

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**SANDRA RODRIGUES DA SILVA**

**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS MANUAIS DE POLINIZAÇÃO E DA  
PROXIMIDADE DE VEGETAÇÃO NATIVA NA PRODUÇÃO DO  
MARACUJÁ-AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger,  
PASSIFLORACEAE) NO NORDESTE DO BRASIL**

**RECIFE**  
**2016**

**SANDRA RODRIGUES DA SILVA**

**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS MANUAIS DE POLINIZAÇÃO E DA  
PROXIMIDADE DE VEGETAÇÃO NATIVA NA PRODUÇÃO DO MARACUJÁ-  
AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, PASSIFLORACEAE) NO  
NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Botânica.

**Orientadora:**

Profa. Dr<sup>a</sup>. Cibele Cardoso de Castro (UAG-UFRPE)

**Orientadores:**

Prof. Dr. Natan Messias de Almeida (UNEAL)

Profa. Dr<sup>a</sup>. Kátia M. Medeiros de Siqueira (UNEB)

**RECIFE 2016**

C172m Silva, Sandra Rodrigues da  
Influência dos métodos manuais de polinização e da  
proximidade de vegetação nativa na produção do maracujá-  
amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger,  
PASSIFLORACEAE) no nordeste do Brasil / Sandra Rodrigues  
da Silva. – Recife, 2015.  
96 f.: il.

Orientador(a): Cibele Cardoso de Castro.  
Dissertação (Programa de Pós-graduação em Botânica) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de  
Biologia, Recife, 2015.

Inclui apêndice(s) e referências.

1. Polinização 2. Maracujá-amarelo 3. *Xylocopa*  
I. Castro, Cibele Cardoso de, orientadora II. Título

CDD 581

SANDRA RODRIGUES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS MANUAIS DE POLINIZAÇÃO E DA  
PROXIMIDADE DE VEGETAÇÃO NATIVA NA PRODUÇÃO DO MARACUJÁ-  
AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, PASSIFLORACEAE) NO  
NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada e \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Profª Drª Cibele Cardoso de Castro

Examinadores:

---

Profª. Dra. Carmen Silvia Zickel UFRPE (Titular)

---

Profª. Dra. Ana Virgínia de Lima Leite - UFRPE (Titular)

---

Profª. Dra Danielle Melo dos Santos-UFRPE (Titular)

---

Profª. Dra. Elisângela Lúcia de Santana Bezerra – UFRPE (Suplente)

RECIFE, 2016

**A meu filho Túlio.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permanecer comigo durante todos os momentos difíceis e felizes da minha vida e por guiar os meus passos durante a realização deste trabalho.

À minha orientadora científica Profa. Dra Cibele Cardoso de Castro, que me acolheu e me acompanhou muito grata pela boa didática e ética profissional.

Ao orientador maravilhoso e divertido, Natan Messias, que me trouxe até o mestrado e me ajudou desde o principio. Lembro de quando encontrei o Natan pela primeira vez e pedi um estágio, pois eu estava fazendo graduação pela segunda vez em biologia, e ele me incentivou a ir para o mestrado e daí tudo mudou na minha vida, foi muito gratificante receber sua orientação, sua amizade, toda alegria e emails divertidos que trocávamos, foi ao campo selecionar as áreas e colaborou na organização de toda logística, muito grata por tudo.

A orientadora Dra. Kátia Siqueira que vem orientando desde a graduação e tem toda paciência comigo, me acolheu em seu laboratório e colaborou com o trabalho de campo e redação. Eu tenho a partir de agora mais respeito e admiração a colocando na posição de amiga e mãe. Sua boa didática de orientadora me contagiou, e sem duvida irei agir dessa forma com meus futuros alunos.

Ao apoio logístico e financeiro da CNPQ que me concedeu uma bolsa, ao pelo auxilio financeiro ao projeto pesquisa dado pela professora Cibele de Castro.

Ao PPGB, pelo apoio logístico e financeiro, e aos docentes do programa pelas aulas dinâmicas e pela bagagem de conhecimento durante as disciplinas. A todos os funcionários que trabalham na área de Botânica/PPGB, em especial a Kênia. À professora Carmem por ter me ajudado nos momentos mais difíceis durante minha caminhada no mestrado e pelo seu apoio pedagógico durante minhas dificuldades, considero uma ótima coordenadora.

À UNEB e ao Laboratório de Entomologia pelo apoio nas análises de frutos.

À minha família que sempre me incentivou, mesmo com todas as dificuldades. Hoje tenho muito orgulho de dizer que tive dificuldades, mas fui muito maior que elas. Talvez essas dificuldades ensinaram-me os verdadeiros valores e o sentido das coisas e pessoas.

Um agradecimento especial aos meus pais Manoel Valter e Lurdes por acreditarem e estarem sempre presentes durante as minhas realizações pessoais e profissionais e por me

deixarem muito a vontade para fazer as minhas próprias escolhas. Também pelo carinho, amor e educação, que me foram oferecidos desde sempre. São dois guerreiros vencedores!

A minha família de Recife que me acolheu em suas casas a minha prima Consinha que cuidou de meu filho Túlio com todo amor e carinho.

Aos amigos da botânica pelos momentos de descontração e trocas de conhecimento científico, principalmente os LERA, Citogenética e LEA. Dentre esses amigos da botânica, preciso agradecer principalmente a Paulo, Diego, Joana, Ramon. Cada um de vocês foi importante em diferentes etapas durante essa caminhada.

Ao LEA por ter me aturado por oito meses, valeu toda aprendizagem que me concederam. Muito grata pela amizade verdadeira, pelo sorriso e momentos compreensão. Agradeço principalmente a beleza incansável do professor Ulysses que contribui sempre alegrando nossos olhos a cada dia.

Agradeço também professora Patrícia Rebouças pela colaboração nas análises estatísticas.

A todos que contribuíram para o trabalho de campo, meu esposo Edmilson, meu pai, meu irmão, Alex, Malu, Val, Breno, Thiago, Poliana, minha mãe pelo apoio nas refeições e hospedagem.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta na minha formação acadêmica e na realização desta dissertação.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMO GERAL.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Serviços de polinização em sistemas agrícolas.....	15
2.2 A influência da vegetação nativa e da sazonalidade na polinização em cultivos agrícolas.....	16
2.3 Aspectos gerais da cultura do maracujá-amarelo.....	17
2.4 Aspectos botânicos e biologia reprodutiva maracujá-amarelo.....	18
2.5 Polinização natural do maracujá-amarelo.....	22
2.6 Polinização artificial do maracujá-amarelo.....	23
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO 1	
Como a proximidade da vegetação nativa e a sazonalidade podem interferir na produtividade do maracujá – amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> deg Passifloraceae)?	
RESUMO.....	35
1 INTRODUÇÃO.....	36
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Local e período de realização do estudo.....	37
2.2 Espécie estudada.....	38
2.3 Frequência e comportamento dos visitantes florais.....	38
2.4 Formação e características físico-químicas dos frutos.....	39
3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	39
4 RESULTADOS.....	40
4.1 Frequência e comportamento dos visitantes florais.....	40
4.2 Formação e características físico-químicas dos frutos.....	41
5 DISCUSSÃO.....	43
5.1 Polinização, efeitos da distância em relação a áreas de vegetação nativa e da sazonalidade na frequência e no comportamento dos visitantes florais.....	43
5.2 Influência da distância em relação a áreas de vegetação nativa e da sazonalidade na formação e nas características físico-químicas dos frutos.....	45
6 CONCLUSÃO.....	46
7 AGRADECIMENTOS.....	47
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
Estrutura do artigo para a revista AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT (Qualis A2)	

## CAPITULO 2

Diferentes métodos de polinização manual podem influenciar na produção dos frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg Passifloraceae)?

RESUMO.....	67
1 INTRODUÇÃO.....	68
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
2.1 Área de estudo.....	69
2.2 Espécie estudada.....	70
2.3 Métodos de polinização cruzada manual.....	70
2.4 Análise dos frutos obtidos nos diferentes tratamentos.....	71
2.5 Crescimento do tubo polínico nos estigmas.....	71
2.6 Viabilidade polínica.....	72
2.7 Germinação do pólen <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .....	72
3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	73
4 RESULTADOS.....	73
4.1 Influência dos métodos de polinização na frutificação, características dos frutos e crescimento do tubo polínico.....	73
4.2 Viabilidade e germinação dos grãos de pólen.....	73
5 DISCUSSÃO.....	74
6 CONCLUSÕES.....	76
7 AGRADECIMENTOS.....	76
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
Estrutura do artigo para a revista AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT (Qualis A2)	

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>TABELA 1-</b> Visitantes florais de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg com número total de visitas (n) e frequência (%), em 8 áreas de cultivos, com seus respectivos número de visitas, porcentagem, recurso forrageado e resultado da visita, no ano de 2014 e 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	53
<b>TABELA 2.</b> Características físico-químicas dos frutos de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg, obtidos por polinização natural no o final da estação seca em 2014, início da estação seca em 2015, início da estação chuvosa em 2014 final da estação chuvosa do ano de 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	54
<b>TABELA 3.</b> Taxa de frutificação inicial, aborto e percentual final de frutos obtidos por polinização natural em 8 áreas de cultivos com <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	55
<b>TABELA 4-</b> Características físico-químicas dos frutos de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg na estação seca e chuvosa independente da área e do ano em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	56
<b>TABELA 5-</b> Correlações Lineares (Pearson) entre *distância, e *número de frequência por abelhas <i>Xylocopa</i> e os parâmetros de qualidade dos frutos <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> no final da estação seca 2014 e início da estação seca 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	57
<b>TABELA 6-</b> Correlações Lineares (Pearson) entre *distância, e *número de frequência por abelhas <i>Xylocopa</i> e os parâmetros de qualidade dos frutos <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg no início da estação chuvosa de 2014 e final da estação chuvosa de 2015 (**somente distância) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	58

### CAPITULO 2

<b>TABELA 1-</b> Resultados dos tratamentos de polinização manual em ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg) para os métodos dedos na flor com/sem luvas, método corpo da abelha, utilizando pólen do dia e pólen armazenado 24h por anteras coletadas e botão floral. O experimento controle polinização natural em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	81
<b>TABELA-2</b> Análise físico químico dos frutos de ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg, oriundos dos métodos de polinização cruzada manual em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	82

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

**FIGURA 1-** Climatograma da região de Juazeiro-BA durante os anos de 2014 e

2015.....	58
<b>FIGURA 2-</b> Áreas de estudo com cultivos de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg e distância em relação a uma área de vegetação nativa em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	59
<b>FIGURA 3-</b> Número de visitas a partir do período da antese no final da estação seca de 2014 (A), início da estação chuvosa de 2014 (B) e início da estação seca de 2015 (C) em cultivos de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	60
<b>FIGURA 4-</b> Média e desvio padrão do número de visitas de <i>Xylocopa</i> , <i>Apis mellífera</i> , <i>Trigona spinipes</i> e beija-flor, em flores do <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	61
<b>FIGURA 5-</b> Correlação entre taxa de frequência por abelhas <i>Xylocopa</i> e distâncias entre áreas de cultivos com <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg no final da estação seca de 2014 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	62
<b>FIGURA 6-</b> Correlação entre número de frequência por abelhas <i>Xylocopa</i> e número de frutos formados em áreas de cultivos de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg no final da estação seca de 2014 (A), início da estação chuvosa de 2014 (B) e início da estação seca de 2015 (C) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	63
<b>FIGURA 7-</b> Correlação (Pearson, $p < 0,05$ ) entre distância do cultivo em relação à área de vegetação nativa e frutos formados em áreas de cultivos de maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg Passifloraceae) no final da estação seca de 2014 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	64

## CAPÍTULO 2

<b>FIGURA 1</b> Média, desvio padrão e teste Tukey da viabilidade polínica de maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg) com grãos de pólen recém retirados e armazenados sob refrigeração, na própria antera e na flor completa, em diferentes horários de armazenamento em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	83
<b>FIGURA 2</b> A - Visão panorâmica de lâmina histológica com grãos de pólen de maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg), com utilização do corante Carmim acético a 2%. B- Em destaque grãos de pólen viáveis (V) e inviáveis (IV) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	84
<b>FIGURA 3</b> visualização do crescimento do tubo polínico de ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg) para os métodos de polinização cruzada manual em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil. A – Luvas (estigmas), B- Corpo da abelha (estigmas), C- Luvas (estigmas) e D- dedos (estigmas).....	85
<b>FIGURA-4</b> Germinação in-vitro de pólen de maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg) seguindo duas metodologias e sob diferentes períodos de armazenamento em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	86
<b>FIGURA 5</b> Média, desvio padrão e teste Tukey da germinação polínica <i>in vitro</i> de maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavircapa</i> Deg) com grãos de pólen recém retirados e armazenados sob refrigeração, na flor armazenada e na antera armazenada e, em diferentes horários de armazenamento em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.....	87

## RESUMO GERAL

A expansão de áreas agrícolas ocasiona supressão da vegetação nativa, fragmentação da paisagem, modificação da disponibilidade de recursos e isolamento das populações vegetais e animais em ecossistemas do Brasil e do mundo. Uma das consequências de tal expansão é a redução das populações de polinizadores, que desempenham um papel funcional importante nos ecossistemas naturais e manejados, tais como as culturas agrícolas. O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., Passifloraceae) cultivo-alvo deste estudo, é uma cultura agrícola dependente de polinização cruzada e de abelhas de grande porte (*Xylocopa* spp.) para a produção de frutos. Essas abelhas possuem hábito solitário e nidificam em troncos de árvores, sendo importante a conservação de áreas de vegetação nativa para a manutenção de suas populações. Vários estudos indicam que a proximidade de áreas de vegetação nativa favorece a polinização e a produção de culturas agrícolas, por servirem de habitat adequado para polinizadores. No entanto, pouco se sabe a esse respeito em relação ao maracujá-amarelo. Com a baixa frequência de abelhas do gênero *Xylocopa* que tem sido observada nas áreas de cultivo do maracujá-amarelo, o produtor precisa substituir o processo de polinização natural pela polinização manual, que pode ser feita com pólen do dia ou armazenado, acarretando em altos custos para a produção. O objetivo deste estudo foi verificar se há influência da distância da vegetação nativa em relação a áreas de cultivo do maracujá-amarelo sobre a polinização e a produção em diferentes períodos do ano, bem como investigar a eficiência dos diferentes métodos de polinização manual na produção. O estudo foi desenvolvido no Perímetro Irrigado de Maniçoba, em Juazeiro- BA em oito áreas de cultivos de maracujá com diferentes distâncias em relação a uma área de vegetação nativa do tipo Caatinga, nas estações seca e chuvosa de 2014 e 2015. A frequência de visitas, o número, a morfometria, o peso, a quantidade de polpa e o brix dos frutos foram comparados entre áreas. Para o experimento de polinização manual foram testados métodos de polinização dirigida cruzada com pólen do dia e pólen armazenado por 24hs em temperatura média de 4-6°C, utilizando dedos com luvas, dedos sem luvas, corpo da abelha e polinização natural. Além disso, foi verificada a viabilidade, a germinação polínica *in vitro* e o crescimento do tubo polínico nos estigmas. Os dados foram analisados por meio do teste Tukey, Qui-quadrado, ANOVA e teste de correlação de Pearson. Nossos resultados indicam que a distância, isoladamente, não afetou a produção de frutos, mas quando incluímos a estação do ano na análise, houve influência tanto na frequência dos polinizadores quanto na quantidade e qualidade dos frutos formados. Na seca, áreas de cultivos mais próximas da vegetação nativa recebem maior frequência de visitas e produzem frutos maiores e com maior qualidade. Nesta estação houve maiores frequência de polinizadores, quantidade e qualidade dos frutos quando comparada com o período chuvoso, indicando um período de produção mais rentável e com menor custo de mão-de-obra para o produtor. Quanto aos métodos de polinização dirigida, o controle apresentou frutos de melhor qualidade e o método utilizando o corpo da abelha apresentou uma maior taxa de frutificação. O tratamento dedos com luvas apresentaram os piores frutos. O pólen do dia apresentou maior viabilidade quando as anteras foram armazenadas separadamente do restante da flor, e a germinação *in-vitro* do pólen apresentou maior sucesso quando a flor foi armazenada integralmente. Quanto maior o tempo de armazenamento do pólen menor é sua viabilidade. Flores polinizadas com pólen armazenado não formaram frutos, inversamente ao observado para aquelas polinizadas com pólen do dia. Nossos resultados comprovam a importância da polinização natural realizada pelas abelhas do gênero *Xylocopa* nos cultivos de maracujá-amarelo, e a relevância da vegetação nativa para a produção, especialmente na seca. Portanto o método de polinização natural parece assegurar uma boa qualidade dos frutos e reduzir os custos de mão de obra para os produtores deste cultivo.

Palavras-chave: polinização, maracujá-amarelo, *Xylocopa*, conservação da vegetação.

## ABSTRACT

The agriculture expansion results in the suppression of areas of native vegetation, creating areas of native vegetation fragmented, affecting resource availability and isolating plant and animal populations in Brazil and the world's ecosystems. One result of such expansion is to reduce pollinator populations, which play an important functional role in natural ecosystems and managed, such as agricultural crops. The yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*., Passifloraceae) cultivation target of this study, is an agricultural culture dependent on cross-pollination and large bees (*Xylocopa* spp.) For the production of fruit. These bees have solitary habit and nest in tree trunks, stressing the importance of conservation of native vegetation areas to maintain their populations. Several studies indicate that proximity of native vegetation areas favors pollination and production of agricultural crops, for serving as a suitable habitat for pollinators. However, little is known about it in relation to the yellow passion fruit. With the low frequency *Xylocopa* genre of bees has been observed in the areas of the yellow passion fruit cultivation, farmers need to replace the process of natural pollination by hand pollination, which can be made with pollen of the day or stored, resulting in high costs for production. The aim of this study was to determine whether there is influence of the distance of the native vegetation in relation to areas of cultivation of passion fruit on the pollination and production at different times of the year, and to investigate the effectiveness of different manual pollination methods in production. The study was conducted in the Irrigated Perimeter of Maniçoba in Juazeiro- BA in eight areas of passion fruit crops with different distances from a native area of caatinga type in the dry and wet seasons of 2014 and 2015. The frequency of visits, the number, morphology, weight, the amount of pulp and fruit brix areas were compared. For manual pollination experiment were tested cross-pollination methods directed to the pollen day and pollen stored for 24 hours at an average temperature of 4-6 ° C, using gloved fingers, fingers without gloves, body and natural bee pollination. Furthermore, the viability was verified in vitro pollen germination and pollen tube growth in the stigma. Data were analyzed using the Tukey test, chi-square, ANOVA and Pearson's correlation test. Our results indicate that the distance alone did not affect fruit production, but when we include the season in the analysis, there was influence both the frequency of pollinators as the quantity and quality of fruits formed. In the dry, the nearest crop areas of native vegetation receive more frequent visits and produce larger fruit and higher quality. This season there was greater frequency of pollinators, quantity and quality of the fruit compared with the rainy season, indicating a more profitable production period and lower cost of hand labor for the producer. As for the directed pollination methods, the control showed the best quality fruits and method using the body of the bee had a higher fruit set. Treatment gloved fingers had the worst fruit. The day of pollen showed higher viability when the anthers were stored separately from the rest of the flower, and in-vitro germination of pollen showed greater success when the flower was fully stored. The higher the lowest pollen storage time is viability. Flowers pollinated with pollen stored did not form fruits, conversely to that observed for those pollinated with pollen of the day. Our results show the importance of natural pollination by bees *Xylocopa* gender in passion fruit crops, and the relevance of native vegetation for production, especially in the dry. So the natural pollination method seems to provide a good fruit quality and reduce labor costs for producers of this crop.

Keywords: pollination, passion fruit, *Xylocopa*, conservation of vegetation.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A polinização é um dos serviços ambientais de maior relevância para a manutenção dos ecossistemas terrestres, sendo também fundamental para a produção agrícola global (CALLE et al., 2010; KLEIN et al., 2007). Dentre os diversos agentes polinizadores, as abelhas são consideradas os principais responsáveis pela reprodução de plantas nativas e pela produção de culturas agrícolas, tais como o maracujá amarelo, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger (Passifloraceae), que é totalmente dependente de polinização por abelhas de grandes portes para a produção de frutos (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010; CAMILLO, 2003).

A espécie *P. edulis* apresenta flores hermafroditas, protândricas e autoincompatíveis, necessitando da polinização cruzada para a formação de frutos (AKAMINE; GIROLAMI, 1959). Portanto, a quantidade e a qualidade dos frutos dependem da eficiência da polinização (ROUBIK, 1995), realizada comumente por espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* (COBERT; WILLMER, 1980; SAZIMA; SAZIMA, 1989; CAMILLO, 2003). Quando os polinizadores não são suficientes, é utilizada a polinização manual, que aumenta tanto a produção quanto os seus custos (YAMAMOTO et al., 2010; LIMA; CUNHA, 2004; ARIAS-SUAREZ et al., 2014).

Para melhor eficiência na polinização natural de culturas agrícolas, em especial do maracujá-amarelo, estudos apontam para a necessidade de manutenção de fragmentos de vegetação nativa margeando os cultivos (KLEIN et al., 2007). Isto porque tal vegetação constitui uma importante fonte de recursos para os polinizadores, tanto alimentares (como pólen e néctar) quanto sítios de nidificação e materiais para construção de ninhos (cavidades em troncos, resinas e fibras para a construção de seus ninhos, (SILVEIRA et al., 2002). Assim, a conservação dos ecossistemas naturais próximos aos cultivos agrícolas torna-se necessária para a manutenção dos polinizadores e, conseqüentemente, para melhor eficiência na produção de frutos e sementes, tanto do maracujá-amarelo quanto de outras culturas (KLEIN et al., 2007).

Mecanismos relacionados ao processo de polinização artificial têm sido desenvolvidos pelos agricultores na tentativa de viabilizar a produção em áreas onde os polinizadores são insuficientes (JUNQUEIRA et al., 2001). A polinização artificial contribui para uma maior propagação e uniformização dos frutos (BONAVENTURE, 1999), no entanto, se realizada de forma inadequada pode se tornar um fator limitante na produção de frutos (NIETSCHE et al., 2002).

Uma das principais técnicas utilizadas na polinização artificial é a polinização manual com o uso dos dedos, a exemplo dos cultivos com maracujá-amarelo (JUNQUEIRA et al.; 2001), goiaba - *Psidium guajava* (Myrtaceae; ALVES et al., 2007), berinjela - *Solanum melogena* (Solanaceae; POLVERENTE et al., 2005), abobrinha - *Cucurbita moschata*, (Cucurbitaceae; CARDOSO, 2005) e pimentão - *Capsicum annum* (Solanaceae; GODOY et al., 2007). Há, ainda, a polinização manual com o auxílio de pincel em maracujá-amarelo (ARIAS-SUAREZ et al., 2014) e pinha - *Anona squamosa* (Annonaceae; NIETSCHE et al., 2002).

A polinização manual pode ser realizada com pólen coletado no mesmo dia da polinização ou com o pólen coletado anteriormente e armazenado, como ocorre com pinha (SORIA et al., 1990; GUIRADO 1991) e maracujá-amarelo (BRUCKNER et al., 2000). É importante estabelecer o período máximo em que os grãos de pólen podem permanecer armazenados mantendo satisfatória capacidade de germinar e fertilizar (DAMASCENO JUNIOR et al., 2008). A viabilidade do pólen armazenado foi testada em diversas espécies, tais como maçã - *Pyrus malus* L. (Rosaceae; STOSSER; ANVARI 1995), morango - *Fragaria vesca* L. (Rosaceae; ZEBROWSKA, 1995), uva - *Vitis vinifera* L. (Vitaceae; OLMO, 1942), que são culturas de clima temperado, bem como abacate (SEDGLEY 1981), citros (SAHAR; SPIEGEL-ROY 1980), coco - *Cocos nucifera* L. (Arecaceae; SUGIMURA; WATANABE, 1993) e maracujá-amarelo (BRUCKNER et al., 2000), que são de climas subtropical e tropical. Os estudos indicam que a viabilidade do pólen armazenado depende principalmente da variedade cultivada e local do cultivo (BRUCKNER et al., 2000), do estágio fisiológico da flor, da temperatura, da umidade relativa do ambiente de armazenamento e do grau de umidade do grão de pólen (SOARES et al., 2013).

Tendo em vista a estreita relação entre os cultivos de maracujá-amarelo e a vegetação nativa, o primeiro capítulo desta dissertação visa avaliar a influência da distância entre cultivos de maracujá-amarelo e áreas de vegetação nativa sobre a polinização e a produção, usando como parâmetros a frequência de visitas, o número e as características de frutos nas estações seca e chuvosa. O segundo capítulo busca comparar a eficiência dos métodos de polinização manual usados atualmente no referido cultivo, além de analisar a viabilidade polínica e o crescimento de tubos polínicos de grãos de pólen submetidos a diferentes métodos de armazenamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Serviços de polinização em sistemas agrícolas

A polinização costuma ser apontada como um dos serviços mais importantes para a maioria dos ecossistemas terrestres, representando um serviço-chave vital para a manutenção de habitats naturais (CALLE et al., 2010) e da produtividade agrícola (KLEIN et al., 2007). A polinização de culturas agrícolas é considerada um serviço ecossistêmico ameaçado (STEFFAN DWENTER et al., 2005), que vem despertando iniciativas de conservação e uso sustentável dos polinizadores nativos, tendo em vista que suas populações têm diminuído drasticamente em todo o mundo (POTTS et al., 2010).

Estima-se que cerca de 70% do volume da produção agrícola dependem de vetores de polinização biótica, principalmente as abelhas (KLEIN et al., 2007). Em todo mundo os agricultores têm contado com os serviços de polinização gerenciada, com o uso de *Apis mellifera*, *Melipona* e *Xylocopa*, garantindo assim a polinização das culturas agrícolas e uma produção mais rentável (FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2003; SIQUEIRA et al., 2011; YAMAMOTO et al., 2010).

Informações existentes no Brasil sobre a polinização em cultivos agrícolas envolvem culturas como acerola - *Malpighia emarginata*, Malpighiaceae (SIQUEIRA, 2007), algodão - *Gossyidium hirsutum* L., Malvaceae (MARTINS et al., 2008), caju *Anacardium occidentale*, Anacardiaceae (FREITAS et al., 2014), café - *Coffea arabica* L., Rubiaceae (MALERBO-SOUZA et al., 2012), goiaba - *Psidium guajava*, Myrtaceae (ALVES et al., 2006), graviola - *Annona muricata*, Annonaceae (PEREIRA et al., 2011), laranja - *Citrus xsinesis*, Rutaceae (TOLEDO et al., 2013), maçã - *Malus domestica*, Rosaceae (PARANHOS et al., 1998, DOS SANTOS et al., 2013); mangaba - *Hancornia spensiosa*, Apocynaceae (DARRAULT et al., 2006), maracujá - *Passiflora edullis*, Passifloraceae (SIQUEIRA et al., 2009), melão - *Cucumis melo*, Cucurbitaceae (SIQUEIRA et al., 2011), murici - *Byrsonima crossifolia*, Malpighiaceae (REGO et al., 2006), pimentão - *Capsicum annuum*, Solanaceae (CRUZ, 2003) e soja - *Glycine max*, Fabaceae (CHIARI et al., 2008).

