1,5-2,0 cm), pendentes, hermafroditas (Figura 2), actinomorfas e solitárias (FALCÃO, 1993;

LOPES et al., 1994). Nas plantas mais velhas, as flores surgem em almofadões (FREITAS, 1997), que são um agrupamento de flores em um único ponto. O cálice possui três lobos triangulares e agudos (CORRÊA, 1984), (Figura 2(B)). A corola é formada por seis pétalas carnosas (PINTO e SILVA, 1994). As três pétalas externas (3-5 cm de comprimento e 2-4 cm de largura; LOPES et al., 1994) são cordiformes e côncavas (CAVALCANTE, 1972) e recobrem totalmente as pétalas internas (ESCOBAR et al., 1986). As três pétalas internas (2-4 cm de comprimento e 1,5-3,5 cm de largura) são fortemente imbricadas, (Figura 2(D)) e apresentam tecidos diferenciados na parte basal ventral (WEBBER, 1998; GOTTSBERGER, 1989). Esses tecidos são chamados de “tecidos nutritivos” (WEBBER, 1998; SOARES et al., 1999) ou “corpos de alimentação” (ENDRESS, 1994), (Figura 3). Dada a disposição das seis pétalas, envolvendo frouxamente o androceu e gineceu, forma-se um espaço vazio dentro da flor; esse espaço é denominado “câmara de polinização” (GOTTSBERGER, 1989) (Figura 4). O androceu é composto de numerosos estames, claviformes e apinhados, com filete curto; as anteras são lineares, paralelas e extrorsas, com conectivo terminal protuberante (FALCÃO, 1993), sendo a deiscência longitudinal (CAVALCANTE, 1972), (Figura 2 (F e G)). O gineceu é composto de numerosos pistilos agrupados em forma de abóbada (cúpula) acima dos estames (PINTO e SILVA, 1994) (Figura 2 (E, F e I)); o ovário é súpero, unilocular e uniovulado (FALCÃO, 1993; FERREIRA, 1988); e o estilete é curto, com estigma único. Os vários ovários unem-se durante a formação do fruto (FALCÃO et al., 1982). Entre androceu e gineceu foi observada uma “estrutura estéril” (ESCOBAR et al., 1986) (Figura 2 (H)).

O início da antese das flores de *A. muricata* não tem horário definido, podendo ocorrer a qualquer hora do dia e durante à noite (WEBBER, 1981). VENKATARATNAM (1959) citou que as flores geralmente abrem das 12 h às 20 h, e CAÑIZARES ZAYAS (1969) observou que os estigmas estão receptivos quando as flores começam a abrir. WEBBER (1981) mencionou que os eventos da antese prolongam-se por quatro ou cinco dias. De acordo com esse autor, no primeiro dia as pétalas externas encontram-se parcialmente abertas, os estames e

estigmas se apresentam com coloração creme-clara, a superfície estigmática encontra-se coberta por secreção brilhante e viscosa e o odor é imperceptível. No segundo e terceiro dias, as pétalas externas encontram-se mais abertas, os estames e estigmas são inalterados e o odor é adocicado e pouco intenso; por volta das 17 h 30 min às 18 h 30 min, o odor torna-se desagradável, e entre 18 h 30 min e 22 h é intensamente desagradável. No quarto e quinto dias, os estames encontram-se inalterados, os estigmas estão com secreção mais abundante e o odor é adocicado e pouco intenso entre 06 h e 17 h; a partir das 17 h 30 min até as 18 h 30 min, os estames apresentam-se com coloração alterada, tornando-se laxos, e ocorre a deiscência das anteras; os estigmas apresentam-se com coloração levemente alterada, e o odor intensifica-se e torna-se desagradável; entre 18 h 30 min e 22 h, os estames apresentam-se frouxos e liberando pólen, os estigmas desprendem-se dos ovários ou permanecem fracamente conectados e o odor é intenso, emitido principalmente pelas faces internas das pétalas.

ESCOBAR et al. (1986) mencionou que a antese das flores de *A. muricata* dura de 95 a 132 horas, ou seja, 3,9 a 5,5 dias, dividindo-a em quatro estádios: no primeiro, as pétalas externas começam a separar-se por suas bases e o líquido viscoso cobre os estigmas, indicando a receptividade deles; no segundo, as pétalas se separam no ápice, e aumenta a secreção de mucilagem; no terceiro, as pétalas externas projetam-se radialmente e adquirem coloração amarelo-esverdeada, ocorre maior secreção do líquido estigmático e a massa de estames apresenta coloração amarelo-escura; no último estágio, as pétalas externas projetam-se ainda mais radialmente e tornam-se amarelo-enxofre, a viscosidade estigmática diminui, ocorre a deiscência das anteras e os estames adquirem coloração creme. De acordo com BLEICHER et al. (1997), em média são gastos 6,22 dias do início da abertura do botão até a completa queda das pétalas.

GOTTSBERGER (1989, 1990) mencionou que espécies da família Annonaceae apresentam características florais que a associam à cantarofilia (FAEGRI e VAN DER PIJL, 1976), isto é, possuem flores grandes e planas, ou seja, sem efeito de profundidade, sem néctar, com pouca atração visual, odor forte à noite, recurso floral facilmente acessível e, por isso, são polinizadas por

besouros. WEBBER (1981) caracterizou as flores de *A. muricata* também como cantarófilas. Flores de algumas espécies de *Annona* apresentam elevação da temperatura no seu interior (termogênese; ENDRESS, 1994), coincidindo com a maior intensidade de liberação de odor (WEBBER, 1981). GOTTSBERGER (1986) registrou, em espécies de *Annona* com flores grandes, uma elevação da temperatura da flor em 15°C acima da temperatura ambiente, sendo esse aquecimento responsável por acentuada volatilização de odores característicos. Segundo VAN TOL e MEIJDAM (1991), as flores de *A. muricata* apresentam esse fenômeno e registram uma diferença máxima de 6,3°C entre o interior da flor e a temperatura em casa de vegetação. Segundo Meeuse, citado por WEBBER (1981), a elevação de temperatura das flores está relacionada com a volatilização dos compostos odoríferos e denomina-se termogênese (KÜCHMEISTER et al., 1998).

2.3. Sistema reprodutivo

As flores de *A. muricata* são hercogâmicas, ou seja, há uma barreira física que impede o contato dos grãos de pólen com os estigmas da flor (estigmas posicionados acima das anteras); e protogínicas, ou seja, o gineceu amadurece antes do androceu (FREAR et al., 1987; FREITAS, 1997). Os testes de polinizações manuais têm demonstrado que essa espécie é autocompatível (WEBBER, 1981). GOTTSBERGER (1977) citou que autocompatibilidade é uma característica comum em espécies cantarófilas da subclasse Magnoliidae. Entretanto, devido a hercogamia e protoginia, as taxas de autopolinizações espontâneas são muito baixas (FREAR et al., 1987) ou nulas (WEBBER, 1981; LEMOS et al., 1999). WEBBER (1981) isolou, com sacos de seda, 26 flores de *A. muricata* de diferentes indivíduos em Manaus, e nenhuma delas frutificou. LEMOS et al. (1999) isolando 200 flores, com sacos de papel, na região de Maceió, AL, também não obtiveram frutificação.

As taxas de frutificação após polinizações cruzadas manuais variam de 2% (ESCOBAR et al., 1986; EMBRAPA, 1987), 72,5% (LEMOS et al., 1999) a

100% (ESCOBAR et al., 1986). ARAQUE (1967, 1971) relatou que o principal problema com a cultura de *A. muricata*, na Venezuela, é a baixa produção de frutos e que, por obter bons preços no mercado, qualquer incremento na produção seria de interesse econômico. Esse autor mencionou que a causa da pouca produtividade é a baixa taxa de polinização de suas flores. Entretanto, FAROOQUI et al. (1970) citaram como grande "defeito" das espécies cultivadas de *Annona*, inclusive *A. muricata*, a tendência de suportar poucos frutos, apesar da produção de muitas flores por indivíduo. A produção habitual de frutos de um indivíduo de gravioleira tem sido de 12 a 20 (Singh e Stephens, citados por MORTON, 1966; POPENOE, 1974) ou 24 frutos (Hayes, citado por MORTON, 1966).

WORRELL et al. (1994), estudando o crescimento dos frutos de gravioleiras, em Barbados, e utilizando cerca de 300 flores polinizadas manualmente, registraram que, após a deiscência das anteras, as flores pareciam entrar numa fase de repouso e permaneciam nessa fase por cerca de 6 –15 semanas; nesse período, cerca de 70% das flores caíram.

