

Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE

Floral biology and reproductive system of *Annona squamosa* L. (Annonaceae) in Petrolina-PE, Brazil

Lúcia Helena Piedade Kiill¹ João Gomes da Costa²

RESUMO

Aspectos da biologia da polinização e do sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. foram estudados em Petrolina-PE, nordeste do Brasil, no período de junho de 1999 a fevereiro de 2000, entre 6:00 e 18:00h. As flores de *A. squamosa* são hermafroditas, axilares, com cálice e corola carnosos, formando uma câmara floral, que funciona como abrigo, fonte alimentar e/ou local de acasalamento para os visitantes florais. As flores apresentam características da síndrome de cantarofilia, tais como pétalas carnosas, de coloração clara e emissão de odores fortes e desagradáveis. A antese é crepuscular, iniciando por volta das 17 horas e a duração das flores é de aproximadamente dois dias. As flores se apresentam em fase feminina nas primeiras 20 horas e em fase masculina nas 20 horas seguintes, caracterizando a dicogamia. *Carpophilus hemipterus*, *Carpophilus sp* e *Haptoncus ochraceus* (Nitidulidae) são os principais visitantes, sendo considerados como polinizadores desta anonácea. A espécie é autocompatível, contudo, os testes de germinação indicam que as sementes obtidas por polinização cruzada apresentam maior viabilidade do que as resultantes de geitonogamia.

Palavras-chave: *Annona squamosa*, *Carpophilus hemipterus*, *Carpophilus sp*, *Haptoncus ochraceus* Annonaceae, pinha, polinização, cantarofilia, besouros nitidulídeos.

ABSTRACT

Aspects of pollination biology and reproductive system of *Annona squamosa* L. were studied in Petrolina-

PE, Northeastern Brazil, from June 1999 to February 2000, from 6:00 a.m. to 6:00 p.m. The flowers of *A. squamosa* are hermaphrodite, axillary, with fleshy calyx and corolla forming a floral camera which serves as a shelter, food source and mating place for visitors. The flowers also show light color petals, produce strong and bad odors. The anthesis takes place around 5:00 p.m., the flowers last for approximately two days, and show female phase in the first twenty hours and male phase in the following twenty hours, characterizing dichogamy. *Carpophilus hemipterus*, *Carpophilus sp* and *Haptoncus ochraceus* (Nitidulidae) are the main flower visitors and according to frequency, time and behavior, are considered pollinators of this species. The species is self-compatible, however the germination tests indicated that seeds from cross-pollination show higher viability than seeds from geitonogamy.

Key words: *Annona squamosa* L., *Carpophilus hemipterus*, *Carpophilus sp*, *Haptoncus ochraceus* Annonaceae, sugar apple, pollination, cantharophily, Coleoptera Nitidulidae.

INTRODUÇÃO

A família Annonaceae retém características primitivas, como gineceu apocárpico, estames livres, numerosos, distribuídos espiraladamente em torno do receptáculo floral e polinização realizada predominantemente por besouros (GOTTSBERGER, 1970; apud FAEGRI & PIJL, 1980; NAGEL et al., 1989; VIDAL HERNÁNDEZ, 1993).

¹Biólogo, Doutor Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, BR 428, Km 152, CP 23, Zona Rural, 56302-970, Petrolina-PE. E mail: kiill@cpatsa.embrapa.br Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, MSC, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido.

Esta família é composta por aproximadamente 120 gêneros que tem distribuição marcadamente tropical e subtropical em todo o mundo, sendo o gênero *Annona* o mais importante com mais de 50 espécies (JOLY, 1979). Seus representantes são plantas lenhosas, de porte arbóreo ou arbustivo. Entre os gêneros de interesse comercial encontram-se as espécies de *Annona*, conhecidas vulgarmente por pinha, ata, cherimolia, marolo, fruta de conde, pinha-azeda, graviola e condessa.

Originária da América Central, provavelmente da região das Antilhas, a pinheira é considerada um dos principais representantes da família e está distribuída pelas várias regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, foi introduzida no estado da Bahia, e vem se destacando como uma cultura de importância em vários estados da região Nordeste, entre eles Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba e Pernambuco, e em São Paulo (DONADIO, 1997; ARAUJO et al., 1999).

