



**SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO DA
ABELHA IRAÍ E CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS EM CULTIVARES DE
MORANGUEIRO**

GIULIANA RIBEIRO DA SILVA

2017

GIULIANA RIBEIRO DA SILVA

**SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO DA ABELHA IRAÍ E
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM CULTIVARES DE
MORANGUEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia.

Orientadora:
Prof. D.Sc. Raquel Pérez-Maluf

Co-orientadora:
D.Sc. Generosa Sousa Ribeiro

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
2017

F58s

Silva, Giuliana Ribeiro.

Serviços de polinização da abelha Iraí e características agronômicas em cultivares de morangueiro. / Giuliana Ribeiro Silva, 2017.

99f. il. ; (algumas color.).

Orientador (a): Dr^a. Raquel Pérez-Maluf.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2017.

Inclui referência F. 85 – 95.

1. Morango – Cultivo. 2. Serviço polinização – Morango. 3. Abelhas Iraí. I. Pérez-Maluf, Raquel. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. T. III.

CDD: 634.75

Catálogo na fonte: **Cristiane Cardoso Sousa – CRB 5/1843**

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

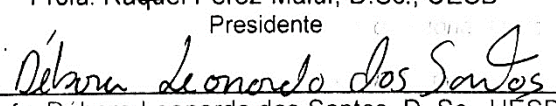
Título: “SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO DA ABELHA IRAÍ E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM CULTIVARES DE MORANGUEIRO”.

Autor: Giuliana Ribeiro da Silva

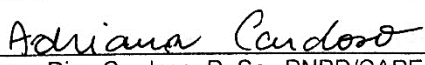
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



Profa. Raquel Pérez-Maluf, D.Sc., UESB
Presidente



Profa. Débora Leonardo dos Santos, D. Sc., UESB



Adriana Dias Cardoso, D. Sc., PNP/DCAPES

Data de realização: 11 de agosto de 2017.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383
– Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900
e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

Dedico este trabalho à minha **família** pelo incentivo e apoio incondicional durante esta trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que, por sua infinita misericórdia e amor, me sustentou em todos os momentos de realização deste trabalho.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Profa. Dra. Raquel Pérez-Maluf, pela orientação, confiança, incentivo e disposição em ajudar durante toda a trajetória da pós-graduação.

À co-orientadora Dra. Generosa Sousa Ribeiro, pelo apoio e contribuição no desenvolvimento desta dissertação.

Às professoras Dra. Adriana Dias Cardoso e Dra. Débora Leonardo dos Santos, pela contribuição e disponibilidade na participação da Banca Examinadora.

Aos senhores Ednaldo Alves Ribeiro e Nice Oliveira, pela disponibilidade e confiança em ceder a propriedade para a execução dos experimentos.

Ao Sr. Sator Itikawa, por meio da empresa Bioagro, pela concessão das mudas de morangueiro.

Ao Setor de Apicultura e Meliponicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ceder as colônias de abelha Iraí para o experimento.

A todas as colegas do Laboratório de Biodiversidade do Semiárido – LABISA: Ana Luiza de J. Gusmão, Priscila S. Miranda, Ingrid Sousa Costa, Vaniele Salgado, Catarina Silva Correia, Danusia Luz, Jennifer Guimarães, Rita de Cássia, Vanusa Rodrigues, pelo auxílio, companheirismo e amizade em todas as viagens de campo e atividades do laboratório.

À minha família, por acreditar nas minhas decisões e estar presente em cada passo de minha trajetória.

RESUMO

SILVA, G.R. da. **Serviços de polinização da abelha Iraí e características agronômicas em cultivares de morangueiro.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2017. 99p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).¹

Este estudo foi conduzido em Vitória da Conquista - Bahia, em dois experimentos, com o objetivo de avaliar os serviços de polinização da abelha *Nannotrigona testaceicornis* no morangueiro e as características agronômicas de cultivares de morangueiro. O experimento I ocorreu entre outubro/2016 e abril/2017, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com doze repetições nas cvs. 'San Andreas' e 'Monterey'. Na cv. 'San Andreas', os tratamentos com polinização por *N. testaceicornis* foram: T1 (1 visita), T2 (2 visitas), T3 (3 visitas), T4 (polinização natural) e T5 (autopolinização). Nas flores visitadas por *N. testaceicornis*, foram observados o tempo de visita e o comportamento ao redor das anteras e estigmas. Na cv. 'Monterey', os tratamentos foram: autopolinização e polinização natural. Foram avaliadas a biometria das frutas, taxa de fecundação dos aquênios e a classificação das frutas quanto às deformações, classes, frutas comercializáveis e não comercializáveis. No experimento II, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro cultivares de morangueiro ('San Andreas', 'Monterey', 'Albion' e 'Portola') e quatro repetições. As frutas foram colhidas no período de agosto a dezembro/2016. Foram avaliadas as características agronômicas, produtividade total (g planta⁻¹) e massa fresca média de frutas (g fruta⁻¹). Na cv. 'San Andreas', o comprimento longitudinal apresentou-se superior nos tratamentos T3 e T4, comparado à T5. Os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram melhoria da qualidade das frutas quanto à deformação e frutas comercializáveis. Na cv. 'Monterey', a polinização natural apresentou melhoria no grau de deformação e frutas comercializáveis, e as características biométricas apresentaram-se semelhantes nos tratamentos. A cv. 'San Andreas' apresentou média de produtividade total superior (526,1 g planta⁻¹) comparada às outras cultivares. A massa fresca média das frutas apresentou resultados semelhantes entre as cultivares de 14,5 a 15,7 g fruta⁻¹. O serviço de polinização por *N. testaceicornis* e polinização natural contribuíram para o comprimento longitudinal e na melhoria das características qualitativas das frutas, grau de deformação e frutas comercializáveis. A cultivar 'San Andreas' apresentou maior adaptabilidade às condições de cultivo de Vitória da Conquista. As massas frescas médias das frutas apresentaram-se satisfatórias, para todas as cultivares 'San Andreas', 'Albion', 'Portola' e 'Monterey'.

¹ Orientadora: Profa Raquel Pérez-Maluf, D.Sc., UESB e Co-orientadora: Generosa Sousa Ribeiro, D.Sc., UESB.

ABSTRACT

SILVA, G.R. da. **Pollination services of the stingless bee *Iraí* and agronomic characteristics in cultivars of strawberry.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2017. 99 p. (Dissertation – Master's in Agronomy, Concentration Area in Phytotechny).²

This study was conducted in Vitória da Conquista - Bahia, Brazil, in two experiments, with the objective of evaluating the pollination services of the stingless bee *Nannotrigona testaceicornis* in the strawberry and the agronomic characteristics of strawberry cultivars. The experiment I occurred between October/2016 and April/2017, a completely randomized experimental design was used, with twelve replications in cvs. 'San Andreas' and 'Monterey'. In cv. 'San Andreas', the treatments with *N. testaceicornis* were: T1 (1 visit), T2 (2 visits), T3 (3 visits), T4 (natural pollination) and T5 (self-pollination). In the flowers visited by *N. testaceicornis*, the visiting time and the behavior around the anthers and stigmas were observed. In cv. 'Monterey', the treatments were: self-pollination and natural pollination. The fruit biometry, the fecundation rate of the achenes and the classification of the fruits in relation to the deformations, classes, marketable and non-marketable fruits were evaluated. In the experiment II, a completely randomized design with four strawberry cultivars ('San Andreas', 'Monterey', 'Albion' and 'Portola') and four replications were used. The fruits were harvested from August to December/2016. The agronomic characteristics, total productivity (g plant⁻¹) and average fresh fruit mass (g fruit⁻¹) were evaluated. In cv. 'San Andreas', the longitudinal length was higher in T3 and T4 treatments, compared to T5. The treatments T1, T3 and T4 showed improvement of the quality of the fruits in relation to the deformation and marketable fruits. In cv. 'Monterey', natural pollination showed improvement in the degree of deformation and marketable fruit, and biometric characteristics were similar in treatments. The cv. 'San Andreas' presented higher average of total productivity (526,1 g plant⁻¹) compared to the other cultivars. The average fresh fruit mass presented similar results among the cultivars of 14,5 to 15,7 g fruit⁻¹. The pollination service by *N. testaceicornis* and natural pollination contributed to the longitudinal length and the improvement of the qualitative characteristics of the fruits, degree of deformation and marketable fruits. The cultivar 'San Andreas' presented greater adaptability to the conditions of cultivation of Vitória da Conquista. The average fresh fruit masses were satisfactory for 'San Andreas', 'Albion', 'Portola' and 'Monterey' cultivars.

² Orientadora: Prof^a Raquel Pérez-Maluf, D.Sc., UESB e Co-orientadora: Generosa Sousa Ribeiro, D.Sc., UESB.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Médias mensais de precipitação, umidade relativa do ar e temperaturas máximas e mínimas no período de maio de 2016 a maio de 2017, em Vitória da Conquista, Bahia.....33
- Figura 2** - Experimento implantado com quatro cultivares de morangueiro. Vitória da Conquista, BA, 2017.....35
- Figura 3** - Caixas de *Nannotrigona testaceicornis* na área experimental de morangueiro. Vitória da Conquista, BA, 2017.....38
- Figura 4** - Seleção de flores e serviço de polinização. Seleção da flor primária (A); antese de flor primária (B); serviço de polinização pela *Nannotrigona testaceicornis* (C); flor ensacada com tecido de voil (D). Vitória da Conquista, BA, 2017.....39
- Figura 5** - Avaliação do comprimento longitudinal (A), diâmetro equatorial (B), e massa fresca da fruta (C) em laboratório. Vitória da Conquista, BA, 2017.....41
- Figura 6** - Remoção de aquênios das frutas (A); teste de aquênios (B) em laboratório. Vitória da Conquista, BA, 2017.....42
- Figura 7** - Estimativas do coeficiente de correlação linear de Pearson entre massa fresca de frutas e taxa de fecundação dos aquênios da cv. 'San Andreas'. Uma visita de *N. testaceicornis* (A); duas visitas de *N. testaceicornis* (B); três visitas de *N. testaceicornis* (C); polinização natural (D); autopolinização (E). Vitória da Conquista - BA, 2017.....51

Figura 8 - Frequência relativa de classes de frutas de morangueiro cv. ‘San Andreas’ em função da polinização de *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. T1 - flor visitada uma vez, T2 - flor visitada duas vezes, T3 - flor visitada três vezes, T4 - polinização natural, T5 - autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....52

Figura 9 - Frequência relativa do grau de deformação de frutas de morangueiro cv. ‘San Andreas’ em função da polinização de *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. T1- flor visitada uma vez, T2 - flor visitada duas vezes, T3 - flor visitada três vezes, T4 - polinização natural, T5 - autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....54

Figura 10 - Frequência relativa de frutas de morangueiro cv. ‘San Andreas’, comercializáveis e não comercializáveis, em função da polinização de *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. T1- flor visitada uma vez, T2 - flor visitada duas vezes, T3 - flor visitada três vezes, T4 - polinização natural, T5 - autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....57

Figura 11 - Frutas da cv. ‘San Andreas’. Tratamento com uma visita (A); duas visitas (B, C); três visitas (D). Vitória da Conquista, BA, 2017.....58

Figura 12 - Frutas da cv. ‘San Andreas’. Tratamento de autopolinização (A, B); tratamento de polinização natural (C, D). Vitória da Conquista, BA, 2017.....59

Figura 13 – Comprimento longitudinal (A), diâmetro equatorial (B) e massa fresca (C) de frutas de morangueiro cultivar ‘San Andreas’ em relação ao tempo de visita de *Nannotrigona testaceicornis*. Vitória da Conquista, BA, 2017.....63

Figura 14 - Frequência relativa de classes de frutas de morangueiro cv. 'Monterey' em função da polinização. T1 - autopolinização, T2 - polinização natural. Vitória da Conquista, BA, 2017.....68

Figura 15 - Frequência relativa do grau de deformação de frutas de morangueiro cv. 'Monterey' em função da polinização. T1 - autopolinização, T2 - polinização natural. Vitória da Conquista, BA, 2017.....69

Figura 16 - Frequência relativa de frutas comercializáveis e não comercializáveis de morangueiro cv. 'Monterey' em função da polinização. T1 - autopolinização, T2 - polinização natural. Vitória da Conquista, BA, 2017.....70

Figura 17 - Frutas da cultivar 'Monterey' oriundas de autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....72

Figura 18 - Frutas da cultivar 'Monterey' oriundas de polinização natural. Vitória da Conquista, BA, 2017.....73

Figura 19 - Estratégias de coleta de alimento de *Nannotrigona testaceicornis* no forrageamento em flores de morangueiro. Coleta de pólen dos estames por cima dos estigmas (A.1-3); coleta de pólen dos estames pelo lado das pétalas (B); coleta de néctar pelo lado das pétalas (C); coleta de néctar por cima dos estigmas e anteras (D). Vitória da Conquista, BA, 2017.....76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para as características comprimento longitudinal (CL), diâmetro equatorial (DE) e taxa de fecundação dos aquênios (TFA) de frutas da cv. ‘San Andreas’ em função dos tratamentos de polinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....45

Tabela 2 - Média e desvio padrão de comprimento longitudinal (CL), diâmetro equatorial (DE) e taxa de fecundação dos aquênios (TFA) de frutas da cv. ‘San Andreas’ em função do número de visitas nas flores por *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....46

Tabela 3 – Massa fresca (média \pm desvio padrão) de frutas de morangueiro, cv. ‘San Andreas’, oriundas de polinização por *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....49

Tabela 4 - Contribuição (%) por diferentes agentes e mecanismos de polinização na massa fresca média de frutas primárias de morango da cultivar ‘San Andreas’ a partir da fórmula adaptada de Zebrowska (1998). Vitória da Conquista, BA, 2017.....61

Tabela 5 - Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson entre tempo de visita geral (TDVG), comprimento longitudinal de frutas (CL), diâmetro equatorial de frutas (DE), massa fresca de frutas (MF) e taxa de fecundação de aquênios (TFA) da cv. ‘San Andreas’. Vitória da Conquista, BA, 2017.....64

Tabela 6 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para as características comprimento longitudinal (CL), diâmetro equatorial (DE), massa fresca (MF) e taxa de fecundação dos aquênios (TFA) de frutas da cv. ‘Monterey’ em função dos tratamentos de polinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.....65

Tabela 7 - Média e desvio padrão de comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, massa fresca e taxa de fecundação dos aquênios de frutas da cv. ‘Monterey’ em função da autopolinização (AP) e polinização natural (PN). Vitória da Conquista, BA, 2017.....65

Tabela 8 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para as características produtividade total (g planta^{-1}) e massa fresca média (g fruta^{-1}) das cultivares de morangueiro. Vitória da Conquista, BA, 2017.....78

Tabela 9 - Produtividade total (g planta^{-1}) e massa fresca média (g fruta^{-1}) das cultivares de morangueiro ‘San Andreas’, ‘Albion’, ‘Monterey’ e ‘Portola’. Vitória da Conquista, BA, 2017.....79

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AP	Autopolinização
CL	Comprimento longitudinal (mm)
C.V	Coefficiente de variação (%)
Cv	Cultivar
DE	Diâmetro equatorial (mm)
GL	Graus de liberdade
FV	Fonte de variação
MF	Massa fresca (gramas)
NT	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
PAT	Produção total acumulada
PBMH & PIMO	Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Morango
PN	Polinização natural
TDV	Tempo de visita (seg)
TDVG	Tempo de visita geral (seg)
TFA	Taxa de fecundação dos aquênios (%)
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
T	CTC a pH 7,0 ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)
°C	Graus celsius
x^2	Qui-quadrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Importância econômica da cultura do morangueiro	19
2.2 Aspectos gerais da cultura do morangueiro	20
2.3 Cultivares de morangueiro	22
2.4 Serviço de polinização no cultivo de morangueiro	23
2.5 Importância do serviço de polinização de abelhas em cultivos agrícolas	26
2.6 Abelha Iraí	28
2.7 Polinização e qualidade da fruta de morango	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental	33
3.2 Preparo da área experimental, instalação e condução da cultura	34
3.3 Experimento 1: Efeito da polinização da abelha Iraí em frutas de morangueiro	37
3.3.1 Delineamento experimental	37
3.3.2 Adensamento com a abelha Iraí em cultivo de morangueiro	37
3.3.3 Seleção de flores e polinização da abelha Iraí	38
3.3.4 Colheita	40
3.3.5 Características avaliadas	40
3.4 Experimento 2: Características agronômicas de cultivares de morangueiro	43
3.4.1 Delineamento Experimental	43
3.4.2 Características avaliadas	44

3.5 Análise estatística	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Experimento 1: Efeito da polinização da abelha Iraí em frutas de morangueiro	45
4.1.1 Cultivar ‘San Andreas’	45
4.1.1.1 Influência do tempo de visita de <i>Nannotrigona testaceicornis</i> em frutas da cv. ‘San Andreas’	62
4.1.2 Cultivar ‘Monterey’	64
4.1.3 Comportamento de <i>Nannotrigona testaceicornis</i> em flores de morangueiro	74
4.2 Experimento 2: Características agronômicas de cultivares de morangueiro	78
5 CONCLUSÕES	84
6 REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE	96

1. INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro, nos últimos anos, tem apresentado no Brasil crescente expansão da área cultivada e aumento da produção da fruta. Embora seja considerada como fruta de clima temperado, seu cultivo tem se expandido para diferentes regiões brasileiras (FAGHERAZZI e outros, 2017).

O estado da Bahia apresenta-se como uma dessas regiões e tem se destacado pela implantação da cultura do morangueiro na região da Chapada Diamantina, que apresenta condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

O morango é uma fruta considerada de ampla aceitação pelo mercado consumidor, apresenta diversidade para a comercialização, tanto *in natura* como para processamento na indústria. Na percepção do mercado consumidor, a aparência das frutas, principalmente quanto ao tamanho e à ausência de defeitos, é considerada como parâmetro de qualidade.

O serviço de polinização por abelhas apresenta elevada importância na agricultura, devido ao valor econômico da polinização na produção de alimentos. No morangueiro, o serviço de polinização por abelhas está associado ao aumento da produção e melhoria da qualidade das frutas (KLATT e outros, 2014).

Na cultura do morangueiro, as abelhas destacam-se como as principais polinizadoras, e as abelhas sociais sem ferrão apresentam-se como grupo promissor para os serviços de polinização. Embora algumas espécies de abelhas sem ferrão sejam utilizadas como polinizadores manejados nos diversos cultivos agrícolas, muitas espécies ainda não foram estudadas quanto à efetividade do serviço de polinização no morangueiro, e a maioria delas, apenas em ambiente protegido.

A espécie de abelha sem ferrão *Nannotrigona testaceicornis* apresenta-se como polinizadora promissora em diferentes culturas agrícolas, e sua polinização está relacionada com o aumento na produção e qualidade dos frutos. Entretanto,

no cultivo de morangueiro, o serviço de polinização por essa espécie de abelha necessita ser caracterizado em condições de campo aberto.

Além do serviço de polinização, a avaliação de cultivares quanto aos aspectos de produção é de grande importância para regiões recentes no cultivo do morangueiro, pois possibilita a seleção de cultivares com as características favoráveis para cada região. Devido à recente implantação da cultura do morangueiro no estado da Bahia, destaca-se a importância de avaliar o serviço de polinização por abelhas, como também avaliar as características agronômicas de cultivares de morangueiro, frente às condições ambientais da região de cultivo.

Diante disso, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os serviços de polinização da abelha *Nannotrigona testaceicornis* no morangueiro, assim como as características agronômicas de cultivares de morangueiro no município de Vitória da Conquista, Bahia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica da cultura do morangueiro

A produção de morango em nível mundial está concentrada na Ásia (43,8%), nas Américas (25,3%) e na Europa (25,8%), e o restante, distribuído entre a África (4,6%) e a Oceania (0,5%). A área plantada de morangueiro no mundo em 2014 foi de aproximadamente 373.435 hectares, com produção anual de 8,1 milhões de toneladas. Dentre os principais países produtores, destacam-se China, Estados Unidos, Espanha, Turquia e México (FAO, 2017).

No Brasil, a produção de morango está concentrada em regiões de clima temperado e subtropical, consideradas como regiões tradicionais no cultivo, dentre as quais se destacam como os principais estados produtores Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Espírito Santo (FAGHERAZZI e outros, 2017). Em 2014, de acordo com a FAO (2017), a área plantada foi de aproximadamente 400 hectares, e a produção brasileira de morango *in natura* foi de 3.257 toneladas. No entanto, dados de instituições brasileiras, referentes ao ciclo de produção 2015-2016, elevam a área plantada para 4300 hectares e produção nacional de 150.000 toneladas de morango (IEA, 2015; INCAPER, 2016; SEAB/DERAL, 2017).

