



## ABELHAS ASSOCIADAS AO CAFEIEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO NO SEMIÁRIDO DA BAHIA, BRASIL

BEES ASSOCIATED WITH COFFEE IN DIFFERENT FARMING SYSTEMS IN THE BAHIA SEMI-ARID, BRAZIL

ABEJAS ASOCIADAS AL CAFETO EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EN EL SEMI-ÁRIDO DE LA BAHÍA, BRASIL

Jennifer Guimarães Silva<sup>1</sup>; Ana Luiza de Jesus Gusmão<sup>2</sup>; Raquel Pérez-Maluf<sup>3</sup>; Ruth Santos Sousa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutora, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Vitória da Conquista, Bahia, Brasil; <sup>2</sup>Mestre, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Faculdade Venda Nova do Integrante - FAVENI, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil; <sup>3</sup>Doutora, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil; <sup>4</sup>Mestra, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas, Brasil.

\*Autor correspondente: [jenniferguimas@gmail.com](mailto:jenniferguimas@gmail.com).

Recebido: 17/11/2021 | Aprovado: 02/02/2022 | Publicado: 11/02/2022

**Resumo:** Neste trabalho, buscou-se verificar se a diversidade de abelhas é alterada com as diferentes formas dos agrossistemas de café e se a mesma se mantém em todas as fases (vegetativa e reprodutiva) de desenvolvimento, observando quatro sistemas de cultivo da variedade Catuaí, dois arborizados e com ambos sistemas convencional e sem agrotóxicos (SAT), associados a grevileas (*Grevillea robusta*), e dois a pleno sol (SAT e convencional) em dois períodos de avaliação (vegetativa e reprodutiva). Realizou-se um monitoramento quinzenal, com dez armadilhas do tipo Moericke, que permaneceram no campo por 48h, e rede entomológica. Na fase vegetativa, coletaram-se 193 espécimes de abelhas, distribuídas em 21 espécies, 18 gêneros, sete tribos e quatro famílias, sendo os gêneros mais abundantes *Apis* (37,8%), *Melitomella* (16,1%), *Exomalopsis* (10,9%) e *Oxaea* (10,9%). Para o período reprodutivo, coletaram-se 351 espécimes de nove espécies das famílias Apidae e Halictidae. Observou-se que os fatores que interferiram na composição da comunidade de abelhas podem estar relacionados ao uso de agrotóxicos e à ausência de plantas daninhas na entrelinha do no período vegetativo. Durante a fase reprodutiva do café, a diversidade de abelhas diminuiu devido à presença intensa de abelhas sociais. *Trigona spinipes* (36,8%), *Apis mellifera* (33%) e *Schwarziana quadripunctata* (19,9%) foram as espécies mais frequentes nas flores do cafeeiro em todos os agrossistemas estudados.

**Palavras-chave:** Agrossistema. Apoidea. Hymenoptera. Moericke. Visitantes florais.

**Abstract:** In this work, we sought to verify if the diversity of bees is altered by the different types of coffee agrosystems and if it is maintained at all development stages (vegetative and reproductive), observing four cultivation systems of the Catuaí variety, two arborized and with both conventional and without pesticides systems (SAT), in association with grevillea (*Grevillea robusta*), and two at full-sun (SAT and conventional) for two evaluation periods (vegetative and reproductive). A fortnight monitoring was carried out, with ten traps of the Moericke type, which remained in the field for 48 hours, and an entomological net. In the vegetative phase, 193 bee specimens were collected, distributed in 21 species, 18 genera, seven tribes and four families, with the most abundant genera being *Apis* (37.8%), *Melitomella* (16.1%), *Exomalopsis* (10.9%) and *Oxaea* (10.9%). For the reproductive period, 351 specimens from nine species of the Apidae and Halictidae families were collected. It was observed that the factors that interfered in the bee community composition may be related to the use of pesticides and the absence of weeds between the rows during the vegetative period. During the coffee reproductive phase, the bee diversity decreased due to the intense presence of social bees. *Trigona spinipes* (36,8%), *Apis mellifera* (33%) and *Schwarziana quadripunctata* (19,9%) were the most frequent species in the coffee flowers for all studied agrosystems.

