

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**  
**MESTRADO EM AGROECOLOGIA**

**MÔNICA COSTA DOS REIS**

**COMPORTAMENTO DE PASTEJO E EFICIÊNCIA POLINIZADORA DAS  
MAMANGAVAS (*Xylocopa* spp.) NA FRUTIFICAÇÃO E QUALIDADE FINAL DOS  
FRUTOS DE MARACUJAZEIRO EM PAÇO DO LUMIAR (MA)**

**São Luís – Maranhão**

**Dezembro de 2007**

**MÔNICA COSTA DOS REIS**

Engenheira Agrônoma

**COMPORTAMENTO DE PASTEJO E EFICIÊNCIA POLINIZADORA DAS  
MAMANGAVAS (*Xylocopa* spp.) NA FRUTIFICAÇÃO E QUALIDADE FINAL DOS  
FRUTOS DE MARACUJAZEIRO EM PAÇO DO LUMIAR (MA)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Moisés Rodrigues Martins

**São Luís – Maranhão**

**Dezembro de 2007**

Reis, Mônica Costa dos

Comportamento de pastejo e eficiência polinizadora da abelha *Xylocopa* spp. na frutificação e qualidade final dos frutos de maracujazeiro em Paço do Lumiar - MA./ Mônica Costa dos Reis. - São Luís, 2008.

75 f:il.

Impresso por computador (fotocópia)

Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2008.

1. Polinização 2. Abelhas 3. *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg 4. - *Passiflora edulis* Sims f *edulis*. I. Martins, Moisés Rodrigues. II. Título

CDU: 638.19: 634.776.3

**MÔNICA COSTA DOS REIS**

**COMPORTAMENTO DE PASTEJO E EFICIÊNCIA POLINIZADORA DAS  
MAMANGAVAS (*Xylocopa* spp.) NA FRUTIFICAÇÃO E QUALIDADE FINAL DOS  
FRUTOS DE MARACUJAZEIRO EM PAÇO DO LUMIAR (MA)**

Aprovada em: \_\_\_/ 12 /2007

Comissão Julgadora:

---

Prof. Dr. Moisés Rodrigues Martins - UEMA

---

Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo - UEMA

---

Prof. Dr. Evandro Ferreira das Chagas - UEMA

## **DEDICO**

*À Deus que guia meus caminhos.*

*À minha mãe Wânia Reis, pela vida.*

*À Hayleno Hossoé, pela motivação.*

*Aos meus irmãos pela amizade.*

*Ao meu pai amado (in memoriam).*

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Moisés Rodrigues Martins, pela confiança mais uma vez depositada e pelo grande incentivo, indicando-me com grande carinho os caminhos corretos, não os mais fáceis, mais àqueles desafiadores e que me fizeram crescer profissionalmente.

Ao Prof. Dr. José de Ribamar Gusmão Araújo, pelo incentivo e estímulo, fazendo-me descobrir através de suas discussões e sugestões a importância do aprendizado e da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Evandro Ferreira Chagas, que sempre esteve presente ao longo de minha vida acadêmica, aplaudindo meus momentos de glória e nos enriquecendo com sua vasta experiência e sabedoria.

Ao Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas, que gentilmente disponibilizou artigos, trabalhos, livros e dissertações que serviram de fontes e referências ao trabalho.

Ao Sr. João Melo e família, que me recebem de braços abertos e possibilitaram a realização dessa pesquisa no campo de produção comercial em Paço do Lumiar/MA.

A Hayleno Hossoé, pelo amor dedicado e tantos questionamentos curiosos e inteligentes que me obrigaram a refletir profundamente sobre determinados aspectos e desafios da pesquisa.

Às Engenheiras Agrônomas: Lia Raquel Bezerra, Fabíola Medeiros e Hayla Devanne, por tornarem factível a realização deste trabalho sendo prestativas, dedicadas, competentes e amigas.

À Empresa Tory Brindes Ltda, pela confecção de qualidade de todo o material utilizado na pesquisa.

À Fundação de Amparo a Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento concedido que facilitou a realização da pesquisa.

*“Cresce, enverdece, enobrece a latada esquecida.  
Brota, rebrota e entorta o madeiro fiel.  
Vai muito além do perfume e sabor,  
É inspiração nos poemas de amor.  
Deixa as abelhas roubarem seu mel.  
Seu raro aroma transcende a poesia  
É nobre componente da ecologia,  
Uma vez cultivada, amada e protegida”.*

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Cultura do maracujazeiro.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Diversidade e aspectos botânicos.....	3
2.1.2 Importância da cultura do maracujazeiro.....	4
2.1.3 <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg. ....	6
2.1.4 <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>edulis</i> .....	8
<b>2.2 Polinização.....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Importância dos polinizadores na conservação e sustentabilidade agrícola....	12
2.2.2 Agentes polinizadores do maracujazeiro.....	14
2.2.3 Eficiência da polinização na cultura do maracujazeiro.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Localização e caracterização da área.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Condução da cultura.....</b>	<b>20</b>
3.2.1 Arranjo experimental.....	22
<b>3.3 Monitoramento da polinização.....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Determinação do nível de requerimento da polinização.....	24
3.3.2 Determinação da atividade de pastejo.....	26
<b>3.4 Avaliação do fruto.....</b>	<b>27</b>
3.4.1 Determinação do tempo de maturação e da curva de crescimento dos frutos..	27
3.4.2 Determinação dos caracteres agrônômicos dos frutos.....	28
<b>3.5 Análise estatística.....</b>	<b>29</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Nível de requerimento de polinização.....</b>	<b>30</b>



<b>4.2</b>	<b>Atividade de pastejo das mamangavas.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3</b>	<b>Relação entre o número de visitas por flor e oferta floral por planta.....</b>	<b>36</b>
<b>4.4</b>	<b>Período de maturação e curva de crescimento dos frutos.....</b>	<b>39</b>
<b>4.5</b>	<b>Caracteres agronômicos dos frutos.....</b>	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Mapa de localização da área de estudo, Paço do Lumiar (MA).....	18
2	Médias semanais da Temperatura e Umidade Relativa do ar e totais semanais da Precipitação Pluviométrica durante o período do experimento (setembro a dezembro de 2006).....	19
3	Sistema de condução por Espaldeira Vertical, Paço do Lumiar (MA).....	21
4	Esquema de condução inicial das mudas de maracujazeiro.....	21
5	Croqui da área do experimento.....	23
6	Marcação da flor de maracujazeiro para a polinização livre.....	24
7	Visita da mamangava à flor (a) e ensacamento das flores após polinização (b).....	25
8	Polinização manual com retirada do pólen das anteras (c) e deposição nos estigmas (d).....	26
9	Medição semanal dos diâmetros dos frutos.....	27
10	Frutos sadios de maracujazeiro-amarelo (e) e maracujazeiro-roxo (f) na colheita.....	28
11	Determinação da espessura da casca (g), rendimento da polpa e nº. de sementes (h).....	29
12	Ninhos de mamangavas em galhos secos das árvores, Paço do Lumiar (MA).....	32
13	Relação entre a porcentagem de frutificação do maracujazeiro-amarelo e maracujazeiro-roxo, após a polinização e a porcentagem de frutos sadios na colheita.....	33
14	Verrugose (i) e podridão-preta (j): principais doenças observadas em campo.....	33
15	Relação entre a média de visitas/flor e flores/planta no maracujazeiro-	37

	amarelo, no período de 4/11/2006 a 23/12/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.....	
16	Relação entre a média de visitas/flor e flores/planta no maracujazeiro-roxo, no período de 4/11/2006 a 23/12/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.....	38
17	Relação entre a média de visitas/flor e flores/planta no maracujazeiro-amarelo (MA) e maracujazeiro-roxo (MR), no período de 4/11/2006 a 23/12/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Resumo das práticas culturais empregadas na área. Paço do Lumiar, 2006.....	22
2	Porcentagem de frutificação de <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg. e <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>edulis</i> , quatro dias após a polinização das flores. Paço do Lumiar, MA, 2006.....	30
3	Média da frequência de visitas das mamangavas ( <i>Xylocopa</i> spp.) no <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg. em diferentes horários.....	34
4	Média da frequência de visitas das mamangavas ( <i>Xylocopa</i> spp.) no <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>edulis</i> em diferentes horários.....	35
5	Valores médios do período de maturação, comprimento dos frutos (CF) e diâmetro dos frutos (DF) na colheita, originados a partir de diferentes tipos de polinização.....	40
6	Efeito da polinização sobre os caracteres agronômicos dos frutos de <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg. e <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>edulis</i> .....	43

**COMPORTAMENTO DE PASTEJO E EFICIÊNCIA POLINIZADORA DAS  
MAMANGAVAS (*Xylocopa* spp.) NA FRUTIFICAÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS  
DE MARACUJAZEIRO EM PAÇO DO LUMIAR (MA)**

**Autor: Mônica Costa dos Reis**

**Orientador: Prof. Dr. Moisés Rodrigues Martins**

**RESUMO**

O Brasil lidera a produção e comercialização mundial de maracujá, contudo, a produtividade média nos plantios comerciais ainda está bem abaixo da produtividade potencial estimada, sendo a deficiência da polinização apontada como a principal causa desta baixa produção. Observando a importância do serviço ecológico empregado pelos polinizadores e buscando entender a relação da cultura com esse agente, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de pastejo da *Xylocopa* spp. no *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* e determinar a eficiência polinizadora dessas abelhas na frutificação e qualidade dos frutos ao final da colheita. No período de setembro a dezembro de 2006, em Paço do Lumiar - MA, foram realizados experimentos divididos em duas etapas: a primeira, para o monitoramento da polinização e a segunda, ao final da colheita, para avaliação dos frutos. Para tanto, numa área de 5.000 m<sup>2</sup> de plantio comercial, foram escolhidas aleatoriamente, 15 plantas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e 15 plantas de *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*, distribuídas em três diferentes pontos do pomar. Empregou-se o Delineamento Interamente Casualizado, utilizando-se como tratamentos a Polinização Livre, Controlada e Artificial no Maracujazeiro-Amarelo e Polinização Livre, Controlada e Artificial no Maracujazeiro-Roxo, com cinco repetições. Os resultados tratados pelo Teste de Tukey ao nível de 5% revelaram que a Polinização Controlada (com duas visitas da *Xylocopa* spp./flor) e a Polinização Artificial, foram mais efetivas que a polinização aberta à visitação, aumentando a porcentagem de frutos vingados e de frutos perfeitos para comercialização “*in natura*”, com maiores médias em peso, massa da polpa, rendimento em suco e número de sementes. No monitoramento do pastejo das mamangavas, foi observado que as flores do maracujazeiro-amarelo receberam um número maior de visitas a partir das 13:00 h, enquanto, no maracujazeiro-roxo esse pastejo foi retardado em uma hora, sendo que a frequência das visitas às flores do *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. demonstrou está intimamente relacionada com a oferta floral/planta no pomar.

**Palavras-chave:** Polinização, Abelhas, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*.

**BEHAVIOR OF VISITS AND EFFICIENCY POLLINATOR OF MAMANGAVAS  
(*Xylocopa* spp.) IN FRUCTIFICATION AND QUALITY OF PASSION FRUIT IN THE  
PAÇO LUMIAR (MA)**

**Author: Mônica Costa dos Reis**

**Advisor: Prof. Dr. Moisés Rodrigues Martins**

**ABSTRACT**

The Brazil leads the world production and marketing of passion, however, the average productivity in commercial plantations is still well below the estimated potential productivity, and the deficiency of pollination identified as the main cause of low production. Noting the importance of ecological service employee by pollinators and seeking to understand the relationship of culture with this agent, this study aimed to evaluate the behavior of grazing of *Xylocopa* spp. no *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* and determine the efficiency polinizadora these bees in fruit quality and fruit at the end of the harvest. During the period september to december 2006 in the Paço do Lumiar - MA, experiments were performed divided into two stages: the first, for the tracking of pollination and the second at the end of the harvest, for evaluation of the fruit. In an area of 5.000 m<sup>2</sup> of commercial planting, were chosen randomly, 15 plants of *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. and 15 plants of *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*, distributed in three different points of the crop. The statistical delineamen was casualizado entirely, using the treatments of Pollination Free, Controlled and Artificial for Yellow passion fruit and Pollination Free, Controlled and Artificial for Purple passion fruit, with five replicates. The results treated by Tukey Test at the level of 5% revealed that the Pollination that controlled (with two visits of *Xylocopa* spp./flower) and Pollination Artificial were more effective that the pollination open to the public, increasing the percentage of fruit and fruit born perfect for marketing "in nature" with higher averages on weight, the mass of pulp, juice in income and number of seeds. In tracking the grazing of mamangavas, it was observed that the flowers of yellow passion fruit-received a greater number of visits from 13:00 pm, while in the purple passion fruit-that grazing was delayed in an hour, and the frequency of visits the flowers of *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. demonstrated is closely related to the offer flowers/plant in the orchard.

**Key-words:** Polinization, Bee, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2004), estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha, 19% por moscas, 6,5% por morcegos, 5% por vespas, 5% por besouros, 4% por borboletas e mariposas. Sem estes agentes polinizadores a grande maioria das espécies não reproduziria sexualmente, e conseqüentemente, não seria possível produzir sementes, grãos, amêndoas, castanhas, frutas, vagens, folhagens, raízes, óleos vegetais, essências, corantes naturais, entre outras, utilizadas em larga escala pela sociedade humana (FREE, 1993; FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005), sendo, portanto, um processo ecológico chave essencial na reprodução cruzada das plantas e na manutenção do fluxo gênico (THOMSON 2001; WILLIAMS et al. 2001; KEVAN & VIANA 2003).

Mundialmente, dois terços das culturas voltadas para a produção de fibras e alimentação humana requerem a polinização por insetos, no entanto, estudos atuais chamam a atenção para a grande ameaça na diversidade desses agroecossistemas, já que é cada vez mais evidente o severo declínio da população de polinizadores, principalmente devido ao uso indiscriminado de inseticidas, a urbanização e a substituição de comunidades naturais por extensas monoculturas. Tal fenômeno tem se tornado tão sério que levou a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e a Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) a estabelecerem uma Iniciativa Internacional para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores (IPI), com o objetivo de divulgar o valor da diversidade dos polinizadores e os múltiplos benefícios e serviços promovidos por eles para uma produtividade sustentável.

No caso particular do maracujá, o Brasil lidera a produção e comercialização mundial, possuindo uma área plantada de 36.000 ha e produzindo 480.000 t de frutos/ano, segundo dados

do MAPA (2005). Contudo, embora a produtividade média dos plantios comerciais de maracujá no Brasil tenha aumentado de 9.000 kg/ha em 1998 para 13.395 kg/ha em 2005, ainda está abaixo da produtividade potencial estimada de 40.000 a 45.000 kg/ha quando níveis adequados de polinização são alcançados (RUGGIERO, 2000). Desta forma, a presença dos polinizadores é de suma importância, pois, a frutificação, a qualidade, o tamanho e o peso dos frutos, além da porcentagem em suco, são dependentes da eficiência deste serviço (AKAMINE & GIROLAMI, 1957). A contribuição, advinda da melhoria nesse serviço, poderá representar ao país um ganho de bilhões de dólares à economia, bem como, a geração de milhões às receitas anuais dos agricultores (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; SILVA & SILVA, 2002).

Diversos insetos são visitantes das flores do maracujazeiro, no entanto, poucos são capazes de coletar e transportar eficientemente os grãos de pólen pesados e pegajosos. Segundo Akamine & Girolami (1957), insetos menores podem coletar o néctar sem necessariamente polinizar o estigma da flor e o vento tem importância nula neste processo, devido ao tamanho e peso do grão de pólen. Sendo assim, os agentes mais eficientes citados na literatura são as espécies de grande porte do gênero *Xylocopa*, vulgarmente conhecidas como mamangavas, insetos não-sociais que são atraídos pelo perfume e coloração das flores do maracujazeiro (NISHIDA, 1958; CARVALHO & TEÓFILO SOBRINHO, 1973; RUGGIERO et al., 1975; CORBET & WILLMER, 1980).

Tendo em vista, a importância do serviço ecológico empregado pelos polinizadores e buscando entender a relação da cultura com esse agente, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de pastejo da *Xylocopa* spp. em *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* e determinar a eficiência polinizadora dessas abelhas na frutificação e qualidade dos frutos na colheita.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do maracujazeiro

#### 2.1.1 Diversidade e aspectos botânicos

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, da ordem Passiflorales, que compreende 14 a 18 gêneros, dentre eles o *Passiflora*, com 347 a 683 espécies distribuídas principalmente nas regiões tropicais da América, Ásia e África (VANDERPLANK, 1996). No Brasil, a família é representada por apenas dois gêneros: *Dilkea* e *Passiflora*. O gênero *Passiflora* é originário da América do Sul e tem no Centro-Norte do Brasil o maior centro de distribuição geográfica (MEDINA et al., 1980). Possui cerca de 530 espécies tropicais e subtropicais das quais 150 são originárias do Brasil (HOEHNE, 1946). Destas, cerca de 60 produzem frutos com valor comercial (SCHULTZ, 1968; MANICA, 1997).

O gênero *Passiflora* compreende plantas trepadeiras herbáceas ou lenhosas; caules cilíndricos ou quadrangulares; os ramos são semi-flexíveis e trepadores. As folhas são simples, alternadas, comumente ovadas, elípticas, lobadas ou digitadas. Na base as folhas apresentam brácteas foliáceas bem desenvolvidas e gavinhas que sustentam a planta (SILVA & SÃO JOSÉ, 1994; RUGGIERO, 1987). As flores são grandes, vistosas e protegidas na base por brácteas foliares. O cálice tubuloso é herbáceo ou subcarnoso, com cinco sépalas oblongas, membranáceas ou coriáceas. A corola tem cinco pétalas do tamanho das sépalas ou pouco menores que elas, encontradas livre ou levemente concrecionadas na base, insertas no bordo do tubo calicinal. A coroa é formada por uma a cinco verticilos, inserta na base do tubo calicinal e composta de filamentos e/ou figurações diversas, de cores vivas e atraentes (LEITÃO FILHO & ARANHA, 1974).