O morangueiro também tem sido cultivado em regiões consideradas como não tradicionais, como nos estados da Bahia, do Ceará e de Goiás. Na Bahia, a cultura do morangueiro está implantada na região da Chapada Diamantina. Dados da área cultivada na Bahia, no ciclo 2015-2016, destacam a produção de 2,7 toneladas de morango *in natura* em área de 100 hectares. A produção é caracterizada como de base familiar, com tamanhos médios de plantios de 0,3 hectares no sistema de plantio no solo com cobertura de filme de polietileno (FAGHERAZZI e outros, 2017).

A cultura do morangueiro é caracterizada por apresentar rentabilidade satisfatória ao pequeno produtor rural e aceitação da fruta pelo mercado consumidor, assim como diversidade para a comercialização, tanto *in natura* como para processamento na indústria (FACHINELLO e outros, 2011).

2.2 Aspectos gerais da cultura do morangueiro

O morangueiro pertence à família Rosaceae, e o híbrido *Fragaria x ananassa* Duchesne é resultante do cruzamento entre as espécies silvestres *Fragaria chiloensis*, proveniente da América do Sul, e *Fragaria virginiana*, da América do Norte (COSTA e outros, 2014).

As plantas de morangueiro são herbáceas com sistema radicular fasciculado e superficial. O eixo caulinar é um rizoma estolhoso e cilíndrico com curtos internódios onde são formadas as folhas, estolhos e inflorescências. As flores estão agrupadas em inflorescências do tipo cimeira dicasial, composta por flores primárias, secundárias, terciárias e quaternárias (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013; MADHURI e outros, 2016).

As flores do morangueiro são hermafroditas, com estruturas funcionais responsáveis pelo processo de reprodução sexuada, o androceu e o gineceu. O androceu apresenta filetes e anteras, onde são produzidos os grãos de pólen. O gineceu apresenta o estilete e o estigma, ovário e óvulos, denominados de pistilos. Na reprodução sexuada, os grãos de pólen são depositados sobre o estigma, quando este encontra-se receptivo; assim, ocorre a germinação e o crescimento por meio do estilete. Dessa maneira, os gametas masculinos migram até os óvulos contidos nos ovários e ocorre a fertilização (WITTER e outros, 2014).

As flores do morangueiro possuem diferentes potenciais de frutificação de acordo com o número de pistilos que possui, o que depende, por sua vez, da sua posição na inflorescência. As flores primárias possuem aproximadamente 350

estigmas, secundárias, 260, e terciárias, 180, cada ovário com um único óvulo (TUOHIMETSÄ e outros, 2014).

O processo de florescimento no morangueiro é intermediado por fatores ambientais, dentre eles, os principais são temperatura e fotoperíodo (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013). As cultivares, quanto à floração, são classificadas diante dos estímulos ambientais em cultivares de fotoperíodo curto (dias-curtos) ou indiferentes ao fotoperíodo (neutras). Cultivares de fotoperíodo curto requerem fotoperíodo abaixo de 14 horas e temperaturas abaixo de 15°C para a indução da floração. Cultivares indiferentes ao fotoperíodo florescem continuamente quando as temperaturas permanecem entre 10 e 28°C (MÓGOR, 2014).

De acordo com Antunes e outros (2010), a produção de diferentes cultivares de morangueiro pode apresentar picos na produção em diferentes períodos. Essas variações na produção são atribuídas aos requerimentos específicos de condições de temperatura e fotoperíodo de cada cultivar.

O morango é considerado como pseudofruto, em sua superfície, são encontrados os frutos verdadeiros, denominados aquênios, que, depois de fertilizados, permanecem aderidos à epiderme do receptáculo floral. Contudo, a designação de fruta é utilizada quando se refere ao receptáculo floral, e aquênio, como o verdadeiro nome do fruto. O receptáculo floral possui estigmas nas regiões basal, laterais e apical, e seu crescimento ocorre gradualmente da parte basal para a parte apical do receptáculo, o que ocasiona o crescimento simétrico e típico da fruta (ARIZA e outros, 2011).

Nitsch (1950) verificou que são os aquênios que controlam o crescimento do receptáculo durante o seu desenvolvimento, devido à síntese de auxina, pelo aumento do tamanho e número de células, e que, na natureza, não há crescimento do morango sem que o óvulo contido no aquênio tenha sido fertilizado. Estudos elaborados por Ariza e outros (2011) e Csukasi e outros (2011) descrevem como

ocorre o desenvolvimento do receptáculo floral do morangueiro e sua relação com os aquênios. A síntese de hormônios desencadeados pelos processos de fertilização dos estigmas e o desenvolvimento dos aquênios ocasionam o desenvolvimento do receptáculo floral.

2.3 Cultivares de morangueiro

As principais cultivares de morangueiro utilizadas no Brasil são ‘Oso Grande’, ‘Camarosa’, ‘Aromas’, ‘Albion’ e ‘San Andreas’. O principal sistema de produção é como cultura bianual com sistema de cobertura dos canteiros com túneis baixos, filme de polietileno, irrigação por gotejamento e fertirrigação (ANTUNES; PERES, 2013; KIRSCHBAUM e outros, 2017).

No Brasil, recentemente, novas cultivares têm sido implantadas com mudas oriundas do Chile e da Argentina. Muitas dessas cultivares são oriundas de programas de melhoramento genético do morangueiro dos Estados Unidos (ANTUNES; PERES, 2013). Contudo, Antunes e outros (2010) destacam a importância de se avaliar a performance agrônômica de novas cultivares de morangueiro antes que estas sejam implantadas pelos produtores, pois muitas cultivares podem não ser adaptadas para as condições do Brasil.

Dentre as cultivares mais utilizadas pelos produtores no estado da Bahia, na Chapada Diamantina, destacam-se ‘San Andreas’, ‘Portola’ e ‘Monterey’. A expansão da cultura nessa região e o período produtivo mantido durante todo o ano, mesmo com picos de altas e baixas na produção, foram possíveis pela utilização de cultivares de dias neutros, que independem do fotoperíodo para florescerem, desde que as temperaturas permaneçam dentre 10 e 28° C (MÓGOR, 2014).

As cultivares ‘Albion’ e ‘Monterey’ apresentam-se neutras ao fotoperíodo, e, quanto à morfologia, as plantas são consideradas de porte ereto; a colheita é, por isso, facilitada, quando se compara com outras cultivares. A

produção de ‘Albion’ concentra-se em picos produtivos, e as frutas podem apresentar 30,6 g em massa fresca média, a depender das condições de cultivo; enquanto a cultivar ‘Monterey’ possui florescimento mais intenso quando comparada com a da cultivar ‘Albion’ e as frutas podem alcançar a massa média de 32,6 g, a depender das condições de cultivo (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2017).

A cultivar ‘San Andreas’, também neutra ao fotoperíodo, é mais vigorosa quando comparada com as cultivares ‘Albion’, ‘Diamante’ e ‘Aromas’. Apresenta ciclo mais precoce e produz mais frutas quando comparada com a cultivar ‘Albion’. As frutas podem alcançar massa média de 30,8 g, a depender das condições de cultivo (TAZZO e outros, 2015; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2017).

A cultivar ‘Portola’ também se apresenta neutra ao fotoperíodo, com frutificação mais precoce, comparada com a cultivar ‘Albion’. As frutas podem alcançar a massa média de 31,5 g, a depender das condições de cultivo, e são consideradas de cor mais clara e brilhantes, comparadas com as de outras cultivares (ANTUNES, 2011; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2017).

2.4 Serviço de polinização no cultivo de morangueiro

O serviço de polinização é compreendido como um serviço ecossistêmico de importância crucial para suprir os recursos alimentares humanos; para isso, é necessária a interação planta-polinizador para a produção de alimentos (GIANNINI e outros 2015; SANDHU e outros, 2016). Estudos confirmam que a produção de alimentos depende diretamente ou indiretamente de plantas polinizadas, e aproximadamente 75% das culturas agrícolas alimentares têm demonstrado aumento na produção como resultado da polinização animal (KLEIN e outros, 2007; AIZEN e outros, 2009). Além disso, os polinizadores

aumentam a qualidade do fruto e, conseqüentemente, o valor econômico da produção colhida (GARRATT e outros, 2014; KLATT e outros, 2014).

Diversos estudos têm ressaltado o valor econômico anual do serviço de polinização para diferentes culturas agrícolas (HANLEY e outros, 2015). Em caráter mundial, Gallai e outros (2009) estimaram em 153 bilhões de euros o valor econômico da polinização em culturas diretamente utilizadas na alimentação humana. Klatt e outros (2014) atribuíram ao serviço de polinização na produção de morango da América do Norte o equivalente a 750 milhões de euros. No Brasil, Imperatriz-Fonseca e outros (2012) relatam oito culturas dependentes de polinização: melão, café, maracujá, laranja, soja, algodão, caju, maçã; as quais são responsáveis por 9,3 bilhões de dólares em exportação.

As culturas agrícolas são classificadas quanto à dependência de polinizadores e podem ser altamente dependentes, moderadamente dependentes, pouco dependentes e não-dependentes (NOVAIS e outros, 2016). Giannini e outros (2015), ao listarem as principais culturas brasileiras e sua dependência da polinização animal, classificaram o morangueiro como cultura moderadamente dependente e constataram melhoria da qualidade das frutas como benefício da polinização. De maneira semelhante, Ghosh e Jung (2016) classificaram o morangueiro com grau de dependência moderada quanto ao serviço de polinização.

O processo de polinização é compreendido como a transferência do grão de pólen da antera para o estigma da flor, contudo se faz necessário um meio de transporte, o qual pode ser o vento (anemofilia), a gravidade (autopolinização) e insetos polinizadores (entomofilia) (PATTERMORE, 2017).

A polinização promovida por meio do vento e a autopolinização, apesar de suficientes para promover a formação de frutos, muitas vezes, não são capazes de maximizar o potencial produtivo das plantas (FREITAS; NUNES-SILVA,

2012). A deficiência na deposição de pólen afeta a produtividade das culturas; tal fato caracteriza o déficit de polinização (VAISSIÈRE e outros, 2011).

Na cultura do morangueiro, o déficit de polinização foi verificado por Klatt e outros (2014), na polinização pelo vento e autopolinização, que apresentaram menores massa fresca e valor comercial de frutas, ao compará-las com a polinização natural por abelhas. Pesquisas realizadas no Brasil evidenciam que o déficit de polinização para a cultura do morangueiro pode ser bastante significativo. Em termos de massa fresca de frutas, a ausência de polinizadores pode ocasionar déficit de polinização de até 48% a depender da cultivar (WITTER e outros, 2012).

O estudo da contribuição de diferentes agentes e mecanismos de polinização na massa fresca de frutas de morango também indicam o déficit de polinização na ausência de insetos polinizadores. Malagodi-Braga (2002) constatou na cultivar ‘Oso Grande’ que a autopolinização, como um mecanismo, contribuiu com 43,7% na massa fresca das frutas. O acréscimo da polinização pelo vento contribuiu no aumento de 45,3% na massa fresca das frutas, enquanto, com o acréscimo da polinização natural por insetos, ocorreu aumento na massa fresca das frutas de 11%. Dessa forma, os agentes e mecanismos de polinização proporcionaram aumento na massa fresca das frutas, e, sem insetos polinizadores, a planta não alcançaria todo seu potencial produtivo.

Além disso, a riqueza de espécies de insetos polinizadores e espécies de plantas são associadas com o aumento da massa fresca e a melhoria na qualidade das frutas de morango (ORFORD e outros, 2016; BUKOVINSZKY e outros, 2017); isso aponta a importância da conservação da comunidade de insetos polinizadores e dos habitats naturais próximos aos cultivos de morangueiro (BARTOMEUS e outros, 2014).

Estudos utilizam no morangueiro a taxa de fecundação dos aquênios como parâmetro para verificar a efetividade do serviço de polinização, por estar

estritamente relacionada com a formação e a massa fresca das frutas do morangueiro. Resultados verificados por Klatt e outros (2014) demonstraram aumento no número de aquênios fertilizados em, aproximadamente, 26,8% na polinização natural por abelhas, comparada com a polinização pelo vento, e aumento de 61,7% quando comparada com a autopolinização. Zapata e outros (2015), comparando a polinização por abelhas e a autopolinização, verificaram o acréscimo de 42% na taxa de fecundação dos aquênios na polinização pela abelha *Apis mellifera*. De maneira semelhante, Adhikari e Miyanaga (2016) também observaram acréscimo da taxa de fecundação dos aquênios na polinização por abelhas ao se comparar essa com a autopolinização.

2.5 Importância do serviço de polinização de abelhas em cultivos agrícolas

O serviço de polinização consiste em um processo de suma importância para a agricultura. Diversos animais atuam como agentes polinizadores, dentre eles, as abelhas são reconhecidas como os principais agentes nesse processo (OLLERTON, 2011; INOUYE, 2013). Além de proporcionarem a reprodução das plantas, também contribuem para o aumento da variabilidade genética, viabilidade das sementes e o incremento na produção de frutos e sementes (GARÓFALO e outros, 2012).

As abelhas visitam grande número de flores no forrageamento com o objetivo de coletar recursos alimentares. As flores fornecem pólen e néctar como alimentos; o pólen é a principal fonte de proteínas, lipídios e vitaminas para as abelhas, enquanto o néctar é a principal fonte de carboidratos e energia (VILLAS-BÔAS, 2012). Devido ao grande número de visitas, as plantas fornecem às abelhas uma nutrição alimentar complementar, e as abelhas possuem diferentes padrões de comportamento nas flores; a partir disso, produz-se o efeito de complementaridade na polinização, que permite às frutas alcançar seu potencial produtivo (BLÜTHGEN; KLEIN, 2011).

A prática de adensamento de pomares com polinizadores manejados tem sido utilizada cada vez mais nos cultivos (VAISSIÈRE e outros, 2011), visando a aumentar o serviço de polinização e, conseqüentemente, a produção das culturas, por compensar o déficit de polinizadores (VIANA e outros, 2015).

Dentre as abelhas utilizadas na agricultura para a polinização em cultivos, a *Apis mellifera* é descrita como o polinizador mais utilizado no mundo, por ser espécie generalista. Entretanto, outras espécies de abelhas, sociais e solitárias, têm sido utilizadas em programas de polinização de cultivos agrícolas. Abelhas do gênero *Bombus* possuem habilidade de polinizar por vibrações do corpo e são excelentes polinizadoras das solanáceas. As espécies dos gêneros *Centris* e *Xylocopa* são conhecidas como polinizadoras da acerola, do maracujá-doce e do maracujá-amarelo (KEASAR, 2010; GARÓFALO e outros, 2012; OLIVEIRA e outros, 2013).

Outro grupo de abelhas muito utilizado para serviços de polinização é o das abelhas sociais sem ferrão, das tribos Meliponini e Trigonini, pois possui características favoráveis para atuarem como agente polinizadores e grande valor ecológico, com potencialidade para a valoração econômica (IMPERATRIZ-FONSECA e outros, 2012). Diversos estudos de polinização em cultivos têm sido desenvolvidos no Brasil com as abelhas sociais sem ferrão, a exemplos, *Melipona quadrifasciata* e *Melipona scutellaris* no tomate, na laranja e no pimentão (ROSELINO e outros, 2010; BARTELLI e outros, 2014; RIBEIRO; ALVES; CARVALHO, 2017) e *Melipona subnitida* e *Scaptotrigona* sp. na melancia (BOMFIM e outros, 2014),

Na cultura do morangueiro, muitas espécies de abelhas têm sido utilizadas, devido ao fato de a cultura ser dependente de polinização para apresentar produção favorável e qualidade na formação das frutas. Pesquisas com abelhas foram realizadas com sucesso no morangueiro. Em estufa e em campo aberto, *Apis mellifera* (CALVETE e outros, 2010; SHARMA e outros, 2014;

ZAPATA e outros, 2015), em estufa *Anthophora plumires*, *Bombus terrestris*, *Tetragonisca angustula*, *Plebeia nigriceps*, *Scaptotrigona* aff. *depilis* e *Nannotrigona testaceicornis* (MALAGODI-BRAGA, 2002; ANTUNES e outros, 2007; DIMOU e outros, 2008, ROSELINO e outros, 2009; WITTER e outros, 2012; ADHIKARI; MIYANAGA, 2016), a campo aberto *Trigona spinipes* (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007).

2.6 Abelha Iraí

As espécies de abelhas sem ferrão apresentam-se como um grupo de himenópteros eussociais e são amplamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Aproximadamente, 87 espécies de abelhas sem ferrão são endêmicas do Brasil, correspondente a 20% das espécies descritas de abelhas sem ferrão neotropicais do mundo (PEDRO, 2014).

De acordo com Michener (2013), as abelhas sem ferrão são caracterizadas por viverem em colônias, as quais podem apresentar entre dez e cem mil operárias e, normalmente, apenas uma rainha. As operárias, durante o forrageamento, são responsáveis por coletar e transportar pólen, néctar ou material para a construção dos ninhos.

As abelhas sem ferrão são consideradas excelente alternativa para os serviços de polinização comercial em culturas de importância econômica (SLAA e outros, 2006). Algumas espécies de meliponídeos têm sido relatadas com sucesso quanto à polinização e produção de morangueiro em sistema de ambiente protegido (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004, 2007; ANTUNES e outros, 2007; ROSELINO e outros, 2009).

As abelhas sem ferrão são capazes de coletar néctar e pólen de diversas espécies de plantas, preferencialmente, de espécies de plantas nativas e, secundariamente, de culturas agrícolas, o que as torna capazes de serem manejadas em cultivos agrícolas. Além disso, apresentam ausência de ferrão

funcional, baixa ou nenhuma agressividade, menor tamanho populacional das colônias e menor amplitude de voo de forrageamento (SLAA e outros, 2006).

A espécie *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836), conhecida como Iraí, é uma abelha indígena sem ferrão, pertencente à família Apidae e tribo Trigonini. No Brasil, essa espécie é distribuída entre os Estados da Bahia, do Espírito Santo, de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e do Rio de Janeiro (SILVEIRA e outros, 2002).

A *Nannotrigona testaceicornis* apresenta colônias populosas com, aproximadamente, 1.700 operárias e apenas uma rainha (LICHTENBERG e outros, 2010). Como estratégia de defesa, utiliza o fechamento do tubo de acesso ao ninho durante a noite; esse é vedado com tela de cerume para protegê-lo de inimigos naturais e manter estáveis as suas condições internas (ALVES e outros, 2015).

É uma espécie considerada de tamanho moderado, com 4,0 mm, e apresenta distância do raio de voo, descrita por Araújo e outros (2004) e Ramírez e outros (2013), entre 621 e 951 metros, com estratégia de forrageamento solitário (JARAU e outros, 2003).

Alguns estudos verificaram o início da atividade de forrageamento de *N. testaceicornis*. Alves e outros (2015) verificaram início da atividade de forrageamento entre as 5 e 8 horas da manhã, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais; enquanto Costa e Pérez-Maluf (2016) observaram a atividade de forrageamento da mesma espécie de abelha no município de Vitória da Conquista, Bahia, e constataram início da atividade de forrageamento às 7 horas da manhã, com término às 17 horas, e maior atividade de voo entre as 10 da manhã e 14 horas, para dois períodos, seco e chuvoso.

A abelha sem ferrão *N. testaceicornis* foi utilizada em cultivos de morangueiro em estufas no Japão (MAETA e outros, 1992) e no Brasil (ROSELINO e outros, 2009), e os resultados obtidos foram promissores. Essa

espécie de abelha também tem sido utilizada em ambiente protegido para a cultura do pepino. Nos estudos de Santos e outros (2008) e Nicodemo e outros (2013), a utilização de colônias de *N. testaceicornis* em cultivo protegido de pepino aumentaram a produção, em comparação com cultivo em condições de campo aberto.

Entre os estudos com *N. testaceicornis* na cultura do morangueiro, destaca-se o de Roselino e outros (2009) em cultivo protegido, em que os autores utilizaram três colônias de *N. testaceicornis*, e os resultados quanto à qualidade das frutas apresentaram-se promissores. Os mesmos autores ainda relataram tempo elevado de visita nas flores para recolher o pólen e o néctar, o que foi favorável ao processo de polinização. Nesse estudo, o comportamento de visita nas flores permitiu à abelha *N. testaceicornis* ser um polinizador adequado para a cultura do morangueiro.

