



ASPECTOS DA BIOLOGIA REPRODUTIVA DO ABACATEIRO (*Persea americana* MILL.) E SEUS POTENCIAIS IMPACTOS NA PRODUÇÃO DE FRUTOS

Jeniffer Aline Gomes de **Oliveira**¹; Ana Carolina Vilela de **Lima**²; Adilson **Aniceto**³; Petra **Ferronato**⁴; Kátia Sampaio **Malagodi-Braga**⁵

Nº 21409

RESUMO – O cultivo de abacate vem se expandindo no Brasil devido ao aumento do consumo e o estado de São Paulo se destaca como maior produtor. Estudos recentes revelam que certas condições climáticas podem alterar o comportamento reprodutivo característico dos abacateiros. O objetivo deste estudo foi levantar dados, ainda que preliminares, para avaliar a dicogamia protogínica e o vingamento de frutos das cultivares Fortuna e Quintal nas condições climáticas da região de Ribeirão Preto. Na safra de 2019-20, em um pomar comercial agroecológico do Assentamento Sepé Tiarajú, observou-se a abertura floral e determinou-se a produção das flores e a receptividade do estigma. A produção de frutos foi avaliada sob dois tratamentos: autopolinização espontânea e polinização natural (controle). Os resultados revelaram a ocorrência da dicogamia protogínica, comportamento reprodutivo típico dos abacateiros: a abertura das flores do estágio 1 (função feminina) não se sobrepôs à do estágio 2 (função masculina) nas duas cultivares. Contudo, na cv. Quintal, as flores do estágio 2 apresentaram-se funcionalmente hermafroditas, fato ainda não relatado na literatura e que amplia o período de polinização, podendo resultar em aumento da produção. A autopolinização espontânea não resultou em frutos vingados, revelando a necessidade de polinização mediada por animais e/ou pelo vento. Embora a cv. Fortuna tenha apresentado uma produção de flores e um pegamento de frutos por panícula superiores aos da cv. Quintal, a última apresentou maior taxa de vingamento, o que pode estar relacionado ao hermafroditismo. A continuidade deste estudo possibilitará compreender os impactos dos resultados na produção de abacates.

¹ Autor, Bolsista CNPq (PIBIT): Graduação em Ciências Biológicas, UNICAMP, Campinas-SP; jeniffer.ago95@gmail.com.

² Bolsista CNPq (PIBIT): Graduação em Ciências Biológicas, UNICAMP, Campinas-SP.

³ Colaborador: Agricultor do Assentamento Sepé Tiarajú-SP, Serra Azul-SP.

⁴ Bolsista CAPES: Pós-Graduação em Ecologia no Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas-SP.

⁵ Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; katia.braga@embrapa.br.



Palavras-chaves: Abacate, Autopolinização espontânea, Dicogamia protogínica, Polinização, Receptividade do estigma.

ABSTRACT – *Avocado cultivation in Brazil has been expanding due to increased consumption and the state of São Paulo stands out as the largest producer. Recent studies have revealed that certain climatic conditions might change the characteristic reproductive behavior in avocado trees. The objective of this study was to collect data, even if preliminary, to evaluate the protogynous dichogamy of Fortuna and Quintal cultivars in the climatic conditions of the Ribeirão Preto region and to evaluate the fruit set. In the 2019-20 crop year, in an agroecological commercial orchard of the Sepé Tiarajú Settlement, flower opening was observed and flowering production and stigma receptivity were determined. Fruit setting was evaluated under two treatments: spontaneous self-pollination and natural pollination (control). The results revealed the occurrence of protogynous dichogamy, a typical reproductive behavior of avocado tree: flower opening at stage 1 (female function) did not overlap flower opening at stage 2 (male function) in both cultivars. However, in cultivar Quintal, stage 2 flowers were functionally hermaphroditic, a fact not yet reported in the literature, which extends the pollination period and may result in increased production. Spontaneous self-pollination did not result in fruit set, revealing the need for animal and/or wind-mediated pollination. Although cultivar Fortuna has showed higher flower production and fruit set per panicle than cultivar Quintal, the latter showed a higher fruit set rate, which could be related to hermaphroditism. Further works will make it possible to understand the impact of these results on the production of avocados.*

Keywords: Avocado, Spontaneous self-pollination, Protogenic Dichogamy, Pollination, Stigma receptivity.

