



**POLINIZAÇÃO E GERMINAÇÃO EM
CULTIVO DE MORANGO CONVENCIONAL
SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS BAIXOS**

ANA LUIZA DE JESUS GUSMÃO

2018

ANA LUIZA DE JESUS GUSMÃO

**POLINIZAÇÃO E GERMINAÇÃO EM CULTIVO DE MORANGO
CONVENCIONAL SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS BAIXOS.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Profa. D.Sc. Raquel Pérez Maluf

**VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA-BRASIL**

2018

G99p

Gusmão, Ana Luiza de Jesus.

Polinização e germinação em cultivo de morango convencional sob
Proteção de túneis baixos. / Ana Luiza de Jesus Gusmão, 2018.

75f. il.; (algumas color.).

Orientador (a): D. Sc. Raquel Pérez Maluf.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa
de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia. Vitória da
Conquista, 2018.

Inclui referência F. 70 – 73.

1. Morango - Cultivo. 2. Mecanismos de polinização - Morango. 3. *Fragaria
ananassa* Duch. 4. Germinação. I. Pérez-Maluf, Raquel. II. Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. T. III.

CDD: 634.425

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

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: "POLINIZAÇÃO E GERMINAÇÃO EM CULTIVO DE MORANGO CONVENCIONAL SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS BAIXOS".

Autor: Ana Luiza de Jesus Gusmão


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. Miriam Gimenes, D.Sc., UEFS/Feira de Santana SB



Pesq. Adriana Dias Cardoso, D.Sc., PNP/CAPES

Data de realização: 28 de fevereiro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ter me dado forças para seguir forte nessa jornada, que não foi nada fácil, que mesmo com tantos obstáculos me manteve firme para não desistir dos meus objetivos;

Ao meu companheiro Wesley que esteve ao meu lado sempre e me apoiou em todas as minhas decisões e me ajudou na realização dos trabalhos. Obrigada por ter paciência e aguentar todos os meus anseios e me encorajar que sou capaz de alcançar todos os meus sonhos, você estará sempre comigo;

À minha mãe Adriana e Léo (padrasto) que me dar coragem, incentivo e torcer pelo meu sucesso. Ao meu pai Eduardo e Larissa (madrasta) que também me apoiam e estão dispostos a me ajudar sempre. Todos vocês são os meus alicerces;

À minha orientadora Prof. Dr^a Raquel Pérez-Maluf por me ajudar na realização do trabalho e a construir minha vida acadêmica, sem sua ajuda, não estaria aqui concluindo mais uma etapa da minha vida. Obrigada por todo apoio e orientação;

À Cleide Soares e sua família (Seu João, dona Floripes, Seu Renato e família e Lucas e família) que disponibilizaram suas propriedades para que pudéssemos realizar parte desse estudo, é muito bom saber que existem pessoas maravilhosas que nos ajudam sem pedir nada em troca. Obrigada por ter nos acolhido tão bem;

Às amigas e companheiras do LABISA, que contribuirão de alguma forma durante a realização do meu trabalho (Jennifer Guimarães, Giuliana Silva, Rita de Cássia, Vanielle Salgado, Priscila Miranda, Aishá Ingrid, Valdiele e Ingrid Costa) estão sempre ao meu lado me ajudando no que precisar, saiba que podem contar comigo sempre também, espero que seja amizade para vida toda;

À amiga Jennifer que está sempre me apoiando, mesmo um pouco distante, me ajudou muito, me encorajando e não deixando desanimar;

Às amigas que fiz durante esse tempo, que vou levar para vida toda, Karina, Anne Juciely e Janaína, me ajudaram muito, me acolheram dentro da agronomia e não me deixaram desistir nunca, vocês moram em meu coração;

À prof. Dr^a Débora Leonardo dos Santos pela contribuição na elaboração do trabalho, apontando os melhores caminhos a seguir;

Agradecer a Fabricio Vieira Dutra e Adriana Cardoso pela ajuda na melhor decisão a ser tomada na estatística;

À Universidade (UESB) pela estrutura, ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, pela oportunidade, a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e principalmente, aos professores do Programa, por ter acolhido uma Bióloga no meio de tantos agrônomos, pelos conhecimentos primordiais para realização desse mestrado;

RESUMO GERAL

GUSMÃO, A. L. J. **Polinização e Germinação em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2018. 75f. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).¹

O objetivo deste trabalho foi avaliar os mecanismos de polinização e germinação em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos. O estudo foi conduzido em plantio comercial de morango da cultivar Monterey na Barra da Estiva, BA. Foram conduzidos experimentos de polinização com três tratamentos – polinização natural, autopolinização e polinização cruzada manual em DIC –, durante a época de florada (abril 2017). Após maturação, os frutos foram avaliados quanto à biometria e taxa de fecundação dos aquênios e classificadas em função das deformações e comercialização *in natura*. Adicionalmente, foram selecionadas 30 flores em pré-antese; cada flor, monitorada após a abertura, por 10 horas, registrando-se os visitantes florais, quantidade de visitas e tempo de permanência nas flores. Após a observação, as flores foram ensacadas até maturação dos frutos. A germinação dos aquênios oriundos dos frutos da polinização natural e manual foi avaliada em laboratório. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, com aquênios oriundos dos dois tipos de polinização (natural e manual) armazenados durante dois meses em geladeira e três tempos de escarificação química com ácido sulfúrico (0, 5 e 10 minutos), com quatro repetições. Avaliaram-se a porcentagem de germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), médias de plântulas normais, anormais, sementes duras e mortas e distribuição da frequência de germinação com tempo médio. Os morangos oriundos da polinização natural apresentaram maior massa fresca e maior taxa de fecundação dos aquênios que os demais tratamentos. Foram registradas duas espécies de abelhas: *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. O número médio de visitas que uma flor recebeu foi de 6,1; e o tempo total médio de permanência foi de 80,8 segundos por flor, sem evidência de uma correlação entre a quantidade de visitas e/ou tempo de permanência das abelhas nas flores com a taxa de fecundação dos aquênios. A escarificação química com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 5 minutos influenciou no aumento na taxa de germinação (%), no índice de velocidade de germinação (IVG), maior porcentagem de plântulas normais, sendo responsável pelo vigor máximo dos aquênios. A escarificação de 10 minutos tornou-se nocivo para os aquênios da cultivar ‘Monterey’. Recomenda-se a escarificação com ácido sulfúrico (98%) por 5 minutos para maximizar e sincronizar a germinação dos aquênios de morango da cv. ‘Monterey’ armazenados em

¹ Orientadora: Raquel Pérez Maluf, D.Sc.-UESB

geladeira por 60 dias. A escarificação por 10 minutos não é recomendada para essa cultivar.

Palavras-Chave: Abelhas. *Fragaria ananassa* Duch. Germinação.

ABSTRACT

GUSMÃO, A. L. J. **Pollination and Germination in conventional Strawberry cultivation under protection of tunnels down.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2018. 75f. (Dissertation – Master in Agronomy, Concentration Area in Phytotechny).¹

The objective of this work was to evaluate the mechanisms of pollination and germination in conventional strawberry cultivation under low tunnel protection. The study was conducted in commercial strawberry planting of the Monterey cultivar in Barra da Estiva, Bahia. Pollination experiments were conducted with three treatments - natural pollination, self-pollination and manual cross-pollination in DIC -, during flowering season (April 2017). After maturation, the fruits were evaluated in relation to the biometry and fertilization rate of the achenes and classified according to deformations and in natura commercialization. In addition, 30 pre-anthesis flowers were selected; each flower was monitored after the opening, for 10 hours, registering floral visitors, number of visits and time spent in flowers. After observation, the flowers were bagged until fruit ripened. The germination of the achenes from fruits of natural and manual pollination was evaluated in the laboratory. A completely randomized design was used, in a 2x3 factorial scheme, with achenes from the two types of pollination (natural and manual) stored for two months in a refrigerator and three times of chemical scarification with sulfuric acid (0, 5 and 10 minutes) with four replicates. The percentage of germination (%), germination speed index (IVG), means of normal, abnormal seedlings, hard and dead seeds and germination frequency distribution with mean time were evaluated. Strawberries from natural pollination had a higher fresh mass and a higher fertilization rate of the achenes than the other treatments. Two bee species were recorded: *Apis mellifera* and *Trigona spinipes*. The average number of visits received by a flower was 6.1; and the mean total stay time was 80.8 seconds per flower, with no evidence of a correlation between the number of visits and/or time of stay of the bees in the flowers with the rate of fertilization of the achenes. The chemical scarification with sulfuric acid (H₂SO₄) for 5 minutes influenced the increase in the germination rate (%), the germination rate index (IVG), the highest percentage of normal seedlings, being responsible for the maximum vigor of the achenes. The 10-minute chemical scarification became damaging to the achenes of the 'Monterey' cultivar. Scarification with sulfuric acid (98%) is recommended for 5 minutes to maximize and synchronize the germination of strawberry achenes of cv. 'Monterey' stored in refrigerator for 60 days. Scarification for 10 minutes is not recommended for this cultivar.

Keywords: Bees. *Fragaria ananassa* Duch. Germination.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Sistemas de produção do cultivo de morango no Brasil.....17

Artigo 1: Mecanismos de polinização em cultivo de morangueiro convencional sob proteção de túneis baixos

Figura 1 - Sistema de produção de morangos *Fragaria x ananassa* cv 'Monterey'. Canteiros protegidos por túneis baixos com o plástico de cobertura fechado (A); túneis com cobertura aberta (B). Barra da Estiva- BA, 2017.....34

Figura 2 - Métodos adotados para marcação das flores. Polinização aberta marcada com fita colorida (A). Flor ensacada após da senescência (B). Barra da Estiva- BA, 2017.....35

Figura 3 - Polinização cruzada manual. Retirada das anteras dos botões selecionados (emasculação). Barra da Estiva- BA, 2017.....36

Figura 4 - Avaliação da massa fresca do fruto (A), comprimento longitudinal (B) e diâmetro equatorial (C) em laboratório. Vitória da Conquista - BA, 2017.....37

Figura 5 - Remoção dos aquênios dos frutos do morango com auxílio da pinça (A) e imersão dos aquênios em água, avaliando a capacidade de flutuação (B). No laboratório de Biodiversidade do Semiárido. Vitória da Conquista - BA, 2017.....38

Figura 6 - Porcentagem de frutos com diferentes graus de deformação, no cv. 'Monterey', resultantes dos três tratamentos: polinização natural (P.N), autopolinização (A.P) e polinização manual (P.M). Barra da Estiva - BA.....42

Figura 7 - Histogramas de frequência (%) para as características de número de visitas (A), Tempo de permanência da abelha na flor (B), massa fresca (C) e Taxa de Fecundação (D) de frutos de morango, localizados em Barra da Estiva - BA, 2017.....44

Artigo 2: Efeito da escarificação ácida sob a germinação de aquênios de morango da cultivar 'Monterey'

Figura 1 - Efeito do tempo de escarificação com ácido sulfúrico concentrado na porcentagem de germinação de aquênios de morango 'Monterey' para diferentes tipos de polinização.....61

Figura 2 - Efeito do tempo de escarificação com ácido sulfúrico concentrado no Índice de velocidade de germinação (IVG) dos aquênios de morango 'Monterrey'.....	63
Figura 3 - Efeito do tempo de escarificação com ácido sulfúrico concentrado na porcentagem de plântulas normais de morango 'Monterrey' para diferentes tipos de polinização.....	64
Figura 4 - Números de plântulas normais, anormais, sementes duras e mortas para cada tratamento de germinação (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch) após 24 dias de semeadura. Vitória da Conquista-BA, 2017.....	67
Figura 5 - Distribuição da frequência relativa da germinação dos aquênios em diferentes tipos de tratamentos. TM – tempo médio de germinação; e G-taxa de germinação (%). Vitória da Conquista-BA, 2017.....	68

LISTA DE TABELAS

Artigo 1: Polinização em cultivo de morangueiro convencional sob proteção de túneis baixos

Tabela 1- Média da massa fresca (M.F), diâmetro equatorial (D.E), comprimento longitudinal (C.L) e taxa de fecundação dos aquênios (T.F) de frutos da cv. ‘Monterey’ em função dos mecanismos de polinização. Barra da Estiva-BA, 2017.....40

Artigo 2: Efeito da escarificação ácida sob a germinação de aquênios de morango da cultivar ‘Monterey’

Tabela 1- Análise de variância e coeficiente de variação para germinação e índice de velocidade de germinação de aquênios de morangos submetidas a diferentes níveis de escarificação. Vitória da Conquista – BA, 2017.....60

Tabela 2 – Plântulas anormais de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) após 24 dias de semeadura, Vitória da Conquista-BA, 2017.....65

Tabela 3 - Sementes duras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) obtidas para os diferentes tipos de polinização após 24 dias de semeadura, Vitória da Conquista-BA, 2017.....65

Tabela 4 - Sementes duras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) obtidas para os diferentes tipos de escarificação após 24 dias de semeadura, Vitória da Conquista-BA, 2017.....66

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS	15
REFERENCIAL TEÓRICO	16
REFERÊNCIAS	23
ARTIGO 1: MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO EM CULTIVO DE MORANGO CONVENCIONAL SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS BAIXOS	30
RESUMO	31
1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	33
AVALIAÇÃO 1- Mecanismos de polinização em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos.....	34
AVALIAÇÃO 2 - Monitoramento dos polinizadores em frutos de morangueiro.....	38
3. RESULTADOS	40
AVALIAÇÃO 1- Mecanismos de polinização em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos.....	40
AVALIAÇÃO 2 - Monitoramento dos polinizadores em frutos de morangueiro.....	42
4.DISSCUSSÃO	44
5. CONCLUSÃO	47
ABSTRACT	48
REFERÊNCIAS	49
ARTIGO 2: EFEITO DA ESCARIFICAÇÃO ÁCIDA SOB A GERMINAÇÃO DE AQUÊNIOS DE MORANGO DA CULTIVAR ‘MONTEREY’	54
RESUMO	55
1. INTRODUÇÃO	56
2. MATERIAL E MÉTODOS	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4. CONCLUSÃO	69
ABSTRACT	70
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE	74

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de morangos vem crescendo nos últimos anos, alcançando uma área produzida no Brasil de aproximadamente 4.300 ha, em áreas médias cultivadas de 0,5 a 01 ha, mas existem grandes empresas investindo em áreas superiores a 15 ha, apresentando uma produção de cerca de 155.000 toneladas anualmente (ANTUNES; FAGHERAZZI; VIGNOLO, 2017).