2.7 Polinização e qualidade da fruta de morango

Na qualidade do morango, a aparência, que é considerada um dos aspectos dominantes na percepção dos consumidores, está estritamente relacionada à cor, ausência de defeitos e ao frescor da fruta (CARPENEDO; ANTUNES; TREPTOW, 2016).

No Brasil, para a comercialização do morango, são aceitas as normas de classificação implantadas pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Morango - PBMH & PIMO (2009), no qual as frutas de morango destinadas ao consumo *in natura* são caracterizadas quanto à classe (tamanho) e categoria (qualidade).

Quanto à classificação pela classe, são agrupadas frutas de tamanhos semelhantes, e o tamanho é definido pelo maior diâmetro equatorial da fruta; consideram-se morangos pertencentes à classe 15 aqueles que apresentam diâmetro entre 15 e 35 mm, e à classe 35, aqueles que possuem diâmetro maior

que 35 mm. No quesito categoria, são considerados a ausência de defeitos, defeitos leves e defeitos graves. As frutas que apresentam deformação leve são caracterizadas por pequeno desvio do formato característico do ápice da fruta, enquanto as frutas com deformação grave são caracterizadas com alteração acentuada do formato característico da fruta (PBMH & PIMO, 2009).

No morangueiro, o formato das frutas depende do modo como ocorre a distribuição do pólen nos estigmas das flores (KLATT e outros, 2014). Diversos estudos comprovam que, quando não há distribuição uniforme de pólen sobre os estigmas, principalmente na autopolinização espontânea, o resultado são frutas com diferentes graus de deformações (DIMOU e outros, 2008; ZAPATA e outros, 2015; ADHIKARI; MIYANAGA, 2016).

As deformações nas frutas de morangueiro são decorrentes de polinização deficiente, por meio de estigmas não fertilizados nas regiões basal, laterais e apical do receptáculo floral. Os processos de fertilização dos estigmas e o desenvolvimento dos aquênios, oriundos da polinização, são responsáveis por promover a síntese de hormônios, tais como auxina e ácido giberélico, que induzem o crescimento da fruta, pelo aumento do tamanho e número de células do receptáculo floral do morangueiro (ARIZA e outros, 2011; CSUKASI e outros, 2011).

A relação entre polinização por abelhas, diminuição da deformação e aumento de massa fresca de frutas de morangueiro tem sido comprovada por diversos autores. Dimou e outros (2008) utilizaram a abelha *Bombus terrestris* na cultivar ‘Selva’ em ambiente protegido, e, ao ser comparada a autopolinização com a polinização pela abelha, a autopolinização apresentou duas vezes mais frutas deformadas, enquanto a massa fresca de frutas foi 50% maior no tratamento de polinização por *B. terrestris*. Witter e outros (2012) verificaram aumento na massa fresca e redução do percentual de frutas deformadas da cultivar ‘Aromas’ com polinização por *Plebeia nigriceps* em relação à autopolinização. Abrol e

outros (2017) também constataram na cultivar ‘Chandler’ frutas bem formadas e massa média de frutas oriundas de polinização por abelhas superiores à autopolinização.

De maneira semelhante, Bartomeus e outros (2014) também verificaram o impacto do serviço de polinização na formação das frutas de morangueiro; a polinização entomófila proporcionou frutas bem formadas e adequadas ao mercado *in natura*, comparada com a ausência de insetos polinizadores.

Sharma e outros (2014), ao utilizarem abelhas melíferas manejadas em ambiente protegido, verificaram aumento das características de comprimento longitudinal, diâmetro equatorial e massa média de frutas em cinco cultivares de morangueiro, em comparação com a polinização natural.

A abelha *Nannotrigona testaceicornis* tem sido estudada como polinizadora efetiva para a cultura do morangueiro. Em ambiente protegido, Roselino e outros (2009) verificaram na cv. Camarosa polinizada por *N. testaceicornis* qualidade das frutas quanto à ausência de deformações; 98% dessas frutas apresentaram-se bem formadas. Quanto às características diâmetro equatorial e massa fresca das frutas, os autores verificaram que a polinização por *N. testaceicornis* proporcionou maiores médias, comparada com a autopolinização e polinização natural, enquanto, para o comprimento longitudinal das frutas, não houve diferença entre os tratamentos.

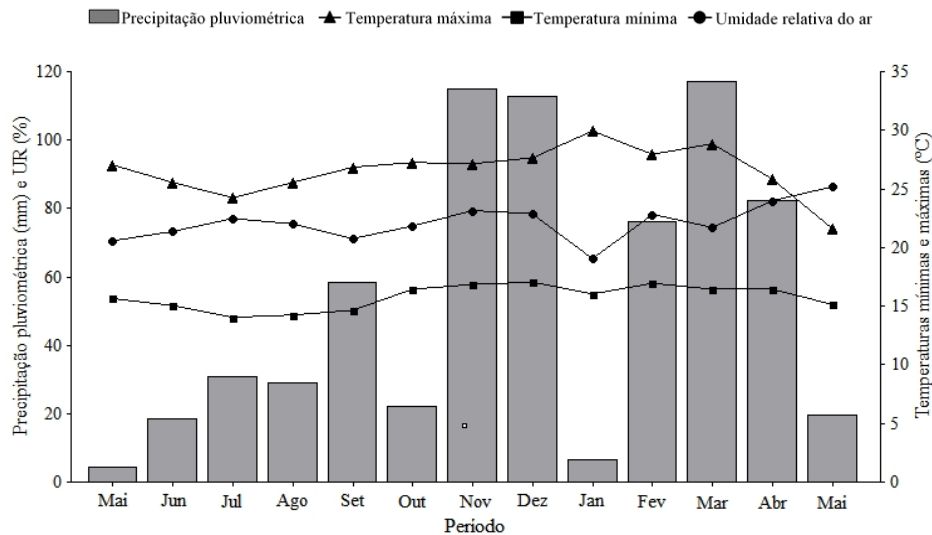
A valoração comercial das frutas de morangueiro para o mercado *in natura* também está estritamente relacionada com o serviço de polinização. Klatt e outros (2014) verificaram em nove cultivares de morangueiro que as flores que receberam polinização por abelhas resultaram em frutas com alto valor comercial. Em média, a polinização por abelhas aumentou o valor comercial por fruta para 38,6%, quando comparada com a polinização pelo vento, e para 54,3%, comparada com a autopolinização.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na propriedade Boa Terra, localizada no município de Vitória da Conquista, Bahia, a 14°47'21'' Latitude Sul e 40°43'43'' Longitude Oeste de Greenwich, com 937 m de altitude, no período de maio de 2016 a maio de 2017.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é tropical de altitude, com inverno seco e verão ameno. Os valores médios mensais da precipitação pluviométrica total, umidade relativa do ar e temperaturas médias mensais máximas e mínimas, referentes ao período de condução dos experimentos, encontram-se na Figura 1.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia/INMET. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Figura 1 - Médias mensais de precipitação, umidade relativa do ar e temperaturas máximas e mínimas no período de maio de 2016 a maio de 2017, em Vitória da Conquista, Bahia.

A caracterização química do solo da área foi realizada no Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB): pH em água: 6,2; P: 3,0 mg dm⁻³; K⁺: 0,17 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 2,3 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 0,8 cmol_c dm⁻³; Al³⁺: 0,0 cmol_c dm⁻³; H⁺: 1,4 cmol_c dm⁻³; Matéria orgânica: 13,0 g dm⁻³; Soma de Bases: 3,3 cmol_c dm⁻³; t: 3,3 cmol_c dm⁻³; T: 4,7 cmol_c dm⁻³; Saturação por bases (V): 70%; Saturação por alumínio (m): 0%.

O solo da área experimental foi classificado como pertencente à classe Latossolo Amarelo Eutrófico (EMBRAPA, 2006).

3.2 Preparo da área experimental, instalação e condução da cultura

O cultivo de morangueiro foi implantado em junho de 2016 com mudas de raiz nua procedentes do Chile. Foram plantadas quatro cultivares de dias neutros ('San Andreas', 'Monterey', 'Albion' e 'Portola'), cada uma em um canteiro, e 80 mudas por cultivar, utilizando o sistema de produção semi-orgânico, em canteiros a campo aberto, cobertos com filme de polietileno (*mulching*) sem cobertura com túnel baixo (Figura 2). O sistema de produção foi caracterizado como semi-orgânico, por não fazer uso de agrotóxicos no controle de pragas e doenças na cultura, contudo houve uso de fertilizantes minerais sintéticos.

Os quatro canteiros possuíam 0,40 m de altura, 1,0 m de largura e 14 m de comprimento, com espaçamento entre canteiros de 0,40 m. O espaçamento adotado entre plantas foi de 0,30 x 0,30 m, com duas linhas por canteiro. Utilizou-se sistema de irrigação por gotejamento planta a planta e fertirrigação; a irrigação foi efetuada de acordo com a necessidade hídrica da cultura. O filme de polietileno utilizado foi de dupla face de 30 micras de espessura, com a face branca voltada para cima.



Figura 2 - Experimento implantado com quatro cultivares de morangueiro. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Não houve necessidade de calagem no experimento, pois o pH e a saturação de bases da análise química do solo encontraram-se satisfatórios para o desenvolvimento da cultura.

Durante os experimentos, as necessidades nutricionais das plantas foram atendidas de acordo com a análise de solo, segundo as recomendações de adubação para a cultura do morangueiro do Instituto Agronômico de Campinas (2013). Utilizaram-se fertilizantes orgânicos e fertilizantes minerais sintéticos.

Foi efetuada a incorporação de esterco bovino curtido na camada de 20 cm, junto ao preparo dos canteiros, quinze dias antes do plantio das mudas, com 2 kg de esterco bovino por metro quadrado de canteiro.

Realizaram-se adubações de plantio e de cobertura, por meio de fertirrigação. Na adubação de plantio, que compreende o período de pegamento das mudas até o início da floração, por período de 30 dias, utilizaram-se os seguintes fertilizantes minerais: fosfato monoamônico, 28 gramas planta⁻¹; cloreto de potássio, 1,2 gramas planta⁻¹; nitrato de cálcio, 1,4 gramas planta⁻¹. Os adubos foram fracionados em seis aplicações a cada cinco dias. Também foi aplicada turfa

líquida na dosagem de 110 mL por canteiro, com quatro aplicações durante o período experimental.

Para a adubação de cobertura, na fase de produção de frutas, utilizaram-se os seguintes fertilizantes minerais: fosfato monoamônico, 23 gramas planta⁻¹; cloreto de potássio, 2 gramas planta⁻¹; nitrato de cálcio, 0,2 gramas planta⁻¹; sulfato de magnésio, 30 gramas planta⁻¹. As fertirrigações foram fracionadas em oito aplicações a cada oito dias, no período de dois meses, seguindo a mesma recomendação nos meses subsequentes. Além disso, ocorreram pulverizações foliares com fertilizante contendo boro na concentração de 10%, a cada quinze dias, como também fertilizante foliar com macronutrientes e micronutrientes, conforme a necessidade nutricional da cultura. O manejo de fertilizantes nitrogenados foi efetuado de acordo com o vigor vegetativo das plantas, dias chuvosos e incidência de pragas e doenças.

Não houve aplicação de agrotóxicos na cultura, o controle de pragas e doenças foi realizado por meio de produtos alternativos naturais, com calda de fumo associada à calda de sabão de coco. Também foi adotado o manejo cultural como retirada de folhas doentes e a retirada de frutas com sintomas de doenças e com ataque de pragas.

As inflorescências de todas as cultivares foram removidas das plantas até o dia 25 de julho de 2016, para assegurar o estabelecimento e o crescimento vegetativo das mudas após o plantio.

3.3 Experimento 1: Efeito da polinização da abelha Iraí em frutas de morangueiro

3.3.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com doze repetições, nas cultivares ‘San Andreas’ e ‘Monterey’. Para a cultivar ‘San Andreas’, foram utilizados os seguintes tratamentos: **T1** – Flor visitada uma vez pela abelha *Nannotrigona testaceicornis*; **T2** – Flor visitada duas vezes por *N. testaceicornis*; **T3** – Flor visitada três vezes por *N. testaceicornis*; **T4** – Polinização natural e **T5**- autopolinização. Para a cultivar ‘Monterey’, foram utilizados os tratamentos **T1**- autopolinização e **T2**- polinização natural.

3.3.2 Adensamento com a abelha Iraí em cultivo de morangueiro

Foram utilizadas cinco caixas de colônias populosas de *Nannotrigona testaceicornis* em cultivo de morangueiro a campo aberto, as quais foram dispostas em frente aos canteiros de morangueiro, a dois metros de distância (Figura 3), três caixas distribuídas de um lado do canteiro e duas caixas do lado oposto. As colônias de abelha Iraí foram fornecidas pelo Setor de Apicultura e Meliponicultura da UESB.

A implantação das caixas de abelhas Iraí foi realizada em 11 de outubro de 2016. Após a colocação das colônias, foi concedido o período de 15 dias para a adaptação delas em campo, para, somente após esse intervalo, dar início às avaliações experimentais.



Figura 3 - Caixas de *Nannotrigona testaceicornis* na área experimental de morangueiro. Vitória da Conquista, BA, 2017.

3.3.3 Seleção de flores e polinização da abelha Iraí

As flores destinadas aos tratamentos foram escolhidas, aleatoriamente, nos canteiros. Em todos os tratamentos, foram escolhidas apenas flores primárias das inflorescências, um dia antes da antese, e todas, exceto no caso da polinização natural, foram ensacadas com tecido voil para controle dos tratamentos (Figura 4 A).

Após a antese floral, para os tratamentos com visitas da abelha Iraí, foram observadas visitas em cada flor (Figura 4 B, C). Para cada visita, foi cronometrado o tempo da abelha na flor, e cada pouso foi considerado como uma visita. Após ser completado o número de visitas nas flores, estas foram novamente ensacadas com tecido voil até o desenvolvimento, crescimento e maturação das frutas (Figura 4 D).

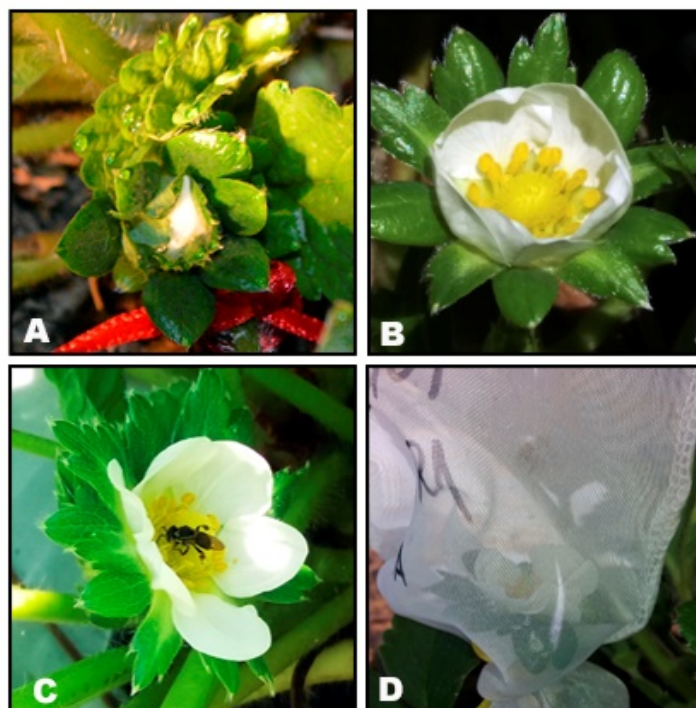


Figura 4 - Seleção de flores e serviço de polinização. Seleção da flor primária (A); antese de flor primária (B); serviço de polinização pela *Nannotrigona testaceicornis* (C); flor ensacada com tecido de voile (D). Vitória da Conquista, BA, 2017.

No tratamento de polinização natural, foram observados, além da abelha Iraí, outros polinizadores visitantes florais das flores de morangueiro de ocorrência na área experimental. No tratamento de autopolinização, não foram realizadas observações, e as flores permaneceram ensacadas. Foi considerada como autopolinização aquela promovida pela ação da gravidade.

No aspecto de comportamento de visitação da abelha Iraí nas flores, foram observados o movimento das abelhas nas flores, tempo de visita e tipo de alimento coletado nas flores de morangueiro. Foram observadas sessenta flores de morangueiro da cv. 'San Andreas'. Para determinar quais estratégias de coleta de

alimento a *N. testaceicornis* desempenhou nas flores de morangueiro, adaptou-se a metodologia utilizada por Ribeiro (2013), com *Melipona scutellaris* para *Citrus sinensis*, para estratégias de coleta de néctar e pólen.

As polinizações nas flores e posteriores análises nas frutas foram efetuadas entre outubro de 2016 e abril de 2017.

3.3.4 Colheita

As frutas oriundas dos tratamentos utilizados foram colhidas quando apresentavam 75% da sua superfície externa na coloração vermelha a totalmente maduros. Posteriormente, elas foram levadas para análises no Laboratório de Biodiversidade do Semiárido da UESB. As análises foram efetuadas no mesmo dia da colheita.

3.3.5 Características avaliadas

a) Biometria da fruta

Determinou-se o comprimento longitudinal (mm) e o diâmetro equatorial (mm) das frutas por meio de paquímetro (Figura 5 A, B). O comprimento longitudinal foi considerado como a região compreendida entre a base e o ápice da fruta e o diâmetro equatorial, a região mediana da fruta. A massa fresca das frutas foi obtida por meio de pesagem em balança de precisão analítica com precisão de 0,1 mg (Figura 5 C).

Foram avaliadas, para a cultivar ‘San Andreas, sessenta frutas, oriundas de cinco tratamentos de polinização, e, para a cultivar ‘Monterey’, vinte e quatro frutas, oriundas de dois tratamentos de polinização.

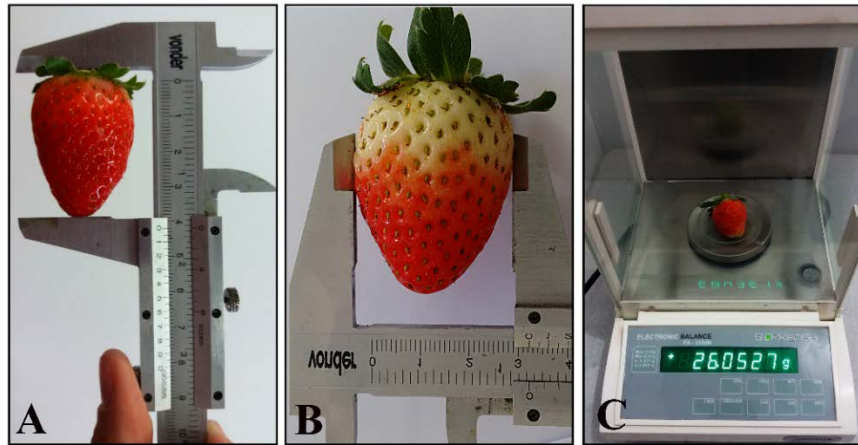


Figura 5 - Avaliação do comprimento longitudinal (A), diâmetro equatorial (B) e massa fresca da fruta (C) em laboratório. Vitória da Conquista, BA, 2017.

b) Taxa de fecundação dos aquênios

Os aquênios foram removidos das frutas, manualmente, com auxílio de pinça, e colocados em recipientes com água, para avaliação da sua capacidade de flutuação, de acordo com a metodologia de Malagodi-Braga (2002), adaptada de Thompson (1971). A taxa de fecundação dos aquênios foi calculada segundo a proporção entre o número de aquênios fertilizados, dividido pelo número de aquênios total por morango, expresso em porcentagem. A metodologia consistiu em separar os aquênios viáveis dos não viáveis por meio da sua capacidade de flutuação; os aquênios viáveis foram aqueles que afundaram em solução aquosa, e os não viáveis, os que flutuaram.

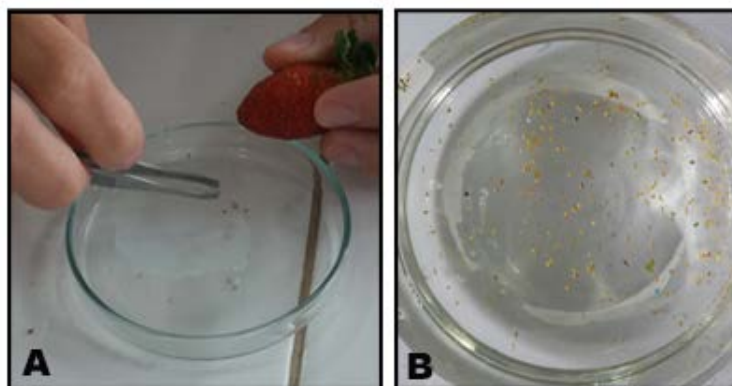


Figura 6 - Remoção de aquênios das frutas (A); teste de aquênios (B) em laboratório. Vitória da Conquista, BA, 2017.

c) Qualidade pós-colheita das frutas

As frutas foram classificadas quanto à classe (tamanho) de acordo com as normas do PBMH & PIMO (2009). A classe foi definida pela mensuração do maior diâmetro equatorial da fruta (mm). Foram consideradas pertencentes à classe 15 as frutas que possuíam diâmetro equatorial entre 15 e 35 mm, e pertencentes à classe 35 as de diâmetro equatorial maior que 35 mm.