1. INTRODUÇÃO

O abacateiro (*Persea americana* Mill., Lauraceae) é uma fruteira tropical nativa da América Central, onde foi domesticado (GALINDO-TOVAR; OGATA-AGUILAR; ARZATE-FERNANDEZ, 2008). Atualmente o abacateiro é cultivado em várias regiões do mundo e, no Brasil, sua maior produção ocorre na região Sudeste, principalmente em São Paulo (IBGE, 2018).



O abacate está entre as fruteiras exóticas presentes no plantio familiar, que pode ser utilizado tanto para comercialização quanto para o consumo familiar (SANDRI, 2012).

Contudo, para produzir abacate comercialmente é preciso conhecer como as diversas cultivares se comportam reprodutivamente. As flores do abacateiro são hermafroditas e apresentam dicogamia protogínica, ou seja, embora bissexuais (com órgãos reprodutivos femininos e masculinos funcionais) a função feminina (estágio 1) se manifesta antes da masculina (estágio 2) em uma mesma planta (DAVENPORT, 1986). As flores dos abacateiros abrem duas vezes em momentos distintos, sendo que no primeiro estágio, a função feminina está ativa e no segundo, a função masculina. A separação temporal das funções reprodutivas atua como barreira à ocorrência da autopolinização nos abacateiros (DUARTE *et al.*, 2018).

Além disso, as plantas se distinguem em relação ao período do dia em que suas flores estão no estágio 1 (funcionalmente feminina) ou no estágio 2 (funcionalmente masculinas) sendo os abacateiros, por esse motivo, classificadas em grupo A e grupo B. No grupo A, as flores do estágio 1 abrem pela manhã e fecham no início da tarde, reabrindo no estágio 2, na tarde do dia seguinte. No grupo B, as flores do estágio 1 abrem no período da tarde e fecham ao anoitecer, reabrindo no estágio 2 na manhã do dia seguinte (DUARTE *et al.*, 2018). Dessa forma, para que os frutos sejam produzidos comercialmente, recomenda-se o plantio consorciado de abacateiros dos dois grupos, A e B, visando garantir uma taxa elevada de polinização cruzada já que a taxa de autopolinização é muito baixa ou nula (DUARTE *et al.*, 2018).

Em Israel, estudos mostraram que a autopolinização não pode ser promovida pelo vento no abacateiro porque, no estágio 2 de abertura das flores, os estigmas se encontram secos, e não receptivos ao pólen, sendo necessária a presença de polinizadores para que o pólen seja carregado para as flores do estágio 1 em cultivares complementares (GAZIT; DEGANI, 2002).

Em contraponto, outros estudos têm sugerido que, em climas mais úmidos, a autopolinização pode ocorrer, pois os estigmas poderiam permanecer receptivos (DAVENPORT, 1986). Recentemente, Davenport (2019) verificou que nas condições da Flórida e da Califórnia o vento é responsável pela autopolinização e pela polinização cruzada na cultivar Hass.

Segundo Stout (1922-1923), o que determina o horário de abertura e fechamento das flores é a luminosidade e a temperatura e, dessa forma, esses fatores influenciam diretamente o desempenho das flores do abacateiro.

Devido a essas variações no comportamento reprodutivo dos abacateiros em função das condições climáticas da região de cultivo e considerando cultivares frequentemente utilizadas em plantios comerciais no estado de São Paulo, o objetivo deste estudo foi obter dados preliminares do



comportamento reprodutivo das cultivares Fortuna e Quintal nas condições climáticas da região de Ribeirão Preto e avaliar o vingamento de frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo

Os dados da biologia floral e reprodutiva de abacateiros das cultivares Fortuna e Quintal foram obtidos na safra de 2019/2020, em um pomar comercial agroecológico (21°14'04"S 47°32'53"W), não irrigado, no Assentamento Sepé Tiarajú (Serra Azul - SP). Esse pomar foi formado a partir de mudas enxertadas, com predomínio de três cultivares comerciais - Fortuna, Quintal e Geada, ocupando uma área com cerca de 0,4 ha. Os abacateiros, sob manejo agroecológico, encontravam-se distribuídos em 7 linhas com espaçamentos de 10 metros entre as plantas e entre as linhas. A cultivar Geada (grupo B) não foi utilizada nas avaliações por apresentar floração e frutificação precoces, com pouca sobreposição da florada com as outras duas cultivares.

