

# POLINIZAÇÃO E FORMAÇÃO DE FRUTOS EM ARATICUM <sup>(1)</sup>

TADEU ROBSON MELO CAVALCANTE <sup>(2,6)</sup>; RONALDO VELOSO NAVES <sup>(3\*)</sup>;  
EDIVANI VILLARON FRANCESCHINELLI <sup>(4)</sup>; RICARDO PEREIRA DA SILVA <sup>(5)</sup>

## RESUMO

O araticum, *Annona crassiflora* Mart., é fruta típica do Cerrado brasileiro, com potencial econômico e alimentar, entretanto, há baixa produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o sistema reprodutivo do araticum e identificar seus possíveis polinizadores. O experimento foi desenvolvido no Estado de Goiás, Brasil, nos municípios de Goiânia, a 6° 35' 56,0" S 49° 16' 44,4" O; 727 m e Vila Propício, a 15°15' 37,0" S 48° 42' 30,9" O; 696 m, em 2004 e 2005. O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos: polinização cruzada manual (T1); polinização natural (T2); autopolinização espontânea (T3) e autopolinização manual (T4). A viabilidade do pólen foi checada usando carmim acético a 1%. Em 2004, as porcentagens de frutos formados em Goiânia foram de 39,46%; 0% e 0% em T1, T2 e T3, respectivamente. Em Vila Propício foram: 31,11%; 4,65% e 0% em T1, T2 e T3 respectivamente. Em 2005, as porcentagens de frutos formados em Goiânia foram de 64,24%; 4,72%, 0% e 34,38%, em T1, T2, T3 e T4 respectivamente. Em Vila Propício, três espécies de besouros foram coletados nas flores de araticum e identificados como: *Cyclocephala atricapilla* Mannerheim, *Cyclocephala latericia* Hohn e *Cyclocephala octopunctata* Burmeister. Em Goiânia, somente *Cyclocephala octopunctata* foi coletado. A polinização cruzada manual resultou em alta frutificação. O araticum é espécie autocompatível, mas principalmente alogâmica.

**Palavras-chave:** cerrado, frutas nativas, *Cyclocephala*, dioicia funcional, *Annona crassiflora*, cantarofilia, biologia reprodutiva.

## ABSTRACT

### POLLINATION AND FRUIT DEVELOPMENT IN ARATICUM

Typical fruit of Brazilian Savannah, the araticum, *Annona crassiflora* Mart., presents economical and feed potential. However, presents low production. The aim of this work was to evaluate the reproductive system of araticum and to identify its possible pollinators. The experiment was conducted in the surroundings of Goiânia city, State of Goiás, Brazil (16°35'56,0" S 49°16'44,4" W; 727 m) and Vila Propício (15°15'37,0" S 48°42'30,9" W; 696 m), during the seasons of 2004 and 2005. The outlining was in random blocks with four treatments: hand cross-pollination (T1); natural pollination (T2); spontaneous self-pollination (T3) and hand self-pollination (T4). Pollen viability was checked using 1% acetic carmine. In 2004, the percentages of fruit set in Goiânia were: 39,46%, 0% and 0% in T1, T2 and T3, respectively. In Vila Propício were: 31,11%, 4,65% and 0% in T1, T2 and T3, respectively. In 2005, the percentages of fruit set in Goiânia were: 64,24%, 4,72%, 0% and 34,38% in T1, T2, T3 and T4, respectively. In Vila Propício, three species of beetles were collected in araticum's flowers and identified as: *Cyclocephala atricapilla* Mannerheim, *Cyclocephala latericia* Hohn e *Cyclocephala octopunctata* Burmeister. In Goiânia, only *Cyclocephala octopunctata* Burmeister was collected. Hand cross-pollination presented higher fructification. Araticum is a self-compatible species, but mainly allogamous.

**Key words:** savannah, native fruit, *Cyclocephala*, functional dioicia, *Annona crassiflora*, cantharophily, reproductive system.

<sup>(1)</sup> Parte da tese de doutorado do primeiro autor. Recebido para publicação em 22 de novembro de 2006 e aceito em 31 de julho de 2008.

<sup>(2)</sup> Doutorando em agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás - UFG, Rodovia Goiânia /Nova Veneza, km 0, Caixa Postal 131, 74001-970 Goiânia (GO). E-mail: tadeucav@gmail.com

<sup>(3)</sup> Setor de Horticultura da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás. E-mail: ronaldo@agro.ufg.br (\*) Autor correspondente.

<sup>(4)</sup> Departamento de Biologia Geral (ICB), UFG, Campus Samambaia, 74690-900 Goiânia (GO). E-mail: edivanif@yahoo.com.br

<sup>(5)</sup> Engenheiro Agrônomo - M. Sc. em Produção Vegetal. E-mail: ricperesilva@hotmail.com

<sup>(6)</sup> Bolsista CNPq.

## 1. INTRODUÇÃO

Muitas espécies de frutos do cerrado fazem parte da alimentação humana. Porém, em muitas espécies frutíferas nativas que embora tenham potencial alimentar, econômico e agroindustrial, necessitam ser mais bem pesquisadas para ingressarem definitivamente no cardápio alimentar e no mercado formal de frutas. Atualmente, na Região Nordeste de Goiás é desenvolvido trabalho de educação ambiental e apoio ao aproveitamento dos frutos nativos do cerrado e dentre os frutos comercializados está o araticum, *Annona crassiflora* Mart. (Annonaceae).

O araticum está entre as vinte espécies mais utilizadas na alimentação regional sendo consumido na forma natural pela população local e comercializado em feiras e beiras de estrada (CHAVES e NAVES, 1998; ALMEIDA et al., 1987). Apesar de ser espécie com potencial frutífero (LEITÃO FILHO e MARTINS, 1981), possível de ser explorada economicamente, uma vez resolvidos os problemas técnicos para estabelecimento da cultura (CHAVES e NAVES, 1998; NAVES, 1999), são ainda escassos os estudos sobre o araticum.