Quanto à categoria, foram consideradas a ausência ou presença de deformação, com três grupos de classificação: ausência de deformação, deformação leve (0-30%), e deformação grave (> 30% de deformação nas frutas).

Além disso, as frutas foram classificadas também em comercializáveis ou não comercializáveis, de acordo com as características mensuradas anteriormente.

d) Contribuição de agentes e mecanismos de polinização na massa média das frutas

Foram calculados os percentuais de contribuição na massa média de frutas da cultivar 'San Andreas' de cada agente e mecanismo de polinização: a autopolinização, polinização pela abelha Iraí e polinização natural. Os cálculos

foram obtidos pelas equações (1.1, 1.2 e 1.3), adaptadas da fórmula proposta por Zebrowska (1998).

$$P = \frac{P_i - P_a}{P_i} \times 100 \quad (\text{Equação 1.1})$$

$$A = \frac{P_a}{P_i} \times 100 \quad (\text{Equação 1.2})$$

$$P_n = 100 - (P + A) \quad (\text{Equação 1.3})$$

onde: P = contribuição pela abelha *N. testaceicornis*; A = contribuição da autopolinização, promovida pela gravidade e pelo vento; P_n = contribuição pela polinização natural, promovida pelo vento, gravidade, abelha *N. testaceicornis* e outros insetos; P_i = massa média de frutas obtidas pela abelha *N. testaceicornis*; P_a = massa média de frutas obtidas por autopolinização; P_l = massa média de frutas obtidas por polinização natural. Todos os valores de contribuição foram expressos em percentual.

3.4 Experimento 2: Características agronômicas de cultivares de morangueiro

3.4.1 Delineamento Experimental

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado; os tratamentos consistiram de quatro cultivares de morangueiro ('San Andreas', 'Monterey', 'Albion' e 'Portola'), quatro repetições, e cada parcela foi composta por quatro plantas.

3.4.2 Características avaliadas

A colheita das frutas de cada cultivar ocorreu entre o período de 22 de agosto a 19 de dezembro de 2016, totalizando 18 semanas, por meio do corte no pedúnculo da inflorescência com tesoura de poda, quando as frutas apresentavam-se nos estádios de 75 a 100% maduras. Foram realizadas semanalmente, três colheitas. Após a colheita, foram avaliadas as características agronômicas: a) produtividade de frutas (g planta^{-1}): por meio do somatório da massa fresca das frutas colhidas semanalmente, sendo expresso em gramas por planta, durante todo o período de avaliação; b) massa fresca média de frutas (g fruta^{-1}), obtida por meio da razão entre produtividade (g planta^{-1}) e o número de frutas colhidas por planta.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade de variâncias; procedeu-se à análise de variância, com nível de significância a 1% e 5% de probabilidade.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), e, para as características agronômicas das cultivares, utilizou-se o teste 't' ($p < 0,05$) para comparação de médias por meio de contrastes. Dados não homogêneos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Realizou-se a distribuição de frequências relativas nas classificações das frutas, calculada por meio da fórmula ($\text{Fr} = \text{frequência de frutas por classificação} / \text{frequência total das frutas} \times 100$), as quais foram comparadas com o teste de Qui-Quadrado de Pearson a 5% e 1% de probabilidade, por meio de tabelas de contingência. para verificar, de modo mais preciso, o efeito dos tratamentos nas classificações das frutas. Além disso, os dados também foram submetidos ao coeficiente de correlação de Pearson e a regressão linear simples.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas estatísticos ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016) e R CORE TEAM (2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Efeito da polinização da abelha Iraí em frutas de morangueiro

4.1.1 Cultivar San Andreas

A análise de variância mostrou efeito significativo dos tratamentos de polinização para a característica de comprimento longitudinal de frutas, e não houve efeito significativo para as características de diâmetro equatorial de frutas e taxa de fecundação dos aquênios (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para as características comprimento longitudinal (CL), diâmetro equatorial (DE) e taxa de fecundação dos aquênios (TFA) de frutas da cv. ‘San Andreas’ em função dos tratamentos de polinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.

F.V.	G.L	QUADRADO MÉDIO		
		CL	DE	TFA
Tratamentos	4	334,05 **	52,00 ^{ns}	245,15 ^{ns}
Resíduo	55	56,47	32,52	227,40
¹ C.V.		21,58	21,78	26,12

** Significativo a 1% de probabilidade e ^{ns} não significativo, pelo teste F.

¹C.V.: coeficiente de variação (%).

As médias referentes aos tempos de visitas de *N. testaceicornis* nas flores de morangueiro, comprimento longitudinal, diâmetro equatorial e taxa de fecundação dos aquênios das frutas em função dos tratamentos de polinização estão apresentadas na Tabela 2. Verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para o tempo médio de visita nas flores pela *N. testaceicornis*, com maior média de tempo de visita verificada nas flores visitadas três vezes.

Tabela 2 - Média e desvio padrão de comprimento longitudinal (CL), diâmetro equatorial (DE) e taxa de fecundação dos aquênios (TFA) de frutas da cv. ‘San Andreas’ em função do número de visitas nas flores por *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Polinização	¹ Tempo médio de visita (seg)	CL (mm)	DE (mm)	TFA (%)
T1	212,2 b	36,2 ± 8,0 abc	26,49 ± 7,2 a	62,79 ± 16,3 a
T2	195,7 b	31,2 ± 9,2 bc	24,63 ± 7,4 a	58,53 ± 14,0 a
T3	839,0 a	37,7 ± 7,1 ab	25,36 ± 3,9 a	55,61 ± 15,7 a
T4	—	41,1 ± 5,7 a	29,67 ± 4,6 a	51,17 ± 15,1 a
T5	—	27,8 ± 7,0 c	24,77 ± 4,4 a	60,56 ± 14,3 a

T1 - Flor visitada 1 vez, T2 - Flor visitada 2 vezes, T3 - Flor visitada 3 vezes, T4 - Polinização natural, T5 - autopolinização.

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (K-W: H=9,95; P<0,001).

Quanto à característica comprimento longitudinal da fruta, a maior média foi verificada no tratamento em que houve polinização natural, em relação aos tratamentos com flores visitadas duas vezes pela *N. testaceicornis* e autopolinização; enquanto as frutas oriundas de flores visitadas uma vez pela *N. testaceicornis* apresentaram-se semelhantes a todos os outros tratamentos (Tabela 2).

No que se refere aos tratamentos que receberam uma, duas e três visitas de *N. testaceicornis*, foi verificado que não houve diferença entre eles para comprimento longitudinal da fruta, e apenas o tratamento com três visitas foi superior à autopolinização. Ainda, verificou-se que não houve influência do tempo de visita no comprimento longitudinal de frutas entre os tratamentos com *N. testaceicornis*, mesmo que, nas flores visitadas três vezes, o tempo médio de visita tenha sido superior a uma e duas visitas (Tabela 2).

É possível afirmar que o serviço de polinização por abelhas foi superior nas flores visitadas três vezes pela *N. testaceicornis* e com polinização natural, em relação aos outros tratamentos, devido ao número de visitas, número de espécies visitantes florais e ao tempo de visita. As flores visitadas três vezes pela *N. testaceicornis* foram visitadas por diferentes indivíduos da mesma espécie. Na polinização natural, pressupõe-se que houve maior número de visitas, tempo de visitação e diferentes visitantes florais, visto que as flores ficaram expostas durante toda a sua longevidade floral. Foram verificados, na polinização natural durante a condução do experimento, além da *N. testaceicornis*, as seguintes abelhas visitantes florais no cultivo de morangueiro: *Tetragonisca angustula*, *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Paratrigona subnuda*.

Os tratamentos com flores visitadas três vezes pela *N. testaceicornis* e a polinização natural favoreceram a polinização cruzada entre as flores. Diante disso, a polinização cruzada contribuiu no comprimento longitudinal de frutas superior, para os tratamentos de flores visitadas três vezes e polinização natural, comparada à autopolinização.

Sharma e outros (2014) também verificaram aumento do comprimento longitudinal das frutas de cinco cultivares de morangueiro com serviço de polinização de *Apis mellifera*, evidência de que a polinização cruzada, por meio de polinizadores manejados, no cultivo de morangueiro, está relacionada ao comprimento longitudinal das frutas.

Os resultados verificados no presente estudo foram diferentes dos obtidos por Roselino e outros (2009) com a mesma espécie de abelha na cultivar ‘Camarosa’, visto que, neste estudo, o serviço de polinização de abelhas em flores visitadas três vezes por *N. testaceicornis* e polinização natural proporcionaram maiores comprimentos longitudinais de frutas comparados à autopolinização. Esses resultados indicam para a cultivar ‘San Andreas’ a importância do serviço de polinização por abelhas na característica comprimento longitudinal das frutas.

Para a característica diâmetro equatorial das frutas, não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de polinização (Tabela 2). Esse resultado assemelha-se aos de Witter e outros (2012), que obtiveram médias não significativas e próximas das verificadas neste trabalho, no diâmetro equatorial de frutas, para as cultivares de morangueiro ‘Aromas’, ‘Diamante’ e ‘Cegnidarem’, em tratamentos de autopolinização, polinização natural e polinização por *Plebeia nigriceps*.

De forma contrária ao verificado neste estudo, para a mesma característica, Roselino e outros (2009) verificaram na cv. ‘Camarosa’ maiores médias de diâmetro equatorial de frutas oriundas de polinização por *N. testaceicornis* do que com outros tipos de polinização.

A relação entre serviço de polinização e diâmetro equatorial das frutas de morangueiro pode estar associada com o comportamento de movimentação de abelhas nas regiões lateral e basal do receptáculo floral, pelo transporte e deposição de pólen sobre os estigmas dessas regiões e consequente fertilização desses (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007). Essa afirmação é comprovada pelo processo de fertilização dos estigmas e desenvolvimento dos aquênios, responsáveis por promover a síntese de hormônios que possibilitam o aumento do tamanho e número de células do receptáculo floral (ARIZA e outros, 2011; CSUKASI e outros, 2011).

Comparando os resultados verificados de diâmetro equatorial com os de Roselino e outros (2009), que verificaram média de setenta e seis visitas de *N. testaceicornis* por flor, possivelmente, a polinização cruzada e o comportamento de movimentação da *N. testaceicornis* nas flores promoveu o aumento do diâmetro equatorial das frutas, pela distribuição de pólen nas regiões lateral e basal do receptáculo floral. Contudo, no presente trabalho, embora tenham sido observados movimentos circulares nessas regiões do receptáculo floral, o serviço de polinização por essa espécie de abelha não apresentou diferenças para diâmetro

equatorial, devido ao número de visitas na flor ter sido limitado a, no máximo, três.

Nos resultados de taxas de fertilização dos aquênios, a polinização entomófila promoveu as mesmas taxas de fertilização comparada à autopolinização (Tabela 2). De forma contrária ao verificado neste estudo, Klatt e outros (2014) e Adhikari e Miyanaga (2016) verificaram acréscimo considerável na taxa de fertilização dos aquênios oriundos da polinização por abelhas em se comparando com a autopolinização.

No presente estudo, o parâmetro de taxa de fertilização dos aquênios não se demonstrou suficiente para expressar o efeito do serviço de polinização nas frutas de morangueiro, porque as taxas de fertilização foram semelhantes entre os tratamentos. Pressupõe-se que, embora as taxas de fertilização tenham sido semelhantes, a fertilização dos aquênios deu-se em diferentes regiões do receptáculo floral, de acordo com o tipo de polinização. É possível inferir que, no tratamento de autopolinização, a fertilização dos aquênios concentrou-se nas regiões basal e laterais do receptáculo floral, enquanto, na polinização entomófila, a fertilização dos aquênios ocorreu de forma homogênea nas flores.

A característica massa fresca de frutas não diferiu entre os diferentes tratamentos de polinização (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa fresca (média \pm desvio padrão) de frutas de morangueiro, cv. ‘San Andreas’, oriundas de polinização por *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Polinização	Massa fresca (g)
Uma visita ¹	31,46 \pm 10,3 a
Duas visitas ¹	26,00 \pm 8,7 a
Três visitas ¹	31,41 \pm 7,3 a
Polinização natural	39,83 \pm 5,6 a
Autopolinização	23,79 \pm 4,9 a

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis (K-W: H= 6,06; P<0,001); ¹ Flores visitadas por *N. testaceicornis*.

Roselino e outros (2009), ao compararem a abelha *N. testaceicornis* com outros tratamentos de polinização, obtiveram maiores médias de massa fresca na cultivar ‘Camarosa’ com essa espécie de abelha. Klatt e outros (2014) e Abrol e outros (2017) obtiveram massa fresca de frutas oriundas de polinização por abelhas superior em relação à autopolinização, o que é contrário aos resultados obtidos neste estudo.

Contudo, resultados similares foram verificados por Tuohimetsä e outros (2014) ao estudarem doze cultivares de morangueiro, das quais nove apresentaram massa fresca das frutas semelhante em tratamentos de autopolinização e polinização cruzada, porém o serviço de polinização não foi quantificado.

Os resultados verificados na Tabela 3 demonstraram que o serviço de polinização entomófila não foi suficiente para polinizar todos os estigmas das flores, de modo a não proporcionar diferenças nas massas frescas entre tratamentos com polinização por insetos e autopolinização. Dessa forma, faz-se necessária a realização de outros estudos com essa espécie de abelha, para verificar se maiores serviços de polinização poderão incrementar a massa fresca das frutas para essa cultivar de morangueiro.

Nesse estudo, em todos os tratamentos de polinização, a taxa de fecundação dos aquênios não teve efeito sobre a massa fresca das frutas (Figura 7). Provavelmente, isso ocorreu porque o serviço de polinização entomófila e a autopolinização não foram suficientes para fecundar todos os aquênios, de acordo com a média da taxa de fecundação nos tratamentos de polinização apresentados anteriormente na Tabela 2; conseqüentemente, não houve o aumento expressivo da massa fresca das frutas.

Embora a massa fresca de frutas de morangueiro e a taxa de fecundação dos aquênios, normalmente, sejam correlacionadas (ZAPATA e outros, 2015), neste estudo, a taxa de fecundação dos aquênios não proporcionou aumento na massa fresca de frutas.

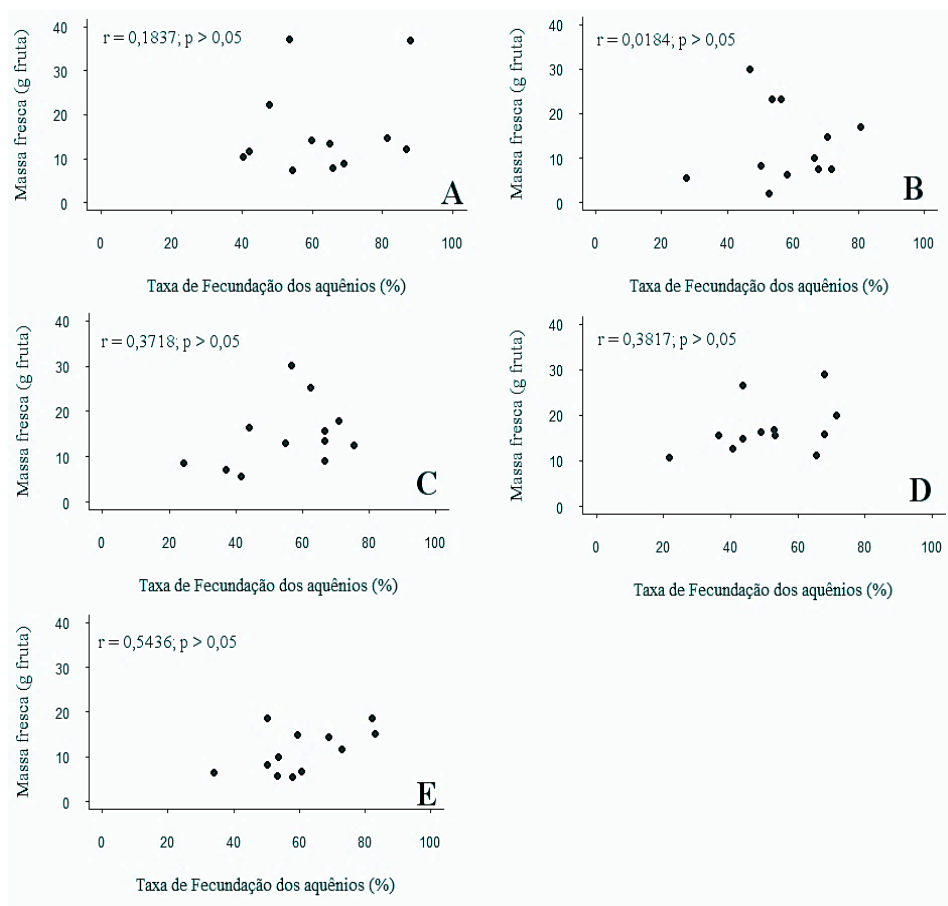


Figura 7 - Estimativas do coeficiente de correlação linear de Pearson entre massa fresca de frutas e taxa de fecundação dos aquênios da cv. ‘San Andreas’. Uma visita de *N. testaceicornis* (A); duas visitas de *N. testaceicornis* (B); três visitas de *N. testaceicornis* (C); polinização natural (D); autopolinização (E). Vitória da Conquista - BA, 2017.

As frequências relativas das classificações das frutas foram analisadas juntamente ao teste de qui-quadrado, para verificar, de modo mais preciso, o efeito dos tratamentos de polinização nas classificações das frutas. Utilizou-se, nas classes 15 e 35, grau de deformação, frutas comercializáveis e não

comercializáveis, as tabelas de contingência de 5x2, 5x3 e 5x2, respectivamente (Apêndice A, B e C). Os resultados do teste de qui-quadrado, elaborado por meio das tabelas de contingências, estão apresentados no Apêndice D.

Na classe de frutas, obtidas por meio do diâmetro equatorial, a Figura 8 demonstra a frequência relativa de distribuição de classes em cada tratamento. A classe 15 foi predominante em todos os tratamentos, enquanto a classe 35 apresentou-se apenas nos tratamentos de polinização natural, com uma e duas visitas por *N. testaceicornis*.

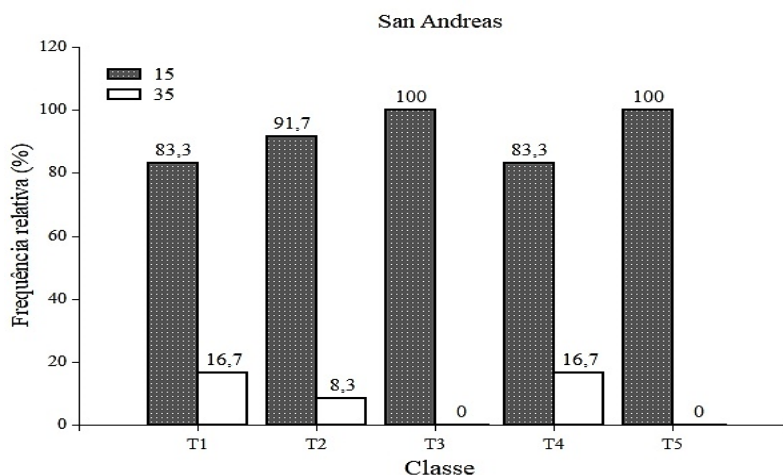


Figura 8 - Frequência relativa de classes de frutas de morangueiro cv. ‘San Andreas’ em função da polinização de *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. T1- flor visitada uma vez, T2 - flor visitada duas vezes, T3 - flor visitada três vezes, T4 - polinização natural, T5 - autopolinização. Vitória da Conquista - BA, 2017.

Comparando os resultados de frequência relativa das classes 15 e 35 (Figura 8) com o teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 4,36$; $p > 0,05$) (Apêndice D), as classes não apresentaram diferença entre os tratamentos. Portanto, é possível inferir que, embora as frequências da classe 15 tenham sido predominantes em

todos os tratamentos e as frequências da classe 35 tenham se apresentado em três tratamentos, o serviço de polinização entomófila proporcionou a mesma classe de frutas, comparado à autopolinização.