Estudos referentes à diversidade de culturas que dependem de animais polinizadores apontam, por exemplo, que a polinização biótica melhora a qualidade ou a quantidade de frutos ou sementes de cerca de 70% dos 1.330 cultivos tropicais (ROUBIK, 1995) e 85% de

264 culturas agrícolas na Europa (WILLIAMS, 1994), e de 39% para 57% nas principais culturas em todo o mundo (KLEIN et al., 2007). Contudo, tanto as populações de abelhas nativas e gerenciadas têm sofrido declínios severos, como resultado da ação de ácaros parasitas (ALLEN-WARDELL et al., 1998), habitat antropogênico e intensificação do uso da terra (RICKETTES, 2001; KREMEN 2007) e uso desenfreado de agroquímicos (FREITAS; PINHEIRO 2010).

Estas quedas em populações de abelhas têm resultado em impactos negativos tanto no âmbito ecológico quanto no econômico, podendo afetar significativamente a manutenção de plantas nativas, estabilidade dos ecossistemas bem como a produção agrícola e segurança alimentar (POTTS et al., 2010). O declínio dos polinizadores tem ocasionado danos aos sistemas ecológicos, já que cerca de 80% de plantas nativas dependem da polinização por animais para o sucesso na produção de frutos e sementes (PAUW, 2007). Estudos na Europa ocidental tem demonstrado que esse declínio pode ocorrer paralelamente entre plantas e animais, com maior ênfase para polinizadores que requerem um habitat específico, flores especializadas e espécies não migrantes (AGUILAR et al., 2006; BIESNEIJER et al., 2006).

Consequências vem sendo evidenciadas para a maior parte dos cultivos agrícolas responsáveis por boa parte da alimentação humana se encontram em um grau elevado de vulnerabilidade econômica diante da perda dos polinizadores, entre elas frutíferas (23%), hortaliças (12%), nozes (31%), oleaginosas comestíveis (16%), estimulantes (39%) e especiarias (3%) (GALLAI et al., 2009).

Outros fatores como perda do habitat (BROWN et al., 2009), uso de herbicidas e fertilizantes (FREITAS; PINHEIRO et al., 2010) e intensificação agrícola (RICKETTS, 2004) podem ser determinantes para o declínio dos polinizadores. E nesse sentido, se faz necessário o uso de sistemas agroflorestais monitorados de forma sustentável para garantir uma melhor interação entre os polinizadores e cultivos agrícolas (POTTS et al., 2010).

## **2.2 A influência da vegetação nativa e da sazonalidade na polinização em cultivos agrícolas**

Áreas de vegetação nativa conservadas são essenciais para a funcionalidade dos ecossistemas e preservação dos serviços ecológicos, o que implica na manutenção dos polinizadores nativos, que está diretamente relacionada à conservação do seu habitat (KREMEN et al., 2007). Tanto em áreas naturais quanto em áreas agrícolas, as abelhas são consideradas os principais polinizadores, desempenhando papel fundamental na reprodução de plantas nativas bem como na produção de alimentos (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-

SILVA, 2010). Manter áreas nativas próximas a cultivos agrícolas é importante para estes polinizadores, pois apresentam recursos necessários a sua sobrevivência, como cavidades em troncos, resinas e fibras para a construção de seus ninhos, além do pólen e do néctar utilizados na sua alimentação (SILVEIRA et al., 2002).

A implementação de culturas agrícolas normalmente implica na supressão da vegetação nativa de grandes áreas, o que pode prejudicar a manutenção, ou mesmo a existência das abelhas nestas áreas, seja pela ausência de recursos alimentares ou de substratos para a nidificação (ALLEN-WARDELL et al., 1998; DE MARCO; COELHO, 2004; POTTS et al., 2010). Por outro lado, estudos apontam para a importância dos fragmentos de áreas nativas para as culturas agrícolas por meio dos serviços de polinização (KLEIN et al., 2007). Como por exemplo, os cajueiros cultivados em áreas a menos de 1 km do fragmento florestal obtiveram uma maior produção de castanhas do que os localizados ao longo de 2,5 km. Isto ocorreu porque os visitantes florais nativos foram mais frequentes em cultivos próximos a fragmentos de floresta nativa (FREITAS et al., 2014).

A riqueza de abelhas, bem como a taxa de visitação e deposição de pólen apresentam-se mais significativas dentro de uma área de até 100 m de distância dos fragmentos florestais quando comparados às áreas com fragmentos mais distantes, a exemplo dos cultivos de café margeados pela vegetação nativa, que registrou uma produção significativamente maior do que a produção nos locais mais afastados das áreas naturais (RICKETTS, 2004). Em ambos os casos, o aumento na produção de frutos de café pode estar relacionado não somente a proximidade como também a uma maior eficiência nos serviços de polinização (DE MARCO; COELHO, 2004).

Estudos realizados em três regiões da Colômbia com cultivos de maracujá também apontam para a importância da proximidade dos cultivos agrícolas às áreas de vegetação natural, apresentando forte influência na compensação e promoção dos serviços de polinização. As menores áreas com maior proximidade das áreas de vegetação natural apresentaram maior número de polinizadores bem como o menor uso de agroquímicos (CALLE et al., 2010). Desta forma, a conservação dos ecossistemas naturais margeando os cultivos agrícolas é claramente necessária para uma melhor eficiência na produção de frutos e sementes referentes a uma gama de itens agrícolas a nível global (KLEIN et al., 2007).

Grande parte dos estudos acerca dos serviços de polinização em cultivos agrícolas apresentam como foco da pesquisa a proximidade de remanescentes de floresta nativa, bem como a perda desses remanescentes por expansão agrícola (PATRICIO-ROBERTO et al., 2014).

Os efeitos das estações climáticas podem desordenar a floração, afetando negativamente os polinizadores (ALDRIDGE et al., 2011) como também perturbar a interação entre planta e animal refletida pela defasagem espacial entre áreas naturais (SCHWEIGER et al., 2008). Os fatores ambientais podem determinar uma variação no comportamento das abelhas, a exemplo dos horários das atividades de abelhas do gênero *Xylocopa*, as quais iniciam suas atividades nos ninhos e voos de forrageamento mais cedo nas épocas quentes (MARCHI 2013). Estas abelhas *Xylocopa*, em estudo realizado por MELO e colaboradores (2005), foram abundantes nos cultivos de maracujá nos períodos mais quentes do dia, enquanto outras abelhas menores não foram vistas. Sendo assim, a temperatura parece influenciar o horário de início das atividades das espécies de *Xylocopa*, que só voaram quando a temperatura excedeu 20°C em estudo de (PEREIRA et al., 2010). Dessa forma a estação seca pode levar a um aumento significativo na frequência dessas abelhas em cultivos de maracujá - amarelo, comparada com a frequência na estação chuvosa (SIQUEIRA et al., 2009).

No período seco, por apresentar floração nativa reduzida, as espécies de *Xylocopa* encontram oferta alternativa de alimento na cultura, e conseqüentemente ocorre o aumento no número de visitas. Todavia, na estação chuvosa, a vegetação nativa compete com a cultura do maracujá, como também as plantas invasoras do cultivo, e com isso as abelhas parecem reduzir suas visitas nas culturas (SIQUEIRA et al., 2009). As abelhas podem ajustar sua rota de forrageamento a partir da disponibilidade dos recursos, deixando rapidamente áreas com poucas flores (RICKETTES, 2004).

### **2.3 Aspectos gerais da cultura do maracujá - amarelo**

O maracujá amarelo, *Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deneger (Passifloraceae) é originário da América do Sul, com ocorrência natural no Brasil. Conhecido também como maracujá- roxo, maracujá-azedo, entre outros nomes populares, essa espécie ocupa cerca de 97% dos cultivos de maracujá no Brasil (MELETTI, 1999). No entanto, seu cultivo só adquiriu expressão econômica na década de 90, por meio do sistema de comercialização agroindustrial e *in natura* (MELETTI; MAIA, 1999).

*Passiflora edulis* é cultivado preferencialmente em zonas tropicais, onde o Brasil, Equador, Colômbia e Peru se destacam como principais produtores mundiais (PASSIONFRUIT, 2011). Dentre estes, o Brasil aparece como maior produtor, com uma área plantada superior a 35.000 ha e uma produção anual de 838, 244 t (IBGE, 2013). O Nordeste

é apontado como sendo a principal região produtora de maracujá com cerca de 620, 036 t, com produção mais expressiva para o estado da Bahia, com cerca de 355 t (IBGE, 2013).

O cultivo do maracujá - amarelo é de grande importância econômica e social, por ser cultivado, principalmente, em pequenas áreas sob mão-de-obra familiar, apresentando relevância quanto ao uso medicinal, ornamental e alimentício (LIMA et al., 1994). Entre várias espécies de maracujá com potencial econômico, *P. edullis* f. *flavicarpa* é a mais indicada para o plantio comercial. Adapta-se bem aos dias quentes, apresenta maior rendimento e maior produção por hectare, com frutos maiores e pesados entre 43 e 350g, além de ser mais resistentes a pragas. A safra é distribuída por todo o ano (oito meses na Região Sudeste, dez meses no Nordeste e doze meses na Região Norte), permitindo renda mensal equilibrada ao produtor (FERREIRA, 2002).

A cultura é bastante influenciada pelas estações climáticas, apresentando melhor desenvolvimento com precipitação em torno de 800 a 1700 mm, bem distribuídas ao longo do ano. Por outro lado, chuvas intensas no período da floração dificultam a polinização em virtude dos grãos de pólen “estourarem” (BRUCKNER; PICANÇO, 2001).

Os processos e aspectos biológicos do maracujá tais como, floração, fecundação, frutificação, maturação e qualidade dos frutos, são dependentes da temperatura. A faixa de temperatura entre 21 e 25°C é considerada como a mais favorável ao crescimento da planta, sendo a ideal entre 23 e 25°C (BORGES; LIMA, 2009). O florescimento depende da quantidade de horas de iluminação natural durante o dia (CAVICHOLI et al., 2006). As regiões cujo comprimento do dia é acima de onze horas de luz apresentam as melhores condições para o florescimento (BORGES; LIMA, 2009).

Quando cultivado em regiões semiáridas, o manejo para o maracujá-amarelo exige uma boa irrigação, aliada a tratamentos fitossanitários adequados que proporcionem um maior período produtivo, a fim de garantir a produção de frutos com melhor qualidade (FERREIRA, 2002). Sem manejo específico, em regiões onde a precipitação pluviométrica e o suprimento de água são limitados, e em períodos quentes, os cultivos de maracujá podem ser afetados pela queda das flores e frutos, principalmente no início da cultura, prejudicando assim a sua produção (JUNQUEIRA et al., 2001). Dessa forma, nas regiões semiáridas, as condições satisfatórias para o desenvolvimento do maracujá amarelo são proporcionadas na época da chuva, pois o florescimento e a formação dos frutos ocorrem nesse período, com pico de produção entre março e abril, no restante do ano estas necessidades podem ser supridas com a irrigação (JUNQUEIRA et al., 1999).

## 2.4 Aspectos botânicos e biologia reprodutiva do maracujá-amarelo

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flaviocarpa* Deg.) pertence à família *Passifloraceae*, que compreende trepadeiras herbáceas ou lenhosas, podendo apresentar-se como ervas e arbustos de hastes cilíndricas, glabras ou pilosas (Manica, 1981). Degener (1933), estudando as *Passifloraceae* do Havaí, propôs para *P. edulis* a forma *flaviocarpa* Deneger diferindo das outras formas, por apresentar duas glândulas marginais nas sépalas mais externas, corona fortemente roxa na base e frutos maiores e amarelos. As folhas são alternas espiraladas, simples, frequentemente lobadas em geral com nectários extraflorais no ecíolo ou lâmina (Manica, 1981).

As flores de *P. edulis* f. *flaviocarpa* são completas e isoladas, hermafroditas, com o androceu composto por cinco estames de anteras grandes e filetes livres inseridos abaixo do ovário. Flores de *Passiflora* podem apresentar diferentes tipos de curvatura do estigma: totalmente curvo, quando os estigmas encontram-se abaixo ou no mesmo nível das anteras; parcialmente curvo, quando os estigmas formam um ângulo de aproximadamente 45° em relação às anteras, ou ainda sem curvatura, quando os estigmas formam um ângulo de aproximadamente 90° em relação às anteras, os três tipos de flores podem ocorrer numa mesma planta (RUGGIERO, 1973).

As flores são diurnas e a antese é sincronizada ocorrendo ente 12h e 13h levando cerca de 10 minutos para efetuar total abertura. O androceu disponibiliza o pólen previamente à receptividade estigmática, caracterizando protandria que diminui as chances de autopolinização (CAMILLO, 2003). Os estigmas se encontram receptíveis das 13h às 18h; a partir das 18h a flor torna-se menos atrativa, ocorrendo o fechamento total às 00:00 hora, observando que o tempo total da abertura ao fechamento da flor foi de aproximadamente 12 horas, com cinco horas efetivas para a polinização; uma vez que não ocorrendo a fecundação as flores murcham caindo no dia seguinte. (CAMILLO, 2003).

O sucesso na reprodução do maracujá amarelo está refletido na quantidade e qualidade dos frutos produzidos. No entanto, seu processo de reprodução ainda precisa ser divulgado para os produtores, uma vez que esse sistema envolve complexas interações ecológicas entre essa espécie e o meio ambiente, que são definidas pela complexa estrutura reprodutiva dessas plantas, podendo interferir na produção (ANGEL-COCA et al, 2011; VIANA et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2009).

O conjunto floral presente no maracujá é regido por fatores externos, como região geográfica do cultivo, disponibilidade de nutrientes, água e serviços de polinização. Assim, o amplo conhecimento do sistema reprodutivo do maracujá direciona uma boa gestão do cultivo, bem como uma produção rentável (DAFNI et al., 2005).

O grão de pólen apresenta coloração creme, sendo viscoso, pesado e grande, dessa forma impossibilitando a polinização abiótica (RUGGIERO, 1973; MANICA, 1981). Acima do androceu situa-se o gineceu (em um androginóforo), formado por um ovário súpero, ovóide e globoso, multiovular com 300 a 400 óvulos (CAMILLO, 2003). Um pequeno percentual das flores (10%) pode apresentar quatro estigmas e que neste caso o número médio de óvulos chega a 674,5 (SIQUEIRA et al., 2009). Na abertura da flor, os estiletos encontram-se em posição vertical e curvam-se gradualmente até que o estigma atinja o mesmo nível das anteras, quando podem ser tocadas por polinizadores (BRUCKNER et al., 2005).

O pólen é um dos responsáveis pelo sucesso reprodutivo, em espécies alógamas, e sua constituição genética é baseada na heterozigose, (SOUZA et al., 2002). Assim também a viabilidade do pólen é fundamental para estabelecer uma boa reprodução, e pode ser comprometida por fatores ambientais, interferindo na quantidade e qualidade do pólen produzido (CRUDEN, 2000). Naturalmente a viabilidade do pólen tem que estar associada a receptividade do estigma que por sua vez indica o melhor período de deposição do pólen na flor (BRITO et al., 2010). Dessa forma, estudos dessa natureza são fundamentais para subsidiar trabalhos de biologia reprodutiva e melhoramento genético (FLANKLIN et al., 1995).

O nectário está localizado na base da flor, onde o néctar acumula-se em uma câmara em forma de anel que circula a base do androginóforo, com produção de cerca de 100 $\mu$ L por flor e com concentração de açúcares de 47,3 °brix; (SIQUEIRA et al., 2009). O néctar é um fator importante para o sucesso reprodutivo, principal atrativo para os polinizadores, estes vão até a flor coletar o néctar, por conseguinte tocam as anteras e o estigma, realizando a polinização. O néctar está disponível constantemente e o volume produzido tende a diminuir ao longo do dia, apresenta alta concentração de açúcares que permanece constante durante a longevidade da flor (VARASSIN et al., 2012).

Os frutos são do tipo baga, de redondos a ovais (LIMA; CUNHA et al., 2004). A casca dos frutos apresenta características dura e lisa, de coloração verde brilhante, antes de atingir a maturação, momento em que se torna amarela. No interior dos frutos há em média 250 sementes envolvidas por membrana mucilaginosa, denominada arilo, rica em líquido (LIMA; CUNHA, 2004). Para que os frutos atinjam melhor qualidade, não devem ser colhidos na planta e sim coletados do chão, para isso, necessitam de 48 a 75 dias entre a antese da flor e o seu desprendimento. Dessa forma o tempo requerido para a transformação de um botão floral em flor é de aproximadamente 30 dias, e de flor para fruto é de 90 dias. Se bem conduzido, o cultivo produz frutos de seis a oito meses após o plantio (JUNQUEIRA, 2001).

A propagação do maracujazeiro pode se efetuar sexuada ou assexuadamente. A forma sexuada (por sementes) constitui o método mais utilizado no Brasil por requerer menor tempo e custo e ser mais fácil (RUGGEIRO, 1987). A forma assexuada é realizada por meio de enxertia, sendo este o principal método usado na América do Sul (GRECH; RIJKENBERG, 1991). A estaquia pelo enraizamento de estacas herbáceas contribui com a formação de novas plantas em menor tempo (HARTMANN, 1997).

## 2.5 Polinização natural do maracujá-amarelo

A polinização natural do maracujá é realizada principalmente por abelhas do gênero *Xylocopa* (conhecidas popularmente como mamangavas) que devido ao seu grande porte conseguem contatar as estruturas reprodutivas das flores (CAMILLO, 2003). Esses visitantes são atraídos pelo néctar produzido e acumulado na câmara nectarífera, ao buscarem o néctar tocam as anteras com seu tórax, sendo o pólen depositado no dorso, e ao voar para outra flor, contam os estigmas com seu tórax cheio de pólen, e assim polinizando as flores (SILVA, 2014). A disponibilidade dessas abelhas influencia diretamente a lucratividade do cultivo (OLIVEIRA, RUGGIERO et al., 2005). A polinização pelas abelhas é relevante e sem custo de mão de obra para o produtor, elevando os lucros na produção (PEREIRA VIEIRA et al., 2010).

Em todo mundo, foram descritas aproximadamente 750 espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* das quais cerca de 50 ocorrem no Brasil (SILVEIRA et al., 2002), estando agrupadas em 48 subgêneros (MICHENER, 2000). As espécies de *Xylocopa*, em sua maioria, constroem seus ninhos em árvores mortas e secas, em madeira sólida sem rachadura, orientados no sentido vertical ou horizontal e frequente com ramificações paralelas a uma única entrada (GERLING et al., 1998; MICHENER, 2000). Em área de Caatinga, os ninhos são encontrados em árvores nativas, principalmente em ramos mortos de *Commiphora leptophloeos* Mart - umburana de cambão (MARTINS et al., 2004, KIILL; SIQUEIRA, 2006).

Um aumento significativo de ninhos de abelhas *Xylocopa* e conseqüentemente maior número de polinizadores em culturas de maracujá, está associado à preservação das áreas de vegetação, e sua proporção no entorno dos cultivos explica a variação na riqueza dos polinizadores e na produtividade natural do maracujá-amarelo (YAMAMOTO et al., 2010). A perda de habitat, em muitos casos associado a práticas agrícolas, vem criando uma estrutura fragmentada da vegetação nativa sendo uma forte ameaça para a conservação dessas espécies. A disponibilidade de substratos é um fator limitante para a nidificação destas abelhas

(SIQUEIRA, et al., 2009). Portanto para uma melhoria dos serviços de polinização natural em cultivos de maracujá, seria necessário promover a restauração de pequenas faixas de habitat nas imediações do cultivo (CALLE, et al., 2010).

São inúmeros visitantes florais na cultura do maracujá-amarelo que podem ser classificados devido ao comportamento de forrageamento. *Trigona spinipes*, por exemplo, coleta somente néctar perfurando a câmara nectarífera (SIQUEIRA et al., 2009), desta maneira, reduzem a quantidade de néctar obrigando as mamangavas a visitarem um número maior de flores para suprir sua necessidade. O roubo de néctar por *T. spinipes* pode não apresentar um efeito negativo na produção do maracujá-amarelo, pois a perfuração não danifica a parte vascular que pode causar a queda da flor (SILVA et al., 2014). Quanto ao roubo de pólen, realizado por essas abelhas o efeito passa a ser negativo, ocasionando a deformação ou a não formação de frutos, e quando se encontram agrupadas nas flores de maracujazeiro podem repelir as mamangavas (SILVA et al., 2014).

A presença de *Apis mellifera* nas flores do maracujá tem um efeito negativo, pois elas retiram todo o pólen das anteras prejudicando a polinização, essas abelhas agem como pilhadores secundários de néctar introduzindo o aparelho bucal em aberturas feitas por *Trigonas spinipes*, não contatando os estigmas e inibindo também a presença de abelhas do gênero *Xylocopa* (SIQUEIRA et al., 2009; YAMAMOTO et al., 2012).

## **2.6 Polinização artificial do maracujá-amarelo**

Quando a polinização de culturas agrícolas é bem sucedida aumenta a formação dos frutos e reduz a perda nas colheitas (WILLIAMS et al., 1991). Como tem havido crescente redução nos índices de polinização natural em áreas cultivadas, torna-se necessária a introdução de agentes polinizadores ou de outros tipos de manejo de polinização. Apesar de aumentar o custo da produção, a polinização artificial tem sido aplicada em culturas a nível mundial (KRAUSE et al., 2012).

Na maior parte das regiões produtoras de maracujá no Brasil emprega-se a polinização manual com o uso dos dedos com e sem luvas (JUNQUEIRA et al., 2001). Há, ainda, a polinização manual com o auxílio de um pincel (ARIAS-SUAREZ et al., 2014). A polinização manual é realizada entre indivíduos, obedecendo-se distâncias entre eles, e seguindo movimentos de ziguezague no plantio. O responsável pela polinização coleta pólen da primeira flor e o deposita sobre o estigma da segunda flor, da qual coleta mais pólen e assim sucessivamente (CAMILLO, 2003).

A polinização artificial no maracujá com e sem luvas aumentou a produção em 85%, enquanto a polinização natural foi de 3,6% (CARVALHO; TEÓFILO SOBRINHO, 1973). Os estudos de ATAÍDE et al., (2012) com *Passiflora setacea* D.C. mostrou baixa frutificação natural no cultivo (3,33%), entretanto com a polinização artificial as flores obtiveram maior frutificação (63,64%). Os frutos obtidos de polinização manual são maiores, mais pesados, com maior número de sementes e maior rendimento de suco (SANÁBIO, 2001). Outro método utilizado na tentativa de minimizar a falta dos polinizadores seria a introdução de caixas racionais povoadas com mamangavas em cultivos com maracujá amarelo, onde concluíram que a eficiência desse método aumentou a produção de frutos em até 25%. (FEITAS; OLIVEIRA 2003).

Mecanismos relacionados ao processo de polinização (na ausência da abelha) têm sido desenvolvidos pelos agricultores na tentativa de viabilizar a produção de maracujá, de certa forma é preciso enfatizar alternativas de conservação dos habitats naturais e a manutenção dos serviços de polinização natural. Caso essas estratégias não sejam praticadas, implicará aos agricultores o custo de substituição das abelhas no processo de polinização (JUNQUEIRA et al., 2001; KLEIN et al., 2007; CALLE et al., 2010).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, R.; ASHWORTH, L.; GALETTO, L. e AIZEN, M. A. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. **Ecol. Lett.** 9, 968 – 98. 2006.

ANGEL-COCA, C.; NATES-PARRA, G.; OSPINA-TORRES, R.; ORTIZ, C. D. M.; AMAYA-MARQUEZ, M. Biología floral y reproductiva de La gulupa *passiflora edulis* sims f. *edulis*. **Cadasia**, Vol. 33, nº. 2. 2011.

AKAMINE, E. K.; GIROLAMI, G. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. **Honolulu (HI): Hawaii Agricultural Experiment Station**, University of Hawaii. 44 p. 1959.

ALDRIDGE, G.; INOUE, D. W.; FORREST, J. R. K.; BARR, W. A.; MILLER-RUSHING, A. J. Emergence of a midseason period of low floral resources in a montane meadow ecosystem associated with climate change. **Journal of Ecology** 99, 905–913. 2011.

ALLEN-WARDELL, G.; P. BERNHARDT, R.; BITNER, A.; BURQUEZ, S.; BUCHMANN, J.; CANE, P. A.; COX, V.; DALTON, P.; FEINSINGER, M.; INGRAM, D.; INOUE, C. E.; JONES, K.; KENNEDY, P.; KEVAN, AND H. KOPOWITZ. The

potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology** 12:8–17. 1998.

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 216-220. 2006.

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Requerimentos de polinização da goiabeira. **Ciência Rural**, v.37, n.5,1281-1286. 2007.

ARIAS-SUAREZ C.J.; CAMPO-PÉREZ, O.; URREA-GÓMES, R. La polinización natural en el maracuyá (*passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener ) como un servicio reproductivo y ecosistémico, **AGRONOMÍA MESOAMERICANA** 25(1):73-83. 2014.

ATAÍDE, E. M.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* D.C. cultivado em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 34(2), 377-381. 2012.

BIESMEIJER, J.C.; ROBERTS, S.P.M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Nether-lands. **Science**, 313, 351–354. (2006).

BONAVENTURE, L. A cultura da cherimóia e de seu híbrido, a atemóia. São Paulo: **Nobel**, 1999. 182 p.

BORGES, A. L.; LIMA, A. A. **Maracujazeiro**. In: CRISÓSTOMO, L. A.;NAUMOV, A. Adubando para a alta produtividade e qualidade: Fruteiras Tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2009.

BRITO, A. C.; SOUZA, J. D.; REBOUCAS, T. N. H.; AMARAL, C. L. F. Propriedades do pólen e do estigma de *Ocimum basilicum* L. (cultivar Maria Bonita) para aumentar a eficiência de cruzamentos em programas de melhoramento. *Revista Brasileira de Plantas medicinais*, 12(2): 208-214. 2010.

BROWN, M. J. F.; Paxton, R. J. The conservation of bees: a global perspective. **Apidologie** 40, 410– 416, 2009.

BRUCKNER, C. H. ; SILVA, M.M.; FALLEIRO, T. M.; ANDRADE, B. B.; MOREIRA, A. E. Viabilidade do pólen de maracujazeiro sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Ceres**, 47 (273): 523-531, 2000.

BRUCKNER, C. H.; SILVA, M. M. da. **Florescimento e Frutificação**. In: BRUCKNER, C. H. e PICANÇO, M. C. (Eds.). *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Porto Alegre, p. 51-68. 2001.

BRUCKNER, C. H.; SUASSUNA, T. M. F.; RÊGO, M. M.; NUNES, E. S. Auto-incompatibilidade. Implicações no melhoramento genético. In: FALLEIRO, F. G.;

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2005.