As flores do gênero são hermafroditas, seus estames aparecem em número de cinco, presos a um androginóforo colunar, bem desenvolvido e as anteras são grandes e mostram o grande número de grãos de pólen de coloração amarelada e pesados. A parte feminina é representada por três estigmas que variam com relação a sua curvatura, determinando a ocorrência de diferentes tipos de flores, com reflexos diferentes na polinização (TEIXEIRA et al., 1994). A produção de flores sempre se dá em ramos novos e o período do dia em que as flores permanecem abertas varia conforme o local estudado (CAMILLO, 1978).

A autofecundação é rara e produz frutos menores com poucas sementes, necessitando então de polinização cruzada entre flores de diferentes plantas para que ocorra a produção de frutos por três importantes razões: seus estames estão localizados abaixo do ovário e estigmas; a flor apresenta o fenômeno da protandria, na qual o pólen é liberado quando os estigmas ainda não se encontram receptivos, e finalmente, a grande maioria das plantas apresenta alto grau de incompatibilidade com o próprio pólen (AKAMINE & GIROLAMI, 1957; CORBET & WILLMER, 1980; FREITAS, 1998b). Os frutos formados são do tipo baga com tamanho e forma variados, com casca dura e de espessura variada, seu desenvolvimento apresenta-se rápido logo nos primeiros dias após a polinização, reduzindo a seguir o crescimento até se estabilizar (MARTIN & NAKAZONE, 1970).

### 2.1.2 Importância da cultura do maracujazeiro

A utilização do maracujá pelo homem é grande e diversificada, sendo que as espécies são cultivadas por suas características alimentícias, ornamentais e medicinais. O principal uso está na alimentação humana, na forma de sucos, doces, sorvetes e licores, sendo rico em vitamina C, cálcio e fósforo (MELETTI, 1995). O seu valor no mercado ornamental é conferido pelas flores

perfumadas e com cores vistosas e o valor medicinal, também muito difundido, é atribuído às propriedades calmantes, analgésicas e antiinflamatórias, devido aos princípios ativos como a maracujina, passiflorina e calmofilase, encontrados nos frutos e nas folhas. Por fim, as cascas dos frutos na forma de tortas e as sementes têm sido usadas para ração animal (SOUSA & MELETTI, 1997).

Por tantas características, o maracujá tem o seu cultivo em expansão contínuo há vários anos. No período de 1990 a 1998 a produção brasileira cresceu 60%. Em 1990, a área plantada com maracujazeiro girava em torno de 25.000 ha; em 1995, essa área chegou a 39.000 ha, sendo que nesse período, a área plantada na Região Sudeste representou o maior aumento em torno de 11% (PIZZOL et al., 1998; FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2000).

O Brasil se coloca como responsável por 75% da produção mundial desta fruta, com cerca de 36.000 ha plantados com crescimento médio da área plantada, situado ao redor de 5% ao ano. Em 2005, a produção calculada foi de 480.000 t de frutos, ocupando a décima segunda posição em área colhida no Brasil (representando ao agronegócio a geração de R\$ 500 milhões) e empregando 250.000 pessoas (5 a 6 empregos diretos e indiretos por hectare) na mão-de-obra fixa e temporária, fazendo da cultura uma excelente alternativa para os pequenos e médios agricultores do país (MAPA, 2005).

Segundo dados do IBGE (2005), o cultivo do maracujazeiro é difundido em quase todo o país, destacando-se como principais produtores os estados da Bahia, como a maior área (10.757 ha), seguido pelos estados do Sergipe (4.330 ha), Minas Gerais (3.063 ha) e São Paulo (2.381 ha), que juntos são responsáveis por cerca de 87% da produção nacional de maracujá. No entanto, apesar da posição de destaque do Brasil na produção, a produtividade média nacional é de 14 t/ha (BRUCKNER, 1997; IBGE, 2005), a qual pode ser considerada baixa, quando comparada com a do Hawaí que apresenta, em média, 50 t/ha (RUGGIERO et al., 1996).

Além de produtor, o Brasil é também o maior consumidor mundial da fruta, sendo os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco os maiores centros consumidores do país. No mercado internacional, a Europa importa 90% do suco concentrado produzido pelas indústrias brasileiras, sendo que a abertura desse mercado a outros países ainda é considerada emergente necessitando apenas de uma garantia de continuidade de fornecimento ao longo dos anos para seu maior crescimento (RUGGIERO et al.,1996).

No cenário maranhense, segundo dados do IBGE (2005), a área cultivada com o maracujá foi de 34 ha, correspondendo com uma produção em torno de 219 t, distribuída entre diversos municípios como: Vila Nova dos Martírios (com 6 ha), Paço do Lumiar (com 5 ha), Amarante do Maranhão (com 4 ha), São José de Ribamar (com 4 ha), Imperatriz (com 4 ha), Buritirana (com 3 ha), Montes Altos (com 2 ha), Santa Rita (com 2 ha), Senador La Rocque (com 2 ha) e Sítio Novo (com 2 ha).

Chama a atenção que, enquanto a produtividade nacional média da cultura situa-se entre 10 a 15 t/ha, a maranhense gira em torno de 6 t/ha, com rendimento abaixo do esperado, ficando evidente a falta de estruturação da cadeia produtiva da cultura, onde a produção em geral é desenvolvida em pequenas propriedades, a maioria no contexto de agricultura familiar, necessitada de mão-de-obra qualificada e assistência técnica mais eficiente, notadamente nas fases de plantio, floração (polinização) e colheita (FREITAS & OLIVEIRA FILHO, 2001).

### 2.1.3 *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.

O maracujazeiro-amarelo, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., produz um suco amarelado, ácido, aromático, rico em vitaminas A e C e minerais como o fósforo. Tem sabor agradável, apresentando alto valor comercial para engarrafamento, preparo de refrescos, sorvetes,

pudins e sucos concentrados, sendo também vendido ao natural como fruta fresca em diversos países (MANICA, 1997). É a espécie de *Passiflora* mais cultivada no mundo, apresentando uma produção no primeiro ano de colheita de 31,1 a 50,2 t/ha (RUGGIERO et al., 1996).

Botanicamente, o *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. é caracterizado como uma planta trepadeira, perene, lenhosa, de crescimento rápido e contínuo, podendo atingir de 5 a 10 m de comprimento. O sistema radicular é do tipo pivotante ou axial e pouco profundo (MANICA, 1981). O caule, de seção circular, é lenhoso e bastante lignificado, diminuindo o teor de lignina à medida que se aproxima do ápice da planta. A partir do caule surgem as gemas vegetativas, cada uma dando origem a uma folha e uma gavinha. As folhas são simples e alternas, possuindo na fase juvenil das plantas a forma ovalada e na fase adulta a forma lobada ou digitada (RIZZI et al., 1998).

As flores medem de 5 a 7,5 cm de diâmetro, nascem individualmente das axilas, provenientes de ramos novos. A flor é hermafrodita, com órgão masculino e feminino na mesma planta e na mesma flor; o androceu é formado por cinco estames, com anteras bem desenvolvidas e o gineceu está constituído pelo ovário e por três estilos, com estigmas de 06 mm de largura. Possui cinco sépalas grossas e esponjosas, com 3 cm de comprimento por 1 cm de largura, sendo verdes por fora e brancas por dentro; tem ainda cinco pétalas oblongo-elípticas de 2 cm de comprimento por 0,9 cm de largura, de coloração esbranquiçada. As flores desta espécie costumam abrir entre as 12 e 13 horas, permanecendo abertas em torno de quatro horas (RUGGIERO et al., 1996).

O fruto é uma baga, de forma redonda a ovalada, com casca de cor verde-brilhante, quando ainda verde, de coloração amarela a amarela-verdosa ao amadurecer. Tem uma casca dura e lisa, e contém numerosas sementes (média de 250 por frutos) no seu interior, cada semente está rodeada por uma membrana mucilagínosa (arilo), que contém um suco muito aromático

(PIZA JÚNIOR, 1966). Até ficarem completamente maduros, os frutos necessitam de cerca de 48 a 75 dias desde a antese da flor, após esse período, desprendem-se da planta, sendo, portanto, recolhidos e nunca colhidos, quando se procura frutos de melhor qualidade para o consumo ou processamento (CARVALHO, 1965).

Nas análises físicas dos frutos de maracujazeiro-amarelo, Oliveira (1987) e Figueiredo (1988), relataram que frutos provenientes da frutificação natural apresentaram comprimento variando de 3,01 a 6,71 cm e diâmetro de 2,30 a 6,24 cm. Contudo, Akamine & Girolami (1957), verificaram que a polinização artificial garantiu frutos maiores e melhores com médias de comprimento em torno de 6 a 12 cm e diâmetro de 4 a 7 cm. Veras (1997), confirma esses dados ao encontrar nos frutos, sob o mesmo tipo de polinização, peso médio de 131 gramas, diâmetro longitudinal de 5,1 a 9,1 cm, diâmetro transversal de 4,29 a 7,20 cm e espessura da casca variando de 0,63 a 0,71 cm.

#### 2.1.4 *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*

O *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*<sup>1</sup>, é uma espécie mais conhecida no mundo como maracujá-roxo, sendo em alguns locais, também denominada de maracujá-redondo, maracujá-comum ou maracujá-de-comer. Tanto faz qual denominação, essa espécie é considerada de grande importância comercial na África do Sul, Austrália e Índia (SILVA & SÃO JOSÉ, 1994).

---

<sup>1</sup> Segundo o Código Internacional de Nomenclatura Botânica - ICBN (2003), o *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* (maracujazeiro-roxo) e *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (maracujazeiro-amarelo), trata-se da mesma espécie de maracujazeiro, apresentando apenas variações dentro da mesma espécie (como coloração de casca e teor em vitaminas), mas que não são suficientes para o seu reconhecimento como espécies diferentes, além do que os descendentes híbridos entre as duas *formas* são férteis e normais.

O maracujazeiro-roxo é uma planta trepadeira lenhosa, considerada perene e que tem um rápido crescimento e por ser muito vigorosa, tem apresentado maior resistência ao frio em comparação ao maracujazeiro-amarelo. Seus ramos são de seção circular, e as folhas, quando jovens, são alternas, apresentando-se ovadas e sem lobos, mas quando adultas, são trilobadas com 5 a 11 cm de comprimento ao longo da nervura central e de 4 a 10 cm de comprimento ao longo das nervuras laterais, apresentando-se arredondadas com bordos serrados, com uma textura subcoriácea e aspecto lustroso na face superior (MANICA, 1997).

As flores que surgem da axila de cada folha dos ramos novos, são simples, com cerca de 7 cm de largura, apresentando cinco sépalas oblongas, de coloração externa verde e de coloração interna branca, com cinco pétalas oblongas de cor branca, cinco estames com grandes anteras, um estigma tripartido e uma corona formada por quatro a cinco séries de filamentos brancos, tingidos por uma coloração purpúrea na base (MANICA, 1997).

Quanto ao fruto, este tem a forma ovóide ou globosa e a parte interna contém inúmeras sementes (média de 200 a 250). A casca é lisa e brilhante, coriácea e quebradiça, sendo recoberta por uma fina camada de cera que protege um mesocarpo duro e escamoso (MANICA, 1997). Nas análises físicas dos frutos de maracujazeiro-roxo, Meletti (1995) relatou encontrar frutos provenientes da polinização natural com 3,9 a 5,1 cm de diâmetro e 4,3 a 5,2 cm de comprimento, com peso variando entre 23,6 a 61 gramas. Manica (1997), contudo, encontrou resultados melhores no tamanho dos frutos, com diâmetro entre 4 a 5 cm, comprimento de 5,0 a 5,5 cm e peso em torno de 32 a 65 gramas.

## 2.2 Polinização

De acordo com Corbet et al. (1991) e Freitas (1995), a polinização, propriamente dita, é o processo pelo qual as células reprodutivas masculinas dos vegetais superiores (grãos de pólen) são transferidos das anteras das flores onde são produzidos para o receptor feminino (estigma) da mesma flor ou de outra flor da mesma planta ou de uma outra planta da mesma espécie. Este processo é necessário para que os grãos de pólen possam germinar no estigma da flor e fecundar os óvulos dando origem às sementes e assegurando a próxima geração de plantas daquela espécie. Porém, segundo Freitas (1998a), a simples deposição de grãos de pólen no estigma da flor não é o suficiente para a formação de sementes e frutos, é necessário que o processo da polinização seja eficiente, ou seja, quanto maior for o número de grãos de pólen viáveis e compatíveis no estigma, maior será a competição entre eles para fecundar os óvulos e maior será a percentagem de frutificação.

Para SANTOS (1998), é necessário que se entenda o “jogo de interesses” entre os organismos envolvidos (polinizador – planta). Enquanto para a planta, é interessante realizar a fecundação cruzada, o agente polinizador busca na flor, na maioria das vezes, o alimento ou recurso para construção do ninho, local para proteção e/ou reprodução. Esta troca de “benefícios” requer um investimento (morfológico, fisiológico ou comportamental) mútuo destes organismos, ou seja, para beneficiar o visitante, que esteja funcionando como vetor eficiente, a planta pode “esconder” o pólen em partes florais onde apenas aquele agente conseguirá alcançá-lo e por sua vez, o visitante polinizador deverá adaptar-se e responder a esta estratégia da planta. Em muitos casos, as adaptações recíprocas entre um certo polinizador e uma planta, tornam-se tão especializadas que podem restringir o número de visitantes (para a flor) ou de competidores (para



os visitantes), mas podem garantir uma polinização eficiente (para a flor) ou um vôo de coleta rendoso e lucrativo (para o visitante).

No Brasil - bem diferente de outros países onde a polinização é considerada um fator de produção agrícola e responsável pela manutenção de importantes ecossistemas silvestres - os serviços de polinização têm sido pouco estudados pela comunidade científica, não existindo pesquisas abrangentes sobre o valor econômico da polinização nos sistemas agrícolas; pelo contrário, a ênfase da maioria dos trabalhos sempre é dada nas novas variedades de espécies, nos agroquímicos, nas técnicas de cultivo, no equilíbrio ecológico isoladamente, como se nada disto interagisse de uma forma ou de outra com o processo de polinização das plantas (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). Como consequência, temos culturas mal polinizadas com baixos índices de produtividade, altas percentagens de perdas, pouca rentabilidade e que apenas contribuem para a desvalorização dos serviços de polinização no meio agrícola nacional (FREITAS, 1994).

Poucas informações disponíveis no Brasil sobre a dependência de polinização de várias culturas e plantas silvestres, acabam por limitar qualquer estimativa precisa do valor da polinização nas culturas agrícolas brasileiras nem do que se perde com os possíveis níveis inadequados (FREITAS, 1998a). Contudo, para Freitas & Imperatriz-Fonseca (2005) esta mesma limitação de informação mostra que a agricultura brasileira pode ainda se beneficiar grandemente da polinização biótica e que os níveis de produtividade das culturas provavelmente são baixos, devido à sub-polinização, consequência direta da redução, inadequação e/ou ausência de polinizadores eficientes nas áreas agrícolas.

Segundo Freitas (1998a), o serviço ambiental prestado pelos polinizadores atua como uma alavanca na produtividade, já que várias espécies de importante valor econômico em nossas matas são dependentes da polinização, como por exemplo, a castanha do Brasil, o guaraná, o

açaí, o cupuaçu, a sapucaia e o mogno. Também, na agricultura, o melão, o café, o caju, o maracujá, o tomate e o morango se beneficiam da visita desses agentes para uma safra rentável e de qualidade.

### 2.2.1 Importância dos polinizadores na conservação e sustentabilidade agrícola

Atualmente, a polinização constitui-se num fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo. Além do aumento no número de vagens ou frutos vingados, a polinização bem conduzida também melhora a qualidade dos frutos e diminui os índices de malformação, aumenta o teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos, encurta o ciclo de certas culturas agrícolas e ainda uniformiza o amadurecimento dos frutos diminuindo as perdas na colheita (BENSON et al., 1975; WILLIAMS et al., 1991).

A polinização, portanto, é um serviço essencial ao ecossistema que depende em grande extensão da simbiose entre espécies - a polinizadora e o polinizador. Em muitos casos, é o resultado de intrincadas relações entre planta e animal, em que a redução e a perda de um deles poderá afetar a sobrevivência de ambos. Ou seja, se uma população de polinizadores efetivos e exclusivos de uma planta é suprimida, seja pelo impacto de agroquímicos ou pela falta de locais de nidificação ou de recursos florais complementares num fragmento isolado, o sucesso reprodutivo e a manutenção da população vegetal que está em dependência deste agente polinizador não são mais garantidos (SCHLINDWEIN, 2000).

Segundo estudos de Kenmore & Krell (1998), a importância do serviço desses agentes ecológicos é justificado tanto pelo ganho em biodiversidade quanto pelo ganho econômico para a agricultura, já que se estima em termos globais, que a contribuição dos agentes polinizadores as principais culturas de valor econômico alcance US\$ 54 bilhões. Dados recentes divulgados no

*The New York Time* (2007 apud FLORES & TRINDADE, 2007, p.3), demonstram que só nos Estados Unidos o valor dos serviços de polinização representa anualmente cerca de US\$ 14 bilhões na economia norte-americana para culturas como amêndoa, maçã, pêssego, laranja, etc.