Esse resultado pode ser explicado pelo movimento das abelhas nas flores, nas regiões basal e laterais do receptáculo floral do morangueiro, que proporcionam o desenvolvimento da região equatorial da fruta, conforme descrito anteriormente. Nas condições desse experimento, o serviço de polinização, por meio do movimento das abelhas nessas regiões do receptáculo floral, não proporcionou a melhoria da classe das frutas entre os tratamentos de polinização entomófila e autopolinização.

Na Figura 9, encontram-se o grau de deformação de frutas em função da polinização. Os resultados de frequência de deformações de cada tratamento com o teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 25,83$; $p < 0,01$) (Apêndice D) confirmam que houve diferença entre os tratamentos e que, quanto maior o serviço de polinização, conforme descrito anteriormente, menores ou ausentes foram as deformações nas frutas.

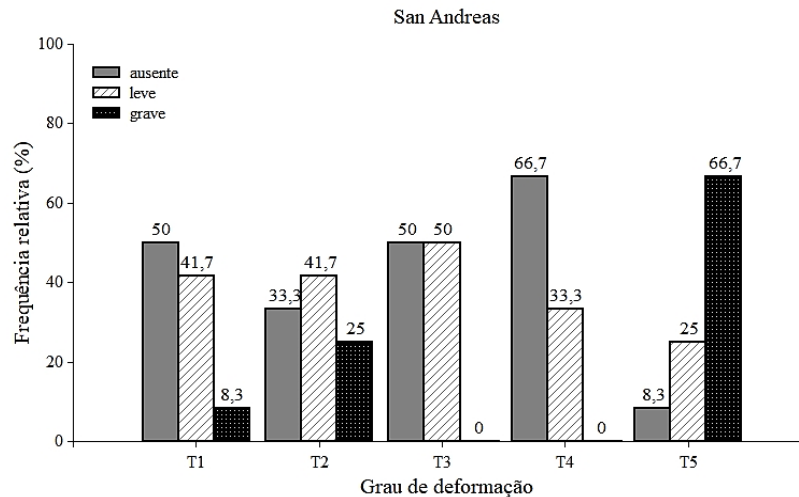


Figura 9 - Frequência relativa do grau de deformação de frutas de morangueiro cv. ‘San Andreas’ em função da polinização de *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. T1- flor visitada uma vez, T2 - flor visitada duas vezes, T3 - flor visitada três vezes, T4 - polinização natural, T5 - autopolinização. Vitória da Conquista - BA, 2017.

É possível afirmar que o grau de deformação nas frutas está diretamente relacionado à distribuição de pólen nos estigmas das flores. De acordo com Klatt e outros (2014), insetos polinizadores, ao distribuírem o pólen nas flores, fertilizam os estigmas. A fertilização dos estigmas, de forma homogênea, resulta no crescimento do receptáculo floral, também de forma homogênea, devido à ação de hormônios, e o resultado são frutas bem formadas.

Isso foi verificado no presente trabalho, pois frutas oriundas de polinização natural apresentaram maior frequência com deformações ausentes, em relação a outros tratamentos. Frutas oriundas de três visitas de *N. testaceicornis* e de polinização natural não apresentaram deformações graves; enquanto frutas oriundas de uma e duas visitas de *N. testaceicornis* apresentaram frequências de deformações graves; entretanto, o tratamento com uma visita

apresentou menor frequência de frutas com deformações graves, comparado ao com duas visitas.

Verificou-se também, quanto aos tempos médios de visitas para os tratamentos (Tabela 1), apresentados anteriormente, que maiores tempos de visitas proporcionaram menores frequências de frutas com deformações leves e graves (Figura 9).

Esses resultados confirmam que o serviço de polinização por abelhas proporcionou a melhoria na qualidade, quanto à formação das frutas, diminuindo o grau de deformação das frutas de morango destinadas ao mercado *in natura*.

Resultados semelhantes a este estudo foram verificados por Adhikari e Miyanaga (2016) com a abelha *Anthophora plumipes* no morangueiro, os quais obtiveram elevada proporção de frutas sem deformação ou com deformação leve, com 78% e 20%, respectivamente, o que evidencia a importância do serviço de polinização para a qualidade de frutas quanto à ausência de deformações.

A presença de frutas com deformações leves foi bastante frequente em todos os tratamentos, mas, principalmente, em frutas oriundas de polinização com *N. testaceicornis*. Esse resultado elucida que apenas uma espécie de abelha, embora suficiente para diminuir o grau de deformação nas frutas, pode não ser suficiente para distribuir o pólen em todos os estigmas da flor. Contudo, esse resultado também pode ser explicado pelo número limitado a, no máximo, três visitas de *N. testaceicornis* nas flores, o que não é suficiente para distribuir o pólen em todos os estigmas nas diferentes regiões do receptáculo floral.

Malagodi-Braga e Kleinert (2007) e Blüthgen e Klein (2011) defendem que, quanto maior o número de espécies de abelhas visitando flores de morangueiro, maior o efeito de complementaridade na polinização, pois cada espécie de abelha possui um padrão de movimento nas flores. Esse efeito foi verificado neste estudo na polinização natural, que, embora tenha apresentado deformações leves, pressupõe-se que o serviço de polinização tenha sido realizado

por várias espécies de abelhas. Provavelmente, apenas uma espécie de abelha aliada ao número limitado de visitas às flores não foi capaz de suprir toda a necessidade de distribuição de pólen entre os estigmas das flores de morangueiro e ocasionou, por isso, frutas com deformações leves.

O tratamento de autopolinização demonstra alta frequência de frutas com deformações graves, comparado aos tratamentos com acesso à polinização por abelhas. Resultados semelhantes foram obtidos por Dimou e outros (2008), Zapata e outros (2015), Adhikari e Miyana (2016), confirmação de que a autopolinização não é capaz de distribuir uniformemente o pólen entre os estigmas e, conseqüentemente, áreas não fertilizadas originam frutas deformadas. Dessa forma, os resultados verificados neste estudo confirmam que, embora as flores de morangueiro sejam autoférteis, não são suficientes para proporcionar a polinização adequada.

A Figura 10 apresenta a frequência de frutas comercializáveis e não comercializáveis para o mercado *in natura* em função dos tratamentos de polinização. Comparando as frequências de frutas comercializáveis e não comercializáveis com o resultado verificado no teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 18,06$; $p < 0,01$) (Apêndice D), no qual houve diferença entre os tratamentos, é possível inferir que o serviço de polinização entomófila influenciou de forma positiva quanto à classificação de frutas como comercializáveis.

Os tratamentos de três visitas de *N. testaceicornis* e polinização natural apresentaram maiores frequências de frutas comercializáveis, 91,7% e 100,0%, respectivamente, enquanto os tratamentos com uma e duas visitas de *N. testaceicornis* apresentaram 83,3% e 75% de frutas comercializáveis, respectivamente. Verifica-se, portanto, que maiores serviços de polinização proporcionaram maiores frequências de frutas comercializáveis, como verificado nos tratamentos de polinização por *N. testaceicornis* e polinização natural, comparados à autopolinização.

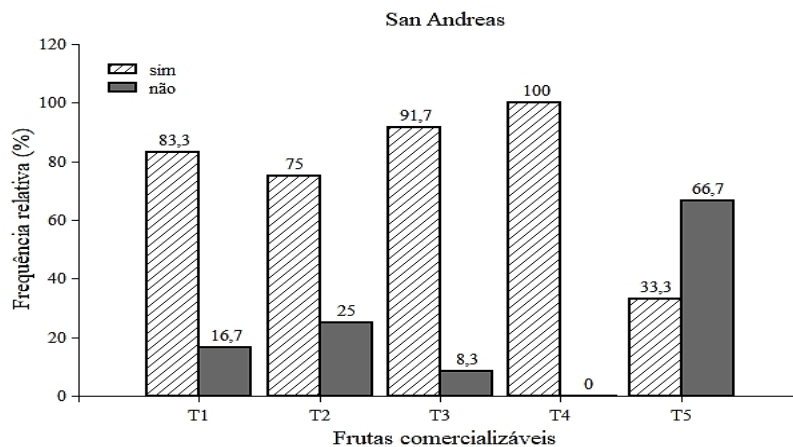


Figura 10 - Frequência relativa de frutas de morangueiro cv. ‘San Andreas’, comercializáveis e não comercializáveis, em função da polinização de *Nannotrigona testaceicornis*, polinização natural e autopolinização. T1- flor visitada uma vez, T2 - flor visitada duas vezes, T3 - flor visitada três vezes, T4 - polinização natural, T5 - autopolinização. Vitória da Conquista - BA, 2017.

A elevada frequência de frutas comercializáveis na polinização natural ocorreu porque, além da *N. testaceicornis*, havia outras espécies de abelhas visitantes das flores, como mencionado anteriormente, o que retoma o efeito de complementaridade na polinização. Esse efeito complementar também foi observado por Malagodi-Braga e Kleinert (2007) ao utilizarem quatro visitas com duas espécies de abelhas na cultivar ‘Oso Grande’.

Bartomeus e outros (2014) também verificaram o impacto do serviço de polinização na classificação de frutas de morango; a polinização entomófila, principalmente por abelhas, proporcionou melhor classificação das frutas como comercializáveis, comparada à ausência de insetos polinizadores.

As figuras 11 e 12 a seguir demonstram os graus de deformação das frutas, frutas comercializáveis e não comercializáveis da cv. ‘San Andreas’ em função dos tratamentos de polinização.

Verifica-se que, nos tratamentos com uma e três visitas de *N. testaceicornis*, as frutas apresentaram-se bem formadas ou com deformações leves; ambos os tratamentos apresentaram elevada frequência de frutas comercializáveis ao mercado *in natura* (Figura 11 A,D); enquanto frutas oriundas de duas visitas de *N. testaceicornis* apresentaram diferentes graus de deformações, porém com elevada frequência de frutas com deformações graves, não adequadas ao mercado *in natura*, em comparação aos outros tratamentos com polinização entomófila (Figura 11 B,C).

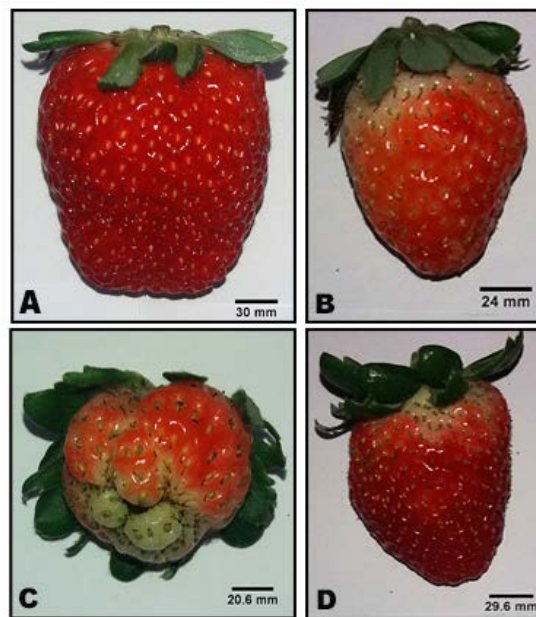


Figura 11 - Frutas da cultivar 'San Andreas'. Tratamento com uma visita (A); duas visitas (B, C); três visitas (D). Vitória da Conquista, BA, 2017.

No tratamento de autopolinização, com elevada frequência de frutas com deformações graves, as frutas apresentaram-se inviáveis para o mercado *in natura*, caracterizadas como sem valor comercial (Figura 12 A, B). Ainda destaca-se que as deformações concentraram-se na região apical das frutas; isso confirma que a

autopolinização não é capaz de polinizar uniformemente todos os estigmas das flores.

As frutas oriundas de polinização natural apresentaram-se adequadas ao mercado *in natura*, por serem bem formadas, embora, neste tratamento, tenha havido frutas com deformações leves (Figura 12 C,D).

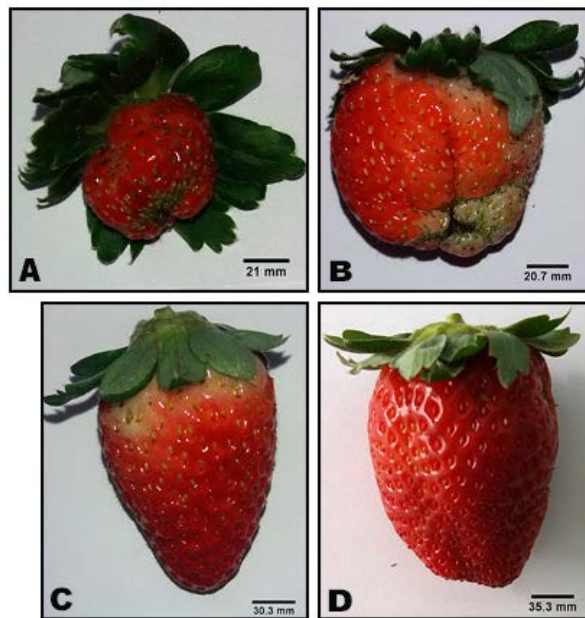


Figura 12 - Frutas da cultivar 'San Andreas'. Tratamento de autopolinização (A, B); tratamento de polinização natural (C, D). Vitória da Conquista, BA, 2017.

Os resultados verificados confirmam que maiores serviços de polinização, proporcionados por *N. testaceicornis* e polinização natural, conforme descrito anteriormente, permitiram às frutas alcançar o padrão comercializável para o mercado *in natura*.

Resultados similares foram obtidos por Roselino e outros (2009) no morangueiro em ambiente protegido, onde a polinização por *N. testaceicornis* contribuiu de forma positiva na formação das frutas, com 98% das frutas bem

formadas, agregando valor comercial nas frutas sob efeito do serviço de polinização.

De modo geral, os resultados apresentados referentes ao grau de deformação de frutas e frutas comercializáveis para o mercado *in natura* demonstraram o valor econômico do serviço de polinização proporcionado por abelhas para a cultura do morangueiro. Dessa forma, este trabalho confirma a importância do serviço de polinização para o morangueiro, uma cultura de dependência moderada quanto ao serviço de polinização (GIANNINI e outros, 2015; GHOSH; JUNG, 2016).

Outra característica relacionada ao serviço de polinização foi verificada durante a condução do experimento. Foram constatados nos tratamentos diferentes períodos em dias, para completarem as fases de antese floral, crescimento e maturação das frutas da cultivar ‘San Andreas’. Constatou-se que flores submetidas ao serviço de polinização obtiveram frutas com maturação mais precoce em comparação com a autopolinização. Na polinização natural, o período compreendido entre as fases de antese floral, crescimento e maturação das frutas foi em média de 17 a 18 dias. Na polinização por *N. testaceicornis*, o período compreendido entre essas fases foi em média de 18 a 20 dias, enquanto, na autopolinização, as frutas levaram em média 23 dias para completarem as fases de antese floral, crescimento e maturação.

Como discutido anteriormente, a polinização desencadeia a produção de auxina pelos aquênios, proporcionando a divisão celular no receptáculo floral do morango (ARIZA e outros, 2011). Pressupõe-se que o serviço de polinização proporcionou maior síntese de auxina, que induziu o crescimento e a maturação das frutas de forma acelerada, comparado à autopolinização.

Quanto à contribuição de diferentes agentes e mecanismos de polinização na massa fresca média de frutas (Tabela 4), verificou-se que o mecanismo de

autopolinização apresentou maior percentual de contribuição, todavia os agentes de polinização também contribuíram de forma expressiva.

Tabela 4 - Contribuição (%) por diferentes agentes e mecanismos de polinização na massa fresca média de frutas primárias de morango da cultivar ‘San Andreas’ a partir da fórmula adaptada de Zebrowska (1998). Vitória da Conquista, 2017.

Agentes de polinização	Contribuição (%)
Autopolinização	66,10
<i>Nannotrigona testaceicornis</i> *	22,60
Polinização natural	11,3

* Valores obtidos para uma, duas e três visitas.

O percentual de contribuição refere-se ao valor da polinização, expresso em massa fresca da fruta, ou seja, o quanto os agentes e mecanismos proporcionaram a polinização dos estigmas das flores. A autopolinização constitui-se como um mecanismo, pela ação da gravidade na deposição de pólen sob os estigmas, enquanto os agentes polinizadores são o vento, e os insetos visitantes florais.

Neste estudo, os resultados demonstraram que a autopolinização foi capaz de polinizar 66,1% dos estigmas das flores, devido à posição das anteras em relação aos estigmas do receptáculo floral. Na cultivar em estudo, as anteras, quanto à altura, não alcançaram a região apical do receptáculo floral, conseqüentemente, os grãos de pólen não fertilizaram os estigmas dessa região. Regiões não fertilizadas não se desenvolveram, por isso originaram-se frutas com deformações; a autopolinização não foi capaz de distribuir o pólen uniformemente nas diferentes regiões do receptáculo floral, como discutido anteriormente.

O agente de polinização *N. testaceicornis* proporcionou o acréscimo no valor da polinização em 22,6%, expresso em massa fresca da fruta, devido aos movimentos dessa espécie de abelha na flor, pela distribuição de pólen nos estigmas das regiões basal, laterais e apical do receptáculo floral. Ainda, com

acrécimo de outros agentes polinizadores, por meio da polinização natural, o valor da polinização aumentou em 11,3% a massa fresca das frutas.

Resultados similares no valor de contribuição na massa fresca das frutas foram verificados por Witter e outros (2012), ao estudarem a autopolinização e polinização entomófila, porém com a espécie de abelha *Plebeia nigriceps* na cultivar de morangueiro ‘Aromas’.

Os resultados verificados neste estudo indicam que a autopolinização unicamente não é capaz de promover todo o potencial produtivo da cultivar ‘San Andreas’, por essa razão ocorreu um déficit de polinização. A espécie de abelha *N. testaceicornis* apresentou acréscimo considerável na massa fresca média de frutas, que contribuiu para o potencial produtivo da cultivar. Entretanto, a polinização natural, compreendida pela junção da autopolinização, polinização pelo vento, polinização por *N. testaceicornis* e outros insetos polinizadores, expressou o potencial máximo da polinização em massa fresca de frutas.

Contudo, salienta-se que, provavelmente, o aumento do número de visitas por *Nannotrigona testaceicornis* poderá contribuir de forma mais expressiva na massa fresca de frutas em relação aos resultados obtidos.

4.1.1.1 Influência do tempo de visita de *Nannotrigona testaceicornis* em frutas da cv. San Andreas

A contribuição dos diferentes tempos de visitas de *N. testaceicornis* nas características de biometria de frutas são apresentadas na Figura 13. Todas as características, apresentaram-se linearmente crescente, em função dos tempos de visitas. O maior crescimento linear ocorreu no comprimento longitudinal de frutas (A). Entretanto, as características massa fresca e diâmetro equatorial de frutas apresentaram linearidade próxima de nula, em função dos tempos de visitas (B, C). Diante disso, verificou-se que os tempos de visitas não influenciaram

expressivamente os resultados de comprimento longitudinais, diâmetro equatorial e massa fresca de frutas da cv. ‘San Andreas’.

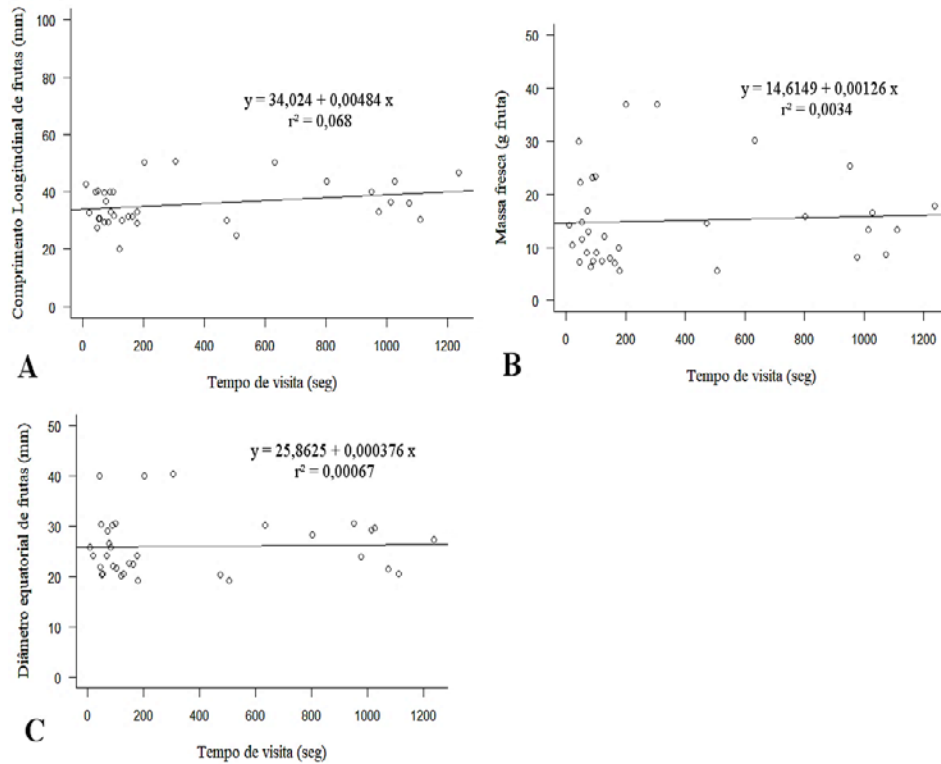


Figura 13 - Comprimento longitudinal (A), diâmetro equatorial (B) e massa fresca (C) de frutas de morangueiro cultivar ‘San Andreas’ em relação ao tempo de visita de *Nannotrigona testaceicornis*. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Verificou-se que não houve correlações entre tempo de visita geral e comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, massa fresca e taxa de fecundação de aquênios das frutas (Tabela 5).