2.4. Visitantes florais

As flores de algumas espécies de *Annona* foram caracterizadas como entomófilas na primeira década deste século por WESTER (1910). KÜCHMEISTER et al. (1998) citaram que espécies de besouros do gênero *Cyclocephala*, subfamília Dynastinae, representam um grupo importante de polinizadores para algumas espécies de Annonaceae. Segundo GOTTSBERGER (1977), os besouros são os principais insetos visitantes e polinizadores de Annonaceae. WEBBER (1981), trabalhando na região de Manaus, observou que os insetos visitantes das flores de *A. muricata* são: *Cyclocephala picipes* e *Cyclocephala* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae), Chrysomelidae (Coleoptera), Sciaridae (Diptera) e Drosophilidae (Diptera). Os dados de WEBBER (1981) indicaram que os besouros *Cyclocephala* visitam as flores de *A. muricata* no período da noite, enquanto os

besouros Chrysomelidae o fazem no período noturno e nas primeiras horas da manhã. De acordo com WEBBER (1981), esses Chrysomelidae usam as flores como local de cópula. ESCOBAR et al. (1986) observou o besouro *Cyclocephala signata*, na Colômbia, visitando flores de *A. muricata*. Esse autor, entretanto, descartou a possibilidade de esse besouro atuar como polinizador. FALCÃO (1993) citou besouros da família Chrysomelidae como insetos visitantes das flores de gravioleiras no período noturno, supondo ser esses os seus polinizadores, na região de Manaus. FIORAVANÇO e PAIVA (1984) registraram o pequeno besouro *Colastus truncatus* como polinizador da gravioleira, entretanto não indicaram o local onde foi observado. SOARES et al. (1999) mencionaram que flores de *A. muricata* são visitadas por besouros *Cyclocephala* sp., na região do semi-árido do Ceará.

GOTTSBERGER (1989, 1990) comentou que a síndrome da cantarofilia, como é encontrada nas Annonaceae, é claramente diferente da entomofilia básica esperada nas angiospermas; essa síndrome tem sido vista como adaptação das flores ao comportamento e às necessidades das espécies de besouros de hábito noturno (especialmente *Cyclocephala* spp.).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Locais de estudo

O presente estudo foi conduzido nos municípios de Visconde do Rio Branco, MG, e Una, BA (Quadro 1). O município de Visconde do Rio Branco (21° 07' S, 43° 57' W e 352 m de altitude) tem precipitação média anual de 1.272 mm e temperatura média anual de 21,7°C. A paisagem é composta de pastagens e poucas matas secundárias no topo de morros. No município de Una (15° 17' S, 39° 04' W e 58 m de altitude) a precipitação média anual é de 1.900 mm, temperatura média anual de 23,6°C e umidade relativa do ar de 85,1%. A paisagem é composta de floresta atlântica, havendo áreas plantadas com cacau e de seringal bastante expressivas, por terem sido as primeiras culturas introduzidas nessa região.

Em Visconde do Rio Branco foram utilizados dois pomares para o estudo. O primeiro ficava na Estação Experimental da Sementeira (L1A; Quadro 1), da Universidade Federal de Viçosa, onde havia 20 gravioleiras adultas com mais de 12 anos de idade. Próximo às gravioleiras, existiam indivíduos cultivados de cacau, cupuaçu, jaca, acerola, guaraná, manga e goiaba. A cerca de 300 m havia um bananal e, em sentido contrário a este, uma floresta de eucalipto. O segundo pomar (Quadro 1) localizava-se a oito quilômetros da Estação Experimental de Sementeira e era composto de 312 plantas com nove anos de idade. Próximo desse pomar havia pastagem, plantio

de milho e quiabo e algumas plantas de eucalipto no alto dos morros. Todas as gravioleiras eram pés-francos do tipo local (Quadro 1). Em Una foram utilizados dois pomares distantes entre si de 16 km. O primeiro pomar localizava-se na fazenda do Sr. Guilherme E. S. Figueroa (L2A; Quadro 1), próximo ao Núcleo Colonial de Una, e possuía cerca de 100 indivíduos consorciados com mangostão. Os indivíduos foram formados a partir de sementes do tipo Morada (Quadro 1) e tinham idade de três anos. A bordadura do pomar era formada com plantas de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae), e parte dele tinha o solo recoberto por leguminosa chamada “Cudzu-Tropical”. Próximo a esse cultivo de gravioleiras, havia pastagem e grande área de floresta atlântica conservada. O segundo pomar utilizado situava-se na Fazenda Aparecida, município de Una, Estado da Bahia, pertencente ao Sr. Carlos A. Niella. A área constava de 160 indivíduos de dois anos de idade, sendo todos formados a partir de enxertos com os tipos Lisa, Blanca e Morada (Quadro 1). Perto das gravioleiras havia pomares de acerola, pitanga e algumas plantas de piaçava. Próximo àquela fazenda também havia área coberta por floresta atlântica intacta.

Quadro 1 – Locais de estudo e suas características e observações sobre as gravioleiras cultivadas nos diferentes pomares localizados nos Estados de Minas Gerais e Bahia

Local de estudo	Abreviação do local	Características	“Tipos” ¹ de gravioleiras cultivadas
Fazenda da Sementeira, Visconde do Rio Branco, MG 20 gravioleiras	L1A	Área cercada por plantio de guaraná, goiaba e acerola, com floresta de eucalipto próxima	Pés-francos do tipo local com 13 anos de idade
Sítio Clemente, Visconde do Rio Branco, MG 312 indivíduos	L1B	Área de baixada próxima a pastagens	Pés-francos do tipo local com nove anos de idade
Fazenda do Sr. Guilherme, Una, BA 100 indivíduos	L2A	Consortiadas com mangostão, floresta atlântica, lavoura de cacau e seringal próximos	Pés-francos com três anos de idade
Fazenda Aparecida, Una, BA 160 indivíduos	L2B	Plantios de pitanga e acerola, plantas de piaçava e floresta atlântica próxima	Plantas enxertadas das “variedades” Morada, Lisa e Blanca com três anos de idade

¹ PINTO e SILVA (1994).

3.2. Morfologia e biologia floral

Flores frescas em diferentes estádios de desenvolvimento foram colhidas e levadas para análise à lupa. Desenhos foram feitos e fotos, obtidas com máquina fotográfica Canon 5000 EOS, com lente zoom EF 38-76 mm f/4.5-5.6. Outras flores foram etiquetadas e observadas em dias consecutivos, no período de 07 a 12/10/98, em gravioleiras do Sítio Clemente em Visconde do Rio Branco, MG (Quadro 1). Durante a antese dessas flores, foram anotados dados sobre a abertura e alteração da coloração das pétalas, a receptividade dos estigmas e a liberação dos grãos de pólen. Para averiguar qual parte floral emitia odor, outras flores em antese tiveram suas pétalas externas, pétalas internas e o conjunto gineceu, androceu e sépalas isolados em recipientes de vidro e fechados durante uma hora, para concentrar a substância odorífera; após esse período, foi pedido a quatro pessoas que opinassem, de forma subjetiva, sobre o odor da flor.

A viabilidade do pólen foi testada com carmim acético (RADFORD et al., 1974). Foram coletadas cinco flores por planta, em 10 plantas. Flores próximas ao final da antese, em fase feminina, foram cobertas com sacos de papel no final da tarde, e na manhã do dia seguinte foram coletadas com o pólen já liberado. Foi preparada uma lâmina para cada flor e contados 200 grãos de pólen por lâmina.

3.3. Sistema reprodutivo

Os tratamentos realizados consistiram de polinizações abertas, autopolinizações espontâneas e polinizações cruzadas.

Nas polinizações abertas foram etiquetadas e permaneceram expostas aos visitantes florais 60 flores no Sítio Clemente (Quadro 1) e 62 na Sementeira em Visconde do Rio Branco (Quadro 1), em diferentes estádios de desenvolvimento.

Nas autopolinizações espontâneas foram ensacadas 60 flores no Sítio Clemente e 57 na Sementeira, as quais estavam em pré-antese, e permaneceram assim até a queda da flor ou a frutificação (Quadro 1).