O cultivo de anonáceas desponta como uma alternativa promissora para o fruticultor do submédio do São Francisco, podendo-se obter safras em épocas de preços mais vantajosos. Entretanto, mesmo com o emprego de técnicas mais avançadas, como irrigação e adubação, a cultura não tem apresentado produtividade convincente. Assim, apesar de haver interesse por parte dos agricultores em investir no cultivo de anonáceas, a expansão do plantio está limitada a pouca informação existente sobre a cultura, principalmente em relação aos aspectos biológicos, botânicos e agrônômicos (PINTO & GENÚ, 1984; LEMOS et al., 1988; PINTO & SILVA, 1994).

Desta forma, o conhecimento da biologia floral e do comportamento reprodutivo da espécie em determinada região é de fundamental importância, tanto para subsidiar a condução de programas de melhoramento genético, quanto para o correto manejo da cultura. ESCOBAR et al. (1986) destacam a importância do estudo localizado da biologia floral das anonáceas, uma vez que esta espécie é influenciada diretamente por fatores climáticos como temperatura, umidade do ar e ventos, vigentes durante o período de floração.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a biologia floral, polinização, sistema de reprodução e viabilidade de sementes de *Annona squamosa* L., na Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, contribuindo com informações sobre os polinizadores, sistema reprodutivo e germinação das sementes desta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina-PE (09°09'S; 40°22'O, 350m.), onde seis plantas de *Annona squamosa* foram observadas em área experimental. As avaliações foram realizadas no período de julho de 1999 a fevereiro de 2000, abrangendo horários entre 6:00 e 18:00h. Para o estudo da biologia floral e morfologia, 20 flores foram marcadas e acompanhadas até sua senescência. Para verificar a viabilidade dos grãos de pólen, 10 flores foram selecionadas, mantidas ensacadas e, posteriormente, cinco lâminas com as anteras das flores foram preparadas com carmim acético 1,2% (RADFORD et al., 1974), sendo analisados 100 grãos por lâmina, totalizando 500 grãos. A receptividade do estigma foi testada em 15 flores com Sudam III glicerinado (JOHANSEN, 1940), e a mudança de cor da solução indicou que esta estrutura estava receptiva.

Os visitantes foram observados ao longo de todo o período de floração, em 35 dias não consecutivos, entre 6:00 e 18:00h, sendo anotadas a frequência e horário de suas visitas, bem como o comportamento dos visitantes mais frequentes. Observações noturnas não foram feitas em virtude da localização das plantas em local isolado, distantes da iluminação artificial, o que impossibilitou tais observações. Para cada intervalo de observação (duas horas), foram feitas cinco repetições. Os insetos coletados foram depositados na coleção entomológica da Ecoteca do Trópico Semi-Árido, Embrapa Semi-Árido.

Para determinar o sistema reprodutivo da espécie, flores foram submetidas aos experimentos de autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada. Também foram observadas 20 flores sem nenhum tratamento para estimar o sucesso da polinização em condições naturais, servindo como controle. Para cada tratamento, foram utilizadas 20 flores previamente ensacadas. Os grãos de pólen usados em todos os testes foram obtidos de flores ensacadas e manuseados com auxílio de pincel.

Os frutos obtidos nos diferentes tratamentos foram observados até o amadurecimento para se estimar o tempo de formação e desenvolvimento dos mesmos, as taxas de aborto e o número de sementes formadas por frutos. As sementes obtidas nos experimentos de polinização e em condições naturais foram utilizadas para os testes de germinação. Nestes testes, foram utilizadas 60 sementes de cada tratamento, em três repetições de 20. As sementes foram semeadas em caixas gerbox com areia lavada,

mantidas em casa de vegetação sob irrigação constante e observadas diariamente. Os resultados obtidos nos experimentos de polinização e nos testes de germinação foram analisados estatisticamente pelo teste Qui-quadrado (χ^2), em nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de floração de *Annona squamosa* ocorreu de agosto a novembro de 1999, com produção diária de 20 a 50 flores por indivíduo. A produção diária de muitas flores torna a espécie atrativa, atuando na atração do polinizador à longa distância (KEVAN, 1978). As flores são pendentes, axilares, isoladas, hermafroditas, com cálice e corola trimeros, carnosos, de coloração verde na fase externa e creme na fase interna. Na região basal das pétalas, há uma cavidade, na qual se encontram glândulas secretoras, formando uma câmara floral definida, que funciona como abrigo, fonte alimentar ou local de acasalamento para os visitantes florais. O androceu é formado por mais de 100 estames, que apresentam filetes curtos, anteras bitecas e conectivo terminal. O gineceu é composto por mais de 100 carpelos, ovário súpero e estilete simples. As estruturas reprodutivas estão dispostas espiraladamente sobre o receptáculo.