A principal região produtora de morango no estado da Bahia é a Chapada Diamantina, reconhecida nacionalmente como um polo produtor de morango, com destaque para os municípios Barra da Estiva, Morro do Chapéu e Ibicoara (SEBRAE/BA, 2017).

O desempenho da cultura do morango está relacionado à proporção de frutos bem formados que são direcionadas para a venda *in natura*, enquanto aquelas deformadas são, comumente, destinadas ao processamento industrial. E estudos apontam que o maior aumento nesse desempenho está relacionado à polinização (ANTUNES e outros, 2007; ROSELINO e outros, 2009; WITTER e outros, 2012).

Os polinizadores fornecem um serviço essencial para os ecossistemas naturais e agrícolas. Nos ecossistemas agrícolas, polinizadores e polinização podem ser planejados para maximizar ou melhorar a qualidade e a produtividade das plantas (FAO, 2016).

Embora estudos mostrem que as provisões de polinizadores geralmente resultam em aumento na produção da cultura do morangueiro, a maioria dos trabalhos realizados está relacionada com o cultivo em ambiente protegido (estufas). Poucas são as informações em relação ao efeito de túneis baixos na interação entre os visitantes florais e as flores do morango.

Nesse contexto, este trabalho compreende duas abordagens na avaliação de uma cultivar de morango produzido comercialmente na Chapada Diamantina – polinização e germinação.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; RIVA, E.; MARAN, R.E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pelas abelhas jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, p. 094-099, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.; FAGHERAZZI, A.F.; VIGNOLO, G.K. Morangos tem produção crescente. **Campo&Lavoura**, AnuárioHF2017, n.1, p.96-102, 2017.
- FAO (Food and Agriculture Organization). **Pollination services for sustainable agriculture**. 2008. Disponível em: http://www.fao.org/uploads/media/raps_2.pdf. Acesso em: 19 de junho de 2016.
- SEBRAE/BA - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Estudo de mercado **Agronegócio: Produção de morango**. 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.
- 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.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Cultura do morangueiro e sistema de produção

O morangueiro pertence à família Rosaceae, é uma planta nativa de clima temperado da Europa e das Américas; as cultivares comerciais são pertencentes à espécie *Fragaria x ananassa* Duchesne, originada da hibridação natural ocorrida na Europa, no século XVIII, entre as espécies *Fragaria virginiana* e *Fragaria chiloensis*, oriundas, respectivamente, da América do Norte e América do Sul (HANCOCK, 1990; SCHWARTZ; BARBIERI, 2008, HANCOCK et al, 2008; COSTA e outros, 2015).

O morango é uma planta herbácea, rasteira e perene; a propagação do morangueiro é realizada comercialmente por meio de estolões, os quais permitem produzir diferentes tipos de mudas. Mas, quando se busca o melhoramento genético da espécie, a propagação do morangueiro é realizada através de sementes (HANCOCK, 1990; ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011).

A espécie *Fragaria ananassa* possui flores hermafroditas, androceu formado por numerosas anteras e apresentam vários ovários livres entre si. Cada ovário origina um fruto, conhecido como aquênio, considerado um pseudofruto, e a parte suculenta e comestível é originada do receptáculo floral; o conjunto do receptáculo floral e dos aquênios é denominado de fruto. (PALHA, 2005; ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011).

Segundo Palha (2005), a inflorescência do morango constitui-se de uma flor primária, que é a mais velha, duas flores secundárias, quatro flores terciárias e oito flores quaternárias. Seguindo uma sequência, as flores primárias possuem maior número de pistilos e produzem frutos de maior tamanho, seguidas pelas flores secundárias e as terciárias, as quais, por possuírem menor número de pistilos, irão dar frutos menores.

Esse fruto pode ser consumido *in natura* ou utilizado para a elaboração de produtos industriais. Do ponto de vista nutricional, o morango

é valorizado por seu baixo valor calórico e alto percentual de vitamina C, potássio, fibras e antocianinas (SCHWARTZ; BARBIERI, 2008).

Em função do uso intensivo de agrotóxicos durante o ciclo do morango, este tem sua aceitabilidade reduzida pelo mercado consumidor. Seu cultivo demanda uma série de tratos culturais; o fruto é produzido em pequenas áreas, empregando-se mão de obra familiar; constitui-se, portanto, como importante fonte de renda (SCHWENGBER e outros, 2010).

No Brasil, o morangueiro é cultivado em diversas formas: no solo, com ou sem cobertura plástica, em túneis baixos ou em estufas, ou no sistema hidropônico, com ou sem substrato (HOFFMANN; BERNARDI, 2006) (Figura 1). Segundo Antunes e Reisser Júnior (2007), o sistema de produção mais representativo no Brasil é o protegido com túnel baixo (túnel plástico), mais utilizado quando há significativa incidência de chuvas no período de colheita e altos riscos de geadas; com isso, diminui-se a incidência de doenças foliares e da podridão de frutos.



Figura 1. Sistemas de produção do cultivo de morango no Brasil.

Esses plásticos laterais (cortinas) podem ser erguidos a depender das condições climáticas; isso possibilita que temperaturas elevadas sejam amenizadas, erguendo-os em dias muito quentes, ou muito diminuídas, em

dias mais frios (HOFFMANN; BERNARDI, 2006; TEIXEIRA, 2011; DONADELLI e outros, 2011).

A técnica do túnel baixo é considerada uma ferramenta importante no manejo fitossanitário, que possibilita prolongamento da safra e redução na aplicação de agroquímicos. Mas o efeito desses túneis baixos na atratividade de insetos polinizadores é pouco conhecido. Segundo Barbosa (2009), esse tipo de cultivo foi adaptado de uma técnica adequada para o cultivo de olerícolas que não dependem de polinizadores para a produção.

2.1 Importância econômica do morango e cultivares introduzidas no Brasil

O morangueiro é cultivado nas mais variadas regiões do mundo. No Brasil, a cultura encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical (Radmann e outros, 2006), com produção comercial realizada em vários estados, com cultivares variadas, a depender da adaptabilidade das cultivares ao clima. Oito estados brasileiros destacam-se como os maiores produtores: Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Espírito Santo, Santa Catarina e Distrito Federal (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011; REISSER JUNIOR e outros, 2015).

O morangueiro também tem sido cultivado em regiões que não tinham tradição no cultivo, como os estados da Bahia, Goiás e Ceará. Na Bahia, o cultivo foi implantado na Chapada Diamantina em 2011 e vem se tornando um polo produtor de morango, com destaque para os municípios Barra da Estiva, Morro do Chapéu e Ibicoara (FAGHERAZZI e outros, 2017; SEBRAE/BA, 2017).

As principais cultivares de morangueiro utilizadas no Brasil são ‘Oso Grande’, ‘Camarosa’, ‘Aromas’, ‘Albion’ e ‘San Andreas’; recentemente, foram implantadas novas cultivares, oriundas do Chile e da Argentina. As mais utilizadas pelos produtores na Chapada Diamantina-BA são ‘San Andreas’, ‘Portola’ e ‘Monterey’ (ANTUNES; PERES, 2013).

2.4 Serviços Ecosistêmicos - polinizadores na produção de alimentos

Considerada um serviço ecossistêmico regulatório, no qual se obtêm benefícios dos processos do ecossistema, a polinização tem grande significância no cultivo de diversas culturas. Flores bem polinizadas produzem frutos de melhor qualidade, peso e sementes em maior número. A produção de frutos está na base da cadeia alimentar, sendo de fundamental importância para o equilíbrio dos ecossistemas (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010; RICKETTS e outros, 2008; DURÁN e outros, 2010).

A grande maioria das culturas agrícolas depende da polinização realizada por animais para expressar todo o seu potencial produtivo, mas, até recentemente, esse serviço natural era ignorado no setor agrícola e tratado como um fator de pouca importância do sistema de produção, exceto naquelas culturas extremamente dependentes. Nos últimos anos, a polinização agrícola ainda se encontra rodeada de muitas crenças e carece de informações sobre os polinizadores, requerimentos de polinização das culturas e profissionais qualificados no assunto (FREITAS; SILVA, 2015).

Os polinizadores são elementos de cultura associada à biodiversidade e fornecem um serviço essencial para os ecossistemas naturais e agrícolas. Nos ecossistemas agrícolas, polinizadores e polinização podem ser planejados para maximizar ou melhorar a qualidade e a produtividade das plantas (FAO, 2016).

Os insetos são considerados os principais polinizadores da flora do planeta, especialmente as abelhas (FREITAS; SILVA, 2015; FAO, 2016). Trabalhos recentes apontam para ganhos econômicos consistentes, como resultado da polinização cruzada, em cerca de 75% das culturas agrícolas alimentares, mesmo para aquelas espécies de plantas que não dependem obrigatoriamente desse serviço (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012). Mesmo nas culturas em que ocorre a autopolinização, há um aumento considerável

da produção de frutos e sementes após a ocorrência da polinização por abelhas nativas ou introduzidas (GARRATT e outros, 2014).

As culturas podem ser classificadas de acordo com sua dependência de polinização cruzada e podem ser dependentes, moderadamente dependentes, pouco dependentes e não dependentes (NOVAIS e outros, 2016). Estudo realizado recentemente no Brasil por Giannini e outros (2015) avaliou a dependência de 141 culturas, entre elas, o morangueiro, que foi considerado moderadamente dependente da polinização, que traria benefícios, como o aumento da qualidade do fruto.

2.5 Eficiência dos Agentes Polinizadores na cultura do morango

O processo de polinização do morango pode ocorrer pela autopolinização, devido à ação combinada da gravidade e do vento, porém, raramente, o pólen atinge espontaneamente a totalidade dos estigmas (McGREGOR, 1976; ZEBROWSKA, 1998).

Os morangos resultam do desenvolvimento do receptáculo da flor, e não há formação do fruto sem que o óvulo contido nos pistilos tenha sido fecundado (MALAGODI-BRAGA, 2002); flores completamente fecundadas produzem frutos bem formados, e a fecundação de apenas parte dos óvulos resulta em morangos com diferentes padrões de deformação (WITTER e outros, 2014).

Para a formação de frutos perfeitos, sem deformação, os grãos de pólen devem alcançar quase a totalidade dos estigmas, além de ser necessária a ocorrência da fecundação dos óvulos (JAYCOX, 1970). Estudos já constataram que diversos insetos podem favorecer uma polinização eficiente do morangueiro, e as abelhas são reconhecidas como os principais agentes nesse processo (McGREGOR, 1976; ANTUNES e outros, 2007; MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007; OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011; WITTER e outros, 2012).

O ganho da cultura do morangueiro está relacionado à proporção de frutos bem formados que são direcionados para a comercialização *in natura*, enquanto aqueles deformados são, comumente, destinados à fabricação de geleias, iogurtes e sucos e vendidos a preço inferior (BARBOSA, 2009).

São aceitas as normas do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Morango (2009) para classificação dos morangos; por meio desse programa, os frutos são caracterizados quanto à classe (tamanho), agrupados pelo seu maior diâmetro equatorial: aqueles que apresentam tamanho entre 15 e 35mm são divididos em classe 15, e à classe 35 aqueles com diâmetro maior que 35mm; e quanto à categoria, na qual a formação do fruto em graus de deformação é considerada com três grupos de classificação: quanto a bem formados, deformação leve (0-30%) e deformação grave (> 30% de deformação nos frutos).

Diversos trabalhos vêm comprovando os benefícios da polinização por abelhas para a cultura do morango na formação e qualidade dos frutos (MALAGODI-BRAGA, 2002; BARBOSA, 2009; ROSELINO e outros, 2009; KLATT e outros, 2014), demonstrando que a distribuição uniforme de pólen sobre os estigmas é o que vai determinar o índice de deformação dos frutos (DIMOU e outros, 2008; ZAPATA e outros, 2014; ARIZA e outros, 2011; BARTOMEUS e outros, 2014; ABROL e outros, 2017).

Mas é possível notar que o uso de produtos fitossanitários na agricultura moderna tem causado muitos impactos negativos sobre a diversidade e quantidade de polinizadores em áreas agrícolas, o que contribui para baixas produtividades em várias culturas, principalmente na cultura do morango (PINHEIRO; FREITAS, 2010).

2.6 Germinação de aquênios de morango

Comercialmente, a cultura do morango é propagada por meio de estolões, os quais permitem produzir diferentes tipos de mudas. Mas, quando se busca o melhoramento genético da espécie, necessita-se de plantas

originadas da germinação dos aquênios do morango (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011; MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1982; GALVÃO e outros, 2014).

No critério agronômico, considera-se germinação a emergência de uma plântula vigorosa no substrato utilizado. Já no botânico, a germinação é definida pela protrusão de uma das partes do embrião de dentro dos envoltórios, associada a algum sinal de real crescimento (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

Algumas sementes não germinam mesmo quando colocadas em condições ambientais aparentemente favoráveis (LOPES e NASCIMENTO, 2012) e, por isso, são denominadas dormentes. A dormência regula o início da germinação e depende muito do tipo de ambiente em que a espécie ocorre (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

A dormência é um fenômeno comum, principalmente em sementes de determinadas hortaliças, forrageiras e algumas frutíferas. É uma característica adaptativa que assegura a perpetuação e a sobrevivência das espécies nos diferentes ecossistemas (LOPES e NASCIMENTO, 2012).

Os aquênios do morango apresentam dormência do tegumento ocasionada pela impermeabilidade da água na testa e no pericarpo, o que impede ou reduz a germinação do embrião (MILLER e outros, 1992; EL HAMDOUNI, LAMARTI e BADOUC, 2001; GALVÃO e outros, 2014).

O desempenho de germinação desses aquênios é considerado muito baixo, não uniforme e muito lento; isso resulta em longos períodos de reprodução e perda de genótipos quando relacionados a programas de melhoramento (YANAGI, OKUDA e TAKAMURA, 2004; YANAGI, OKUDA e TAKAMURA, 2006; GEMELI, 2016).

Estudos apontam a necessidade da retirada das camadas externas dos aquênios por meios de métodos de escarificação, no intuito de promover a degradação parcial do pericarpo, facilitando a absorção de água e entrada de oxigênio para o embrião (ITO e outros, 2011; EIDAM, 2012).

São utilizados diferentes tipos de soluções químicas para melhorar a germinação de aquênios do morango, incluindo o uso de giberelina, etrel, nitrato de potássio, peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico (H₂SO₄) (YANAGI e outros, 2004; GALVÃO e outros, 2014; GEMELI, 2016). A utilização do H₂SO₄ é a mais indicada para superar a dormência das unidades de dispersão (sementes, núculas, aquênios etc.) de algumas espécies (BRASIL, 2009; LOPES e NASCIMENTO, 2012).