- CALLE, Z.; GUARIGUATA, R. M.; GIRALDO, E.; CHARÁ, J.; La Produccion de Maracuyá (*Passiflora edulis*) em Colombia: Perspectivas para la Conservación Del Habitat a Traves del Servicio de Plinización. **Interciencia**, V. 35, N°3. 2010.
- CAMILLO, E. **Polinização de maracujá**. Holos Editora, Ribeirão Preto. 2003.
- CAVICHIOLO, J. C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C. A.; PAULO, E. M.; FAGUNDES, J. L.; KASAI, F. S. Florescimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo submetido à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 28(1): 92-96. 2006.
- CARDOSO, A. I. I. Polinização manual em abobrinha: efeitos nas produções de frutos e sementes. **Horticultura Brasileira**, 23(3), 731-734. 2005.
- CARVALHO, A.M.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Efeito nocivo de *Apis mellifera* L. na produção do maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, Viçosa. **Anais**. Viçosa: SBF, p.32-39. 1973.
- CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; TAKASUSUKI, M. C. C. R.; OLIVEIRA, T. C. S.; TOLEDO, T. C. S. O. A.; LOPES, T. S.; Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine Max* (L.) Merrill] Roundup Reade CV. BRS 245 RR e convencional CV. BRS 133. **Maringá**, v. 30, n. 2, p. 267-271. 2008.
- CORBET, S.A.; WILLMER, P.G.. Pollination of the yellow passion fruit: nectar, pollen and carpenter bees. **J. Agric. Sci.** Cambridge, v.95, p.655-666. 1980.
- CRUDEN, R. W. Pollen grains: why so many? **Plant Systematics and Evolution**, 222: 143-165. 2000.
- CRUZ, D. O. **Uso e eficiência da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke L.) na polinização do pimentão (*Capsicum annum* L.) sob cultivo protegido**. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2003.
- DAFNI, A.; P.G. KEVAN.; HUSBAND, B.C. (eds.). **Practical Pollination Biology**. Enviroquest, Ltd., Cambridge, Ontario, Canada. 590p. 2005.
- DAFNI, A.; PACINI, E.; M. NEPILM. **Pollen and stigma biology**. En: Practical pollination biology. Dafni, A; P. G. Kevan & B. Husband (Eds.). Enviroquest Ltd., Cambridge, Ontario, Canadá. 83-146 pp. 2005.
- DAMASCENO JUNIOR, P. C. et al. Conservação de pólen de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ceres**. Rio de Janeiro. n. 55, v. 5, p. 433-438, 2008
- DARRAULT, R. O.; SCHLINDWEIN C. **Polinização**. In: Silva Junior, J.F.; Ledo, A.S. A cultura da mangabeira. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p.43-56. 2006.
- DEGENER, O. **Passifloraceae**. 1933. In: Flora Hawaiiensis. Book 3.
- DE MARCO, P.; COELHO, F.M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodivers. Conserv.**, 13, 1245-1255. (2004).

DOS SANTOS, R. S. S.; SEBEN, V. H.; WOLFF, L. F. Visita floral de *Apis mellifera* L. em diferentes clones de cultivares de maçã Gala e Fuji e sua relação com variáveis meteorológicas em Vacaria, RS, Brasil. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, 112(2), 114-122. 2013.

FERREIRA, E. T. **Delimitação de áreas aptas para a produção de maracujá na entressafra no Estado de Goiás e no Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 24p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 24). 2002.

FLANKLIN, F. H. C.; LAWRENCE, M. J.; FLANKLIN-TONG, V. E. Cell and molecular biology of self-incompatibility in flowering plants. **International Review of Cytology**, 158: 1-62. 1995.

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*). **Ciência Rural**, v.33, p.1135 -1139. 2003.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 282-298. 2010.

FREITAS B.M.; FILHO P.S.J.A.; ANDRADE B.P.; LEMOS Q. C.; ROCHA M. E. E.; PEREIRA O. N.; BEZERRA M. D. A.; NOGUEIRA S. D.; ALENCAR L. R.; ROCHA F. R. Forst Remnants Enhance Wild Pollinator Visits Cashew Flowers And Mitigate Pollination Deficit In NE Brasil. **Journal of Pollination Ecology**, 12(4), pp 22-30. 2014.

GALLAI, N. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecol. Econ.** 68, 8 10– 821. 2009.

GERLING, D.; VELTHUIS, H. H. W.; HEFETZ, A. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology**, v. 34, p. 163-190. 1989.

GRECH, N.M.; RIJKENBERG, F.H.J.; Laboratory and field evaluation of the performance of *Passiflora caerulea* as a rootstock tolerant to certain fungal root pathogens. **Journal of Horticultural Science, Ashford**, v. 66, n.6, p. 725-729. 1991.

GODOY, M. C.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I.; Influência do estágio de maturação da flor na produção de sementes de pimentão com polinização manual. **Bragantia, Campinas**, v.65, n.1, p.83-87, 2006.

GUIRADO, E.S. Polinizacion artificial del chirimoyo. Granada: **Capa Rural**, 1991, 15p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T.; GENEV. R.L. Plant propagation: principles and practices. New Jersey. **Prentice -Hall**, 770 p. 1997.

IBGE.; MINISTERIO DO PLANEJAMENTO. **Culturas temporárias e permanentes**. Produção agrícola municipal., Rio de Janeiro, v. 40, p.1-102. 2013.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; NUNES-SILVA, P. 2010. Bees, ecosystem services and the Brazilian Forest Code. **Biota Neotrop** v. 10, n. 4. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-0>>. Acesso em 21/set/ 2015.

JUNQUEIRA, N. T. V.; TEXEIRA, R. V. R.; NASCIMENTO, A. C.; CHAVES, R. C.; SHARMA, R. D.; **Controle das principais doenças no maracujazeiro no Cerrado**; 5p. - Documentos/ EMBRAPA- Cerrados, Comunicado técnico, 8. 1999.

JUNQUEIRA, N. T. V.; VERAS, M. C. M.; CHAVES, R. C.; FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, J. A.; MATOS, A. P. Manejo da floração do maracujazeiro. **Recomendação Técnica 45**. Brasília: Embrapa Cerrados. 1ªEd. 2001.

KLEIN, A.M.; VAISSIERE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFA NDEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; E TSC HARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences**, 274: 303-313. 2007.

KRAUSE, W.; SOUZA, R. S.; NEVES, L. G.; CARVALHO, M. L. S.; VIANA, A.P.; FALEIRO, F. G. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com e sem polinização artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.51 -57, 2012.

KIILL, L. H. P.; SIQUEIRA, K. M. M. (Coord.). Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco: estratégias de manejo de polinizadores de fruteiras no Sub-Médio do Vale do São Francisco, Petrolina: Embrapa Semi-Árido; **PROBIO**, CD-ROM. 2006.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; RICKETTS, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, 10(4), 299-314. 2007.

LIMA, A. A.; CUNHA, Y. M. A. P. **Maracujá**: produção e qualidade na passicultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz de Almas, Brasil. 2004.

LIMA, A. de A.; SANTOS FILHO, A.P.; FANCELLI, M.; SANCHES, N. F.; BORGES, A. L.; 1994. **A cultura do maracujá**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 76p.

MANICA, I. **Fruticultura tropical**: 1 Maracujá. São Paulo, Agronomia Ceres. 160p. 1981.

MALERBO-SOUZA, D.T.; HALAK, A. L.; Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica, Jaboticabal**, v.40, n.1, p.1–11, ISSN: 1984-5529. 2012.

MARCHI, P.; ALVES-DOS-SANTOS, I. As abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille (*Xylocopini*, *Apidae*) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 249-269, 2013.

MARTINS, C. F. LAURINO, M. C.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Tree species used for nidification by stingless bees in the brazilian Caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2. 2004.

MARTINS, C. F.; ZANELLA, F. C. V.; MELO, R. R.; CAMAROTTI, M. F. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Semi-Árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleagionas Fibrosas**, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 107-117. 2008.

- MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L.; **Maracujá: produção e comercialização**. Boletim Técnico Instituto Agrônômico, v. 181, p. 1-64. 1999.
- MELO, G. A.R.; VARASSIN, I. G.; VIEIRA, A. O. S.; MENEZE S, A. O.; LÖWENBERG-NETO, P. **Polinizadores de maracujás no Paraná**. Subprojeto 02. 02.89. Relatório Técnico. PROBIO Edital 02/2003– Uso sustentável e restauração da diversidade de polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas associados. Curitiba, P R. 2005.
- MICHENER, C. D. The bees of the world. **Johns Hopkins Press**, Baltimore, Maryland. 2000.
- NIETSCHÉ, S.; PEREIRA, M.C.T.; SANTOS, F. S.; XAVIER, A.P.; CUNHA, L. M.V.; NUNES, C.F.; RODRIGUES, T.T.M.S. Efeito de Horários de Polinização Artificial no Pegamento e Qualidade de Frutos de Pinha (*Annona squamosa* L.). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 17. Belém, 2002. **Anais**. Belém: CBF, 2002, cd-rom.
- OLIVEIRA, J.C., RUGGIERO, C., 2005. Espécies de maracujá com potencial agrônomo. In: Faleiro, F.G., Junqueira, N.T.V., Braga, M.F. (Eds.), *Maracujá Germoplasma e Melhoramento Genético*. Embrapa Cerrados, Planaltina, pp. 141-158.
- OLIVEIRA, P. C.; VIEIRA, A. O. S.; CERVIGNE, N. S.; BRESSAN, D. F.; MENEZES JR, A. O. Biologia reprodutiva de populações de *Passiflora edulis*. **Anais 56º Congresso Nacional de Botânica**. 2005.
- OLMO, PH. Storage of grape pollen. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**. 41:219-24.1942.
- PARANHOS, B. A. J.; WALDER, J. M. M.; MARCHINI, L. C. Densidade de colméias de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae), para polinizar maçã cv. Anna. **Scientia Agricola, Piracicaba**, v. 55, n. 3, p. 355-359. 1998.
- PASSIONFRUIT. 2011. **Supply and demand**. <http://www.passionfruitjuice.com>. Acesso em: 20/Mar/2015.
- PAUW, A. Collapse of a pollination web in small conservation areas. **Ecology** 88, 1759 – 1769. 2007.
- PATRÍCIO-ROBERTO, G. B.; CAMPOS, M. J. O. Aspects of Landscape and Pollinators—What is Important to Bee Conservation? **Diversity**. 6, 158-175; 2014. doi:10.3390/d6010158
- PEREIRA V. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Ibero Americana de Economia Ecológica**. Vol. 15: 43-53. 2010.
- PEREIRA, M. C. T., NIETSCHÉ, S., COSTA, M. R., CRANE, J. H., CORSATO, C. D. A., & MIZOBUTSI, E. H. Anonáceas: pinha, atemoia e graviola. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, 32(264), 26-34. 2011.
- POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J.C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E.; Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution** 25: 345-353. 2010.

- POLVERENTE, M. R.; CARNEIRO, D.; CARDOSO, A. I. Produção e qualidade de sementes de berinjela em função do horário de polinização manual. *Bragantia*, 64(3), 467-472. 2005.
- REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RAMOS, M. C.; CARREIRA, M. L. Aspectos da Biologia de Nidificação de *Centris flavifrons* (Friese)(Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos Principais Polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. *Neotropical Entomology* 35(5). 2006.
- RICKETTS, T. H., G. C. DAILY, P. R. EHRLICH, AND J. P. Fay. Country-side biogeography of moths in a fragmented landscape: biodiversity in native and agricultural habitats. *Conservation Biology* 15:378–388. 2001.
- RICKETTS, T.H. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conserv. Biol.* , 18, 1262–1271. 2004.
- ROUBIK, D.W. Pollination of cultivated plants in the tropics. **FAO** - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 1995.
- RUGGIERO, C.; **Estudos sobre floração e polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg.)**. Tese de doutorado FCAV. Jaboticabal 92 p. 1973.
- RUGGIERO, C. Cultura do Maracujazeiro. Ribeirão Preto: **Legis Summa**, 1987, p. 169-172.
- SAHA, N.; SPIEGEL-ROY, P. Citrus pollen storage. **HetScience**, 15:81-2, 1980.
- SANÁBIO, D. Polinização manual do maracujazeiro, informação tecnológica, Horticultura e Fruticultura, **EMATER-MG**. 2001.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para a polinização do maracujá (*Passifloraceae*). **Rev. Bras. Entomol.** 33, 109– 118. 1989.
- SCHWEIGER, O.; SETTELE, J.; KUDRNA, O.; KLOTZ, S.; KÜHN, I. Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species. **Ecology** 89, 3472–3479. 2008.
- SEDGLEY, Y.; M. Storage of avocado pollen. **Euphytica**, 30:595-9, 1981.
- SOARES, T. L., JESUS, O. N. D., SOUZA, E. H. D., SANTOS-SEREJO, J. A. D., E OLIVEIRA, E. J. D. 2013. Morphology and viability of pollen grains from passion fruit species (*Passiflora* spp.). *Acta Botanica Brasílica*, 27(4), 779-787.
- SORIA, J.T.; HARMOSO, J. M.; FARRÉ, J.M. Polinizacion artificial del chirimoyo. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, n.35, v.22, p.15-22, 1990.
- SIQUEIRA, K. M. M. **Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.), na região do Vale do Submédio São Francisco**. Tese (Doutorado em ciencias biológicas- Zoologia). P.122, C.IV. Universidade Federal da Paraíba. 2007.

SIQUEIRA, K. M. M.; KILL, L. H. P.; MARTINS, C. F.; LEMOS, I. B.; MONTEIRO, S. P.; FEITOSA, E. A. Ecologia da polinização do maracujá amarelo, na região do vale do São Francisco. **Revista brasileira de fruticultura**. Jaboticabal-SP V.31 N.1 P.001-002. 2009.

SIQUEIRA, K. M. M.; KILL, L. H. P.; GAMA, D. R. S; ARAUJO, D. C. S; COELHO, M. S. Comparação do padrão de floração e de visitação do meloeiro do tipo amarelo em Juazeiro–BA. **Revista brasileira de fruticultura**. Jaboticabal-SP V. especial C.473-478. 2011.

SILVEIRA, F. A. The bamboo-nesting carpenter bee, *Xylocopa* (*Stenoxycopa*) *artifex* Smith (Hymenoptera: Apidae), also nesting fibrous branches of *Vellozia* (Velloziaceae). **Lundiana**. 3(1):57-60. 2002.

SILVA, C. I.; MARCHI, P.; ALEIXO, K. P.; SILVA, B.; N.; FREITAS, B. M.; GAROFALO, C. A.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; SANTOS, I. A.; Manejo dos polinizadores de flores do maracujazeiro. **Fundação Brasil Cidadão**, Fortaleza - CE. 1.ed. 2014.

SOUZA, M.M., PEREIRA, T.N.S., VIANA, A.P., PEREIRA, M.G., AMARAL JÚNIOR, A.T., MADUREIRA, H.C., 2004. Flower receptivity and fruit characteristics associated to time of pol-lination in the yellow passion fruit *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (Passifloraceae). *Sci. Hortic.* 101, 373–385.

STEFFAN - DEWENTER, I. S . G. POTTS, AND L. PACKER. 2005. Pollinator diversity and crop pollination services are atrisk. **Trends in Ecology and Evolution** 20:651–652.

STOSSER, R.; ANVARI, S. F. Wie Lange ist Apfelpollen befruchtungsfähig? **Erwerbsobstbau**, 37:37-9, 1995.

SUGIMURA, Y.; WATANABE, T. Flowering patterns of coconut and conditions for pollen processing. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, 37:77-83,1993.

TOLEDO, V. A. A.; TAKASUSUKI, M. C. C. R.; BAITALA, T. V.; MAIA, F. M. C.; PEREIRA, H. L.; HALAK, A. L.; CHAMBÓ, E. D.; MALERBO-SOUZA, D. T. Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) em laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), **Scientia Agraria Paranaensis** - SAP Mal. Cdo. Rondon, v.12, n.4, out./dez., p.236-246. 2013.

VARASSIN, I. G.; XIMENES, B. M. S.; MOREIRA, P. A.; ZANON, M. M. F.; ELBL, P.; LOWENBERG-NETO, P.; MELO, G. A. R. Produção de néctar e visitas por abelhas em duas espécies cultivadas de *Passiflora* L. (Passifloraceae). **Acta Botânica Brasílica**, 26(1): 251-255, 2012.

VIANA, B. F.; ALMEIDA, A. M.; SILVA, F.O. Polinização do maracujá amarelo no semi-árido da Bahia. **PROBIO**. 2011.

WATANABE, M. E. Pollination worries rise as honey-bees decline. **Science**, 265, 1170–1170. 1994.

WILLIAMS I. H. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey-bees. **Agricultural Zoology Reviews** 6:229 – 257. 1994.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A.; Polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flaviocarpa* Deg.): **Oecologia Australis**, v.4, p.174 -192. 2010.

YAMAMOTO, M.; SILVA, F. C.; AUGUSTO, C. S.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, E. P. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flaviocarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brasil. **Apidologie**, 43:515-526. 2011.

ZEBROWSKA, J. The Viability and storage of strawberry pollen. **Plant BREEDING**, 114:469-70, 1995.

## CAPÍTULO 1

# **COMO A PROXIMIDADE DA VEGETAÇÃO NATIVA E A SAZONALIDADE PODEM INTERFERIR NA PRODUTIVIDADE DO MARACUJÁ – AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg PASSIFLORACEAE)?**

Manuscrito a ser enviado ao periódico:  
AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT (Qualis A2)

**COMO A PROXIMIDADE DA VEGETAÇÃO NATIVA E A SAZONALIDADE PODEM INTERFERIR NA PRODUTIVIDADE DO MARACUJÁ – AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg PASSIFLORACEAE)?**

Sandra Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; Kátia M. Medeiros de Siqueira<sup>2</sup>; Natan Messias de Almeida<sup>3</sup>; Cibele Cardoso de Castro<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Pós - graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Avenida Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, 52171-900 (sandrastudent@hotmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Bahia - Campus III, DTCS- Av. Dr. Edgard Chastinet s/n, São Geraldo, Juazeiro, BA , Brasil, 48905680 ([katiauneb@yahoo.com.br](mailto:katiauneb@yahoo.com.br))

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Alagoas, Campus III, Rodovia AL-115, km 03 Palmeira dos Índios, AL, Brasil, 57604595 (natanmessias@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG, Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista, Garanhuns, PE, Brasil, 55292-270 (cibelecastro@hotmail.com)

Autor para correspondência: C. C. Castro (cibelecastro@hotmail.com)

## RESUMO

A perda de habitats naturais vem criando uma estrutura fragmentada da vegetação nativa, afetando a disponibilidade de recursos e isolando as populações animais e vegetais. Uma das consequências é a redução das populações de polinizadores, que representam um serviço-chave vital para a manutenção dos ecossistemas naturais e sistemas agrícolas. Estudos apontam que cultivos autoincompatíveis ou dependentes de um grupo restrito de polinizadores sofrem limitações na produtividade devido à redução dos serviços de polinização. O maracujá-amarelo, cultivo-alvo deste estudo, é dependente de polinização cruzada e de abelhas de grande porte (do gênero *Xylocopa*) para a produção de frutos. Essas abelhas possuem hábito solitário e nidificam em troncos de árvores, sendo necessária a conservação de áreas nativas próximas a cultivos de maracujá para a manutenção dessas abelhas visitantes. O objetivo deste estudo foi verificar se há influência da distância da vegetação nativa em relação às áreas de cultivos na polinização e produção e qualidade dos frutos de maracujá-amarelo em diferentes períodos do ano, usando como modelo oito áreas de cultivo no Perímetro Irrigado de Maniçoba em Juazeiro- BA, nordeste do Brasil. As oito áreas localizam-se a distâncias variadas em relação a uma área de vegetação nativa de Caatinga. Foram comparadas entre as áreas a frequência de visitas dos polinizadores e a produção de frutos (quantidade e qualidade) nas estações seca e chuvosa. Esses dados foram analisados por meio de ANOVA, teste Tukey, Qui-quadrado e teste de correlação de Pearson. Houve variação na frequência dos visitantes, na quantidade e qualidade dos frutos oriundos de polinização natural entre as distâncias, entre as estações seca e chuvosa dos anos de 2014 e 2015. A distância, isoladamente, não afetou a produção de frutos, mas, estando associada às estações, apresentou influência tanto na frequência dos polinizadores quanto na quantidade e qualidade dos frutos formados. Na estação seca, áreas de cultivos mais próximas da vegetação nativa recebem maior frequência de visitas e produzem frutos maiores e com maior qualidade. Nessa estação houve maiores frequência de polinizadores, quantidade e qualidade dos frutos, indicando um período propício a uma produção mais rentável e com menor custo de mão-de-obra para o produtor.

**Palavra-chave:** Serviços de polinização, *Xylocopa*, conservação da vegetação, *Passiflora*, manejo, cultivos agrícolas.

## 1 INTRODUÇÃO

Ecossistemas terrestres no mundo inteiro vêm sendo alterados por pressões antrópicas, causando redução da biodiversidade (Klein et al., 2007; Kremen et al., 2007). Essas alterações podem afetar diversos processos ecológicos, tais como as interações entre plantas e polinizadores, especialmente por ocasionar a perda de habitats de vegetação nativa utilizados pelos polinizadores durante seu ciclo de vida (Potts et al., 2005; Kremen et al., 2007; Steffan-Dewenter e Westphal 2008). O planeta vivencia um declínio global de polinizadores (Potts et al., 2010) e conseqüentemente da produção agrícola de plantas que deles dependem (Klein et al., 2007; Kremen et al., 2007; Ricketts et al., 2008).

A ocorrência de vegetação nativa apresenta grande influência na capacidade produtiva de várias culturas agrícolas, uma vez que a composição das comunidades de polinizadores (especialmente abelhas) é influenciada pela matriz vegetal do seu entorno (Kremen et al., 2002; Ricketts, 2004; Taki e Kevan, 2007). A distância entre o cultivo e áreas de vegetação nativa influencia a produção agrícola de várias espécies cultivadas (Ricketts, 2004; Ricketts et al., 2008). Por esse motivo, estudos têm avaliado a magnitude desta influência, e demonstram a importância da preservação das áreas naturais para uma melhor interação entre planta e polinizador, promovendo uma agricultura produtiva e sustentável (Lienert, 2002; Carvalheiro et al., 2011; Garibaldi et al., 2011).

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg, Passifloraceae) é de origem americana, sendo cultivado em zonas tropicais; os principais produtores mundiais são Brasil, Equador, Colômbia e Peru, com aproximadamente 805 000 t/ano (Passionfruit, 2011). Essa espécie é considerada como a principal do gênero *Passiflora*, devido aos seus frutos serem comercializados, *in natura* ou processados, tanto no mercado nacional quanto internacional (Lima e Cunha, 2004). Por ser autoincompatível, necessita da polinização cruzada para a produção de frutos e sementes (Arias-Suárez et al., 2014). Devido às características morfológicas da flor e do pólen, a polinização abiótica é totalmente inviável, sendo essencial a presença dos polinizadores, principalmente abelhas do gênero *Xylocopa* conhecidas popularmente como mamangavas (Oliveira e Ruggiero 2005; Pereira Vieira et al., 2010), para a produção de frutos e sementes.

As mamangavas nidificam em troncos de árvores nativas, principalmente em ramos mortos de *Commiphora leptophloeos* Mart conhecida como umburana-de-cambão no nordeste do Brasil (Kiill et al., 2006). O desmatamento de áreas de vegetação nativa resultou em uma redução nas populações desses polinizadores nos cultivos, ocasionando um problema para a produtividade do maracujá em termos de quantidade e qualidade (Negreiros et al., 2008) no Brasil (Freitas e Oliveira Filho 2001; Camillo, 2003) e em outros países (Klein et al., 2007).

Assim, a manutenção das mamangavas e a produção no cultivo depende da preservação de áreas de vegetação nativa no entorno da cultura (Yamamoto et al., 2009).

Além da distância em relação a áreas de vegetação nativa, a produção agrícola também sofre forte influência do clima. Alterações nos fatores climáticos tais como temperatura e precipitação influenciam tanto padrões de floração e frutificação das plantas (Taiz e Zeiger 1998) quanto à fisiologia e o comportamento dos polinizadores (Siqueira et al., 2009).

Ainda que se reconheça a importância da polinização e da sazonalidade na produção de muitos cultivos agrícolas, há grandes lacunas sobre a interação entre os polinizadores nativos e as práticas atuais de agricultura (Imperatriz-Fonseca, 2004). O objetivo desse estudo foi verificar se há influência da distância da vegetação nativa em relação a áreas de cultivo, em diferentes períodos do ano, na produção e qualidade dos frutos de maracujá-amarelo, norteado pela seguinte pergunta: como a distância do remanescente de vegetação nativa e a sazonalidade interferem na frequência de visitas dos polinizadores, produção e qualidade dos frutos do maracujá – amarelo?

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e período de realização do estudo**

O estudo foi conduzido no Projeto de Irrigação Maniçoba, em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil (09°24"S 40°26"W). A região é caracterizada por áreas agrícolas intensamente gerenciadas, com área total de 4.268 ha, ocupada por 234 lotes com 1.889 ha, e 80 lotes de empresas com 2.379 ha (Codevasf, 2014). O projeto é conhecido como pólo de produção agrícola no Submédio do Vale do São Francisco. Dados parciais e recentes apontam que o tamanho das áreas cultivadas com maracujá na região do Projeto de Irrigação Maniçoba corresponde a 62,78 ha (Dim, 2014). Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é BswH, que corresponde à região semiárida muito quente (Amorim Neto, 1989), com temperatura mínima de 18,8°C, média 26,2°C e máxima de 32,4°C, com índice pluviométrico anual de 490,7 mm, com chuvas concentradas de novembro a abril e o período seco entre maio e outubro com vegetação típica de Caatinga (Embrapa, 2014).

Os dados de campo foram coletados em oito áreas localizadas a diferentes distâncias em relação a um remanescente de vegetação nativa de Caatinga (09°21'0101"S/40°16,6'12"W Figura 2). A distância linear foi determinada em metros a partir do ponto mais próximo da área de cultivo em relação à vegetação nativa, conforme segue: A1 (688m; 1,0 ha); A2 (740m; 1,0 ha); A3 (1.203m; 1,0 ha); A4 (2.432m; 1,5 ha); A5 (3.179m; 1,0 ha); A6 (3.463m; 1,0 ha);

A7(4.294m; 0,5 ha) e A8 (4.408m; 0,5 ha; Tabela 1). As áreas são distribuídas em meio a outros cultivos, são conduzidas sob irrigação e intenso tratamento com agroquímicos e não dispõem de áreas de sequeiro (pequenas manchas de vegetação natural exigidas por lei margeando os cultivos), exceto a área A3.

## **2.2 Espécie estudada**

*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg é uma liana que produz flores solitárias, axilares, protegidas por brácteas foliares, pedunculadas e diclamídeas. O cálice e a corola são pentâmeros, brancos e a corola é constituída de várias fímbrias brancas e roxas (Banu et al., 2009). Possuem androginóforo colunar que suporta as estruturas reprodutivas; o androceu possui cinco estames e o gineceu é composto por ovário globoso, unilocular, multiovulado e estigma tripartido (Cervi, 1997). As flores são diurnas e grandes, com aproximadamente 9cm de diâmetro (Siqueira et al., 2009).

## **2.3 Frequência e comportamento dos visitantes florais**

A frequência e o comportamento (recurso coletado e contato com elementos sexuais) dos visitantes florais foram determinados por meio de observações focais em campo. Os visitantes foram observados em três flores por 8 observadores, em três dias não consecutivos para cada uma das oito áreas, nos horários de 13:00h (início da antese floral) às 18:00h, totalizando um esforço amostral de 15 horas para cada área. Foram realizadas observações no final da estação seca (outubro), início da estação chuvosa (dezembro) de 2014 e início da estação seca (maio) de 2015, com um registro de 120 horas de observações para cada estação, perfazendo um total de 360 horas: 5 horas x 3 dias x 8 áreas x 3 periodos. Não foi possível realizar observações no final da estação chuvosa (abril) de 2015. Foram considerados polinizadores os visitantes florais que entravam em contato com anteras e estigmas, e pilhadores aqueles que não contatavam tais estruturas. As espécies de abelhas coletadas durante as observações foram identificadas e incorporadas à coleção do Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

## **2.4 Formação e características físico-químicas dos frutos**

Para avaliar a frutificação natural, 3200 botões florais em pré-antese foram selecionados nas oito áreas, sendo 100 botões no final da estação seca (outubro de 2014), 100 no início da estação chuvosa (dezembro de 2014), 100 no final da estação chuvosa (abril de 2015) e 100 no início da estação seca (maio de 2015), totalizando 400 botões em cada área

(100 em cada período). Os botões foram marcados no pedicelo e expostos à ação dos polinizadores. Os frutos obtidos foram ensacados com tecido voil para evitar a perda e seu desenvolvimento foi acompanhado até a maturação. A frutificação inicial foi observada oito dias após a marcação dos botões, e a total maturação após 45 dias, ocasião em que os frutos foram contados e coletados. A partir desses dados foi calculada a porcentagem de frutificação inicial, final e número de abortos.