A antese é crepuscular, iniciando por volta das 17 horas, sendo caracterizada pela separação parcial das pétalas, ficando somente o ápice livre, formando uma pequena abertura de acesso ao interior da corola. Nesta fase, os estigmas apresentam coloração creme brilhante e estão receptivos, caracterizando a fase feminina da flor. A flor permanece inalterada por aproximadamente 20 horas, isto é, até às 13 horas do dia seguinte, quando o gineceu começa a adquirir coloração escura, indicando o final da fase feminina. Por volta das 17 horas, ocorre a deiscência das anteras, os grãos de pólen ficam disponíveis, caracterizando assim o início da fase masculina da flor. Esta fase dura aproximadamente 20 horas, ou seja, até as 13 horas do dia seguinte, quando os estames adquirem coloração escura, indicando o final da fase masculina e a senescência floral. A duração das flores é de aproximadamente 44 horas, sendo que as flores se apresentam em fase feminina nas primeiras 20 horas e em fase masculina nas 20 horas seguintes, caracterizando a protoginia.

Quanto à viabilidade dos grãos de pólen, foram registradas taxas de 80%, similares a registradas por KUMAR et al. (1977) na Índia. Tais resultados discordam dos obtidos por SULIKERI et al. (1975), que não registraram germinação dos grãos de pólen

coletados após 5:00 horas. Os valores aqui obtidos são semelhantes aos maiores valores registrados pelos autores para pólen coletados entre 2:00 e 3:00 horas, indicando que, no início da manhã, flores ainda estão viáveis e podem ser utilizadas para as polinizações manuais.

Durante o tempo de vida da flor, odores fortes e desagradáveis são exalados. A emissão de odores associada às características morfológicas e funcionais, como pétalas carnosas, coloração esverdeada e protoginia, são indicativas de flores polinizadas por besouros, permitindo classificar as flores desta espécie como cantarófilas (FAEGRI & PIJL, 1980).

Durante as observações, as flores de *A. squamosa* foram visitadas por *Carpophilus hemipterus* (Fab.), *Carpophilus sp* e *Haptoncus ochraceus* (Er.), coleópteros da família Nitidulidae. No Sul da Flórida, as flores desta annonácea foram visitadas por cinco espécies do gênero *Carpophilus*, sendo uma delas (*C. hemipterus*) do gênero *Haptoncus* que foram considerados como polinizadores desta espécie para aquela região (NADEL & PEÑA, 1994). Entre os visitantes, *C. mutilatus* é citado pelos autores como o mais importante polinizador em termos de eficácia e abundância, seguido por *C. fumatus* e *H. luteolus*. Segundo NAGEL et al. (1989), besouros Nitidulidae são também considerados os principais polinizadores da atemóia, sendo responsáveis por 51,4% do total de visitas registradas.

Com relação ao comportamento de visita, os insetos visitavam as flores de *A. squamosa* em busca de alimento, de abrigo e local de cópula. Fato semelhante foi registrado por GOTTSBERGER (1970) apud FAEGRI & PIJL (1980) em flores de espécies de Annonaceae. Nas flores em fase feminina, as três espécies de Nitidulidae foram observadas ao longo de todo o dia, exceto nas observações feitas das 12 às 14 horas. Entre os horários observados, os coleópteros foram mais freqüentes nas observações feitas das 8:00 às 10:00h (Tabela 1). Nas flores em fase masculina, os besouros também foram observados ao longo de todo o período de observação, exceto entre 16:00-18:00h, sendo mais freqüentes no horário das 6:00 às 8:00h. Comparando as duas fases florais, verifica-se que as flores são visitadas com maior freqüência no início da manhã (Tabela 1).

De modo geral, três a cinco insetos foram encontrados por flor, sendo geralmente uma fêmea e vários machos. Somente em duas flores foram encontradas duas fêmeas, ocupando duas das três câmaras florais. Quanto ao comportamento no interior

Tabela 1 - Número de visitas observados em flores de *Annona squamosa* L., ao longo do dia. Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE

AMOSTRAS	HORAS DO DIA (N ₁ /N ₂ *)					
	6:00-8:00	8:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00
Flor em fase masculina	38/68	46/110	05/35	05/57	01/32	0/34
Flor em fase feminina	06/50	22/64	06/46	0/43	01/47	03/24
TOTAL	44/118	68/174	11/81	05/100	02/79	03/58
MÉDIA	0,37	0,39	0,13	0,05	0,02	0,05