Na germinação dos aquênios de morango, o ácido sulfúrico atua melhorando o desempenho das sementes durante a germinação (EL HAMDOUNI, LAMARTI e BADOUC, 2001; TRINDADE e outros, 2007; ITO e outros, 2011; GALVÃO e outros, 2014; GEMELI, 2016; CHAPIESKI, 2017).

REFERÊNCIAS

- ABROL, D.P.; GORKA, A. K.; ANSARI, M. J.; AL-GHAMDI, A.; ALKAHTANI, S. Impact of insect pollinators on yield and fruit quality of strawberry. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 24, p.1-7, 2017.
- ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. A cultura do morango. 2. ed. revista e ampliada – Brasília, DF : **Embrapa Informação Tecnológica**, 52 p. (Coleção Plantar, 68), 2011.
- ANTUNES, L. E. C.; FAGHERAZZI, A. F.; VIGNOLO, G. K. Morangos tem produção crescente. **Campo & Lavoura**, Anuário HF 2017, n.1, p.96-102, 2017.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. Caracterização da produção de morangos no Brasil. Fragole, i produttori brasiliani mirano all'exportazione in Europa. **Frutticoltura (Bologna)**, v. 69, p. 60-65, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.; PERES, N.A. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v.13:1-2, p.156-161, 2013.
- ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; RIVA, E.; MARAN, R.E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pelas abelhas jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, p. 094-099, 2007.

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.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. 70f, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Mapa/ACS, 399p, 2009.

CHAPIESKI, P. C.Q. **Concentrações de ácido sulfúrico na superação de dormência de sementes de *Fragaria x ananassa* Duch.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 27f, 2017.

COSTA, A. F.; LEAL, N. R.; VENTURA, J. A.; GONÇALVES, L. S. A.; JÚNIOR, A. T. A.; COSTA, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Maringá**, v. 37, n. 4, p. 435-440, 2015.

DIMOU, M.; TARAZA, 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.

DONADELLI, A.; KANO, C.; JÚNIOR, F. F.; FERRARA, L. M.; FILHO, J. A. A. Rentabilidade da cultura do morango no solo e em sistema sem solo em função da estrutura de sustentação. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 8, n. 2, 2011.

DURÁN, X. A.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M. T. Evaluation of yield component traits of honeybee-pollinated (*Apis mellifera* L.) Rapeseed canola (*Brassica napus* L.). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.70, n.2, p.309-314, 2010.

EIDAM, T. **Germinação *in vitro* de sementes e orgânogênese indireta do morangueiro.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 50f, 2012.

EL HAMDOUNI, E. M.; LAMARTI, A.; BADOUC, A. *In vitro* germination of the achenes of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Cvs 'Chandler' and 'Tudla'. **Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux**, v.140, p.31-42, 2001.

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). **Pollination services for sustainable agriculture**. 2008. Disponível em: http://www.fao.org/uploads/media/raps_2.pdf. Acesso em: 19 de junho de 2016.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Interpretação de resultados de germinação. In: **Germinação: do básico ao aplicado**. A. G. Ferreira & F. Borghetti, (Orgs.). Artmed, Porto Alegre, p.209-222, 2004.

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

FREITAS, B. M.; SILVA, C. I. O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. In: **Agricultura e Polinizadores**. São Paulo – SP, 2015.

GALVÃO, A. G.; RESENDE, L. V.; GUIMARAES, R. M.; FERRAZ, A. K. L.; MORALES, R. G. F.; MARODI, J. C.; CATÃO, H. C. R. M. Overcoming strawberry achene dormancy for improved seedling production in breeding programs. **IDESIA**, v. 32, n. 4, p. 57-62, 2014.

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

GEMELI, M. S. **Caracterização e seleção de genótipos agronomicamente superiores de morangueiro com base no inter-relacionamento de características de importância agrônômica**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 64f, 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**, v. 108, n. 3, 2015.

HANCOCK, J.F. Ecological genetics of natural strawberry species. **HortScience**, v.25, p.869-871, 1990.

HANCOCK, J. F., SJULIN, T.M., LOBOS, G. A. **Strawberries**. In: Hancock, J. F. (ed.), *Temperate fruit crop breeding*. Springer Science+Business Media B.V., pp. 393-438, 2008.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico. **Embrapa Uva e Vinho**. Sistemas de Produção, v.15, Versão Eletrônica, 2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/introducao.htm>. Acesso em: 20/03/2017.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n.4, p. 59-62, 2010.

ITO, Y.; MARUO, T.; ISHIKAWA, M.; SHINOHARA, Y. Effects of scarification with sulfuric acid and matric priming on seed germination of seed propagation type of F-1 hybrid strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.80 (1), p.32-37, 2011.

JAYCOX, E.R. Pollination of strawberries. *American Bee Journal*, n.110, p.176- 177, 1970. KREMEN, C. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? Pp. 115-124. In: Freitas, B.M.; Pereira, J.O.P. P. (eds.). **Solitary bees: Conservation, Rearing and Management for Pollination**. Imprensa Universitária – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 282p. 2004.

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

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Dormência em sementes de hortaliças – Brasília, DF. **Embrapa Hortaliças**, n.136, 28 p, 2012.

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

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

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds.** Oxford: Pergamon Press, 270 p, 1982.

MCGREGOR, S. E. Insect pollination of cultivated crop plants. **Agriculture Research Service United States Department of Agriculture,** Washington, 1976.

MILLER, A.R.; SCHEERENS, J.C.; ERB, P.S.; CHANDLER, C.K. Enhanced strawberry seed germination through in vitro culture of cut achenes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.117 (2), p.313-316, 1992.

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. O. Effects of a possible pollinator crisis on food crop production in Brazil. **PLOS ONE**, v. 11, 2016.

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

PALHA, M.G.de. **Manual do morangueiro.** 1ª.ed Barradois: Atelier Gráfica, 128p, 2005.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v.14, n.1, p.266-281, 2010.

RADMANN, E.B.; BIANCHI, V.J.; OLIVEIRA, R.P.; FACHINELLO, J.C. Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.84-87, 2006.

REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L.E.C.; ALDRIGHI, M.; VIGNOLO, G. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. **Revista Campo & Negócios Hortifrúti**, 2015. Disponível em:<<http://www.revistacampoenegocios.com.br/panorama-do-cultivo-de-morangos-no-brasil/>>. Acesso em : 4 de jan.2017.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns?. **Ecology Letters**, n.11, p. 499–515, 2008.

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.

SCHWARTZ, E.; BARBIERI, R. L. Morango: História que liga dois continentes. In: BARBIERI, R. L.; STUNPF, E. T. Origem e Evolução das Plantas Cultivadas. Brasília, DF. **Embrapa Informação tecnológica**, p. 599-618, 2008.

SCHWENGBER, J. E.; SCHIEDECK, G.; ANTUNES, L. E. C.; STRASSBURGER, A. S.; MARTINS, D. S.; CAPELESSO, A. J.; AUMONDE, T. Z.; SILVA, J. B. Produção de morangos em sistema de base ecológica. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, (ABC da Agricultura Familiar, 26), p.57, 2010.

TEIXEIRA, C. P. **Produção de mudas e frutos de Morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. 74f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2011.

TRINDADE, B. G.; UBER, S. C.; MORAES, L. K. A.; FARIA, M. V. **Germinação de aquênios de morangos e obtenção de seedlings *in vitro***. 2007. Disponível em: http://www.unicentro.br/pesquisa/anais/proic/2007/pdf/artigo_197.pdf. Acesso: 15 de jan. 2018.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B.; LISBOA, B. B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **As abelhas e a agricultura**. EDIPUCRS – Editora Universitária da PUCRS, Porto Alegre – RS – Brasil, p.12-18, 2014.

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**, v. 47, n.1, p.58-75, jan. 2012.

YANAGI, T.; OKUDA, N.; TAKAMURA, T. Germination characteristics of pincette harvested seeds in strawberry Cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Japanese Society of Agricultural Technology Management**, v.11, p.1–5 (In Japanese with English abstract), 2004.

YANAGI, T.; OKUDA, N.; TAKAMURA, T. Germination Characteristics of Tweezer-harvested seeds in strawberry cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). **Acta Horticulturae**, v.708, 2006.

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. **Revista Electrónica Nova Scientia**, n.13, v.7, p.85-100, 2014.

ZEBROWSKA, J. Influence of pollination modes on yield components in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Plant Breeding**, v.17, p.255-260, 1998.

**ARTIGO 1: MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO EM CULTIVO DE
MORANGUEIRO CONVENCIONAL SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS
BAIXOS**

**MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO EM CULTIVO DE
MORANGUEIRO CONVENCIONAL SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS
BAIXOS ***

Ana Luiza de Jesus Gusmão **

Prof^a DSc. Raquel Pérez-Maluf (Orientadora) ***

RESUMO

O morangueiro é uma cultura considerada moderadamente dependente da polinização por insetos. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar os mecanismos de polinização em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos na formação de frutos e identificar e qualificar os visitantes florais desse cultivo. O estudo foi conduzido em plantio comercial de morango da cultivar ‘Monterey’ no município de Barra da Estiva-BA, avaliando três mecanismos de polinização (polinização natural, autopolinização e polinização cruzada manual) em cultivo comercial de morango dispostos em DIC, durante a época de florada (abril a junho, 2017). Após a maturação dos frutos, foram avaliadas a biometria dos frutos, taxa de fecundação dos aquênios e a classificação dos frutos quanto às deformações e comercialização in natura. Adicionalmente, foram selecionadas 30 flores em pré-antese; cada flor, monitorada após a abertura, por 10 horas, registrando-se os visitantes florais, a quantidade de visitas e o tempo de permanência nas flores. Após a observação, as flores foram ensacadas até maturação dos frutos. Os morangos oriundos da polinização natural apresentaram maior massa fresca e maior taxa de fecundação dos aquênios que os demais tratamentos. Foram registradas duas espécies de abelhas no cultivo *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. O número médio de visitas que uma flor recebeu foi de 6,1; e o tempo total médio de permanência foi de 80,8 segundos por flor; não foi evidenciada correlação entre a quantidade de

* Artigo apresentado para conclusão do curso de pós-graduação em Agronomia (Fitotecnia), nível de mestrado, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista-BA. Formato conforme a ABNT NBR 6022 de 05/2003.

** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Endereço eletrônico: anagusmaobio@gmail.com.

*** Professora Adjunta da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

visitas e/ou tempo de permanência das abelhas nas flores e a taxa de fecundação dos aquênios.

Palavras- Chave: Abelhas, comportamento, *Fragaria x ananassa*.

1. INTRODUÇÃO

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico essencial para a reprodução e conservação da diversidade de plantas; os polinizadores são um elemento chave da produção agrícola (IMPERATRIZ-FONSECA e outros, 2012; FREITAS; SILVA, 2015).

A espécie *Fragaria x ananassa* possui flores hermafroditas e autoférteis, mas, por possuir um grande número de óvulos que necessitam ser fertilizados e devido à posição das anteras em relação aos estigmas, há uma maior necessidade de polinização cruzada realizada por insetos, considerada moderadamente dependente da polinização (SILVA; DIAS; MARO, 2007; WITTER e outros, 2014; GIANNINI e outros, 2015;).

Na cultura do morangueiro, o serviço de polinização está associado à contribuição no aumento da produção e/ou melhoria na qualidade dos frutos, mas estudos comprovam que essa contribuição dos polinizadores varia de acordo com as cultivares e práticas de produção avaliadas (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004; ANTUNES e outros, 2007; DIMOU e outros, 2008; ROSELINO e outros, 2009; ARIZA e outros, 2011; WITTER e outros, 2012; BARTOMEUS e outros, 2014; KLATT e outros, 2014; SHARMA e outros, 2014; ZAPATA e outros, 2014; ABROL e outros, 2017).

A produção de morango tem passado por diversas práticas tecnológicas, incluindo o uso de plásticos e coberturas que trazem melhorias para a plantação (TEIXEIRA, 2011; DONADELLI e outros, 2011; PORTELA; PEIL; ROMBALDI, 2012).

O emprego de túneis baixos (túnel plástico) protege a cultura das chuvas e das baixas temperaturas noturnas, diminuindo, com isso, a

incidência de doenças foliares e a podridão dos frutos (TEIXEIRA, 2011; DONADELLI e outros, 2011). Esses plásticos laterais (cortinas) podem ser erguidos a depender das condições climáticas, o que possibilita que temperaturas elevadas sejam amenizadas ou impede que essas sejam muito diminuídas. O efeito desses túneis baixos na atividade de insetos polinizadores é pouco conhecido.

Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar os mecanismos de polinização em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos na formação de frutos e identificar e qualificar os visitantes florais desse cultivo, correlacionando o número de visitas e o tempo de permanência dos visitantes florais na taxa de fecundação dos aquênios e na formação dos frutos de morango.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados em uma área de cultivo comercial de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne) no período de abril a junho de 2017, na Fazenda Farinha Molhada do Rio Preto, localizada no município da Barra da Estiva, Chapada Diamantina-BA, a 13°56'69'' de Latitude Sul e 41°34'66'' de Longitude Oeste de Greenwich, com 1026m de altitude.

A área de cultivo de morango apresentou sistema de produção convencional com cobertura de túnel baixo (cerca de 1,4m de altura), com um ano de plantio, espaçamento entre canteiros de 0,40m e entre plantas de 0,40 x 0,40m, com duas linhas por canteiro com irrigação por gotejamento.

Os túneis baixos consistiam de plástico semitransparente suportado por 10 arcos de metal (Figura 1). A área foi composta por cerca de 2.000 plantas, distribuídas em oito canteiros. As extremidades dos canteiros e os canteiros mais próximos de outros canteiros com outra cultivar ('San Andreas') foram utilizados como bordadura, no intuito de evitar a influência da visita das abelhas.



Figura 1 - Sistema de produção de morangos *Fragaria x ananassa* cv ‘Monterey’. Canteiros protegidos por túneis baixos com o plástico de cobertura fechado (A); e plástico aberto (B). Barra da Estiva- BA, 2017.

Durante a realização do experimento, foi realizada aplicação de fungicida (Amistar top®) para controle das doenças da parte aérea da cultura do morango, aplicação de inseticida/acaricida de contato e ingestão (Sumirody 300®), fungicida sistêmico (Score®), fertilizante foliar fluido com nitrogênio e fósforo (Fluil®) e inseticida biológico (Dipel®), agrotóxico não cadastrado para a cultura do morango.