A qualidade dos frutos formados foi avaliada usando-se os seguintes parâmetros: comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura da casca (EC), utilizando um paquímetro digital (0-150 mm), além da massa do fruto (MF), massa da polpa (MP, ou semente com arilo) e massa da semente (MS, ou semente sem arilo) com a utilização de balança de precisão (erro: 0,001g). A semente foi separada do arilo pelo uso de peneira e posterior secagem das sementes ao sol. A porcentagem da polpa (%PP) foi obtida subtraindo-se a massa de sementes sem arilo da massa de sementes com arilo. O número de sementes viáveis (escuras) foi determinado por meio da subtração do número total de sementes pelo número de sementes inviáveis (claras). A concentração de açúcares na polpa (°brix) foi obtida usando-se um refratômetro digital portátil Atago (0-53%).

As características físico-químicas dos frutos (comprimento, diâmetro, espessura da casca, número de sementes viáveis, °brix e massa da semente) representam indicativos de boa qualidade para o interesse do consumidor que almeja o consumo *in natura*, geralmente preferindo frutos maiores, mais pesados e com aparência atraente (Meletti; Brucker, 2001).

### 3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As comparações da frequência de visitas dos polinizadores e da qualidade dos frutos nas diferentes áreas e estações foram realizadas usando-se ANOVA com teste de Tukey *a posterior* ( $p > 0,05$ ). Para comparar o número de frutos formados nas áreas de estudo no período seco e chuvoso foi utilizado o teste Qui-quadrado. A correlação entre distâncias dos cultivos em relação à área de vegetação nativa, a frequência de polinizadores e a frutificação dentro de cada período foi testada com o teste de Pearson ( $p > 0,05$ ). A normalidade dos dados foi testada previamente em todos os casos usando-se o teste de Kolmogorov e Smirnov. Os testes foram feitos usando-se os programas ASSISTAT 7.7, STATSOFT e PAST.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Frequência e comportamento dos visitantes florais

As flores foram visitadas no horário de abertura das flores por quatro espécies de abelhas, duas de borboletas e uma de beija-flor. Dentre as espécies de abelhas, apenas duas foram consideradas polinizadoras, *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789) e *X. grisescens* (Lepeletier, 1841), as quais apresentaram as maiores frequências dentre todos os visitantes. As abelhas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) foram consideradas apenas pilhadoras de pólen e néctar. *Trigona spinipes*, no seu comportamento de pilhagem de néctar, perfurava com suas mandíbulas a região inferior da câmara nectarífera e em seguida coletava o recurso, além de cortar as fimbrias da corona. As abelhas *A. mellifera* visitaram as flores para coleta de pólen (diretamente das anteras) e só retiraram o néctar após a abertura realizada por *T. spinipes* na base da flor. Os beija-flores foram considerados pilhadores de néctar e apresentaram comportamento antagonista em relação às espécies de *Xylocopa*, bicando-as e expulsando-as das flores. Também foram registradas visitas eventuais de borboletas, moscas e formigas nas flores, forrageando em rápidas visitas atuando como pilhadores (Tabela 1).

Houve diferença na frequência e na guilda de visitantes florais entre os períodos seco e chuvoso, entre horários de visitas, entre áreas e entre anos de estudo. No final do período seco de 2014, o número total de visitantes florais foi extremamente baixo em relação aos outros períodos. Foram registradas visitas por *A. mellifera*, *T. spinipes* (ambas mais frequentes entre 13:00h e 15:00h) e espécies de *Xylocopa* (mais frequentes em torno de 16:00h, Figura 3). Em relação às diferenças entre áreas, a frequência de ambas as espécies de *Xylocopa* foi maior nas áreas A1 ( $0,13 \pm 0,34$ ) e A4 ( $0,11 \pm 0,32$ ); as menores frequências destas abelhas foram observadas nas áreas A2 ( $0,07 \pm 0,25$ ), A3 ( $0,02 \pm 0,15$ ), A7 ( $0,02 \pm 0,15$ ) e A8 ( $0,02 \pm 0,15$ ). Essas abelhas não foram observadas nas áreas A5 e A6 nesse período. *Trigona spinipes* foi mais frequente nas áreas A1 ( $0,22 \pm 0,60$ ), A3 ( $0,22 \pm 0,60$ ), A6 ( $0,22 \pm 0,60$ ) e A7 ( $0,20 \pm 0,50$ ); as menores frequências foram observadas nas áreas A2 ( $0,07 \pm 0,33$ ), A4 ( $0,04 \pm 0,21$ ) e A8 ( $0,07 \pm 0,25$ ). Essa abelha não foi registrada na A5 neste período. Não houve diferença significativa entre frequência de visitas de *A. mellifera* e do beija-flor entre as áreas nesse período (Figura 4).

No início da estação chuvosa de 2014 houve um aumento na frequência de todos os visitantes, sendo maior do que o encontrado no final do período seco do mesmo ano. Os visitantes mais frequentes foram *A. mellifera*, *T. spinipes*, com maior frequência nos horários entre 13:00h e 15:00h; as abelhas *Xylocopa* foram mais frequentes entre 15:00h e 16:00h. As

maiores médias de frequência foram registradas nas áreas A4 ( $0,31 \pm 0,47$ ), A7 ( $0,20 \pm 0,40$ ), A1 ( $0,18 \pm 0,39$ ) e A2 ( $0,18 \pm 0,44$ ) ( $F=2,95$ ;  $df=352$ ;  $p=0,005$ ), e as menores nas áreas A3 ( $0,13 \pm 0,34$ ), A8 ( $0,09 \pm 0,29$ ), A5 ( $0,07 \pm 0,25$ ) e A6 ( $0,02 \pm 0,15$ ). *A. mellifera* foi o visitante mais frequente em relação aos demais; a maior frequência foi observada em A1 ( $4,73 \pm 2,31$ ), A2 ( $4,67 \pm 2,31$ ), A5 ( $3,88 \pm 1,33$ ), A7 ( $3,10 \pm 0,30$ ), A6 ( $3,00 \pm 0,20$ ) e A8 ( $3,00 \pm 0,15$ ) e as menores em A3 ( $2,72 \pm 1,93$ ) e A4 ( $2,20 \pm 0,45$ ). Não houve diferença significativa na frequência de visitas de *T. spinipes* e o beija-flor entre as áreas (Figura 4).

No início da estação seca de 2015, o número total de visitas foi maior do que nas estações seca e chuvosa do ano anterior. Em todos os horários houve uma frequência maior de *Xylocopa*, sendo registradas as maiores médias em relação aos outros visitantes florais. A maior média foi para as áreas A3 ( $9,98 \pm 5,65$ ) e A1 ( $3,91 \pm 2,98$ ). As demais áreas apresentaram médias menores: A2 ( $1,64 \pm 0,93$ ), A4 ( $1,73 \pm 1,45$ ), A6 ( $0,91 \pm 1,29$ ), A7 ( $1,04 \pm 1,04$ ) e A8 ( $0,58 \pm 0,66$ ), porém foram superiores às registradas em 2014. As abelhas *A. mellifera* apresentaram a maior frequência para as áreas A4 ( $3,40 \pm 3,44$ ) e A6 ( $1,22 \pm 1,88$ ); as maiores médias de *T. spinipes* foram observadas nas áreas A7 ( $1,04 \pm 2,06$ ) e A8 ( $0,44 \pm 1,08$ ). Os beija-flores tiveram maior frequência nas áreas A4 ( $1,64 \pm 1,94$ ) e A7 ( $1,16 \pm 1,89$ ). A área A5 foi erradicada no início da estação seca de 2015 por motivos fitossanitários.

As distâncias das áreas de cultivos em relação à vegetação nativa influenciaram significativamente a frequência de visitas de espécies de *Xylocopa* apenas no final da estação seca de 2014 ( $r=-0,754$ ;  $p=0,03$  Figura 5).

#### 4.2 Formação e características físico-químicas dos frutos

Houve correlação significativa e positiva entre a distância das áreas em relação à vegetação nativa e o número de frutos apenas para o final da estação seca de 2014 (Figura 7).

A frutificação final resultante de polinização natural foi baixa quando comparada à frutificação inicial em todas as áreas e períodos avaliados, indicando alta porcentagem de aborto (Tabela 3). Não houve frutificação nas áreas A5, A6, A7 e A8 no final do período seco de 2014, nem nas áreas A5 e A6 no início da estação chuvosa do mesmo ano (Tabela 3).

Houve diferenças significativas na frutificação final entre as áreas no final da estação seca de 2014 e no início da estação seca de 2015 ( $\chi^2$ : A1 =9,3; A2 =5,44; A3= 27,45), mas não houve na estação chuvosa. De modo geral, os percentuais de frutificação foram muito baixos comparando os dois anos avaliados bem como às áreas e períodos (Tabela 3).

O número de frutos formados foi estatisticamente influenciado pela frequência de visitas de abelhas mamangavas no final da estação seca de 2014 ( $r=0,700$ ;  $p=0,05$ ) e início da estação seca de 2015 ( $r=0,807$ ;  $p=0,02$ ), mas tal influência não foi significativa no início

estação chuvosa em 2014 (Figura 6). Houve diferenças significativas nos parâmetros físico-químicos dos frutos entre os períodos e anos de estudo, exceto para o final da estação seca no ano de 2014 e final da estação chuvosa de 2015. As áreas A1 e A2 não foram testadas estatisticamente por apresentarem apenas um fruto (Tabela 2). No início da estação chuvosa de 2014 a área A4 apresentou as maiores médias para o diâmetro do fruto ( $84,45 \pm 1,48$ ), espessura da casca ( $11,65 \pm 0,49$ ) e peso da polpa ( $126,85 \pm 10,96$ ). A área A2 apresentou as menores médias de diâmetro do fruto ( $77,78 \pm 9,38$ ), espessura da casca ( $79,5 \pm 1,89$ ) e peso da polpa ( $60,55 \pm 19,13$ ). Não houve diferenças significativas nas demais características entre as áreas (Tabela 2).

No início do período seco de 2015 foram observadas diferenças significativas nas características dos frutos e áreas. A área A6 teve as maiores médias de peso da polpa ( $249,71 \pm 43,36$ ), comprimento do fruto ( $102,9 \pm 5,33$ ), diâmetro do fruto ( $95,44 \pm 5,42$ ), peso da polpa ( $107,86 \pm 21,71$ ), porcentagem de polpa ( $100,98 \pm 21,10$ ), número de sementes viáveis ( $367,78 \pm 47,83$ ) e peso da semente ( $6,89 \pm 0,89$ ). A menor média foi para espessura da casca ( $8,91 \pm 1,46$ ). A área A4 apresentou as menores médias de comprimento do fruto ( $85,45 \pm 26,31$ ), diâmetro do fruto ( $83,64 \pm 3,17$ ) e espessura da casca ( $9,62 \pm 1,48$ ), e a área A7 teve menores médias de peso do fruto ( $155,41 \pm 42,68$ ), peso da polpa ( $68,69 \pm 15,18$ ), porcentagem de polpa ( $63,29 \pm 14,43$ ), e peso da semente ( $5,41 \pm 0,90$ ; Tabela 2).

Houve diferença significativa em todas as características físico-químicas dos frutos (exceto °brix e massa das sementes) entre estação seca e chuvosa, independente das áreas e do ano (Tabela 4). Na estação seca os frutos apresentaram as maiores médias para MF ( $187,49 \pm 35,99$ ), CF ( $94,54 \pm 11,00$ ), DF ( $87,46 \pm 6,36$ ), EC ( $10,62 \pm 1,60$ ), peso da polpa ( $81,71 \pm 16,70$ ), porcentagem de polpa ( $75,49 \pm 16,32$ ) e número de sementes viáveis ( $310,14 \pm 53,17$ ) quando comparados com os frutos da estação chuvosa (MF  $162,24 \pm 53,96$ ; CF  $94,54 \pm 11,00$ ; DF  $75,02 \pm 9,49$ ; EC  $8,35 \pm 1,92$ ; peso da polpa  $71,46 \pm 30,32$ ; porcentagem de polpa  $64,80 \pm 27,81$ ; número de sementes viáveis  $263,35 \pm 112,06$ ; Tabela 4).

Houve correlação significativa entre número de visitas por abelhas mamangavas, distância e os parâmetros de qualidade dos frutos apenas para o final da estação seca do ano de 2014 (Tabela 5). Não houve correlação entre distancia e qualidade dos frutos tanto para o início e final do período chuvoso. Já a frequência de abelhas mamangavas influenciou significativamente na qualidade dos frutos de maracujá-amarelo apenas no início da estação chuvosa em 2014 (Tabela 06).

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Polinização, efeitos da distância em relação a áreas de vegetação nativa e da sazonalidade na frequência e no comportamento dos visitantes florais

As abelhas *X. grisescens* e *X. frontalis* apresentam vários atributos que favorecem a polinização do maracujá, tais como dimensões compatíveis com a morfologia da flor, horários de visitas compatíveis com a abertura dos botões florais e capacidade de transportar elevada quantidade de grãos de pólen e de depositá-los nos estigmas (Siqueira et al., 2009; Kiill et al., 2010). Estas abelhas são apontadas como generalistas e certamente visitam grande número de espécies vegetais, concentrando-se, porém, em alguns recursos mais produtivos (Marchi et al., 2010).

A pouca influência que a distância entre as áreas de cultivos e de vegetação nativa teve, isoladamente, na atividade dos polinizadores, assim como a influência observada quando foi associada à sazonalidade foi também observada por Banls et al. (2014) em cultivos de café. A maior frequência de espécies do gênero *Xylocopa* em áreas mais próximas da vegetação nativa no período seco deve estar relacionada à redução de gasto energético por parte das abelhas. O forrageamento em distâncias menores leva à diminuição destes gastos, o que é importante em períodos de escassez de recursos (Gerling et al., 1989). Maiores frequências de visitas de mamangavas em áreas de cultivo que possuem pequenas distâncias em relação a áreas de vegetação nativa estão associadas, principalmente, com a exigência por locais específicos de nidificação, a exemplo de cavidades em árvores encontradas apenas em áreas com vegetação minimamente preservadas (Klein et al., 2007; Yamamoto et al., 2010; Carvalheiro et al., 2011).

A ocorrência de *A. mellifera*, abelha de médio porte, em todas as áreas, pode estar relacionada a uma menor exigência quanto à especificidade para locais de nidificação, o que ocorre, nesta espécie, em estreitas manchas de vegetação nativa em torno dos cultivos (Ricktes, 2004). Essas abelhas apresentam menor capacidade de percorrer grandes rotas de forrageio comparadas a abelhas de maior porte (Klein et al., 2008). O comportamento pilhador de *A. mellifera* e *T. spinipes* vem sendo amplamente discutido na literatura como um fator que pode trazer consequências negativas para os cultivos de maracujá. Essas abelhas forrageiam eficientemente e reduzem a disponibilidade de néctar e pólen para os polinizadores, desfavorecendo a produção (Silva et al., 2014). Além disso, danificam partes florais, como as pétalas e fimbrias, reduzindo a atratividade das flores (Malerbo-Souza et al.,

2002; Kiill et al., 2006). Por outro lado, em alguns casos os efeitos da pilhagem podem não modificar ou até mesmo favorecer a formação de frutos. A retirada do néctar força os polinizadores a visitarem um maior número de flores de maracujá para suprir sua demanda energética, favorecendo o fluxo de pólen entre os indivíduos (Silva et al., 2014).

A baixa frequência de visitas bem como frutificação registrada no final da estação seca de 2014 pode ser explicada devido à longa estiagem ocorrida no referido ano. Adicionalmente, a amostragem ocorrida no final de estação pode ter refletido na alteração do comportamento de nidificação e reprodução, levando essas abelhas a construírem seus ninhos nesta estação e assim se prepararem para uma possível reprodução na estação chuvosa (Marchi et al., 2010). Esta afirmação ganha forças com os resultados da frequência de abelhas mamangavas para o início da estação seca de 2015, período em que a maior frequência foi observada. Possivelmente isto se deva ao fato dos voos serem direcionados para coleta de pólen em espécies nativas preferencialmente pela manhã (Marchi et al., 2010), e a coleta de néctar ocorrer à tarde (Siqueira et al., 2009), sendo este comportamento já observado para estas espécies de abelhas (Gerling et al., 1983). Provavelmente, a maior frequência e o maior números de frutos registrados no início da estação seca em 2015, sendo considerada cem vezes maior do que os registrados nos demais períodos, seja reflexo das chuvas ocorridas nos meses anteriores. É possível que a vegetação nativa ainda apresente recurso alimentar disponível para o início do período seco.

Uma maior disponibilidade de alimento na vegetação nativa no início da estação chuvosa em dezembro de 2014 pode ter desviado as mamangavas dos cultivos de maracujá. Apesar da baixa frequência e frutificação nesse período, foi considerada dez vezes maior do que os resultados registrados no final do período seco do mesmo ano. É provável também que na estação chuvosa as mamangavas diminuam o ritmo de forrageamento realizando voos curtos e breves (Marchi et al., 2010). A baixa frequência pode ser justificada, também, pelo intenso uso de agrotóxicos nesse período, uma vez que os cultivos de maracujá-amarelo se encontram mais susceptíveis a doenças e pragas na estação chuvosa (Junqueira et al., 2001).

O maior número de visitação de *A. mellifera* talvez seja explicado por um aumento populacional dessas abelhas e com isso a necessidade de um maior suprimento alimentar (Siqueira et al., 2009). Possivelmente a baixa quantidade e qualidade dos frutos na estação chuvosa estejam associadas com a ação pilhadora dessas abelhas, indisponibilizando o pólen e com isso inviabilizando tanto a polinização natural quanto a artificial. Estudos vem investigando estratégias de mitigação do efeito negativo de *A. mellifera* no maracujá-amarelo, tais como a plantação de espécies de planta que possuem grande produção de recurso floral, constituindo um forte atrativo, tais como calabura (*Mutingia calabura*; Marlebo-Souza et al.,

1996), cosmos- *Cosmos sulphureus* Cav. e girassol – *Helianthus annuus* (Malerbo-Souza et al., 2003).

O maior número de visitas por abelhas do genero *Xilocopa* influenciou na quantidade dos frutos formados, mas essa variável não influenciou nos parâmetros químico-físicos dos frutos, já que qualidade dos frutos permaneceu alta diante dos periodos com poucas visitas.

A presença de diferentes culturas agrícolas e o uso intensivo de agroquímicos em diferentes períodos e estações também devem ter influência na ausência de relação entre frequência de visitas e distância dos cultivos da vegetação nativa no período chuvoso. Na região do estudo, diversas espécies são cultivadas neste período, e as abelhas podem apresentar preferência por recursos ofertados por outros cultivos, assim como podem ter sido afugentadas pela utilização indiscriminada de agroquímicos (Freitas e Pinheiro, 2010), mascarando a variável distância no período chuvoso, avaliada em nosso estudo.

## **5.2 Influência da distância em relação a áreas de vegetação nativa e da sazonalidade na formação e nas características físico-químicas dos frutos**

Similarmente ao comentado para a frequência de visitas, quando a distância foi analisada isoladamente, parece não trazer mudanças na formação dos frutos, porém estando associada à sazonalidade, mostra sua influência. Talvez áreas com cultivos de maracujá mais próximas da vegetação nativa garantam uma maior frequência dos polinizadores e formação de frutos em períodos de estiagem. A distância entre os cultivos e a área de vegetação e sazonalidade influenciaram a frequência dos polinizadores e, conseqüentemente, na produção natural de frutos (Siqueira et al., 2009; Benevides et al., 2009; Yamamoto et al., 2010), uma vez que o número de frutos formados depende das visitas das abelhas.

A formação de frutos aqui observada foi baixa quando comparada a outros estudos (Silveira et al., 2012). Este resultado pode ser explicado pela baixa frequência de visitas de abelhas de grande porte observada no período de estudo, quando comparada a estudos com a mesma espécie (Siqueira et al., 2009). No entanto, os frutos apresentaram alta qualidade, o que demonstra a importância da ocorrência dessas abelhas em áreas de cultivos (Silveira et al., 2012; Cobra et al., 2015). O alto percentual de frutos abortados contribuiu de forma significativa na baixa frutificação final em todas as variáveis analisadas. Possivelmente isso tenha ocorrido devido às flores não terem sido adequadamente polinizadas (Ashman et al., 2004; Bos et al., 2007 Free, 1993). Essa baixa produção também pode ser atribuída a uma capacidade de suporte das plantas estudadas em relação ao número de frutos formados (Bos et al., 2007).

As características físico-químicas dos frutos oriundo de polinização natural por abelhas mamangavas, tais como peso, é semelhante aos frutos comercializados (180g; Farias et al., 2007), dessa forma esses serviços de polinização parecem assegurar um peso adequado para o fruto, passando a ter mais atratividade para o mercado consumidor. As médias de comprimento e diâmetro de frutos são um indicativo de melhor qualidade, pois apresentam relação com o peso dos mesmos (Santos et al., 2009). Para a espessura da casca, é provável que os consumidores prefiram frutos de maracujá com casca fina, pois a quantidade de polpa seria maior (Silveira et al., 2011).

A massa da polpa bem como o número de sementes dos frutos depende da eficiência da polinização, estando relacionado a um maior número de grãos de pólen depositados nos estigmas (Silveira et al., 2011). O rendimento da polpa observado no nosso estudo está adequado para atender a exigências da indústria, que requerem valores de até 45% (Salomão et al., 2001). O valor de 13,05 para o °brix foi superior ao necessário para a produção de suco, que é de 11,00 (Brasil, 2000), sendo semelhantes aos encontrados por (Meletti 2011; Borges et al., 2008).

Nosso estudo apoia a ideia da importância do papel das abelhas mamangavas em cultivos comerciais de maracujá-amarelo e de que a boa qualidade dos frutos é assegurada por esses serviços de polinização. Para esse estudo a sazonalidade também influenciou na qualidade dos frutos. Tudo indica que a estação seca favoreça tanto para o aumento do número de polinizadores bem como a qualidade dos frutos. Apesar de muitos estudos mostrarem que distância entre as áreas de cultivos e a vegetação nativa seja uma variável importante, isoladamente não mostrou influência na produção de maracujá-amarelo para o contexto aqui apresentado. A presença das mamangavas nesses cultivos pode apresentar uma interação complexa com o número de variáveis atuantes nesse sistema, efeitos sazonais, substratos para nidificação, ciclo reprodutivo, preservação da vegetação nativa margeando os cultivos, manejo e conscientização dos produtores aos serviços de polinização, os quais precisam ser ainda elucidados.

## **6 CONCLUSÃO**

A presença da vegetação nativa pode resultar em benefícios tanto econômicos como ambientais, e a proximidade dos cultivos em relação à vegetação nativa pode levar a uma produção mais rentável principalmente no período seco, sendo importante que o produtor mantenha a vegetação em suas propriedades. Tal período é recomendado para que o produtor cultive maracujá-amarelo com menor custo de mão de obra devido a um maior número de

polinizadores, e também porque nesse período os frutos apresentam melhor qualidade comparando ao período chuvoso. O maior número de polinizadores garante uma maior taxa de frutificação. A ação dos pilhadores é considerada um problema para a cultura do maracujá-amarelo, sendo recomendada para o produtor o uso de estratégias que diminuam tal ação.

## 7 AGRADECIMENTOS

Aos agricultores, pela permissão do uso dos cultivos, ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida a S.R.Silva e ao auxílio financeiro concedido a C.C.Castro (483348/2012-0), ao programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio institucional e financeiro, à Universidade Estadual da Bahia pelo apoio logístico.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM NETO, M. da S. 1989. Informações meteorológicas dos Campos Experimentais de Bebedouro e Mandacaru. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 58p. (Documento, 57).
- ARIAS-SUÁREZ, J. C., OCAMPO-PÉREZ, J. A., URREA-GÓMEZ, R. 2014. La polinización natural en el maracuyá (*passiflora edulis* f. *flavicarpa* degener ) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Agronomía Mesoamericana* 25(1):73-83.
- ASHMAN, T., KNIGHT, T. M., STETS, J., AMAREKARE, P., BURD, M., CAMPEBELL, D. R.; DUDACH, M. R.; JOHNSTON, M. O., MOZER, S. J., MITCHELL, R. J.; MORGAN, M. T., WILSON. W. G., 2004. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology* 85: 2408-2421.
- BANKS, J. E.; HANNON, L. M.; DIETSCH, T. V.; CHANDLER, M. 2014. Effects of seasonality and farm proximity to forest on Hymenoptera in Tarrazú coffee farms. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, Vol. 10, No. 2, 128 –132.
- BANU, M. B., MATIN, M. Q. I., HOSSAIN, T., HOSSAIN, M. M., 2009. Flowering behaviour and flower morphology of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *International Journal of Sustainable Crop Production*, 4(4): 05-07.
- BENEVIDES, C.R., GAGLIANONE, M.C., HOFFMANN, M., 2009. Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte fluminense, RJ. *Rev. Bras. Entomol.* 53, 415–421
- BOS, M. M., VEDDELER, D., BOGDANSKI, A.K., KLEIN, A M. TSCHARNTKE, T., STEFFAN-DEWENTER, I. TYLIANAKIS, J. M., 2007. Caveats to quantifying ecosystem services: fruit abortion blurs benefits to crop pollination. *Ecological Applications* 17:1841-1849.

- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-estrutura Hídrica. Departamento de Projetos Especiais. Maracujá. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000. 4p. (FrutiSéries. Minas Gerais, 4).
- CAMILLO, E. 2003. Polinização de maracujá. Holos Editora, Ribeirão Preto.
- CARVALHEIRO, L.G., VELDTMAN, R., SHENKUTE, A.G., TESHAY, G.B., PIRK, C.W.W., DONALDSON, J.S., 2011. Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. *Ecol. Lett.*, 14, 251–259.
- CERVI, A. C., 1997. Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Madrid: Fontqueria XLV.
- COBRA, S. S. O., SILVA, C. A., KRAUSE, W., DIAS, D. C., KARSBURG, I. V., MIRANDA, A. F., 2015. Características florais e polinizadores na qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-azedo. *Pesq. agropec. Bras.* Brasília, v.50, n.1, p.54-62.
- CODEVASF. Projeto Maniçoba, disponível no site: [www.codevsf.gov.br](http://www.codevsf.gov.br) acessado em 10.09.2014.
- DIM, Distrito Irrigado de Maniçoba, 2015. Acessado de: <http://www.dim.org.br>, em 23/09/2015.
- EMBRAPA. Dados meteorológicos. Juazeiro, BA: Estação Agrometeorológica de Mandacaru. Disponível em: < [www.cpatsa.embrapa.br](http://www.cpatsa.embrapa.br)>. Acesso em: 14/05/2015.
- FARIAS, J.F., SILVA, L.J.B., ARAÚJO NETO, S.E., MENDONÇA, A, V., 2007. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. *Rev. Caatinga* 20, 196–202 (in Portuguese).
- FREE, J.B. (1993). *Insect Pollination of Crops*, 2nd edn. Academic Press, London.
- FREITAS, B. M., PINHEIRO, J. N., 2010. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Australis*, v. 14, p. 282-298,
- FREITAS, B. M., OLIVEIRA FILHO. J. H., 2001. Criação racional de mamangavas: para polinização em áreas agrícolas. Fortaleza: Banco do Nordeste.
- GARIBALDI, L.A., AIZEN, M.A., KLEIN, A.M., CUNNINGHAM, S.A., HARDERE, L.D., 2011. Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, 5909–5914.
- GERLING, D., HURD, P. D., HEFETZ, A., 1983. Comparative Behavioral Biology of Two Middle East Species of Carpenter Bees (*Xylocopa* Latreille) (Hymenoptera: Apoidea), vol. 369 of *Smithsonian Contributions to Zoology*, no. 369, Smithsonian Institution Press, Washington, D C, USA.
- GERLING, D., VELTHUIS, W. H. D., HEFETZ, A., 1989. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. *Ann. Rev. Entomol.*, Palo Alto, 34:163-190.

- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2004. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. 10p. In. <<http://www.ib.usp.br/vinces/logo/vera.pdf>. Acesso em 30.11.2015.
- JUNQUEIRA, N. T. V., VERAS, M. C. M., NASCIMENTO, A. C., CHAVES, R. C., MATOS, P. A., JUNQUEIRA, K. P., 2001. A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro; 18p. -Documentos/ EMBRAPA- Cerrados, ISSN 1517-5111; 41.
- JUNQUEIRA, N. T. V., TEXEIRA, R. V. R., NASCIMENTO, A. C., CHAVES, R. C., SHARMA, R. D., 1999. Controle das principais doenças no maracujazeiro no Cerrado; 5p. - Documentos/ EMBRAPA- Cerrados, Comunicado técnico, 8.
- KIILL, L.H.P., SIQUEIRA, K.M.M., ARAÚJO, F.P., TRIGO, S.P.M., FEITOZA, E.A., LEMOS, I.B., 2010. Biologia reprodutiva de *passiflora cincinnatamast*. (passifloraceae) na região de Petrolina-PE. 14(1):115-127, Março 2010 doi:10.4257/Oecologia Australis.
- KIILL, L. H. P., SIQUEIRA, K. M. M. de (Coord.). 2006. Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco: estratégias de manejo de polinizadores de fruteiras no Sub-Médio do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; PROBIO, CD-ROM.
- KLEIN, A.M., VAISSEIRE, B.E., CANE, J.H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S. A., KREMEN, C., TSCHARNTKE, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. P. Roy. Soc. B-Biol. Sci. 274, 303– 313.
- KREMEN, CLAIRE., WILLIAMS, NEAL M., THORP, ROBBIN W., 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Stanford, v. 99, n.26, p. 16812-19816, dec.
- KREMEN, C., WILLIAMS, N. M., AIZEN, M. A., GEMMIL-HERREN, B., LEBUHN, G., MINCKLEY, R., PACKER, L., POTTS, S. G., ROULSTON, T., STEFFAN-DEWENTER, I., VÁZQUEZ, P., WINFREE, R., ADAMS, L., CRONE, E. E., GREENLEAF, S. S., KEIT, T. H., KLEIN, A. M., REGETZ, J., RICKETTS, T. H., 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. Ecology Letters, Oxford, v. 10, p. 299-314.
- LIMA, A DE A., Y M.A.P. CUNHA., 2004. Da maracujá: produção e qualidade na passicultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz de Almas, Brasil
- LIENERT, J., DIEMER, M., SCHMID, B., 2002b. Effects of habitat fragmentation on population structure and fitness components of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae). Basic and Applied Ecology, 3, 101–114.
- MARCHI, P., GABRIEL A. R., MELO, G. A. R., 2010. Biologia de nidificação de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (olivier) (Hymenoptera, apidae, Xylocopini) em morretes, Paraná. Oecologia Australis. 14(1): 210-231, doi:10.4257/oeco.2010.1401.12
- MALERBO-SOUZA, D.T. 1996. Efeito de atrativos e repelentes sobre o comportamento forrageiro da abelha *Apis mellifera*. Jaboticabal, 1996. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal,

- MALERBO-SOUZA, D. T., NOUGUEIRA-COUTO, R. H., TOLEDO, V. A. A., 2002. Insetos associados às flores de diferentes espécies de maracujá (*Passiflora* spp.). *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n.5, p.1269-1274, abr.
- MALERBO-SOUZA, D. T. , Charlier, A., Rossi, M. M., Pinto, A. S., Nogueira-Couto, R. H., 2003. Métodos para atrair e repelir a abelha *Apis mellifera* (L.) em cultura de maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa* Deg.)-DOI: 10.4025/actascianimsci. v25i1. 2036. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(1), 1-8.
- MELETTI, L.M.M., BRUCKNER, C. H.2001. Melhoramento genético. In.: BRUCKNER, C. H. PIKANÇO, M.C. (Eds) Maracujá: tecnologia de produção, pós- colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre. Cinco Continentes. p. 345-385.
- MELETTI, L. M. M. 2011. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(SPE1), 83-91.
- NEGREIROS, J.R. da S., ARAÚJO NETO, S.E. de., ÁLVARES, V. de S., LIMA, V. A. de., OLIVEIRA, T.K.,NIETSCH, S., PEREIRA, M. C. T., ROCHA, M. V., DURÃES, N. N., DA MOTA, W. F., GONÇALVES, V. D. DE., LIMA, C., 2008. Diferentes horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinheira (*Annona Squamosa* L.) no norte de Minas Gerais. *Unimontes Científica*, 5(1), 33-38.2008. de. Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco – Acre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, p.431-437.
- OLIVEIRA, J.C., RUGGIERO, C., Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). 2005. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados.p.143-158.
- PASSIONFRUIT. 2011. Supply and demand. <http://www.passionfruitjuice.com> (Consultado março de 2015).
- PEREIRA V. 2010. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. *Revista Ibero Americana de Economia Ecológica*. Vol. 15: 43-53.
- POTTS, S. G., VULLIAMY, B., ROBERT, S., O'TOOLE, C., DAFINI, A., NEEMAN, G., WILLIMER, P., 2005. Role of nesting resources in organizing diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30:78-85.
- POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J.C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E.; 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 345-353.
- RÊGO, M. M., RÊGO, E. R., BRUCKNER, C. H., SILVA, E. A. M., FINGER, F. L., PEREIRA, K. J. C., 2000. Pollen tube behavior in yellow passion fruit following compatible and incompatible crosses. *Theoretical and Applied Genetics*, New York, v. 101, p. 685-689.
- RICKETTS, T.H. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conserv. Biol.* , 18, 1262–1271.
- RICKETTS, T.H., REGETZ, J., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., BOGDANSKI, A., GEMMIL-HERREN, B., GREENLEAF, S. S., KLEIN, A.M., MAYFIELD, M.M., MORANDI, L.A., O CHIENG, A., VIANA, B.F., 2008.

Landscap e effects on crop pollinations services: a rethere general patterns? Ecol. Lett. 11, 499–515.

SALOMÃO, L. C. C.; VIEIRA, G.; MOTA, W. F. 2001. Tecnologia de colheita e pós-colheita. In: BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto alegre: Cinco Continentes, p. 283-304.

SANTOS, C.E.M.; BRUCKNER, C.H.; CRUZ, C.D.; SIQUEIRA, D.L.; PIMENTEL, L.D. Características físicas do maracujá-azedo em função do genótipo e massa do fruto. Revista Brasileira de Fruticultura, v.31, p.1102-1110, 2009. DOI: 10.1590/S0100-29452009000400025.

SIQUEIRA, K. M. M. de., KIILL, L. H. P., MARTINS, C. F., LEMOS, I. B., MONTEIRO, S. P., FEITOSA, E. A., 2009. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do Submédio São Francisco. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n.1, p. 001-012, mar.

SILVA, C. I., MARCHI, P., ALEIXO, K. P., SILVA, B., N.; FREITAS, B. M., GAROFALO, C. A., IMPERATRIZ FONSECA, V. L., OLIVEIRA, P. E. A. M., SANTOS, I. A., 2014. Manejo dos polinizadores de flores do maracujazeiro. Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza-CE. 1.ed.

SILVEIRA, M. V., ABOT, A. R., NASCIMENTO, J. N., RODRIGUES, E. T., RODRIGUES, S.R., PUKER. 2012., Is manual pollination of yellow passion fruit completely dispensable? Scientia Horticulturae 146, 99–103.

STEFFAN-DEWENTER, I., WESTPHAL, C. 2008. The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. Journal of Applied Ecology, 45: 737-741.

TAIZ, L., AND E. ZEIGER. "Mineral nutrition." *Plant physiology* 2 (1998): 103-124.

TAKI, H., KEVAN, P.G., 2007. Does habitat loss effect the communities of plantes and insects equally in plant-pollinator interations? Biodiversity and conservation 16: 3147: 3161.

YAMAMOTO, M., BARBOSA, A. A. A., OLIVEIRA, P. E. A. M. A., 2010. Polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flaviocarpa* Deg.): Oecologia Australis, v.4, p.174 -192.

YAMAMOTO, M. 2009. Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, Passifloraceae): riqueza de espécies, frequência de visitas e a conservação de áreas naturais.. 142 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

**Tabela 1.** Visitantes florais de (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg Passifloraceae) com número total de visitas (n) e frequência (%), em oito áreas de cultivos, com seus respectivos número de visitas, porcentagem, recurso forrageado e resultado da visita, em 2014 e 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.

	Número e frequência de visitas																Recurso	Resultado da visita
	A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
<b>HYMENOPTERA</b>																		
<b>Apidae</b>																		
<i>Apis mellifera</i>	48	17,08	38	26,4	135	19,59	193	56,59	14	58,33	36	30,0	50	28,57	48	35,56	N/P	Pi
<i>Trigona spinipes.</i>	13	4,62	7	4,86	66	9,57	22	6,59	2	8,33	4	3,33	48	27,43	31	22,97	N	Pi
<i>Xylocopa frontalis</i>	8	2,84	9	6,25	13	1,88	10	2,95	0	0,0	6	5,00	2	1,14	6	4,44	N	Po
<i>Xylocopa grisescens</i>	170	60,49	65	45,1	437	63,42	70	20,73	2	8,33	35	29,17	45	25,71	20	14,82	N	Po
<b>Formicidae</b>																		
sp. 1	3	1,06	4	2,77	1	0,14	2	0,58	2	8,33	3	2,50	1	0,57	5	3,70	N	Pi
<b>DIPTERA</b>																		
sp. 1	2	0,74	1	6,69	1	0,14	1	0,29	1	4,17	1	0,84	2	1,14	1	0,74	N	Pi
<b>LEPIDOPTERA</b>																		
sp.1	6	2,13	5	3,47	3	0,45	1	0,29	1	4,17	2	1,66	2	1,14	4	2,96	N	Pi
sp. 2	1	0,37	1	0,69	2	0,29	3	0,87	1	4,17	3	2,50	1	0,58	1	0,74	N	Pi
<b>AVE</b>																		
<b>TROCHILIDAE</b>																		
sp.1	29	10,32	14	9,72	30	4,38	39	11,11	1	4,17	30	25,00	24	13,71	19	14,07	N	Pi
Total	281	100	144	100	689	100	341	100	24	100	120	100	175	100	135	100		

**TABELA 2-** Média e desvio-padrão das características físico-químicas dos frutos de maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg (Passifloraceae) após polinização natural em oito áreas de cultivo no final da estação seca em 2014, início da estação seca em 2015, início da estação chuvosa em 2014 final da estação chuvosa em 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil. MF: massa do fruto; CF: comprimento do fruto; DF: diâmetro do fruto; EC: espessura da casca; MP: massa da polpa; PP: percentagem de polpa; SS: sólidos solúveis °Brix; SV: sementes viáveis e MS: massa da semente. Letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes (teste de Turkey,  $p < 0,005$ ). \*: valores não analisados estatisticamente.

Ano	Estação	Área	Nº Frut.	MF	CF	DC	EC	MP	PP	SS °BRIX	SV	MS	
2014	Seco	1	1	*229,74±0,00	106,48±0,00	85,70±0,00	9,58±0,00	72,85±0,00	55,700±0,00	12,90±0,00	360,0±0,00	7,13±0,00	
		(final)	2	1	*142,63±0,00	83,40±0,00	73,10±0,00	9,20±0,00	63,57±0,00	57,800±0,00	14,80±0,00	317,0±0,00	5,78±0,00
		3	2	191,79±99,45a	82,60±4,95a	79,65±14,78a	14,05±3,04a	76,10±50,52a	68,93±51,58a	14,10±1,41a	286,0±176,78a	7,11±1,03a	
		4	4	156,12±56,64a	92,30±10,2a	79,98±14,45a	8,35±2,27a	70,85±14,98a	64,23±12,64a	13,65±2,04a	266,50±83,52a	6,56±2,59a	
2015	Seco	1	12	188,45±27,08bc	97,28±4,48ab	90,46±3,16ab	11,11±0,75ab	90,75±17,82abc	83,95±16,80abc	13,06±2,39a	327,75±64,61ab	6,79±1,16a	
		2	8	189,90±20,21bc	96,74±4,41ab	89,09±6,83abc	10,79±1,31abc	93,99±7,27ab	87,40±6,96ab	14,11±1,28a	283,75±27,17b	6,34±0,58ab	
		3	33	198,00±27,02b	97,02±5,78ab	89,10±5,24ab	10,42±1,46abc	81,87±14,39bcd	76,00±14,15bcd	13,71±0,93a	312,91±54,61ab	5,80±0,69b	
		4	10	190,50±43,05bc	85,45±26,31b	83,64±3,17c	9,62±1,48bc	89,36±11,82abcd	83,23±11,35abcd	13,46±1,49a	315,60±37,89ab	6,13±0,94ab	
		6	9	249,71±43,36a	102,9±5,33a	95,44±5,42a	8,91±1,46c	107,86±21,71a	100,98±21,10a	14,16±1,54a	367,78±47,83a	6,89±0,89a	
		7	9	155,41±42,68c	93,21±7,72ab	86,48±3,82bc	11,70±1,06a	68,69±15,18d	63,29±14,43d	13,42±1,47a	313,33±32,04ab	5,41±0,90b	
		8	187,56±31,17bc	94,84±6,53ab	88,21±5,66bc	11,21±1,14ab	70,50±13,12cd	64,81±13,25cd	12,70±1,27a	309,00±26,25ab	5,56±0,88b		
2014	Chuvoso	1	11	175,95±22,20a	92,44±6,50a	78,57±4,92b	7,75±1,89ab	81,90±16,33ab	75,01±15,44a	14,24±1,27a	336,82±52,42a	6,88±1,22a	
		2	4	156,55±38,40a	95,95±12,54a	77,78±9,38ab	7,95±1,89b	60,55±19,13b	55,07±17,97a	14,20±1,44a	300,00±71,18a	6,78±1,24a	
		(início)	3	1	*67,00±0,00	84,75±0,00	62,28±0,00	10,08±0,00	17,00±0,00	15,69±0,00	0,50±0,00	18,00±0,00	1,03±0,00
		4	2	231,50±19,37a	83,75±5,02a	84,45±1,48a	11,65±0,49a	126,85±10,96a	117,84±10,42a	14,75±0,35a	420,00±14,14a	8,79±0,23a	
		7	6	171,10±50,93a	89,35±10,83a	74,33±5,93ab	8,15±0,60ab	84,45±30,92ab	77,21±28,48a	15,20±2,36a	323,50±79,38a	7,59±2,35a	
		8	230,70±36,20a	93,07±6,46a	79,35±12,80ab	8,00±1,27ab	88,45±26,80ab	81,32±26,66a	14,20±1,41a	267,00±15,56a	7,14±0,13a		
2015	Chuvoso	1	5	144,03±42,00a	82,76±14,09a	70,48±8,58a	8,88±2,15a	67,84±28,38a	56,44±15,34a	14,66±0,51a	259,00±48,27a	6,77±0,98a	
		2	2	133,70±51,48a	85,10±0,85a	80,70±12,87a	8,33±2,33a	56,85±27,08a	52,01±25,16a	13,75±2,19a	269,00±101,82a	6,05±1,32a	
		(final)	3	1	*55,98±0,00	63,80±0,00	60,10±0,00	14,10±0,00	18,00±0,00	16,69±0,00	10,50±0,00	42,00±0,00b	1,31±0,00a
		4	4	112,77±64,79a	77,83±11,36a	61,88±11,05a	9,53±3,01a	48,48±38,10a	44,41±36,90a	9,63±6,56a	37,75±75,50a	4,07±2,78a	
		7	8	148,84±65,33a	78,91±6,25a	70,78±9,93a	8,25±0,83a	55,61±27,59a	49,95±25,58a	13,09±2,67a	212,25±56,08a	5,57±2,22a	
		8	3	195,60±44,22a	88,55±9,07a	76,03±10,72a	8,03±0,90a	81,77±22,21a	74,89±21,89a	14,87±1,53a	265,33±12,66a	6,87±0,46a	

**Tabela 3.** Taxa de frutificação inicial, aborto e percentual final de frutos obtidos por polinização natural em oitos áreas de cultivo do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae), e teste Qui- quadrado do percentual de frutificação final entre o final da estação seca em 2014, início da estação seca em 2015, início da estação chuvosa em 2014 final da estação chuvosa do ano de 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.

		Taxa de frutificação natural (n=100 flores)							
		Áreas de cultivos							
	Frutificação	A1	A2	A3	A4	*A5	*A6	*A7	*A8
Seco 2014 (final)	Frut. inicial	8	5	4	10	0	0	0	0
	Aborto	7	4	2	6	0	0	0	0
	Frut. final	1	1	2	4	0	0	0	0
	% de frut.final	1,0	1,0	2,0	4,0	0	0	0	0
Seco 2015 (início)	Frut. inicial	25	15	55	20	0	12	17	15
	Aborto	13	7	22	10	0	3	8	6
	Frut. final	12	8	33	10	0	9	9	9
	% de frut. final	12,0	12,0	33,0	10,0	0	9	9	9
	$\chi^2$	9,3	5,44	27,45	2,57	-	-	-	-
Chuvoso 2014 (início)	Frut. inicial	19	10	5	8	0	0	9	2
	Aborto	8	6	4	6	0	0	3	8
	Frut. final	11	4	1	2	0	0	6	2
	% de frut.	11,0	2,0	1,0	2,0	0	0	6	2
Chuvoso 2015 (final)	Frut. inicial	15	8	10	6	0	0	10	4
	Aborto	10	6	9	2	0	0	2	1
	Frut. final	3	2	1	4	0	0	8	3
	% de frut. final	3,0	2,0	1,0	4,0	0	0	8,0	3,0
	$\chi^2$	2,25	0,66	-	0,66	-	-	0,28	0,20

\*Não foi realizado o teste em função do percentual de frutificação ter sido zero. A área A5 foi erradicada na estação seca 2015.

**TABELA 4** - Média e desvio-padrão das características físico-químicas (CFQ) massa do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura da casca (EC), massa da polpa (MP), percentagem de polpa (PP), sólidos solúveis (SS), °brix, sementes viáveis (SV) e massa da semente (MS) dos frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg, Passifloraceae), obtidos por polinização natural no período seco e chuvoso de 2014 e 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.

CFQ	Seco (n=97)	Chuvoso (n=49)	df	F	p
MF	187.49±35.99a	162.24±53.96b	135	12.50	0.00
CF	94.54±11.00a	88.35±10.63b	135	17.86	0.00
DF	87.46±6.36a	75.02±9.49b	135	97.88	0.00
EC	10.62±1.60a	8.35±1.92b	135	45.97	0.00
MP	81.71±16.70a	71.46±30.32b	135	7.87	0.01
PP	75.49±16.32a	64.80±27.81b	135	9.59	0.00
SS°brix	13.52±1.44a	13.50±3.30a	135	0.00	0.99
SV	310.14±53.17a	263.35±112.06b	135	12.40	0.00
MS	6.04±1.03a	6.32±2.13a	135	1.11	0.29

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 5-** Correlações lineares (Pearson) entre distância, frequência de visitas por abelhas *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens* e parâmetros de qualidade dos frutos no final da estação seca 2014 e no início da estação seca 2015 em cultivos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil. MF: massa do fruto, CF: comprimento do fruto, DF: diâmetro do fruto, EC: espessura da casca, MP: massa da polpa, PP: percentagem de polpa, SS: sólidos solúveis °brix, SV: sementes viáveis e MS: massa da semente.

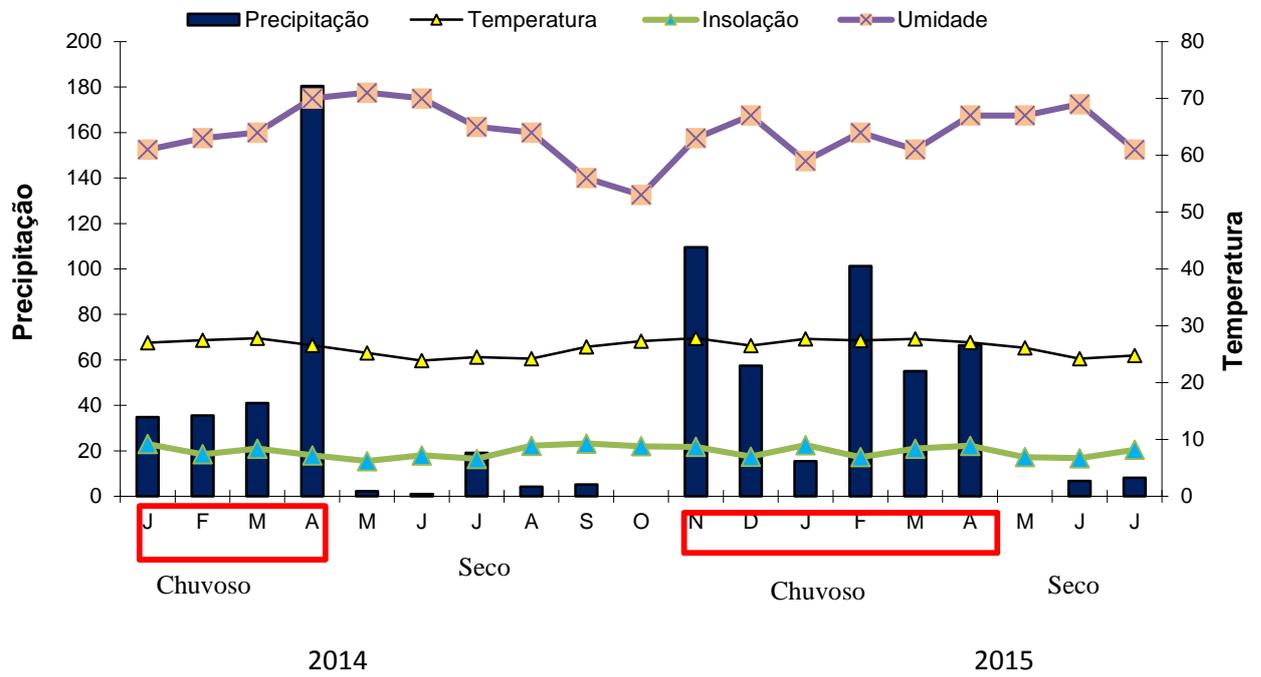
Distância	Frequência	MF	CF	DC	EC	MP	PP	°BRIX	SV	MS	Frequência	Distância		
Seco 2015 (início)														
MF	-0.91**	0.95*	----	0.97**	0.98**	0.98**	0.91**	0.98**	0.98*	0.98**	0.98**	0.34 <sup>ns</sup>	-0.59 <sup>ns</sup>	MF
CF		0.93*	0.98*	----										CF
	0.90**				0.97**	0.98**	0.99**	0.92**	0.94**	0.94**	0.98**	0.35 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	
DF	-0.90**	0.91*	0.98*	1.00*	----	0.95**	0.99**	0.99**	0.95**	0.94**	0.94**	0.34 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	DF
EC	-0.89**	0.83*	0.94*	0.92*	0.95*	----	0.97**	0.93**	0.94**	0.82*	1.00*	0.31 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	EC
MP	-0.89**	0.90*	0.98*	0.99*	1.00*	0.97*	----	0.98**	0.94**	0.94**	0.82**	0.32 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	MP
PP	-0.87**	0.85*	0.95*	0.97*	0.99*	0.97*	0.99*	----	0.84**	0.96**	0.96**	0.32 <sup>ns</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>	PP
°BRI		0.85*	0.94*	0.97*	0.99*	0.95*	0.99*	0.99*	----					°BR
X	-0.90**									0.96**	1.00**	0.35 <sup>ns</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>	IX
SV	-0.93**	0.92*	0.98*	0.99*	0.99*	0.93*	0.98*	0.96*	0.98*	----	0.96**	0.32 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>ns</sup>	SV
MS	-0.89**	0.91*	0.98*	0.99*	1.00*	0.96*	1.00*	0.99*	0.98*	0.98*	----	0.32 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	MS
Seco 2014 (final)														
*p<0,05	**p<0,01	Ns- não significativo												

**TABELA 6-** Correlações lineares (Pearson) entre distância e frequência de visitas de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens* e os parâmetros de qualidade dos frutos no início da estação chuvosa em 2014 e no final da estação chuvosa em 2015 (\*\*somente distância) em cultivos de maracujá- amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil. MF: massa do fruto; CF: comprimento do fruto; DF: diâmetro do fruto; EC: espessura da casca; MP: massa da polpa; PP: percentagem de polpa, (SS)°Brix: sólidos solúveis; SV: sementes viáveis e MS: massa da semente.