O município de Serra Azul apresenta uma precipitação média superior a 1.400 mm anuais, com a estação chuvosa no verão (outubro a março) e uma nítida estação seca no inverno (abril a setembro), sendo que a temperatura do mês mais quente não ultrapassa 24°C e a temperatura média do mês mais frio é superior a 19°C (CEPAGRI, 2011 apud CANUTO, ÁVILA E CAMARGO, 2013). O Assentamento Sepé Tiarajú encontra-se em uma paisagem com predomínio da monocultura de cana-de-açúcar e, segundo Canuto, Ávila e Camargo (2013), com pequenos fragmentos da vegetação original, característica da transição entre a Floresta Estacional Semidecidual da Mata Atlântica e o Cerrado.

2.2 Biologia floral

A abertura das flores (antese floral) no estágio 1 e estágio 2 foi acompanhada durante 2 dias em 13 flores previamente marcadas, através de observações diretas, registrando-se o horário de abertura e fechamento de botões florais e a temperatura do ar. Essas observações foram realizadas nas duas cultivares.

Para verificar a existência de sobreposição das funções sexuais em flores no estágio 2, botões florais da cv. Quintal foram ensacados um dia antes da antese para o teste de receptividade. Flores no estágio 1 não foram utilizadas porque a abertura das anteras não ocorre nessas flores. Após a antese, estiletes com estigmas de aparência úmida e coloração clara foram removidos de



flores no estágio 2 que apresentavam anteras deiscendo (liberando pólen). A receptividade dos estigmas foi testada com solução de peróxido de hidrogênio (ZEISLER, 1938 apud PIO *et al.*, 2004). Ao serem mergulhados nessa solução, observou-se, com uma lupa de mão, a produção e liberação de bolhas pelo estigma testado, como indicativo da receptividade associada à presença da enzima peroxidase.

2.3. Biologia reprodutiva

Para o estudo da biologia reprodutiva foram aplicados dois tratamentos de polinização: o controle de polinização natural (PN) e autopolinização espontânea (AE). Para a AE foram marcadas e ensacadas dez panículas em duas plantas de cada cultivar. Porém, devido a uma chuva intensa, algumas panículas da cv. Quintal foram perdidas, restando sete delas para avaliação. Essas panículas entre os dias 27 a 29 de agosto, com flores ainda em botão, foram ensacadas com sacos de organza branca (30cm x 40cm) e assim permaneceram até o desenvolvimento inicial dos frutos. Para o PN, na mesma data e nas mesmas plantas da AE, foram marcadas dez panículas ainda em botão e, excetuando-se aquelas que foram perdidas, ao final, foram avaliadas oito panículas de cada cultivar.

A quantidade de flores produzidas foi estimada utilizando-se duas plantas, sendo seis panículas para a cv. Fortuna e cinco para a cv. Quintal. As flores das panículas que haviam sido previamente ensacadas foram quantificadas após sua senescência e queda.

O pegamento e o vingamento dos frutos foram avaliados, respectivamente, 36 e 97 dias após a floração. Nessas avaliações, os frutos presentes em cada panícula, resultantes de cada tratamento, foram contados.