**Keywords:** Agrosystem. Apoidea. Hymenoptera. Moericke. Floral visitors.

**Resumen:** En este trabajo, buscó verificar si la diversidad de abejas es alterada con las diferentes formas de los agroecosistemas de café y si la misma se mantiene en todas las fases (vegetativa y reproductiva) de desarrollo, observando cuatro sistemas de cultivo de la variedad Catuaí, dos arborizadas (SAT y convencional), asociadas a grevilleas (*Grevillea*

*robusta*), y dos a pleno sol (SAT y convencional) en dos periodos de evaluación (vegetativa y reproductiva). Se realizó una monitorización quincenal, con diez armadillos del tipo Moericke, que permanecieran en el campo por 48 h, y red entomológica. En la fase vegetativa, se colectarán 193 especímenes de abejas, distribuidas en 21 especies, 18 géneros, siete tribus y cuatro familias, siendo los géneros más abundantes *Apis* (37,8%), *Melitomella* (16,1%), *Exomalopsis* (10,9%) y *Oxaea* (10,9%). Para el periodo reproductivo, colectarán 351 especímenes de nueve especies de las familias Apidae y Halictidae. Se observó que los factores que interferirán en la composición de la comunidad de abejas pueden estar relacionados con el uso de agrotóxicos y a la ausencia de plantas dañinas en la entrelínea del periodo vegetativo. Durante la fase reproductiva del café, la diversidad de abejas disminuyó debido a la presencia intensa de abejas sociales. *Trigona spinipes* (36,8%), *Apis mellifera* (33%) y *Schwarziana quadripunctata* (19,9%) fueron las especies más frecuentes en las flores de los cafetos en todos los agroecosistemas estudiados.

**Palabras-clave:** Agroecosistema. Apoidea. Hymenoptera. Moericke. Visitantes florales.

## 1 INTRODUÇÃO

A dependência dos produtos convencionais, associado à busca por mercados mais exigentes, proporcionou o desenvolvimento de diferentes sistemas de cultivo que podem ser encontrados hoje na cafeicultura moderna: a) o cultivo convencional a pleno sol, embasado no monocultivo e consumo de insumos intensivos; b) o café convencional sombreado/arborizado (agroflorestal), que mantém o uso de insumos externos; c) o sistema sem agrotóxicos (SAT) ou organo-mineral, fundamentado a não utilização de agrotóxicos; d) o sistema natural, cujas práticas estão baseadas em conceitos ecológicos e mantém o sistema de produção igual aos encontrados na natureza; e e) o cultivo orgânico, que também pode ser sombreado ou a pleno sol, fundamentado em princípios agroecológicos e de conservação de recursos naturais (Ricci, Araújo & Franch, 2002).

O café, apesar de ser considerado tradicionalmente como autopolinizável (Free, 1993), com a polinização cruzada, Malerbo-Souza et al. (2003) observaram um aumento no número médio de grãos produzidos em dois anos consecutivos, aproximadamente 38% e 168% em 1993 e 1994, respectivamente, em flores deixadas descobertas, quando comparadas às flores cobertas. As inflorescências produzem mais frutos e com peso médio superior, quando comparados às plantas que tinham suas inflorescências ensacadas (Ricketts et al., 2008).

Há muito tempo a ação dos polinizadores é conhecida e considerada como um elemento chave na produção agrícola e na conservação ambiental (Imperatriz-Fonseca et al., 2012; Khalifa et al., 2021). As abelhas são os principais agentes polinizadores das angiospermas e essa relação deriva das interações promovidas pela busca de recursos pelas abelhas nas flores (néctar, pólen, óleos, entre outros) e o favorecimento da polinização. O pólen constitui a fonte proteica e o néctar a fonte de energia para a manutenção das colmeias, enquanto a transferência do pólen para o estigma das flores garante a reprodução das plantas, conseqüentemente a perpetuação da espécie vegetal (Souza & Evangelista-Rodrigues, 2007).