Foram realizadas duas avaliações: a primeira avaliou os mecanismos de polinização em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos, e a segunda consistiu no monitoramento dos polinizadores em flores de morangueiro. As observações foram realizadas sempre com os túneis abertos.

Avaliação 1: Mecanismos de polinização

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado-DIC, com 30 repetições, na cultivar ‘Monterey’, utilizando-se três tratamentos: PN-polinização natural (Testemunha); AP-autopolinização; PMC-polinização manual cruzada.

Foram selecionadas flores primárias em pré-antese (botão floral), por serem mais dependentes da polinização por insetos e por produzirem frutos

maiores, de maior interesse comercial (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004).

Na verificação da polinização natural, 30 botões florais foram marcados com uma fita colorida (Figura 2 A) e ficaram expostos ao efeito da polinização promovida pela gravidade, pelo vento e por insetos; ensacaram-se somente após a senescência (Figura 2 B). Esse tratamento foi considerado como testemunha, para avaliar se houve autossuficiência de polinizadores presentes na cultura do morango.

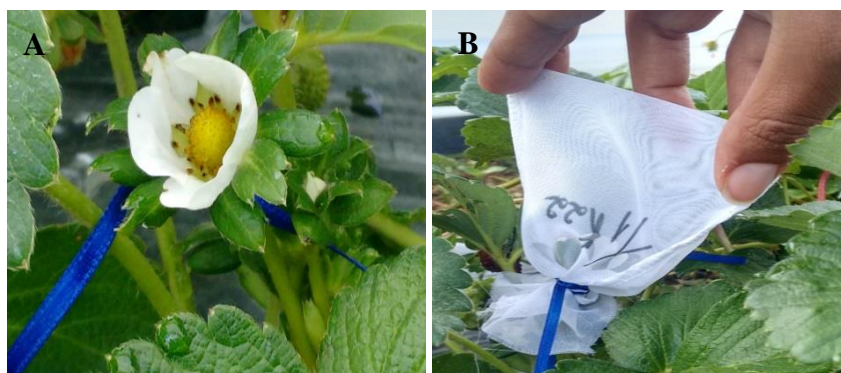


Figura 2 - Métodos adotados para marcação das flores. Polinização aberta marcada com fita colorida (A). Flor ensacada após a senescência (B). Barra da Estiva-BA, 2017.

No mecanismo de autopolinização, foram ensacados com sacos de voil 30 botões florais no dia anterior à antese, e essa proteção permaneceu até a maturação do fruto.

Para o tratamento de polinização manual cruzada, 30 botões florais selecionados tiveram suas anteras retiradas (emasculadas) (Figura 3). Os grãos de pólen utilizados foram coletados de outras flores primárias de plantas da mesma cultivar, coletados no dia anterior da polinização e mantidos em recipientes plásticos a temperatura ambiente.

No quarto dia, as flores receptoras foram desensacadas, polinizadas com o auxílio de pincel e ensacadas novamente até o início do

desenvolvimento do receptáculo floral, conforme metodologia sugerida por Barbosa (2009).



Figura 3 - Polinização cruzada manual. Retirada das anteras dos botões selecionados (emasculação). Barra da Estiva-BA, 2017.

Após o período de desenvolvimento, enchimento e maturação dos frutos (a partir de 70% da superfície externa na coloração vermelha), estes foram levados para análises no Laboratório de Biodiversidade do Semiárido (LABISA) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

Foi realizada a biometria dos frutos, que consistiu em determinar a massa fresca (Figura 4 A), o comprimento longitudinal (mm) e o diâmetro equatorial (mm) dos frutos (Figura 4 B e C). O comprimento longitudinal foi considerado como a região compreendida entre a base e o ápice do fruto, e o diâmetro equatorial, a região mediana do fruto.

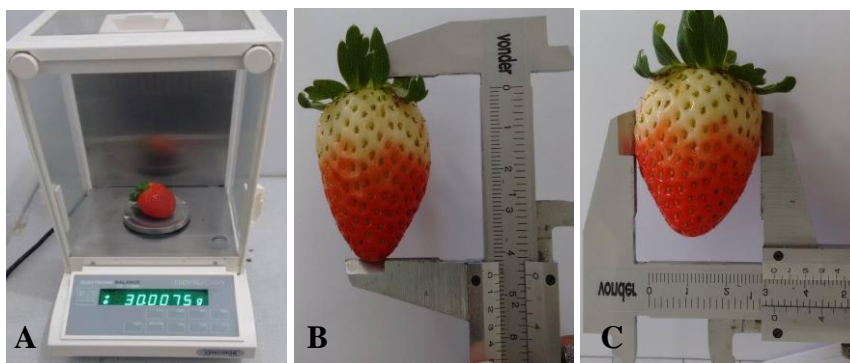


Figura 4. Avaliação da massa fresca do fruto (A), comprimento longitudinal (B) e diâmetro equatorial (C) em laboratório. Vitória da Conquista-BA, 2017.

Os frutos foram classificados, de acordo com o grau de deformação, em categorias adotadas pelas normas do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (PBMH) e Produção Integrada de Morango (PIMO) (2009): bem formados, deformação leve (0-30%) e deformação grave (> 30% de deformação).

Os frutos foram classificados em comercializáveis *in natura* quando eram bem formados ou apresentavam deformação leve e não comercializáveis *in natura* quando apresentavam deformação grave.

Para determinar a taxa de fecundação, foi utilizada a metodologia proposta por Malagodi-Braga e Kleinert (2004), que consistiu em remover os aquênios dos frutos com auxílio de uma pinça e colocá-los em recipientes com água (Figura 5 A e B), para avaliação da sua capacidade de flutuação: os aquênios viáveis foram aqueles que afundaram em solução aquosa, e os não viáveis, os que flutuaram (CHANDLER e outros 2012).

A taxa de fecundação (Tf) foi calculada de acordo com a fórmula:

$$Tf = (n^{\circ} \text{ de aquênios fertilizados} / n^{\circ} \text{ de aquênios por fruto}) \times 100$$

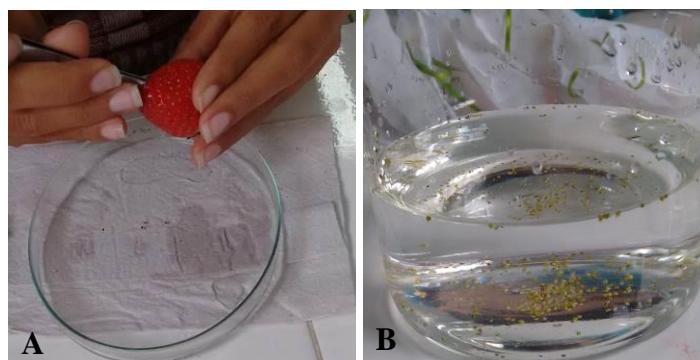


Figura 5. Remoção dos aquênios dos frutos do morango com auxílio da pinça (A) e imersão dos aquênios em água, avaliando a capacidade de flutuação (B). No laboratório de Biodiversidade do Semiárido. Vitória da Conquista-BA, 2017.

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade, procedendo-se à análise de variância, e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para avaliar o efeito da taxa de fecundação e o número de aquênios sobre a massa fresca dos frutos, os dados foram submetidos ao coeficiente de correlação estatística linear (r) de Pearson.

Além disso, foi realizada a distribuição de frequência relativa (fr) nas classificações dos frutos, calculada por meio da fórmula: $fr = (\text{frequência de frutos por classificação} / \text{frequência total dos frutos}) \times 100$; essas foram comparadas por meio do teste Qui-Quadrado a probabilidade inferior ou igual a 5%.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas estatísticos PAST (HAMMER e outros, 2001) e ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Avaliação 2: Monitoramento dos polinizadores em frutos de morangueiro (*Fragaria* × *ananassa* Duch.)

Esta etapa permitiu avaliar a influência do serviço dos polinizadores e o tempo de permanência desses visitantes na taxa de fecundação dos

aquênios. Foram selecionadas 30 flores do morangueiro da mesma cv. ‘Monterey’ em pré-antese e, posteriormente, ensacadas e mantidas até a antese. Com os túneis abertos, após a abertura das flores, cada flor foi monitorada durante 10 horas (de 7 h às 17 h). Cada pouso na flor foi considerado como uma visita, contabilizando a quantidade de visitas por flor, identificando os polinizadores através do registro visual. Foram registrados o horário de cada visita e o tempo de permanência.

Durante as coletas, não houve interferência na rotina de trabalho do agricultor. Os canteiros permaneceram com os plásticos dos túneis abaixados à noite; foram levantados em dias ensolarados e, em dias chuvosos, também permaneciam fechados.

Após a maturação dos frutos, foi estimada a taxa de fecundação (tf) dos aquênios e a avaliação biométrica.

Com relação às visitas, foram estimados o número médio de visitas recebidas por flor, o tempo médio total de visita por flor e o tempo médio de visita por visitante floral.

Foi realizada análise descritiva, apresentando médias, desvio padrão e coeficiente de variação das características biométricas feitas para cada fruto oriundo das flores observadas.

Os dados obtidos foram submetidos ao coeficiente de correlações de Pearson, correlacionando: 1) quantidade de visitas em cada flor, tempo de permanência do visitante floral e taxa de fecundação dos frutos, utilizando o programa estatístico PAST (HAMMER e outros, 2001).

Os dados foram classificados por meio de distribuição de frequência e plotados em histogramas de frequência; determinou-se o número de classes e intervalos de classe de acordo com a fórmula de Sturges.

3. RESULTADOS

Avaliação 1:

Os frutos oriundos do tratamento de polinização natural (PN) tiveram os valores de biometria (massa fresca, diâmetro equatorial e taxa de

fecundação) diferentes dos demais, com exceção do Comprimento Longitudinal (CL), que foi igual aos dos frutos de polinização manual cruzada (PMC) (Tabela 1).

A massa fresca dos frutos avaliados variou de 1,17 a 30g, sendo que a maior média foi observada no tratamento de polinização natural (16,10g), e os outros dois tratamentos não diferiram entre si (Tabela 1). Os morangos oriundos da polinização natural pesaram, em média, 39% a mais do que aqueles da autopolinização e 22% a mais do que por polinização manual cruzada.

Para o diâmetro equatorial dos frutos, as médias mostraram que a polinização natural (PN) diferiu dos demais tratamentos ($F=8,82$; $p=0,0004$), com média de 26,71mm de largura (Tabela 1).

Tabela 1 – Média da massa fresca (M.F), diâmetro equatorial (D.E), comprimento longitudinal (C.L) e taxa de fecundação dos aquênios (T.F) de frutos da cv. ‘Monterey’ em função dos mecanismos de polinização. Barra da Estiva-BA, 2017.

Tratamentos	M.F(g)	D.E (mm)	C.L (mm)	T.F (%)
PN	16,10 a	26,71 a	36,57 a	68,56 a
AP	9,84 b	21,31 b	28,85 b	36,75 b
PMC	12,54 b	23,36 b	33,27 a	48,56 b

PN – Polinização natural, AP – Autopolinização, PMC – Polinização manual cruzada.

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

Para o comprimento longitudinal, os frutos oriundos da autopolinização apresentaram menor comprimento quando comparados com os frutos decorrentes da polinização natural e manual (Tabela 1).

A maior taxa de fecundação foi obtida em aquênios oriundos da polinização natural, com 68,56% dos seus aquênios fecundados. A polinização natural (PN), em média, aumentou o número de aquênios fertilizados em 31% quando comparada à autopolinização e em 20% em

relação à polinização manual. Já a polinização manual aumentou em 12% em relação à autopolinização (Tabela 1).

Não houve correlação entre a taxa de fecundação dos aquênios com a massa fresca dos frutos em todos os tratamentos avaliados. Houve apenas correlação positiva entre o número de aquênios por morango e a massa fresca de cada fruto avaliado para o tratamento de polinização natural ($r^2=0,522$; $p < 0,001$), autopolinização ($r^2=0,204$; $p < 0,05$) e polinização manual ($r^2=0,329$; $p < 0,001$)

Com relação à frequência relativa de frutos com diferentes graus de deformação em função da polinização, os resultados confirmam que há uma relação entre as variáveis estudadas ($\chi^2=26,8$; $p<0,001$).

O tratamento de polinização natural proporcionou 89,3% de frutos bem formados, com apenas 7,14% com deformação leve e menos de 4% com deformação grave. No tratamento de autopolinização, foi obtida a mesma porcentagem de frutos sem deformação e deformação leve (36,36%), mas foi esse tratamento que obteve o maior número de frutos com deformações graves (27,28%), não adequadas ao mercado *in natura*. O tratamento de polinização manual cruzada apresentou maior frequência de frutos com deformação leve (57,14%), com 28,57% sem deformação e 14,29% com deformação grave (Figura 1).

Com relação à frequência relativa de frutos comercializáveis e não comercializáveis para o mercado *in natura* em função dos tratamentos de polinização, há uma relação entre as variáveis estudadas ($\chi^2=13,5$; $p<0,01$). A polinização natural proporcionou maior porcentagem de frutos considerados comercializáveis, com 96,43%; os frutos da polinização manual cruzada apresentaram 88%, e a autopolinização, 53,3%.

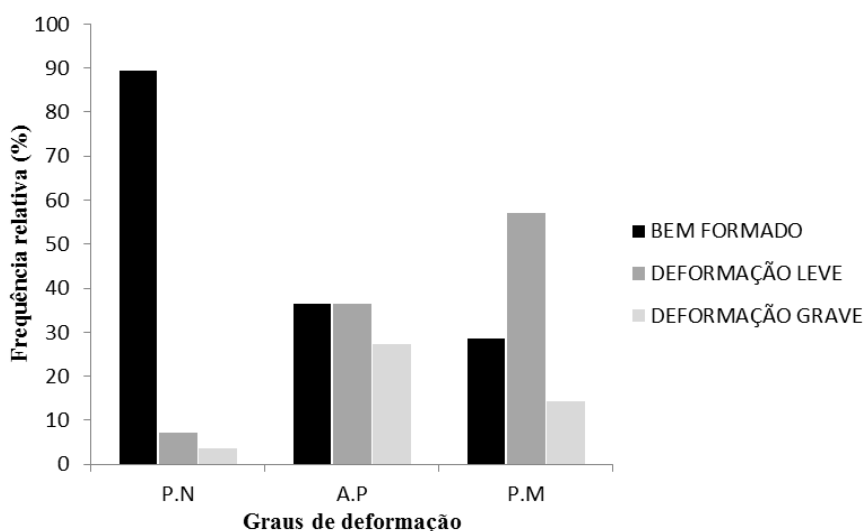


Figura 6. Porcentagem de frutos com diferentes graus de deformação, na cv. ‘Monterey’, resultantes dos três tratamentos: polinização natural (P.N), autopolinização (A.P) e polinização manual (P.M). Barra da Estiva – BA.