2.4 Análise estatística

Os dados foram analisados no programa Rstudio para gerar as informações apresentadas e discutidas. O número de flores por inflorescência de cada cultivar, a comparação dos tratamentos de polinização e o número de frutos em desenvolvimento inicial, por cultivar, foram organizados e representados graficamente por boxplot. Por não apresentarem uma distribuição normal, os dados dos tratamentos AE e PN foram comparados estatisticamente através do teste não paramétrico de Wilcoxon (p -valor $< 0,05$).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O distanciamento temporal na abertura das flores dos estágios 1 e 2 foi observado em ambas as cultivares Fortuna e Quintal, não ocorrendo a sobreposição desses dois estágios florais. Característico dos abacateiros, esse resultado também foi observado por Silva, Malerbo-Souza e Toledo (2002) em um pomar de abacates no município de Tabapuã (SP). Porém, no presente estudo foi verificado, pelo teste de receptividade, que as flores da cv. Quintal quando no estágio 2, encontravam-se funcionalmente hermafroditas, apresentando um estigma receptivo no momento de liberação de pólen, fato ainda não relatado na literatura. Embora, segundo Dafni e Maués (1998) não seja aconselhável utilizar peróxido de hidrogênio como único indicador, a observação de uma aparência úmida e da cor clara nos estigmas testados indica não se tratar de um resultado falso positivo. Um estigma receptivo no estágio 2 amplia o período no qual a polinização é viável, podendo favorecer o aumento na produção de abacates.

Em relação ao número de flores por panícula, a cv. Fortuna produziu, em média, mais flores ($254 \pm 147,3$) que a cv. Quintal ($89 \pm 14,46$), porém com uma maior amplitude de variação (Figura 1).

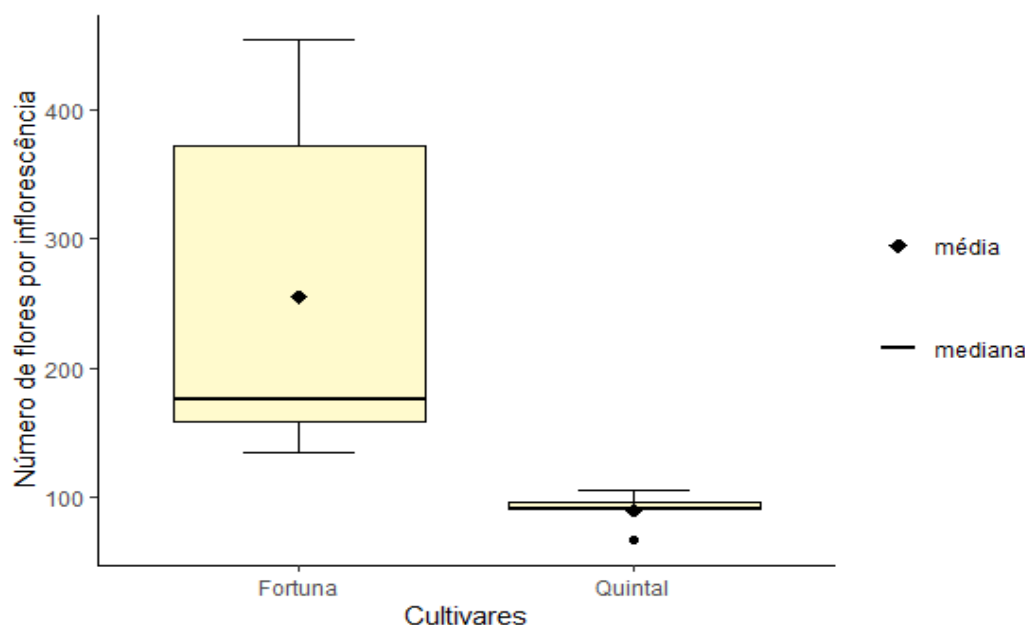


Figura 1. Número de flores nas panículas de abacateiros da cv. Fortuna (n=6) e da cv. Quintal (n=5), em um pomar agroecológico no município de Serra Azul - SP. A linha escura representa a mediana, a caixa representa o percentil de 75% e as barras, o percentil de 95%.

Quanto à formação inicial de frutos (pegamento) nos dois tratamentos, obteve-se uma diferença significativa para a cv. Fortuna ($W = 10$, p-value = 0.001128) e não significativa para a cv.

Quintal ($W = 13$, $p\text{-value} = 0.06642$), que apresentou três frutos em pegamento em uma única panícula (Figura 2).