Tabela 5 - Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson entre tempo de visita geral (TDVG), comprimento longitudinal de frutas (CL), diâmetro equatorial de frutas (DE), massa fresca de frutas (MF) e taxa de fecundação de aquênios (TFA) da cv. ‘San Andreas’. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Características	CL	DE	MF	TFA
TDVG	0,26138 ^{ns}	0,02599 ^{ns}	0,05836 ^{ns}	- 0,09779 ^{ns}

^{ns}: não significativo a 5% de probabilidade.

Os resultados da Figura 13 (A, B, C) e Tabela 5 demonstram que o tempo de visita geral por *N. testaceicornis* não foi suficiente para contribuir no aumento das características de comprimento longitudinal, diâmetro equatorial e massa fresca das frutas. De forma contrária, Roselino e outros (2009) verificaram aumento de massa fresca e diâmetro equatorial de frutas ao utilizarem a mesma espécie de abelha; esses autores observaram tempo de visita médio de 73 segundos e número médio de 76 visitas nas flores de morangueiro, com tempo de visita geral relativamente superior, comparado com este estudo.

Portanto, é possível inferir que a polinização por *N. testaceicornis*, possivelmente, com tempos de visitas superiores aos verificados neste estudo, poderá contribuir para o aumento de características qualitativas das frutas.

4.1.2 Cultivar Monterey

A análise de variância mostrou efeito não significativo dos tratamentos de polinização para as características de comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, massa fresca e taxa de fecundação dos aquênios das frutas (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para as características comprimento longitudinal (CL), diâmetro equatorial (DE), massa fresca (MF) e taxa de fecundação dos aquênios (TFA) de frutas da cv. ‘Monterey’ em função dos tratamentos de polinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO			
		CL	DE	MF	TFA
Tratamentos	1	15,20 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,59 ^{ns}	97,00 ^{ns}
Resíduo	22	45,11	23,30	37,38	176,94
¹ C.V.		19,25	17,77	41,50	23,28

^{ns} não significativo, pelo teste F; ¹ C.V.: coeficiente de variação (%).

As características de comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, taxa de fecundação dos aquênios e massa fresca das frutas, em função dos tratamentos de polinização apresentaram médias que não diferiram entre si pelo teste F (Tabela 7). Esses resultados demonstram que essa cultivar, quanto aos parâmetros quantitativos das frutas, apresenta-se de forma similar na autopolinização e polinização natural.

Tabela 7 - Média e desvio padrão de comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, massa fresca e taxa de fecundação dos aquênios de frutas da cv. ‘Monterey’ em função da autopolinização (AP) e polinização natural (PN). Vitória da Conquista, BA, 2017.

Tratamento	Comprimento Longitudinal (mm)	Diâmetro Equatorial (mm)	Massa fresca (g)	Taxa de fecundação dos aquênios (%)
AP	34,09 ± 7,6 a	27,21 ± 5,2 a	14,88 ± 6,1 a	55,12 ± 13,06 a
PN	35,68 ± 5,6 a	27,10 ± 4,41a	14,57 ± 6,1 a	59,14 ± 12,9 a

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste “F”, a 5% de probabilidade.

De acordo com Malagodi-Braga (2002), as cultivares de morangueiro podem apresentar diferentes graus de dependência de insetos polinizadores, advindos da morfologia e fisiologia floral, pela disposição e maturação das anteras em relação ao receptáculo floral. Barbosa (2009) verificou na cultivar ‘Aromas’ a altura inferior das anteras em relação ao receptáculo floral; isso ocasionou baixas taxas de autopolinização e, conseqüentemente, o aumento da dependência dessa cultivar pela polinização por insetos e pelo vento.

Neste trabalho, embora não tenha sido realizado o estudo da morfologia floral da cv. ‘Monterey’, pressupõe-se que os resultados do tratamento de autopolinização (AP) são decorrentes da morfologia e fisiologia floral dessa cultivar, que permitiram taxas de autopolinização elevadas, e, conseqüentemente, os resultados assemelharam-se aos do tratamento de polinização natural. Entretanto, para a melhor compreensão desses resultados, faz-se necessário o estudo da morfologia floral dessa cultivar.

Na polinização natural, os resultados de comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, massa fresca e taxa de fecundação dos aquênios das frutas são decorrentes, além do mecanismo de autopolinização, da polinização cruzada e dos movimentos das abelhas nas regiões basal, lateral e apical do receptáculo floral, pela distribuição uniforme de pólen e, conseqüentemente, a fertilização dos estigmas. No tratamento de AP, ocorreu apenas a deposição do pólen por gravidade sob os estigmas, contudo é possível inferir que o pólen foi depositado nas diferentes regiões do receptáculo floral e proporcionou as mesmas características biométricas nas frutas, em comparação com a polinização natural.

Neste estudo, verificou-se, na polinização natural, o serviço de polinização pelas mesmas espécies de abelhas descritas anteriormente para a cv. ‘San Andreas’, devido à proximidade dos canteiros de produção das cultivares na área experimental.

Os resultados verificados no presente estudo foram diferentes dos obtidos por Abrol e outros (2017) na cultivar de morangueiro ‘Chandler’. Os autores verificaram que a polinização natural proporcionou frutas com tamanho e massa fresca superiores, em relação às frutas oriundas de autopolinização.

Entretanto, resultados semelhantes nos tratamentos de PN e AP também foram verificados por Witter e outros (2012) nas características comprimento longitudinal, diâmetro equatorial e massa fresca das frutas da cultivar ‘Cegnidarem’. Desse modo, esses estudos confirmam que as cultivares podem apresentar diferentes graus de dependência de insetos polinizadores.

Quanto à taxa de fecundação dos aquênios, embora os resultados tenham se apresentado semelhantes entre os tratamentos (Tabela 7), é possível afirmar que a fertilização dos aquênios ocorreu em diferentes regiões do receptáculo floral, de acordo com o tipo de polinização. O tratamento de AP, possivelmente, favoreceu a fertilização dos estigmas das regiões basal e laterais do receptáculo floral, pela deposição de pólen por meio da gravidade, enquanto, na PN, devido aos movimentos das abelhas sobre a flor, a fertilização dos estigmas ocorreu de forma uniforme em todas as regiões.

A frequência relativa de classes das frutas em função dos tratamentos de polinização apresentou 100% das frutas pertencentes à classe 15 nos tratamentos (Figura 14). Portanto, mesmo na presença de insetos polinizadores na PN, não houve melhoria da classe das frutas.

Esse resultado pode ser explicado pelo movimento das abelhas nas flores, na região basal e na lateral do receptáculo floral, que proporcionam o desenvolvimento da região equatorial da fruta. Nas condições deste experimento, o serviço de polinização na PN, por meio do movimento das abelhas nessas regiões do receptáculo floral, não foi suficiente para proporcionar a melhoria da classe das frutas, em comparação com a autopolinização.

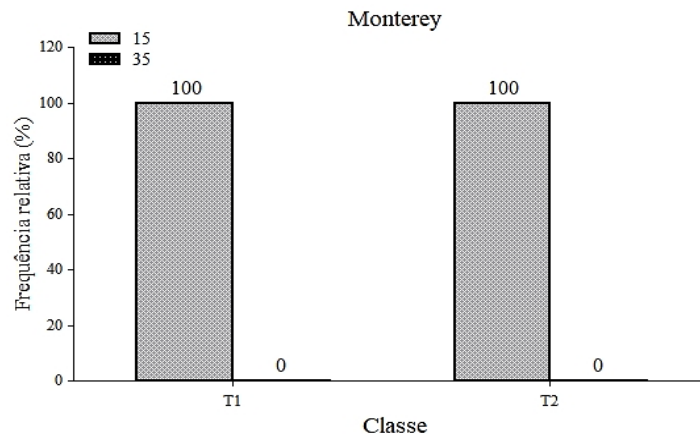


Figura 14 - Frequência relativa de classes de frutas de morangueiro cv. 'Monterey' em função da polinização. T1 - autopolinização, T2 – polinização natural. Vitória da Conquista, BA, 2017.

As frequências relativas referentes aos graus de deformações e às frutas comercializáveis e não comercializáveis foram analisadas juntamente ao teste de qui-quadrado, para verificar, de modo mais preciso, o efeito dos tratamentos de polinização nas classificações das frutas. Contudo, nas classes 15 e 35, não foi possível aplicar o teste de qui-quadrado, pela totalidade dos resultados das frutas pertencentes à classe 15. Nos graus de deformações, frutas comercializáveis e não comercializáveis, utilizaram-se as tabelas de contingências de 3x2 e 2x2, respectivamente (Apêndice E e F). Os resultados do teste de qui-quadrado, elaborado por meio das tabelas de contingências, encontram-se no Apêndice G.

Na figura 15, encontram-se os graus de deformações das frutas em função dos tratamentos de polinização. Os resultados de frequência relativa de deformações dos tratamentos de AP e PN, com o teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 5,86$; $p < 0,05$) (Apêndice G), confirmam que houve diferença entre os tratamentos.

O tratamento de AP apresentou maiores frequências de frutas com deformações leves e graves, comparado à polinização natural. Na polinização

natural, não houve frutas com deformações graves, e apenas 16,7% apresentaram deformações leves, evidência da melhoria quanto à qualidade das frutas (Figura 15).

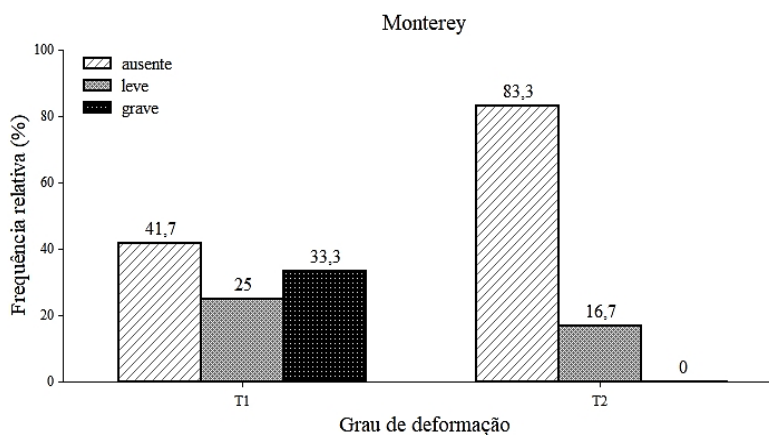


Figura 15 - Frequência relativa do grau de deformação de frutas de morangueiro cv. 'Monterey' em função da polinização. T1- autopolinização, T2 - polinização natural. Vitória da Conquista - BA, 2017.

Esses resultados confirmam que a polinização por insetos proporcionou a distribuição do pólen de forma homogênea sobre as regiões do receptáculo floral e deu origem a frutas bem formadas. Na autopolinização, embora suficiente para depositar os grãos de pólen sobre os estigmas, é possível afirmar que esse tipo de polinização não foi suficiente para distribuir uniformemente os grãos de pólen em todas as regiões do receptáculo floral, o que ocasionou frutas deformadas.

Resultados semelhantes foram verificados por Abrol e outros (2017) na cultivar 'Chandler'; frutas oriundas de autopolinização apresentaram-se deformadas, enquanto, na polinização natural, as frutas apresentaram-se bem formadas.

As deformações nas frutas são oriundas do serviço de polinização deficiente e estão diretamente relacionadas à distribuição de pólen sobre os

estigmas. Regiões do receptáculo floral, quais sejam, basal, lateral ou apical, em que o pólen não é depositado, não ocorre a fertilização dos estigmas, conseqüentemente, regiões não fertilizadas originam deformações nas frutas. De maneira contrária, quando os diversos estigmas são fertilizados, de forma homogênea, o resultado é o crescimento homogêneo das frutas, bem formadas, adequadas ao mercado *in natura* (Klatt e outros, 2014).

A relação entre o serviço de polinização por abelhas e frutas de morango bem formadas é confirmada por diversos autores (DIMOU e outros, 2008; ZAPATA e outros, 2015; ADHIKARI; MIYANAGA, 2016; ABROL e outros, 2017), com destaque para a importância do serviço de polinização para a cultura do morangueiro.

A Figura 16 apresenta a frequência relativa de frutas classificadas como comercializáveis e não comercializáveis para o mercado *in natura* em função dos tratamentos de polinização.

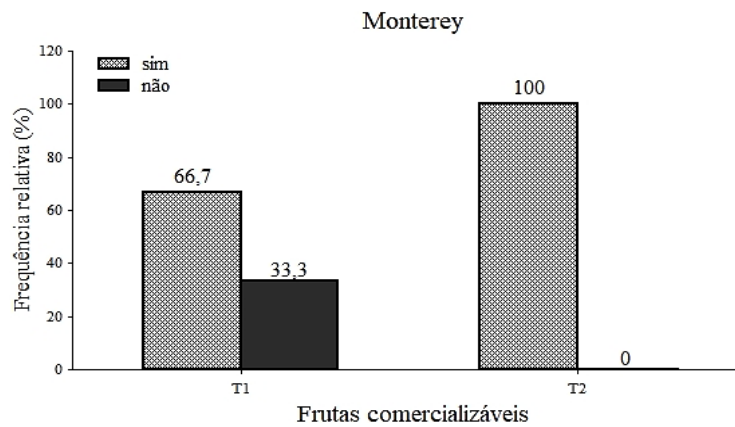


Figura 16 - Frequência relativa de frutas comercializáveis e não comercializáveis de morangueiro cv. 'Monterey' em função da polinização. T1- autopolinização, T2- polinização natural. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Comparando as frequências de frutas comercializáveis e não comercializáveis com o resultado verificado no teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 4,8$; $p < 0,05$) (Apêndice G), no qual houve diferença entre os tratamentos, é possível inferir que o serviço de polinização entomófila influenciou de forma positiva na classificação das frutas como comercializáveis.

O tratamento de autopolinização apresentou elevada frequência de frutas não comercializáveis, enquanto todas as frutas oriundas de polinização natural apresentaram-se comercializáveis ao mercado *in natura* (Figura 16).

Esses resultados confirmam a importância da polinização por abelhas para frutas comercializáveis destinadas ao mercado *in natura*. Klatt e outros (2014) também verificaram em nove cultivares de morangueiro classificação superior das frutas como comercializáveis, oriundas de polinização por abelhas, em comparação com a autopolinização.

As figuras 17 e 18 a seguir demonstram os graus de deformação das frutas, frutas comercializáveis e não comercializáveis da cv. 'Monterey' em função dos tratamentos de polinização.

Na classificação de frutas comercializáveis e não comercializáveis, houve influência dos graus de deformações, pois frutas com deformação grave foram classificadas como não adequadas ao mercado *in natura*. Ainda destaca-se que as deformações concentraram-se na região apical das frutas; isso confirma que a autopolinização não foi capaz de polinizar uniformemente todos os estigmas das flores, possivelmente, não houve deposição de pólen nesta região (Figura 17).

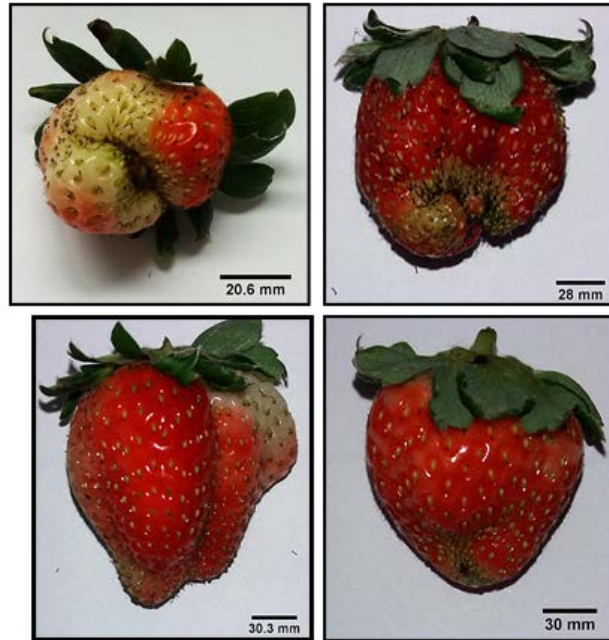


Figura 17 - Frutas da cultivar ‘Monterey’ oriundas de autopolinização. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Verifica-se na Figura 18 que todas as frutas oriundas de polinização natural apresentaram-se adequadas ao mercado *in natura*, embora também houve frequência de frutas com deformações leves. Diante disso, é possível inferir que o grau de deformação nas frutas está estritamente relacionado à valoração das frutas para o mercado de comercialização *in natura*.

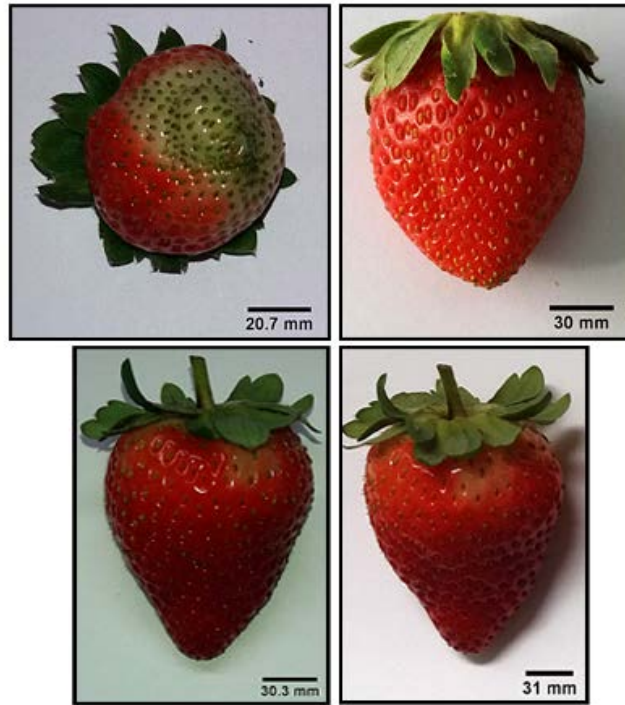


Figura 18 - Frutas da cultivar ‘Monterey’ oriundas de polinização natural. Vitória da Conquista, BA, 2017.

De maneira geral, os resultados de polinização natural demonstram que o serviço de polinização contribuiu na melhoria das características qualitativas e na agregação de valor nas frutas; confirma-se, assim, que a cultura do morangueiro necessita do serviço de polinização, por ser classificada como de dependência moderada de polinização por insetos e pelo vento (GIANNINI e outros, 2015; GHOSH; JUNG, 2016). Assim, destaca-se a importância da conservação da comunidade de abelhas e dos habitats naturais próximos aos cultivos de morangueiro (BARTOMEUS e outros, 2014; ORFORD e outros, 2016), visto que elas desempenham o importante serviço de polinização nessa cultura, em condições de campo aberto.

Outra característica relacionada ao serviço de polinização foi verificada durante a condução do experimento. Foram constatados entre os dois tratamentos, PN e AP, diferentes períodos em dias, para se completarem as fases de antese floral, crescimento e maturação das frutas da cultivar ‘Monterey’. Verificou-se que flores submetidas ao serviço de polinização obtiveram frutas com maturação mais precoce quando comparadas àquelas submetidas à autopolinização. Na polinização natural, o período compreendido entre as fases de antese floral, crescimento e maturação das frutas foi em média de 21 a 23 dias, enquanto, na autopolinização, o período compreendido entre essas fases foi em média de 26 a 28 dias.