No Brasil, apesar de não haver valoração dos serviços de polinização, sabe-se que os valores não são pequenos, conforme aponta o extrato abaixo:

“o agronegócio é responsável por 1/3 de todas as riquezas geradas no país atualmente, representando 180,2 bilhões de dólares. Considerando-se apenas oito culturas (melão, maçã, maracujá, caju, café, laranja, soja e algodão) e somente os valores obtidos por essas culturas com exportação, excluindo-se todo o mercado interno, a geração de empregos diretos e indiretos, etc., verifica-se que esses bens captaram para o Brasil cerca de 9,3 bilhões de dólares. Então, imaginando-se um incremento de apenas 10%, advindo da melhoria dos serviços de polinização, nessas oito culturas, significaria adição potencial de um bilhão de dólares” (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

“o amplo emprego de abelhas nos campos de culturas entomófilas elevaria a produtividade da agricultura paulista em cerca de 22%, gerando aumento das receitas anuais dos agricultores da ordem de US\$ 509.405.290,00. Estes valores são baseados em uma amostra de (18) dezoito entre as mais importantes culturas do Estado de São Paulo, representando área colhida da ordem de 82% da área total do Estado” (SILVA & SILVA, 2002).

Portanto, dada a necessidade urgente de tratar do declínio mundial da diversidade dos polinizadores e, conseqüentemente, manter a sustentabilidade agrícola, o Brasil liderou o processo de levantamento do tema, na Convenção da Diversidade Biológica (CDB). Assim em 2000, na reunião denominada Conferência das Partes (COP5) realizada em Nairobi, foi aprovada no âmbito da diversidade agrícola, a criação da “Iniciativa Internacional para a Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores (IPI)<sup>2</sup>”, tendo como objetivo promover ações mundiais coordenadas a assegurar a produtividade das culturas agrícolas de comunidades rurais, bem como a segurança alimentar, através do conhecimento, entendimento e conscientização dos múltiplos benefícios dos serviços prestados pelos polinizadores (SOUZA-DIAS et al., 2006). Desde então, muitas regiões do mundo estão no processo de estabelecer iniciativas de uso dos polinizadores.

---

<sup>2</sup> Considerando que o Brasil, signatário da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), propôs a IPI o Ministério do Meio Ambiente, através do CONAMA aprovou a Resolução Nº. 346 de 16 de agosto de 2004, disciplinando a utilização das abelhas silvestres nativas no país.

### 2.2.2 Agentes polinizadores do maracujazeiro

Uma variedade de visitantes florais tem sido relatada na literatura como potenciais polinizadores do maracujazeiro, principalmente insetos da ordem Hymenoptera e dos gêneros *Xylocopa*, *Epicharis*, *Polybia*, *Nannotrigona*, *Apis*, *Bombus*, *Polistes*, *Oxaea* e *Trigona*. Porém, embora visitem as flores, nem todos são necessariamente polinizadores dessa cultura (CAMILLO, 1978; SAZIMA & SAZIMA, 1989; SOUZA et al., 2002).

Como exemplo, têm-se as vespas dos gêneros *Polybia* e *Polistes*, que buscam as flores apenas para caçarem outros insetos para alimentar suas crias e não polinizam o maracujá. Outros visitantes, apesar de coletar pólen e/ou néctar como abelhas dos gêneros *Apis*, *Trigona* e *Nannotrigona* e muitas espécies de borboletas, possuem tamanho reduzido em relação à flor e apesar de tocarem nos estames ou estigmas, não conseguem transferir pólen entre eles. Já as abelhas maiores, como aquelas dos gêneros *Epicharis*, *Bombus* e *Oxaea* que poderiam, potencialmente polinizar as flores do maracujá, são tão reduzidos em número nos plantios que elas não desempenham nenhum papel importante do ponto de vista comercial, onde a maioria das flores deve ser polinizada para tornar o cultivo economicamente viável (FREITAS & OLIVEIRA-FILHO, 2001).

Leone (1990), verificou que as abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Xylocopa griscenses*, foram às espécies mais frequentes nas flores, sendo a *Apis mellifera* a mais abundante. Contudo, segundo o autor, esta espécie foi considerada ineficiente e até nociva como polinizadora, tanto em alta quanto em baixa densidade populacional. Por sua vez, a *Trigona spinipes* exerce um comportamento agressivo sobre a *Xylocopa* spp. e a *Apis mellifera*, impedindo ou dificultando que elas visitem as flores para coleta de alimento (SALIS, 1987).

Segundo Freitas & Paxton (1996), como o mecanismo de polinização de cada espécie está intimamente ligado aos seus requerimentos de polinização, no maracujazeiro, os visitantes florais precisam ser de grande porte para assegurar que ao pousarem ou movimentarem-se na flor, possam tocar estames e estigmas que estão posicionados cerca de 1,5 cm acima da corola, depositando e/ou adquirindo pólen em seus corpos. Além disso, precisam apresentar comportamento de pastejo que os leve a voar constantemente entre as plantas, propiciando a polinização cruzada demandada pela espécie. Portanto, entre todos os visitantes florais do maracujazeiro, apenas algumas espécies do gênero *Xylocopa*, conhecidas vulgarmente por mamangavas, possuem características necessárias para serem os agentes polinizadores (espécie chave) mais eficientes dessa cultura (NISHIDA, 1958; CARVALHO & TEÓFILO SOBRINHO, 1973; RUGGIERO et al., 1975 e CAMILLO, 1978).

No mundo, existem mais de 730 espécies de mamangavas do gênero *Xylocopa*, família *Anthophorida*. Geralmente essas abelhas, são de coloração preta ou azul brilhante, podendo apresentar nuances de verde e roxo, dependendo da incidência da luz sobre seus corpos. Várias espécies, porém, apresentam dimorfismo sexual, onde os machos são facilmente identificados por sua cor amarelo-alaranjada, devido à coloração diferenciada dos seus pêlos do corpo em relação às fêmeas (O'TOOLE & RAW, 1991). São agentes eficientes na polinização devido ao seu tamanho, englobando as maiores espécies de abelhas conhecidas (podendo atingir até 4,5 cm de comprimento), como também, devido ao seu comportamento de pastejo durante a coleta de néctar e pólen, que com sua grande autonomia de vôo podem cobrir áreas de até 12 km de raio a partir do seu ninho (AKAMINE & GIROLAMI, 1957; CORBET & WILLMER, 1980).

No Brasil, existem aproximadamente cinquenta espécies de *Xylocopa* distribuídas em 13 subgêneros, das quais as mais comuns e, portanto, as mais estudadas são *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisea*, *Xylocopa fimbriata* e *Xylocopa suspecta* (HURD, 1978). Segundo Camillo

(1978), a *Xylocopa fimbriata* é a espécie mais efetiva como polinizador realizando maior número de visitas às flores e permanecendo maior tempo na mesma, quando comparada a *Xylocopa frontalis*. Salis (1987), na região de Araguari (Minas Gerais), observou que a espécie mais freqüente nas flores do maracujazeiro-amarelo foi a *Xylocopa fimbriata* com dois períodos de maior visitação. Este autor relatou que devido ao desmatamento, ao uso de agrotóxicos e ao horário inapropriado para aplicação de defensivos, coincidentes com o horário de visitas das mamangavas, provocou-se nessa região a redução drástica da população dessas abelhas afetando a polinização e, conseqüentemente, a frutificação do maracujazeiro nas áreas produtoras.

### 2.2.3 Eficiência da polinização na cultura do maracujazeiro

Sabe-se que a porcentagem de frutificação, tamanho do fruto, número de sementes e rendimento de suco estão correlacionadas, positivamente, com o número de grãos de pólen depositados no estigma das flores durante a polinização (AKAMINE & GIROLAMI, 1957). Segundo Gilmartin (1958), no maracujazeiro são produzidos 300 óvulos/flor, havendo necessidade de um número mínimo de 190 grãos de pólen para que ocorra a formação de um fruto normal, apresentando uma média de 180 sementes totalmente desenvolvidas (60% de óvulos fertilizados). Portanto, a produtividade do maracujazeiro está diretamente relacionada com a eficiência na polinização de suas flores (RUGGIERO, 1987).

Em seus estudos, Carvalho & Teófilo Sobrinho (1973), constataram que as plantas que receberam polinização artificial (manual), tiveram eficiência de frutificação bem superior (85,7%) em relação às plantas submetidas à polinização livre (3,60%). Essa diminuição da frutificação devido à ação das abelhas domésticas é confirmada por Ruggiero et al. (1975), ao apresentarem resultados que ilustraram a baixa porcentagem de frutificação obtida com

polinização controlada em maracujazeiro-amarelo por *Apis mellifera* (2,75%) quando comparada à excelente polinização realizada por *Xylocopa* spp. (75,42%).

Outros estudos, realizados nas condições de Jaboticabal, avaliaram a porcentagem de frutificação por meio da polinização livre e artificial das flores. Os resultados demonstraram que a taxa de frutificação natural foi praticamente ausente (3,33%), entretanto, com a polinização artificial o percentual de frutificação foi superior em torno de 36,36% (ATAÍDE & OLIVEIRA, 2001). Tais resultados condizem com os obtidos por Grisi Júnior (1973), quando obteve 79% de frutificação com polinização artificial em comparação aos 12% alcançados com a polinização livre.

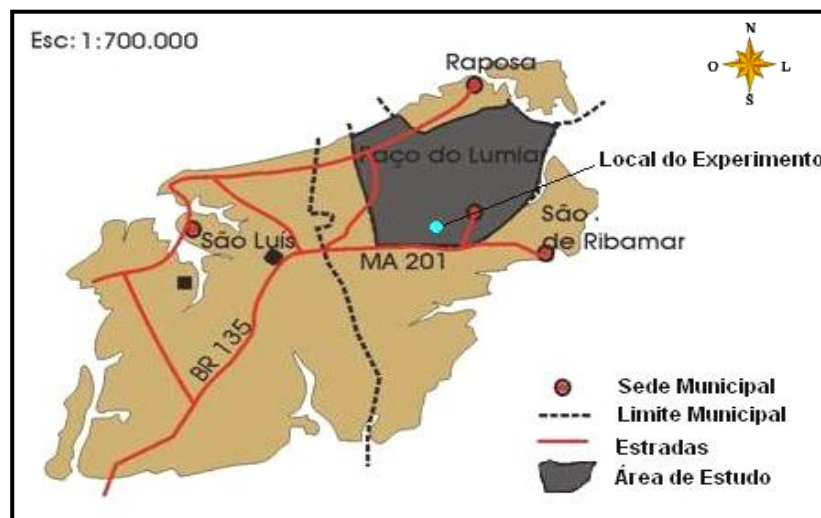
Segundo Ruggiero (1973), Camillo (1978) e Freitas & Oliveira-Filho (2003), entre tantos visitantes florais, apenas as mamangavas (*Xylocopa* spp.) demonstram as características e comportamento necessários para serem consideradas polinizadoras eficientes dos plantios comerciais de maracujá. A eficiência polinizadora dessas abelhas é tamanha, que Camillo (1996) relata 700% de aumento na produtividade de frutos após introduzir 39 ninhos de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* em um plantio de 1,5 ha em Holambra no Estado de São Paulo, representando um incremento de 3,2% para 25,0% no vingamento das flores.

Similarmente, Freitas & Oliveira (2003), testando a eficiência do uso de caixas racionais como ninhos na polinização do maracujazeiro-amarelo, constataram um aumento na população de mamangavas na área, com conseqüente elevação do número de visitas às flores de maracujá em até 505% nos horários de maior frequência, correspondendo a um incremento na ordem de 93,3% no vingamento inicial de frutos. Esta pesquisa, segundo os autores, vem a confirmar que a introdução e manutenção de mamangavas em áreas de maracujazeiro dispensam a polinização manual que encarece em até 8% os custos de produção.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área

O experimento foi conduzido entre setembro a dezembro de 2006 em uma propriedade com área total de 5 ha situado no município de Paço do Lumiar (MA), com coordenadas geográficas 2°32'26"S e 44°07'30"W. Este município é pertencente à Microrregião Aglomeração Urbana de São Luís, na Mesorregião Norte do Estado e se encontra localizado na porção leste da Ilha do Maranhão, limitando-se a Norte com o município da Raposa e a Leste, Sul e Oeste com o município de São José de Ribamar (Figura 1).



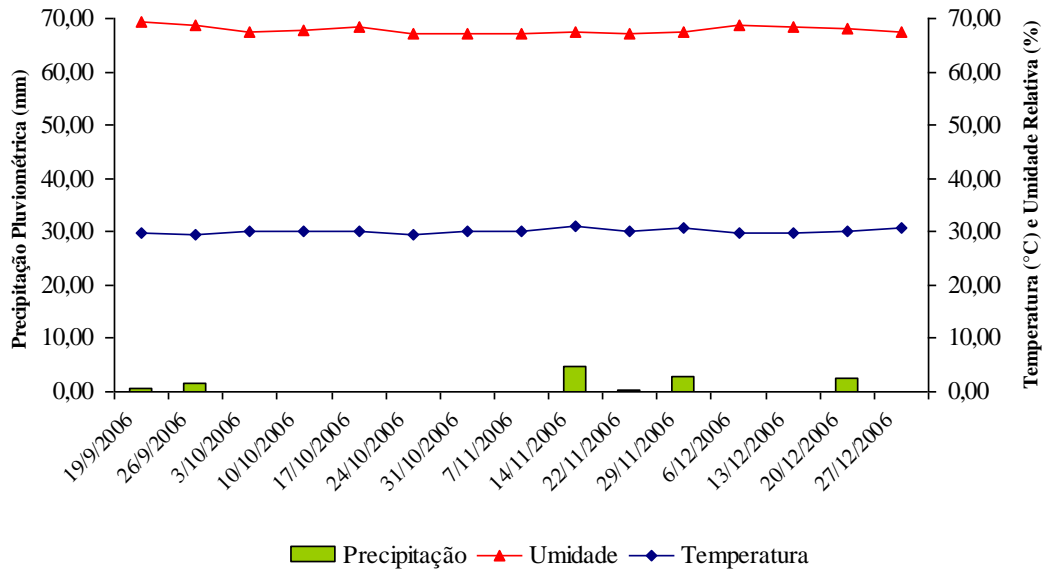
Fonte: IPLAN, 2006.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, Paço do Lumiar (MA).

O clima característico da região é do tipo Aw Tropical Úmido, segundo classificação de Köppen (1970) e caracterizado por dois períodos bem distintos, um chuvoso com alto índice pluviométrico que varia de 1.800 a 2.200 mm/ano, que se estende de janeiro a junho e outro seco que vai de julho a dezembro (LABMET, 2006). A temperatura média no município gira em torno 26°C, sendo que as máximas e mínimas variam entre 28°C a 33°C. A umidade relativa do ar é de



aproximadamente 80%, podendo ser menor (entre 68% a 73%) nos períodos mais secos do ano (Figura 2).



Fonte: LABMET, 2006.

Figura 2: Médias semanais da Temperatura e Umidade Relativa do ar e totais semanais da Precipitação Pluviométrica durante o período do experimento (setembro a dezembro de 2006).

A área estudada apresenta alterações nas suas características primárias definindo formas diferenciadas de cobertura, tais como capoeira baixa e alta, no entanto, pode-se encontrar espécies de valor econômico e ambiental preservadas e/ou plantadas pelos moradores do local como: o babaçu (*Orbignya speciosa*), a juçara (*Euterpe oleracea*), o sabiá (*Mimosa caesappinaefolia*), o angelim (*Andira retusa*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), o urucum (*Bixa orellana*), a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), o cajá (*Spondias lutea*), o jambo (*Syzygium malaccense*) e a ciriguela (*Spondias purpurea*). Dentre as culturas voltadas para produção comercial (APÊNDICE A), observa-se à cultura da bananeira (*Musa spp.*), mamoeiro (*Carica papaya*), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*), pepino (*Cucumis sativus*) e tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), principalmente, em consórcio (mamoeiro, bananeira) e/ou rotação (feijão-de-corda, pepino).

### 3.2 Condução da cultura

O experimento foi realizado na área com produção das culturas do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) e maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*), com dois anos de idade, e conduzidas em solo tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Dados complementares quanto à condução e manejo da cultura foram obtidos junto ao produtor, mediante a aplicação de questionário dirigido (ANEXO C), abordando os aspectos técnicos e fitossanitários empregados.

O plantio das mudas foi realizado em covas de 50 x 50 x 50 cm de profundidade e a adubação realizada 60 dias após o plantio, com 3 litros de esterco de galinha/cova. Para a condução das plantas, o sistema utilizado foi do tipo Espaldeira Vertical com um fio de arame nº 12 a 1,80 m de altura do solo (Figura 3). As estacas de madeiras com 2,5 m de comprimento, dos quais cerca de 0,5 m enterrados no solo, foram espaçadas umas das outras em 2,0 m e entre as linhas de postes, em 2,5 m. No início, cada muda teve como auxílio um tutor até atingir a altura do fio de arame, com poda de formação. Em seguida, realizou-se a poda no ápice da planta com o objetivo de desenvolverem brotações laterais, sendo conduzidos ramos secundários, um de cada lado do ramo principal, que ao atingirem as guias das plantas vizinhas, foram novamente podados dando origem aos ramos produtivos (Figura 4).