*- N₁ – número de insetos coletados, N₂ – número de flores observadas.

da flor, pouco pôde ser observado, não sendo verificadas diferenças comportamentais entre as espécies observadas. Ao manusear as pétalas para visualizar a câmara nectarífera, os coleópteros se deslocavam para o centro da flor, caminhando sobre as estruturas reprodutivas, levantando vôo e abandonando a flor. Sem interferência, o tempo de visita a uma flor variou de 2 a 10 minutos, podendo os insetos visitar posteriormente outras flores abertas nas proximidades ou abandonar o local. Entre os insetos coletados, observou-se que os grãos de pólen ficam depositados por todo corpo do inseto, podendo ser considerados como agentes polinizadores desta espécie, na região de Petrolina-PE.

Os resultados dos experimentos de polinização estão agrupados na tabela 2, mostrando que *A. squamosa* é autocompatível. Não houve formação de frutos por autopolinização espontânea, indicando que esta espécie necessita de um agente polinizador para ter garantida sua reprodução. A maior porcentagem de frutos foi registrada nos experimentos de polinização cruzada, porém a análise estatística (χ^2) indicou que não há diferenças significativas entre os tratamentos, quando se comparou a frutificação obtida nos experimentos de polinização cruzada e geitonogamia ($\chi^2 = 0,00036$); polinização cruzada e controle ($\chi^2 = 0,13$); e entre geitonogamia e controle ($\chi^2 = 0,00031$). Em estudos de polinização de pinheira para as condições do Egito, AHMED (1936, apud SILVA, 2000) registrou taxas superiores a 90% de sucesso em experimentos de polinização artificiais, concordando com os resultados aqui obtidos.

Os frutos obtidos nos experimentos de polinização levaram cerca de 90 dias para completar seu desenvolvimento (Tabela 3). No decorrer do processo, verificou-se que as maiores taxas de aborto ocorreram nos frutos resultantes de geitonogamia, indicando que pode haver mecanismos de incompatibilidade tardia, porém tal informação só poderá ser confirmada com a realização dos testes de crescimento de tubo polínico. Com relação ao número

de sementes/fruto, observou-se que este variou nos três tratamentos, sendo encontrado valor mínimo de 15, e máximo de 92. Embora NAVARRO (1988, apud VIDAL HERNÁNDEZ, 1993) relate que, em geral, os frutos maiores apresentam mais sementes, estudos realizados por DANTAS et al. (1991) e VIDAL HERNÁNDEZ (1993) mostraram que não existe uma relação direta entre o número de sementes e o peso médio dos frutos.

Quanto aos testes de germinação, verificou-se que a germinação das sementes iniciou 18 dias após a sementeira, independente do tipo de tratamento. Os resultados mostraram que houve diferenças entre a germinação das sementes obtidas nos experimentos de polinização e controle (Tabela 3). A maior taxa de germinação foi obtida de sementes procedentes de polinização cruzada, sendo duas vezes maior que a encontrada para as sementes obtidas por geitonogamia. Estes resultados indicam que há diferenças significativas entre os tratamentos, quando se compara a germinação de sementes obtida nos experimentos de polinização cruzada e geitonogamia ($\chi^2 = 12,03$), e entre polinização cruzada e controle ($\chi^2 = 19,33$). Porém, quando se compara a germinação de sementes obtidas por geitonogamia com as do controle, não há diferenças significativas ($\chi^2 = 0,65$). Estes resultados indicam que há maior viabilidade das sementes obtidas em processos xenogâmicos.

Tabela 2 - Resultados dos experimentos de polinização de *Annona squamosa* L., na região de Petrolina –PE.

EXPERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO	FL/FR	Taxa de Sucesso (%)
Controle	20/14	70
Autopolinização espontânea	20/0	0
Geitonogamia	20/15	75
Polinização cruzada	20/16	80

FL= flores, FR= frutos

Tabela 3 - Frutos obtidos nos experimentos de polinização de *Annona squamosa* L., com seus respectivos tempo de amadurecimento e número de sementes.

Tratamentos	N ₁ /N ₂ *	Taxa de Aborto (%)	Tempo médio de maturação (Dias)	Número de sementes	N ₃ /N ₄ **	%
Controle	14/10	28,6	107	15-92	60/15	25,0
Geitonogamia	15/5	66,7	93	48-89	60/20	33,3
Polinização cruzada	16/10	37,5	93	17-69	60/40	66,7

* N₁ – número de frutos tratados, N₂- número frutos que completaram o desenvolvimento.