Os testes de polinizações cruzadas (xenogamia e geitonogamia; RICHARDS, 1986) foram efetuados no período da manhã. O tratamento xenogamia consistiu em polinizar 60 flores com pólen proveniente de flores de indivíduos com outro genótipo. O tratamento geitonogamia consistiu em polinizar 60 flores no Sítio Clemente e 10 na Fazenda Aparecida, com pólen proveniente de flores do mesmo indivíduo. Todas as flores foram cobertas na pré-antese com sacos de pano do tipo organza. Dois a três dias depois, os sacos foram retirados para execução dos cruzamentos e, em seguida, recolocados para evitar visitas de insetos. As flores doadoras de pólen foram coletadas na tarde do dia anterior às polinizações, quando se encontravam próximas ao término da antese, na fase masculina. Cada flor doadora foi isolada em saco de papel, identificada e armazenada à temperatura ambiente. No dia seguinte, os estames, de cada flor, foram transferidos para recipiente plástico (porta-filme) com uma cinta de velcro, que prendia esse recipiente à outra cinta de velcro localizada no pulso (Figura 1). Dessa forma, a transferência do pólen do recipiente para o estigma foi facilitada, e, para efetuar a transferência, utilizou-se um pincel com cerdas macias (Figura 1).

Após cada polinização, as flores foram novamente ensacadas. Os sacos foram removidos sete dias após as polinizações. A avaliação da taxa de frutificação foi feita 90 dias após os tratamentos. Em Una, BA, os tratamentos foram montados de 10 a 18 de março de 1999 e avaliados nos dias 17 e 18 de junho de 1999; em Visconde do Rio Branco, MG, os tratamentos foram montados no período de 11 a 20 de abril de 1999 e avaliados dias 20 e 21 de julho de 1999.

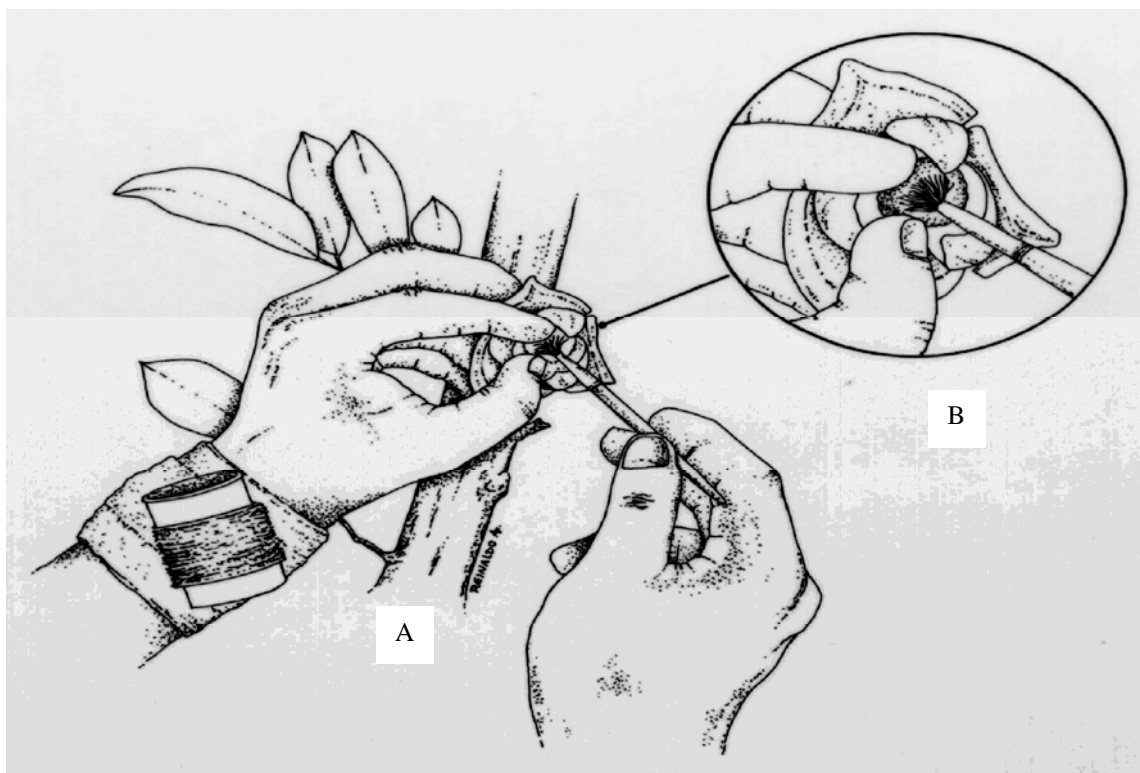


Figura 1 – Polinização manual em flores de *Annona muricata* L. A – Grãos de pólen sendo depositados sobre os estigmas, utilizando-se pincel com cerdas macias; na mão esquerda, observa-se o recipiente contendo anteras e grãos de pólen presos ao pulso por cintas de velcro. B - Detalhe das cerdas do pincel sobre os estigmas.

3.4. Visitantes florais

Os visitantes florais foram observados principalmente ao entardecer e à noite, até as 22 h. A partir das 17 h 30 min, foi escolhida uma planta com flores disponíveis aos visitantes (geralmente três flores). Nessas flores foi removida uma pétala externa e cortada a metade superior de uma das pétalas internas, para melhor observar o comportamento dos visitantes dentro das flores. Além disso, foram utilizados, à noite, uma lanterna com a lente coberta com papel-toalha, para tornar a luz difusa e evitar a formação de um ponto focal; e papel-celofane vermelho. Anotaram-se o horário em que os insetos iniciavam as visitas, o recurso utilizado e o seu comportamento de visita. Registros fotográficos foram feitos para auxiliar na descrição do comportamento dos insetos.

Flores visitadas foram etiquetadas e avaliadas após 90 dias. Para levantar o número médio de visitantes por flor, foram coletadas 16 flores, às 15 horas, que estavam sendo visitadas em 11/03/99, na Fazenda do Sr. Guilherme em Una, BA (Quadro 1). Essas flores foram, cada uma, cobertas imediatamente com sacos de papel, e, posteriormente, contou-se o número de insetos por flor.

Na sementeira em Visconde do Rio Branco, MG (Quadro 1), foi instalada uma armadilha luminosa modelo AL 110, mantida a dois metros do solo e provida de luz branca fluorescente, para monitorar a população dos visitantes florais. Essa armadilha foi ligada a cada 15 dias, no período de 15 de julho de 1998 a 15 de julho de 1999.

Os visitantes florais foram coletados e montados. Alguns foram depositados na coleção do Museu Regional de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, enquanto outros foram enviados a especialistas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Morfologia e biologia floral

A morfologia floral de *A. muricata* está representada na (Figura 2). As três pétalas internas, além de formarem a “câmara de polinização” (GOTTSBERGER, 1989), apresentaram tecidos nutritivos (SOARES et al., 1999) (Figura 3). O principal papel da câmara floral parece ser o de servir como um cerco protetor de besouros, num período crítico do seu ciclo de vida (PELLMYR e THIEN, 1986). Enquanto esses insetos permanecem na câmara, o tecido nutritivo é utilizado como alimento (WEBBER, 1998). Os tecidos nutritivos encontrados em Annonaceae (WEBBER, 1998; SOARES et al., 1999), Araceae (FAEGRI e VAN DER PIJL, 1976), Calycantaceae e Orchidaceae (MORÓN, 1997) representam um tipo de recurso floral de origem epidérmica ou parenquimática que contém quantidades de açúcares, amido, proteína ou lipídios acima do normal (JONES e LITTLE, 1983). SOARES et al. (1999), estudando os tecidos nutritivos de *A. muricata*, registraram grande quantidade de amido, além da presença de lipídios e proteínas.

Observou-se maior odor nas pétalas internas, o qual foi classificado como odor adocicado ou odor semelhante ao do fruto maduro. As pétalas externas exalaram pouco odor, e o conjunto androceu, gineceu e sépalas não

apresentou odor. Os resultados a respeito de odor encontrados no presente estudo confirmaram as observações de WEBBER (1981), segundo o qual as faces internas das pétalas são responsáveis pela produção do odor adocicado produzido pelas flores e facilmente perceptível a partir das 18 h. O odor deve atuar como principal atrativo dos insetos polinizadores de *A. muricata*, à semelhança do registrado em outras espécies polinizadas por vetores de pólen ativos à noite (GOTTSBERGER, 1993). Segundo ROBACKER et al. (1988), os insetos seguem gradientes de odor para encontrar flores, sendo essa atratividade específica a um grupo de insetos, cujos morfologia e comportamento são adaptados às flores que visitam e, desse modo, atuam na sua polinização.

