



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Efeito da polinização por abelhas na frutificação do café

Victor Rezende Teixeira

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado à Coordenação do Curso de
Ciências Biológicas, da Universidade Federal
de Uberlândia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Biológicas.

UBERLÂNDIA

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Efeito da polinização por abelhas na frutificação do café

Victor Rezende Teixeira

Orientadora: Profa. Dra. Solange Cristina Augusto

Trabalho de conclusão de curso II
apresentado à Coordenação do Curso de
Ciências Biológicas, da Universidade Federal
de Uberlândia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Biológicas.

UBERLÂNDIA

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Efeito da polinização por abelhas na frutificação do café

Victor Rezende Teixeira

Orientadora: Profa. Dra. Solange Cristina Augusto

Aprovado em: 28/06/2019

Coordenadora do curso

Profa. Dra. Vanessa Stefani Sul Moreira

Uberlândia-MG

Junho 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha namorada Danny Maria Oliveira por todo amor, esforço, paciência, carinho e cuidados investidos em mim, a meus pais que muito me incentivaram e acreditaram em mim e aos amigos que estiveram ao meu lado.

Agradeço minha estimada orientadora Profa. Dra. Solange Cristina Augusto e a Desirée Ayme Lopes Meireles que com muita paciência me abriram as portas e me colocaram em seus planos, agradeço também a todos os integrantes do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas que sempre estiveram dispostos a me ajudar, em especial a Thayane Nogueira Araújo pela grande contribuição na execução e entendimento das análises estatísticas.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café, responsável por cerca de um terço da produção mundial. Os cultivos agrícolas dessa bebida derivada dos grãos das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, dependem de agentes biológicos sendo o principal as abelhas silvestres e a *Apis mellifera*. O objetivo do estudo foi verificar o efeito da abundância de abelhas *Apis* e não-*Apis* na produção de frutos de café, *Coffea arabica*. O estudo foi conduzido em duas áreas de cultivo comercial, localizadas no município de Araguari (18° 38' 50" S; 48° 11' 14" W). As amostragens referentes aos visitantes florais foram realizadas no período de agosto a novembro de 2017. Em cada área foram selecionados 15 pés de café aleatoriamente, para realizar as observações sobre a abundância de visitantes florais nos ramos selecionados, em três diferentes períodos do dia: 9h, 12h e 15h. Para a realização dos experimentos de polinização, em cada cultivo, foram selecionados dois ramos com altura e orientação similares e contado o número de botões florais. Dos ramos marcados, um foi ensacado com saco de organza, durante todo o período de floração, para impedir a visitação. A contagem dos frutos foi realizada no período de colheita, onde a maioria dos frutos encontrava-se maduro. Foi realizado um Generalized Linear Model (GLM) para comparar a abundância de *Apis mellifera* e não-*Apis* nas duas áreas de estudo. Não houve diferença na abundância de *Apis* e não-*Apis* entre as duas áreas amostradas (Chisq= 0.70; df= 1; p= 0.40). Para verificar a formação de botões florais e frutos maduros entre as duas áreas foram realizados Testes T. Apesar do número de botões marcados ter sido maior na área 1 (t= 2.67; df= 6; p= 0.03), não houve diferença entre a formação de frutos maduros entre as duas áreas (t= 0.84; df= 6; p= 0.43).

Palavras-chave: *Apis mellifera*, serviços ecossistêmicos, Cerrado, *Coffea arabica*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO:	1
1.1. OBJETIVO:	2
2. MATERIAL E MÉTODOS:	2
2.1. ÁREAS DE ESTUDO	2
2.2. PROCEDIMENTOS	3
2.2.1. EXPERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO	3
2.2.2. AMOSTRAGEM DOS VISITANTES FLORAIS	3
2.2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	4
3. RESULTADOS:	4
3.1. EXPERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO	4
3.2. ABUNDÂNCIA DE <i>APIS MELLIFERA</i> E DE ABELHAS NÃO-<i>APIS</i>	5
3.3. TOTAL DE BOTÕES MARCADOS E FRUTOS FORMADOS NOS RAMOS COM VISITAÇÃO MONITORADA	5
4. DISCUSSÃO:	6
5. CONCLUSÃO:	7
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	8

1- INTRODUÇÃO

A polinização é um dos principais serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas, pois além de proporcionar a manutenção da variabilidade genética das espécies vegetais, assegura a produção e a qualidade de diversas culturas agrícolas (Kremen et al, 2005). Estudos recentes evidenciaram a grande importância das abelhas silvestres na polinização de cultivos agrícolas (Garibaldi et al, 2013; Giannini et al, 2015). Por serem manejáveis as abelhas aparecem em primeiro lugar quando se trata de polinizadores para a agricultura (Klein et al, 2007). Existe uma grande variedade de polinizadores silvestres, dentre os quais se destaca a *Apis mellifera* que encontra-se distribuída em todos os continentes (Giannini et al, 2015; Klatt et al, 2014; Garrat et al, 2014).