** N₃- número total de sementes analisadas, N₄ – número de sementes germinadas

CONCLUSÃO

Annona squamosa apresenta características florais que permitem classificá-la como cantarófila, onde *Carpophilus hemipterus*, *Carpophilus sp* e *Haptoncus ochraceus* (Nitidulidae) são considerados como polinizadores desta espécie na região de Petrolina-PE, atuando de forma eficaz no seu processo de reprodução. Vale salientar que o uso de inseticidas para controle de pragas da cultura pode comprometer ação destes insetos e, conseqüentemente, o processo reprodutivo natural.

Os testes de viabilidade dos grãos de pólen registraram taxas de 80%, indicando que, no início da manhã as flores ainda estão viáveis e podem ser utilizadas para as polinizações manuais. Quanto ao sistema de reprodução, os dados obtidos indicam que esta espécie é autocompatível, produzindo frutos e sementes tanto por autopolinização manual quanto por polinização cruzada. No entanto, as taxas de aborto registradas indicam que mecanismos de ação tardia podem estar atuando. Assim, recomenda-se que para garantir o sucesso reprodutivo, seja utilizada a polinização cruzada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, J.F.; ARAÚJO J.F.; ALVES, A.A.C. **Instruções técnicas para o cultivo da pinha (*Annona squamosa* L.)**. Salvador : EBDA, 1999. 44p. il. (EBDA – Circular técnica, n.7).

DANTAS, A.P. et al. Características físico-químicas de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) oriundos de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.1, p.111-116, 1991.

DONADIO, L.C. **Situação atual e perspectivas das anonáceas**. In: SÃO JOSÉ, A.R. et al. (Ed). **Anonáceas: produção e mercado** (pinha, graviola, atemoia, cherimolia). Vitória da Conquista : Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1997. p.1-4.

ESCOBAR, W.T.; ZARATE, R.D.R.; BASTIDAS, A. Biologia floral y polinización artificial del guanabano *Annona muricata*

L. em condiciones del Valle del Caca, Colombia. **Acta Agronomica**, v.36, n.1, p.7-20, 1986.

FAEGRI, K.; PIJL, L. van der. **The principles of pollination ecology**. 3.ed. Oxford - New York, Toronto : Pergamon, 1980.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York : McGraw-Hill Book, 1940. 180p.

JOLY, A.B. **Botânica, introdução a taxonomia vegetal**. São Paulo : Nacional, 1979. 550p.

KEVAN, P.G. Floral coloration, its clorimetric analysis and significance in anthecology. In: RICHARDS, A.J. (Ed). **The pollination of flowers by insects**. London : Academic, 1978, p.51-78.

KUMAR, R.; HODA, M.N.; SINGH, D.K. Studies on the floral biology of Custard apple (*Annona squamosa* L.). **Indian Journal of Horticulture**, Indian, v.34, n.3, p.252-256, 1977.

LEMOS, E.E.P. de et al. Germinação de sementes de pinha submetidas a tratamentos para quebra de dormência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas : Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. V.2, p.675-678.

NADEL, H.; PEÑA, J.E. Identity, behavior, and efficacy of nitidulid beetles (Coleoptera: Nitidulidae) pollinating comercial *Annona* species in Florida. **Environmental Entomology**, 1994, v.23, n.4, p.878-886.

NAGEL, J.; PEÑA, J.E.; HABECK, D. Insect pollination of atemoia in Florida. **Florida Entomologist**, v.72, n.1, p.207-211, 1989.

PINTO, A.C. de Q.; GENÚ, P.J. de C. Contribuição ao estudo técnico científico da graviola (*Annona muricata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis : Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1984. p.529-546.

PINTO, A.C. de Q.; SILVA, E.M. da. **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília : EMBRAPA-SPI, 1994. 41p. il. (FRUPEX. Publicação técnica, 7).

RADFORD, A.E. et al. **Vascular plant systematics**. New York : Harber and Row Publ, 1974. 240p.

SILVA, A.C. **Épocas de poda e métodos de polinização na produção da pinheira (*Annona squamosa* L.)**. 2000. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia.

SULIKERI, G.S.; NALAWADI, U.G.; SING, C.D. Pollen viability studies in *Annona squamosa* L. **Current Research**, v.4, n.2, p.31-32, 1975.

VIDAL HERNÁNDEZ, L. **La reproducción sexual y multiplicación vegetativa de las anonáceas**. Xalapa, Veracruz : Universidade Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1993. 35p. (Publicación Técnica, 3).