Para que possa haver o aproveitamento econômico do araticum, é preciso estudar a causa da sua baixa taxa de frutificação (RIBEIRO et al. 1981; BRAGA FILHO, 2003), e, conseqüentemente, sua alta taxa de aborto de botões florais, a qual, segundo BRAGA FILHO et al. (2005) é de cerca de 50%. Considerando-se que o araticum é espécie preferencialmente alógama (BRAGA FILHO et al., 2005) e com cantarofilia (GOTTESBERGER, 1989), é razoável admitir que polinizações cruzadas manuais possam favorecer sua frutificação. Neste estudo, foi avaliado o sistema reprodutivo da *A. crassiflora* e identificado seus potenciais polinizadores.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em Goiás, nos municípios de Goiânia (L1), a 16° 35' 56,0" S 49° 16' 44,4" O; 727 m) e de Vila Propício (L2), a 15° 15' 37,0" S 48° 42' 30,9" O; 696 m. Em Goiânia, foram utilizadas oito plantas de *A. crassiflora* Mart. - Annonaceae, com 13 anos de idade, sob condições de cultivo. Em Vila Propício, foram utilizadas oito plantas espontâneas de *A. crassiflora* em fase reprodutiva, vegetando em ambiente de pastagem.

Para determinar os eventos da flor de *A. crassiflora*, foram marcadas cinco plantas e cinco botões por planta. Em cada botão etiquetado e numerado, foi medido o diâmetro e comprimento, e observado diariamente os eventos de antese até a queda dos verticilos. Ressalta-se que por antese

entende-se que seja o período de início até a máxima abertura da flor. Observação noturna foi feita entre intervalos de 1 hora, uma única vez, e abrangeu o horário das 18h às 6h.

O delineamento para verificar o sistema reprodutivo da espécie foi feito em blocos ao acaso com quatro tratamentos. Em 2004, foram feitas oito repetições em Goiânia e Vila Propício, e em 2005 somente quatro repetições em Goiânia. Os tratamentos foram os seguintes: polinização cruzada manual (T1); polinização natural (controle) (T2); autopolinização espontânea (T3) e autopolinização manual (T4), sendo este último tratamento acrescentado no segundo ano de experimentação.

Foram amostradas, aleatoriamente, 663 e 227 flores, respectivamente, em 2004 e 2005. As flores dos tratamentos T1, T3 e T4 foram previamente ensacadas quando em pré-antese para evitar que insetos as visitassem. Em 2004, no T1, os sacos foram removidos com até sete dias após a polinização, e em T3 após a abscisão dos verticilos. Em 2005, as flores e os frutos oriundos de T1 e T4 permaneceram ensacados até sua queda natural.

Para isolar as flores, em 2004, foram utilizados sacos plásticos de polipropileno; e, em 2005, sacos de tecidos sintéticos foram utilizados (Organza e Volta ao Mundo, 100% poliéster). Os sacos de tecido "Organza" foram utilizados na fase de botão e pré-antese e os sacos de tecido "Volta ao Mundo" substituíram os sacos de tecido "Organza" logo que os frutos iniciaram seu desenvolvimento, objetivando dar continuidade à proteção dos frutos contra insetos pragas e evitar interferências quanto as trocas gasosas entre o fruto e o ambiente.

As polinizações manuais foram realizadas utilizando pincel, entre 7h30 e 11h. O pólen liberado durante a madrugada era coletado junto com as anteras deiscidas por volta das 7h e colocados em frascos plásticos e identificados com o número da planta doadora. A polinização cruzada manual foi feita removendo uma ou duas pétalas externa e interna de flores em cujos verticilos externos havia ligeira separação. A autopolinização manual seguiu o mesmo procedimento, porém utilizou-se pólen da mesma planta.

No T2 as flores foram apenas etiquetadas e observadas, e T3 consistiu no isolamento das flores em pré-antese, permanecendo ensacadas até uma semana após queda dos verticilos. T1 foi realizado de 5 a 30 de outubro de 2004 e 19 de outubro a 10 de novembro em 2005. T4 ocorreu no mesmo período de T1 em 2005.

O pólen liberado foi colhido em pequenos frascos plásticos para filme fotográfico e imediatamente utilizado nas flores em fase feminina. Foi considerado como fase feminina flores em início de antese.

A viabilidade do pólen foi testada em presença de carmim acético 1% (RADFORD et al., 1974). Foram coletadas 16 flores, quatro por planta, em estágio de anteras deiscentes. Prepararam-se as lâminas, acrescentou-se carmim acético, cobriu-se com lamínula e fez-se a contagem de 200 grãos de pólen (MAIMONI-RODELLA, 2004) em microscópio óptico, no aumento 10x. O percentual de viabilidade revelou a taxa entre o número de grãos de pólen corados e os não-corados (não viáveis).

Flores foram vistórias regularmente e os visitantes florais coletados, conservados em álcool 70%, e posteriormente enviados para identificação.

Considerou-se fruto em formação, toda flor cujos carpelos estivessem ligeiramente afastados uns dos outros. O desenvolvimento dos frutos ( $n = 36$ ) foi acompanhado a partir de 30 dias após início das polinizações, sendo tomados seus diâmetros e comprimentos quinzenalmente até sua queda natural. Foi utilizado paquímetro com graduação até 30 cm. A partir de janeiro de 2005, observações em dias alternados foram realizadas, a fim de registrar o início da queda natural dos frutos, massa e qualidade desses frutos. O mesmo foi feito em janeiro de 2006. Para análise estatística, foi utilizado o método de comparação de porcentagens observadas (GOMES, 1990).