A produção de cultivos agrícolas dependentes de agente biológicos vem crescendo nas últimas décadas, fato evidenciado por dados das exportações de alimentos entre 1961-2006 (Aizen et al, 2009). Há casos de culturas agrícolas, onde a polinização cruzada não é obrigatória, como no caso do café, da canola, da soja, do tomateiro e do morangueiro. No entanto, na presença de polinizadores a validade, a quantidade de sementes, o formato e valor nutritivo dos frutos são maiores (Malagodi-Braga & Keinert, 2004; Bommarco et al, 2002; Klatt et al, 2014; Garret et al, 2014; Junqueira & Augusto, 2016).

O café é uma bebida consumida mundialmente, proveniente da infusão dos grãos das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (Ferrão, 2004). Depois do petróleo, o café é o segundo produto mais comercializado do mundo (Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2013).

O Brasil se destaca como maior produtor e exportador e segundo maior consumidor mundial de café. Além do Brasil, a Colômbia, Indonésia, Vietnã, Costa do

Marfim e Uganda, são países que se destacam como grandes produtores de café (Thomaziello, 1996).

O café possui flores bissexuais e apresenta grande diversidade de sistemas reprodutivos dentre os quais podemos destacar a dicogamia e a heterostilia (Bawa & Beach, 1983), os quais podem interferir minimizando as chances de autofecundação e maximizando a fecundação cruzada (Lloyd & Webb, 1986; Ganders, 1979). Assim, o sucesso reprodutivo da planta pode ser influenciado pelo desempenho dos visitantes florais (Gómez, 2002). A qualidade assim como a quantidade das sementes produzidas também pode ser afetada, devido à fecundação dos óvulos que pode estar diretamente relacionada à carga de pólen depositada no estigma (Brody & Mitchell, 1997). Klein et al. (2003a), verificaram um aumento na produtividade de *Coffea arabica*, de acordo com a diversidade de polinizadores.

1.1 - Objetivo

Considerando o papel das abelhas para a polinização do café e a importância econômica desse cultivo, o objetivo do estudo foi verificar o efeito da abundância de abelhas *Apis* e não-*Apis* na produção de frutos de *Coffea arabica*.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Áreas de estudo

O estudo foi conduzido em duas áreas de cultivo comercial, localizadas no município de Araguari (18° 38' 50" S; 48° 11' 14" W). Ambas áreas possuem temperatura média atual de 21.2°C e precipitação anual de 1566mm.

2.2 - PROCEDIMENTOS

2.2.1 - Experimentos de polinização

Os experimentos de polinização foram feitos de acordo com o método proposto por Lopes (2019) e realizados no período de agosto a novembro de 2017. Em cada cultivo, para verificar se havia diferenças entre a formação de frutos em inflorescências sujeitas a visitação de polinizadores e inflorescências sujeitas somente a autopolinização, foram selecionados e marcados dois ramos com altura e orientação similares onde foram contados o número de botões florais. Dos ramos marcados, um foi ensacado com saco de organza (sujeito somente a autopolinização), durante todo o período de floração, para impedir a visitação. A contagem dos frutos obtidos nos dois ramos foi realizada no período de colheita, onde a maioria dos frutos encontrava-se maduro.

2.2.2- Amostragens dos visitantes florais

As amostragens referentes aos visitantes florais foram realizadas nas duas áreas de estudo, no período de agosto a novembro de 2017, por Desirée Meireles, como parte dos experimentos propostos para sua dissertação de mestrado (Lopes 2019). Em cada área foram selecionados 15 pés de café aleatoriamente para realizar as observações sobre a abundância de visitantes florais nos ramos selecionados (pés com visitas monitoradas). Os pés foram marcados e geolocalizados. Cada pé marcado foi observado por 10 minutos, em três diferentes períodos do dia: logo após as flores apresentaram antese às 9h, às 12h e 15h, para amostrar todo o espectro de atividade dos principais visitantes florais. Os visitantes foram capturados com auxílio de uma rede entomológica e colocados em uma “câmara mortífera” contendo acetato de etila. Foram classificados em dois grupos: um incluindo as abelhas *Apis mellifera* e outro todas as outras abelhas,

denominado como não-*Apis*. Posteriormente, foram acondicionados em potes individuais, os quais foram armazenados em um freezer para posterior montagem e identificação.