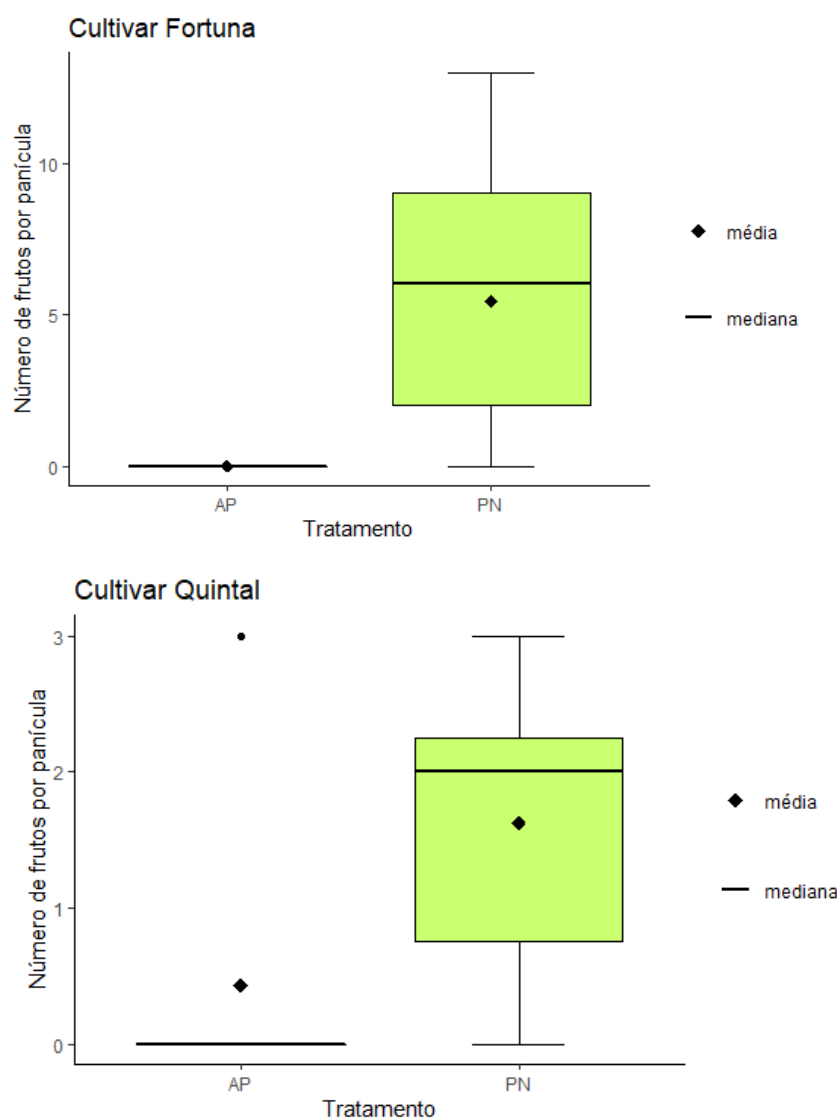


Figura 2. Formação inicial de frutos em abacateiros das cultivares Fortuna e Quintal sob dois tratamentos: autopolinização espontânea (AE) e polinização natural (PN). A linha escura representa a mediana, a caixa representa o percentil de 75% e as barras, o percentil de 95%.

Quando se comparou o pegamento de frutos entre as duas cultivares no tratamento PN (controle), verificou-se que o valor médio de frutos em formação inicial obtido para a cv. Fortuna ($5,4 \pm 4,5$) foi superior ao obtido para a cv. Quintal ($1,62 \pm 1,18$) (Figura 3). Entretanto, a taxa de vingamento dos frutos foi maior na cv. Quintal do que na cv. Fortuna, sendo esses valores, respectivamente, de 30,7% e 9%.