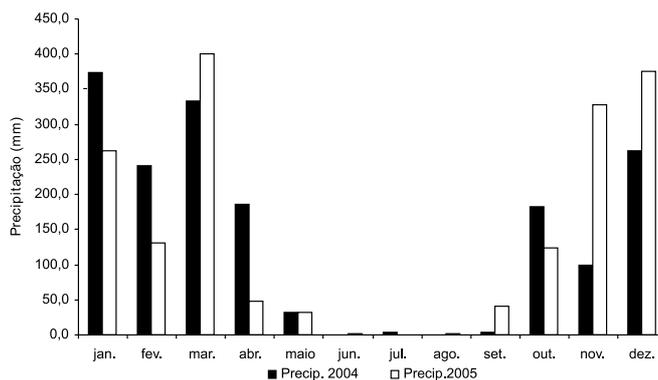
Consideraram-se, como aborto, flores amostradas que, após polinizadas manualmente, caíram e/ou mumificaram antes de passarem ao estágio de fruto. As taxas de aborto foram calculadas dividindo-se o número de flores amostradas nos tratamentos com polinização manual, pelo número de flores abortadas e, em seguida, multiplicado por 100 para representar os resultados em porcentagem.

Dados meteorológicos para Goiânia, durante o período experimental, foram obtidos na estação meteorológica da UFG, em Goiânia (GO), a 16° 41" S - 49° 17" O - 741 m (Figuras 1 e 2). Não foram obtidos dados meteorológicos para Vila Propício devido à inexistência de estações meteorológicas próximas ao local do experimento.

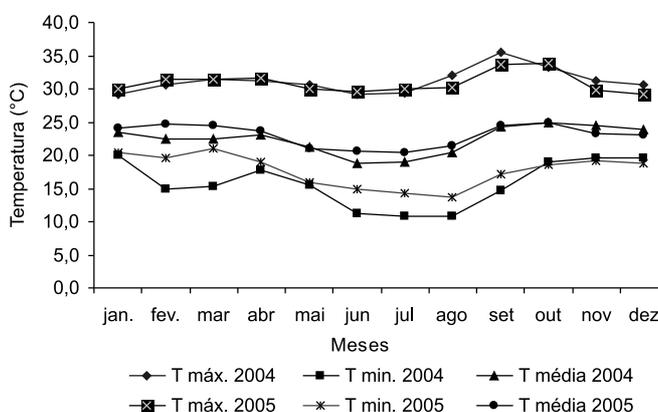
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Floração e antese

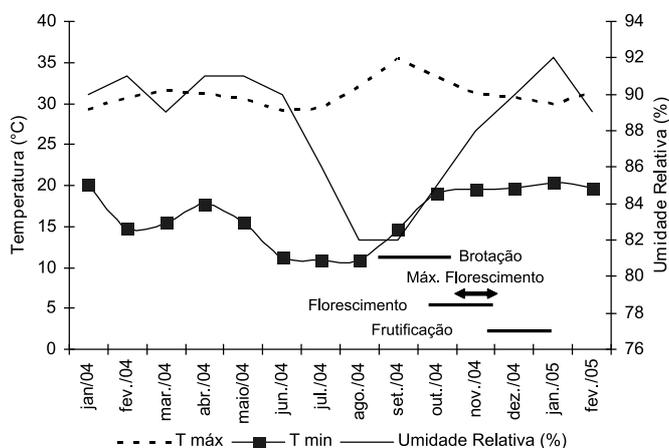
Em Goiânia, em 2004, o início da floração ocorreu em meado de setembro, com pico de florescimento em meado de outubro, e final em meados de novembro (Figura 3). Em 2005, na mesma localidade, somente quatro plantas floresceram abundantemente enquanto outras 19 plantas não floresceram ou ocorreram poucas flores. Esse fato parece indicar comportamento de bianualidade quanto ao número de flores.



**Figura 1.** Dados meteorológicos de precipitações pluviométricas mensais durante parte do período de trabalho de janeiro de 2004 e dezembro de 2004 e 2005 obtidos na estação meteorológica da UFG, em Goiânia (GO), a 16° 41' S - 49° 17' O - 741 m.



**Figura 2.** Dados meteorológicos de precipitação pluviométrica, temperatura mínima, máxima e média mensais durante parte do período de trabalho de janeiro de 2004 a dezembro de 2005, obtidos na estação meteorológica da UFG, em Goiânia (GO), a 16° 41" S - 49° 17" O - 741 m.