2.2.3 - Análises estatísticas

Foi realizado um Generalized Linear Model (GLM) para comparar a abundância de *Apis mellifera* e não-*Apis* nas duas áreas de estudo. Para verificar a formação de botões florais e frutos maduros entre as duas áreas foram realizados Testes T. As análises foram realizadas utilizando o software R Studio 3.6.0.

3- RESULTADOS

3.1- Experimentos de polinização

Considerando as duas áreas, a produção de frutos foi maior nos ramos expostos à polinização cruzada (C), além da autopolinização, do que aqueles ramos ensacados e expostos somente a autopolinização (A) ($p=0,01$) (Figura 1).

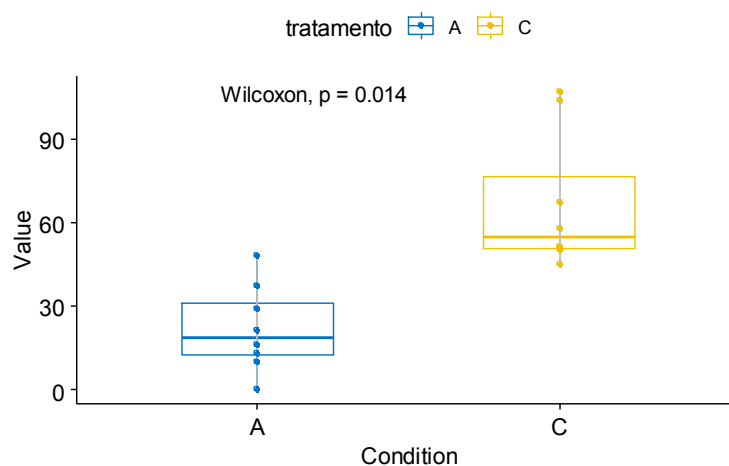


Figura 1- Produção de frutos nos ramos susceptíveis somente a autopolinização (A) e naqueles sujeitos a polinização cruzada (C) + autopolinização, nas duas áreas de cultivo do município de Araguari (Áreas 1 e 2).

3.2- Abundância de *Apis mellifera* e de abelhas não-*Apis*

Na área 1, a abundância de *Apis mellifera* foi de 111 indivíduos e de não-*Apis* 65 indivíduos. Na área 2, a abundância de *A. mellifera* foi 58 espécimes e de não-*Apis* de 51 (Figura 2). Não houve diferença na abundância de *Apis* e não-*Apis* entre as duas áreas amostradas (Chisq= 0.70; df= 1; p= 0.40).

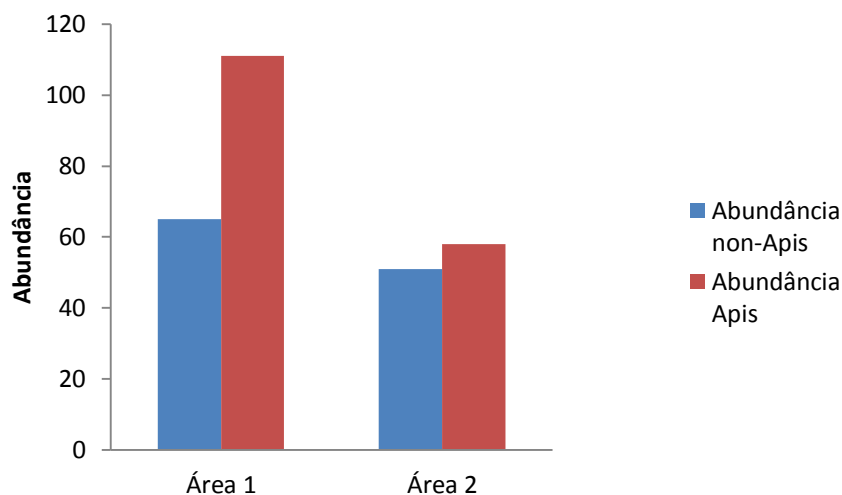


Figura 2- Abundância de *Apis* e não-*Apis* nas duas áreas de cultivo de café, localizadas no município de Araguari (Áreas 1 e 2).

3.3- Total de botões marcados e frutos formados nos ramos com visitação monitorada.