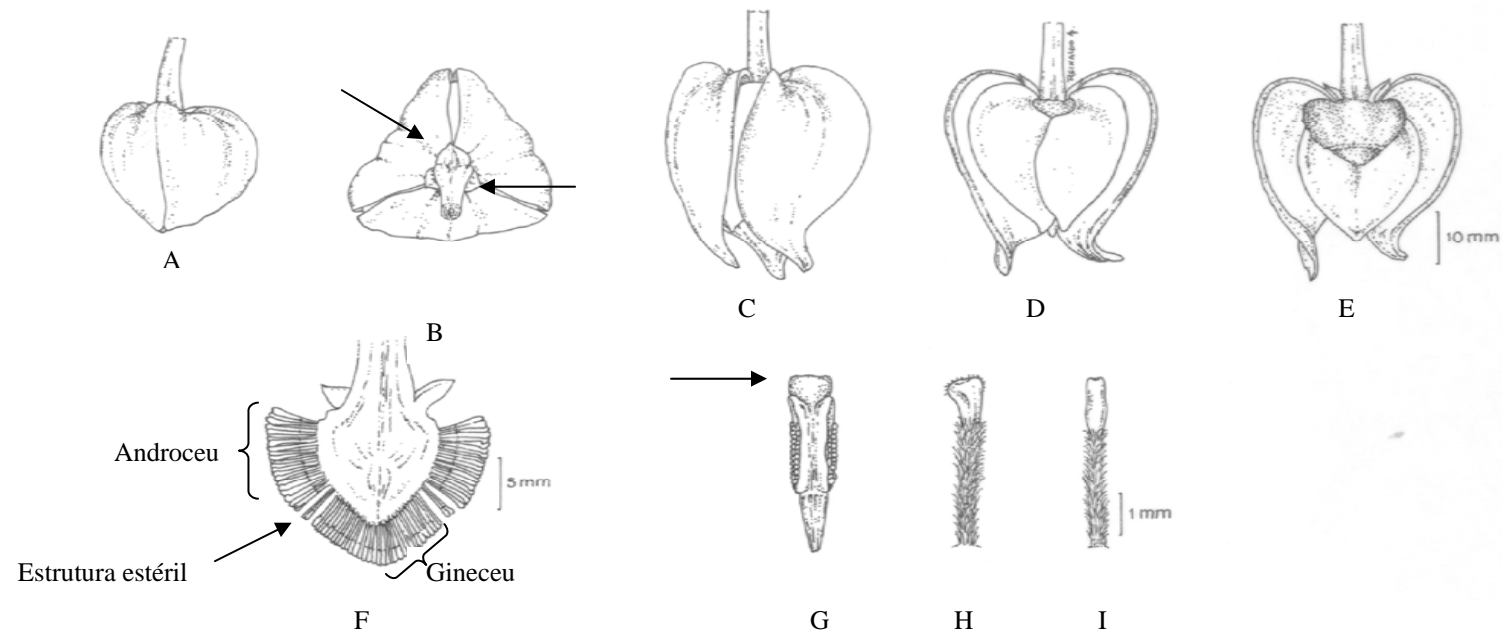


Figura 2 - Flor de *Annona muricata*: A) botão floral; B) vista superior da base da flor mostrando as três sépalas (setas) triangulares e agudas e três pétalas externas ligeiramente separadas na porção basal; C) vista lateral da flor aberta; D) uma pétala externa foi removida para mostrar as pétalas internas; E) uma pétala externa e duas internas foram removidas para mostrar os órgãos reprodutivos; F) corte longitudinal da flor mostrando parte do cálice, do androceu, das estruturas estéreis e do gineceu; G) estame, notando-se o conectivo apendiculado (seta); H) estrutura estéril; e I) pistilo.



Figura 3 – Pétalas internas da flor de *Annona muricata*. As setas indicam os tecidos nutritivos (áreas escurecidas) que serviram de alimentação para indivíduos com aparelho bucal mastigador.

O androceu de *A. muricata* é formado de muitos estames densamente arranjados, e cada um apresenta conectivo expandido e resistente na parte apical (Figura 2 (E, F e G)). Os grãos de pólen, organizados em tétrades, apresentaram, em média, $86,5\% \pm 1,9$ de viabilidade. O gineceu é formado de inúmeros pistilos densamente arranjados e posicionados na parte superior do receptáculo (Figura 2 (E e F)), formando um cone arredondado coberto de substância mucilaginosa secretada pelos estigmas, como também observado por ENDRESS (1994). Segundo GOTTSBERGER (1988), esse arranjo adensado dos estames e pistilos e o conectivo apendiculado (Figura 2 (G)) também devem atuar na proteção dos estames, assim como a substância mucilaginosa que recobre os estigmas para protegê-los contra o ataque de insetos. Essa substância parece facilitar a adesão dos grãos de pólen ao corpo dos polinizadores (GOTTSBERGER, 1977).

O processo de antese das flores está representada na Figura 4 e foi semelhante ao observado por WEBBER (1981). A pré-antese foi caracterizada pela separação das margens basais das pétalas externas e por seu ápice ligeiramente aberto (Figura 4). Nessa ocasião, as pétalas apresentavam coloração verde-escura e o androceu e gineceu, coloração branca; e a substância mucilaginosa cobria apenas os estigmas localizados próximos aos estames. No primeiro dia (Figura 4), início da fase feminina, as pétalas externas apresentavam-se pouco separadas (os ápices pouco afastados um dos outros), e essa fase foi considerada, no presente estudo, o primeiro dia de antese. Nesse dia, as pétalas ainda se mostravam verdes, e foi possível detectar o odor, embora pouco acentuado, por volta das 17 h 30 min, indicando que os visitantes podiam ser atraídos pela flor. No segundo dia (Figura 4), as pétalas externas apresentavam-se verde-claras e mais afastadas uma das outras, as pétalas internas encontravam-se sobrepostas pelos ápices e o odor era intenso, a partir das 18 h. No terceiro dia (Figura 4), as pétalas externas apresentavam-se pouco reflexas, embora houvesse variações no grau de abertura e na coloração das pétalas (algumas flores atingiram a coloração verde-amarelada), a massa de estames apresentou coloração creme e o odor era facilmente perceptível por volta das 18 h. Do primeiro ao terceiro dia de antese, as flores encontravam-se na fase

feminina (Figura 4). No quarto dia, as pétalas externas apresentavam-se ainda mais reflexas e com coloração verde-amarelada ou amarela. Nesse dia, no final da tarde, iniciava-se a fase masculina, ou seja, a massa de estames apresentava alteração na cor, tendendo a um tom cinza; e, por volta das 18 h 40 min, os estames tornavam-se laxos, começavam a desprender-se (Figura 4) e as anteras liberavam os grãos de pólen. Em algumas flores, os estigmas desprendiam-se (Figura 4) pouco antes da deiscência das anteras. Em outras flores, os estigmas permaneciam aderidos, tornavam-se escurecidos e secos antes de se desprenderem. As pétalas internas continuavam sobrepostas durante a deiscência das anteras. Assim, ocorria a retenção temporária dos estames dentro da "câmara de polinização". Em seguida, ocorreram o desprendimento e a queda das pétalas, permanecendo apenas o cálice e ovários na flor (Figura 4). O resultado encontrado no período de antese, no presente estudo, foi de quatro dias. A duração da antese parece diferir de local para local, pois, segundo ESCOBAR et al. (1986), a duração da antese varia de 4 a 5,5 dias; de acordo com BLEICHER et al. (1997), o período médio de antese é de 6,22 dias. WEBBER (1981) registrou que, no quarto ou quinto dia após o início da antese, ocorre a queda das pétalas. É provável que as condições ambientais estejam influenciando essa variação no período de antese. Entretanto, infere-se que até o quarto dia de antese a flor poderá ser polinizada com sucesso, seja por seus agentes polinizadores, seja por polinizações manuais.

4.2. Sistema reprodutivo

Os resultados das polinizações manuais em flores de *A. muricata* estão representados no Quadro 2.