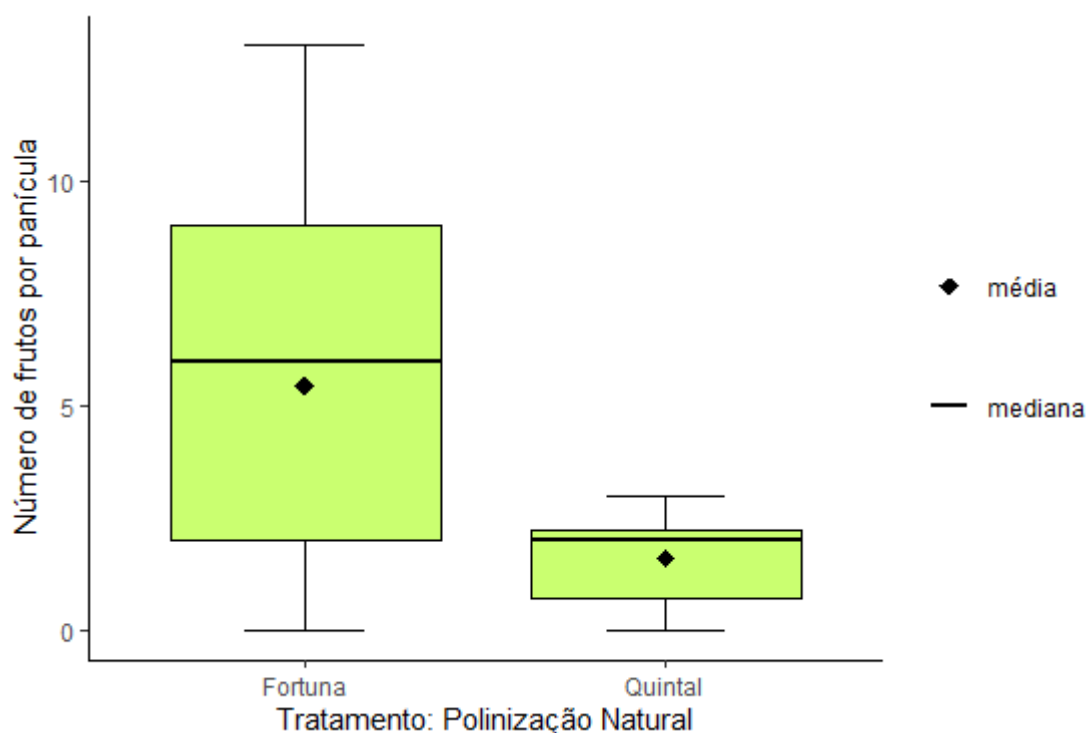


Figura 3. Pegamento de frutos por panícula resultante do tratamento de polinização natural (controle) em abacateiros das cultivares Fortuna (n=8) e Quintal (n=8), em pomar comercial agroecológico, no município de Serra Azul – SP, na safra 2019/2020. A linha escura representa a mediana, a caixa representa o percentil de 75% e as barras, o percentil de 95%.

Já no tratamento AE, a ausência de frutos vingados aponta para a necessidade de polinização mediada por animais e/ou pelo vento.

Segundo Lahav e Zamet (1999), a baixa taxa de frutificação dos abacateiros está associada, principalmente, à enorme queda de flores e de pequenos frutos nos meses após a floração, que pode estar associada a falhas na fertilização (SEDGLEY, 1979). Outros fatores, como a escassez de água e de nutrientes disponíveis no solo, também podem estar associados a uma taxa elevada de aborto de frutos em pegamento.

Malerbo-Souza *et al.* (2000), avaliando a polinização na cv. Fortuna, obtiveram frutos tanto no controle quanto no tratamento de autopolinização. Porém, o número de frutos obtidos no controle foi significativamente superior (81,25%) ao da autopolinização. A obtenção de frutos no tratamento de autopolinização por esses autores pode ter resultado da passagem de pólen pelo material de ensacamento, já que a malha do tecido (náilon) utilizado foi maior do que a da organza utilizada neste estudo. Além disso, o intervalo observado de apenas uma hora entre a abertura das flores nos estágios 1 e 2 poderia ter se reduzido sob a condição de ensacamento, resultando em uma



sobreposição desses estágios florais e proporcionando uma pequena taxa de autopolinização na cultivar estudada (VITHANAGE, 1990).