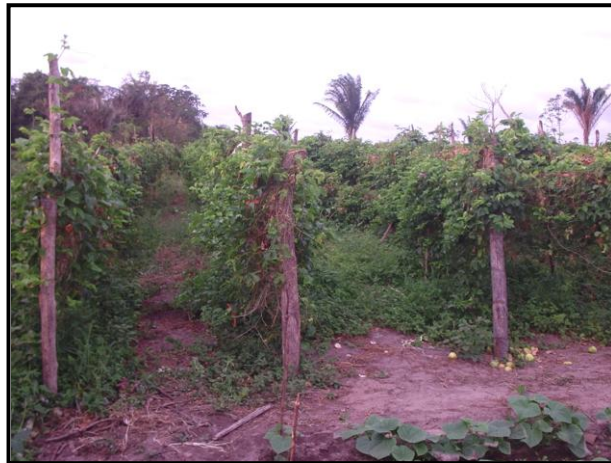


Foto: Hossoé, 2006.

Figura 3: Sistema de condução por Espaldeira Vertical, Paço do Lumiar (MA).

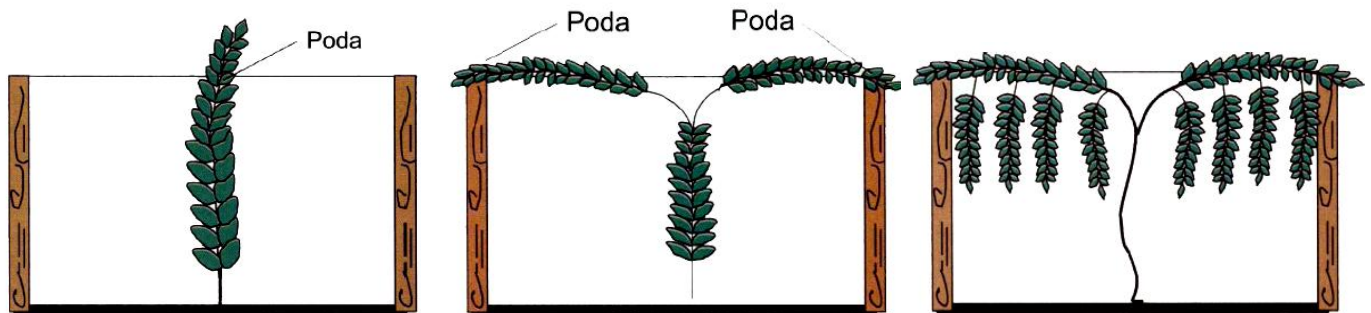


Figura 4: Esquema de condução inicial das mudas de maracujazeiro.

O controle das plantas daninhas na cultura, foi efetuado mediante capinas manuais nas linhas e nas entrelinhas do plantio. A irrigação, realizada durante as primeiras horas da manhã, não apresenta um sistema de irrigação implantado, sendo feita manualmente e sem manejo adequado da água. Anualmente, utilizou-se a adubação de cobertura com esterco de galinha ou esterco de gado (150g/planta/ano) e nenhuma aplicação para tratamento de pragas e doenças foi realizada no local (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo das práticas culturais empregadas na área. Paço do Lumiar, 2006.

<b>Práticas culturais e técnicas empregadas</b>	
1. Preparo convencional do solo (aração/gradagem);	8. Controle das plantas invasoras por capinas manuais;
2. Mudas produzidas na própria propriedade, sem seleção adequada das sementes;	9. Ausência da poda de limpeza (tombamento de fileiras pelo peso das plantas);
3. Realização da amostragem de solo no início da implantação da cultura;	10. Irrigação manual rudimentar, com turno de rega de 4 dias e sem manejo da água;
4. Ausência da prática da calagem;	11. Desconhecimento da técnica de Polinização Artificial;
5. Adubação de cobertura realizada anualmente com esterco de gado ou esterco de galinha (150g/planta).	12. Promoção do desenvolvimento e criação das mamangavas através da manutenção das árvores e galhos secos no interior do pomar;
6. Ausência da aplicação de químicos para o combate de pragas e doenças. As plantas doentes são eliminadas manualmente;	13. Ausência da separação dos frutos por tamanho e qualidade após a colheita.
7. Monitoramento constante das pragas e doenças, por caminhadas no pomar;	14. Planejamento deficiente na coleta dos frutos, ocasionando perdas elevadas.

### 3.2.1 Arranjo experimental

O experimento foi realizado em uma área de 100 m x 50 m, totalizando 5.000 m<sup>2</sup>, com dezesseis fileiras de plantas (Figura 5). Na área experimental foram escolhidas, aleatoriamente, quinze plantas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e quinze plantas de *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*, distribuídas em três pontos do pomar no total de dez plantas/ponto. Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado, com seis tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5 e T6) e cinco repetições (cinco plantas/tratamento) identificados em campo por plaquetas coloridas (ANEXO A). Os experimentos foram divididos em duas etapas, sendo a primeira para o monitoramento da polinização e a segunda, ao final da colheita, para avaliação dos frutos.

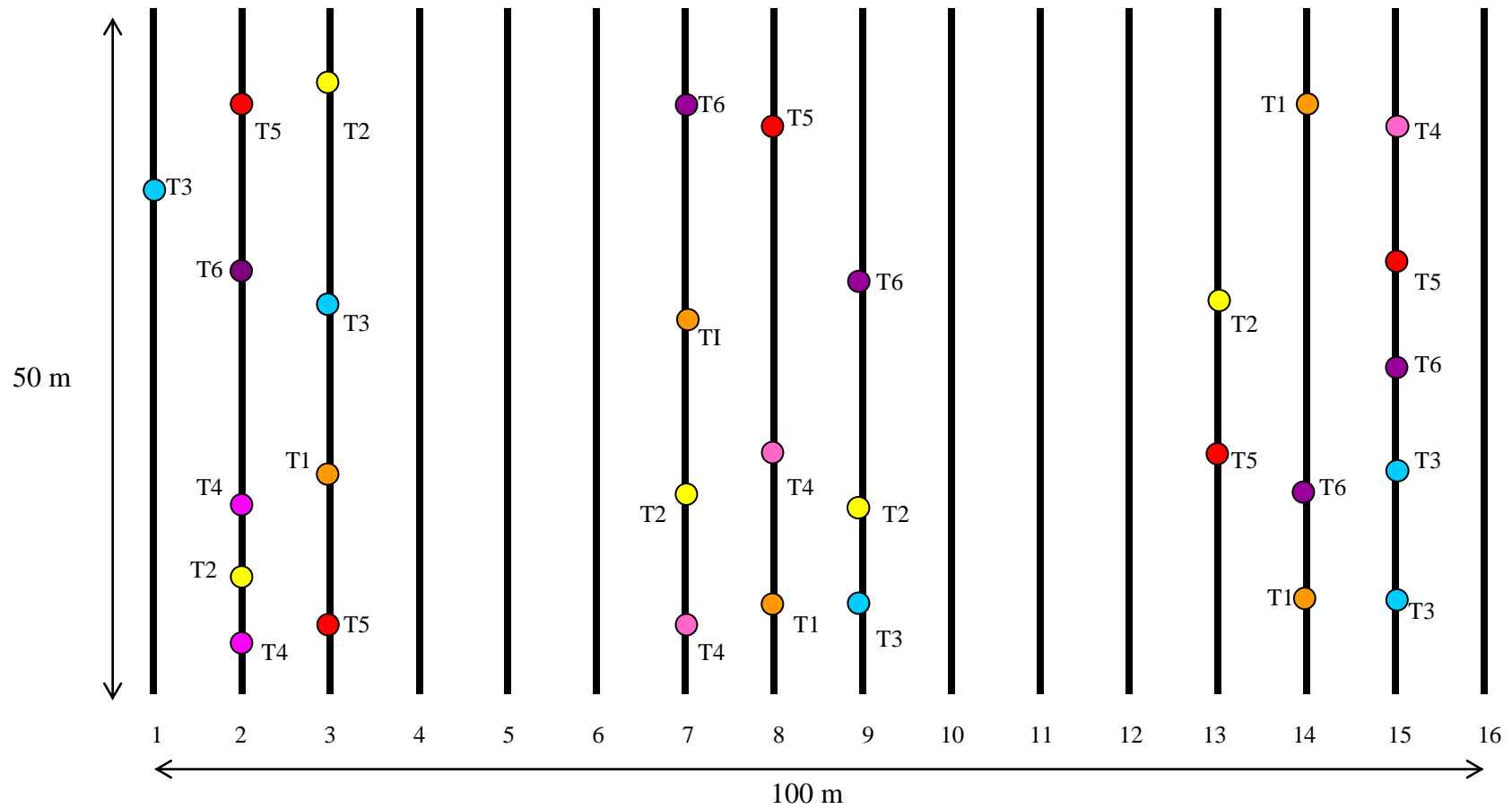


Figura 5: Croqui da área do experimento.

**Legenda:**

- T1 = Polinização livre no maracujazeiro-amarelo
- T2 = Polinização controlada no maracujazeiro-amarelo
- T3 = Polinização artificial no maracujazeiro-amarelo
- T4 = Polinização livre no maracujazeiro-roxo
- T5 = Polinização controlada no maracujazeiro-roxo
- T6 = Polinização artificial no maracujazeiro-roxo

### 3.3 Monitoramento da polinização

#### 3.3.1 Determinação do nível de requerimento da polinização

A verificação dos requerimentos de polinização do maracujazeiro, deu-se a partir das plantas marcadas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*, conforme os tratamentos:

a. Polinização livre no maracujazeiro-amarelo (T1) e Polinização livre no maracujazeiro-roxo (T4): em cada cinco plantas do tratamento, escolheu-se aleatoriamente seis botões florais/planta (total de trinta botões/tratamento). Cada botão floral recebeu uma fita colorida de identificação e foram deixados livres à visitação depois de abertos. Após quatro dias, efetuou-se a contagem do número de frutos vingados/planta (Figura 6);



Foto: Hossoé, 2006.

Figura 6: Marcação da flor de maracujazeiro para a polinização livre.

b. Polinização controlada no maracujazeiro-amarelo (T2) e Polinização controlada no maracujazeiro-roxo (T5): em cada cinco plantas do tratamento, escolheu-se aleatoriamente, seis botões florais/planta (total de trinta botões/tratamento), que receberam fitas coloridas de identificação e foram protegidos com sacos de papel um dia antes da antese. No dia seguinte, para cada botão marcado foi retirado o saco de proteção uma hora após a abertura floral (quando os estigmas já estavam curvados e adequados à polinização) e aguardadas duas

visitas de *Xylocopa* spp.<sup>3</sup> por flor. Para impedir outras visitas, novamente as flores foram ensacadas e após quatro dias, efetuou-se a contagem do número de frutos vingados/planta (Figura 7).

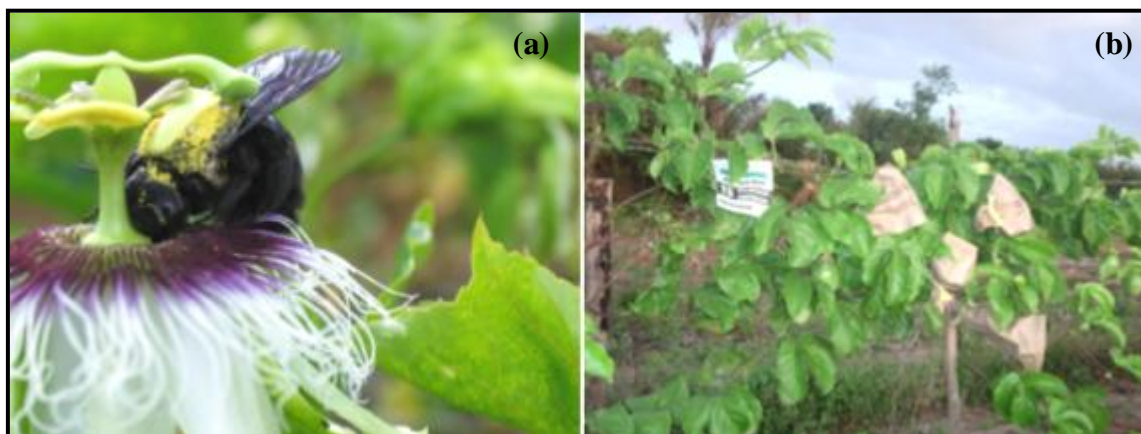


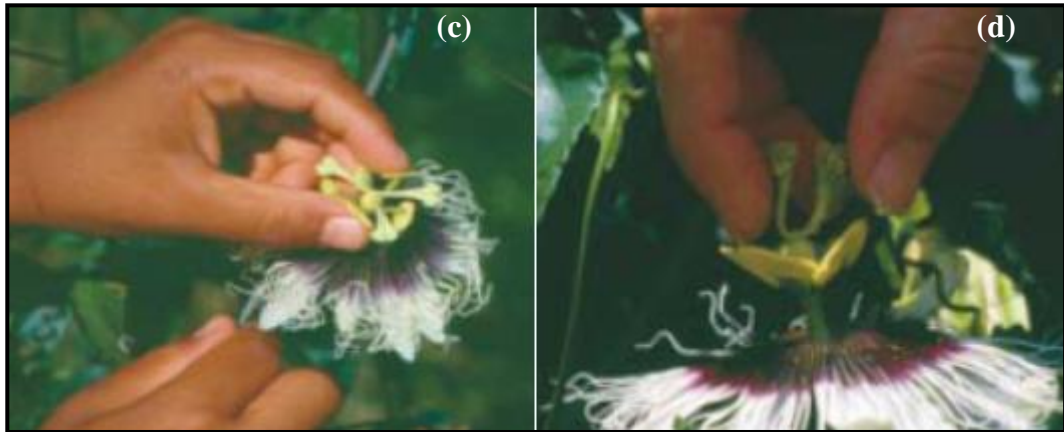
Foto: Hossoé, 2006.

Figura 7: Visita da mamangava à flor (a) e ensacamento das flores após a polinização (b).

c. Polinização artificial no maracujazeiro-amarelo (T3) e Polinização artificial no maracujazeiro-roxo (T6): em cada cinco plantas do tratamento, escolheu-se aleatoriamente, seis botões florais/planta (total de trinta botões/tratamento), que receberam fitas coloridas de identificação e foram protegidos com sacos de papel um dia antes da antese. No dia seguinte, foi coletado o pólen de diferentes flores distantes uma das outras, para então, iniciar-se a polinização artificial de forma contínua a partir das 13:00 h. A operação de polinização foi realizada com as pontas dos dedos, retirando-se o pólen das anteras das flores coletadas, depositando-os nos estigma das flores selecionadas. Ao término da operação, as flores foram novamente ensacadas e após quatro dias, efetuou-se a contagem do número de frutos vingados/planta (Figura 8).

---

<sup>3</sup> As espécies mais recorrentes na área em estudo foram a *Xylocopa frontalis* Olivier, 1789 e *Xylocopa carbonaria* Smith, 1854 (Hymenoptero, Anthophoridae), de acordo com identificação realizada no Laboratório de Estudos sobre Abelhas – LEA, da Universidade Federal do Maranhão, Campus São Luís.



Fonte: Embrapa

Figura 8: Polinização manual com retirada do pólen das anteras (c) e deposição nos estigmas (d).

### 3.3.2 Determinação da atividade de pastejo

O pastejo das abelhas foi observado durante a abertura dos botões florais, realizado semanalmente durante o período de 4/11/2006 a 23/12/2006. Utilizando-se o método Focal Contínuo de Martin & Batenson (1986), foram escolhidas aleatoriamente, duas plantas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e duas plantas de *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* com seis flores/planta. A partir de observações diretas em campo, anotou-se o número de visitas da *Xylocopa* spp. às flores em cinco intervalos de tempo, das 12:00 h às 13:00 h; 13:00 h às 14:00 h, 14:00 h às 15:00 h, 15:00 h às 16:00 h e 16:00 h às 17:00 h, com oito repetições.

Para a determinação de uma possível relação entre o pastejo das abelhas e a oferta/floral em campo, realizou-se no mesmo período, o monitoramento da floração do maracujazeiro, a partir das quinze plantas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* marcadas e identificadas nos diferentes pontos do pomar. Por meio de duas caminhadas, realizadas no início e ao final da tarde, contou-se nas plantas o número de flores abertas em cada forma de maracujazeiro.



### 3.4 Avaliação do fruto

#### 3.4.1 Determinação do tempo de maturação e da curva de crescimento dos frutos

Na determinação do período de dias decorrido da polinização até a colheita (período de maturação), cada fruto vingado por tratamento recebeu uma fita colorida presa ao pedúnculo e uma etiqueta adesiva à casca (ANEXO B), de modo a facilitar o seu reconhecimento após a queda da planta. A coleta foi realizada duas vezes por semana tendo por finalidade evitar a perda de peso e murchamento dos frutos, como também, diminuir a ocorrência de podridões.

A curva de crescimento dos frutos para cada tratamento foi determinada por medições semanais dos diâmetros transversais e longitudinais, utilizando-se paquímetro de precisão de 0,05 cm. As medições foram realizadas até os frutos atingirem a maturação no período compreendido de 25/09/2006 à 08/11/2006 (Figura 9).



Foto: Hossoé, 2006.

Figura 9: Medição semanal dos diâmetros dos frutos.

### 3.4.2 Determinação dos caracteres agronômicos dos frutos

Após a colheita, foi observado o número de frutos perfeitos e imperfeitos, determinando-se à porcentagem de frutos normais (sadios) em cada tratamento (Figura 10). Foram considerados imperfeitos, os frutos que apresentaram defeitos graves (como a podridão que implicasse em qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos do fruto) e leves (com a deformação da forma característica do fruto) de acordo com as “Normas de Classificação, Padronização e Identidade do Maracujá-Azedo (*Passiflora edulis*)” do Programa Brasileiro para a Modernização da Cultura (2001).