Algumas práticas para manutenção de paisagens podem ser aplicadas como objetivo de elevar a densidade e diversidade de polinizadores nativos nas áreas agrícolas, além de promover a manutenção dos mesmos como conservar e/ou restaurar habitats para a nidificação, adoção de sistemas de manejo do solo, com a finalidade de diminuir danos causado à abelhas que possuem ninhos subterrâneos e disponibilizar recursos alternativos com manutenção de áreas naturais e diversidade vegetal, como áreas de floresta, áreas periféricas ou

de entorno aos cultivos com corredores que promovam a conectividade de habitats e a redução na utilização de agrotóxicos, quando necessária a aplicação (Goulson *et al.*, 2015; Klein *et al.*, 2007; Witter *et al.*, 2014).

Portanto, a pesquisa nacional deve avaliar cientificamente diferentes sistemas de produção de café, obtendo informações qualitativas e quantitativas sobre a melissofauna, tendo em vista a sustentabilidade e o ganho de competitividade do produto brasileiro. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo verificar se a diversidade de abelhas é alterada com os diferentes sistemas de cultivo de café e se essa diversidade se mantém nas fases vegetativa e reprodutiva.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e caracterização edafoclimática da área experimental

O estudo foi realizado em lavouras de café no município de Barra do Choça, BA, localizado em uma região de altitude elevada, acima de 800 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é tipo Aw - verões chuvosos e invernos secos (Kottek *et al.*, 2006), com precipitação anual média em torno de 700 mm e solo predominante Latossolos Amarelos distróficos húmico (Santos, 2013).

Foram observados quatro sistemas de cultivo de café da variedade Catuaí (vermelho e amarelo) distanciadas umas das outras, em linha reta, em média 6,8 Km, sendo dois arborizados, associados a grevileas (*Grevillea robusta* A. Cunn), dispostos em renques, em espaçamento que varia de 7,0 x 4,0 m a 27,0 x 6,0 m, sem uso de agrotóxico – SAT (Fazenda Santa Terezinha, 14°55'36,8"S, 40°33'02,7"W, 888 m de altitude – ArbSAT) e convencional (Sítio Boa Vista, 14°58'14,7"S, 40°35'58,8"W, 979 m de altitude – ArbCon) e dois a pleno sol: sem uso de agrotóxico – SAT (Fazenda Muritiba, 14°48'57,3"S, 48°30'49,1"W, 891 m de altitude – PsSAT) e convencional (Fazenda Nova Estância, 14°52'05,8"S, 40°33'16,4"W, 851 m de altitude – PsCon).

Em todas as propriedades, os cafeeiros foram cultivados em condições de sequeiro. Para o controle das plantas daninhas, foram utilizadas quatro roçadas em todo o período experimental nas propriedades com manejo SAT. No agrossistema ArbCon, o controle das plantas daninhas não era realizado, pois a vegetação não se estabelecia por conta da espessa camada de matéria orgânica que era depositada nas entrelinhas oriunda tanto da planta quanto do processamento do café.

### 2.2 Métodos de Amostragem

A amostragem foi realizada com armadilhas Moericke e rede entomológica, de junho de 2014 a dezembro de 2015, em cada agrossistema, de forma diferenciada para os períodos vegetativo e reprodutivo do café (presença de flores). Em cada agrossistema, foram instalados dois pontos amostrais rentes à linha de plantio, no centro da lavoura, separados a 50 m entre si. Cada ponto consistia em cinco estacas contendo dez copos (dois por estaca), separadas a cada 10 m.

A rede entomológica foi utilizada percorrendo os cultivos com movimentos em infinito, ao longo das entrelinhas do plantio, das 8:00 às 13:00h, por 50 min. em cada área, durante a fase vegetativa do café com

intervalos de 30 min. entre uma e outra. As visitas às propriedades eram realizadas de forma alternada, com o intuito de evitar o possível efeito da temperatura no horário de forrageamento das abelhas.

Para o levantamento na fase reprodutiva do café (durante a florada), que ocorreu entre outubro e novembro dos dois anos de estudo, foram utilizadas as mesmas metodologias, contudo, durante a coleta com a rede entomológica, além dos movimentos em infinito, também coletaram-se as abelhas diretamente nas flores.