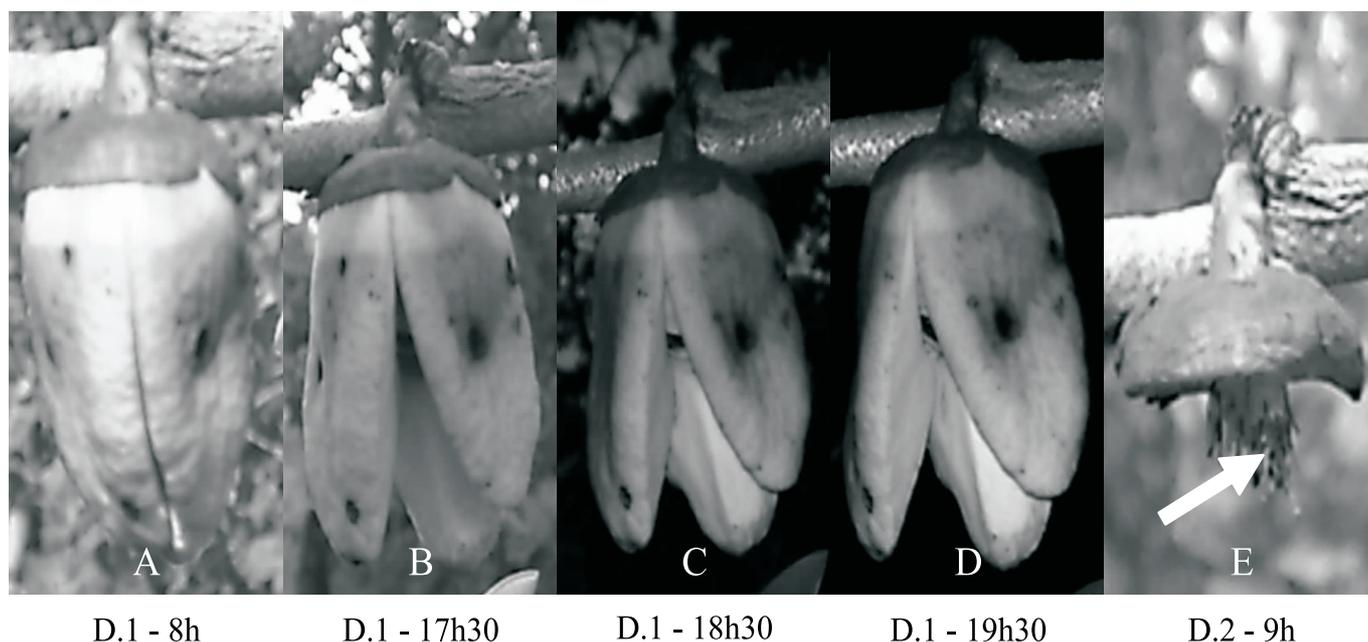


**Figura 3.** Estádios fenológicos das árvores de *Annona crassiflora* e dados meteorológicos de Goiânia durante 2004. Médias mensais de temperatura e umidade relativa registrada na localidade de Goiânia (GO), em 2004.

Os botões marcados ( $n = 25$ ) para observar a antese apresentaram diâmetro de  $2,76 \pm 0,51$  cm e comprimento de  $3,69 \pm 0,53$  cm. A antese é gradual, sendo observada nas primeiras horas da manhã (Figura 4). Observou-se, ainda, que o processo de abertura pode se estender até o início da madrugada do dia seguinte. Por volta de 1h a massa de estames fica frouxa e o pólen é exposto. A queda dos verticilos ocorre por volta das 3h, porém, algumas flores retêm seus verticilos por mais algum tempo, os quais caem durante o período da manhã. A receptividade ocorre já no início da antese, pois flores polinizadas na fase inicial de abertura

formaram frutos. Outra possibilidade para explicar a formação dos frutos na fase inicial de abertura da flor é que os grãos de pólen permanecem viáveis até a fase feminina da flor, devido à protoginia.

A fase masculina foi caracterizada pelo afrouxamento da massa de estames e a exposição do pólen. Apesar disso, é possível observar secreção abundante sobre o estigma de algumas flores mesmo após queda dos estames, o que pode sugerir que a flor não foi polinizada. De acordo com GOTTESBERGER (1989), a fase masculina da flor de *A. crassiflora* tem início por volta das 22h e se estende até às 6h.



**Figura 4.** Antese da flor de *Annona crassiflora* (A, B, C e D) e aspecto da flor após queda dos verticilos florais, com algumas anteras pendentes e ainda presas ao receptáculo floral (E). D.1 = primeiro dia, D.2 = segundo dia. Goiânia (GO), 2005.

#### Taxa de viabilidade de pólen

Foram observados grãos de pólen circulares, corados e morfologicamente uniformes, os quais foram considerados viáveis. Os mal corados ou incolores foram avaliados como inviáveis. De modo geral, os grãos de pólen viáveis são mais bem desenvolvidos, circulares e coram-se mais intensamente na presença de carmim acético.

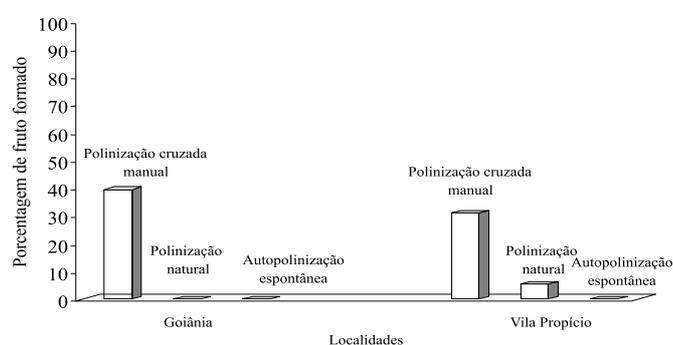
A porcentagem de viabilidade do pólen de araticum, *A. crassiflora*, pelo teste do carmim acético foi de  $93,83\% \pm 8,26$ , o que pode ser considerada alta se comparada aos resultados constatados para o híbrido entre cherimóia, *Annona cherimola* Mill. e pinha, *Annona squamosa* L., popularmente conhecida como atemóia ( $55,9\%$ ) e *Annona cherimola*, ( $80,4\%$ ) (THAKUR e SINGH, 1965) e para graviola, *Annona muricata*

L. ( $86,5\%$ ) (CAVALCANTE, 2000). Vale mencionar que, no trabalho em questão, a coleta das flores foi realizada durante a fase masculina, entre 7 e 8 horas, quando as anteras já estavam abertas, levando a crer que a viabilidade deva atingir sua plenitude na ocasião da antese máxima, em que ocorre a abertura total das anteras.