Avaliação 2:

No período da avaliação, foram registradas apenas abelhas das espécies *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. Das trinta flores monitoradas, apenas três flores tiveram visitas concomitantes de *T.spinipes* e *A.mellifera*; as demais visitas foram exclusivas de *A. mellifera*. As visitas nas flores iniciaram-se a partir das 9 h da manhã e deixaram de ser vistas às 16 h; o horário de maior pico foi de 10 h às 11 h e de 13 às 14 h.

As flores do morangueiro, durante o período de um dia de observação, tiveram variação de 1 a 17 visitas de abelhas por flor. O número médio de visitas que uma flor recebeu nesse mesmo período de observação foi de 6,1 visitas (Figura 2 A). Observou-se que, para o número de visitas realizadas em uma flor, a classe de frequência média mais representativa foi de 1 a 3,8 visitas (34,6%).

O tempo total médio de permanência de visitantes florais em uma flor do morangueiro no período de um dia foi de 69,7 segundos, com tempo de permanência médio de cada visita de 13,0 segundos de duração. A classe mais representativa quanto ao tempo de permanência foi a de 2 a 30 s (30,

8%) (Figura 2 B). O tempo médio de visitas das abelhas da espécie *T. spinipes* foi de 88,3 segundos (35-180s) de duração, e o da espécie *A. mellífera*, de 11,8 segundos (1-80s).

As massas dos frutos oriundos das flores monitoradas variaram de 2 a 21g, sendo que uma maior proporção de frutos (26,9%) apresentou massa com variação entre 12,2 e 15,5g (Figura 2 C).

A avaliação dos frutos indicou que a taxa de fecundação dos aquênios variou entre 0,29% e 91,9%; a maioria dos frutos (50%) apresentou-se com taxas entre 61,4 e 76,6% (Figura 2 D).

Não foi encontrada correlação entre o tempo de permanência das abelhas nas flores do morango e a taxa de fecundação dos aquênios e massa fresca. Para a quantidade de visita, também não houve correlação com a taxa de fecundação dos aquênios e a massa fresca dos frutos. Houve apenas correlação positiva entre o número de aquênios por morango e a massa fresca de cada fruto avaliado ($r^2= 0,338$; $p < 0,01$) e entre o número de aquênios fecundados (viáveis) e a massa fresca de cada fruto ($r^2= 0,1711$; $p < 0,05$).

Na classificação dos frutos, 89% foram classificados como comercializáveis *in natura*, e apenas 11% não foram considerados comercializáveis, com maiores percentuais de frutos considerados bem formados (61,5%), 34,6% com deformações leves e apenas 3,9% com deformações graves. Mesmo alcançando um grande número de frutos bem formados, não foram observadas correlações entre os graus de deformação e o número de visitas e tempo de permanência.

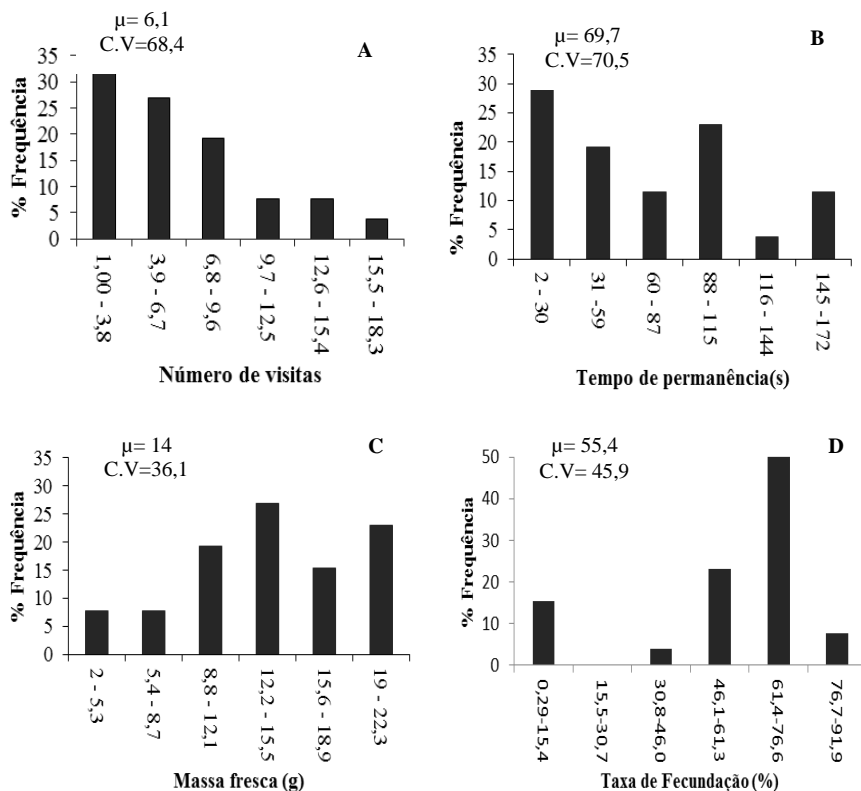


Figura 2. Histogramas de frequência (%) para as características de número de visitas (A), Tempo de permanência da abelha na flor (B), massa fresca (C) e Taxa de Fecundação (D) de frutos de morango, localizados em Barra da Estiva-BA, 2017.

4. DISCUSSÃO

Considerando as variáveis analisadas, taxa de fecundação, biometria dos frutos e comercialização *in natura*, observou-se que a polinização natural foi o tratamento que apresentou os melhores indicadores. Quase todos os morangos obtidos da polinização natural apresentaram características ótimas para comercialização *in natura*; aqueles provenientes da polinização manual apresentaram pequenos índices de deformação, mas que não inviabilizaram a comercialização de mais de 80% dos frutos, o que mostra que ambos os processos favoreceram o bom desenvolvimento desses.

Vários estudos comprovam que as flores do morangueiro são beneficiadas pelos visitantes florais (SILVA; DIAS; MARO, 2007; ROSELINO e outros, 2009; WITTER e outros, 2012; BARTOMEUS e outros, 2014; KLATT e outros, 2014; SHARMA e outros 2014; ZAPATA e outros, 2014; GIANNINI e outros, 2015; ABROL e outros, 2017), que não apenas aumentariam a taxa de fecundação dos aquênios, mas também promoveriam a melhor distribuição do pólen nas anteras do receptáculo floral.

A polinização manual cruzada, ao contrário de outros estudos (MALAGODI-BRAGA, 2002; BARBOSA, 2009), não promoveu uma maior taxa de fecundação. Seus frutos, entretanto, foram considerados aptos à comercialização *in natura*, com menor frequência de frutos com deformações graves quando comparados com os frutos oriundos da autopolinização.

A polinização manual cruzada foi realizada no quarto dia de abertura da flor, seguindo o trabalho de Barbosa (2009), em um único dia. Possivelmente, alguns estigmas poderiam não estar mais receptivos ou não se conseguiu a fertilização de todos os estigmas, o que resultou em taxas de fecundação menores que as observadas na polinização natural nessa cultivar. Uma alternativa metodológica seria efetuar a polinização manual cruzada desde o primeiro dia até o quarto dia de abertura da flor.

A autopolinização resultou em uma alta frequência de frutos com deformações graves, corroborando os resultados encontrados por Zapata e outros (2014) e Dimou e outros (2008), em que, mesmo a flor do morango sendo considerada autofértil, a autopolinização não foi capaz de distribuir uniformemente o pólen entre os estigmas, fato que deu origem a frutos deformados.

Provavelmente, as flores de morangueiro visitadas por diferentes polinizadores com padrões distintos de comportamento produzem frutos sem deformações, o que revela um efeito de complementaridade no processo de polinização da cultura (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2007; ROSELINO e outros, 2009; BLÜTHGEN e KLEIN, 2011; WITTER e

outros, 2012; KLATT e outros, 2014; ADHIKARI e MIYANAGA, 2016; ABROL e outros, 2017).

A correlação positiva entre número de aquênios por fruto e número de aquênios fecundados por fruto e massa fresca era esperada, já que o desenvolvimento do receptáculo dá-se (ou é estimulada) pela fecundação dos aquênios (ALBANO e outros, 2009; BARTOMEUS e outros, 2014, ZAPATA e outros, 2014).

O manejo convencional da cultura avaliada, que associou o uso de agrotóxicos aos túneis baixos, não favoreceu a diversidade de abelhas; registrou-se a presença de apenas duas espécies. Barbosa (2009), avaliando também área de produção convencional, encontrou dados similares coletando abelhas das espécies *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e poucos indivíduos do gênero *Dialictus*.

Bartomeus e outros (2014) confirmaram que a intensificação agrícola tem um efeito drástico sobre a riqueza de espécies de abelhas, reduzindo a quantidade de abelhas a tal ponto que foram consideradas insuficientes para aumentar o rendimento da cultura do morango.

As espécies *T.spinipes* e *A.mellifera* são consideradas generalistas e bem tolerantes a perturbações do ambiente, o que explica a presença dessas na cultura convencional do morango, pois elas podem sobreviver em ambientes fortemente alterados e atuar como polinizadores de resgate, compensando o declínio de outros polinizadores nativos (JAFFÉ e outros, 2015; GIANNINI e outros, 2015).

O uso de túnel baixo pode ter interferido na atratividade de insetos polinizadores e dificultado o acesso às flores do morangueiro, principalmente quando mantido fechado. As abelhas podem ser atraídas para flores por odores, mas, na maioria das vezes, são influenciadas pelas cores e formatos das pétalas de cada flor (ALBANO e outros, 2009; FREITAS e outros, 2009; FAYET, 2016, A.B.E.L.H.A, 2017), aspectos cuja percepção pode ser dificultada pela presença dos túneis.

A avaliação do comportamento das abelhas nas flores do morangueiro não evidenciou um incremento da taxa de fecundação em função do tempo de permanência nas flores ou com a quantidade de visitas recebidas pela flor, como seria esperado (MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2007; BARTOMEUS e outros, 2014; ALBANO e outros, 2009; ZAPATA e outros, 2014). Mas existem trabalhos nos quais também não foram encontradas correlações, como Silva (2017), para a cultivar ‘San Andreas’, e Malagodi-Braga (2002), para a cultivar ‘Oso Grande’.

O padrão de visitas para as duas espécies de abelhas foi diferente. As trignonas permaneceram em média mais tempo nas flores (88,3 segundos), quando comparadas às visitas de *A. mellifera* (11,8 segundos). Visitas muito rápidas às flores podem não ter favorecido a distribuição do pólen nos estigmas e resultado em taxas de fecundação mais baixas que as observadas para polinização natural. Considerando que *A. mellifera* foi o visitante mais frequente, as taxas de fecundação mais baixas que as observadas na polinização natural poderiam ser explicadas.

Estudos *a posteriori* devem buscar qualificar as visitas e descrever o comportamento de deslocamento das abelhas sobre as flores e identificar se o visitante traz pólen no corpo, o que poderia favorecer a polinização. Outro elemento a ser considerado seria aumentar o período de observação das abelhas nas flores, do início da antese até a sua senescência. Como mencionado anteriormente, a maturação dos estigmas faz-se de maneira escalonada, com início nos estigmas do ápice do receptáculo em direção à base (MALAGODI-BRAGA, 2002; BARBOSA, 2009).

A avaliação dos frutos resultantes do monitoramento, mesmo com apenas um dia de exposição aos visitantes florais, evidenciou um papel positivo sobre a porcentagem de frutos para comercialização *in natura*.

5. CONCLUSÃO

Avaliação 1:

A polinização natural para a cv. 'Monterey' foi mais eficiente na porcentagem de frutos comercializáveis *in natura*, maior massa fresca, diâmetro equatorial e taxa de fecundação, com menor índice de deformação.

Avaliação 2:

Para a cv. 'Monterey', não foi encontrada correlação entre a quantidade de visitas e/ou tempo de permanência das abelhas nas flores e a taxa de fecundação e massa fresca dos frutos.

POLLINATION MECHANISMS IN CONVENTIONAL STRAWBERRY CULTIVATION UNDER PROTECTION OF LOW TUNNELS

ABSTRACT

Strawberry is a crop considered moderately dependent on insect pollination. The objective of this work was to evaluate the mechanisms of pollination in conventional strawberry cultivation under the protection of low tunnels in fruit formation and to identify and qualify the floral visitors of this crop. The study was conducted in strawberry commercial planting of the 'Monterey' cultivar in the municipality of Barra da Estiva, Bahia, Brazil, evaluating three mechanisms of pollination (natural pollination, self-pollination and manual cross-pollination) of flowering (April to June, 2017). After fruit maturation, fruit biometry, fertilization rate of achenes and fruit classification were evaluated in relation to the deformations and *in natura* commercialization. In addition, 30 pre-anthesis flowers were selected; each flower was monitored after the opening, for 10 hours, registering the floral visitors, the number of visits and the time of permanence in the flowers. After observation, the flowers were bagged until fruit ripened. Strawberries from natural pollination had a higher fresh mass and a higher fertilization rate of the achenes than the other treatments. Two species of bees were recorded in *Apis mellifera* and *Trigona spinipes*. The average number of visits received by a flower was 6.1; and the mean total stay time was 80.8 seconds per flower; there was no correlation between the number of visits

and/or time of stay of the bees in the flowers and the rate of fertilization of the achenes.

Keywords: Bees. Behavior. *Fragaria x ananassa*.

REFERÊNCIAS

- A.B.E.L.H.A (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas). **Flores projetam halos de luz azul para atrair abelhas**, 2017. Disponível em: <http://abelha.org.br/flores-projetam-halos-de-luz-azul-para-atrair-abelhas>, acesso em: 15/03/2018.
- ABROL, D.P.; GORKA, A. K.; ANSARI, M. J.; AL-GHAMDI, A.; ALKAHTANI, 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.
- ALBANO, S.; SALVADO, E.; DUARTE, S.; MEXIA, A.; BORGES, P.A.V. Pollination effectiveness of different strawberry floral visitors in Ribatejo, Portugal: selection of potential pollinators. Part 2. **Advances in Horticultural Science**, v.23, n.4, 246-253, 2009.
- ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; MARIANI, F.; WESP, C.L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.24, p. 426-430, 2006.
- ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; RIVA, E.; MARAN, R.E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pelas abelhas jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, p. 094-099, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.;FAGHERAZZI,A.F.;VIGNOLO,G.K. Morangos tem produção crescente. **Campo&Lavoura**. AnuárioHF2017,n.1,p.96-102,2017.
- 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**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. 70f, 2009.