O material amostrado foi acondicionado, etiquetado e encaminhado ao Laboratório de Biodiversidade do Semiárido – LABISA para ser triado. As abelhas coletadas foram montadas, identificadas no menor nível taxonômico possível com o auxílio da chave de identificação de Silveira, Melo & Almeida (2002), e depositadas na Coleção de Abelhas do LABISA da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

### 2.3 Análise estatística

A fauna de Apoidea foi caracterizada qualitativamente e quantitativamente. Os estimadores de riqueza (S), significando a quantidade de famílias (Silveira Neto, Nakano, Barbin & Nova, 1976). Os índices de diversidade de Shannon (H') (Southwood, 1978) e Equitabilidade (J) (Krebs, 1986) foram utilizados para estimar a diversidade na comunidade. Os índices de diversidade foram comparados usando o teste t a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa PAST (Paleontological Statistics 3.06, Hammer, Harper & Ryan, 2001).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase vegetativa, foram coletados, em números absolutos, 193 espécimes de abelhas, distribuídas em 21 espécies, 18 gêneros, sete tribos e quatro famílias, das cinco que podem ser encontradas no Brasil (Tabela 1). Os gêneros mais abundantes foram *Apis* (37,8%), *Melitomella* (16,1%), *Exomalopsis* (10,9%) e *Oxaea* (10,9%).

**Tabela 1** - Abelhas coletadas com armadilha tipo Moericke e rede entomológica nos agrossistemas de café em fase vegetativa: Arborizado Convencional e SAT; Pleno Sol Convencional e SAT; e os dados de Riqueza (S), índice de diversidade de Shannon (H) e Equitabilidade (J) no Semiárido da Bahia, Brasil, 2017.

Táxon	Espécies	Arborizado		Pleno Sol		Total Geral	
		SAT	Conv.	SAT	Conv.		
<b>1. Andrenidae</b>							
Oxaeinae	<i>Oxaea</i> sp.1	1	0	4	5	10	
	<i>Oxaea</i> sp.2	0	0	8	3	11	
Panurginae							
Calliopsini	<i>Acamptopoeum</i> sp.	1	0	0	0	1	
<b>2. Apidae</b>							
Apinae							
Apini	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	34	0	29	10	73	
	<i>Bombus</i> sp.	2	0	0	0	2	
	<i>Euglossa</i> sp.	0	0	1	0	1	
	<i>Friesella</i> sp.	3	0	2	0	5	
	<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	0	0	1	0	1	
	<i>Paratrigona</i> sp.	3	0	0	0	3	
	<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)	2	0	0	0	2	
	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	3	0	0	0	3	
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	15	1	1	2	19	
Emphorini	<i>Diadasia</i> sp.	1	0	0	0	1	
	<i>Melitomella</i> sp.1	0	0	28	2	30	
	<i>Melitomella</i> sp.2	0	0	1	0	1	
Exomalopsini	<i>Exomalopsis</i> sp.1	2	0	2	3	7	
	<i>Exomalopsis</i> sp.2	2	0	3	9	14	
<b>3. Halictidae</b>							
Halictinae							
Augochlorini	<i>Augochlora</i> sp.	2	0	0	0	2	
	<i>Augochloropsis</i> sp.	2	1	1	1	5	
Halictini	<i>Pseudagapostemon</i> sp.	0	0	0	1	1	
<b>4. Megachilidae</b>							
Megachilinae							
Megachilini	<i>Megachile</i> sp.	0	0	0	1	1	
		<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>2</b>	<b>81</b>	<b>37</b>	<b>193</b>
		<b>S</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	
		<b>H'</b>	<b>1,84</b>	<b>0,69</b>	<b>1,69</b>	<b>1,98</b>	
		<b>J</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>0,68</b>	<b>0,86</b>	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Os agrossistemas SAT, independente da paisagem, apresentaram os maiores valores de abundância e riqueza. Com relação à diversidade, o maior índice foi observado no agrossistema pleno sol convencional, seguido do arborizado SAT e pleno sol SAT, por fim, o arborizado convencional. Esse índice correlaciona a abundância com a equitabilidade que, por sua vez, está relacionada com a uniformidade dos indivíduos dentro da comunidade. Foi possível observar que, nos sistemas arborizados, esses valores foram menores, devido à dominância de algumas espécies (Tabela 1).