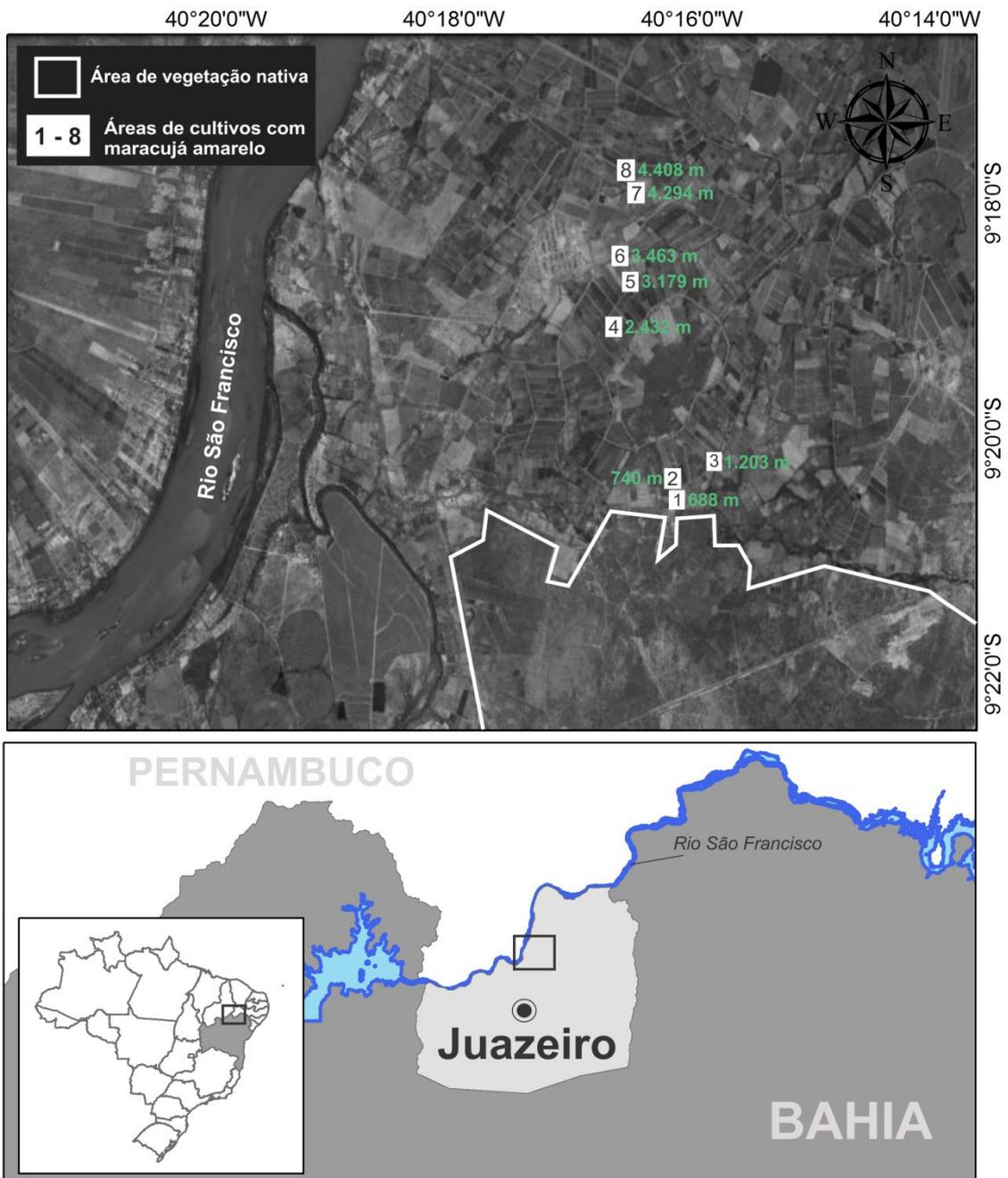
	*Distancia	*Frequência	MF	CF	DF	EC	MP	PP	°BRIX	SV	MS	**Distância	
Chuvoso 2015 (final)													
MF	0.00 <sup>ns</sup>	0.73 <sup>**</sup>	-----	0,92 <sup>**</sup>	0,90 <sup>**</sup>	0,58 <sup>**</sup>	0,99 <sup>**</sup>	0,99 <sup>**</sup>	0,93 <sup>**</sup>	0,88 <sup>**</sup>	0,97 <sup>**</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	MF
CF	-0.32 <sup>ns</sup>	0.70 <sup>**</sup>	0.85 <sup>**</sup>	-----	0,99 <sup>**</sup>	0,82 <sup>**</sup>	0,91 <sup>**</sup>	0,91 <sup>**</sup>	0,98 <sup>**</sup>	0,77 <sup>**</sup>	0,89 <sup>**</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	CF
DF	-0.27 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>*</sup>	0.92 <sup>**</sup>	0,98 <sup>**</sup>	----	0,81 <sup>**</sup>	0,88 <sup>**</sup>	0,89 <sup>**</sup>	0,98 <sup>**</sup>	0,79 <sup>**</sup>	0,88 <sup>**</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	DF
EC	-0.32 <sup>ns</sup>	0.80 <sup>*</sup>	0.80 <sup>*</sup>	0.92 <sup>**</sup>	0.94 <sup>*</sup>	-----	0,53 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>*</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	EC
MP	0.02 <sup>ns</sup>	0.82 <sup>**</sup>	0.97 <sup>*</sup>	0.75 <sup>**</sup>	0.85 <sup>*</sup>	0.76 <sup>**</sup>	-----	1,00 <sup>**</sup>	0,91 <sup>**</sup>	0,89 <sup>**</sup>	0,99 <sup>**</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	MP
PP	0.02 <sup>ns</sup>	0.82 <sup>**</sup>	0.96 <sup>*</sup>	0.74 <sup>**</sup>	0.85 <sup>*</sup>	0.76 <sup>**</sup>	1.00 <sup>**</sup>	----	0,91 <sup>**</sup>	0,88 <sup>**</sup>	0,98 <sup>**</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	PP
°Brix	-0.02 <sup>ns</sup>	0.73 <sup>**</sup>	0.94 <sup>*</sup>	0.79 <sup>**</sup>	0.85 <sup>*</sup>	0.65 <sup>**</sup>	0.92 <sup>**</sup>	0.92 <sup>**</sup>	----	0,85 <sup>**</sup>	0,93 <sup>**</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	°Brix
SV	-0.10 <sup>ns</sup>	0.85 <sup>**</sup>	0.93 <sup>*</sup>	0.75 <sup>**</sup>	0.84 <sup>*</sup>	0.70 <sup>**</sup>	0.96 <sup>**</sup>	0.96 <sup>**</sup>	0.97 <sup>**</sup>	----	0,91 <sup>**</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	SV
MS	-0.03 <sup>ns</sup>	0.80 <sup>**</sup>	0.96 <sup>*</sup>	0.80 <sup>**</sup>	0.88 <sup>*</sup>	0.73 <sup>**</sup>	0.97 <sup>**</sup>	0.97 <sup>**</sup>	0.99 <sup>**</sup>	0.99 <sup>**</sup>	----	0,03 <sup>ns</sup>	MS
Chuvoso 2014 (início)													

\*p<0,05    \*\*p<0,01    Ns- não significativo

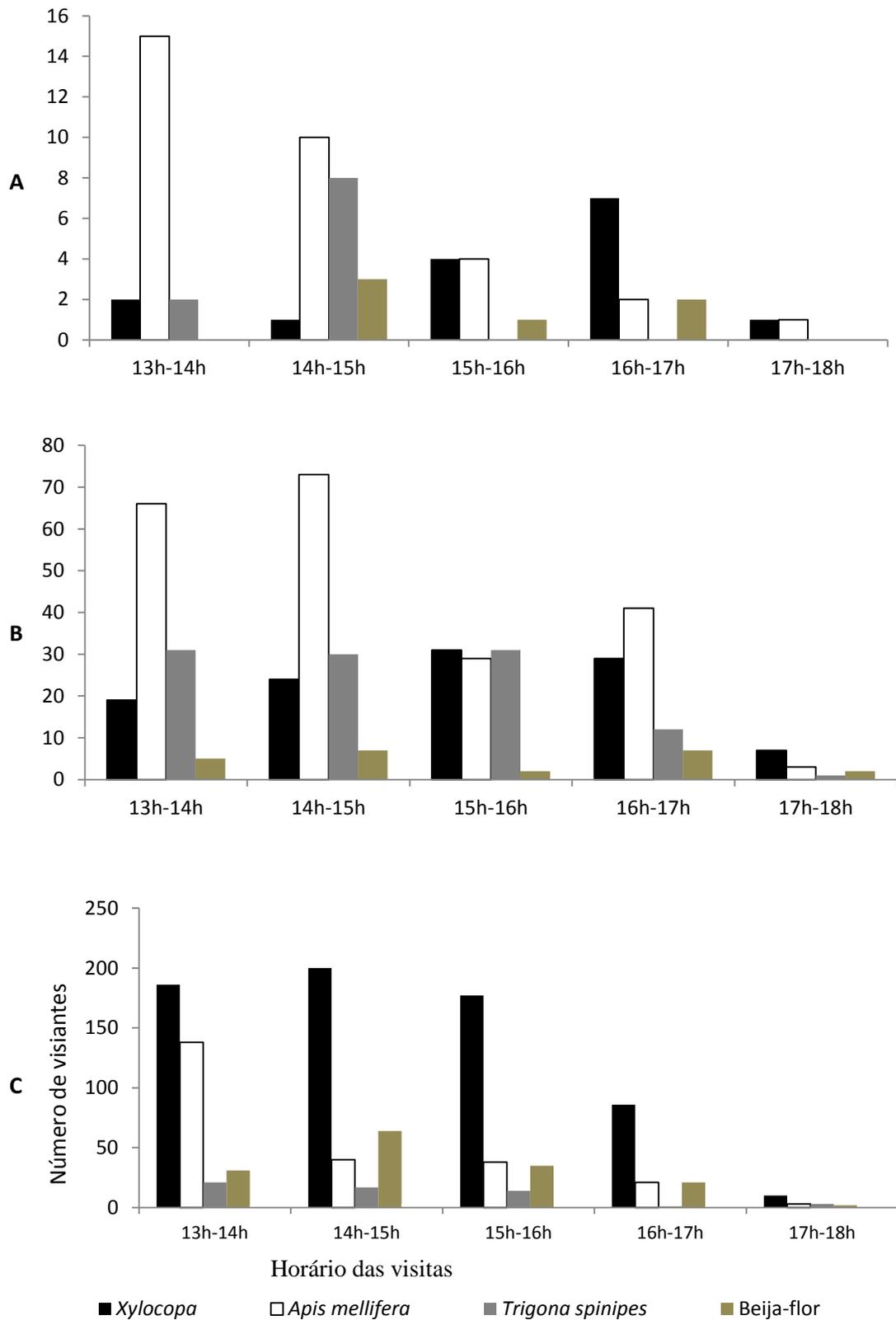
## LISTA DE FIGURAS



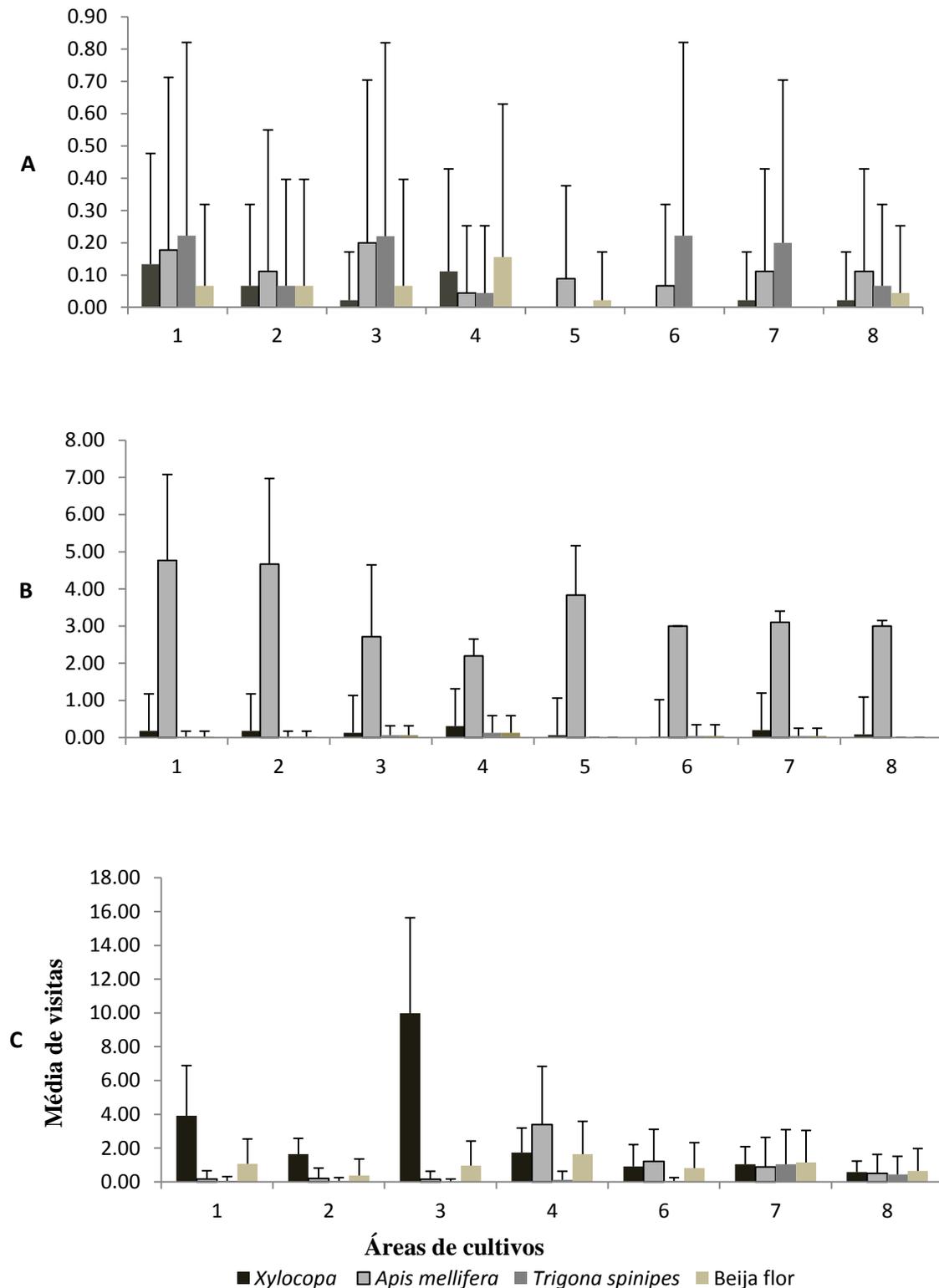
**FIGURA 1-** Médias mensais de precipitação, temperatura, insolação e umidade durante os anos de 2014 e 2015 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



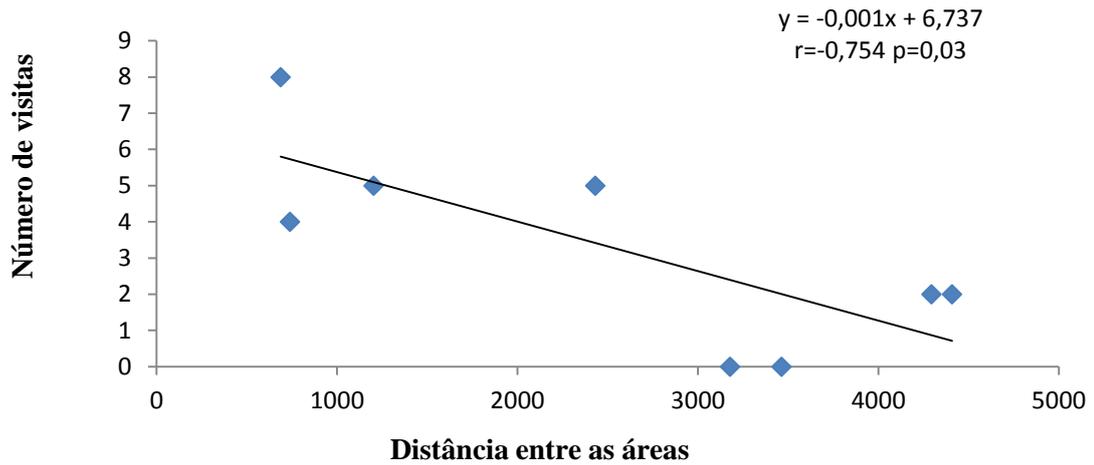
**FIGURA 2-** Localização das oito áreas de estudo com cultivos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



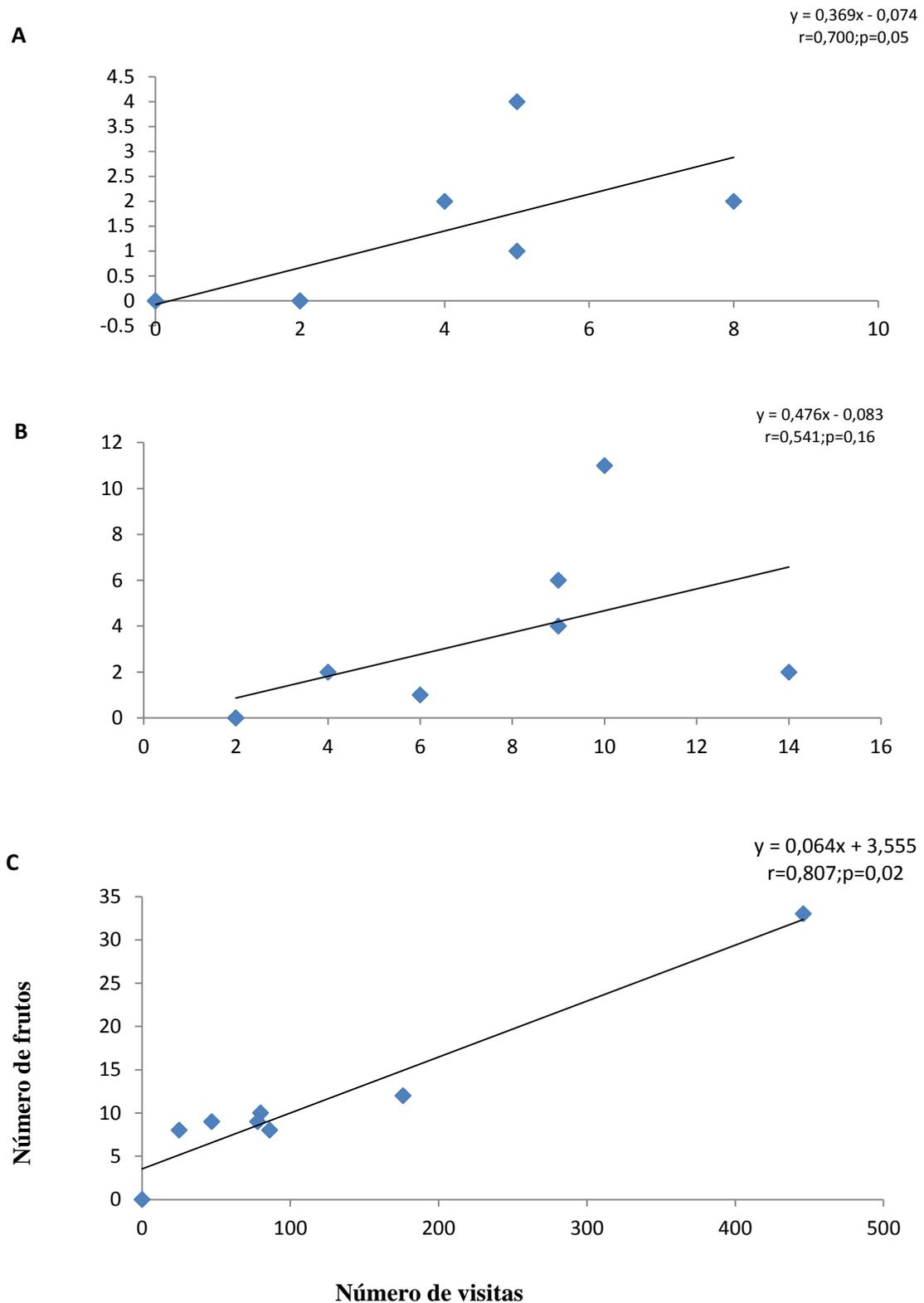
**Figura 3-** Número de visitas a partir do período da antese no final da estação seca de 2014 (A), início da estação chuvosa de 2014 (B) e início da estação seca de 2015 (C) em cultivos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



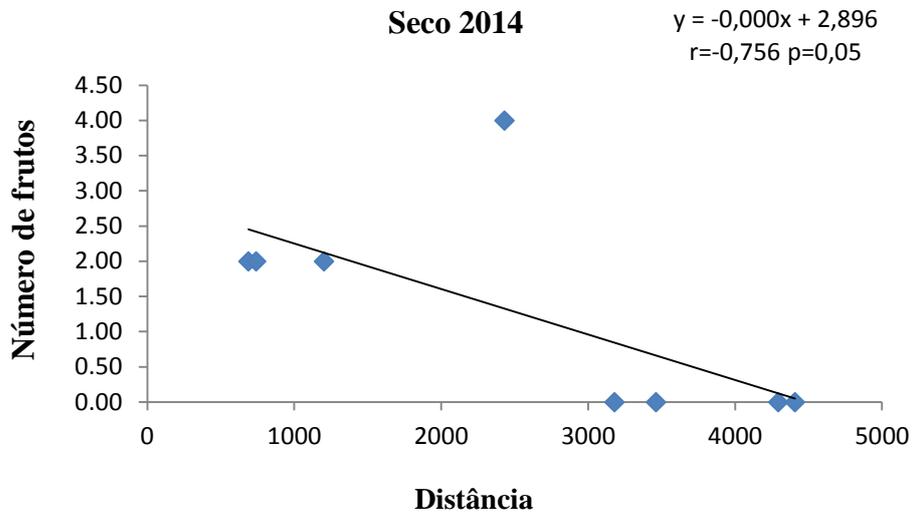
**Figura 4-** Média (barras) e desvio-padrão (linhas) do número de visitas de espécies de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e beija-flor em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) no final da estação seca de 2014 (A), início da estação chuvosa de 2014 (B) e início da estação seca de 2015 (C) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



**Figura 5-** Correlação (Pearson,  $p < 0,05$ ) entre frequência de visitas por *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens* e distâncias com áreas de cultivos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) no final da estação seca de 2014 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



**Figura 6--** Correlação (Pearson,  $p < 0,05$ ) entre frequência de visitas por *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens* e frutos formados em áreas de cultivos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) no final da estação seca de 2014 (A), início da estação chuvosa de 2014 (B) e início da estação seca de 2015 (C) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



**Figura 7**-Correlação (Pearson,  $p < 0,05$ ) entre distância do cultivo em relação à área de vegetação nativa e frutos formados em áreas de cultivos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) no final da estação seca de 2014 em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.

## CAPÍTULO 2

**DIFERENTES MÉTODOS DE POLINIZAÇÃO MANUAL PODEM INFLUENCIAR NA PRODUÇÃO DOS FRUTOS DE MARACUJÁ-AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg PASSIFLORACEAE)?**

**DIFERENTES MÉTODOS DE POLINIZAÇÃO MANUAL PODEM INFLUENCIAR NA PRODUÇÃO DOS FRUTOS DE MARACUJÁ-AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg PASSIFLORACEAE)?**

Sandra Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; Kátia M. Medeiros de Siqueira<sup>2</sup>; Natan Messias de Almeida<sup>3</sup>; Cibele Cardoso de Castro<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Pós - Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Avenida Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, 52171-900 (sandrastudent@hotmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Bahia - Campus III, DTCS- Av. Dr. Edgard Chastinet s/n, São Geraldo, Juazeiro, BA , Brasil, 48905680 (katiauneb@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Alagoas, Campus III, Rodovia AL-115, km 03 Palmeira dos Índios, AL, Brasil, 57604595 (natanmessias@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG, Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista, Garanhuns, PE, Brasil, 55292-270 (cibelecastro@hotmail.com)

Autor para correspondência: C. C. Castro (cibelecastro@hotmail.com)

## RESUMO

A redução das populações de polinizadores que ocorre em todo o mundo causa declínio na produção agrícola de muitas culturas e, em alguns casos, a polinização manual é necessária para que a produção de frutos e sementes seja satisfatória. É o caso do maracujá-amarelo, dependente de polinização cruzada e de abelhas de grande porte (do gênero *Xylocopa*) para a produção de frutos. Devido a falta dessas abelhas nos cultivos de maracujá, os produtores usam vários métodos de polinização manual com pólen fresco ou armazenado, o que eleva muito os custos da produção. O objetivo desse estudo foi avaliar a influência dos métodos de polinização manual sobre o crescimento de tubos polínicos, a quantidade e a qualidade dos frutos de maracujá-amarelo, bem como investigar a viabilidade e germinação polínica sob diferentes períodos e condições de armazenamento de pólen, usando áreas de cultivo do nordeste do Brasil (Juazeiro, Bahia) como modelo. Foram realizadas polinizações manuais usando-se os mesmos métodos dos agricultores da região (dedos com luvas e dedos sem luvas), bem como usando-se o corpo de uma abelha, e vários métodos de coleta e armazenamento de pólen. A quantidade e a qualidade dos frutos resultantes foram comparados entre os métodos. Para os testes de viabilidade e germinação polínica, comparou-se o pólen fresco e o pólen armazenado por 24 horas em flores inteiras e em anteras armazenadas sem a flor. No experimento de polinização manual, o método utilizando o corpo da abelha apresentou a maior taxa de frutificação, flores polinizadas naturalmente produziram frutos de melhor qualidade e o tratamento dedos com luvas apresentou os piores frutos. Não foi possível visualizar a germinação e o crescimento de tubos polínicos nos estigmas. O pólen do dia apresentou maior viabilidade para o método anteras coletada, e flor armazenada apresentou maior germinação *in vitro*; de maneira geral, quanto maior o tempo de armazenamento do pólen menor é sua viabilidade. O pólen armazenado não apresentou frutificação para os tratamentos. Assim, a recomendação para a polinização manual é o uso de dedos sem luvas e pólen coletado no mesmo dia. Nossos resultados comprovam a importância da polinização natural realizada pelas abelhas do gênero *Xylocopa* nos cultivos de maracujá-amarelo. A polinização natural parece assegurar uma boa qualidade dos frutos bem como pode reduzir os custos de mão de obra para os produtores deste cultivo.

**Palavra-chave:** polinização artificial, maracujá-amarelo, *Xylocopa*, pólen conservado.

## 1 INTRODUÇÃO

Cerca de um terço das espécies cultivadas do mundo dependem da polinização por animais (Klein et al., 2007). No entanto, a alteração de habitats tem causado uma drástica diminuição nas populações de polinizadores, resultando na redução da produção de frutos e sementes de plantas nativas e cultivadas que deles dependem (Kremen et al., 2007; Ricketts, et al., 2008). Quando a polinização de culturas agrícolas é bem sucedida há uma redução de perda na colheita (Williams et al., 1991), e quando isso não acontece é necessário o uso de estratégias que aumentem a frequência de visitas de polinizadores eficientes nas culturas por meio do manejo de polinizadores (Freitas e Oliveira Filho 2001). Uma alternativa é a polinização artificial, que tem sido aplicada em culturas em todo o mundo, mas que aumentam o custo da produção (Krause et al., 2012).

A polinização manual (ou dirigida) é uma estratégia bastante utilizada para aumentar a produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg, Passifloraceae), uma espécie cultivada cujos frutos *in natura* ou processados são comercializados mundialmente (Lima e Cunha, 2004), sendo o Brasil um importante produtor (Passionfruit, 2011). Por ser protândrica e autoincompatível, depende da polinização cruzada para a formação de frutos e sementes (Siqueira et al., 2009). Os principais polinizadores dessa espécie são abelhas do gênero *Xylocopa*, cujo declínio das populações constitui um grave problema para a produção de maracujá no Brasil e no mundo (Freitas e Oliveira Filho 2001; Camillo 2003; Klein et al., 2007).

De maneira geral, os métodos de polinização manual (ou dirigida) do maracujá – amarelo são realizados entre 13h30m e 15h (Souza et al., 2004), uma vez que o início da antese ocorre ao meio dia (Siqueira et al., 2009). O método mais comumente utilizado é a extração do pólen por meio de leve fricção dos dedos sem luvas nas anteras e, posteriormente, no estigma de outro indivíduo (Junqueira et al., 2001), obedecendo distâncias preestabelecidas e seguindo movimentos de ziguezague no cultivo (Camillo, 2003). Tal método eleva a produção em cerca de 85% (Meletti, 2011). Há, ainda, o método onde os dedos são cobertos por luva de lã, mas não se sabe, até o momento, se há diferença na produção e qualidade de frutos entre os dois métodos, nem entre eles e a polinização natural.

A polinização manual pode ser realizada com pólen coletado no mesmo dia da polinização (fresco) ou com o pólen coletado anteriormente e armazenado (Bruckner et al., 2000) como ocorre com pinha (SORIA et al., 1990; Guirado 1991).

Considerando a importância de se estabelecer o período em que os grãos de pólen podem permanecer armazenados mantendo a eficiência de fertilização (Damasceno Junior et al., 2008), a viabilidade do pólen armazenado vem sendo testada em diversas espécies, tais como maçã - *Pyrus malus* L. (Rosaceae; STOSSER; ANVARI 1995), morango - *Fragaria vesca* L. (Rosaceae; ZEBROWSKA, 1995), uva - *Vitis vinifera* L. (Vitaceae; OLMO, 1942), que são culturas de clima temperado, bem como abacate - *Persea americana* (SEDGLEY 1981), *citrus* (SPIEGEL-ROY 1980), coco - *Cocos nucifera* L. (Arecaceae; SUGIMURA; WATANABE, 1993) e maracujá-amarelo (BRUCKNER et al., 2000), que são de climas subtropical e tropical. Os estudos indicam que a viabilidade do pólen armazenado depende principalmente da variedade cultivada e local do cultivo (BRUCKNER et al., 2000), do estágio fisiológico da flor, da temperatura, da umidade relativa do ambiente de armazenamento e do grau de umidade do grão de pólen (SOARES et al., 2013).