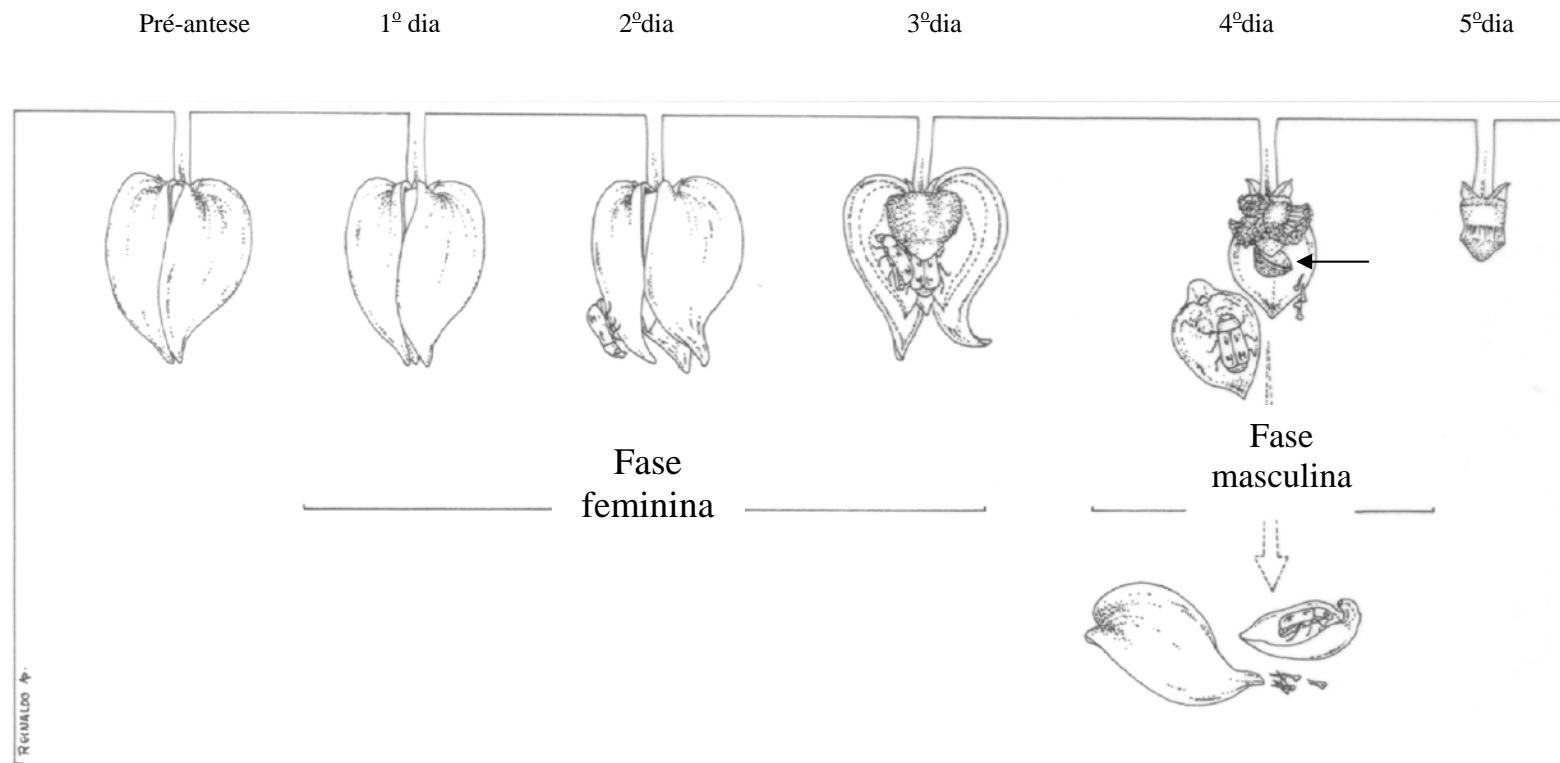


Figura 4 – Período de antese de uma flor de *Annona muricata* visitada por *Cyclocephala vestita*: pré-antese – ápice e base das pétalas externas iniciando a separação; 1º dia de antese e início da fase feminina. A base das pétalas separando-se e o seu ápice estando um pouco mais separado; 2º dia – flor em fase feminina. As pétalas externas bastante separadas e *C. vestita* pousado na pétala externa; 3º dia – último dia da fase feminina. Corte longitudinal da flor mostrando indivíduos de *C. vestita* dentro da “câmara de polinização”; 4º dia – flor em fase masculina. Muitos estames frouxamente arranjados e alguns caídos no chão, queda da capa estigmática (seta) e despreendimento das pétalas. Os besouros caem com as pétalas; 5º dia – aspecto da flor após a antese representando o início da fase quiescente (fase de dormência, anterior ao início do desenvolvimento do fruto).

Quadro 2 – Resultados das polinizações manuais em flores de *Annona muricata* L.

Tratamentos	Local de estudo ¹	Indivíduos	Flores	Frutos ²	
		(n ^o)	(n ^o)	(n ^o)	(%)
Polinização aberta	L1B	20	60	7	11,7
	L2B	12	62	59	95,2
Autopolinização espontânea	L1B	20	60	5	8,3
	L2B	25	57	9	15,8
Geitonogamia	L1B	20	60	23	38,3
	L2B	7	10	6	60,0
Xenogamia	L1B	20	60	25	41,7
	L2A	28	61	15	24,6

¹ Ver Quadro 1.

² Frutos com três meses de idade, em diferentes estádios de desenvolvimento.

No Sítio Clemente em Viscondo do Rio Branco (L1B, Quadro 1), a taxa de frutificação das polinizações abertas foi de 11,7%, enquanto as das geitonogamia e xenogamia foram de 38,3 e 41,7%, respectivamente (Quadro 2). Detectou-se diferença significativa entre as taxas de polinizações cruzadas (xenogamia e geitonogamia) e polinizações abertas ($\chi^2 = 15,12$, 1 gl, $p < 0,01$). Entre a xenogamia e a geitonogamia, não se detectou diferença significativa ($\chi^2 = 0,13$, 1 gl, $p > 0,01$), ou seja, os resultados das polinizações manuais utilizando pólen proveniente do mesmo indivíduo e de indivíduos diferentes foram semelhantes. Portanto, em pomares com poucos indivíduos, as polinizações podem estar ocorrendo entre flores, em diferentes estádios de antese, de um mesmo indivíduo. Observou-se também que plantas isoladas com flores em diferentes estádios de desenvolvimento também podem produzir frutos. A taxa de 8,3% de frutificação obtida a partir das autopolinizações espontâneas (Quadro 2) não era esperada, uma vez que as flores de *A. muricata* são protogínicas e hercogâmicas. Nesse caso, as autopolinizações devem ter ocorrido em flores que apresentaram queda dos estigmas retardada e retenção dos estames, pelas pétalas internas, na câmara de polinização. Desse modo, há possibilidade do contato entre o pólen e os estigmas, caracterizando uma protoginia parcial. FREITAS (1997) citou que em algumas flores a receptividade estigmática permaneceu durante a fase de desprendimento dos estames, além de uma das pétalas internas permanecer presa ao receptáculo por mais tempo, permitindo maior contato dos grãos de pólen com os estigmas. ESCOBAR et al. (1986) citou que há um período de sobreposição da fase feminina de 36 a 48 horas, durante a qual pode ocorrer o encontro das fases feminina e masculina. Os resultados encontrados no presente estudo concordam com os desses autores, entretanto a baixa taxa de frutificação das autopolinizações reforça a importância dos agentes polinizadores e das polinizações cruzadas manuais para o cultivo de *A. muricata*.

Os resultados das autopolinizações espontâneas e geitonogamia evidenciaram que *A. muricata* é autocompatível, confirmando os resultados encontrados por WEBBER (1981). A taxa de frutificação obtida nas polinizações abertas (11,7%, Quadro 2), comparada com as obtidas nas polinizações cruzadas

manuais (xenogamia e geitonogamia), indica que os agentes polinizadores de *A. muricata*, na localidade deste estudo, eram escassos. A escassez de polinizadores foi mencionada por PINTO e GENUÍ (1984), após observarem que o percentual de vingamento de frutos em gravioleiras cultivadas no cerrado do Distrito Federal era igual ou inferior a 23,8%.

Nos dois locais de estudo em Una, BA (Quadro 1), a taxa de frutificação das polinizações abertas foi de 95,2%, enquanto as das autopolinizações espontâneas, xenogamia e geitonogamia foram de 15,8; 24,6; e 60%, respectivamente (Quadro 2). Detectou-se diferença significativa ($\chi^2 = 59,39$, 1 gl, $p < 0,01$) entre as taxas de polinizações cruzadas e polinizações abertas. Não se detectou diferença significativa ($\chi^2 = 5,15$, 1 gl, $p > 0,01$) entre xenogamia e geitonogamia. A baixa percentagem de frutificação obtida na xenogamia (24,6%) pode ter ocorrido devido à competição por recursos, regulada pela planta, como afirmado por RICHADSON e ANDERSON (1990), ao se referirem a percentuais de frutificações a partir de polinizações cruzadas variando entre 37,7 e 68,6%, em cultivares de cherimóia (*Annona cherimola* Mill., Annonaceae).