Na área 1, foram marcados 985 botões florais e observado o total de 106 frutos maduros formados (10,76%), enquanto na área 2, foram marcados 520 botões florais e observado o total de 68 frutos maduros (13,08%) (Figura 3). Apesar do número de botões marcados ter sido maior na área 1 ($t= 2.67$; $df= 6$; $p= 0.03$), não houve diferença na formação de frutos maduros entre as duas áreas ($t= 0.84$; $df= 6$; $p= 0.43$).

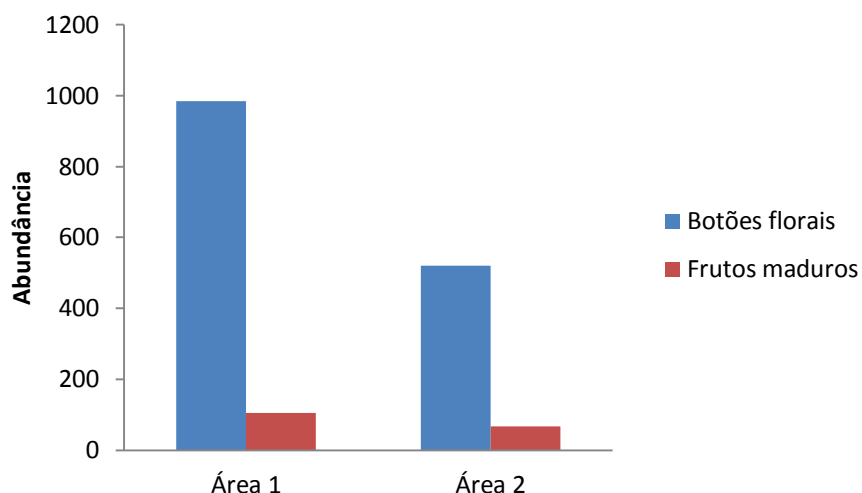


Figura 3- Número total de botões florais marcados, comparado ao número total de frutos maduros, nas áreas de cultivo do município de Araguari (Áreas 1e 2)

4- DISCUSSÃO

Coffea arabica possui reprodução autógama, ou seja, por meio da autofecundação, podendo ter 90% de suas flores fertilizadas por pólen e óvulo provenientes do mesmo indivíduo (Sakiyama et al., 1999). Apesar de ser autofértil, apresenta polinização cruzada em torno de 5% a 15%, decorrente da ação dos ventos e principalmente de insetos (Matiello et al, 2002). O café floresce apenas uma vez ao ano, por esse fator, para que não ocorra dispersão dos polinizadores para outros locais é importante que outros recursos estejam próximos (Klein et al, 2003a). A floração se divide em três partes, diferenciação, quiescência e abertura floral e diversos fatores podem influenciar cada fase (Kumar, 1979).

Os nossos experimentos de polinização mostraram que as inflorescências expostas à visitação produziram um maior número de frutos. Estudos realizados em cafezais concluíram que inflorescências sob ação dos visitantes florais, produzem frutos em maior número e peso médio, comparados a plantas ensacadas (Ricketts et al, 2008;

Roubik, 2002). Contudo, durante os primeiros quatro a cinco meses de desenvolvimento muitos frutos caem, a maioria dos quais não são fertilizados (Free, 1993).

Considerando-se o maior número de frutos produzidos nos ramos expostos a visitação, nos experimentos de polinização, acredita-se que, a não ocorrência de diferença na formação de frutos maduros entre as duas áreas, verificada nos experimentos de visitação monitorada, deve-se ao fato do número de visitantes florais *Apis* e *Não-Apis*, não ter variado significativamente entre as áreas. Já foi constatado que diversas espécies de abelhas polinizam o café, principalmente, a *Apis mellifera*, geralmente a mais freqüente (Nogueira-Neto et al, 1959). Ao comparar a polinização por abelhas e práticas de manejo da cultura de café, Boreux et al. (2010) observaram que a abundância de abelhas foi significativa para maior produção do cafeeiro, em medida de número de grãos. Vários autores também comprovaram que a polinização resultante de *A. mellifera* impacta no aumento do número de grãos de café (Amaral, 1952, 1960, 1972; Malerbo-Souza et al, 2003), outros autores evidenciaram que o peso dos frutos foi 25% maior na presença de polinizadores no cafeeiro (Ricketts, 2004; Klein et al, 2008).