Em outro estudo mais recente, também realizado no estado de São Paulo, o tratamento de autopolinização não resultou em frutos vingados na cv. Fortuna e houve o vingamento de apenas um fruto na cv. Quintal (SILVA; MALERBO-SOUZA; TOLEDO, 2002). Esses resultados se aproximam aos obtidos no presente estudo e sugerem que a autopolinização nessas duas cultivares ocorre apenas esporadicamente. Contudo, com a continuidade desse estudo, o número de plantas amostradas será ampliado para a confirmação desses resultados preliminares.

2. CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que a polinização mediada por animais ou mesmo pelo vento é necessária para a produção comercial das cultivares Fortuna e Quintal.

Para a cv. Quintal, a ocorrência de flores hermafroditas no estágio 2, fato ainda não relatado na literatura, necessita ser verificado em outros pomares comerciais e em outras condições climáticas, uma vez que o hermafroditismo nessas flores amplia o período de polinização, possibilitando uma maior produção de frutos.

3. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPQ pela bolsa concedida, à EMBRAPA pelo apoio e ao assentamento Sepé Tiarajú pelo acolhimento e pela área de estudo.

4. REFERÊNCIAS

CANUTO, J. C.; ÁVILA, P. C.; CAMARGO, R. C. R. **Assentamentos rurais sustentáveis: o processo de construção participativa do conhecimento agroecológico e o monitoramento de unidades de referência no Assentamento Sepé Tiaraju-SP**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2013. p. 48.

DAFNI, A.; MAUÉS, M. M. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity. Sexual plant reproduction, v. 11, n. 3, p. 177-180, 1998.

DAVENPORT, T. L. Avocado Flowering. **Florida Agricultural Stations Journal**, v. 8, n. 6668, p. 257-289, 1986.

DAVENPORT, T. L. Cross-vs. self-pollination in 'Hass' avocados growing in coastal and inland orchards of Southern California. **Scientia Horticulturae**, v. 246, n. 2019, p. 307-316, 2019.

DUARTE, A. *et al.* Alguns aspetos da floração e vingamento do abacateiro. **APH-A revista da Associação Portuguesa de Horticultura**, v. 129, p. 29-32, 2018.



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021
01 a 02 de setembro de 2021
ISBN 978-65-994972-0-9

GALINDO-TOVAR, M.E.; OGATA-AGUILAR, N., ARZATE-FERNANDEZ, A.M. Some aspects of avocado (*Persea americana* Mill.) diversity and domestication in Mesoamerica. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 55, n 3, p.441-450, 2008.

GAZIT, S.; DEGANI, C. Reproductive Biology. In: Whitley, A. W.; Schaffer, B.; Wolstenholme, B. N. **The avocado: botany, production, and uses**. CABI Publishing, 2002. p. 101-134

IBGE. Dados da produção agrícola, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 04 fev. 2020.

LAHAV, E.; ZAMET, D. Flowers, fruitlets and fruit drop in avocado trees. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 5, p. 95-100, 1999.

MALERBO-SOUZA, D. T. *et al.* Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum**, Brasil, v. 22, n. 4, p. 937-941, 2000.

PIO, L. A. S. *et al.* Receptiveness of the stigma and in vitro germination of orange pollen, submitted to different temperatures. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1087-1091, 2004.

SANDRI, D. M. **Diversidade ecológica em agroflorestas no Vale do Ribeira (PR, SP) com ênfase na produção de alimentos**. 2012. 109 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SEDGLEY, M. Light microscope study of pollen tube growth, fertilization and early embryo and endosperm development in the avocado varieties Fuerte and Hass. **Annals of Botany**. v. 44, n. 3, p. 353-359, 1979.

SILVA, S. R. D; MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. D. A. A. D. Métodos para atrair a abelha *Apis mellifera* L. em cultura de abacate (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 889-896, 2002.

STOUT, A. B. **A study in cross-pollination of avocados in Southern California**. (California Avocado Association Annual Report 1922-1923, n. 8, p. 29-45).

VITHANAGE, V. The role of the European honeybee (*Apis mellifera* L.) in avocado pollination. **Journal of Horticultural Science**, v. 65, n. 1, p. 81-86, 1990.