A heterogeneidade da paisagem favorece a diversidade de abelhas nativas e reforça a necessidade de manter e restaurar os refúgios naturais (Armas-Quñonez *et al.* 2020; Geeraert *et al.* 2020; Khalifa *et al.* 2021). O impacto do contexto de paisagem sobre taxas de visitação e frutificação das culturas foi avaliado com a proporção direta de *habitats* pouco modificados em torno da paisagem (Kremen *et al.*, 2004; Morandin & Winston, 2006). O agrossistema pleno sol SAT foi o que apresentou maior riqueza em relação aos demais. Klein,

Steffan-Dewenter & Tscharrntke (2003) observaram que o sucesso da polinização do café está relacionado à diversidade e não abundância de abelhas visitantes florais, de modo que o papel coletivo de uma comunidade rica em espécies de abelhas é de grande importância

Avaliando a diversidade de abelhas ao longo do período vegetativo, observou-se que os maiores valores de abundância e riqueza foram constatados nos agrossistemas SAT, que não utilizava agrotóxicos, mostrando que, neste caso, a paisagem não apresentou efeito significativo. Este padrão pode estar relacionado à disponibilidade de recursos nos agrossistemas estudados.

A espécie de abelhas *Apis mellifera* apresentou a maior abundância (37,8% e 33% dos indivíduos coletados) nas duas fases de coleta, corroborando outros autores em estudos realizados no Brasil (Fávero *et al.*, 2000; Malerbo-Souza & Halak, 2012). A eficiência da abelha melífera como polinizadora dá-se pelo seu trabalho constante, sendo comprovada na melhoria da produção de frutos de café, pois, na ausência desses polinizadores, há redução na produção, assim como no tamanho dos frutos (Nogueira-Couto & Couto, 2006).

Para o período reprodutivo, em números absolutos, foram coletados 351 espécimes de abelhas, contudo, capturaram-se apenas nove espécies, pertencentes às famílias Apidae e Halictidae. A família Apidae corresponde a 99,4% dos indivíduos coletados, divididos em oito espécies da tribo Apini (Tabela 2). As espécies mais frequentes foram *Trigona spinipes* (36,8%), *Apis mellifera* (33%) e *Schwarziana quadripunctata* (19,9%) (Tabela 2).

**Tabela 2** – Táxon e espécies de abelhas coletadas durante a fase reprodutiva, com rede entomológica nos agrossistemas de café: Arborizado Convencional e SAT; Pleno Sol Convencional e SAT; e os dados de Riqueza (S), Índice de diversidade de Shannon (H) e Equitabilidade (J) no Semiárido da Bahia, Brasil, 2016.

Táxon	Espécies	Arborizado		Pleno Sol		Total Geral
		SAT	Conv.	SAT	Conv.	
<b>1. Apidae</b>						
Apinae						
Apini	<i>Apis mellifera</i>	12	36	22	46	116
	<i>Friesella</i> sp.	3	4	1	0	8
	<i>Melipona quadrifasciata</i>	0	1	1	0	2
	<i>Oxitrigona</i> sp.	0	7	0	0	7
	<i>Paratrigona</i> sp.	8	0	4	0	12
	<i>Schwarziana quadripunctata</i>	4	0	66	0	70
	<i>Tetragonisca angustula</i>	4	0	2	0	6
	<i>Trigona spinipes</i>	19	62	40	8	129
<b>2. Halictidae</b>						
Halictinae						
Augochlorini	<i>Augochloropsis</i> sp.	0	0	1	0	1
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>110</b>	<b>137</b>	<b>54</b>	<b>351</b>
<b>S</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	
<b>H'</b>		<b>1,58</b>	<b>1,03</b>	<b>1,29</b>	<b>42</b>	
<b>J</b>		<b>0,88</b>	<b>0,64</b>	<b>0,61</b>	<b>0,61</b>	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Observando os dados das amostras realizadas na fase reprodutiva do cafeeiro para os diferentes agrossistemas, constatamos que, no geral, foram coletadas apenas abelhas sociais. Isso pode estar relacionado com o fato dessas espécies apresentarem a capacidade de comunicar a localização das fontes de alimentos para outras operárias, além de possuírem colônias populosas, possibilitando o aparecimento nas flores de um número