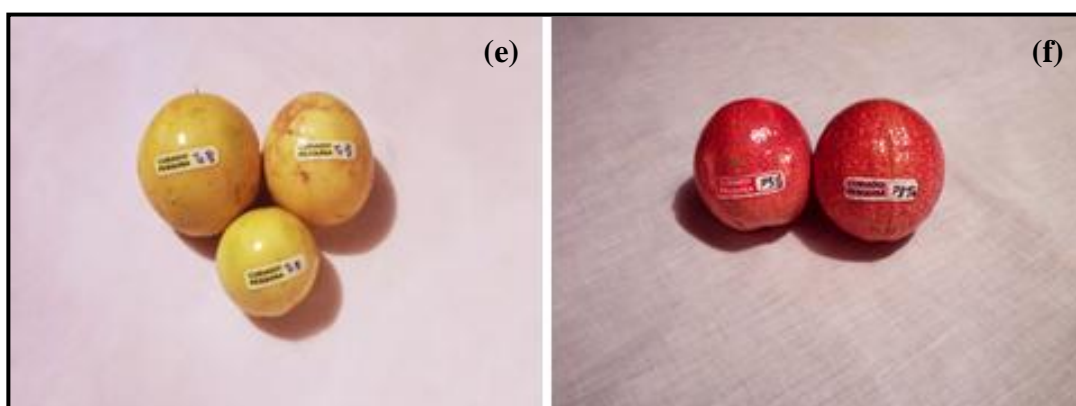


Foto: Hossoe, 2006.

Figura 10: Frutos sadios de maracujazeiro-amarelo (e) e maracujazeiro-roxo (f) na colheita.

A partir dos frutos normais de cada tratamento, foram realizadas análises quantitativas com a finalidade de avaliar individualmente as seguintes características (Figura 11):

a) Massa do Fruto (MF): após a colheita os frutos de cada tratamento foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01 grama;

b) Massa da Polpa (MP): pesou-se a polpa dos frutos provenientes de cada tratamento em balança eletrônica com precisão de 0,01 grama;

c) Rendimento da Polpa (%P): foi obtido através da fórmula  $\% \text{Polpa} = \text{MP} \times 100 / \text{MF}$ ;

d) Comprimento do Fruto (CF): medida realizada com auxílio de paquímetro desde a inserção do pedúnculo até a cicatriz do estigma;

e) Diâmetro do Fruto (DF): medida realizada com o auxílio de paquímetro na região equatorial do fruto;

f) Espessura da Casca (EC): determinada por meio de medição da casca externa na porção mediana dos frutos (cortados transversalmente) com auxílio de paquímetro;

g) Número de Sementes (NS): realizada por contagem direta das sementes em cada fruto avaliado.

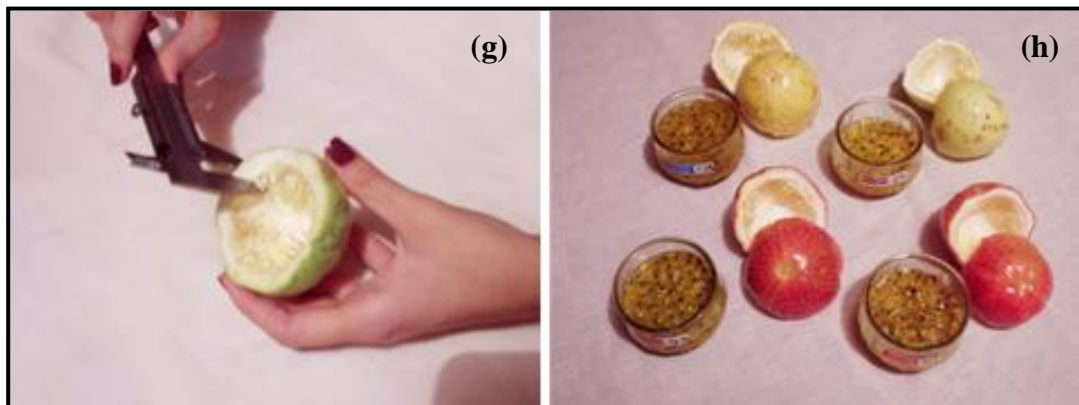


Foto: Hossoe, 2006.

Figura 11: Determinação espessura da casca (g), rendimento da polpa e nº. de sementes (h).

### 3.5 Análise estatística

Para o tratamento estatístico, todos os dados experimentais obtidos no monitoramento da polinização e na avaliação dos frutos, foram submetidos à análise de variância no programa ESTAT e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Nível de requerimento de polinização

De acordo com a Tabela 2, observou-se que o número de frutos vingados quatro dias após a marcação das flores, nos tratamentos T5 (polinização controlada no maracujazeiro-roxo), T3 (polinização artificial no maracujazeiro-amarelo), T2 (polinização controlada no maracujazeiro-amarelo) e T6 (polinização artificial no maracujazeiro-roxo) diferiram significativamente dos tratamentos com polinização livre (T1 e T4), que apresentaram a menor média de frutificação.

Constatou-se, no maracujazeiro-amarelo que os tratamentos da polinização artificial e controlada resultaram, respectivamente, em número de frutos vingados por planta três vezes a duas vezes maior que àquela observada na polinização livre. Semelhantemente, os tratamentos da polinização controlada e artificial no maracujazeiro-roxo obtiveram uma melhor porcentagem de frutos produzidos, ou seja, cerca de duas vezes maior que a produção de frutos em flores abertas à visitação.

Tabela 2: Porcentagem de frutificação de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*, quatro dias após a polinização das flores. Paço do Lumiar, MA, 2006.

Tratamentos	Nº. de inflorescências	% de Frutificação
T5: Polinização Controlada no MR*	30	73,3 <sup>a</sup>
T3: Polinização Artificial no MA*	30	70,0 <sup>a</sup>
T2: Polinização Controlada no MA	30	66,6 <sup>a</sup>
T6: Polinização Artificial no MR	30	63,3 <sup>a</sup>
T4: Polinização Livre no MR	30	36,6 <sup>b</sup>
T1: Polinização Livre no MA	30	23,3 <sup>b</sup>
CV (%)		16,76

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si a  $P < 0,05$ .

\* MR (Maracujazeiro-roxo); MA (Maracujazeiro-amarelo)

Vários são os autores que encontraram resultados semelhantes à pesquisa, Freitas & Oliveira-Filho (2003), observaram que uma única visita da mamangava em flores de maracujazeiro-amarelo resultou em 68% de frutos vingados; Ataíde & Oliveira, (2001), demonstraram que a taxa de frutificação natural em condições experimentais foi praticamente ausente (3,33%); entretanto, com a polinização artificial o percentual de frutificação foi superior, em torno de 36,36%; Carvalho & Teófilo Sobrinho (1973), constataram que polinização manual teve eficiência de frutificação bem superior (85,7%) em relação às plantas submetidas à polinização livre (3,60%) e Camillo (1996) relatou um aumento na porcentagem de flores vingadas de 3,2% (polinização livre) para 25% (polinização controlada) após a introdução de 39 ninhos de *Xylocopa* spp.

Segundo Ruggiero et al. (1975), a diminuição da frutificação na polinização livre, deve-se, principalmente, à ação das abelhas domésticas que coletam praticamente todo o pólen produzido pela flor, antes mesmo de sua abertura. Condição esta confirmada pelo autor em seus trabalhos que ilustram a baixa porcentagem de frutificação obtida com polinização controlada em maracujazeiro-amarelo através das abelhas domésticas (2,75%) quando comparada a excelente polinização realizada por mamangavas (75,42%).

No entanto, na área em estudo, durante todo o período de observação, não foi verificada a influência da *Apis mellifera* sobre as flores de maracujazeiro. A população dessas abelhas se manteve sempre em número baixo de indivíduos em campo, chegando mesmo, em muitos períodos, a não serem observadas. Provavelmente, seja esse o motivo que tenha ocasionado na polinização livre deste trabalho, índices melhores do que aqueles encontrados por Ataíde & Oliveira, (2001), Carvalho & Teófilo Sobrinho (1973) e Ruggiero et al. (1975). Ou ainda, podemos supor que à presença da faixa de mata secundária preservada ao redor da propriedade tenha garantido uma maior oferta de locais para a nidificação, não somente com a presença de um maior número de ocos em troncos de árvores, como também, com maior

garantia de outras fontes alimentares, que puderam favorecer o estabelecimento de uma adequada população de abelhas *Xylocopa* spp. visitando a área de estudo e realizando a polinização livre (Figura 12).

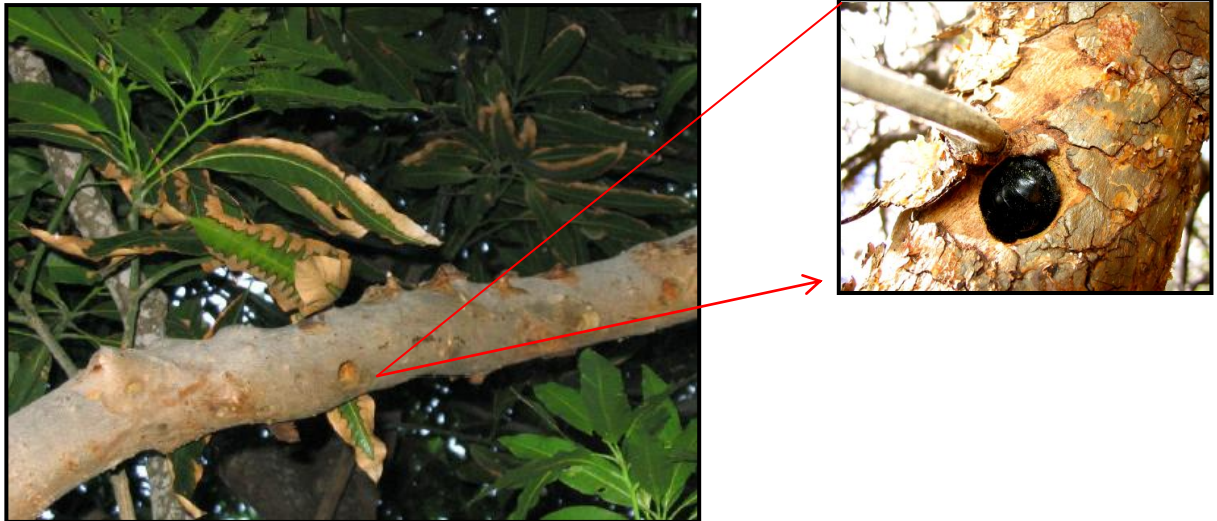
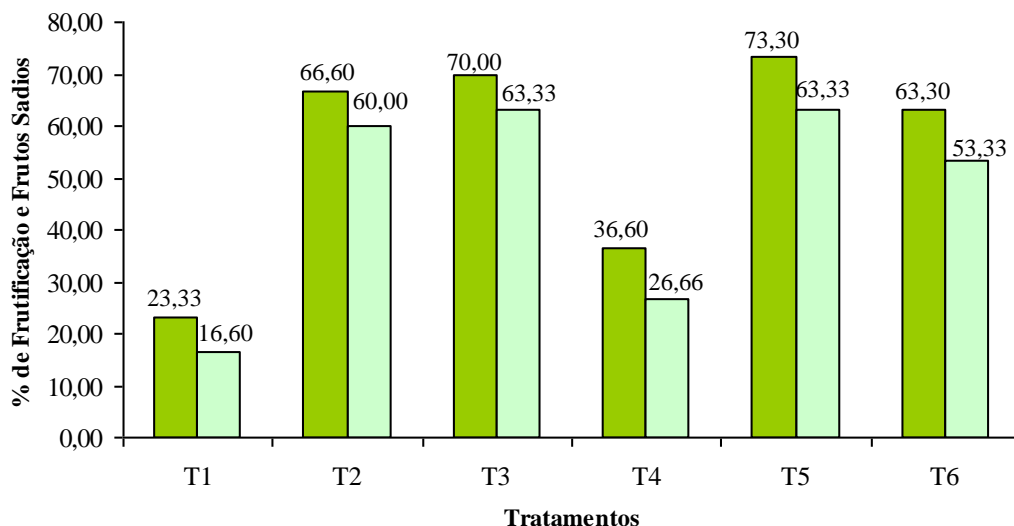


Foto: Polinfrut, 2005.

Figura 12: Ninhos de mamangavas em galhos secos das árvores.

Quanto ao maracujazeiro-roxo, são escassos os estudos que apresentam dados aprofundados sobre a polinização da cultura. Apenas Camillo (2000), faz referência a um melhor vingamento dos frutos de maracujazeiro-roxo após a polinização controlada (duas visitas/flor), com valor 50% superior a polinização livre. Resultado este, confirmado na pesquisa onde a eficiência da polinização controlada com as visitas das mamangavas foi superior (73,3%) aquela encontrada na polinização livre (36,6%).

Por fim, a porcentagem de frutos sadios na colheita para cada tratamento, permitiu confirmar que os tratamentos T5 (polinização controlada no maracujazeiro-roxo), T3 (polinização artificial no maracujazeiro-amarelo), T2 (polinização controlada no maracujazeiro-amarelo) e T6 (polinização artificial no maracujazeiro-roxo) foram os que obtiveram os melhores frutos, ou seja, mais de 50% dos frutos colhidos, eram ideais para comercialização (Figura 13).



■ % de Frutificação após quatro dias de polinização □ % de Frutos Sadios ao final da colheita

Figura 13: Relação entre a porcentagem de frutificação do maracujazeiro-amarelo e maracujazeiro-roxo, após a polinização e a porcentagem de frutos sadios na colheita.

Entretanto, os tratamentos T4 (polinização livre no maracujazeiro-roxo) e T1 (polinização livre no maracujazeiro-amarelo), apresentaram a maior incidência de abortamento e doenças (verrugose e podridão-preta), levando a perda do fruto ou a desvalorização do produto para comercialização *in natura* (Figura 14). Ruggiero et al. (1975), consideram que o processo de abortamento dos frutos observados na polinização livre, pode ser um mecanismo pelo qual as plantas podem influenciar, de alguma maneira, a qualidade de suas sementes.



Foto: Hossoé, 2006.

Figura 14: Verrugose (i) e podridão-preta (j): principais doenças observadas em campo.

## 4.2 Atividade de pastejo das mamangavas

As observações feitas no maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg.) sobre o horário de pastejo das mamangavas às flores, revelaram que os tratamentos T3 (14:00h às 15:00h), T2 (13:00h às 14:00h) e T4 (15:00h às 16:00h) não diferiram estatisticamente entre si, mantendo uma média semelhante de visitas ao longo desses horários; no entanto, a maior ocorrência de *Xylocopa* spp. foi verificada das 14:00h às 15:00h, ou seja, duas horas depois da abertura das flores, no pico de florescimento (Tabela 3).

Diversamente, o início e o final da atividade de visitação, relacionados ao tratamento T1 (12:00h às 13:00h) e T5 (16:00h às 17:00h), apresentaram, respectivamente, os menores valores médios de visitas, provavelmente devido, ao primeiro horário corresponder ao período de abertura dos botões florais e o segundo ao fechamento ou queda das flores.

Tabela 3: Média da frequência de visitas das mamangavas (*Xylocopa* spp.) em *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. em diferentes horários.

Tratamentos	Nº. de inflorescências	Média de Visitas
T3: Horário das 14:00 h às 15:00 h	12	37,63 <sup>a</sup>
T2: Horário das 13:00 h às 14:00 h	12	29,93 <sup>ab</sup>
T4: Horário das 15:00 h às 16:00 h	12	29,76 <sup>ab</sup>
T5: Horário das 16:00 h às 17:00 h	12	22,03 <sup>bc</sup>
T1: Horário das 12:00 h às 13:00 h	12	20,39 <sup>c</sup>
CV (%)		20

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si a  $P < 0,05$  pelo teste de Tukey. Dados originais para fins de análise foram transformados em arco sen  $\sqrt{x}/100$ .

Dados semelhantes foram encontrados por Nishida (1958) e Ruggiero (1973), que relataram a visitação das mamangavas às flores do maracujazeiro-amarelo, entre 13:00h e 15:00h, citando que às 14:00 h ocorre o pico de pastejo, em que grande parte das flores apresenta estigmas recurvados em posição apropriada e quando há a maior ocorrência de



secreção de néctar. Segundo Camillo (2000), a secreção no maracujazeiro-amarelo tem início na antese, sofrendo um aumento gradativo, atingindo o pico entre 14:00 h e 15:00 h e após esse horário nota-se uma sensível diminuição na produção.

Quanto ao maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*), o número de visitas das abelhas às flores foi influenciado significativamente ao longo dos horários de observação. Nos primeiros horários da tarde, das 12:00 h às 13:00 h, o número de visitas apresentou o menor valor médio, havendo um acréscimo por volta das 14:00 h, estendendo-se até às 16:00 h, quando então, foi observado neste intervalo a maior visitação da *Xylocopa* spp. às flores (T4 e T3). A partir daí, das 16:00 h às 17:00 h, temos novamente um decréscimo do pastejo (T5), coincidente com o horário de fechamento das flores (Tabela 4).

Tabela 4: Média da frequência de visitas das mamangavas (*Xylocopa* spp.) no *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* em diferentes horários.

<b>Tratamentos</b>	<b>Número de inflorescências</b>	<b>Média de Visitas</b>
T4: Horário das 15:00 h às 16:00 h	12	27,99 <sup>a</sup>
T3: Horário das 14:00 h às 15:00 h	12	26,68 <sup>a</sup>
T5: Horário das 16:00 h às 17:00 h	12	18,52 <sup>b</sup>
T2: Horário das 13:00 h às 14:00 h	12	17,00 <sup>b</sup>
T1: Horário das 12:00 h às 13:00 h	12	10,71 <sup>c</sup>
CV (%)		13,86

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si a  $P < 0,05$  pelo teste de Tukey. Dados originais para fins de análise foram transformados em  $\arcsen \sqrt{x/100}$ .