Segundo LEDERMAN e BEZZERA (1997), as taxas de frutificação das polinizações manuais variam em razão da variedade, das condições nutricionais da planta, das condições climáticas, especialmente temperatura e umidade no momento da polinização, e da viabilidade do pólen. As polinizações manuais, no local de estudo desta pesquisa, foram realizadas até as 12 h, em temperaturas de 31°C às 9 h e de 33°C às 10 h, em 13 de março de 1999. SCHROEDER (1943), estudando a reprodução de cherimóia, verificou que polinizações manuais realizadas em temperaturas elevadas (31,9 a 34,6°C) não resultaram em frutos. Entretanto, estudos adicionais são necessários para verificar se polinizações manuais em flores de *A. muricata* são igualmente afetadas por temperaturas elevadas. O resultado das polinizações abertas, quando comparado com o das polinizações manuais (Quadro 2), indicou que os agentes polinizadores da gravioleira, no local de estudo, foram abundantes. Provavelmente, a alta taxa de frutificação (95,2%, Quadro 2) esteja associada à existência de floresta atlântica pouco perturbada ou não-perturbada próxima dos pomares, favorecendo a

reprodução e manutenção dos agentes polinizadores, dado que o grupo de insetos que visitam flores de *A. muricata* (besouros) é encontrado em sub-bosques de florestas úmidas (BAWA, 1990).

Em resumo, se forem comparadas as taxas da frutificação das polinizações abertas nas duas regiões (Quadro 2), pode-se sugerir que em L1B (Quadros 1 e 2) a percentagem de frutificação é menor devido à escassez de insetos polinizadores, enquanto em Una ocorreu o contrário, ou seja, há abundância de insetos polinizadores da gravioleira. Portanto, em pomares de *A. muricata* implantados ou para serem implantados na região de VRB (Quadro 1), recomendam-se polinizações cruzadas manuais, especialmente porque não houve diferença significativa entre esses tratamentos nas regiões de VRB e Una ($\chi^2 = 3,97$, 1 gl, $P > 0,01$). As polinizações manuais em flores de *A. muricata* podem proporcionar aumentos significativos na produção (LEMOS et al., 1999). Este autor obteve 72,5% de frutificação após polinizações manuais, contra apenas 15,5% de frutificação nas polinizações abertas.

4.3. Visitantes florais

Os visitantes florais da gravioleira em Visconde do Rio Branco (L1B; Quadro 1) foram tripes (Thysanoptera), formigas (Hymenoptera) e besouros (Coleoptera), sendo somente estes últimos capazes de atuar como polinizador, devido ao seu tamanho, horário e comportamento de visitas. Em Una, BA (L2A e B; Quadro 1), somente besouros foram observados visitando as flores. Os besouros visitantes florais de *A. muricata* em Visconde do Rio Branco foram *Cyclocephala hirsuta* Höhne (Coleoptera: Scarabaeoidea: Dynastinae); em Una, BA, foram *Cyclocephala vestita* Höhne (Coleoptera: Scarabaeoidea: Dynastinae). Os indivíduos de *C. hirsuta* apresentaram comprimento de 15,4 mm e largura (maior largura) de 7,9 mm, ao passo que os de *C. vestita* exibiram comprimento de 13 mm e largura de 7 mm. Segundo MÓRON (1997), espécies de *Cyclocephala* são habituais visitantes florais de espécies de diferentes famílias, como Annonaceae, Araceae, Arecaceae, Mimosaceae, Papilionaceae,

Nymphaeaceae, Magnoliaceae, Myrtaceae, Moraceae e Cyclanthaceae. Entretanto, pouco se sabe sobre a biologia e o hábito das espécies deste gênero (DIERINGER et al., 1998).

Em Una, BA, por volta das 18 h 30 min, foram observados indivíduos de *C. vestita* iniciando as visitas às flores do primeiro ao quarto dia de antese (Figura 4). Ao pousar nas flores, sobre as pétalas externas, esses insetos caminhavam para dentro da “câmara de polinização”, passando por entre as pétalas internas (Figuras 5 e 6); permaneciam nessa câmara por algumas horas ou dias. Quando os besouros entravam na câmara, o corpo deles, principalmente o élitro, ficava em contato com a superfície estigmática e recebia a secreção mucilaginosa. GOTTSBERGER (1977) também observou que, em flores de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) polinizadas por besouros, esses insetos apresentavam seus corpos pegajosos devido ao seu contato com a secreção estigmática. Segundo esse autor, a secreção auxilia na aderência dos grãos de pólen nos corpos lisos desses insetos. Se os besouros, ao pousarem nas flores, apresentavam o corpo coberto de grãos de pólen (Figuras 5 e 7 (A e B)), os quais eram depositados sobre os estigmas, efetuando-se a polinização. Dentro da câmara, esses insetos se posicionavam paralelamente ao eixo floral, com a cabeça próxima à região basal das pétalas internas, e alimentavam-se dos tecidos nutritivos; nessa posição, o élitro ficava oposto e em contato com os estames e pistilos, ocorrendo aproximadamente no 4º dia (Figura 4). Numa única flor foram contados até 16 indivíduos, que se aglomeravam dentro da câmara (Figura 8). Nesse caso, a superfície estigmática ficava com coloração marrom, devido aos dejetos dos besouros aderidos a ela. Não foram observados danos nos estames e pistilos. No último dia de antese, já na fase masculina (Figura 4), os besouros com os corpos cobertos de grãos de pólen recém-liberados abandonaram a flor, devido ao fato de as pétalas, os estames e os estigmas se desprenderem do receptáculo floral (Figura 4). Os besouros, alguns juntos com as pétalas recém-caídas no chão, voavam para outras flores, pois foram observados alguns deles com o corpo coberto de pólen pousando sobre flores em antese (Figura 7(A e B)), os quais recomeçavam o processo de visita.

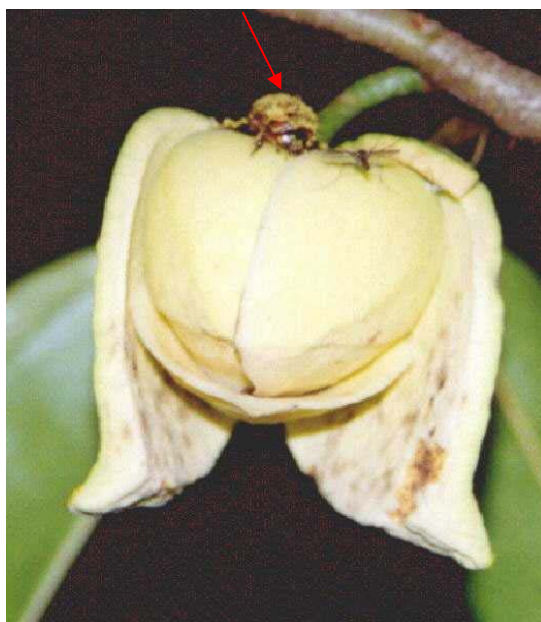
As flores (38) de *A muricata*, visitadas por *Cyclocephala vestita* e etiquetadas, resultaram em 86,8% de frutificação, confirmando a importância desses insetos na polinização da gravioleira no município de Una, BA.



Figura 5 – Um indivíduo de *Cyclocephala vestita* em vôo e outro com pólen sobre o élitro (seta) entrando na flor de *Annona muricata*, com uma pétala externa removida.



Figura 6 – *Cyclocephala vestita* passando por entre as pétalas internas da flor de *Annona muricata*, com uma pétala externa removida.



A



B

Figura 7 – (A) Indivíduo de *Cyclocephala vestita* pousado sobre pétalas internas da flor de *Annona muricata* (uma pétala externa foi removida). A seta indica um inseto com o corpo coberto de grãos de pólen. (B) Indivíduo de *Cyclocephala hirsuta* (o mesmo de A), com o corpo coberto de pólen, entrando na flor de *A. muricata*.



Figura 8 – Vários indivíduos de *Cyclocephala vestita* visitando uma flor de *Annona muricata*.

De acordo com DIERINGER et al. (1998), cerca de 900 espécies de plantas neotropicais são dependentes de polinizadores do gênero *Cyclocephala*. Segundo BAWA (1990), 99% de todas as espécies arbóreas de florestas tropicais úmidas são polinizadas por animais, dentre eles os besouros. Segundo esse autor, os besouros ocupam o terceiro lugar de importância como polinizador, perdendo apenas para as abelhas e mariposas. Isso parece explicar o grande número de indivíduos de *C. vestita* em Una, BA, pois próximo aos pomares onde foi conduzido o presente estudo havia uma floresta atlântica pouco perturbada. Portanto, é provável que as espécies de plantas existentes nessa floresta possam suprir, com alimento e abrigo, os besouros na ausência de flores de *A. muricata*, além de permitirem que completem o seu ciclo biológico, contribuindo, assim, para a sua preservação.