Isso pode ser explicado pelo processo de polinização, por desencadear a produção de auxina pelos aquênios e proporcionar a divisão celular no receptáculo floral (ARIZA e outros, 2011). Diante disso, pressupõe-se que o serviço de polinização proporcionou maior síntese de auxina no tratamento de PN e, dessa maneira, induziu o crescimento e a maturação das frutas de forma acelerada, comparado ao tratamento de AP. Essa observação evidencia a importância do serviço de polinização para uma colheita de frutas mais precoce, comparado à autopolinização.

4.1.3 Comportamento de *Nannotrigona testaceicornis* em flores de morangueiro

No decorrer do experimento, verificou-se que a antese floral da cultivar ‘San Andreas’ tipicamente ocorreu entre as 7 e 8 horas da manhã, e suas flores permaneceram abertas durante todo o dia e por vários dias consecutivos. De maneira semelhante, Silva e outros (2017) observaram para a cultivar ‘Portola’, no mesmo campo experimental deste estudo, início da antese floral às 8 horas da manhã e início da deiscência das anteras às 10 horas da manhã, em parcelas experimentais de 20 flores.

As atividades de forrageamento por *Nannotrigona testaceicornis* no campo experimental começaram a partir das 7 horas, com término entre as 17 e 18 horas. O pico de forrageamento na cultura do morangueiro ocorreu entre as 10 e 14 horas. Em estudo com a mesma espécie de abelha em Vitória da Conquista, Costa & Pérez-Maluf (2016) constataram período de forrageamento nos mesmos horários e maior fluxo de voo entre as 10 horas da manhã e 14 horas, nos meses de novembro a março. Possivelmente, o maior pico de forrageamento na cultura do morango, nos horários observados, tenha sido em função do maior fluxo de voo da abelha Iraí nos mesmos horários.

Durante o período de forrageamento, observou-se que uma única abelha visitou muitas flores de morangueiro. As visitas nas flores foram realizadas individualmente, não foram constatadas duas abelhas em uma única flor.

As observações do comportamento de forrageamento para coleta de pólen e néctar de *N. testaceicornis* foram realizadas durante o experimento 1, nas visitas controladas descritas anteriormente, totalizando 60 observações de comportamento dessa espécie de abelha na cultura do morangueiro.

A partir das observações do comportamento de forrageamento de coleta de pólen e néctar de *N. testaceicornis*, foram descritas as seguintes estratégias de coleta de alimento em flores da cultivar de morangueiro ‘San Andreas’.

A: coleta de pólen dos estames por cima dos estigmas;

B: coleta de pólen dos estames pelo lado das pétalas, sem contato com os estigmas.

C: coleta de néctar pelo lado das pétalas, sem contato com os estigmas.

D: coleta de néctar por cima dos estigmas e anteras.

Observando-se os tipos de estratégias de coleta de alimento no forrageamento da abelha *N. testaceicornis* (Figura 19. A-D) na flor do morangueiro, é possível verificar as estratégias que contribuíram no serviço de polinização.

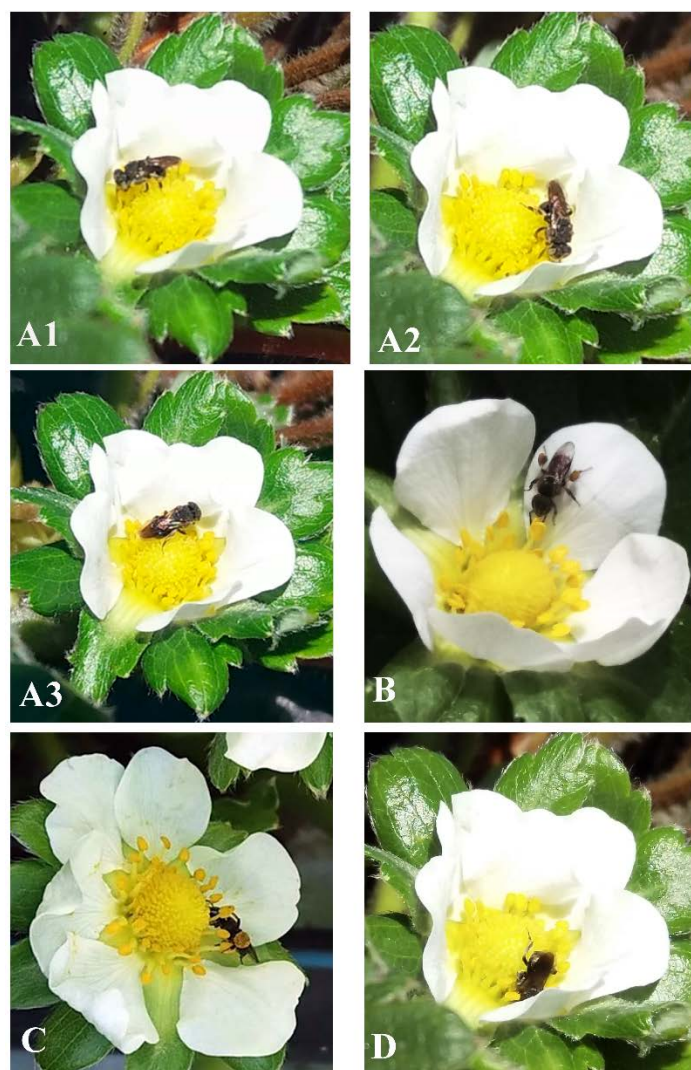


Figura 19 - Estratégias de coleta de alimento de *Nannotrigona testaceicornis* no forrageamento em flores de morangueiro. Coleta de pólen dos estames por cima dos estigmas (A.1-3); coleta de pólen dos estames pelo lado das pétalas (B); coleta de néctar pelo lado das pétalas (C); coleta de néctar por cima dos estigmas e anteras (D). Vitória da Conquista, BA, 2017.

A estratégia A (Figura 19. A1-A3) para coleta de pólen dos estames caracterizou-se por movimentos circulares nas flores ao redor das anteras por cima dos estigmas. Nessa estratégia, as abelhas também se deslocaram transversalmente por cima dos estigmas da região central do receptáculo floral, de um lado a outro da flor. Nesses movimentos, o tórax e o abdômen da *N. testaceicornis* permaneceram em contato com os estigmas apicais, laterais e basais do receptáculo floral, de modo que promoveram o transporte e deposição de pólen por toda a flor.

Na estratégia B (Figura 19B), de coleta de pólen dos estames pelo lado das pétalas, sem contato com os estigmas, não houve contato do corpo da abelha com estigmas da flor, tampouco transporte e deposição de pólen sobre os estigmas. Esse tipo de estratégia não contribuiu para o serviço de polinização nas flores.

A estratégia C (Figura 19C), de coleta de néctar pelo lado das pétalas, também não contribuiu para o serviço de polinização, pois não houve contato do corpo da abelha com os estigmas da flor, tampouco transporte e deposição de pólen na flor.

A estratégia D (Figura 19D), de coleta de néctar por cima dos estigmas e anteras das flores, favoreceu o transporte e deposição de pólen das regiões basais e laterais da flor, pelo contato do corpo da abelha com os estigmas dessas regiões.

Dessa forma, as estratégias A e D, pelos movimentos da abelha na flor, favoreceram o serviço de polinização no morangueiro, por meio da polinização cruzada e autopolinização. Contudo, as estratégias B e C não contribuíram para a distribuição de pólen sobre os estigmas e, conseqüentemente, não favoreceram o serviço de polinização no morangueiro.

Malagodi-Braga e Kleinert (2007) descreveram como o comportamento de três espécies de abelhas em flores de morangueiro influenciaram na formação de frutas da cultivar 'Oso Grande'. Esses autores verificaram que as espécies que

distribuíram o pólen por meio de movimentos regulares nas regiões basal, laterais e apical do receptáculo floral foram as espécies que mais contribuíram para diminuição do grau de deformação de frutas.

De maneira similar, no presente estudo, verificou-se que a abelha *N. testaceicornis* foi eficiente em distribuir o pólen nas regiões apical, lateral e basal do receptáculo floral das flores. Essa observação pode ser fundamentada nos resultados de grau de deformações nas frutas discutidos anteriormente, para a cultivar ‘San Andreas’. Os diferentes comportamentos na flor desempenhados pela abelha *N. testaceicornis* foram suficientes para distribuir o pólen uniformemente sobre os estigmas das flores e, assim, permitir frutas bem formadas.

4.2 Experimento 2: Características agronômicas de cultivares de morangueiro

A análise de variância mostrou efeito significativo das cultivares para a característica produtividade total. O efeito das cultivares sobre a característica massa fresca das frutas não foi significativo (Tabela 8).

Tabela 8 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para as características produtividade total (g planta⁻¹) e massa fresca média (g fruta⁻¹) das cultivares de morangueiro. Vitória da Conquista, BA, 2017.

F.V.	G.L	QUADRADO MÉDIO	
		Produtividade Total	Massa fresca média
Cultivares	3	42521,42**	1,12 ^{ns}
Resíduo	12	3063,48	0,96
¹ C.V.		14,60	6,55

** Significativo a 1% de probabilidade e ^{ns} não significativo, pelo teste F.

¹ C.V.: Coeficiente de variação (%).

A produtividade total das frutas variou entre as cultivares de morangueiro. Verificou-se que a cultivar ‘San Andreas’ apresentou média de produtividade total superior, comparada às outras cultivares (Tabela 9).

Tabela 9 - Produtividade total (g planta⁻¹) e massa fresca média (g fruta⁻¹) das cultivares de morangueiro ‘San Andreas’, ‘Albion’, ‘Monterey’ e ‘Portola’. Vitória da Conquista, BA, 2017.

Cultivares	Produtividade total (g planta ⁻¹)	Massa fresca média (g fruta ⁻¹)
San Andreas	526,13 a	15,72 a
Albion	314,87 b	14,63 a
Monterey	300,80 b	14,91 a
Portola	375,00 b	14,56 a

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Tazzo e outros (2015) também verificaram na cultivar ‘San Andreas’ produtividade superior comparada com outras cultivares de morangueiro, ‘Albion’, ‘Camino Real’ e ‘Camarosa’. Os autores atribuíram à produtividade da cultivar ‘San Andreas’ a soma térmica e a capacidade de emissão de folhas, que são relacionadas entre si no acúmulo de substâncias de reserva do morangueiro e, conseqüentemente, na produtividade.

Neste estudo é possível inferir que a cultivar ‘San Andreas’ apresentou produtividade total superior devido a respostas de estímulos ambientais de indução à floração, como fotoperíodo e temperatura. Segundo Kurokura e outros (2013), as interações entre fotoperíodo e temperatura determinam a indução floral no morangueiro. Contudo, entre eles, a temperatura desempenha efeito dominante sobre fotoperíodo, principalmente em cultivares de fotoperíodo neutro, e a resposta de indução floral é diferente em cada cultivar.

Além da indução floral, as características vegetativas e reprodutivas de cultivares são relacionadas com a produtividade. Grijalba e outros (2015) correlacionaram a produtividade por planta e o número de frutas com as características vegetativas e reprodutivas das cultivares ‘Monterey’ e ‘Albion’, como área foliar, número de inflorescências e flores, relacionando positivamente o vigor vegetativo com a produtividade.

Nas condições deste estudo, embora as características vegetativas não tenham sido avaliadas, notou-se, visualmente, que a cultivar ‘San Andreas’ apresentou maior vigor vegetativo, comparada a outras cultivares. Contudo, são necessários estudos das características vegetativas e reprodutivas das cultivares, associadas às condições ambientais da região de cultivo, para avaliar a influência dessas características na produtividade das cultivares.

Carvalho (2013), nas condições de Pelotas-RS, avaliou a produção de cultivares no sistema de produção convencional com túnel baixo e verificou que a cultivar Monterey apresentou produtividade superior comparada às cultivares ‘Portola’, ‘San Andreas’ e ‘Albion’, com 808,86 g planta⁻¹, 578,4 g planta⁻¹, 561,6 g planta⁻¹ e 420,58 g planta⁻¹, respectivamente. Comparando os resultados, as cultivares ‘San Andreas’ e ‘Albion’ foram as que apresentaram produtividade mais próxima à deste estudo. De maneira semelhante, os resultados de produtividade para ‘San Andreas’ também foram próximos aos obtidos por Cecatto e outros (2013), em Passo Fundo-RS em cultivo convencional.

Em experimento conduzido no sistema orgânico com túnel baixo em Cerro Largo-RS e período de produção semelhante a este estudo, Tonin e outros (2017) verificaram para a cultivar ‘Albion’ produtividade superior, comparada à cultivar ‘San Andreas’, de 217 g planta⁻¹ e 199,9 g planta⁻¹, respectivamente. Contudo, neste estudo, os resultados de produtividade das cultivares ‘Albion’ (314,8 g planta⁻¹) e ‘San Andreas’ (526,13 g planta⁻¹) foram relativamente

maiores. Além disso, os dados demonstraram-se contrários; ‘San Andreas’ apresentou produtividade superior à de ‘Albion’.

No Sul de Minas Gerais, os resultados verificados para a cultivar ‘Albion’ em cultivo convencional sob túneis baixos foram próximos aos obtidos no presente estudo, com médias referente aos meses de agosto a outubro, de 220 g planta⁻¹ e 319 g planta⁻¹, em duas regiões diferentes, respectivamente (PÁDUA e outros, 2015).

A produtividade média obtida para ‘Portola’, de 375 g planta⁻¹, encontra-se abaixo dos valores citados na literatura para a cultivar, que variam de 578,4 g a 1009 g, em sistema convencional (CARVALHO, 2013; CECATTO e outros, 2013) e sistema hidropônico (PORTELA, 2015). A produtividade da cultivar ‘Monterey’, de 300,8 g planta⁻¹, também se encontra abaixo das médias, que variam de 542 g planta⁻¹ a 808,8 g planta⁻¹, em sistema convencional (CARVALHO, 2013; CECATTO e outros, 2013) e sistema hidropônico (PORTELA, 2015).

De acordo com Camargo e outros (2010), as variações de produtividade, verificadas para as mesmas cultivares, podem ser atribuídas a fatores fisiológicos e genéticos que são alterados pelas condições ambientais e interferem diretamente no florescimento e desenvolvimento das frutas. Dessa forma, as condições ambientais, durante o período experimental, estão diretamente relacionadas à resposta de produção de cada cultivar.

Embora o presente estudo tenha sido conduzido sem cobertura de túnel baixo, os resultados verificados, principalmente para as cultivares ‘San Andreas’ e ‘Albion’, apresentaram-se próximos dos descritos na literatura, conduzidos em sistema convencional com cobertura de túnel baixo, conforme apresentados anteriormente. Alguns autores relatam que a utilização de túnel baixo nos canteiros, normalmente, eleva a produção das cultivares (SALAMÉ-DONOSO e outros, 2010). Provavelmente, a utilização do túnel baixo para essas cultivares

conduzida na região de estudo poderá incrementar a produtividade; contudo, salienta-se a necessidade de outros estudos nessa região com a utilização de túnel baixo.

Quanto às médias de produtividade das cultivares ‘San Andreas’ e ‘Albion’, os resultados demonstram que, nas condições climáticas da região de cultivo, as médias encontram-se dentro das médias de produtividade descritas em estudos nacionais em diferentes sistemas de produção.

Em relação à característica massa fresca média das frutas, verificaram-se resultados semelhantes entre as quatro cultivares avaliadas (Tabela 9).

De acordo com Miranda e outros (2014), a massa fresca das frutas é uma das características avaliadas para determinar a adaptação das cultivares às condições climáticas da região.

Neste trabalho, os resultados de massa fresca das frutas para as cultivares avaliadas estão de acordo com o verificado por diversos autores em diferentes sistemas de produção. Para a cultivar ‘Albion’, Pádua e outros (2015) verificaram massa fresca média de 10,8 g fruta⁻¹ e 14,5 g fruta⁻¹, em dois locais de estudo no Sul de Minas Gerais, enquanto Miranda e outros (2014) verificaram 11,6g fruta⁻¹ em sistema hidropônico.

A massa fresca média obtida para ‘Monterey’, de 14,9 g fruta⁻¹, encontra-se inserida nas médias citadas na literatura, que variam de 11,7 g fruta⁻¹, em sistema de produção hidropônico, a 16,9 g fruta⁻¹, em sistema convencional (CARVALHO, 2013; CECATTO e outros, 2013; PORTELA, 2015).

De maneira semelhante, as médias obtidas para ‘Portola’ (14,6 g fruta⁻¹) e ‘San Andreas’ (15,7 g fruta⁻¹) apresentam-se próximas das médias citadas na literatura, que variam de 16,2 g fruta⁻¹ a 17,8 g fruta⁻¹ (CARVALHO, 2013; CECATTO e outros, 2013; PORTELA, 2015).

No presente estudo, verificou-se que os resultados de massa fresca média de frutas para as quatro cultivares assemelham-se aos resultados obtidos em

diferentes estudos para as mesmas cultivares em distintas regiões brasileiras e sistemas de cultivo.

Dessa maneira, este estudo contribui para o conhecimento das características agrônômicas de cultivares de morangueiro em Vitória da Conquista, tendo em vista a escassez de estudos de cultivares adaptadas para essa região de cultivo.

5. CONCLUSÕES

Experimento 1:

Os serviços de polinização natural e de *N. testaceicornis* proporcionaram a melhoria na qualidade e agregação de valor das frutas, quanto à ausência de deformações e frutas comercializáveis da cv. 'San Andreas'.

O serviço de polinização não influenciou a maioria das características quantitativas das frutas da cv. 'San Andreas', com exceção do comprimento longitudinal, que foi mais elevado na polinização natural e em três visitas de *N. testaceicornis*.

Os agentes de polinização *N. testaceicornis* e polinização natural contribuíram para o valor da polinização das frutas da cv. 'San Andreas'.

Os tempos de visitas de *N. testaceicornis* não influenciaram de forma expressiva na melhoria das características quantitativas das frutas.

O serviço de polinização natural proporcionou melhoria na qualidade e agregação de valor das frutas da cv. 'Monterey' quanto à ausência de deformações e frutas comercializáveis.

Os comportamentos estratégicos de coleta de alimento de *N. testaceicornis* na flor contribuíram para o serviço de polinização do morangueiro, pela distribuição e deposição de pólen sobre os estigmas basais, laterais e apicais do receptáculo floral.

Experimento 2:

A cultivar 'San Andreas' apresentou maior produtividade de frutas, demonstrando adaptabilidade às condições de cultivo de Vitória da Conquista;

As massas frescas médias das frutas apresentaram-se satisfatórias para as cultivares 'San Andreas', 'Albion', 'Portola' e 'Monterey'.

6. REFERÊNCIAS

- ABROL, D.P.; GORKA, A. K.; ANSARI, M. J.; AL-GHAMDI, A.; AL-KAHTANI, S. Impact of insect pollinators on yield and fruit quality of strawberry. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 24, p.1-7, 2017.
- ADHIKARI, R.D.; MIYANAGA, R. Utilization of hairy footed flower bee *Anthophora plumipes* (Hymenoptera:Apidae) for pollination of greenhouse strawberry. **Advances in Entomology**, v.4, p.25-31,2016.
- AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annal Botany**, v. 103, n.9, p.1579–1588, 2009.
- ALVES, L.H.; SOUSA, L.A.; LIMA, A.F.B.; MUCCI, G.M.F.; PREZOTO, F. Biologia de abertura e fechamento do tubo de acesso de *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier) (Apidae:Meliponini). **EntomoBrasilis**, v.8, n.1, p.8-11, 2015.
- ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R. E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.94-99, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.; RISTOW, N.C.; KROLOW, A.C. R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR, C. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.222-226, 2010.
- ANTUNES, L.E.C. **A cultura do morangueiro**. EMBRAPA: Brasília, v.68, p. 52, 2011.
- ANTUNES, L.E.C.; PERES, N.A. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of fruit Science**, 13:1-2, p. 156-161, 2013.
- ARAÚJO, E.D.; COSTA, M.; CHAUD-NETTO, J.; FOWLER, H.G. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. **Braz. J. Biol**, v. 64, n.3B, p.563-568, 2004.
- ARIZA, M.T.; SORIA, C.; MEDINA, J.J.; MARTINEZ-FERRI, E. Fruit misshapen in strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa*) is related to achenes functionality. **Annals Applied Biology**, 158, 130–138, 2011.

BARBOSA, J.F. **Ecologia da polinização de *Fragaria x ananassa* Duchesne cv ‘Aromas’ (Rosaceae) em sistemas de produção orgânico e convencional, sob proteção de túneis baixos, em Rancho Queimado, SC, Brasil.** 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BARTELLI, B.F.; SANTOS, A.O.R.; NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. Colony performance of *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Meliponina) in a greenhouse of *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). **Sociobiology**, v.61, n.1, p.60-67, 2014.