#### Polinização experimental

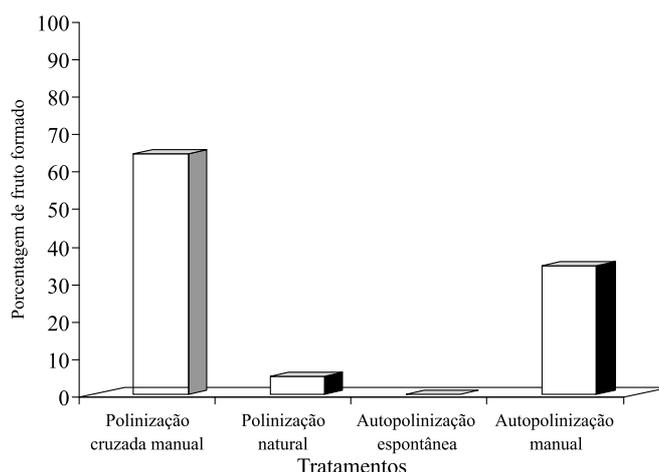
Em 2004, em Goiânia, as porcentagens de frutos formados foram de  $39,46\%$ ;  $0\%$  e  $0\%$  em T1, T2 e T3 respectivamente. Já em Vila Propício foi registrado  $31,11\%$ ;  $4,65\%$  e  $0\%$ , respectivamente, em T1, T2 e T3 (Figura 5). A baixa taxa de frutificação verificada na polinização natural da *A. crassiflora* está um pouco acima do que foi observada na região semiárida para

*A. squamosa*, 3,3% (SILVA et al., 2001), para *A. cherimola*, 3,3%, em Will Roger State Park, na Califórnia (Schroeder citado por GARDIAZABAL e ROSENBERG, 1993) e em Pedra Bela, SP (MELO et al., 2002b). Para o híbrido entre *A. cherimola* e *A. squamosa*, 1,9%, em Lins, SP (MELO et al., 2002a), podendo ainda se igualar a taxas registradas para cultivares de *A. cherimola* como Santa Julia, 0% (Saint Marie, citado por GARDIAZABAL e ROSENBERG, 1993) ou mesmo ser inferior se comparado às taxas de polinização natural para *A. muricata*, em Visconde do Rio Branco, MG, 11,65%, Una, BA, 95,16% (CAVALCANTE, 2000) e no cerrado, 23,8% (PINTO e GENÚ, 1984), e 22% para *A. muricata* 'Morada' (PINTO et al. 2001).



**Figura 5.** Porcentagem de frutos formados em ensaios de polinização com *Annona crassiflora*, em duas localidades de Goiás, no período de 5-10-2004 a 22-12-004. O tamanho amostral e intervalos de confiança ( $IC_{0,95}$ ) em Goiânia foram:  $n = 147$ ; [31,56%; 47,36%] para polinização cruzada manual,  $n = 114$ ; [-] para polinização natural,  $n = 117$ ; [-] para autopolinização espontânea. Em Vila Propício foram:  $n = 45$ ; [17,58%; 44,64%] para polinização cruzada manual,  $n = 129$ ; [2,18%; 11,18%] para polinização natural,  $n = 111$ ; [-] para autopolinização espontânea. Há diferença significativa entre os tratamentos pelo método da comparação de porcentagens observadas. Dados transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$ . Goiânia (GO) e Vila Propício (GO), 2005.

Em 2005, em Goiânia, a taxa de frutificação natural se manteve baixa (4,62%) e similar ao que foi registrado em Vila Propício no ano anterior, porém, maior do que o registrado no mesmo período do ano anterior em Goiânia (Figuras 5 e 6). Esses dados confirmam que a variação das taxas de polinização natural parece estar relacionada à espécie e principalmente às condições ambientais. Dentre as condições ambientais cabe citar a ação de ventos que pode influir negativamente na frutificação natural de espécies de Annonaceae, como *A. cherimola* (SÁNCHEZ, 1991).



**Figura 6.** Porcentagem de frutos formados em ensaios de polinização com *Annona crassiflora* no período de 6-10 a 30-12-2005. Tamanho amostral e intervalos de confiança ( $IC_{0,95}$ ) foram:  $n = 65$ ; [52,49%; 75,80%] para polinização cruzada manual,  $n = 65$ ; [0,95%; 13,48%] para polinização natural,  $n = 65$ ; [-] para autopolinização espontânea e  $n = 32$ ; [17,91%; 50,83%] para autopolinização manual. Há diferença significativa entre os tratamentos pelo método da comparação de porcentagens observadas. Dados transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$ . Goiânia (GO), 2005.

A baixa frutificação observada em *A. crassiflora* também pode ser consequência da dioiccia, pois nesse trabalho foi observada a existência de plantas de *A. crassiflora* cujas flores, embora perfeitas, não expõem o pólen das anteras quando a flor está em fase masculina (Figura 7), o que caracteriza uma planta funcionalmente feminina. Além disso, também foram observadas plantas cujas flores, embora perfeitas e em número abundante, não formaram um fruto sequer, mesmo nas situações onde houve polinização manual cruzada (T1), o que sugere que essas plantas sejam funcionalmente masculinas. Esse fenômeno foi observado em alguns indivíduos localizados em Goiânia e chama a atenção, pois dá sinais de que essa espécie tenha dioiccia. Porém, cabe esclarecer que também há plantas hermafroditas (flores que produzem pólen e frutos).

ARAQUE (1971), referindo-se à *A. muricata*, cita que há variação entre árvores quanto à habilidade para formar frutos, e algumas plantas produzem mais flores que outras. Levantamento feito por BRAGA FILHO (7) em Goiânia e em Leopoldo de Bulhões, em 1999 e 2000, registrou o número de flores por planta de *A. crassiflora* e, posteriormente, o número de frutos por planta. Os dados, constantes em relatório não publicado, mostram que há grande variabilidade no número de flores por planta e no número de frutos por planta. Os dados deste relatório também mostram que a razão entre fruto formado e número de flores é baixa. A proporção varia entre 0,00 a 0,47.