Em Visconde do Rio Branco, MG, foram observados até três indivíduos de *C. hirsuta* por flor. Esse besouro possui tamanho, horário e comportamento de visitas semelhantes aos de *C. vestita*. Foram capturados apenas três indivíduos em armadilha luminosa (um no mês de outubro e dois em novembro), fato que confirma que as baixas taxas de frutificação das polinizações abertas (Quadro 2) foram conseqüências da escassez de polinizadores. Essa escassez pode estar relacionada às características ambientais de Visconde do Rio Branco, MG, principalmente no que se refere à ausência de floresta na região. Segundo DIERINGER e DELGADO (1994), o desmatamento de florestas pode causar a diminuição de populações de *Cyclocephala jalapensis*, levando à ameaça de extinção, além de resultar na perda de muitos outros animais e espécies de plantas, especialmente aquelas que apresentam relacionamento mutualístico restrito.

Até o momento não há registro na literatura sobre *C. hirsuta* e *C. vestita* como polinizadores de *A. muricata*. Porém, há registro de *Cyclocephala picipes* (WEBBER, 1981), *Cyclocephala* sp. (WEBBER, 1981; PEREIRA e ANJOS, 1998; SOARES et al., 1999) e *Cyclocephala singnata* (ESCOBAR et al., 1986) como visitantes das flores de gravioleira. Há necessidade de pesquisas sobre os polinizadores da gravioleira nas diferentes regiões onde é cultivada, visando à identificação e à preservação desses insetos, uma vez que eles podem ser

considerados como pragas. Além disso, trabalhos sobre o ciclo biológico de espécies de *Cyclocephala* poderão dar subsídio a um manejo adequado desses agentes polinizadores, importantes na produção da gravioleira.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Polinizações manual e natural da gravioleira (*Annona muricata* L.). O objetivo deste trabalho foi investigar os agentes polinizadores, bem como analisar a morfologia e biologia floral e o sistema reprodutivo desta espécie. Os locais de estudo foram Visconde do Rio Branco, MG; e Una, BA.

Flores em diferentes estádios de desenvolvimento foram analisadas à lupa, cujos esquemas foram desenhados. A viabilidade do pólen foi verificada, tomando-se flores em fase masculina. Flores em fase feminina foram colocadas em recipientes de vidro fechados durante uma hora, para averiguar a existência de odor.

Para checar o sistema reprodutivo, foram realizadas polinização aberta, polinizações cruzadas (geitonogamia e xenogamia) e autopolinização espontânea. As flores apresentaram "câmara de polinização", além de outras características da cantarofilia (polinização por coleópteros), ou seja, são grandes, de cores verde e amarelo-pálido, tecidos nutritivos e forte odor à noite. A antese durou quatro dias. A flor é funcionalmente feminina nos três primeiros dias, passando à fase masculina no quarto dia. Os grãos de pólen apresentaram, em média, 86% de viabilidade.

Foi mostrado, através da geitonogamia, que esta espécie é autocompatível, apesar de a dicogamia protogínica dificultar a autopolinização.

Não houve diferença significativa entre as polinizações cruzadas. A taxa de polinização aberta foi de 95,2% em Una, BA, e 11,7% em Visconde do Rio Branco, MG. Essa diferença parece ser devida à presença de vegetação nativa (floresta atlântica) em Una, próximo aos pomares, pois favorece a manutenção dos agentes polinizadores de *A. muricata*, cujas flores foram polinizadas por *Cyclocephala vestita* Höhne, 1923 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae), em Una, e por *Cyclocephala hirsuta* Höhne, 1923, em Visconde do Rio Branco.

As visitas, em dada flor, iniciavam-se por volta das 18 h 30 min, podendo durar algumas horas ou até três dias consecutivos. Nesse período, as flores apresentavam-se em fase feminina, e os besouros alimentavam-se de tecidos nutritivos, localizados nas pétalas internas. No quarto dia de antese, o pólen era liberado, caracterizando a fase masculina da flor, e o corpo dos besouros ficava coberto de pólen. Logo após, as pétalas caíam, desabrigando esses insetos, que, provavelmente, foram atraídos por outras flores em fase feminina.

Diante do exposto, pôde-se concluir que:

- A antese das flores de *A. muricata* dura quatro dias, ficando a flor na fase feminina geralmente do primeiro ao terceiro dia.
- A fase masculina ocorre geralmente no quarto dia de antese, ao entardecer, sendo caracterizada por liberação dos grãos de pólen e queda dos estames, estigmas e pétalas.
- As flores apresentam tecidos nutritivos na porção basal das pétalas internas, os quais são utilizados como recurso alimentar por besouros Dynastinae.
- *A. muricata* é autocompatível.
- A dicogamia protogínica pode ser parcial em algumas flores, possibilitando escassas autopolinizações espontâneas.
- *Cyclocephala hirsuta* é polinizador de *A. muricata* em Visconde do Rio Branco, Estado de Minas Gerais, enquanto *Cyclocephala vestita* o é de *A. muricata* em Una, Estado da Bahia.

- Recomendam-se polinizações manuais de flores de *A. muricata* cultivadas na região de Visconde do Rio Branco, Estado de Minas Gerais, devido à escassez de polinizadores.
- Na região de Una, Estado da Bahia, não são necessárias polinizações manuais em flores de *A. muricata*, devido à abundância de polinizadores.
- A abundância de polinizadores está relacionada à proximidade dos pomares à vegetação nativa (floresta atlântica).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAQUE, R. **La guanabana**. Caracas: Consejo del Bienestar Rural, 1967. 16p. (Série Cultivos, 13).
- ARAQUE, R. La guanabana. **Samán**, v.2, p.23-29, 1971.
- BAWA, K., HADLEY, M. **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris: K.S. Bawa and M. Hadley, 1990. 409p. (Man and the biosphere series, v.7).
- BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. Annual Reviews. **Ecologist System**, v.21, p.399-422, 1990.
- BLEICHER, E., MELO, Q.M.S., MOSCA, J.L., SILVA, C.S. Growth aspects of reproductive phase of soursop tree (*Annona muricata* L.) In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ANONÁCEAS, 1, 1997, Chapingo – México. **Memorias**. Chapingo: 1997. p.30.
- CALZAVARA, B. B. G. **Fruticultura tropical: a gravioleira (*Annona muricata* L.)**; Belém: EMBRAPA CPATU, 1987. 36p. (EMBRAPA CPATU. Documentos, 47).
- CARNEIRO, J. S., BEZERRIL, F. E. Controle das brocas dos frutos (*Cerconota anonella*) e das sementes (*Bephrateloides maculicolis*) da graviola no planalto da Ibiapaba, CE. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, p.155-167, 1993.

- CAÑIZARES ZAYAS, J. **La polinización artificial de las flores en algunas especies de plantas anonáceas.** Santiago de Las Vegas: Centro Nacional de Experimentación y Estacion Agrícola, 1969. 17p. (Circular, 95).
- CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1972. 84p. (Publicações avulsas, 17).
- CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. v.3, p.484 – 488.
- DIERINGER, G., DELGADO, L. Notes on the biology of *Cyclocephala jalapensis* (Coleoptera: Scarabaeidae): an endemic fo eastern México. **Southwestern Entomologist Scientific Note**, v.19, n.3, p.309-311, 1994.
- DIERINGER, G., REYES-CASTILLO, P., LARA, M., CABRERA R., L., LOYA, L. Endothermy and floral utilization of *Cyclocephala caelestis* (Coleoptera: Scarabaeoidea; Melolonthidae): a cloud forest endemic beetle. **Acta Zoologica Mexicana**, v.73, p.145-153, 1998.
- EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA) – CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS (CPAC). **Relatório técnico anual do CPAC 1982/1985.** Brasília: 1987. p.339-342.
- ESCOBAR, W.T, ZARATE, R.D.R., BATISTA, A. Biología floral y polinización artificial del guranabana (*Annona muricata*, L.) en condiciones del valle del Cauca, Colômbia. **Acta agrônômica**, v.36, n.1, p.7-20, 1986.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers.** Cambridge: University Press, 1994. 511p.
- FAEGRI, K., VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology.** 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1976. 291p.
- FALCÃO, M.A., LLERAS, E., LEITE, A.M.C. Aspectos fenológicos e de produtividade da graviola (*Annona muricata* L.)na região de Manaus. **Acta Amazônica**, v.12, n.1, p 27 – 32, 1982.
- FALCÃO, M. A. **Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade de algumas fruteiras cultivadas na Amazônia.** Manaus: UFMA, 1993. v.2, 97p.