BARTOMEUS, I.; POTTS, S.G.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VAISSIÈRE, B.E.; WOYCIECHOWSKI, M.; KREWENKA, K.M.; TSCHULIN, 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.

CAMARGO, C. K. **Produtividade, caracterização físico-química e dinâmica de nutrientes no morangueiro cultivado sob doses de esterco bovino e pó de basalto**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro –PR. 94f, 2010.

CHAGNON, M.; GINGRAS, J.; DE OLIVEIRA, D. Effect of honey bee (Hymenoptera: Apidae) visits on the pollination rate of strawberries. **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.5, p.1350–1353, 1989.

CHAGNON, M.; GINGRAS, J.; DE OLIVEIRA, D. Complementary Aspects of Strawberry Pollination by Honey and Indigenous Bees (Hymenoptera). **Entomological Society of America**, 86(2), 416-420, 1993.

CHANDLER, C.K.; FOLTA, K.M.; DALE, A.; WHITAKER, V.M.; HERRINGTON, M.E. **Strawberry**. In: Badenes, M.L.; Byrne, D.H (Org). Fruit breeding. New York: Springer, 1^a ed., p. 305-325, 2012.

DIMOÛ, M.; TARAZA, 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.

DONADELLI, A.; KANO, C.; JÚNIOR, F. F.; FERRARA, L. M.; FILHO, J. A. A. Rentabilidade da cultura do morango no solo e em sistema sem solo em função da estrutura de sustentação. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 8, n. 2, 2011.

FAYET, A. **La pollinisation du fraisier**. Fiche technique. 2016. Disponível em: https://agnesfayet.files.wordpress.com/2014/09/174_fiche-fraisier.pdf , acesso em: 02 Jan. 2018.

FAO (Food and Agriculture Organization). **Pollination services for sustainable agriculture**. 2008. Disponível em:

http://www.fao.org/uploads/media/raps_2.pdf. Acesso em: 19 de junho de 2016.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALLETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the **Neotropics Apidologie**, v. 40, p. 332-346, 2009.

FREITAS, B. M.; SILVA, C. I. O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. **In: Agricultura e Polinizadores**. Ed. São Paulo – SP, 2015.

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**, v. 108, n. 3, 2015.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics, 2001.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; ALVES, D. A.; CANHOS, D. A. L.; SARAIVA, A. M. Polinizadores e Polinização – um Tema Global. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. e outros (orgs). **Polinizadores no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.1, p.25-35. 2012.

JAFFÉ, R.; CASTILLA, A. POPE, N.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; METZGER, J. P.; ARIAS, M. C.; JHA, S. Landscape genetics of a tropical rescue pollinator. **Conservation Genetics**, v.17, p. 267–278, 2015.

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: Biological Sciences**, v. 281, 2014.

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

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. **Utilização de polinizadores na conservação e sustentabilidade da agricultura**. 2007. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/90/artigo.htm>. Acesso em: 17-06-2017.

OLIVEIRA, G. A. **Biologia da polinização de *Coffea arabica* I. E eficiência polinizadora de duas espécies de abelhas sociais**, 117 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas. 2015.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 266–273, 2012.

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

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.

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, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. Botânica e fisiologia do morangueiro. In: **Morango: Conquistando novas fronteiras**. Informe Agropecuário n.28, p. 7-13, 2007.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, G.R. **Serviço de polinização da abelha Iraí e características agronômicas em cultivares de morangueiro**. 99p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista-BA, 2017.

TEIXEIRA, C. P. **Produção de mudas e frutos de Morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. 74f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2011.

VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v.5, 2005.

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.

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. **Revista Electrónica Nova Scientia**, n.13, v.7, p.85-100, 2014.

**ARTIGO 2: EFEITO DA ESCARIFICAÇÃO ÁCIDA SOB A
GERMINAÇÃO DE AQUÊNIOS DE MORANGO DA CULTIVAR
'MONTEREY'**

EFEITO DA ESCARIFICAÇÃO ÁCIDA SOB A GERMINAÇÃO DE AQUÊNIOS DE MORANGO DA CULTIVAR ‘MONTEREY’*

Ana Luiza de Jesus Gusmão **

Prof^a DSc. Raquel Pérez-Maluf (Orientadora)***

RESUMO

Programas de melhoramento voltados para a obtenção de cultivares de morango dependem de cruzamentos controlados e germinação das plantas a partir de aquênios. Nesse intuito, o objetivo deste trabalho foi estudar a germinação de aquênios de morango da cv. ‘Monterey’ e testar o efeito da escarificação com ácido sulfúrico concentrado (98%) para superar a dormência sobre a porcentagem e índice de velocidade de germinação. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, com aquênios oriundos de dois tipos de polinização (manual e natural) armazenados durante dois meses em geladeira e três tempos de escarificação química com ácido sulfúrico (0, 5 e 10 minutos), com quatro repetições. Avaliaram-se a porcentagem de germinação (%), o índice de velocidade de germinação de plântulas (IVG), as médias de plântulas normais, anormais, sementes duras e mortas obtidas e a distribuição da frequência de germinação com tempo médio. A escarificação química com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 5 minutos influenciou no aumento na taxa de germinação (%), no índice de velocidade de germinação (IVG), maior porcentagem de plântulas normais e foi responsável pelo vigor máximo dos aquênios. A escarificação de 10 minutos tornou-se nocivo para os aquênios da cultivar ‘Monterey’. Recomenda-se a escarificação com ácido sulfúrico (98%) por 5 minutos para maximizar e sincronizar a germinação dos aquênios de morango da cv. ‘Monterey’ armazenados em geladeira por 60 dias. A escarificação por 10 minutos não é recomendado para essa cultivar.

Palavras-Chave: *Fragaria ananassa*. Ácido Sulfúrico. Dormência.

* Artigo apresentado para conclusão do curso de pós-graduação em Agronomia (Fitotecnia), em nível de mestrado, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista-BA. Formato conforme a ABNT NBR 6022 de 05/2003.

** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Endereço eletrônico: anagusmaobio@gmail.com.

*** Professora Plena da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

1. INTRODUÇÃO

O morangueiro pertence à família Rosaceae, é uma planta nativa de clima temperado da Europa e das Américas; as cultivares comerciais são pertencentes à espécie *Fragaria x ananassa* Duchesne, originada da hibridação natural entre as espécies *Fragaria virginiana* e *Fragaria chiloensis*, oriundas respectivamente da América do Norte e América do Sul (HANCOCK, 1990; SCHWARTZ; BARBIERI, 2008, HANCOCK et al, 2008; COSTA e outros, 2015).

Comercialmente, a cultura do morango é propagada por meio de estolões, os quais permitem produzir diferentes tipos de mudas. Mas, quando se busca o melhoramento genético da espécie, necessita-se de plantas originadas da germinação dos aquênios do morango (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011; MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1982; GALVÃO e outros, 2014).

Os aquênios do morango apresentam dormência do tegumento ocasionada pela impermeabilidade da água na testa e no pericarpo, o que resulta em desempenho de germinação muito baixo, não uniforme e muito lento, com longos períodos de reprodução e perda de genótipos quando relacionados a programas de melhoramento (MILLER e outros, 1992; EL HAMDOUNI, LAMARTI e BADOUC, 2001; GALVÃO e outros, 2014; YANAGI, OKUDA e TAKAMURA, 2004; YANAGI, OKUDA e TAKAMURA, 2006; GEMELI, 2016).

Estudos apontam a necessidade da retirada das camadas externas dos aquênios por escarificação; são utilizados diferentes tipos de soluções químicas para melhorar a germinação de aquênios do morango, incluindo o uso de giberelina, etrel, nitrato de potássio, peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico (ITO e outros, 2011; EIDAM, 2012; YANAGI e outros, 2004; GALVÃO e outros, 2014; GEMELI, 2016).

Na germinação dos aquênios de morango, o ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado (98%) atua sobre o desempenho das sementes durante a

germinação (EL HAMDOUNI, LAMARTI e BADOUC, 2001; TRINDADE e outros, 2007; ITO e outros, 2011; GALVÃO e outros, 2014; GEMELI, 2016; CHAPIESKI, 2017). Mas, pelos estudos encontrados, pôde-se perceber que o tempo efetivo e a concentração do H₂SO₄ variam entre as cultivares.

Diante disso, objetivou-se neste trabalho estudar a germinação de aquênios de morango da cv. 'Monterey', oriundos de polinização natural e manual, e avaliar períodos de imersão de aquênios de morangos em ácido sulfúrico para superação da dormência sobre a porcentagem e índice de velocidade de germinação dos aquênios.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biodiversidade do Semiárido, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, no período de agosto a setembro de 2017.

Os aquênios foram obtidos com auxílio de uma pinça, a partir de frutos maduros de morango da cv. 'Monterey', oriundas de tratamento de polinização natural, no qual foram marcadas flores e deixadas abertas para receber visitantes florais, e outros de polinização manual cruzada, nos quais, com auxílio de um pincel, foi realizada a polinização de flores emasculadas (retirada das anteras).

Depois de retirados os aquênios, foi realizado o teste de fecundação, pela avaliação da sua capacidade de flutuação, imergindo os aquênios em água, separando, assim, os aquênios viáveis dos não viáveis (CHANDLER e outros 2012); foram considerados viáveis os aquênios que afundaram no fundo do frasco, e os não viáveis, os que boiaram; utilizaram-se neste trabalho apenas as sementes viáveis que ficaram depositadas no fundo. Essas foram armazenadas em vidros fechados e refrigeradas a 4°C, seguindo recomendação de armazenamento de Brasil (2009), de tal maneira que as

alterações na qualidade da semente como dormência, grau de umidade e porcentagem de germinação fossem as mínimas possíveis.

O grau de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 20 sementes cada. Após a realização desse teste, foi feita a escarificação química, imergindo os aquênios em ácido sulfúrico concentrado - H₂SO₄ (98%) por 0 (controle), 5 e 10 minutos. Posteriormente, os aquênios foram lavados em água destilada para retirar completamente os resíduos. O tratamento com sementes não escarificadas foi imerso em água pelo mesmo período dos tratamentos da escarificação química, de modo a eliminar possíveis efeitos da imersão nos aquênios.

Para cada tratamento, foram empregadas quatro repetições com 20 aquênios (total=80 sementes de cada tratamento). Os aquênios foram colocados para germinar em placas de petri desinfetadas com álcool e autoclavadas para evitar contaminação. As sementes foram colocadas sob duas folhas de papel filtro, tipo germitest, saturadas com água destilada. Durante a condução do experimento, foram realizadas regas para manter a umidade adequada à germinação das sementes (BRASIL, 2009). O experimento foi mantido em condição de laboratório em temperatura ambiente variando de 16,5 a 26,6°C, sob luz constante.

O acompanhamento do experimento foi diário, durante um período de 24 dias. Foram consideradas geminadas as sementes com protrusão radicular de 1mm. O experimento foi finalizado quando a germinação foi nula por três dias seguidos. Após esse período, foi feita a contagem final do número de plântulas normais, sementes mortas, sementes duras e plântulas anormais, conforme instruções das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As características avaliadas foram: porcentagem de germinação (%), índice de velocidade de germinação de plântulas (IVG) e médias de plântulas normais, anormais, sementes duras e mortas obtidas.

A metodologia proposta por Maguire (1962) para calcular o índice de velocidade de germinação (IVG) usa a seguinte equação: $IVG = N1/G1 + G2/N2 + \dots + GN/Nn$; onde $G1, G2, \dots, GN = G1, G2, Gn$ = número de sementes germinadas computadas em cada contagem; $N1, N2, Nn$ = número de dias, em relação à data da semeadura.

2.1 Delineamento experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições com 20 sementes cada, em esquema fatorial 2x3, com dois tipos de polinização (natural – Polinização 1; e manual cruzada- Polinização 2) e três períodos de escarificação (controle (0), 5, 10 minutos).

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade (Cochran e Bartlett) e normalidade (Lilliefors), utilizando-se o programa SAEG, e, subsequentemente, avaliados pela análise de variância e submetidos a regressão polinomial, com modelo de segunda ordem, utilizando-se os programas ASSISTAT (SILVA, AZEVEDO, 2016) e Software SISVAR.

Como a avaliação estatística de plântulas anormais não apresentou normalidade, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade da amostra pura foi de 2,5% para os aquênios oriundos da polinização natural e de 8,2% para os oriundos da polinização manual cruzada. Foram classificadas como ortodoxas, uma vez que suas sementes possuem um baixo teor de umidade na maturidade (15-20%) e podem tolerar secagem até menos de 5% sem perda de viabilidade (BASKIN e BASKIN, 1998; FERREIRA e BORGHETTI, 2004); são também conhecidas como tolerantes à dessecação (EMBRAPA, 2006).

Segundo Costa (2011), as sementes ortodoxas mantêm por mais tempo a qualidade fisiológica quando armazenadas com baixos teores de água e sob baixas temperaturas.

A análise de variância aponta o efeito da interação das duas variáveis avaliadas, tipo de polinização e escarificação. Observou-se diferença significativa entre as médias de germinação das sementes oriundas da polinização natural e manual cruzada, o que indica que os tipos de polinização não apresentam o mesmo comportamento quando os aquênios foram submetidos à escarificação (Tabela 1).

A taxa de germinação (%) foi influenciada pela escarificação com ácido sulfúrico por 5 minutos para os aquênios oriundos de ambas as polinizações (Figura 1). Pode ser explicada pelo fato de que o efeito do ácido sulfúrico concentrado suaviza os tegumentos, tornando-os mais permeáveis à água e a gases, o que supera o processo de dormência e inicia o processo fisiológico de germinação (LATA e outros, 2018).

A escarificação de 10 minutos diminuiu a taxa de germinação em mais de 50% para a polinização natural. A queda na taxa de germinação obtida na escarificação por 10 minutos pode ser consequência do fato de o tempo de imersão ter danificado as sementes, pois Galvão e outros (2014) e Lata e outros (2018) apontam que o tempo excessivo de imersão em ácido sulfúrico pode ser prejudicial ao aquênio do morango por favorecer a penetração no aquênio até o embrião, reduzindo a porcentagem de germinação.