BARTOMEUS, I.; POTTS, S.G.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VAISSIÈRE, B.E.; WOYCIECHOWSKI, M.; KREWENKA, K.M.; TSCHEULIN, T.; ROBERTS, S.P.M.; SZENTGYÖRGYI, H.; WESTPHAL, C.; BOMMARCO, R. Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. **PeerJ**, v.2, n.328, p.1-20, 2014.

BLÜTHGEN, N.; KLEIN, A.M. Functional complementarity and specialisation: The role of biodiversity in plant-pollinator interactions. **Basic and Applied ecology**, v.12, p.282-291, 2011.

BOMFIM, I.G.A.; BEZERRA, A.D.M.; NUNES, A.C.; ARAGÃO, F.A.S.; FREITAS, B.M. Adaptive and foraging behavior of two stingless bee species (Apidae: Meliponini) in greenhouse mini watermelon pollination. **Sociobiology**, v. 61, n.4, 2014.

BUKOVINSZKY, T.; VERHEIJENA, J.; ZWERVERA, S.; KLOPA, E.; BIESMEIJER, J.C.; WÄCKERS, F.L.; PRINS, H.H.T.; KLEIJN, D. Exploring the relationships between landscape complexity, wild bee species richness and reproduction, and pollination services along a complexity gradient in the Netherlands. **Biological Conservation**, v.214, p.312-319, 2017.

CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; TESSARO, F.; CECCHETTI, D.; NIENOW, A.A.; LOSS, J. T. Polinização de morangueiro por *Apis mellifera* em ambiente protegido. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 32, n.1, p.181-188, 2010.

CAMARGO, L.K.P.; RESENDE, J.T.V.; GALVÃO, A.G.; CAMARGO, C.K.; BAIER, J.E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, v.6, n.2, p. 281-288, 2010.

CARPENEDO, S.; ANTUNES, L.E.C.; TREPTOW, R.O. Caracterização sensorial de morangos cultivados na região de Pelotas. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.4. p. 565-570, 2016.

CARVALHO, S.F. de. **Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS**. 2013.103 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima temperado) – Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CECATTO, A.P.; CALVETE, E.O.; NIENOW, A.A.; COSTA, R.C.; MENDONÇA, H.F.C.; PAZZINATO, A.C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v.35, n.4, p. 471-478, 2013.

COSTA, A.F.; ROSSI, D.A.; LEAL, N.R. Origem, evolução e o melhoramento do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J.M.; MÓGOR, A.F (orgs). **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. cap.2. p. 33-60.

COSTA, I.S.; PÉREZ-MALUF, R. Forrageamento de abelhas sem ferrão em um ambiente de semiárido. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 34., 2016, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2016. p.139. Disponível em:< <http://www.etologiabrasil.org.br/media/upload/ea/anais-2016.pdf>>. Acesso em: 17.Jul.2017.

CSUKASI, F.; OSORIO, S.; GUTIERRE, J.R.; KITAMURA, J. GIAVALISCO, P. NAKAJIMA, M.; FERNIE, A.R.; RATHIEN, J.P.; BOTELLA, M.A.; VALPUESTA, V.; MEDINA-ESCOBAR, N. Gibberellin biosynthesis and signalling during development of the strawberry receptacle. **New Phytol.** n.191, p. 376–390, 2011.

DIMOU, M.; TARAIZA, S.; THRASYVOULOU, A.; VASILAKAKIS, M. Effect of bumble bee pollination of greenhouse strawberry production. **Journal of Apicultural research and bee world**, v.47, n. 2, p.99-101, 2008.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 353 p.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p. 109-120, 2011.

FAGHERAZZI, A.F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A.A.; MOLINA, A.R.; GONÇALVES, M.A.; ANTUNES, L.E.C.; BARUZZI, G. RUFATO, L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, Québec, v.1, n. 1156, p.937-940, 2017.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTATS). 2017. **Production of strawberries 2014**. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 23. Jun.2017.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. et al. (eds.). **Polinizadores no Brasil** – contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012. p. 103-118.

GALLAI, N.; SALLES, J.M; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v.68, p.810-821, 2009.

GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C.F.; AGUIAR, C.M.L.; DEL LAMA, M.A.; SANTOS, I.A. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. et al. (eds.). **Polinizadores no Brasil** – contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012. p. 183-191.

GARRATT, M.P.D.; BREEZE, T. D.; JENNER, N.; POLCE, C.; BIESMEIJER, J. C.; POTTS, S. G. Avoiding a bad apple, Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. n.184, p. 34–40, 2014.

GHOSH, S.; JUNG, C. Global honeybee colony trend is positively related to crop yields of medium pollination dependence. **Journal of apiculture**, v.31, n.1, p.85-95, 2016.

GIANNINI, T.C.; CORDEIRO, G.D.; FREITAS, B.M.; SARAIVA, A.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of economic entomology advance**, v. 108, p. 839-848, 2015.

GRIJALBA, C.M.; PÉREZ-TRUJILLO, M.M.; RUIZ, D.; FERRUCHO, A.M. Strawberry yields with high-tunnel and open-field cultivations and the relationship with vegetative and reproductive plant characteristics. **Agronomía Colombiana**, v.33, n.2, p.147-154, 2015.

HANLEY, N.; BREEZE, T.D.; ELLIS, C.; GOULSON, D. Measuring the economic value of pollination services: Principles, evidence and knowledge gaps. **Ecosystem services**, v.14, p.124-132, 2015.

HEIDE, O.M.; STAVANG, J.A.; SØNSTEBY, A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.88, n.1, p.1-18, 2013.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **A produção da agropecuária paulista**. Disponível em: <<http://www.iaa.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13660>>. Acesso em: 24. Jun.2017.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores no Brasil**: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. EDUSP: São Paulo, p.488, 2012.

INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Síntese da produção agropecuária do Espírito Santo 2013-2014**. INCAPER: Vitória, p.116, 2016.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Estação – Vitória da Conquista. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10.jul.2017.

INOUE, D.W. Role of pollinators. **Encyclopedia of Biodiversity**, v.6, p.140-146, 2013.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Calagem e adubação do morangueiro** (2013). Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/infotecnicas.php>>. Acesso em: 20.mai.2017.

JARAU, S.; HRNCIR, M.; SCHMIDT, V.M.; ZUCCHI, R.; BARTH, F.G. Effectiveness of recruitment behavior in stingless bees (Apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**, v.50, p.365-374, 2003.

KEASAR, T. Large Carpenter Bees as agricultural pollinators. **Psyche: a journal of entomology**, v. 2010, p.1-7, 2010.

KIRSCHBAUM, D.S.; VICENTE, C.E.; CANO-TORRES, M.A.; GAMBARDILLA, M.; VEIZAGA-PINTO, F.K.; ANTUNES, L.E. C. Strawberry in South America: from the Caribbean to Patagonia. **Acta horticulturae**, v.1156, p.947-956, 2017.

KLATT, B.K.; HOLZSCHUH, A.; WESTPHAL, C.; CLOUGH, Y.; SMIT, I.; PAWELZIK, E.; TSCHARNTKE, T. Bee pollination improves crop quality, shelf life and comercial value. **Proceedings of the royal Society. B.**, 281, 2014.

KLEIN, A.M.; VAISSIERE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the royal Society. B.**, n. 274, p.303-313, 2007.

KUROKURA, T.; MIMIDA, N.; BATTEY, N.H.; HYTÖNEN, T. The regulation of seasonal flowering in the Rosaceae. **Journal of Experimental Botany**, v.64, n.14, p.4131-4141, 2013.

LICHTENBERG, E.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; NIEH, J.C. Behavioral suites mediate group-level foraging dynamics in communities of tropical stingless bees. **Insectes Sociaux**, v. 57, p.105-113, 2010.

MADHURI, K.; MANJU; NIDHIKA, T. Studies on floral biology in strawberry (*Fragaria x ananassa*) under hilly conditions of Uttarakhand (Bearing habit, time and duration od flowering, bud development, flower characters, anthesis and dehiscnce). **International Journal of Agriculture Sciences**, v.8, n.58, p. 3177-3180, 2016.

MAETA, Y.; TEZUKA, T.; NADANO, H.; SUZUKI, K. Utilization of the Brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis*, as a pollinator of strawberries. **Honeybee Science**, v.13, p. 71-78, 1992.

MALAGODI-BRAGA, K. S. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae)**. 2002. 104f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, p.771-773, 2004.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) influencia a formação dos frutos? **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 1, p 76-81, Nov. 2007.

MICHENER, C.D. The Meliponini. In: VIT, P.; PEDRO, S.R.M.; ROUBIK, D.W. (orgs). **Pot-Honey:A legacy of stingless bees**. New York: Springer, 2013, p. 3-15.

MIRANDA, F.R.; SILVA, V.B.; SANTOS, F.S.R.; ROSSETTI, A.G.; SILVA, C.F.B. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fibre substrate. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, n.4, p.833-841, 2014.

MÓGOR, A.F. Aspectos fisiológicos relacionados à floração e à frutificação do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M.A.C; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A.F (Orgs). **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. cap.5. p. 95-99.

NICODEMO, D.; MALHEIROS, E.B.; DE JONG, D.; COUTO, R.H.N. Enhanced production of parthenocarpic cucumbers pollinated with stingless bees and Africanized honey bees in greenhouses. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3625-3634, 2013.

NITSCH, J.P. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. **American Journal of Botany**, v. 37, p. 211-215, 1950.

NOVAIS, S.M.A.; NUNES, C.A.; SANTOS, N.B.; D'AMICO, A.R.; FERNANDES, G.W.; QUESADA, M.; BRAGA, R.F.; NEVES, A.C. Effects of possible pollinator crisis on food crop production in Brazil. **Plos One**, v.11, n.11, p.1-12, 2016.

OLIVEIRA, G.A.; AGUIAR, C.M.L.; SILVA, M.; GIMENES, M. *Centris aenea* (Hymenoptera, Apidae): a ground-nesting bee with high pollination efficiency in *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae). **Sociobiology**, v.60, n.3, p.317-322, 2013.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, n.120, p.321-326, 2011.

ORFORD, K.A.; MURRAY, P.J.; VAUGHAN, I.P.; MEMMOTT, J. Modest enhancements to conventional grassland diversity improve the provision of pollination services. **Journal of Applied Ecology**, v.53, p.906-915, 2016.

PÁDUA, J.G.; ROCHA, L.C.D.; GONÇALVES, E.D.; ARAÚJO, T.H.; CARMO, E.L.; COSTA, R. Comportamento de cultivares de morangueiro em Maria Fé e Inconfidentes, sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v.7, n.2, p.69-79, 2015.

PATTERMORE, D.E. Pollination: review. **Encyclopedia od Applied Plant Sciences**, v.2, n.2, p.315-325, 2017.

PBMH & PIM - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE MORANGO. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).

PEDRO, S.R.M. The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v.61, n.4, p.348-354, 2014.

PORTELA, I.P. **Sistemas de cultivo sem solo com solução nutritiva recirculante e cultivares de morangueiro**. 2015. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Version 2017. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RAMÍREZ, V.M.; CALVILLO, L.M.; KEVAN, P.G. Effects of Human Disturbance and Habitat Fragmentation on Stingless Bees. In: VIT,P.; PEDRO, S.R.M.;ROUBIK, D.W. (orgs). **Pot-honey: A legacy of stingless bess**. New York: Springer, 2013, p. 274.

RIBEIRO, G.S. **Polinização da Laranjeira (*Citrus sinensis*) pela abelha Uruçu (*Melipona scutellaris*) LATREILLE, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE) em área restrita no Recôncavo da Bahia**. 2013. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Pós Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

RIBEIRO, G.S.; ALVES, E. M.; CARVALHO, C.A. L. Biology of pollination of *Citrus sinensis* variety 'Pera Rio'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n.2, p.1-8, 2017.

ROSELINO, A.C.; SANTOS, S.B.; HRNCIR, M.; BEGO, L.R. Differences between the quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n. 2, p. 539-545, 2009.

ROSELINO, A.C.; SANTOS, S.A.B.; BEGO, L. R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Biociências**, v.8, n. 2, p.154-158, 2010.

SALAMÉ-DONOSO, T. P.; SANTOS, B.M.; CHANDLER, C.K.; SARGENT, S.A. Effect of High Tunnels on the Growth, Yields, and Soluble Solids of Strawberry Cultivars in Florida. **International Journal of Fruit Science**, v.10, p.249-263, 2010.

SANDHU, H.; WATERHOUSE, B.; BOYER, S.; WRATTEN, S. Scarcity of ecosystem services: an experimental manipulation of declining pollination rates and its economic consequences for agriculture. **PeerJ – Biology & Life Science**, p.1-12, 2016;

SANTOS, S.A.B.; ROSELINO, A.C.; BEGO, L.R. Pollination of Cucumber, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the Stingless Bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses. **Neotropical Entomology**, n.37, v.5. p.506-512, 2008.

SEAB/DERAL. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural. Disponível em:<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Tabelas_producao_frutas.pdf> Acesso em: 24.Junh.2017.

SHARMA, H.K.; GUPTA, J.K.; RANA, B.S.; RANA, K. Insect pollination and relative value of honey bee pollination in strawberry, *Fragaria annassa* Duch. **International Journal of farm Sciences**, v.4, n.2, p. 177-184, 2014.

SILVA, F. A.S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, G.R.; GUSMÃO, A.L.J.; MIRANDA, P.S.; PÉREZ-MALUF, R. Biologia floral de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivado em sistema semi-orgânico. **Scientific electronic archives**, v.10, edição especial, p. 106-110, 2017.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 2002, 253 p.

SLAA, E.J.; SANCHES CHAVES, L.A.; MALAGODI-BRAGA, K.S.; HOFSTEDE, F.E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v.37, p.293-315, 2006.

TAZZO, I.F.; FAGHERAZZI, A.F.; LERIN, S.; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L. Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de morangueiro cultivado no Planalto Catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n.3, 2015.

THOMPSON, P.A. Environmental effects on pollination and receptacle development in strawberry. **Journal Horticultural Sciences**, v.46, p. 1-12, 1971.

TONIN, J.; MACHADO, J.T.M.; BENATI, J.A.; ROHRIG, B.; SOBUCKI, L.; CHASSOT, T.; SCHNEIDER, E.P. Yield and quality of fruits of strawberry cultivars in an organic production system. **Científica**, v.45, n.3, p.271-277, 2017.

TUOHIMETSÄ, S.; HIETARANTA, T.; UOSUKAINEN, M.; KUKKONEN, S.; KARHU, S. Fruit development in a artificially self- and cross-pollinated strawberries (*Fragaria x ananassa*) and raspberries (*Rubus idaeus*). **Acta Agriculturae Scandinavica**, section B, Soil and Plant Science, v. 64, n.5, p.408-415, 2014.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS. **The UC patented strawberry cultivars.** Disponível em <<http://research.ucdavis.edu/industry/ia/industry/strawberry/cultivars/>>. Acesso em: 23 Jun. 2017.

VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use.** FAO: Rome, 2011.

VIANA, B.F. et al. Plano de manejo para polinização de macieiras da variedade Eva: conservação e manejo de polinizadores para a agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica. **Funbio**: Rio de Janeiro, 2015. 56 p.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual tecnológico: Mel de abelhas sem ferrão.** Brasília: Instituto Sociedade, População e natureza. Brasil, 2012.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B.B; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n.1, p.58-75, jan. 2012.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B.; LISBOA, B.B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **As abelhas e a agricultura**. EDIPUCRS: Porto Alegre, 2014. 143 p.

ZAPATA, I. I.; VILLALOBOS, C.M.B.; ARAIZA, M.D.S.; SOLÍS, E. S.; JAIME, O.A.M.; JONES, R.W. Effect of pollination of strawberry by *Apis mellifera* L. and *Chrysoperla carnea* S. on quality of the fruits. **Nova Scientia**, n.13, v.7, p.85-100, 2015.

ZEBROWSKA, J. Influence of pollination modes on yield components in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Plant Breeding**, v.117, n.3, p.255-260, 1998.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Tabela de contingência de cinco tratamentos de polinização quanto as classes de frutas 15 e 35. Valores observados e valores esperados (entre parênteses) para a cv. 'San Andreas'.

Classe	Tratamentos					Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	
15	10(11,0)	11(11,0)	12(11,0)	10(11,0)	12(11,0)	55
35	2 (1,0)	1 (1,0)	0 (1,0)	2 (1,0)	0 (1,0)	5
						Σ 60

T1 - uma visita; T2 - duas visitas; T3 - três visitas; T4 - polinização natural; T5 - autopolinização.

APÊNDICE B - Tabela de contingência de cinco tratamentos de polinização com classificações de frutas quanto ao grau de deformação. Valores observados e valores esperados (entre parênteses) para a cv. 'San Andreas'.

Classificação	Tratamentos					Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	
Ausente	5 (4,8)	4 (4,8)	6 (4,8)	8 (4,8)	1 (4,8)	24
Leve	6 (4,8)	5 (4,8)	6 (4,8)	4 (4,8)	3 (4,8)	24
Grave	1 (2,4)	3 (2,4)	0 (2,4)	0 (2,4)	8 (2,4)	24
						Σ 60

T1 - uma visita; T2 - duas visitas; T3 - três visitas; T4 - polinização natural; T5 - autopolinização.

APÊNDICE C - Tabela de contingência de cinco tratamentos de polinização com classificação de frutas comercializáveis e não comercializáveis. Valores observados e valores esperados (entre parênteses) para a cv. 'San Andreas'.

Classificação	Tratamentos					Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	
Comercializável	10 (9,2)	9 (9,2)	11 (9,2)	12 (2,8)	4 (9,2)	46
Não comercializável	2 (2,8)	3 (2,8)	1 (2,8)	0 (2,8)	8 (2,8)	14
						Σ 60

T1 - uma visita; T2 - duas visitas; T3 - três visitas; T4 - polinização natural; T5 - autopolinização.

APÊNDICE D - Teste de qui-quadrado, com χ^2 parciais e totais, de tratamentos de polinização com as classificações de frutas da cv. ‘San Andreas’.

Classificação	Tratamentos					Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	
Classe ¹						
15	0,091	0	0,091	0,091	0,091	0,364
35	1	0	1	1	1	4,0
χ^2						4,36 ^{ns}
Grau de deformação ²						
Ausente	0,0083	0,133	0,3	2,13	3,008	5,58
Leve	0,3	0,0083	0,3	0,13	0,675	1,41
Grave	0,816	0,15	2,4	2,4	13,06	18,83
χ^2						25,83 ^{**}
Comercialização ³						
Comercializável	0,069	0,0043	0,3521	0,852	2,939	4,21
Não comercializável	0,228	0,014	1,157	2,8	9,657	13,85
χ^2						18,06 ^{**}

ns – não significativo pelo teste de qui-quadrado ¹(g.l.= 4, p-value = 0,36);

²** Significativo pelo teste de qui-quadrado (g.l.= 8, p-value = 0,001) e ³(g.l.= 4, p-value = 0,001).

T1 - uma visita; T2 - duas visitas; T3 - três visitas; T4 - polinização natural; T5 - autopolinização.

APÊNDICE E - Tabela de contingência de dois tratamentos de polinização com classificação de frutas quanto ao grau de deformação. Valores observados e valores esperados (entre parênteses) para a cv. ‘Monterey’.

Classificação	Tratamentos		Σ
	Autopolinização	Polinização natural	
Ausente	5 (7,5)	10 (7,5)	15
Leve	3 (2,5)	2 (2,5)	5
Grave	4 (2,0)	0 (2,0)	4
Σ			24

APÊNDICE F - Tabela de contingência de dois tratamentos de polinização com classificação de frutas comercializáveis e não comercializáveis. Valores observados e valores esperados (entre parênteses) para a cv. 'Monterey'.

Classificação	Tratamentos		Σ
	Autopolinização	Polinização natural	
Comercializável	8 (10,0)	12 (10,0)	20
Não comercializável	4 (2,0)	0 (2,0)	4
		Σ	24

APÊNDICE G - Teste de qui-quadrado, com x^2 parciais e totais, de tratamentos de polinização com as classificações de frutas da cv. 'Monterey'.

Classificação	Tratamentos		Σ
	Autopolinização	Polinização natural	
	Grau de deformação ¹		
Ausente	0,83	0,83	1,66
Leve	0,1	0,1	0,2
Grave	2,0	2,0	4,0
		x^2	5,86*
	Comercialização ²		
Comercializável	0,4	0,4	0,8
Não comercializável	2,0	2,0	4
		x^2	4,8*

* Significativo pelo teste de qui-quadrado ¹(g.l.= 2, p-value = 0,05) e ²(g.l.= 1, p-value = 0,03).