Baseando-se nas premissas de que a produção do maracujá-amarelo é estreitamente relacionada com métodos de polinização manual, os quais podem ser realizados com pólen armazenado, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência dos métodos de polinização manual sobre o crescimento de tubos polínicos, quantidade e qualidade de frutos, bem como investigar a viabilidade e germinação polínica sob diferentes períodos e condições de armazenamento de pólen.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi conduzido no Projeto de Irrigação Maniçoba, em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil (09°24"S 40°26"W). A região é caracterizada por áreas agrícolas intensamente gerenciadas, com área total de 4.268 ha, ocupada por 234 lotes com 1.889 ha, e 80 lotes de empresas com 2.379 ha (CODEVASF, 2014). O projeto é conhecido como pólo de produção agrícola no Submédio do Vale do São Francisco, e está localizado em região de clima semi-árido, com vegetação típica de Caatinga. Dados recentes apontam que o tamanho das áreas cultivadas com maracujá na região do Projeto de Irrigação Maniçoba corresponde a 62,78 ha (DIM, 2014). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região está classificado como tipo BswH, semiárido muito quente (Amorim Neto, 1989), com temperatura mínima de 18,8°C, a média 26,2°C, a máxima de 32,4°C e índice pluviométrico anual de 490,7 mm, com chuvas concentradas de novembro a abril (período chuvoso) e o período seco entre maio a outubro (EMBRAPA, 2015). Os experimentos foram realizados entre os meses de outubro de 2014 a outubro de 2015, durante o período de floração, em uma área de cultivo comercial (09°20'58.39"S/040°16'37.59"W), com 1.0 ha implantado.

## 2.2 Espécie estudada

*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg é uma liana, com flores hermafroditas, autoincompatíveis solitárias e axilares. A corona é constituída de vários elementos filamentosos de cores atraentes (Banu et al., 2009). Possuem androginóforo colunar que suporta as estruturas reprodutivas; o androceu possui cinco estames e o gineceu é composto por ovário supero e globoso, unilocular, multiovulado e com estigma tripartido (Cervi, 1997). As flores são diurnas com início da antese ao meio dia e de tamanho grande; por serem autoincompatíveis são totalmente dependentes de polinização cruzada para a formação de frutos (Siqueira et al., 2009).

## 2.3 Métodos de polinização cruzada manual

Para o experimento de polinização manual foram realizados sete tratamentos, além da polinização natural (controle, para o qual 100 flores foram marcadas e deixadas expostas à ação dos polinizadores) A primeira verificação dos frutos foi realizada com 8 dias após a polinização onde os frutos foram ensacados e a última em 45 dias onde os frutos foram coletados conforme segue os tratamentos:

### **Tratamentos usando pólen do dia (n=30 flores):**

T1 - Polinização com os dedos sem luva: impregnar os dedos com o pólen de flores de uma planta, e em seguida passar os dedos nos estigmas de flores de outra planta;

T2 - Polinização com o uso de luva de lã: realizar a polinização descrita no item anterior, porém com os dedos cobertos com uma luva de lã;

T3 - Corpo da abelha: utilização de indivíduos mortos de mamangava (*Xylocopa grisescens*) presos a palitos de madeira, nos quais a região dorsal foi friccionada nas anteras das flores e em seguida nos estigmas. Este tratamento simula a polinização natural.

### **Tratamentos usando pólen armazenado por 24hs em temperatura média de 4-6°C (Bruckner et al., 2000 n=30 flores):**

*Método de anteras coletadas:* as anteras foram coletadas, armazenadas em vasilhas plásticas e acondicionadas em geladeira.

T1 - Polinização com os dedos.

T2 - Polinização com o uso de luva de lã.

*Método de flores coletadas:* as flores foram coletadas, acondicionadas em bandejas forradas com jornal umedecido e submetidas à refrigeração (Santos et al., 2014) com temperatura média de 4-6°C.

T1 - Polinização com os dedos.

T2 - Polinização com o uso de luva de lã.

Para todos os tratamentos os botões florais foram ensacados antes e após os cruzamentos para impedir o contato com os visitantes florais.

#### **2.4 Análise dos frutos obtidos nos diferentes tratamentos**

Para todos os tratamentos e o controle, o número de frutos formados foi registrado, bem como os seguintes parâmetros foram avaliados: comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura da casca (EC), utilizando um paquímetro digital (0-150 mm), além de massa do fruto (MF), massa da polpa (MP ou semente com arilo) e massa da semente (MS ou semente sem arilo), com a utilização de balança de precisão (erro: 0,001g). A semente foi separada do arilo pelo uso de peneira e posterior secagem das sementes ao sol. A porcentagem da polpa (PP) foi obtida subtraindo-se a massa de sementes sem arilo da massa de sementes com arilo. O número de sementes viáveis (escuras) foi determinado por meio da subtração do número total de sementes pelo número de sementes (claras) inviáveis (Siqueira et al., 2009). O teor de sólidos solúveis ou concentração de açúcares na polpa (°brix) foi obtido usando-se um refratômetro digital portátil Atago 0-53%.

As características físico-químicas dos frutos (comprimento, diâmetro, espessura da casca, número de sementes viáveis, °brix e massa da semente) representam indicativos de boa qualidade para o interesse do consumidor que almeja o consumo *in natura*, geralmente preferindo frutos maiores, mais pesados e com aparência atraente (Meletti; Brucker, 2001).

#### **2.5 Crescimento do pólen nos estigmas**

Para a observação do crescimento do tubo polínico nos estigmas sob diferentes tratamentos de polinização manual e controle, as flores (n=10 para cada tratamento e controle) foram coletadas e depositadas por 24hs em caixas do tipo gerbox contendo ágar. Em seguida, foi retirado apenas o gineceu e acondicionado em recipientes de vidro com tampas de plástico contendo FAA 70% (formaldeído, álcool a 70%, e acetato de etila). O material foi lavado com água destilada e submetido ao tratamento de clarificação e calorimetria usual para observação de tubos polínicos e observados sob microscopia de fluorescência (Martin, 1959).

## 2.6 Viabilidade Polínica

Para verificar a manutenção da viabilidade de grãos de pólen armazenados, foram realizados quatro tratamentos por dois métodos:

**1-Métodos de anteras coletadas:** as anteras coletadas foram acondicionadas em frascos tipo eppendorf e armazenadas em geladeira a 4-6°C (n=5 flores).

**2-Método flor coletada:** as flores coletadas foram acondicionadas em bandejas forradas com jornal umedecido e submetidas à refrigeração com temperatura média de 4-6°C (n=5 flores, Santos et al., 2014).

A viabilidade do pólen dos dois métodos foi testada em pólen fresco, após 24h, após 48h e após 72h. Os grãos de pólen foram retirados e colocados em lâminas de vidro acrescentado uma gota de carmim acético (2%) e cobertas com lamínulas. Foram montadas cinco lâminas por tratamento, totalizando 40 lâminas. Para cada lâmina foi avaliada a viabilidade dos primeiros 300 grãos observados. Os grãos foram considerados viáveis quando corados (Alexander 1980).

## 2.7 Germinação do pólen *in vitro* e *in vivo*

A germinação dos grãos de pólen foi verificada para os métodos de anteras armazenadas e flores armazenadas e nos mesmo intervalos de armazenamento descritos anteriormente. O pólen foi depositado sobre uma lâmina contendo cerca de 0,3 ml do meio de cultura composto por 0,2 g/ml de ágar, 1 g de sacarose, 0,2 g/ml de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e 20 ml de água destilada (adaptado de Pereira et al., 2004). Após 2h as lâminas foram levadas ao microscópio óptico, e com objetiva de 10x foi realizada a contagem dos grãos. Considerou-se germinados os grãos de pólen com comprimento do tubo polínico superior ao diâmetro do próprio grão de pólen (PEREIRA et al., 2004). Para obtenção do percentual de germinação do tubo polínico foram contados 200 grãos de pólen por lâmina.

Para os testes *in vivo* foram realizados os mesmos tratamentos descritos anteriormente, o pólen foi depositado em 30 flores. As flores foram ensacadas antes e após os tratamentos até a formação de frutos.

## 3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para os dados da qualidade dos frutos resultantes dos diferentes tratamentos de polinização manual e crescimento do tubo polínico, viabilidade, germinação polínica *in vivo* e *in vitro* foram utilizados ANOVA e teste Tukey a 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Influência dos métodos de polinização na frutificação, características dos frutos e crescimento do tubo polínico

O método corpo da abelha apresentou o maior percentual de frutificação (70%); os métodos de uso dos dedos com/sem luvas de lã não diferiram entre si (30%). Flores polinizadas naturalmente formaram 19% de frutos, e não houve frutificação para os tratamentos de polinização manual realizada com pólen armazenado por 24hs (Tabela 1).

Os parâmetros físico-químicos dos frutos como Massa do fruto, Diâmetro do fruto, Massa da polpa e Porcentagem de polpa apresentaram diferenças significativas para os tratamentos dedos com luvas as menores médias e polinização natural com as maiores médias. Também foi observado diferenças significativas para o Comprimento do fruto nos tratamentos dedos com luvas menores médias e sem luvas com as maiores médias, espessura da casca apenas para o tratamento dedos com luvas apresentando a maior média, sólidos solúveis apenas para dedos com luvas apresentando a menor média. O número e massa das sementes apresentaram diferenças significativas para todos os tratamentos com menor média para dedos com luvas e maior média para polinização natural (Tabela 2).

Frutos resultantes de polinização natural apresentaram as maiores médias nos parâmetros físico-químicos, e as menores médias foram observadas no tratamento dedos com luvas (Tabela 2). O tratamento dedos com luvas resultou em frutos com poucas ou desprovidos de sementes, apresentando casca verde e enrugada.

Não foi possível visualizar a formação do tubo polínico nos métodos de polinização manual para a metodologia utilizada, sendo observados pontos de calose nos estigmas em todos os tratamentos.

### 4.2 Viabilidade e germinação dos grãos de pólen

A maior média de viabilidade foi registrada nos grãos de pólen recém coletados de anteras armazenadas ( $89,58 \pm 4,28$ ), seguida pelo método flor armazenada ( $84,36 \pm 8,13$ ). A tendência de perda de viabilidade com o aumento do tempo de armazenamento foi observada para os tratamentos pelo método antera armazenada. A viabilidade polínica para o método flor armazenada não se mostrou diferente entre os tratamentos, já o método anteras armazenadas apresentou diferença significativa ( $F=6,8$ ;  $p=0,00$ ) entre os tratamentos 48hs e 72hs (figura1). Os grãos foram considerados viáveis a partir da coloração vermelha (Figura 2).

Para germinação *in vitro* dos grãos de pólen foi verificada diferenças significativas ( $F=43,2$ ;  $p=0,00$ ) para os tratamentos pólen do dia e 72hs pelo método flor armazenada. Para

o método antera armazenada todos os tratamentos apresentaram significância ( $F=209,7$ ;  $p=0,00$  Figura 5).

O tratamento que proporcionou maior sucesso foi o pólen retirado das flores armazenadas no dia da antese, apresentando em média de  $22,60 \pm 2,95\%$  de germinação, seguido pelo método pólen retirado das anteras armazenadas ( $16,00 \pm 1,75\%$ ). O pólen armazenado até 72hs apresentou baixa germinação tanto para o método flor armazenada quanto para anteras armazenadas (Figura 5).

Com base nos resultados dos testes *in vivo*, verifica-se que o pólen do dia foi o único que obteve frutificação (Tabela 1).

## 5 - DISCUSSÃO

O método corpo da abelha foi similar à eficiência dos serviços de polinização natural, fato atribuído à eficiência da fixação dos grãos de pólen na região dorsal torácica das abelhas (Silva et al., 2014). Além disso, durante o comportamento de forrageamento, as abelhas do gênero *Xylocopa* realizam movimentos circulares em relação ao opérculo do nectário, o que proporciona mais de um contato com os estigmas, garantindo assim uma efetiva polinização (Camillo, 2003).

A característica dos frutos apresentando casca verde e enrugada encontrada para o método “dedos com luvas” pode estar associada à insuficiência de depósito de pólen nos estigmas, uma vez que os frutos oriundos do método sem luvas apresentaram-se com aspecto padrão. Outra desvantagem do uso de luvas é a redução da sensibilidade nos dedos, podendo provocar danos nos estigmas por excesso de pressão (Junqueira e colaboradores, 2001). Este resultado evidencia a necessidade do desenvolvimento de estudos que avaliem a influência de diversos fatores sobre os métodos de polinização manual, tais como suor, temperatura corporal e presença de vestígios de substâncias químicas.

O número de sementes parece estar relacionado com o percentual de polpa, uma vez que as sementes estão envolvidas pelo arilo, componente principal da polpa (Silveira et al., 2011). O número médio de sementes encontradas neste estudo foi maior do que em muitos outros estudos realizados no Brasil (Nascimento et al., 1999, 2003; Meletti et al., 1992). O rendimento médio da polpa foi de 64,19%, valor superior aos obtidos por Ritzinger e colaboradores (1989), que variaram entre 33 e 39%.

O peso do fruto bem como o rendimento da polpa observado no tratamento de polinização natural em nosso estudo está adequado para atender a exigências da indústria, na qual requer valores de até 180g e 45% respectivamente (Farias et al., 2007; Salomão et al.,

2001). Assim, pode-se afirmar que esses serviços de polinização asseguraram um peso adequado para o fruto.

A espessura da casca parece ser um parâmetro supérfluo diante das demais características do fruto de maracujá, entretanto nosso estudo comprova que a espessura da casca pode ser um indicativo de boa qualidade dos frutos. Nós observamos que a ocorrência da casca fina pode estar relacionada com outras boas características a exemplo do peso, porcentagem de polpa e número de sementes, conferindo melhor qualidade ao fruto.

A concentração de sólidos solúveis totais (°brix) analisado nesse estudo apresentou 13,79mm de média, com exceção do método dedos com luvas 4,47mm, todos os métodos apresentaram valores requeridos para a produção de suco sendo superior ao necessário para a produção de suco que é de 11,00mm (Brasil, 2000), sendo nossos valores semelhantes aos encontrados em outros estudos (Meletti, 2011; Borges et al., 2008). É provável que esse parâmetro esteja associado com a eficácia dos serviços de polinização natural.

O armazenamento de pólen desempenha um papel importante na produção do maracujá (Junqueira et al., 2001), já que as abelhas pilhadoras de pólen, *Apis mellifera* tornam o pólen indisponível inviabilizando tanto a polinização natural quanto a manual (Silva et al., 2014). Dessa forma, a conservação do pólen é uma ferramenta útil para direcionar programas de melhoramento genético, promovendo a criação de novas espécies cultiváveis, contribuindo para uma produção mais rentável (Soares et al., 2013). É necessário investir em pesquisas direcionadas para a conservação de grãos de pólen, tanto para espécies cultivadas, como o maracujá, quanto nativas (Abreu et al., 2009).

A alta viabilidade do pólen fresco sinaliza que a coleta do pólen de maracujá seja feita no mesmo dia da polinização manual (Junqueira et al., 2001), embora a polinização no maracujá possa ser realizada até 24hs após a coleta do pólen, a depender das condições de armazenamento, bem como condições ambientais (Bruckener et al., 2000). Resultados semelhantes encontrados em estudos realizados com pólen de jerimum - *Cucurbita pepo* L. (Cucurbitaceae; Salata et al., 2008) e melão - *Cucumis melo* L. (Cucurbitaceae; Oliveira., 2009) apontam uma queda nos valores de grãos viáveis com o aumento do período de armazenamento, indicando uma tendência geral de perda de viabilidade com aumento de tempo de armazenamento (Siregar e Sweet., 2000).

A ausência de frutificação para todos os métodos de polinização manual utilizando o pólen armazenado no período de 24 e 72 horas pode estar associada ao período e temperatura utilizados (Siregar e Sweet, 2000). Há maior sucesso na germinação para o pólen armazenado em refrigerador a 4°C (Gomez et al., 2000), apesar de haver variações (Bruckner et al., 2000).

Os resultados de viabilidade e germinação do pólen encontrado neste estudo diferem dos resultados encontrados por Costa et al., (2009). Acredita-se que o método colorimétrico pode superestimar a viabilidade de grãos viáveis, já que o corante reflete somente a integridade das estruturas celulares, como núcleo e membrana plasmática, e não sua funcionalidade (Báez et al., 2002). Apesar do teste de germinação demonstrar uma menor estimativa, é mais confiável (Einhardt et al., 2006).

## 6 CONCLUSÕES

Os métodos de polinização manual utilizados pelo produtor de maracujá influenciam a produção de frutos, porém com qualidade inferior quando comparada à polinização por abelhas. Recomenda-se ao produtor, portanto, usar estratégias que aumentem a presença dos polinizadores nos cultivos, seja preservando os sítios naturais de nidificação, criando sítios artificiais ou mantendo uma criação racional de abelhas do gênero *Xylocopa* (Freitas et al., 2003), a fim de reduzir os custos de mão de obra bem como aumentar a quantidade e qualidade dos frutos.

O pólen armazenado por mais de um dia não funciona para a realidade apresentada neste estudo, mas o pólen pode ser coletado e utilizado no mesmo dia. Recomenda-se esse método para a área com intensidade no número de pilhadores, a exemplo da *Apis mellifera*, que retira todo pólen antes mesmo do produtor realizar a polinização manual.

## 7 AGRADECIMENTOS

Aos agricultores, pela permissão do uso dos cultivos, ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida a S.R.Silva e ao auxílio financeiro concedido a C.C.Castro (483348/2012-0), ao programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio institucional e financeiro e à Universidade Estadual da Bahia pelo apoio logístico.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, S. P. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUZA, M. A. F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(2): 487-491, 2009.
- ALEXANDER, M.P. 1980. A versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. *Stain Technology*, Baltimore, v. 55. n. 1, p. 13-18.
- AMORIM NETO, M. da S. 1989. Informações meteorológicas dos Campos Experimentais de Bebedouro e Mandacaru. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 58p. (Documento, 57).

- BAÉZ, P., RIVEROS, M., LEHNEBACH, C. 2002. Viability and longevity of pollen of *Nothofagus* species in south Chile. *New Zealand Journal of Botany*, Wellington, v. 40, p. 671-678.
- BANU, M. B., MATIN, M. Q. I., HOSSAIN, T., HOSSAIN, M. M. 2009. Flowering behaviour and flower morphology of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *International Journal of Sustainable Crop Production*, 4(4): 05-07.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-estrutura Hídrica. Departamento de Projetos Especiais. Maracujá. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000. 4p. (FrutiSéries. Minas Gerais, 4).
- BRUCKNER, C. H., SILVA, M. M. da., FALLEIRO, T. de M., ANDRADE, B. B. de., MOREIRA, A. E. 2000. Viabilidade do pólen de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) sob diferentes condições de armazenamento. *Revista Ceres*, v. 47, n. 273, p. 1-9.
- CAMILLO, E. 2003. Polinização de maracujá. Holos Editora, Ribeirão Preto.
- CERVI, A. C. 1997. Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Madrid: Fontqueria XLV.
- CODEVASF. Projeto Maniçoba, disponível no site: <[www.codevasf.gov.br](http://www.codevasf.gov.br)>. Acessado em 10.09.2015.
- COSTA, R. S., MÔRO, F. V., OLIVEIRA, J. D. 2009. Influência do momento de coleta sobre a viabilidade de grão de pólen em maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(1), 956-961.
- DAMASCENO JUNIOR, P. C. et al. 2008. Conservação de pólen de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Ceres*. Rio de Janeiro. n. 55, v. 5, p. 433-438.
- DIM, Distrito Irrigado de Maniçoba, 2015. Acessado de: <<http://www.dim.org.br>>, em 23 de set de 2015.
- EINHARDT, P. M., CORREA, E. R., RASEIRA, M. do C. B. 2006. Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 5-7.
- EMBRAPA. Dados meteorológicos. Juazeiro, BA: Estação Agrometeorológica de Mandacaru. Disponível em: <[www.cpatia.embrapa.br](http://www.cpatia.embrapa.br)>. Acesso em: 14 de maio de 2015.
- FARIAS, J.F., SILVA, L.J.B., ARAÚJO NETO, S.E., MENDONÇA, A, V., 2007. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. *Rev. Caatinga* 20, 196–202 (in Portuguese).
- FREITAS, B. M., OLIVEIRA FILHO, J. H. 2001. Criação racional de mamangavas: para polinização em áreas agrícolas. Fortaleza: Banco do Nordeste.
- GUIRADO, E.S. 1991. Polinización artificial del chirimoyo. Granada: Capa Rural, 15p.
- JUNQUEIRA, N. T. V., VERAS, M. C. M., NASCIMENTO, A. C., CHAVES, R. C., MATOS, P. A., JUNQUEIRA, K. P. 2001. A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro; 18p. -Documentos/ EMBRAPA- Cerrados, ISSN 1517-5111; 41.

KLEIN, A.M., VAISSIERE, B.E., CANE, J.H., STEFFA NDEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., E TSC HARNTKE, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*, 274: 303-313

KRAUSE, W.; SOUZA, R. S.; NEVES, L. G.; CARVALHO, M. L. S.; VIANA, A.P.; FALEIRO, F. G. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com e sem polinização artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, p.51 -57, 2012.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; RICKETTS, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10(4), 299-314. 2007.

LIMA, A DE A., Y M.A.P. CUNHA. 2004. Da maracujá: produção e qualidade na passicultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz de Almas, Brasil

MARTIN, F.M. 1959. Staining and observing pollen tubes by means of fluorescence. *Stain. Technol.* 34,436–437.

MELETTI, L.M.M., BRUCKNER, C. H. 2001. Melhoramento genético. In.: BRUCKNER, C. H. PICANÇO, M.C. (Eds) Maracujá: tecnologia de produção, pós- colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre. Cinco Continentes. p. 345-385.

MELETTI, L. M. M. 2011. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(SPE1), 83-91.

MELETTI, L.M.M., SOARES-SCOTT, M.D., PINTO-MAGLIO, C.A.F., MARTINS, F.P., 1992. Caracterização de germoplasma de maracujazeiro (*Passiflora* sp.). *Rev. Bras. Fru-tic.* 14, 157–162 (in Portuguese).

NASCIMENTO, T.B., RAMOS, J.D., MENEZES, J.B., 1999. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 34, 2353–2358 (in Portuguese).

NASCIMENTO, W.M.O., TOMÉ, A.T., OLIVEIRA, M.S.P., MULLER, C.H., CARVALHO, J.E.U., 2003. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. *Rev. Bras. Frutic.* 25, 186–188(in Portuguese).

OLIVEIRA, S. K. L. 2009. Viabilidade e armazenamento de pólen em cultivo de meloeiro (*Cucumis melo* L.) Dissertação. Mestrado em fitotecnia. Área de conscentração cultura de tecidos., Universidade Federal Rural do semiárido, p.66.

PASSIONFRUIT. 2011. Supply and demand. Disponível em: <<http://www.passionfruitjuice.com>>. Acessado em: março de 2015.

PEREIRA, A. R.; JUNQUEIRA, K. P.; PIO, L. A. S.; SANTOS, F. C.; PASQUAL, M.; RAMOS, J. D. 2004. Meio de cultura para a germinação de pólen de maracujazeiro (*Passiflora edulis* sims f. *flavicarpa*). XIII Congresso dos Pós-Graduandos da UFLA, 14 a 17 de setembro.

RITZINGER, R.; MANICA, I.; RIBOLDI, J. Efeito do espaçamento e da época de colheita sobre a qualidade do maracujá amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 24, n. 2, p. 241-245, 1989.

RICKETTS, T.H., REGETZ, J., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., BOGDANSKI, A., GEMMIL-HERREN, B., GREENLEAF, S .S., KLEIN, A.M., MAYFIELD, M.M., MORAND I N, L.A., O CHIENG, A., VIANA, B.F., 2008. Landscap e effects on crop pollinations services: a rethere general patterns? *Ecol. Lett.* 11, 499–515.

SALATA, A. D. C., BERTOLINNI, E., e CARDOSO, A. I. I. 2008. Armazenamento de botões florais para produção de sementes de abóbora com polinização manual. *Bragantia*, 67(3), 587-591.

SALOMÃO, L. C. C.; VIEIRA, G.; MOTA, W. F. 2001. Tecnologia de colheita e pós-colheita. In: BRUCKNER, C. H.; PIKANÇO, M. C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto alegre: Cinco Continentes, p. 283-304.

SOARES, T. L., JESUS, O. N. D., SOUZA, E. H. D., SANTOS-SEREJO, J. A. D., E OLIVEIRA, E. J. D. 2013. Morphology and viability of pollen grains from passion fruit species (*Passiflora* spp.). *Acta Botanica Brasilica*, 27(4), 779-787.

SORIA, J.T., HARMOSO, J. M., FARRÉ, J.M., 1990. Polinizacion artificial del chirimoyo. *Fruticultura Professional*, Barcelona, n.35, v.22, p.15-22.

SOUZA, M.M., PEREIRA, T.N.S., VIANA, A.P., PEREIRA, M.G., AMARAL JÚNIOR, A.T., MADUREIRA, H.C., 2004. Flower receptivity and fruit characteristics associated to time of pollination in the yellow passion fruit *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (Passifloraceae). *Sci. Hortic.* 101, 373–385.

SIQUEIRA, K. M. M. de., KIILL, L. H. P., MARTINS, C. F., LEMOS, I. B., MONTEIRO, S. P., FEITOSA, E. A. 2009. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n.1, p. 001-012, mar.

SIREGAR, I. L.; SWEET, G. B. The impacto f extraction and storage conditions on extraction and storage conditions on the viability of radiata pine pollen. *Sivae Genetica*, Bogor, V. 49, N.1, P. 10-14, 2000.

SILVA, C. I., MARCHI,P., ALEIXO,K. P., SILVA, B., N.; FREITAS, B. M., GAROFALO, C. A., IMPERATRIZ FONSECA, V. L., OLIVEIRA, P. E. A. M., SANTOS, I. A., 2014. Manejo dos polinizadores de flores do maracujazeiro. Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza-CE. 1.ed.

SILVEIRA, M. V., ABOT,A. R., NASCIMENTO,J. N., RODRIGUES, E. T., RODRIGUES, S.R., PUKER. 2012., Is manual pollination of yellow passion fruit completely dispensable? *Scientia Horticulturae* 146, 99–103.

SPIEGEL-ROY, P.; KOCHBA, J. Embryogenesis in Citrus tissue cultures. *Advances in Biochemical Engineering*, Berlin, v.16, p.27-48, 1980.

TAIZ, L. & E. ZEIGER. *Plant Physiology* 2ª edição. Massachussets. Ed. Sinauer Associates, Inc., 1998. 792 p.

WILLIAMS I. H. Crop pollination and sustainable agriculture in the nineties and beyond. *Bee World*, 72:45-46. 1991.