Com os dados obtidos neste estudo e comparados aos de outros trabalhos, com diferentes concentrações de H_2SO_4 , tempos de escarificação e cultivares de morangueiro (EL HAMDOUNI e outros, 2001; ITO e outros, 2011; CHANDLER e outros, 2012; EIDAM, 2012; GALVÃO e outros, 2014; TRINDADE e outros, 2017; LATA e outros, 2018), observa-se que a concentração do H_2SO_4 e o tempo adequado para um aumento na taxa de germinação de aquênios de morango variam de acordo com as cultivares.

Tabela 1. Análise de variância e coeficiente de variação para germinação e índice de velocidade de germinação de aquênios de morangos submetidas a diferentes níveis de escarificação. Vitória da Conquista – BA, 2017.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		GERMINAÇÃO	IVG
Polinização (P)	1	45,375*	0,212 ^{ns}
Escarificação (E)	2	92,167**	2,096**
P*E	2	48,500**	0,238 ^{ns}
Resíduo	18	7,347	0,099
CV%		24.01	25,00

** significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

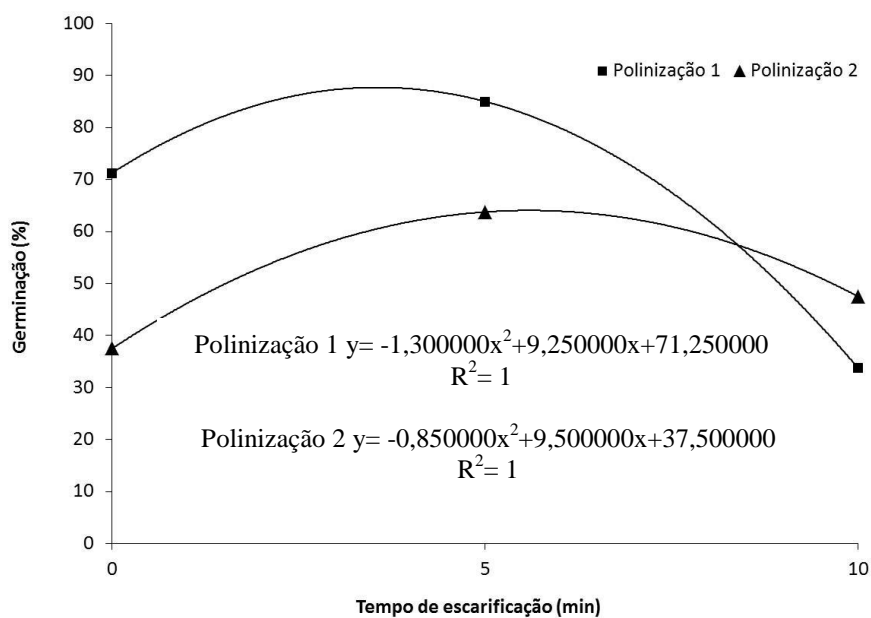


Figura 1. Efeito do tempo de escarificação com ácido sulfúrico concentrado na porcentagem de germinação de aquênios de morango 'Monterrey' para diferentes tipos de polinização. Polinização 1: (natural) Polinização 2: (manual cruzada).

Os resultados obtidos assemelham-se aos de El Hamdouni e outros (2001), ao utilizarem a mesma concentração de H₂SO₄ durante 5 minutos com a porcentagem da taxa de germinação de aquênios de 94% para a cultivar ‘Chandler’ e 63% para a ‘Tudla’, próximas aos dois tipos de polinização deste estudo.

Segundo Gemeli (2016), a dormência tegumentar dos aquênios de morango juntamente à baixa eficiência da polinização artificial (manual) implicam menor número de aquênios polinizados por fruto e maior necessidade de realização de um maior número de cruzamentos em programas de melhoramento.

Não foi possível determinar se o armazenamento com a refrigeração afetou a dormência dos aquênios (Germinação Polinização 1=71,25% e Germinação Polinização 2= 37,50%). Santos (1999) relata que pode haver quebra da dormência quando sementes são submetidas a baixas temperaturas, de 4 a 5° C, por um determinado período. Ito e outros (2011) e Galvão e outros (2014) observaram germinação nula ou mínima para as sementes de morango com outras cultivares não escarificadas com ácido sulfúrico e armazenadas em temperatura ambiente.

Trindade e outros (2007) e Eidam (2012), utilizando aquênios de morango de outras cultivares armazenados em geladeira (4°C) por diferentes períodos (15, 30, 45 e 60 dias), concluíram que baixas temperaturas mostraram-se pouco eficientes em promover a germinação, pois as baixas temperaturas podem quebrar a dormência das sementes, mas a germinação depende também do amolecimento do pericarpo dos aquênios, necessitando da escarificação com ácido sulfúrico.

Novos experimentos para avaliar a influência do armazenamento na germinação dos aquênios do morango na cultivar ‘Monterey’ devem ser realizados.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), os valores observados variaram de 0,86 a 1,84, sendo que o fator determinante da variação foi o tipo de escarificação (Tabela 1). Aquênios submetidos à

escarificação com ácido sulfúrico por 5 minutos tiveram um maior IVG quando comparados aos demais tratamentos, sendo responsável pelo vigor máximo dos aquênios (Figura 2).

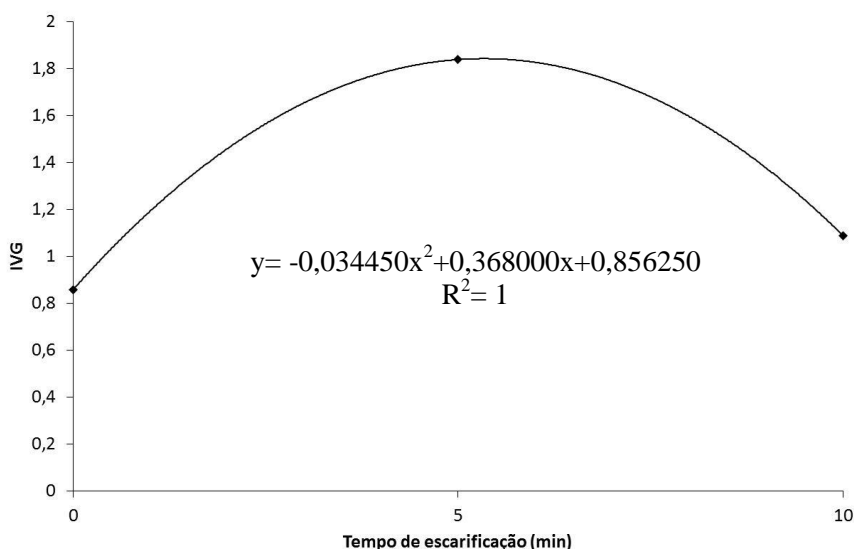


Figura 2: Efeito do tempo de escarificação com ácido sulfúrico concentrado no Índice de velocidade de germinação (IVG) dos aquênios de morango 'Monterrey'.

Galvão e outros (2014), para a cv. 'Aromas', encontraram maiores valores de índice de velocidade de germinação (IVG) no período de escarificação de 39 minutos (lote 1 = 7,04 e lote 2 = 7,65). Gemeli (2016) encontrou para a cv. 'Aromas' e 'Festival' valores diferentes de índice de velocidade de germinação; a cv. 'Festival' apresentou o menor IVG, de 0,49, e 'Aromas' de 1,46. Pode-se notar que a velocidade de germinação é variável entre as cultivares e/ou tratamentos.

Sugere-se que o maior IVG, apresentado aos 5 minutos de escarificação (Figura 2), foi devido a esse tempo permitir a degradação tegumentar dos aquênios de maneira equilibrada, de forma a eliminar a barreira impermeabilizante do tegumento. Considera-se que, a partir da

superação de dormência do mecanismo de bloqueio tegumentar, a embebição por água dos tecidos internos e a entrada de oxigênio em níveis adequados tenham proporcionado o metabolismo germinativo (ITO e outros, 2011).

Segundo Marcos-Filho (2015), a água proporciona o metabolismo germinativo por meio da atividade enzimática, solubilização e transporte de reservas do endosperma para o embrião, enquanto o oxigênio contribui para o metabolismo respiratório, visto que o processo germinativo aeróbico requer oxigênio em níveis adequados, pois a taxa respiratória da semente eleva-se durante a fase de protusão da radícula da semente.

Aos 10 minutos de escarificação, sugere-se que o IVG inferior tenha ocorrido pela ação do ácido sulfúrico nos tecidos em geral e do embrião da semente, pois esse tempo permitiu ultrapassar a barreira do tegumento, prejudicando a germinação.

Na avaliação das plântulas normais, o tratamento de escarificação química (H_2SO_4) por 5 minutos resultou em menor taxa em comparação com o controle (E0), mas diferiu do tratamento de escarificação por 10 minutos para polinização natural; a escarificação a 10 minutos teve taxas inferiores de plântulas normais. Já para a polinização manual cruzada, a escarificação por 5 minutos diferiu dos demais tratamentos, com taxa de plântulas normais superiores (Figura 3).

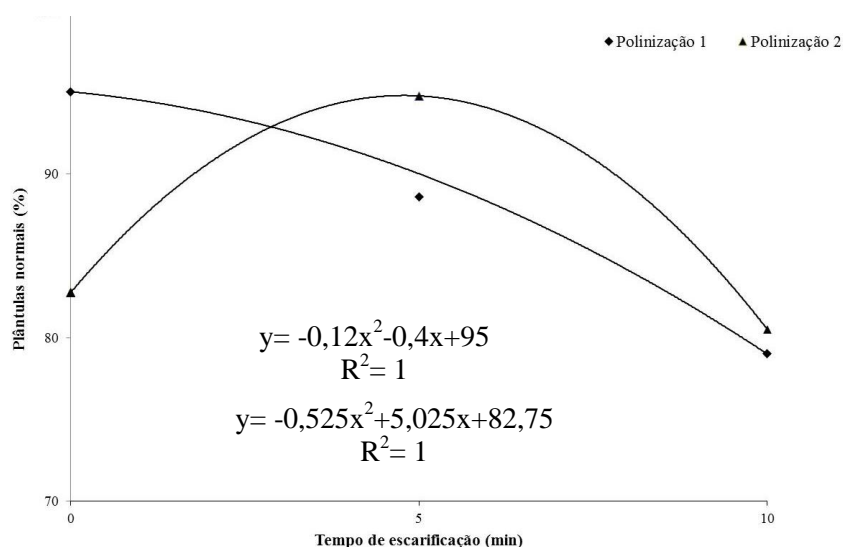


Figura 3. Efeito do tempo de escarificação com ácido sulfúrico concentrado na porcentagem de plântulas normais de morango 'Monterrey' para diferentes tipos de polinização. Polinização 1: natural; Polinização 2: manual cruzada.

Em relação às plântulas anormais, não foi observada diferença entre os tratamentos pelo teste de Kruskal Wallis, o que aponta que a quantidade de plântulas não foi influenciada por nenhum dos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Média de plântulas anormais de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) após 24 dias de semeadura, Vitória da Conquista-BA, 2017.

Polinização	Plântulas anormais		
	Escarificação química		
	E0	E5	E10
P1	0,75± 0,96 a	1,75± 1,71 a	1,25±0,5 a
P2	1,25±0,96 a	0,5±0,58 a	1,75± 0,96 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linhas) não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade. P1: natural; P2: manual cruzada.

Para as sementes duras, foi encontrada diferença dos fatores, mas não da interação entre esses. Para os tipos de polinização, a polinização

manual cruzada apresentou maior número de sementes duras quando comparadas com a polinização natural (Tabela 3). Já quando avaliados os tipos de escarificação, a escarificação a 5 minutos foi a que resultou em menor quantidade de sementes duras (Tabela 4).

Tabela 3. Sementes duras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) obtidas para os diferentes tipos de polinização após 24 dias de semeadura, Vitória da Conquista-BA, 2017.

Sementes duras	
Polinização	
P1	4,67 b
P2	8,58 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. P1: natural; P2: manual cruzada.

Tabela 4. Sementes duras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) obtidas sobre diferentes tipos de escarificação, após 24 dias de semeadura, Vitória da Conquista-BA, 2017.

Sementes duras		
Escarificação		
E0	E5	E10
8.25 a	4,25 b	7,38 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando o número de sementes mortas, a escarificação química por 10 minutos para sementes da polinização natural tornou-se nociva, pois apresentou maior número de sementes mortas (29 sementes) (Figura 4), o que corrobora Chapieski (2017), que constatou que os aquênios imersos em

ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos passaram a ser algo nocivo, pois se apresentou maior número de sementes mortas (± 30 sementes).

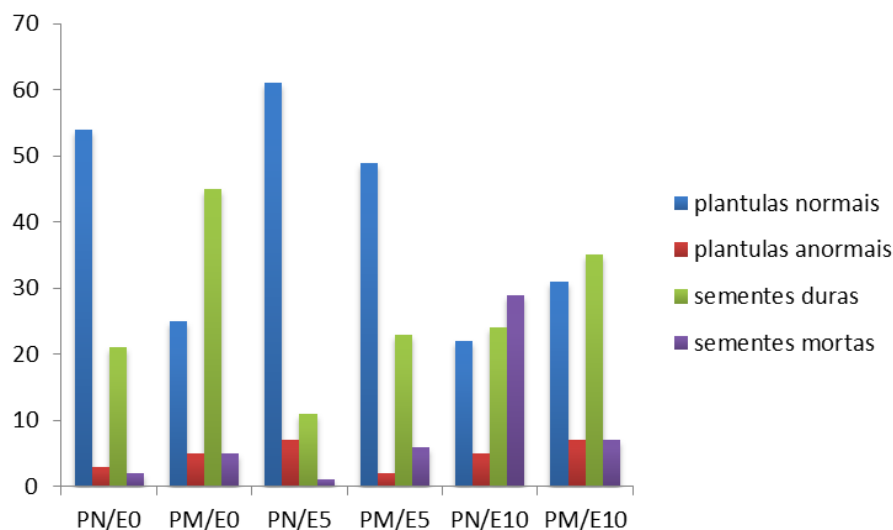


Figura 4. Números de plântulas normais, anormais, sementes duras e mortas para cada tratamento de germinação (*Fragaria x ananassa* Duch) após 24 dias de semeadura. Vitória da Conquista-BA, 2017.

Os resultados de distribuição das frequências relativas diárias de germinação dos aquênios do morango obtidas em diferentes tratamentos encontram-se ilustrados na Figura 4. Os aquênios não escarificados proporcionaram germinação mais lenta; obtiveram-se poucas plântulas distribuídas por um maior tempo, começando ao 9º dia seguindo até o 24º de germinação.