5- CONCLUSÃO

Considerando-se que ramos expostos a visitação apresentam um número significativamente maior de frutos e que as áreas não apresentaram diferenças quanto à abundância de abelhas e formação de frutos, pode-se concluir que os visitantes florais têm efeito na produção de frutos do café.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M.A. & HARDER, L.D. 2009. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Curr. Biol.* 19:915-918.
- AMARAL, E. Ação dos insetos na polinização do cafeeiro “Caturram”. *Revista de Agricultura, Piracicaba*, v.35, p.139-147, 1960.
- AMARAL, E. Ensaio sobre a influência de *Apis mellifera* L. na polinização do cafeeiro (Nota prévia). Piracicaba: Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, 1952. 6p. (Boletim Técnico, 9).
- AMARAL, E. Polinização entomófila de *Coffea arabica* L., raio de ação e coleta de pólen pela *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (*Hymenoptera; Apidae*), em cafezal florido. 1972. 82f. Tese de Livre Docência - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Indicadores da Indústria de Café no Brasil, 2012.
- BAWA, K. S., & BEACH, J. H. 1983. Self- Incompatibility System in the *Rubiaceae* of a Tropical Lowland Wet Forest. *American Journal of botany*, 70(9), 1281 -1288.
- BOREUX, V.; CHEPPUDIRA, K. G.; VAAST, P.; GHAZOUL, J. Bee pollination and coffee production in the context of various management practices. In: WORLD FOOD SYSTEM – A CONTRIBUTION FROM EUROPE, 1., 2010. Zurich. Proceedings... Zurich: Department of Environmental Sciences, 2010. p.321.
- BRODY, A.K. & Mitchell, R.J. 1997. Effects of experimental manipulation of inflorescence size on pollination and pre-dispersal seed predation in the humming bird pollinated plant *Ipomopsis aggregata*. *Oecologia* 110: 86-93

FERRÃO, R. G. Biometria aplicada ao melhoramento genético. 2004b. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

FREE, J. B. Insect pollination of crops. New York: Academic Press, 1993. 684p.

GANDERS, F. R., 1979. The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany* 17, 607-635.

GARIBALDI, et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, v.339, p.1608-1611, 2013. DOI: 10.1126/science.1230200.

GARRET, M.P.D. et al. Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agric. Ecosyst. Environ* n. 184, p.35-40. 2014.

GIANNINI, T.C. et al. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie* n. 46, p.209- 223. 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, p.1-9, 2015a. DOI:10.1093/jee/tov093.

GOMEZ, J.M. Generalizations in the interactions between plants and pollinators. *Revista Chilena de História Natural*, Santiago de Chile, v.75,n.1,p.105-116,2002

JUNQUEIRA, C.N.; AUGUSTO, S.C. Bigger and sweeter passion fruits: effect of pollinator enhancement on fruit production and quality. *Apidologie*, 2016. DOI:10.1007/s13592-016-0458-2

KLATT, B.K. et al. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proc. Biol. Sci.* n. 281, p. 20132440. 2014.

KLEIN A-M, et al. Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (*Rubiaceae*). *American Journal of Botany*, n. 90, p. 153-157. 2003a.

KLEIN, A. M.; CUNNINGHAM, S. A.; BOS, M.; STEFFAN-DEWENTER, I. Advances in pollination ecology from tropical plantation crops. *Ecology*, Washington, v.89, n.4, p.935-943, 2008.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I. ; TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 270: p.955-961, 2003a.

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

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, v.8, p. 468–79, 2005.

KUMAR, D. Some aspects of the physiology of *Coffea arabica*. L A review. *Kenia Coffee*, Nairobi, v.44, 9-47, 1979.

MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT, A.M.P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? *Aust. J. Agric. Res.* n. 55, p. 771-773. 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T. et al. Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 40: p.272-278, 2003.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. *Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações*. MAPA/ PROCAFÉ e Fundação Pro café, 2002. 387p.

NOGUEIRA-NETO, P.; CARVALHO, A.; ANTUNES, H. Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. *Bragantia*, Instituto Agrônomo de Campinas, v.18, p.441-468, 1959.

RICKETTS, T. H. Tropical forest fragments enhance pollinators activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology*, Califórnia, v.18, n.5, p.1262-1271, 2004.

ROUBIK, D. W. The value of bees to the coffee harvest. *Nature*, 417: 708, 2002.

SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L. Melhoria de café arábica. In: BORÉM, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999. p. 189-204.

THOMAZIELLO, R. A. *Cultura do Café*. 2. ed. Boletim Técnico, CATI/ Campinas, n. 193, 1996.

WEBB, C. J, LLOYD, D. G., 1986. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in Angiosperms II. *Hercogamy*. *New Zealand Journal of Botany* 24, pp. 163-178.