Cobert & Willer (1980), confirmam os resultados desta pesquisa, ao observarem que o número de visitação das abelhas está intimamente relacionado ao horário de abertura das flores, onde no maracujazeiro-roxo, inicia-se ao meio dia, com pico às 14:00h, e fechamento a partir das 18:00h. Carvalho (1965) & Manica (1981) encontraram resultados divergentes quanto ao horário de visitação das abelhas *Xylocopa* spp. às flores de maracujazeiro-roxo.

Estes autores relataram as visitas nas primeiras horas da manhã, decrescendo até ao meio dia, que pode ser explicado pelas condições climáticas distintas entre as regiões em estudo.

Comparando os dados encontrados nas duas formas de maracujazeiro, observa-se uma hora de diferença no pico da frequência de visitação das mamangavas. Enquanto as flores do maracujazeiro-amarelo receberam um número maior de visitas a partir das 13:00h (com pico das 14:00 h às 15:00 h), no maracujazeiro-roxo o pastejo é retardado, aumentando somente a partir das 14:00 h (com pico das 15:00 h às 16:00 h). Este fato leva a supor que a diferença nos horários, nas duas formas de maracujazeiro, pode está na receptividade das flores do maracujazeiro-roxo à polinização, ou seja, as flores podem apresentar um pico de secreção de néctar somente às 15:00 h. No entanto, estudos mais aprofundados sobre o tema são necessários.

#### **4.3 Relação entre o número de visitas por flor e oferta floral por planta**

Detectou-se que a frequência de visitas das mamangavas às flores do maracujazeiro-amarelo está intimamente relacionada com a oferta floral/planta no pomar, isto porque foi observada que a maior frequência das abelhas (visitas/flor), constatadas na 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> semana, foi causada pela menor ocorrência de flores/planta, ou seja, existiu uma tendência inversamente proporcional, aonde quanto menor o número de flores/planta em campo, maior o número de visitas/flor, ou vice-versa. Portanto, no maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg.), verificou-se que o período de menor oferta/floral (5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> semana) foi àquele que correspondeu ao maior número de visitas, em torno de cinco visitas/flor (Figura 15).

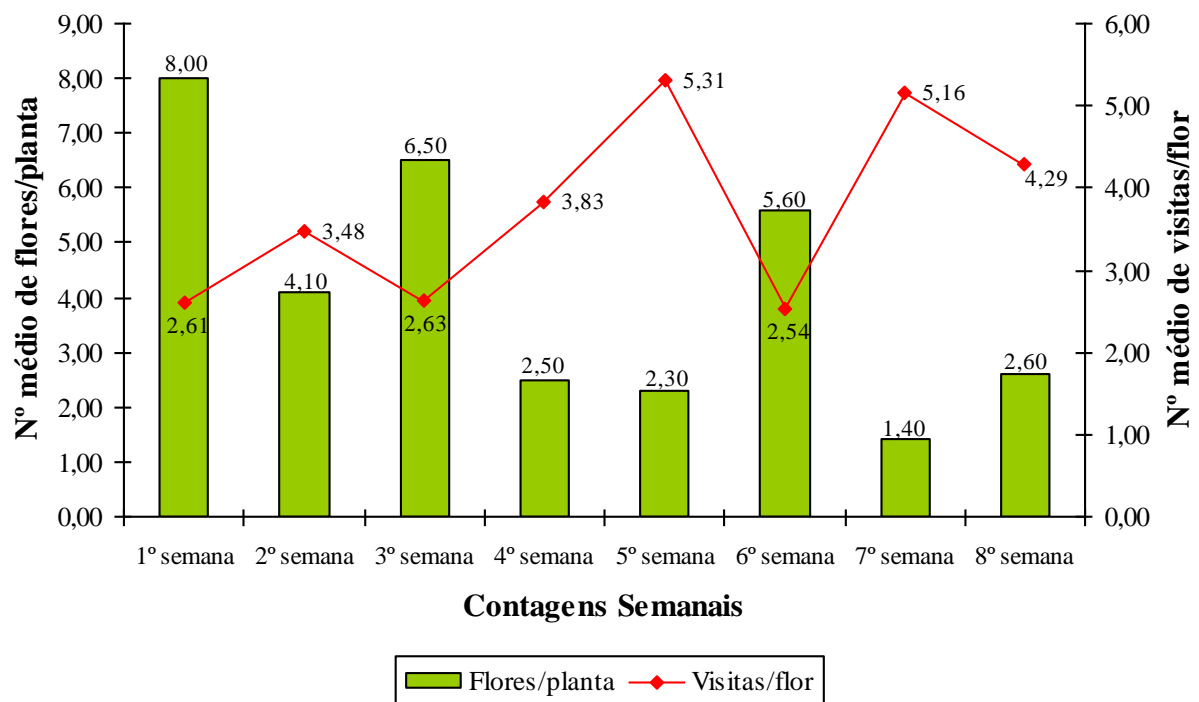


Figura 15: Relação entre a média de visitas/flor e flores/planta no maracujazeiro-amarelo, no período de 4/11/2006 a 23/12/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.

Embora fosse esperada a mesma relação entre o número de visitas/flor e a oferta floral para o maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*), essa tendência não ocorreu (Figura 16). Houve um equilíbrio no número de visitas/flor, ou seja, mesmo em períodos de menor e maior oferta floral/planta em campo (de 1 a 4 flores/planta, respectivamente), a média de visitas/flor não é discrepante (2,22 a 2,30 visitas/flor).

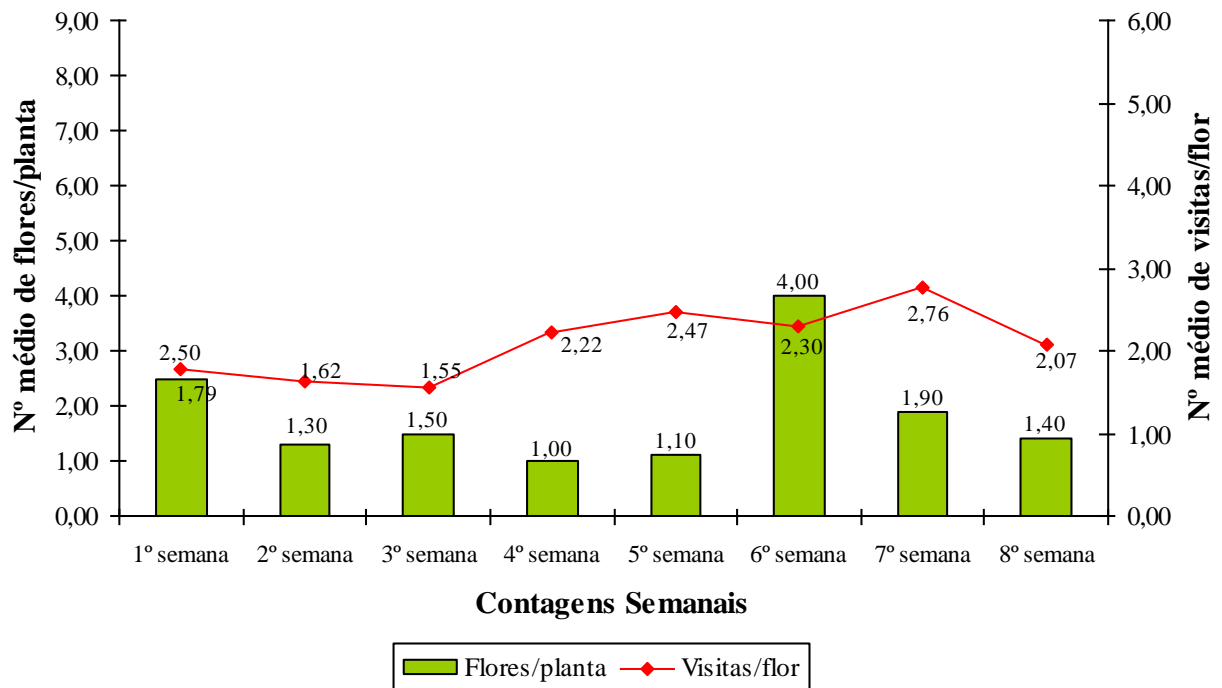


Figura 16: Relação entre a média de visitas/flor e flores/planta no maracujazeiro-roxo, no período de 4/11/2006 a 23/12/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.

Analisando as médias de visitas/flor e flores/planta entre as formas de maracujazeiro (Figura 17), verificou-se uma maior preferência das abelhas *Xylocopa* spp. às floradas do maracujazeiro-amarelo; entretanto, podemos supor que essa maior preferência tenha sido ocasionada pela menor oferta floral nas plantas do maracujazeiro-roxo. De modo que, na 6ª semana, quando se apresenta uma oferta floral mais equilibrada, o número de visitas/flor entre as formas de maracujazeiro não apresentou valores discrepantes, atingindo médias aproximadas (2,30 a 2,54 visitas/flor).

Para Nishida (1958), a partir de duas a três visitas/flor em uma tarde é detectado o ponto de saturação, ou seja, acima desse valor a porcentagem de frutos formados estabiliza-se, com valores em frutificação bem aproximados àqueles obtidos sob polinização artificial. Portanto, picos maiores de visitação (4 a 5 visitas/flor), não representariam ganhos reais na frutificação.

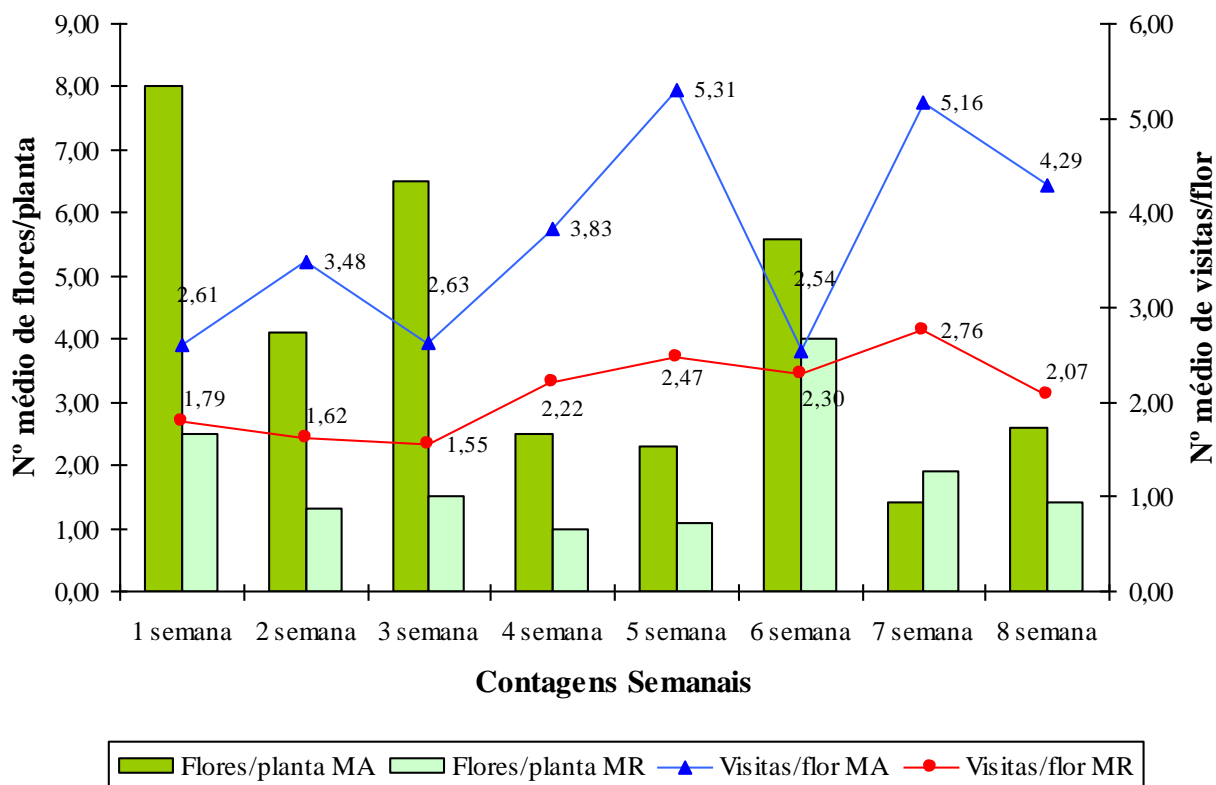


Figura 17: Relação entre a média de visitas/flor e flores/planta no maracujazeiro-amarelo (MA) e maracujazeiro-roxo (MR), no período de 4/11/2006 a 23/12/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.

#### 4.4 Período de maturação e curva de crescimento dos frutos

Analisando a Tabela 5, quanto ao período de maturação dos frutos, observa-se que os tratamentos não diferem significativamente entre si, entretanto, no maracujazeiro-amarelo e maracujazeiro-roxo a Polinização Livre apresentou um ciclo de maturação mais curto (entre 46 a 49 dias), enquanto a Polinização Controlada e Artificial ciclos mais tardios (entre 50 a 52 dias).

Tabela 5: Valores médios do período de maturação, comprimento dos frutos (CF) e diâmetro dos frutos (DF) na colheita, originados a partir de diferentes tipos de polinização.

<b>Tratamentos</b>	<b>Maturação (dias)</b>	<b>CF (cm)</b>	<b>DF (cm)</b>
T1: Polinização Livre do Maracujazeiro-Amarelo	45,80 <sup>a</sup>	6,28 <sup>a</sup>	5,78 <sup>a</sup>
T2: Polinização Controlada do Maracujazeiro-Amarelo	50,80 <sup>a</sup>	7,04 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>
T3: Polinização Artificial do Maracujazeiro-Amarelo	50,00 <sup>a</sup>	7,86 <sup>a</sup>	7,14 <sup>a</sup>
T4: Polinização Livre do Maracujazeiro-Roxo	49,00 <sup>a</sup>	7,56 <sup>a</sup>	6,68 <sup>a</sup>
T5: Polinização Controlada do Maracujazeiro-Roxo	51,40 <sup>a</sup>	7,08 <sup>a</sup>	6,42 <sup>a</sup>
T6: Polinização Artificial do Maracujazeiro-Roxo	51,36 <sup>a</sup>	6,84 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>
CV (%)	9,68	11,54	11,52

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si a  $P < 0,05$  pelo teste de Tukey.

Quanto ao período decorrido da polinização até a colheita, representado pela curva de crescimento (APÊNDICE B e C), observou-se que os frutos dos tratamentos Polinização Livre (T1), Controlada (T2) e Artificial (T3) no maracujazeiro-amarelo, alcançaram mais da metade de seu tamanho final logo na segunda semana de frutificação (aos 14 dias de desenvolvimento) e o máximo em crescimento em semanas alternadas, por volta dos 21, 28 e 35 dias (3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> semana), respectivamente. Já os frutos do maracujazeiro-roxo, que também obtiveram um desenvolvimento rápido até a segunda semana de frutificação, apresentaram, entretanto, o máximo em crescimento simultaneamente na quarta semana de desenvolvimento (aos 28 dias), para os tratamentos Polinização Livre (T4), Controlada (T5) e Artificial (T6). Após a fase de rápido crescimento inicial, os frutos passaram a se desenvolver lentamente, consumindo muita energia para a formação e maturação das sementes, até a queda da planta (em média aos 50 dias).

Resultados semelhantes foram encontrados por Sjostrom & Rosa (1978) que constataram nos frutos cultivados no estado da Bahia, um máximo em comprimento e diâmetro aos 20 dias e tamanho final aos 49 dias. Já Urashima & Cereda (1989), avaliando o desenvolvimento do maracujazeiro-amarelo na região de Jaboticabal-SP, observaram que os

frutos atingiram seu tamanho máximo ao redor dos 20 dias e maturação aos 56 dias. Araújo (1974), encontrou crescimentos mais tardios, por volta dos 60 a 70 dias no maracujazeiro-amarelo produzido na região de Araruama-RJ. Já Lederman & Gazit (1993), estudando o crescimento, desenvolvimento e maturação dos frutos de maracujazeiro-roxo na região de Araguari-MG, observaram um modelo de crescimento dos frutos muito rápido, em cerca de três semanas, com plena maturação em aproximadamente 80 dias. Contudo, o desenvolvimento mais tardio dos frutos observados por estes autores, provavelmente, é ocasionado pelas condições climáticas nas diferentes regiões em estudo, encontrando-se nestes municípios temperaturas médias mais baixas (em torno de 20 a 23°C), em relação às médias (29 a 31°C) apresentadas na pesquisa.

Ainda segundo a tabela, observou-se não haver diferença significativa no comprimento e diâmetro dos frutos analisados após a colheita entre os diferentes tratamentos. Contudo, no maracujazeiro-amarelo, a Polinização Artificial (T3) apresentou frutos maiores em comprimento e diâmetro (com 7,86 e 7,14 cm, respectivamente), seguido pela Polinização Controlada (T2) e Polinização Livre (T1), estas duas últimas, com comprimentos e diâmetros aproximados (na ordem de 7,04 e 6,26 cm para T2; 6,28 e 5,78 cm para T1). Diferentemente, no maracujazeiro-roxo os maiores frutos foram encontrados na Polinização Livre (T4) com médias de 7,56 cm de comprimento e diâmetro de 6,68 cm, seguidos pelos frutos da Polinização Controlada (T5) e Artificial (T6) com comprimentos e diâmetros médios de 7,08 e 6,42 cm; e 6,84 e 6,26 cm, respectivamente.