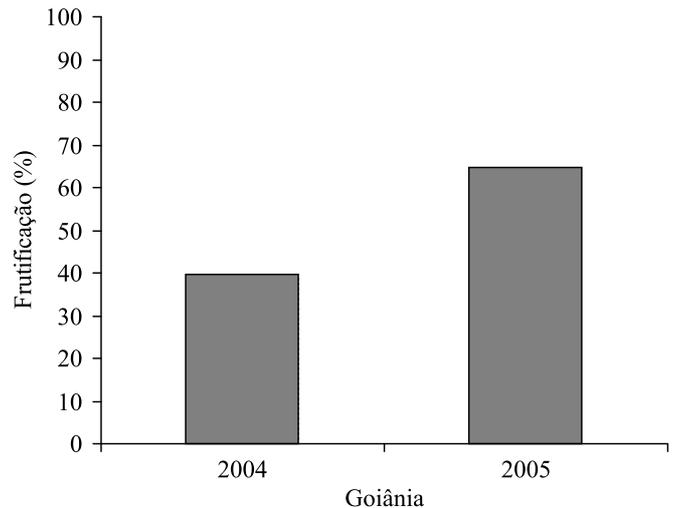


**Figura 7.** Anteras recém-deiscentes de uma flor de *Annona crassiflora* em estágio masculino. Os sacos polínicos, todavia, não liberam pólen. Goiânia (GO), 2005.

As porcentagens de frutificação obtidas em T1, tanto em Goiânia quanto em Vila Propício, são significativamente diferentes de T2 e T3 (Figura 5), indicando que o uso da polinização manual no araticum pode ser prática recomendável. A importância da polinização artificial em espécies de anonáceas é evidenciada por SÁNCHEZ (1991), que aconselha essa prática para *A. cherimola* em regiões onde ocorrem frutificação natural muito baixa. Ainda de acordo com esse autor, mesmo obtendo boa frutificação natural, é conveniente realizar a prática da polinização artificial em uma pequena amostra de árvores e contrastar a qualidade do fruto obtido. Há ainda outros relatos de que a produção de frutos de outras anonáceas pode ser incrementada pela polinização manual (Ahmed citado por NOONAN, 1954).

Ainda no que se refere a T1, em Goiânia, o resultado de 2004 foi significativamente menor que o de 2005 (Figura 8). Esse fato pode indicar um caráter sazonal da produção de frutos desta espécie, hipótese apoiada por SILVA et al. (1992), quando citam que ocorrem variações anuais na produção de frutos do cerrado, dentre eles *A. crassiflora*. É possível que fatores meteorológicos, como temperatura, umidade, precipitação pluvial e mesmo ventos, como menciona SÁNCHEZ (1991), possam ter colaborado para essa diferença de produção de um ano para outro, pois as constantes inspeções das plantas em Goiânia, logo após a incidência de ventos e chuvas fortes durante o experimento, possibilitaram constatar visualmente maior queda de frutos em desenvolvimento o que contribuiu para um menor número de frutos a ser colhidos.

(7) BRAGA FILHO, J. Domesticação de plantas do cerrado e sua incorporação a sistemas produtivos regionais. Subprojeto VI. PRIPE. Relatório final de bolsa ITI. Programa de Capacitação de Recursos Humanos para o Desenvolvimento Tecnológico. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, setembro de 2000.



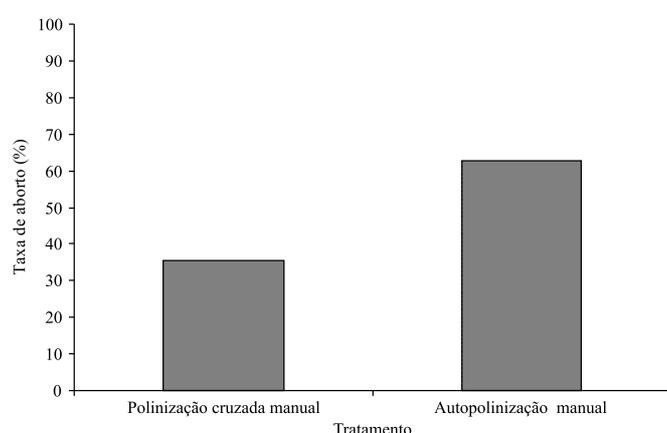
**Figura 8.** Porcentagem de frutos formados através da polinização cruzada manual em *Annona crassiflora* na localidade de Goiânia, em 2004 e 2005. Tamanho amostral e intervalos de confiança (IC0,95) foram: n = 147 [31,56%; 47,36%] em 2004 e n = 65 [52,49%;75,80%]. Há diferença estatística pelo método da comparação de porcentagens observadas. Dados transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$ . Goiânia (GO), 2005.

A porcentagem de frutificação em T1 (64,31%), em 2005, está próxima do que PINTO et al. (2001) obtiveram para *A. muricata* (73,7%), sob condições de cerrado, utilizando o método da polinização manual. Essa comparação constata o que Ahmed *apud* NOONAN (1954) mencionou há anos, mas que até o momento não havia sido pesquisado em *A. crassiflora*.

*A. crassiflora* forma frutos preferencialmente por meio de polinização cruzada e a não-formação de frutos por autopolinização espontânea indica que a espécie não se reproduz sem o trabalho dos polinizadores, e ainda afasta a possibilidade de apomixia (Figuras 5 e 6). De acordo com RESENDE (2002), a maioria das espécies perenes é alógama ou com sistema reprodutivo misto, em que predominam os cruzamentos, mas ocorrem autofecundações em taxas inferiores a 50% e superiores a 5%, sendo raras as autógamas. Também cita que *A. muricata* e *A. squamosa* são espécies com sistema reprodutivo do tipo alogamia e alogamia/misto respectivamente (RESENDE, 2002).