elevado de abelhas provenientes de uma única colônia (Sakagami, Laroca & Moure, 1967; Reichle *et al.*, 2013). Esses dados corroboram Silva, Nascimento & Pérez-Maluf (2020), quando caracterizaram os visitantes florais em café na mesma região.

Para o efeito de paisagem, os sistemas de cultivo arborizados apresentaram diversidade similar, sendo que o efeito da aplicação de agrotóxicos não foi verificado. Já nos agrossistemas a pleno sol, a utilização dos agrotóxicos pode ter contribuído para a diminuição da diversidade de abelhas. Outros trabalhos relatam que, para as culturas do melão e do café, a maior variação no sucesso da polinização foi encontrada em locais da agricultura intensificada isolada, a partir de *habitats* naturais ou seminaturais (Kremen *et al.*, 2004; Steffan-Dewenter *et al.*, 2006). Para o café, Hipólito *et al.* (2018) determinaram que a proximidade de áreas com mata nativa e a baixa intensidade do manejo seriam indicadores de maior riqueza de visitantes florais.

#### 4 CONCLUSÃO

Os sistemas de cultivo de café alteram a diversidade de abelhas em detrimento do uso de agrotóxicos; e a ausência de plantas daninhas na entrelinha do café interfere no período vegetativo. Durante a fase reprodutiva do café, a diversidade de abelhas diminui nos cultivos a pleno sol, devido à presença intensa de abelhas sociais. Os dados também apontam, que, além de *Apis mellifera*, as espécies *Trigona spinipes* e *Schwarziana quadripunctata* também podem ser manejadas para polinização dirigida em café na região da Barra do Choça.

#### Agradecimentos

Agradecemos aos produtores rurais que nos permitiram conduzir este experimento em suas propriedades e os estagiários do Centro Territorial de Educação Profissional – CETEP que tanto contribuíram com a coleta e triagem do material. Agradecemos também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão bolsa de estudo e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB pelo financiamento do projeto de pesquisa.

#### Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

#### Contribuições dos autores

Todos os autores contribuíram para a realização deste estudo com escrita, análise de dados e leitura crítica.

#### REFERÊNCIAS

Armas-Quiñonez, G., Ayala-Barajas, R., Avendaño-Mendoza, C., Lindig-Cisneros, R., del-Val, E. (2020). Bee diversity in secondary forests and coffee plantations in a transition between foothills and highlands in the Guatemalan Pacific Coast. *PeerJ* 8: e9257