É possível inferir que a germinação mais lenta nos aquênios não escarificados foi devida à baixa permeabilidade de água e oxigênio ao tegumento; com isso, proporciona-se embebição dos tecidos mais lentamente e baixa disponibilidade de oxigênio, o que interfere diretamente nos processos de respiração e ocasiona efeito negativo ao crescimento do embrião (LOPES; NASCIMENTO, 2012).

Os aquênios imersos em ácido sulfúrico a 5 minutos proporcionaram germinação mais rápida (TM) quando comparados aos demais tratamentos; e, quando comparados com a testemunha, a escarificação mostrou ser mais uniforme, concentrando-se entre o 6º e 13º dia de germinação (Figura 4).

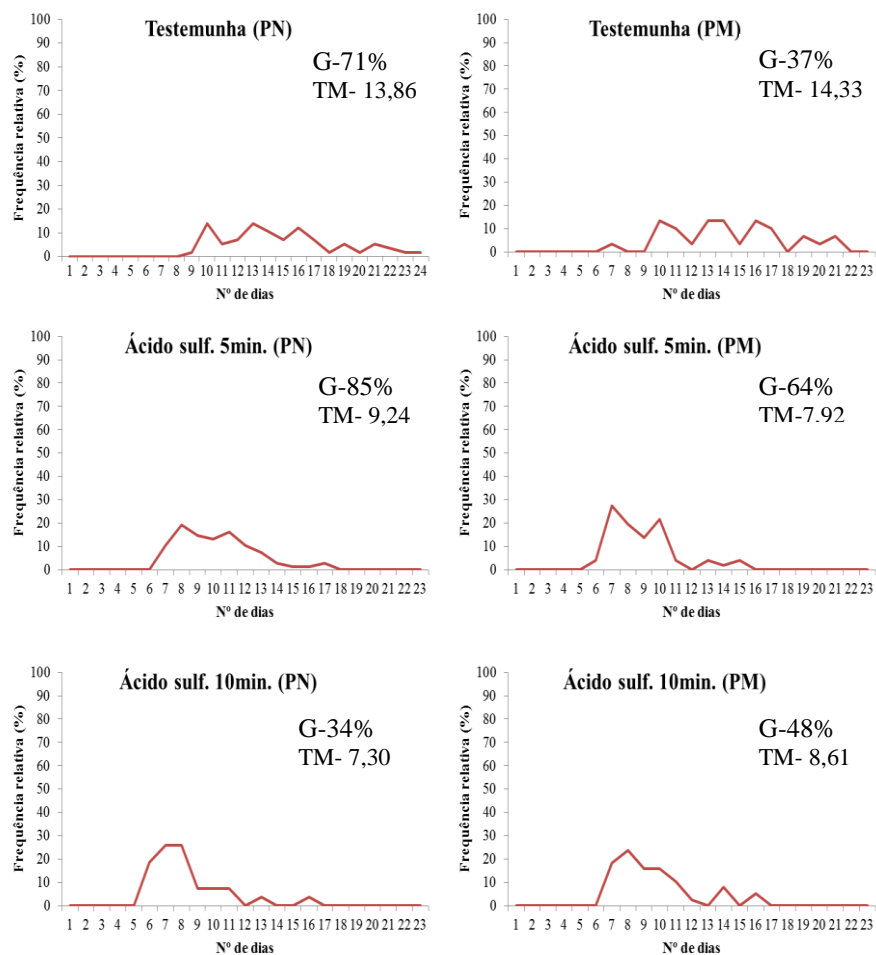


Figura 4. Distribuição da frequência relativa da germinação dos aquênios em diferentes tipos de tratamentos. TM – tempo médio de germinação; e G- taxa de germinação (%). Vitória da Conquista-BA, 2017.

Para a distribuição das frequências obtidas para os aquênios oriundos da escarificação química a 10 minutos, a distribuição foi mais homogênea, quando comparados com os aquênios sem escarificação, concentrando-se

entre o 6º e o 12º dia de semeadura. Mas se obteve baixa taxa de germinação e um maior tempo médio de germinação na polinização natural, sinalização de que não houve o rompimento da estrutura do tegumento ou destruição das camadas que diminuiu a germinação (Figura 4).

Os resultados mostraram que a germinação distribuída ao longo do tempo de incubação mostrou-se importante para a sobrevivência da espécie em condições naturais, mas não é interessante para culturas comerciais (GOMES e outros, 2012).

Segundo Galvão e outros (2014) e também a partir do que foi percebido neste estudo, a imersão dos aquênios em ácido sulfúrico supera a barreira física e ajuda a melhorar a germinação, aumentando a velocidade e a porcentagem de germinação. Neste trabalho, o tempo de escarificação que demonstrou ser mais adequado foi de 5 minutos, contudo o tempo de 10 minutos já foi considerado excessivo; provavelmente, houve penetração de ácido atingindo o embrião e destruindo células essenciais ao seu desenvolvimento. Portanto, o presente trabalho elucidou que é preciso avaliar o tempo adequado de escarificação para cada cultivar.

De acordo com BRASIL (2009), não há recomendação de tratamentos para a germinação de sementes de morango, porém os resultados obtidos mostram que a remoção das camadas externas dos aquênios com escarificação por 5 minutos facilita na germinação dos aquênios da cv. 'Monterey' para ambas as polinizações.

4. CONCLUSÃO

Recomenda-se a escarificação com ácido sulfúrico (98%) por 5 minutos para maximizar e sincronizar a germinação dos aquênios de morango da cv. 'Monterey' armazenados em geladeira por 60 dias.

A escarificação por 10 minutos não é recomendada para essa cultivar.

GERMINATION OF STRAWBERRY ACHENES (*Fragaria x ananassa*
DUCH.) OF CULTIVATING 'MONTEREY '

ABSTRACT

Breeding programs aimed at obtaining strawberry cultivars depend on controlled crosses and germination of plants from achenes. In this sense, the objective of this work was to study the germination of strawberry achenes of cv. 'Monterey' and to test the effect of scarification with concentrated sulfuric acid (98%) to overcome dormancy on the percentage and rate of germination. A completely randomized design was used, in a 2x3 factorial scheme, with achenes from two types of pollination (manual and natural) stored for two months in a refrigerator and three times of chemical scarification with sulfuric acid (0, 5 and 10 minutes), with four replicates. The percentage of germination (%), germination speed index (IVG), means of normal, abnormal seedlings, hard and dead seeds obtained and the distribution of the germination frequency with mean time were evaluated. The chemical scarification with sulfuric acid (H₂SO₄) for 5 minutes influenced the increase in germination rate (%), germination rate index (IVG), higher percentage of normal seedlings and was responsible for the maximum vigor of the achenes. The 10-minute chemical scarification became damaging to the achenes of the 'Monterey' cultivar. Scarification with sulfuric acid (98%) is recommended for 5 minutes to maximize and synchronize the germination of strawberry achenes of cv. 'Monterey' stored in refrigerator for 60 days. Scarification for 10 minutes is not recommended for this cultivar.

Keywords: *Fragaria ananassa*. Sulfuric acid. Numbness.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. A cultura do morango. 2. ed. revista e ampliada – Brasília, DF : **Embrapa Informação Tecnológica**, 52 p. (Coleção Plantar, 68), 2011.

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.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. A Geographical Perspective on Germination Ecology: Tropical and Subtropical Zones. In:**Seeds ecology**,

biogeography, and evolution of dormancy and germination.
California:Academic, 666p, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Mapa/ACS, 399p, 2009.

CHANDLER, C.K.; FOLTA, K.M; DALE, A.; WHITAKER, V.M.; HERRINGTON, M.E. **Strawberry.** In: Badenes, M.L.; Byrne, D.H (Org). Fruit breeding. New York: Springler, 1^a ed., pp. 305-325, 2012.

CHAPIESKI, P. C.Q. **Concentrações de ácido sulfúrico na superação de dormência de sementes de *Fragaria x ananassa* Duch.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 27f, 2017.

COSTA, C. J. Sementes, armazenamento e conservação. **Embrapa Clima Temperado**, 2011. Disponível em:
<http://www.paginarural.com.br/artigo/2272/sementes-armazenamento-e-conservacao>. Acesso: 25 de janeiro 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas.** 2006. (Circular Técnica, 127). Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/circ-tec127.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

EIDAM, T. **Germinação *in vitro* de sementes e orgâno genese indireta do morangueiro.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 50f, 2012.

EL HAMDOUNI, E. M.; LAMARTI, A.; BADOUC, A. *In vitro* germination of the achenes of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Cvs 'Chandler' and 'Tudla'. **Bulletin de la Sociéte de pharmacie de Bordeaux**, v.140, p.31-42, 2001.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Interpretação de resultados de germinação. In: **Germinação: do básico ao aplicado.** A. G. Ferreira & F. Borghetti, (Orgs.). Artmed, Porto Alegre, p.209-222, 2004.

GALVÃO, A. G.; RESENDE, L. V.; GUIMARAES, R. M.; FERRAZ, A. K. L.; MORALES, R. G. F.; MARODI, J. C.; CATÃO, H. C. R. M. Overcoming strawberry achene dormancy for improved seedling production in breeding programs. **IDESIA (Chile)**, v. 32, n. 4, p. 57-62, 2014.

GEMELI, M. S. **Caracterização e seleção de genótipos agronomicamente superiores de morangueiro com base no inter-relacionamento de**

características de importância agrônômica. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 64f, 2016.

GOMES, D. R.; LOPES, J. C.; DA SILVA, A. G.; MATHEUS, M. T. Frequência relativa de germinação em sementes de rabo de pitu (*Chamaecrista desvauxii* (colladon) killip) em casa de vegetação. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, n.14, p. 606, 2012.

HANCOCK, J.F. Ecological genetics of natural strawberry species. **HortScience**, v.25, p.869-871, 1990.

HANCOCK, J. F., SJULIN, T.M., LOBOS, G. A. **Strawberries**. In: Hancock, J. F. (ed.), Temperate fruit crop breeding. Springer Science+Business Media B.V., pp. 393-438, 2008.

ITO, Y.; MARUO, T.; ISHIKAWA, M.; SHINOHARA, Y. Effects of scarification with sulfuric acid and matric priming on seed germination of seed propagation type of F-1 hybrid strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.80 (1), p.32-37, 2011.

LATA, S.; SHARMA, G.; GARG, S.; JOSHI, M. Effect of Different Chemical Treatments on Germination of Strawberry Seeds. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, n.3, p.1270-1274, 2018.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Dormência em sementes de hortaliças – Brasília, DF. **Embrapa Hortaliças**, n.136, 28 p, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015. 659p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. **Oxford: Pergamon Press**, 270 p, 1982.

MILLER, A.R.; SCHEERENS, J.C.; ERB, P.S.; CHANDLER, C.K. Enhanced strawberry seed germination through in vitro culture of cut achenes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.117 (2), p.313-316, 1992.

SANTOS, A. M. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 24-29, 1999.

SCHWARTZ, E.; BARBIERI, R. L. Morango: História que liga dois continentes. In: BARBIERI, R. L.; STUNPF, E. T. Origem e Evolução das Plantas Cultivadas. Brasília, DF. **Embrapa Informação tecnológica**, p. 599-618, 2008.

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

TRINDADE, B. G.; UBER, S. C.; MORAES, L. K. A.; FARIA, M. V. **Germinação de aquênios de morangos e obtenção de seedlings *in vitro*. 2007.** Disponível em: http://www.unicentro.br/pesquisa/anais/proic/2007/pdf/artigo_197.pdf. Acesso: 15 de jan. 2018.

YANAGI, T.; OKUDA, N.; TAKAMURA, T. Germination characteristics of pincette harvested seeds in strawberry Cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Japanese Society of Agricultural Technology Management**, v.11, p.1-5 (In Japanese with English abstract), 2004.

YANAGI, T.; OKUDA, N.; TAKAMURA, T. Germination Characteristics of Tweezer-harvested seeds in strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa* Duch.). **Acta Hort iculturae**, v.708, 2006.

APÊNDICE

Artigo 1: Avaliação 1

APÊNDICE A. Tabela de Contingência com classificação de frutos comercializáveis e não comercializáveis, valores observados e valores esperados (entre parênteses) e teste qui-quadrado, com χ^2 parciais e totais de cada tratamento para a cv. ‘Monterey’.

Classificação	Tratamentos			Σ
	P. N	A. P	P. M	
Comercializáveis	27 (23,3)	13 (18,3)	25(23,3)	65
Não comercializáveis	1 (4,7)	9 (3,7)	3 (4,7)	13
			Σ	78
Comercializáveis	0,6	1,6	0,1	2,3
Não comercializáveis	2,9	7,8	0,6	11,2

χ^2 13,5**

PN – Polinização natural; AP- Autopolinização; PMC- Polinização manual cruzada.
**Significativo pelo teste de qui-quadrado (G.l.= 2, p = 0,001).

APÊNDICE B. Tabela de Contingência com classificação de frutos ao grau de deformação, valores observados e valores esperados (entre parênteses) e teste qui-quadrado, com χ^2 parciais e totais de cada tratamento para a cv. ‘Monterey’.

Classificação	Tratamentos			Σ
	P. N	A. P	P. M	
Bem formado	25 (14,5)	8 (11,6)	8 (14,7)	41
Leve	2 (9,3)	8 (7,3)	16 (9,3)	26
Grave	1 (3,9)	6 (3,1)	4 (3,9)	11
			Σ	78
Bem formado	7,2	1,1	3,1	11,3
Leve	5,8	0,1	4,8	10,6
Grave	2,2	2,7	0,0	4,9

χ^2 26,8**

PN – Polinização natural; AP- Autopolinização; PMC- Polinização manual cruzada.
**Significativo pelo teste de qui-quadrado (G.l.= 4, p = 0,00002).

APÊNDICE C. Tabela de Contingência dos três tratamentos de polinização quanto as classes de frutos 15 e 35, valores observados e valores esperados (entre parênteses) e teste qui-quadrado, com χ^2 parciais e totais de cada tratamento para a cv. ‘Monterey’.

Classe	Tratamentos			
	P. N	A. P	P. M	Σ
15	26 (27,3)	22 (21,4)	28(27,3)	76
35	2 (0,7)	0 (0,6)	2 (0,7)	2
			Σ	78
15	0,1	0,0	0,0	0,1
35	2,3	0,6	0,7	3,5
			χ^2	3,6 ^{ns}

PN – Polinização natural; AP- Autopolinização; PMC- Polinização manual cruzada.

^{ns} Não significativo pelo teste de qui-quadrado (G.l.= 2, p = 0,16).