A frutificação obtida em T4 foi significativamente menor que T1, indicando haver certo grau de depressão endogâmica (Figura 6), fato que também se baseia na diferença significativa entre as taxas de aborto de T1 e T4 (Figura 9). Cabe notar que não houve diferença significativa entre as taxas de aborto de T1, em Goiânia e Vila Propício, o que

sugere serem comuns abortos da ordem de 60% em polinizações cruzadas (Figura 10). Apesar da alta taxa de aborto em T4, o ISI (Incompatible System Index = razão entre a frutificação da autopolinização e a frutificação da polinização cruzada) em araticum foi de 0,534, indicando que a espécie é autocompatível e provavelmente possui um nível médio de depressão endogâmica. Se comparado a *Xylopiya brasiliensis* (ISI = 0.264), conforme trabalho de ANDRADE et.al (1996), o araticum produz duas vezes mais frutos por autopolinização. Esse fato indica que entre gêneros da família Annonaceae, há variação quanto ao nível de depressão endogâmica.

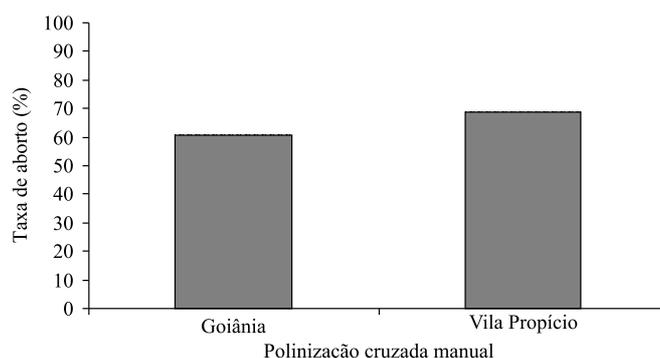


**Figura 9.** Taxas de aborto em *Annona crassiflora* nos tratamentos polinização cruzada manual e autopolinização manual durante o período 6-10 a 30-12-2005. Tamanho amostral e intervalos de confiança ( $IC_{0,95}$ ) foram:  $n = 65$  [23,75%; 47%] em polinização cruzada manual e  $n = 32$  [49,17%; 82,09%] em autopolinização manual. Há diferença estatística pelo método da comparação de porcentagens observadas. Dados transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$ . Goiânia (GO), 2005.

### Visitantes florais

As espécies visitantes de flores de araticum, com potencial polinizador, foram *Cyclocephala atricapilla* Mannerheim, *Cyclocephala latericia* Hohné e *Cyclocephala octopunctata* Burmeister. As três espécies de besouros foram registradas em Vila Propício. O número de besouros, em Vila Propício, variou entre um e dois indivíduos por flor, sendo observado na amostra capturada ( $n = 8$ ) maior proporção de *C. atricapilla* (2 machos e 3 fêmeas), seguido de *C. octopunctata* (2 fêmeas) e de *C. latericia* (1 macho). Já, em Goiânia, apenas *C. octopunctata* foi registrado visitando flores de *A. crassiflora* e também variando de um a dois besouros por flor. Em 2004, foi

observado, em Goiânia, escassez de *C. octopunctata* nas plantas amostradas ( $n = 12$ ) durante todo o período de florescimento. Fato contrário ocorreu em 2005, quando no mesmo local (Goiânia), foi freqüente o registro de *C. octopunctata*, visitando flores de *A. crassiflora*, ou tentando acessá-las mesmo quando as flores estavam protegidas. Essas observações de campo, em Goiânia, sugerem que *C. octopunctata* também é polinizador de *A. crassiflora* dada sua freqüente presença e seu comportamento nas flores e pelo fato de ter sido a única espécie registrada em flores de *A. crassiflora* em 2005 na área experimental de Goiânia. Apesar disso, o número de besouros observados em flores de araticum foi baixo – um até três besouros por flor – tanto em Goiânia quanto em Vila Propício. Esse baixo número de polinizadores registrado nas flores de *A. crassiflora*, somado ao fato de haver plantas funcionalmente femininas e plantas funcionalmente masculinas, certamente contribuiu para a baixa frutificação natural do araticum.



**Figura 10.** Taxas de aborto de *Annona crassiflora* obtidas através de polinização cruzada manual em duas localidades de Goiás durante o período de 5-10-2004 a 22-12-2004. Tamanho amostral e intervalos de confiança ( $IC_{0,95}$ ) foram:  $n = 147$ ; [52,64%; 68,44%] em Goiânia e  $n = 45$ ; [55,37%; 82,41%] em Vila Propício. Não há diferença significativa entre os tratamentos pelo método da comparação de porcentagens observadas. Dados transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$ . Goiânia (GO), 2004.

GOTTSBERGER (1994) cita que *C. atricapilla* é o visitante mais comum e numeroso em flores de *Annona coriacea* em São Paulo, Minas Gerais e Maranhão, sendo comum observar 10 indivíduos por flor e algumas vezes até mais de 70 indivíduos em uma única flor. Esse mesmo autor também cita que *C. atricapilla* é polinizador principal ou exclusivo de *A. coriacea*, *A. crassiflora*, *A. dioica* A. St.-Hil. e *A. monticola* Mart. Ainda, de acordo com GOTTSBERGER (1989), são comuns 5-10 besouros dentro de flores de *Annona* e em algumas, ocasionalmente, há mais de 40 ou até 70 besouros *Cyclocephala* dentro das flores.

Em flores de *A. muricata*, há registro de até 16 besouros *Cyclocephala vestita* por flor (CAVALCANTE, 2000). PINTO e RAMOS (1997) também citam que a baixa frutificação pode ser consequência da falta de polinizadores. Estes autores mencionam que a escassez de insetos polinizadores, em algumas regiões como a dos cerrados, é um fator altamente limitante à produção dado o baixo resultado da polinização natural (23,8%) obtido por PINTO e GENÚ (1984) em *A. muricata* cultivada no cerrado.