Oliveira (1987), relatou que os frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes de polinização natural apresentaram comprimento variando de 3,01 a 6,71 cm e diâmetro de 2,30 a 5,98 cm. Já Figueiredo (1988), encontrou resultados aproximados à pesquisa, com frutos medindo 6,58 cm em comprimento e diâmetro de 6,24 cm. Na polinização artificial, melhores resultados foram demonstrados nos trabalhos de Akamine & Girolami (1957), onde frutos de

maracujazeiro-amarelo apresentaram uma variação de 6 a 12 cm de comprimento e de 4 a 7 cm de diâmetro. Veras (1997), encontrou em suas análises, intervalos de valores coincidentes com as medições encontradas na pesquisa, frutos de diâmetro longitudinal de 5,1 a 9,1 cm e diâmetro transversal de 4,29 a 7,20 cm. No maracujazeiro-roxo, resultados inferiores aos da pesquisa, foram relatados por Meletti et al. (1994) e Manica (1997), com frutos provenientes da polinização livre apresentando médias entre 4,3 a 5,2 cm de comprimento e 3,9 a 4,1 cm de diâmetro.

#### **4.5 Caracteres agronômicos dos frutos**

De acordo com a Tabela 6, observou-se no maracujazeiro-amarelo diferença significativa entre as médias encontradas na massa dos frutos e massa da polpa, de modo que, a Polinização Artificial (T3), apresentou frutos com o dobro em peso quando comparados àqueles encontrados na Polinização Livre (T1). A Polinização Controlada (T2) apresentou resultado intermédio. Já no rendimento de polpa e na espessura da casca dos frutos, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos, as médias em espessura foram aproximadas (entre 0,41 cm a 0,44 cm) e o rendimento em suco apresentou maior porcentagem nos frutos proveniente da Polinização Artificial (57,78%), seguido pela Polinização Controlada (56,35%) e Polinização Livre (45,93%).

A diferença estatística entre os tratamentos, foi verificada no número médio de sementes dos frutos, com a Polinização Artificial (T3) apresentando o maior número de sementes com média de 390 unidades/fruto, seguida pela Polinização Controlada (T2) e Polinização Livre (T1), com 249 e 94 unidades, respectivamente. Segundo Akamine & Girolami (1957), quanto maior a quantidade de grãos de pólen viáveis colocados nos estigmas das flores, melhores são os ganhos no peso dos frutos, no rendimento em polpa e no número



de sementes. Hardin (1986), confirma estes resultados ao determinar a existência de uma correlação significativa e positiva entre o número de sementes, o volume em suco e o peso dos frutos.

Resultados semelhantes com maracujazeiro-amarelo foram verificados por Oliveira et al. (1987) e Figueiredo (1988) ao encontrarem frutos com valores médios de peso entre 91,29 a 92,57 gramas e espessura de casca de 0,4 cm a 0,5 cm para a Polinização Livre. Já Meletti et al. (1994), relataram a variação ocorrida no peso dos frutos provenientes da Polinização Livre e Artificial, passando de 52 gramas para 153,4 gramas, respectivamente.

Tabela 6: Efeito da polinização sobre os caracteres agrônômicos dos frutos de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*.

<b>Tratamentos</b>	<b>MF**</b>	<b>MP**</b>	<b>RP**</b>	<b>EC**</b>	<b>NS**</b>
	<b>(g)</b>	<b>(g)</b>	<b>(%)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(un.)</b>
T1: Polinização Livre do MA*	93,80 <sup>b</sup>	44,40 <sup>b</sup>	45,93 <sup>a</sup>	0,43 <sup>a</sup>	94 <sup>c</sup>
T2: Polinização Controlada do MA	125,60 <sup>ab</sup>	59,60 <sup>ab</sup>	56,35 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	249 <sup>b</sup>
T3: Polinização Artificial MA	187,60 <sup>a</sup>	85,40 <sup>a</sup>	57,78 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	390 <sup>a</sup>
T4: Polinização Livre do MR*	115,20 <sup>ab</sup>	63,00 <sup>ab</sup>	50,90 <sup>a</sup>	0,43 <sup>a</sup>	100 <sup>c</sup>
T5: Polinização Controlada do MR	142,00 <sup>a</sup>	79,00 <sup>a</sup>	55,17 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>	321 <sup>ab</sup>
T6: Polinização Artificial do MR	123,00 <sup>ab</sup>	71,60 <sup>ab</sup>	54,66 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>	309 <sup>ab</sup>
CV (%)	18,09	16,39	12,09	14,82	18,67

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si a  $P < 0,05$  pelo teste de Tukey.

\*MA (maracujazeiro-amarelo) e MR (maracujazeiro-roxo).

\*\* MF (massa do fruto), MP (massa da polpa), RP (rendimento da polpa), EC (espessura da casca), NS (número de sementes).

Ainda segundo a tabela, no maracujazeiro-roxo os valores médios da massa do fruto, massa da polpa e rendimento em suco, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, contudo, a Polinização Controlada (T5), se sobrepôs às médias encontradas na Polinização Livre (T4) e Artificial (T6). Na espessura da casca, semelhantemente ao maracujazeiro-amarelo, observou-se valores aproximados entre os tratamentos, não diferindo estatisticamente entre si.

No número de sementes por frutos, a Polinização Controlada (T5) e Artificial (T6), não apresentaram diferenças estatísticas entre si, contudo, diferiram significativamente da Polinização Livre (T4). As médias de sementes/fruto encontradas nos tratamentos Polinização Controlada e Artificial foram três vezes maiores (321 a 309 unidades/fruto) que àquela apresentada na polinização aberta a visitação (100 unidades/fruto). Resultados estes, também relatados nos trabalhos de Meletti (1995) e Manica (1997), ao encontrarem frutos provenientes da polinização natural e artificial com variação em peso entre 65 a 148g e número de sementes entre 98 a 297 unidades, respectivamente.

## 5 CONCLUSÕES

➤ Foi observado uma hora de diferença no pico da frequência de visitação das *Xylocopa* spp. entre as duas formas de maracujazeiro, sendo que a frequência de visitas às flores de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg esteve intimamente relacionada com a oferta floral/planta no pomar;

➤ A Polinização Controlada (com duas visitas da *Xylocopa* spp./flor) foi mais efetiva quantitativamente e qualitativamente na produção, em comparação a polinização aberta à visitação. A presença dessas abelhas foi fundamental no aumento da porcentagem de frutos vingados por planta e de frutos perfeitos na colheita, apresentando melhores médias no peso, massa da polpa, rendimento em suco e número de sementes, semelhantemente, àquelas verificadas na polinização artificial realizada pelo homem;

➤ A manutenção da vegetação nativa no entorno do pomar de maracujá proporcionou condições favoráveis para a nidificação e aumento populacional espontâneo da *Xylocopa* spp., como também, auxiliou no controle da *Apis mellifera* (com reduzida visitação a cultura), suprimindo a necessidade dessas abelhas com outras fontes alimentares.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Maranhão, dada sua posição geográfica privilegiada, apresenta excelentes condições edafoclimáticas para se tornar um pólo produtor de maracujá, contudo, para que essa perspectiva se realize é necessário que o Estado supere entraves na estruturação da cadeia produtiva e melhore os seus baixos níveis de rendimento por hectare. É preciso organizar e manejar a cultura buscando uma produção de qualidade, mas com clara consciência ecológica, principalmente no que se refere à manutenção dos polinizadores.

Sabe-se que a “cultura” do desmatamento, do uso excessivo de pesticidas e da destruição predatória da vegetação só continuará a ocasionar o déficit de polinização resultando em perdas de produtividade e qualidade dos produtos agrícolas, não só nos plantios de maracujazeiro, como também, em outros agroecossistemas. Portanto, o primeiro passo é envolver as comunidades locais em projetos de conservação dos recursos e educação ambiental, mapeando a percepção do conhecimento local e aprofundando o conhecimento científico, direcionados aos requerimentos de polinização das culturas, as espécies mais adequadas a polinizá-las, o valor econômico desse serviço e o impacto provocado no ambiente com o seu declínio. Somente a partir daí, se poderá conjuntamente com as universidades, governo e outras entidades de pesquisa, promover e validar um “Plano de Manejo para Polinizadores” que possa garantir a conservação, a restauração, e o uso sustentável da diversidade desses agentes na agricultura.

Por fim, vale mencionar, que os dados aqui apresentados são apenas uma pequena parte de todo o conhecimento ainda existente. Neste sentido, cabe a continuação da pesquisa, com a realização de estudos sob diferente condição climática (período chuvoso), levantamentos da intervenção da biodiversidade vegetal na presença e atividade das mamangavas, como também, o aprofundamento dos diferentes questionamentos aqui levantados.

## REFERÊNCIAS

AKAMINE, E. K.; GIROLAMI, G. **Problems in fruit set in yellow passion fruit**. Hawaii Farm Science, Honolulu, v.14, n.2, 1957, p.3-4.

ARAÚJO, C. M. Características industriais do maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) e maturação do fruto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronômica, v.9, 1974, p. 65-69.

ATAÍDE, E. M. & OLIVEIRA, J. C de. **Florescimento e frutificação de *Passiflora setacea* nas condições de Jaboticabal/SP**. Reunião Técnica de Pesquisas em Maracujazeiro, 4. EMBRAPA. São Paulo, 2001, p. 35-38.

BENSON, W. W.; BROW, K. S.; GILBERT, L. E. **Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies**. Evolution, Lawrence, 1975, p. 29.

BRUCKNER, C. H. Perspectivas do melhoramento genético do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. L.; BRUCKNER, C. H.; MANICA, I.; HOFFMANN, M. (Ed.). **Maracujá: Melhoramento, morte prematura, polinização e taxonomia**. Porto Alegre: Cinco continentes, 1997, p. 56-64.

CAMILLO, E. Polinização do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 2, 1978, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1978, p.32-39.

CAMILLO, E. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2, 1996. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1996, p. 141-146.

CAMILLO, E. Polinização do maracujazeiro: mamangava x africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000.

CARVALHO, A. M. **Instruções para a cultura do maracujá**. Campinas: O Agrônomo, v.17, Boletim Técnico, 1965, p. 12-30.

CARVALHO, A. M. de & TEÓFILO SOBRINHO, J. Efeito nocivo de *Apis mellifera* L. na produção do maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, 1973, **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, 1973, p. 32-39.

CORBET, S. A. & WILLMER, P. G. Pollination of the yellow passionfruit: nectar, pollen and carpenter bees. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v. 95, 1980, p. 655-666.

CORBET, S. A.; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v. 72, n. 2, 1991, p. 47-59.

FAO. **Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: the international response**. In: Freitas, B.M.; Pereira, J.O.P. Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil, 2004, p. 19-25.

FIGUEIREDO, R. W. de. Estudo das características físicas e o rendimento do maracujá amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1988. Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, v.2. 1988. p. 613-617.

FLORES, F. R. L.; TRINDADE, J. L. F. **Importância da polinização entomológica em diferentes culturas com interesse econômico no Brasil**. Semana de Tecnologia de Alimentos, 5, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, v. 2, n.1, 2007.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, **Agriannual 2000: anuário da agricultura brasileira: Maracujá**. AgraFNP: São Paulo, 2000. p. 398-406.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2 ed. London: Academic Press, 1993. p. 684.

FREITAS, B. M. Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production. **Bee World**, v. 4, 1994, p.168-177.

FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. University of Wales, Cardiff, Reino Unido, 1995.

FREITAS, B. M.; PAXTON, B. M. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, 1996, p. 319-326.

FREITAS, B. M. **O uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas**. Mensagem doce, São Paulo, n.46,1998 (a), p.16 -20.

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3, 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: São Paulo, 1998 (b), p.10-20.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f flavicarpa* Deg.). **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, 2003, p.1135-1139.

FREITAS, B. M; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **A importância econômica da polinização**. Mensagem doce. São Paulo, n. 80, 2005, p. 44-46.

GILMARTIN, A. J. Post-fertilization seed and ovary development in *Passiflora edulis* Sims. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.35, 1958, p. 41-58.

GRISI JÚNIOR, C. Método de polinização artificial do maracujazeiro (*Passiflora edulis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, 1973, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973, p. 433-436.

HARDIN, L. C. Floral biology and breeding system of the yellow passionfruit, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 30, 1986, p.35-44.

HOEHNE, F. C. **Botânica e agricultura no Brasil (Século XVI)**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1946, 410p.

HURD, P. D. **An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa*) of the western hemisphere (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1978. 106 p.

IBGE. 2005. **Produção agrícola municipal: Culturas temporárias e perenes**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estados>>. Acesso em: agosto de 2007.

ICBN, Código Internacional de Nomenclatura Botânica (Código de Saint Louis, 2000). São Paulo, 2003, 162 p.

KENMORE, P.; KRELL, R. Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management. In: **International Workshop on Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with Emphasis on Bees**. São Paulo, 1998.

KEVAN, P. G.; VIANA, B. F. **The global decline of pollination services**. Biodiversity, v.4, n.4, p.1-8, 2003.

LABMET, Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão. Disponível em: <<http://www.nemrh.uema.br/index.html>>. **Dados Meteorológicos**. Acesso em: dezembro de 2006.

LEDERMAN, I. E.; GAZIT, S. G.. Development and maturation of the purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*). Faculty of Agriculture. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, 1993, p. 1195-1199.

LEITÃO FILHO, H.; ARANHA, C. **Botânica do maracujazeiro**. In: Simpósio da Cultura do Maracujá, São Paulo, 1974, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP/FCAV-UNESP, 1974, p.13.

LEONE, N. R. F. M. **Polinização do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), em Araguari, MG**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 1990. p. 76

MANICA, I. **Fruticultura Tropical: Maracujá**. São Paulo: Ed. Ceres, 1981. p. 151.

MANICA, I. **Maracujá: Taxonomia, anatomia e morfologia**. In: SÃO JOSÉ, A. L.; BRUCKNER, C. H.; MANICA, I.; HOFFMANN, M. Maracujá Temas Seleccionados: Melhoramento, morte prematura, polinização e taxonomia. Porto Alegre: Cinco continentes, 1997, p. 7-24.

MARTIN, P.; BATENSON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. Cambridge: Cambridge University Press. Great Britain, 1986, p. 200.

MARTIN, F. W.; NAKASONE, H. Y. **The edible species of *Passiflora***. Economy Botany, Baltimore, v.24, n.3, 1970, p. 333-343.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> **Dados sobre a cultura do maracujazeiro no ano de 2005**. Acesso em: janeiro de 2007.



MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; PINTO-MAGLIO, C.A.; MARTINS, F.P. Caracterização agronômica e seleção de germoplasma de maracujá (*Passiflora* spp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira Fruticultura, v.3, p. 821-822.

MELETTI, L. M. M. **Maracujá: produção e comercialização**. Boletim técnico, 158, IAC: Campinas: São Paulo, 1995, p. 15.

MEDINA, J. C.; GARCIA, J. L. M.; LARA L. C. C.; TOCHINI, R. P.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V. A.; CANTO, W. L. **Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento/ITAL, 1980, p. 207.

NISHIDA, T. Pollination of the passion fruit in Hawaii, **Journal Economic Entomology**. University of California, v. 51, n. 2, 1958, p.146-149.

NORMAS de Classificação, Padronização e Identidade do Maracujá-Azedo (*Passiflora edulis*) para o Programa Brasileiro para a Modernização da Cultura, CEAGESP: 2001.

Disponível em:

<<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/maracuja/arquivos/norma.html>>.2007. Acesso em: agosto de 2006.

OLIVEIRA, J. C. **Melhoramento genético**. In: RUGGIERO, C. Cultura do maracujazeiro. Ribeirão Preto, São Paulo. Ed: Legis Summa, 1987, p. 218-246.

O'TOOLE, C.; RAW, A. **Bees of the world**. London: Blanford, 1991, p.192.

PIZA JÚNIOR, C. de T. **Cultura do maracujá**. São Paulo: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Boletim Técnico, 1966. p. 102.

PIZZOL, S. J. de; SILVA, T. H. S.; GONÇALVES, G.; MARTINES FILHO, J. G. **Custo de produção e viabilidade econômica da cultura do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) no Estado de São Paulo**. EMATER: Preços Agrícolas, 1998, p. 22-23.

RIZZI, I. C.; RABELO, L. R.; MORINI FILHO, W.; SAVAZAKI, E. T.; KAVATI, R. **Cultura do maracujá azedo**. (Boletim Técnico). Campinas, São Paulo: CATI, 1998, p.54.

RUGGIERO, C. **Estudos sobre floração e polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)**. FCAVJ: Jaboticabal, 1973, p.92.

RUGGIERO, C; LAM-SANCHEZ, A.; MIGUEL, S. Estudo sobre a polinização natural e controlada em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 3, **Anais...** Rio de Janeiro, 1975, p. 497-513.

RUGGIERO, C. **Maracujá**. Jaboticabal: UNESP. 1987. p. 246.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A. ; OLIVEIRA, J.C. de; DURIGAN, J. F.; BUAMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. da; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. de. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. (Publicações técnicas FRUPEX, 19), Brasília: EMBRAPA, 1996. 62p.

RUGGIERO, C. **Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil**. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, v. 21, n. 206, 2000. p. 5-9.

SALIS, M. C. **A cultura do maracujá na região de Araguari, MG: O problema da polinização**. FCAVJ: Jaboticabal, 1987. p.36.

SANTOS, I. A. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. Encontro sobre Abelhas, 3, 1998. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1998. p.101-106.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 33, n. 1, 1989, p.109-118.

SCHULTZ, A. R. **Botânica Sistemática**. Porto Alegre, 3 ed., 1968, p.215.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. Encontro sobre abelhas, 4. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo/USP, 2000. p.131-141.