- Fávero, A.C., Moraes, J. R., Perdigo, J. C., Abreu, J. A. S., Couto, R. H. N. (2000). Polinização entomófila em duas variedades de café (*Coffea arabica* var. Mundo Novo e var. Catuai Vermelho). *Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto - SP*.
- Free, J. B. (1993). *Insect pollination of crops*. Academic Press. London.
- Geeraert, L., Aerts, R., Berecha, G., Daba, G., De Fruyt, N., D'hollander, J., Helsen, K., Stynen, H. & Honnay, O. (2020). Effects of landscape composition on bee communities and coffee pollination in *Coffea arabica* production forests in southwestern Ethiopia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 288, 106706–106717.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*. 347: 6229.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. [Paleontología Electrónica] Versión 10.0.0. Disponível em: <[http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)>. Acesso em: 10 de janeiro. 2016.
- Hipólito, J., Boscolo, D. & Viana, B. (2018). Landscape and crop management strategies to conserve pollination services and increase yields in tropical coffee farms. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 256: 218–225. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.038>
- Imperatriz-Fonseca, V. L., Alves, D. A., Canhos, A. L. & Saraiva, A. M. (2012). Polinizadores e Polinização – Um Tema GloBAL. In: Imperatriz-Fonseca, V. L. *Polinizadores no Brasil*. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. Brasil. 488: 25-35.
- Khalifa, S. A. M., Elshafiey, E. H., Shetaia, A. A., Abd El-Wahed, A. A., Algethami A. F., Musharraf, S. G., AlAjmi M. F., Zhao, C., Masry S. H. D., Abdel-Daim, M. M., Halabi, M. F., Kai, G., Naggar, Y. A., Bishr, M., Diab, M. A. M. & El-Seedi H. R. (2021). Overview of bee pollination and its economic value for crop production, *Insects*, 12:688.
- Klein, A. M., Steffan-Dewenter, I. & Tschardtke, T. (2003). Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. Proceedings of the Royal Society of London B, *Biological Sciences*. 270, 955-961.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. & Tschardtke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society of London B, *Biological Sciences*. 274: 303–313. <http://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Kottek, M., Markus Kottek, Jürgen Grieser, Christoph Beck, Bruno Rudolf & Franz Rubel (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15: 259-263.
- Krebs, C. J. (1986). *Ecologia - Análisis experimental da la distribución y abundancia*. 3. ed. Madri: Ediciones Pirámide.
- Kremen, C., Neal M., Williams, Robert L., Bugg, John P., Fay & Robin W. Thorp (2004). The area requirements on an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters*, 7, 1109–1119. Doi: 10.1111 / j.1461-0248.2004.00662.
- Malerbo-Souza, D. T. & Halak, A. L. (2012). Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuai Vermelho”. *Científica*, 40(1),01-11.
- Morandin, L. A. & Winston, M. L. (2006). Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 116:289–292.
- Nogueira-Couto, R. H. & Couto, L. A. (2006). *Apicultura: Manejo e produtos*. Funep. 3. ed. Jaboticabal, São Paulo.

- Reichle, C., Aguilar, I., Ayasse, M., Twele, R., Francke, W., Jarau, S., (2013). Learnt information in species-specific 'trail pheromone' communication in stingless bees. *Anim. Behav.* 85, 225–232. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.10.029>
- Ricci, M dos S. F., Araújo, M. do C. F. & Franch, C. M. de C. (2002). *Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas*. EMBRAPA Informação Tecnológica. Brasília, Brasil. 101p.
- 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.](#), [Potts, S. G.](#), [Viana, B. F.](#) (2008). Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters*, 11(5), 499–515. Doi: [10.1111/j.1461-0248.2008.01157.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01157.x)
- Santos, H. G. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Revisada e Ampliada 3 ed. Embrapa. Brasília, Brasil.
- Sakagami, S. F., Laroça, S. & Moure, J. S. (1967). Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (Pr), South Brazil - preliminary report. *Journal of the Faculty of Science Hokkaido University* (Ser. 6, Zoology).19:253-291.
- Silva, M. F., Nascimento, L. O. L. S. & Pérez-Maluf, R. (2020). Abelhas polinizadoras e produção de frutos e sementes em café convencional. *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, 3(4), 4227-4237.
- Silveira, F. A., Melo, G. A. R. & Almeida, E. A. B. (2002). *Abelhas brasileiras: Sistemática e Identificação*. Min. Meio Ambiente/Fund. Araraucária. Belo Horizonte, Brasil.
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D. & Nova, N. A. V. (1976). *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- Souza, D. L. & Evangelista-Rodrigues, A. (2007). As abelhas como agentes polinizadores (The bees agents pollinizer's). REDVET. *Revista eletrônico de Veterinária*, 1695:7504.
- Steffan-Dewenter, I., Klein, A. M., Gaebele, V., Alfert, T. & Tschardt, T. (2006). Bee diversity and plant–pollinator interactions in fragmented landscapes. In: Waser, N. M. & Ollerton, J. (Eds.). *Specialization and generalization in plant–pollinator interactions* (pp. 387-410). Editora Chicago University Press. Chicago. United States of America.
- Witter, S. Nunes-Silva, P., Blochtein, B., Lisboa, B. B. Imperatriz-Fonseca, V. L. (2014). *As abelhas e a agricultura*. Porto Alegre: EdIPUCRS.