#### 4. CONCLUSÕES

1. A polinização cruzada manual proporciona maior frutificação do araticum.
2. Há plantas funcionalmente masculinas, plantas funcionalmente femininas e plantas hermafroditas de *Annona crassiflora* Mart.
3. *Cyclocephala octopunctata* Burmeister é polinizador de *Annona crassiflora* Mart.
4. *Annona crassiflora* é autocompatível, preferencialmente alógama e dependente de agente polinizador.

#### AGRADECIMENTOS

A Senhora Sônia e ao Senhor Ananias, da Fazenda Cachoeira, pelo apoio aos trabalhos de campo em Vila Propício. À Universidade Federal de Goiás e à Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Ao Prof. Dr. Miguel Angel Morón Rios e ao Entomologista Paschoal Coelho Grossi, pela identificação dos coleópteros. Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos. A Prof.<sup>a</sup> Glacy K. A. Vitória pela revisão do abstract.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.P.; SILVA, J.A.; RIBEIRO, J.F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos Cerrados:** araticum, baru, cagaita e jatobá. Planaltina. EMBRAPA-CPAC, 1987. 83p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos; 26)
- ANDRADE, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; SOARES, A.R. Pollination and breeding system of *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae) in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.12, p.313-320, 1996.
- ARAQUE, R. La guanábana. **Seman**, v.2, p.23-29, 1971.
- BRAGA FILHO, J.R.; VELOSO, V. DA R.S.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L. DO Danos de *Telemus chapadanus* (Casey 1922) sobre o florescimento do araticum (*Annona crassiflora* Mart.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 25-29, 2005.
- BRAGA FILHO, J.R. Comportamento produtivo do araticum (*Annona crassiflora* Mart.) nos cerrados do Estado de Goiás. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2003.
- CAVALCANTE, T.R.M. **Polinizações manual e natural da gravioleira (*Annona muricata* L., Annonaceae).** 43f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Departamento de Fitotecnia-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- CHAVES, L.J.; NAVES, R.V. O Cerrado do Brasil: uma fonte potencial de recursos genéticos. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1998. p. 74-86.
- GARDIAZABAL, F.I.; ROSENBERG, G.M. **El cultivo del chirimoyo.** Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso, 1993. 145 p.
- GOTTSBERGER, G. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, Vienna, v.167, p.165 - 187. 1989.
- GOTTSBERGER, G. As anonáceas do cerrado e a sua polinização. **Revista Brasileira Biologia**, São Carlos, v.54, n.3, p.391-402, 1994.
- LEITÃO FILHO, H.F.; MARTINS, F.R. Espécies de cerrado com potencial em fruticultura. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE AMERICANA DE CIÊNCIAS HORTÍCOLAS, 29, 1981, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 1981. p.1-5.
- MAIMONI-RODELLA, R. C. S. **Metodologia da Pesquisa em Biologia Floral.** Botucatu: Instituto de Biociências, UNESP. 2004. 11p. [Apostila]
- MELO, M.R.; POMMER, C.V.; KAVATI, R. Polinização artificial da atemóia com diversas fontes de pólen comparada com a natural. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, 231-236, 2002a.
- MELO, M.R.; POMMER, C.V.; KAVATI, R.; TOKUNAGA, T. Polinização natural e artificial da cherimóia (*Annona cherimola* Mill.) no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n 3, p.631-633, 2002b.
- NAVES, R.V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos.** 206f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.
- NOONAN, J.C. Review of investigations on the *Annona* species. **The National Horticultural Magazine**, Alexandria, October, p.219 - 224, 1954.

PIMENTEL GOMES, F. **Estatística Experimental**. 13.ed., São Paulo: Nobel. 1990. 468p.

PINTO, A.C. DE 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: Sociedade Brasileira de Fruticultura, EMPASC, 1984. v.2, p.529-546.

PINTO, A.C.Q.; RAMOS, V.H.V. Melhoramento genético da graviola. In: SÃO JOSÉ, A.R., SOUZA, I.V.B., MORAIS, O.M., REBOUÇAS, T.N.H (Ed.). **Anonáceas: Produção e Mercado** (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimóia). Vitória da Conquista: Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1997. p.55-60.

PINTO, A.C. DE Q.; RAMOS, V.H.V.; RODRIGUES, A.A. In: OLIVEIRA, M.A.S. (Ed. Téc.). **Graviola. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 78p.

RADFORD, A.E.; DICKISON, W.C.; MASSEY, J.R.; BELL, C.R. **Vascular plant systematics**. New York: Harper and Row, 1974. 891p.

RESENDE, M. D.V. DE **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RIBEIRO, J.F.; GONZALES, M.I.; OLIVEIRA, P.E.A.M. DE; MELO, J.T. DE Aspectos fenológicos de espécies nativas do cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., 1981, Teresina. **Anais...** Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1981. p. 181 - 187.

SÁNCHEZ, E.G. Polinización artificial del chirimoyo. Granada: Caja rural de Granada, noviembre 1991. 15p.

SILVA, A.C. DA; SÃO JOSÉ, A.R.; VIANA, A.E.S. Efeitos de métodos de polinização no pegamento de frutos e na produção da pinheira. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, jul./dez., 2001.

SILVA, D.B. DA; SILVA, J.A. DA; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. DE **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados: informações exploratórias**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 24p. (Documentos, 44).

THAKUR, D.R., SINGH, R.N. Studies on floral biology of annonas. **Indian Journal of Horticulture**, Nova Delhi, v.22, n.3-4, p. 238 - 253, 1965.