- FAROOQI, A.A., PARVATIKAR, S.R., NALAWADI, U.G. Preliminary studies on the problem of fruit-set in *Annona reticulata* L. **The Mysore Journal of Agricultural Sciences**, v.4, p.44 – 53, 1970.
- FERREIRA, W. de M. **Bibliographic research on some Annonaceae species**. Storrs: University of Connecticut, Plant Science Department, 1988. 42p.
- FIORAVANÇO, J.C., PAIVA, M.C. Tratos culturais. In: Manica, I (Coord.). **Fruticultura - cultivo das anonáceas: ata, cherimólia e graviola**. Porto Alegre: Evangraf, 1984. 116p.
- FOUQUÉ, A. Espèces fruitières de'Amérique tropicale. **Fruits**,v.27, n.1, p.63-70, 1972.
- FREAR, C.B., MANGLONA, G.M., MUNIAPPAN, R. Floral development and fertilization of soursop (*Annona muricata* L.). **Hotscience**, v.22, n.5, p.1044, 1987.
- FREITAS, G. B. **Propagação, florescimento, frutificação e produção da gravioleira (*Annona muricata* L.)**. Viçosa: UFV, 1997. 87p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- FREITAS, G.B., COUTO, F.A.A. Situação e perspectiva do cultivo de anonáceas no Estado de Minas Gerais. In: SÃO JOSÉ, A.R., SOUZA, I.V.B., MORAIS, O.M., REBOUÇAS, T.N.H. **Anonáceas, produção e mercado** (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. p.161-167.
- GOTTSBERGER, G. Some aspects of beetle pollination in the evolution of flowering plants. **Plant Systematics and Evolution**, Suppl. 1, p.211 – 226, 1977.
- GOTTSBERGER, G. Some pollination strategies in neotropical savanas and forests. **Plant Systematics and Evolution**, v.152, p.29 – 45, 1986.
- GOTTSBERGER, G. The reproductive biology of primitive angiosperms. **Taxon**, v.37, n.3, p.630 – 643, 1988.
- GOTTSBERGER, G. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (*Annonaceae*) in Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v.167, p.165 – 187, 1989.
- GOTTSBERGER, G. Flowers and beetles in the South American tropics. **Botany Acta**, v.103, p.360 – 365, 1990.

- GOTTSBERGER, G. Special topics. I. Floral ecology: Report on the years 1988 (1987) to 1991 (1992). **Progress in Botany**, v. 54, p.461-504, 1993.
- JONES, C.E., LITTLE, R.J. **Handbook of experimental pollination biology**. Nova York: Van Nostrand Reinhold Company, 1983. 555p.
- KÜCHMEISTER, H, WEBBER, A. C., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., GOTTSBERGER, G. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de Arecaceae e Annonaceae da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.28, n.3, p.217-245, 1998.
- LEDERMAN, I. E., BEZERRA, J. E. Indução e polinização de anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A.R., SOUZA, I.V.B., MORAIS, O.M., REBOUÇAS, T.N.H. **Anonáceas, produção e mercado** (pinha, graviola, atemóia e Cherimólia). Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. p.142 – 149.
- LEDO, A.S., FORTES, J. M. Avaliação de métodos de enxertia para a graviola em Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n.1, p.13-66, 1991.
- LEMOS, E.E.P., PEREIRA, P.C., CAVALCANTI, R.L.R.R. Artificial pollination of soursop (*Annona muricata*) to improve fruit yield and quality. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONÁCEAS, 2, 1999, Tuxtla Gutiérrez - México. **Memórias...** Tuxtla Gutiérrez: 1999. p.247-250.
- LOPES, J. G. V. A cultura da gravioleira. **Informativo SBF**, v.6, n.2, p.14 - 25, 1987. 71p.
- LOPES, J.G.V., OLIVEIRA, F.M.M., ALMEIDA, J.I.L. **A gravioleira**. Fortaleza: BNB, 1994. 71p.
- MABBERLEY, D.J. The plant-book – **A portable dictionary of the vascular plants**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 858p.
- MANICA, I., ACCORSI, M. R., BELLOTO, F. A., FIORAVANÇO, J. C., GAMA, F., KIST, H. G. K., MORALES, C. F., PAIVA, M. C., SCHWAR, Z. S. F. **Cultivo das anonáceas: ata - cherimóia e graviola**. Porto Alegre: 1994. 117p.
- MORÓN, M.A. Notas sobre *Cyclocephala* Latreille (Coleoptera: Melolonthidae, Dynastinae) asociadas con *Xanthosoma* Schott (Araceae) en Chiapas, México. **Giornale Italiano di Entomologia**, v.8, p.399 - 407, 1997.

- MORTON, J.F. The soursop, or guanabana (*Annona muricata* Linn.). **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v.79, p.355 – 366, 1966.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Underexploited tropical plants with promising economic value**. Washington: D.C.,1975. p. 80 - 83.
- PELLMYR, O., THIEN, L.B. Insect reproduction and floral fragrances: keys to the evolution of the angiosperms? **Taxon**, v.35, n.1, p.76 – 85, 1986.
- PEREIRA, M.J.B., ANJOS, N. Ocorrência de *Cyclocephala* sp. (Coleoptera, Scarabaeidae) e *Tecla ortygnus* Cramer (Lepidoptera, Lycaenidae) em flores de graviola (*Annona muricata* L.) no Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBE, 1998. v. 1, p. 123.
- PINTO, A.C.Q., SILVA, E. M. **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: FRUPEX/EMBRAPA - SPI, 1994. 41p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 7).
- PINTO, A. C. Q., GENÚ, P. J. C. Contribuição ao estudo técnico-científico da graviola (*Annona muricata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, EMPASC, 1984. v.2, p.529-546.
- POPENOE, W. **Manual of tropical and subtropical fruits**. New York: Macmillan, 1974. 474p.
- RADFORD, A.E., DICKISON, W.C., MASSEY, J.R., BELL,C.R. **Vascular plant systematics**. New York: Harper and Row, 1974. 891p.
- RICHADSON, A.C., ANDERSON, P.A. Is hand pollination of cherimoya necessary? **Orchardist of New Zealand**, v.63, p.21-25, 1990.
- RICHARDS, A.J. **Plant breeding systems**. London: George Allen e Unwin, 1986. 529 p.
- ROBACKER, D.C., MEEUSE, B.J.D., ERICKSON, E.H. Floral aroma – How far will plants go to attract pollinators? **BioScience**, v.38, n.6, p.390 – 397, 1988.
- SCHROEDER, C.A. Hand pollination studies on the cherimoya. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, v.43, p.39 - 41, 1943.

- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica “Ceres”, 1971. 530 p.
- SOARES, A.A., LEITE, M. M.L., BUENO, D.M., AGUIAR, J.R. Anatomia e histoquímica do tecido nutritivo em flores de gravioleira *Annona muricata* L.(Annonaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50, Blumenau. **Anais...**Blumenau: 1999. p.33.
- VAN TOL, I.A.V., MEIJDAM, N.A.J. **Field research into pollination and seed dispersal of Annonaceae**. Utrecht: Institute of Systematic Botany, Utrecht University, 1991. p. 25–27.
- VENKATARATNAM, L. Floral morphology and blossom biology studies on some annonaceae. **Indian Journal Agriculture Science**, v.29, n.4, p.69 – 76, 1959.
- WEBBER, A. C. **Biologia floral de algumas Annonaceae na região de Manaus AM**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 1981. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Fundação Universidade do Amazonas, 1981.
- WEBBER, A.C. Tecidos nutritivos em flores de Annonaceae e sua função junto à polinização. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE BOTÁNICA, 7, 1998, México, D.C. **Libro de resúmenes...** México, D.C.: 1998. p.35.
- WESTER, J.P. Pollination experiments with Anonas. **Bull. Torrey Botanic Club**, v.37, p.529 - 539, 1910.
- WORRELL, D.B., CARRINGTON, C.M.S., HUBER, D.J. Growth, maturation and ripening of soursop (*Annona muricata* L.) fruit. **Scientia Horticulture**, v.57, p.7-15, 1994.