## TABELAS E FIGURAS

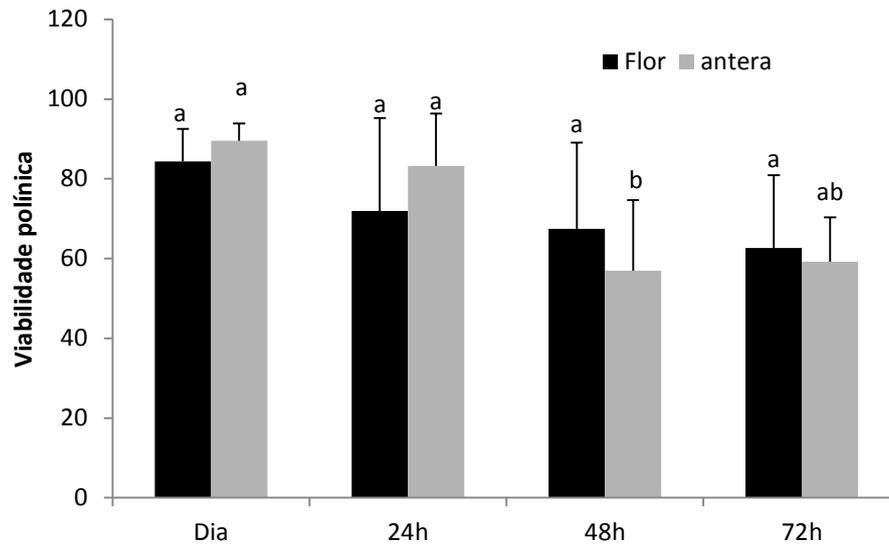
**Tabela 1-** Resultados dos tratamentos de polinização manual no maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg Passifloraceae) para os tratamentos de polinização manual dedos com/sem luvas e método corpo da abelha, utilizando pólen do dia, e pólen armazenado por 24h pelos métodos anteras e flores coletadas, experimento controle polinização natural, em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.

Métodos e tempo de armazenamento	Tratamentos de polinização manual % frutificação (n=30flores)			Controle (n=100 flores)
	Com luvas	Sem luvas	Corpo da abelha	P. Natural
(flor na planta) Pólen dia	30%	30%	70%	19%
(anteras coletadas) Pólen do dia	20%	20%	-	-
Anteras coletadas 24h	0%	0%	-	-
Flor coletada 24h	0%	0%	-	-

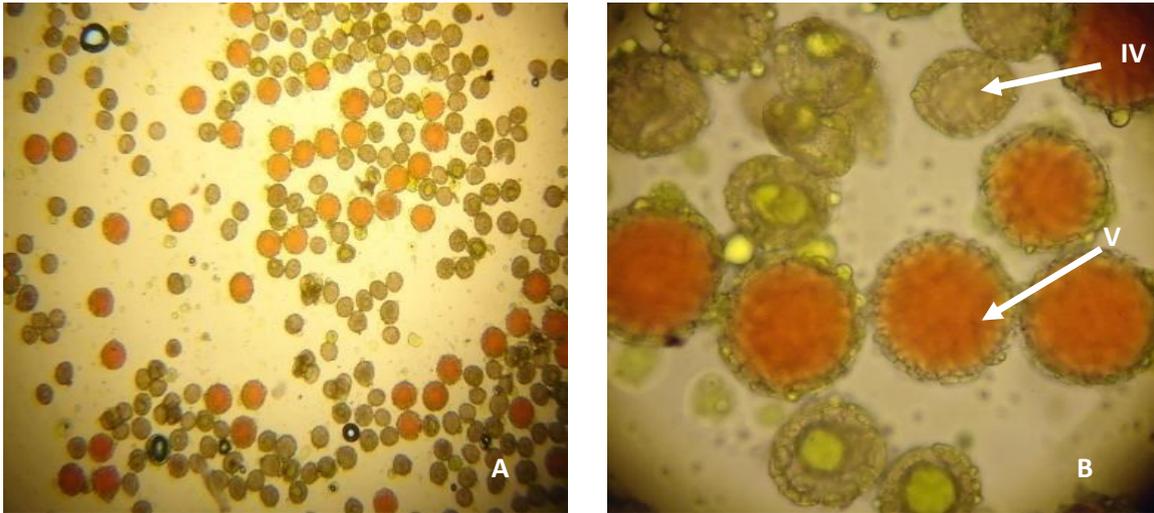
**Tabela-2** Análise físico químico dos frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg) oriundos dos métodos de polinização cruzada manual, DSL: dedos sem luvas; DCL: dedos com luvas; CA: corpo da abelha e PN: Polinização natural. Características dos frutos MF: Massa do Fruto; CP: Comprimento do Fruto; DF: Diâmetro do Fruto; EC: Espessura da Casca; MP: Massa da Poupá, PP: Porcentagem de Poupá; SS: Sólidos Solúveis; SV: Semente Viáveis e MS: Massa da Semente em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.

Característica dos frutos	Métodos de polinização			
	DSL (n=9)	DCL (n=9)	CA (n=21)	PN (n=19)
MF (g)	127,53±56,66b	56,45±37,51c	150,93±51,35b	218,54±51,82a
CF (mm)	84,60±8,93ab	66,17±11,70b	93,46±11,57a	93,73±20,96a
DF (mm)	72,70±9,31b	55,32±11,42c	73,49±6,70b	89,23±7,40a
EC (mm)	8,56±2,26b	14,21±4,40a	8,09±1,25b	9,28±1,48b
MP (g)	47,90±26,59b	10,97±20,79c	65,42±37,92b	98,12±19,22a
PP (%)	44,26±24,88b	9,83±18,73c	61,85±35,31b	91,64±19,22a
SS (°brix)	13,65±2,69a	4,47±6,74b	12,77±4,01a	13,79±1,52a
SV (n°)	172,88±98,66bc	47,77±92,67c	234,47±135,26b	340,32±49,51a
MS (g)	3,63±2,14bc	1,13±2,11c	5,04±3,03b	6,49±0,97a

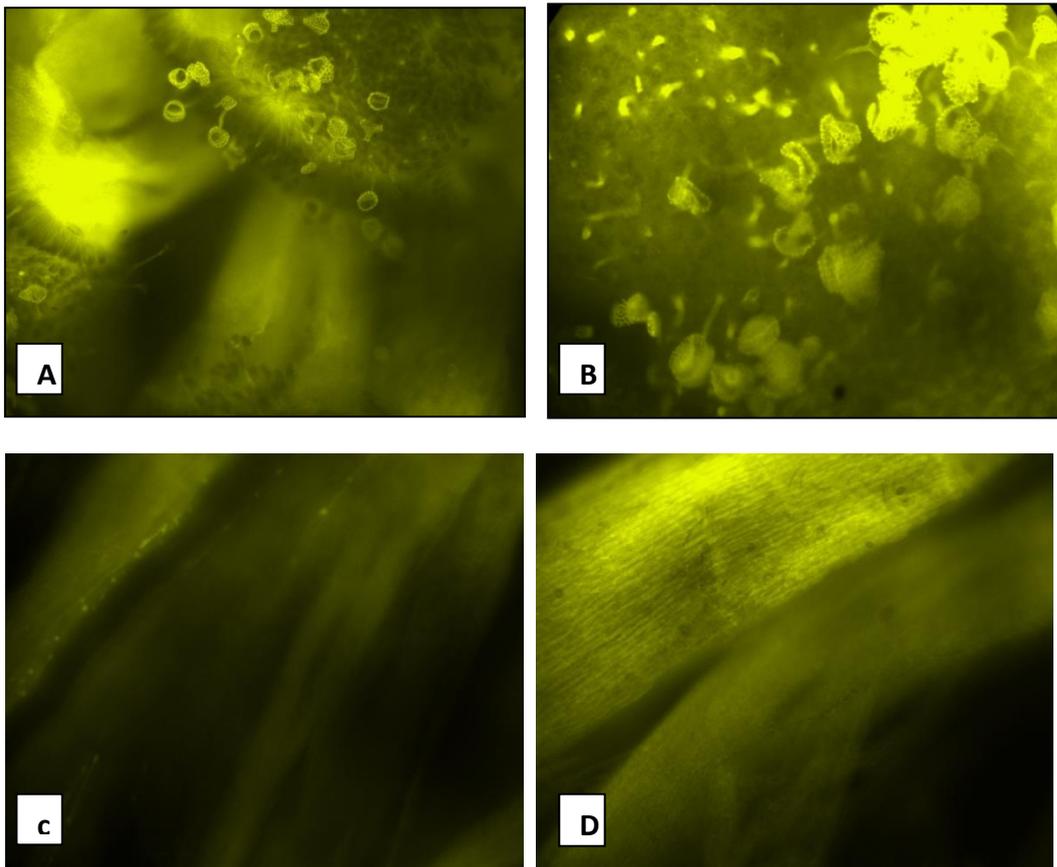
Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



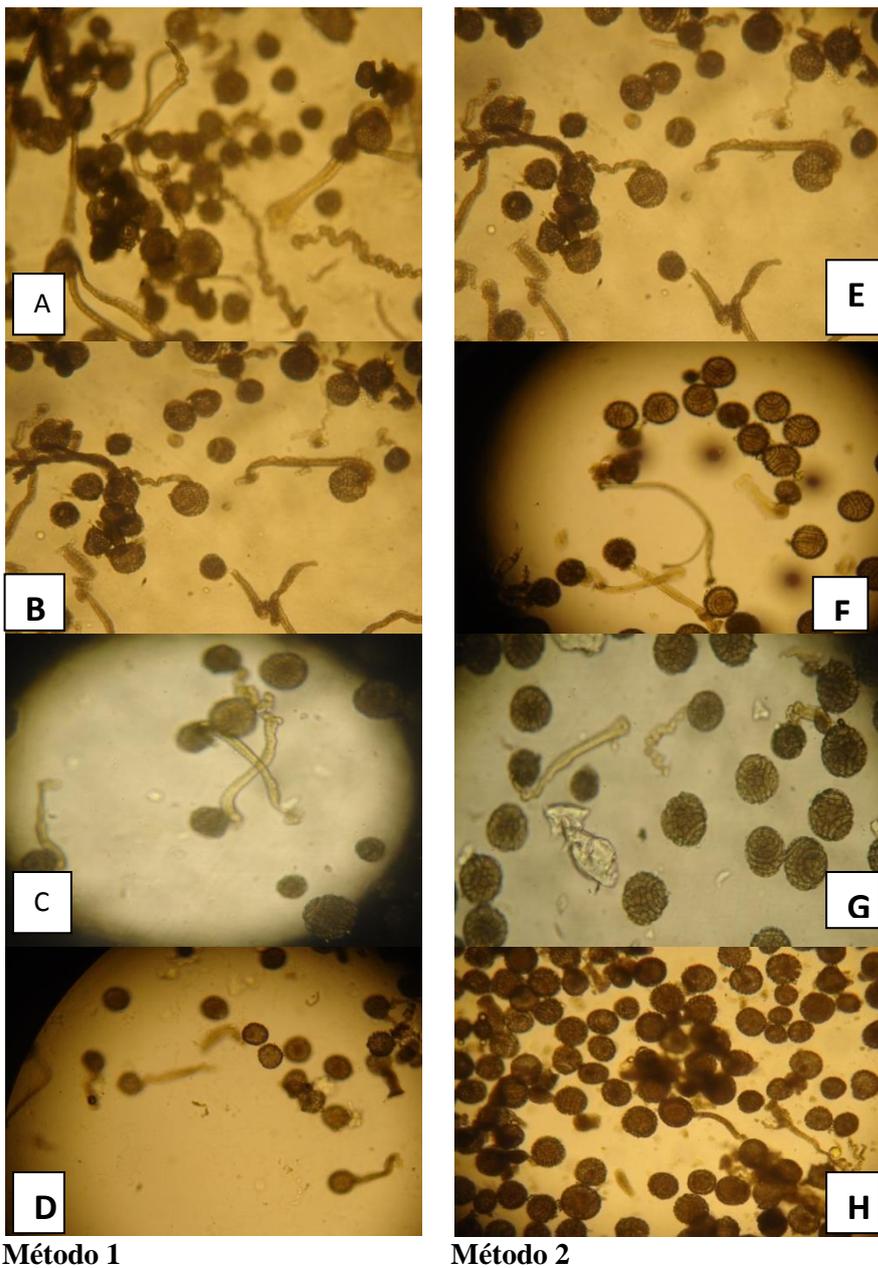
**Figura 1** Média e desvio padrão da viabilidade polínica de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg) com grãos de pólen armazenados sob refrigeração, na flor armazenada, na antera armazenada em diferentes horários de armazenamento em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil. Letras diferentes somente nas barras escuras e somente nas barras claras indicam valores estatisticamente diferentes (teste de Turkey,  $p < 0,005$ ).



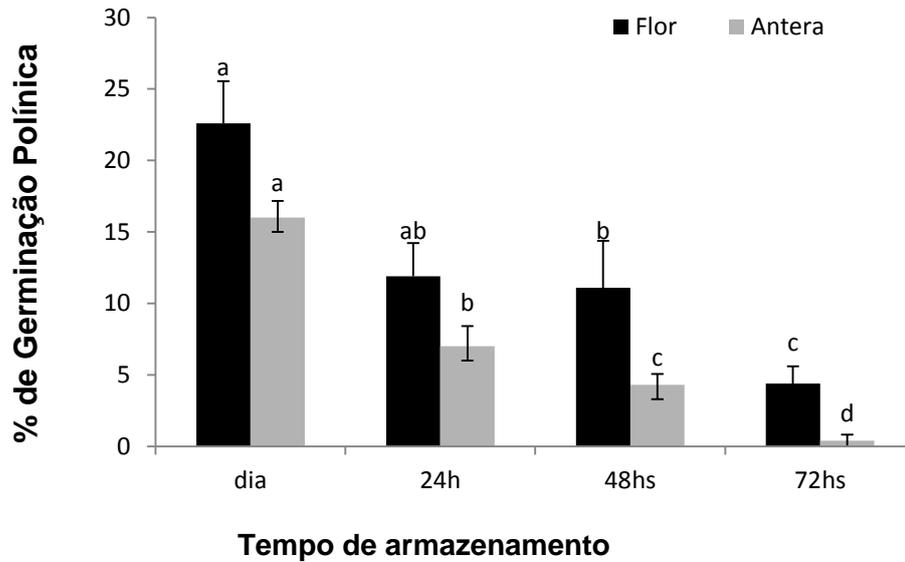
**Figura 2** A) Visão panorâmica de lâmina histológica com grãos de pólen de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg), com utilização do corante Carmim acético a 2%. B) Em destaque grãos de pólen viáveis (V) e inviáveis (IV) em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



**Figura- 3** Crescimento do tubo polínico em estigmas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg) para os métodos de polinização cruzada manual. A) Luvas; B) Corpo da abelha; C) Luvas e D) dedos em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



**Figura-4** Germinação in-vitro de pólen de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg) seguindo duas metodologias e sob diferentes períodos de armazenamento. Método 1) botão floral armazenado A- Pólen do dia, P. 24hs, P. 48hs, P. 72hs e Método 2) anteras armazenadas E- Pólen do dia, F- p. 24hs, G- p. 48hs, H- p. 72hs em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil.



**Figura 5-** Média e desvio padrão da germinação polínica *in vitro* de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircapa* Deg) com grãos de pólen recém retirados e armazenados sob refrigeração, na flor armazenada e na antera armazenada e, em diferentes horários de armazenamento em Juazeiro, Bahia, nordeste do Brasil. Letras diferentes somente nas barras escuras e somente nas barras claras indicam valores estatisticamente diferentes (teste de Turkey,  $p < 0,005$ ).



# AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT

An International Journal for Scientific Research on the Interaction Between Agroecosystems and the Environment

(Qualis A2)

## **Subdivisões-seções numeradas**

Divida seu artigo em seções bem definidas e numeradas. Subseções devem ser numeradas 1.1 (então 1.1.1, 1.1.2,...), 1.2, etc. (O resumo não está incluso na seção numeração). Use esta numeração também para internos de referencia cruzada: não se refere apenas ao texto. Qualquer subseção poderá ser dada um título breve. Cada título deve aparecer em sua própria linha separada.

## **Introdução**

Declare os objetivos do trabalho e forneça uma base adequada, evitando uma pesquisa bibliográfica detalhada ou um resumo dos resultados.

## **Resultados**

Os resultados devem ser claros e concisos.

## **Discussão**

Este deve explorar os significados dos resultados do trabalho, e não repeti-los. A combinação resultados e discussão é frequentemente apropriado. Evite citações extensas e discussão de literatura.

## **Conclusões**

As principais conclusões do estudo podem ser apresentadas em uma curta seção “Conclusões” que pode esta sozinha ou formar uma subseção de uma Discussão ou Resultados e Discussão.

## **Apêndices**

Se houver mais de um apêndice, ele devem ser identificados como A, B, etc. formulas e equações em apêndices deve ser dada uma numeração separada: Eq. (A.1), eq. (A.2), etc., em um apêndice posterior, a Eq.. (B.1) e assim por diante. Da mesma forma para tabelas e figuras: Tabela A.1, fig. A.1, etc.

### **Informações da página título**

**Título.** Conciso e informativo. Títulos são frequentemente utilizados em sistemas de recuperação de informação. Evite abreviações e formulas, quando possível.

**Os nomes dos autores e afiliações.** Quando o nome de família pode ser ambíguo (por exemplo, um nome duplo), indique isso claramente. Apresentar o endereço dos autores de afiliação (onde o trabalho tenha sido feito) abaixo os nomes. Indique todas as afiliações com uma carta sobrescrita minúscula logo após o nome do autor e em frente ao endereço apropriado. Fornecer o endereço postal completo de cada afiliação, incluindo o nome do país e, se possível, o endereço de email de cada autor.

**Autor correspondente.** Indica claramente quem vai lidar com a correspondência em todas as fases de arbitragem e publicação, também pós-publicação. Certifique-se que os números de telefone e fax (com o código de país e de área) são fornecidos, além do endereço do email e endereço postal completo. Detalhes de contato devem ser mantidos até a data pelo autor correspondente.

**Presente / endereço permanente.** Se o autor se mudou desde que o trabalho descrito no artigo foi feito, ou estava visitando no momento, “um endereço de Presente” (ou endereço permanente) pode ser indicada como uma nota de rodapé do nome desse autor. O endereço no qual o autor realmente fez o trabalho deve ser mantido como o endereço de afiliação principal. Números arábicos sobrescritos são usados para notas de rodapé tais.

### **Resumo**

Um resumo conciso e fatural é necessário. O resumo deve indicar brevemente o objetivo da pesquisa, os principais resultados e conclusões principais. Um resumo é muitas vezes apresentado separadamente do artigo, assim que deve ser capaz de ficar sozinho. Por esta razão, as referencias devem ser evitadas, mas se necessário, em seguida citar o autor (es) e ano (s). Além disso, as abreviações não padrão ou incomum deve ser evitado, mas é essencial que deve ser definida na sua primeira menção no abstrato em si.

### **Resumo gráfico opcional**

Um resumo gráfico é opcional e deve se resumir o conteúdo do papel em uma forma concisa e pictórico projetado para capturar a atenção de um vasto publica online. Os autores devem fornecer imagens que claramente representem o trabalho descrito no papel. Resumos gráficos devem ser apresentados com uma legenda. Fornecer legendas separadamente, não ligadas ao resumo gráfico. A legenda deve incluir um titulo breve (não no resumo gráfico em si).

Resumos gráficos devem ser apresentados como um arquivo separado no sistema de inscrição online. Tamanho Máximo de imagem: 400x 600 pixels (a x w, tamanho recomendado de 200 a 500 pixels). Preferenciais tipos de arquivo: TIFF, EPS, PDF ou arquivos do MS Office.

Veja [HTTP://www.elsevier.com/graphicalabstracts](http://www.elsevier.com/graphicalabstracts) para exemplos.

### **Destaques**

São obrigatórios para este jornal. Eles consistem de uma pequena coleção de pontos que transmitem os resultados principais do artigo e deve ser apresentado em um arquivo separado no sistema de inscrição online. Por favor, use 'Destaques' no nome do arquivo e incluir 3 a 5 pontos (Máximo 85 caracteres, incluindo espaços, por ponto).

### **Palavras – chave**

Imediatamente após o resumo, fornecer um Máximo de seis palavras-chave, usando a ortografia americana e evitar gerais e termos plurais e conceitos múltiplos (evitar, por exemplo, 'e', 'de'). Ser poupado com abreviações: abreviatura apenas firmemente estabelecida no campo pode ser elegível. Essas palavras-chaves serão utilizadas para fins de indexação.

### **Agradecimentos**

Agrupar reconhecimentos em uma seção separada, no final do artigo, antes das referências e não, portanto, incluí-los na página do título, como uma nota de rodapé para o título ou não. Listar aqui aqueles indivíduos que fornecem ajuda durante a investigação (por exemplo, oferecendo ajuda linguística, escrita assistida ou prova de ler o artigo, etc.).

### **Formulas matemáticas**

Formulas simples presente na linha de texto normal, sempre que possível, e usar o (/) em vez de uma linha horizontal para pequenos termos fracionários, por exemplo, X/Y. Em princípio, as variáveis devem ser apresentadas em itálico. Número consecutivamente as equações que tem de ser apresentadas separadamente do texto (se referido explicitamente no texto).

### **Notas de rodapé**

As notas devem ser usadas com moderação. Números consecutivos ao longo do artigo, usar números arábicos sobrescritos. Muitos programas de textos constroem notas de rodapé no texto, e esse recurso pode ser usado. Se não for este o caso, indicar a posição das notas de rodapé em si separadamente no final do artigo. Não incluir notas de rodapé na lista de referências.

## Notas de mesa

Indique cada nota de rodapé em uma tabela com letra maiúscula sobrescrito.

## Obra

### Arte eletrônica

Pontos gerais

- Certifique-se de usar uniforme dimensionamento de seu trabalho artístico original.
- Salvar o texto em ilustrações como ‘gráficos’ ou coloque a fonte.
- Use apenas as seguintes fontes em suas ilustrações: Arial, Courier, Times.
- Número das ilustrações de acordo com a sua sequência no texto.
- Use uma convocação de nomenclatura lógica para seus arquivos de arte.
- Fornece legendas para as ilustrações separadamente.
- Produza imagens perto para o tamanho desejado da versão impressa.
- Apresentar cada figura como um arquivo separado.

Formatos

Independentemente da aplicação utilizada, quando o seu trabalho artístico eletrônico é finalizado, por favor ‘salvar como’ ou converter as imagens para um dos seguintes formatos (observe os requisitos de resolução para desenhos de linha, meios-tons e de linha/meio-tom combinações dados abaixo):

EPS: desenhos vetoriais. Incorporar a fonte ou salvar o texto como “gráficos”.

TIFF: cor ou em tons de cinza fotografias (meios-tons): use sempre um mínimo de 300dpi.

TIFF: desenhos de bitmap: usar um mínimo de 1000 dpi.

TIFF: combinações de bitmap linha / meio tom (cor ou tons de cinza): um mínimo de 500 dpi é necessário.

Se a sua arte eletrônica é criado em um aplicativo do Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), por favor, oferta “como está”.

Por favor, não:

- Arquivos de abastecimento que são otimizados para uso em tela (Poe exemplo, GIF, BPM, PICT, WPG), a resolução é muito baixa;
- Arquivos de abastecimento que são otimizados para uso em alta;
- Apresentar os gráficos que são desproporcionalmente grandes para o conteúdo.

## Cor

Certifique-se de que os arquivos de arte estão em formato aceitável (TIFF, EPS ou arquivos do MS Office) e com resolução correta. Se, em conjunto com o seu artigo aceito, você

apresentar valores de cor utilizáveis depois Elsevier irá garantir, sem nenhum custo adicional, que esses números aparecem a cores na Web (por exemplo, Sciece Direct e outros sites), independente de haver ou não estas ilustrações são reproduzidas em cores na versão impressa. Para reprodução de cores na impressão, você receberá informações sobre os custos de Elsevier após o recebimento de seu artigo aceito. Por favor, indique a sua preferência por cor: em versão impressa ou na WEB apenas. Para mais informações sobre a preparação de obras de arte eletrônica, consulte

Veja [HTTP://www.elsevier.com/artworkinstructions](http://www.elsevier.com/artworkinstructions).

Atenção devido a complicações técnicas que podem surgir através da conversão de valores de cor para “escala cinza” (para a versão impressa que você não deve optar por cores na impressão) envie além - utilizáveis versões pretas e brancas de todas as ilustrações coloridas.

### **As legendas das figuras**

Assegurar que cada ilustração tem uma legenda. Fornecer legendas em separado, não ligado a figura. A legenda deve compreender um título breve (não na própria figura) e a descrição da figura. Manter o texto nas próprias ilustrações para um mínimo, mas explicar todos os símbolos abreviações utilizadas.

### **Tabelas**

Numerar as tabelas consecutivamente de acordo com a sua aparição no texto. Coloque notas de rodapé nas tabelas abaixo do corpo da tabela e indicar-lhes sobrescritos letras maiúsculas. Evite regras verticais. Poupar o uso de tabelas e garantir que os dados apresentados em tabelas não dupliquem resultados descritos em outras partes do artigo.

### **Referencias**

#### **Citação do texto**

Certifique-se de que todas as referencias citadas no texto também está presente na lista de referencias (e vice-versa). Todas as referencias citadas no texto devem ser dada na integra. Resultados não publicados e comunicações pessoais não são recomendados na lista de referencias devem seguir o estilo de referencia padrão da revista e deve incluir uma substituição da data de publicação, quer com “resultados não publicados” ou “comunicação pessoal” citação de uma referencia como “no prelo” implica que o item foi aceito para publicação.

#### **Referências da web**

No mínimo, a URL completa deve ser dada e a data em que a referencia foi acessada pela ultima vez. Qualquer informação adicional, se conhecido (DOI, nomes de autores, datas de referência a uma publicação de fonte, etc.), também deve ser dado. Referencias da Web

podem ser listadas separadamente (por exemplo, depois que a lista referêcia) sob uma posição diferente, se desejado, ou pode ser incluído na lista de referêcia.

### **Referências em uma edição especial**

Certifique-se de que “esta questão” as palavras são adicionadas a quaisquer referêcia na lista (e quaisquer citação no texto) para outros artigos da mesma edição especial.

### **Referência de software de gestão**

Esta revista tem modelos padrão disponíveis na chave de referêcia de gerenciamento de pacotes EndNote (<http://refman.com/suppot/rmstyles.asp>) e gerente de referêcia (<HTTP://refman..com/support/rmstyles.asp>). Usando plug-ins para processamento de texto pacotes, os autores so precisam selecionar o modelo apropriado da revista ao preparar seu artigo e a lista de referêcias e citações a estes serão formatados de acordo com o estilo da revista, que é descrito abaixo.

### **Estilo de referêcia**

**Texto:** Todas as citações no texto devem se referir a:

1. Só autor: o nome do autor (sem iniciais, a menos que haja ambigüidade) e do ano de publicação;
2. Dois autore: ambos o ano dos autores e do ano de publicação;
3. Tres ou mais autores: nome do primeiro autor seguido de “et al”. E o ano de publicação.

As citações podem ser feitas diretamente (ou entre parênteses). Grupos de referêcias devem ser listados em ordem alfabética primeiro, em seguida, em ordem cronológica.

Exemplos: “Como demonstrado (Allan, 2000<sup>a</sup>, 2000b, 1999; Allan e Jones, 1999).

Kramer et al., (2010) demonstraram recentemente...”.

Lista: as referêcias devem ser organizadas em ordem alfabética primeiro e depois cronologicamente também classificados, se necessário. Mais do que uma referêcia do mesmo autor (es) no memso ano devem ser identificados pelas letras “a”, “b”, “c”, etc, colocando após o ano da publicação.

Exemplos:

### **A referêcia a uma publicação do jornal;**

Van der Geer, J., Hanraads, JAJ,Lupton, RA, 2010. A arte de escrever um artigo científico. J. Sei. Commun. 163, 51-59.

### **A referêcia de um livro:**

Struk Jr., W., White, E. B., 2000. *The Elements of Style*, Ed quarto. Logman, Nova Iorque.

Referencia a um capitulo de um livro editado:

Mettam, G.R., Anms, L.B. de 2009. Como preparar uma versão eletrônica do seu artigo, in: Jones BS, Smith, RZ (Eds.), *Introdução a era eletrônica*. E-Publishing Inc., Nova Iorque, pp 281-304.