SILVA, A. C.; SÃO JOSÉ, A. R. **Classificação botânica do maracujazeiro**. In: SÃO JOSÉ, A. R. Maracujá, produção e mercado. Vitória da Conquista, BA: UESB, 1994, p. 1-5.

SILVA, E. C. A. da, SILVA, R.M. B. da. Abelhas e polinização: potencial de benefícios para a agricultura paulista. **Mensagem doce**. São Paulo, n. 69, 2002.

SJOSTROM, G., ROSA, J. F. L. Estudos sobre as características físicas e composição química do maracujá amarelo, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. cultivada no município de

EntreRios, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4, 1978, Salvador, BA. **Anais...** Cruz das Almas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1978. p. 265-73.

SOUSA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades, cultivo**. Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 15-126.

SOUZA, D. T. M., COUTO, R. H. N., TOLEDO, V. A. A. Insetos associados às flores de diferentes espécies de maracujá. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, 2002.

SOUZA-DIAS, B. F., PEREIRA, E. F. e IMPERATRIZ-FONSECA. **A Iniciativa Brasileira de Polinizadores: processos e perspectivas**. Mensagem Doce. São Paulo, n. 88, 2006.

TEIXEIRA, C. G.; CASTRO, J. V.; TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J. C.; TURATTI, J. M.; LEITE, R. S. S. F.; BLISKA, F. M. M.; GARCIA, A. E. B. C. **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: Instituto Tecnologia de Alimentos, 1994, p. 140-142.

THOMSON, J. D. Using pollination deficits to infer pollination declines: can theory guide us? **Conservation Ecology**. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art6>>. 2001. Acesso em: 10 maio 2006.

URASHIMA, A. S., CEREDA, E. Estudo do desenvolvimento do fruto do maracujazeiro *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., da polinização à colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989, p. 393-394.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers and passion fruit**. London: Cambridge Press, 1996, p.176.

VERAS, M. C. M. **Fenologia, produção e caracterização físico-química dos frutos de maracujazeiro-ácido (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e doce (*Passiflora alata*) nas condições de Cerrado de Brasília-DF**, 1997. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1997, p. 105.

WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v. 72, n. 4, 1991, p. 170-180.

WILLIAMS, N. M.; MINCKLEY, R. L.; SILVEIRA, F. A. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. **Conservation Ecology**. 2001. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art7>>. Acesso em: maio de 2006.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Documentação fotográfica da área do experimento em Paço do Lumiar/MA



Cultura do mamoeiro



Cultura do feijão-de-corda



Cultura do tomateiro



Plantio de milho



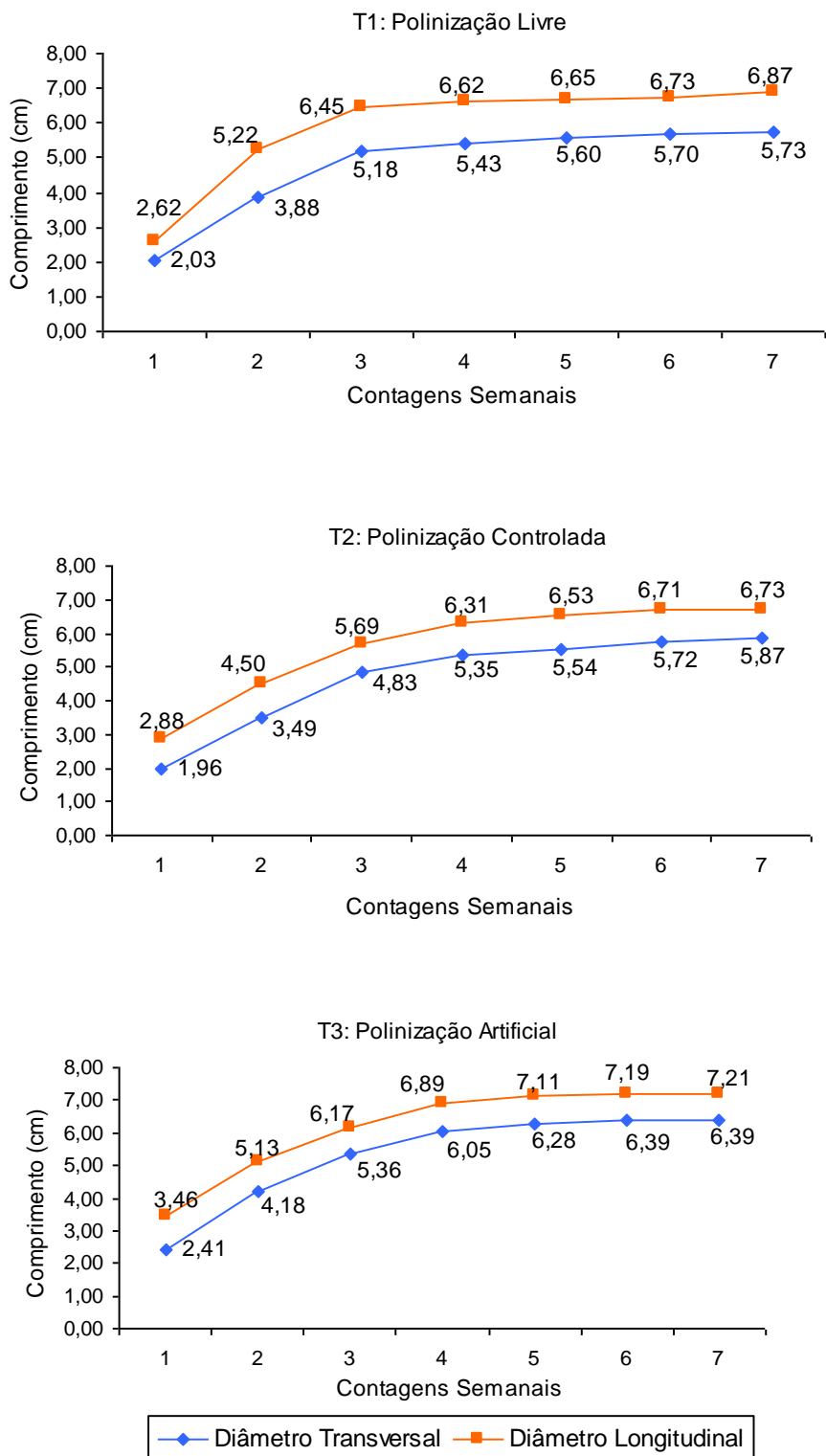
Cultura da bananeira



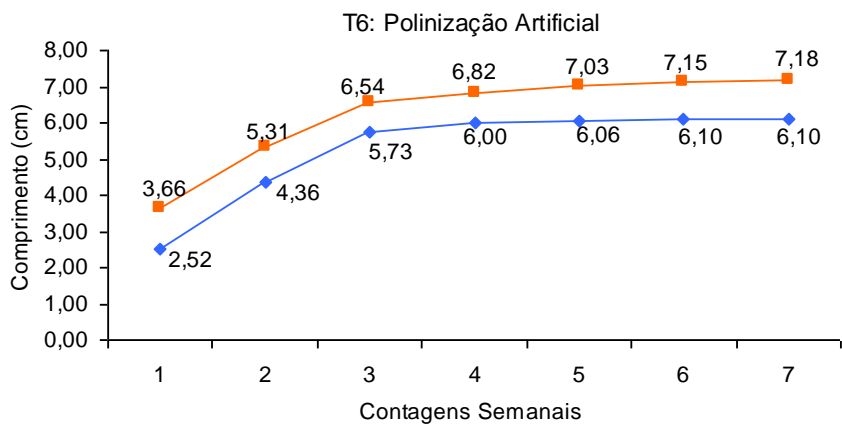
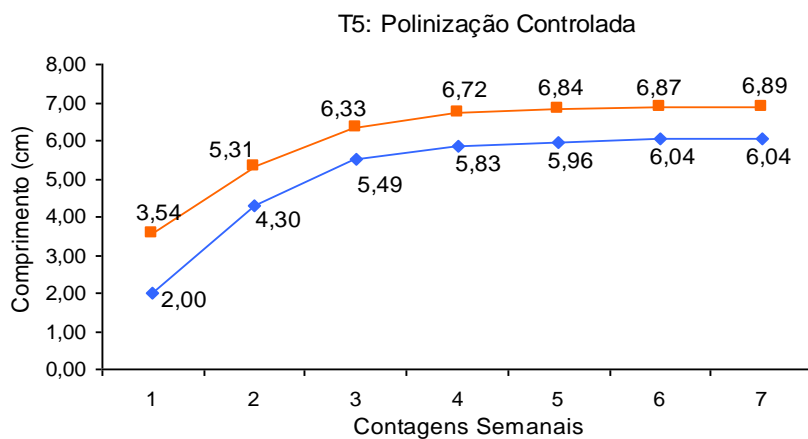
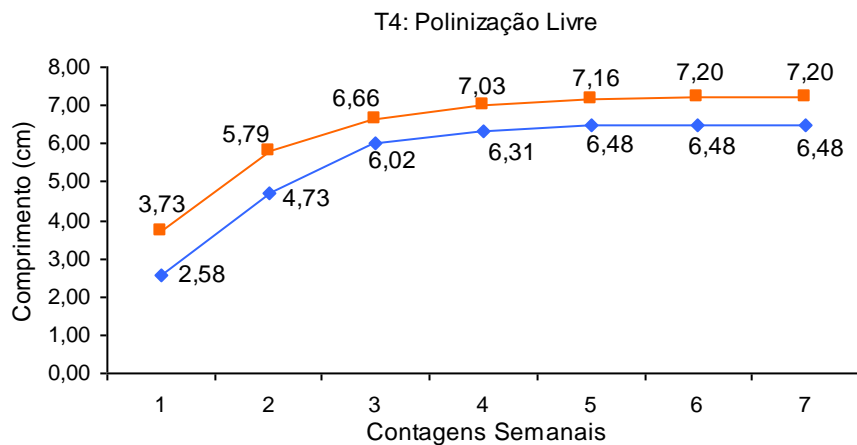
Cultura do pepino

Fonte: Hossoé, Hayleno, 2006.

APÊNDICE B: Curva de crescimento dos frutos do maracujazeiro-amarelo, durante o período de 25/09/2006 à 8/11/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.



APÊNDICE C: Curva de crescimento dos frutos do maracujazeiro-roxo, durante o período de 25/09/2006 à 8/11/2006. Paço do Lumiar (MA), 2006.



—◆— Diâmetro Transversal —■— Diâmetro Longitudinal

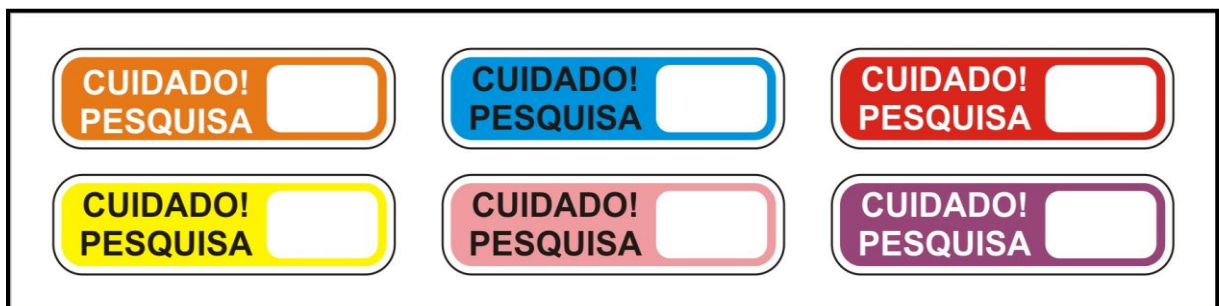
## ANEXOS



ANEXO A - Plaquetas coloridas utilizadas em cada tratamento.



ANEXO B – Etiquetas adesivas utilizadas na identificação dos frutos após a queda.



ANEXO C – Modelo do questionário aplicado ao produtor.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

QUESTIONÁRIO DO PRODUTOR  
- Diagnóstico do Sistema de Produção -

**1. Dados Cadastrais**

- Nome da propriedade: \_\_\_\_\_
- Endereço: \_\_\_\_\_
- Cidade: \_\_\_\_\_ UF: \_\_\_\_\_
- Nome do proprietário: \_\_\_\_\_
- Área total da propriedade: \_\_\_\_\_ ha
- Área ocupada com a cultura do maracujazeiro amarelo: \_\_\_\_\_ ha
- Idade da Lavoura: \_\_\_\_\_ meses
- Área ocupada com a cultura do maracujazeiro roxo: \_\_\_\_\_ ha
- Idade da lavoura: \_\_\_\_\_ meses
- Área ocupada com outras culturas: \_\_\_\_\_ ha

**2. Sobre a Área de Plantio**

- Tipo de solo predominante: Arenoso ( ) Argiloso ( ) Outro ( ) especificar: \_\_\_\_\_
- Fez amostragem de solo para análise: Sim ( ) Não ( )
- Existem quebra ventos: Sim ( ) Não ( ). Indicar a(s) espécie(s): \_\_\_\_\_
- Faz a manutenção de mata nativa: Sim ( ) Não ( ) Quanto corresponde em área: \_\_\_\_\_%

**3. Dados Técnicos sobre a Cultura**

- Quanto tempo desenvolve atividade com essa cultura: \_\_\_\_\_ anos
- Área inicial de plantio: \_\_\_\_\_ ha, em que ano: \_\_\_\_\_
- Área atual de plantio: \_\_\_\_\_ ha, em que ano: \_\_\_\_\_
- Pretende continuar a produzir maracujá: Sim ( ) Não ( )
- Com relação a área cultivada com maracujá, pretende no próximo ano:  
Ampliar ( ) Permanecer a mesma ( ) Reduzir ( )
- Realiza o planejamento de todas as etapas do cultivo: Sim ( ) Não ( )
- Sistema de condução das plantas:  
Espaldeira com 1 fio ( ) Espaldeira com 2 fios ( ) Caramanchão ( ) Sistema em “T” ( )
- Distância do fio de arame até o chão: \_\_\_\_\_ metros
- Altura dos mourões: \_\_\_\_\_ metros
- Distância entre os mourões: \_\_\_\_\_ metros
- Extensão da linha de plantio: \_\_\_\_\_ metros

#### 4. Corretivos e Fertilizantes

- Fez calagem: Sim ( ) Não ( ) Em caso afirmativo, indicar: Quantidade de calcário: \_\_\_\_\_ t/ha  
Tempo que foi aplicado antes do plantio: \_\_\_\_\_ meses. Como foi incorporado: \_\_\_\_\_
- Fez adubação de cova: Sim ( ) Não ( ) Em caso afirmativo, indicar  
O adubo e quantidade por cova: \_\_\_\_\_ gramas/ cova  
Tempo que foi aplicado antes do plantio: \_\_\_\_\_ dias
- Fez adubação de cobertura: Sim ( ) Não ( ) Em caso afirmativo, especificar:  
Número de aplicações por ano: \_\_\_\_\_  
Intervalo entre as aplicações: \_\_\_\_\_  
Adubos utilizados: \_\_\_\_\_

#### 5. Implantação e Manejo da Cultura

- Preparo do solo: Convencional ( ) Mínimo ( ) Direto ( ) Outro ( ) Especificar: \_\_\_\_\_
- O plantio foi realizado em: Covas individuais ( ) Sulcos ( )  
Sendo covas, a abertura foi: Manual ( ) Mecânica ( ) Especificar o tamanho da cova: \_\_\_\_\_
- Distância entre linhas de plantio: \_\_\_\_\_ metros
- Distância entre plantas: \_\_\_\_\_ metros
- Nas entre linhas foi plantada outra cultura: Sim ( ) Não ( ) Em caso afirmativo, especificar: \_\_\_\_\_
- Já realizou polinização artificial: Sim ( ) Não ( ) Em caso afirmativo, especificar:  
Horário de atividade dos funcionários polinizadores: .....
- Trabalham com luvas ou dedeiras: Sim ( ) Não ( )
- Trabalham todos os dias da semana no período de florescimento: Sim ( ) Não ( )
- Faz o controle das invasoras nas linhas e entre linhas: Manual ( ) Mecânico ( ) Químico ( )  
Se químico especificar: produto: \_\_\_\_\_ dosagem: \_\_\_\_\_ intervalo de aplicação: \_\_\_\_\_
- Foi constatado danos às plantas após utilização química: Sim ( ) Não ( )

#### 6. Pragas e Doenças

- Tem ocorrido morte de plantas por insetos: Sim ( ) Não ( ) Principal(is) praga(s) : \_\_\_\_\_  
Produto utilizado para controle: \_\_\_\_\_ dosagem \_\_\_\_\_ Horário de aplicação do produto: \_\_\_\_\_
- Foram observados problemas nas plantas: Sim ( ) Não ( ) Em caso afirmativo, especificar:  
- O controle da praga foi: Bom ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Quem indicou essas recomendações: . \_\_\_\_\_
- É observada a presença de mamangavas: Sim ( ) Não ( )
- É observada a presença de abelhas comuns: Sim ( ) Não ( )
- Tem conhecimentos básicos sobre a importância da polinização para a cultura: Sim ( ) Não ( )
- Tem ocorrido morte de plantas por doenças: Sim ( ) Não ( ) Principal(is) doença(s): \_\_\_\_\_  
Produto utilizado para controle: \_\_\_\_\_ dosagem \_\_\_\_\_ Horário de aplicação do produto: \_\_\_\_\_
- Foi observado problemas nas plantas: Sim ( ) Não ( ) Em caso afirmativo, especificar:  
- O controle da doença foi: Bom ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Quem indicou essas recomendações: \_\_\_\_\_
- Tem monitorado pragas e doenças visando a redução de aplicação de defensivos: Sim ( ) Não ( )