



**ABELHAS VISITANTES FLORAIS E
PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM
CAFÉ CONVENCIONAL**

MARCELA FERRAZ E SILVA

2013

MARCELA FERRAZ E SILVA

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS E PRODUÇÃO DE
FRUTOS E SEMENTES EM CAFÉ CONVENCIONAL**

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

Orientadora: Prof. Dra. Raquel Pérez-Maluf

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA-BRASIL
2013

S581a Silva, Marcela Ferraz e.
Abelhas visitantes florais e produção de frutos e sementes em
café convencional / Marcela Ferraz e Silva, 2013.
53f.: il., algumas col.

Orientador (a): Raquel Pérez-Maluf.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação de
Mestrado em Agronomia, Vitória da Conquista,
2013.

Referências: f.49-53.

1. Café convencional – Cultura - Florescimento 2.
Cafezais – Polinização. 3. *Apis mellifera*.

I. Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia. II. Pérez-Maluf, Raquel. III. T.

CDD: 633.73

Elinei Carvalho Santana – CRB-5/1026

Bibliotecária – UESB - Campus de Vitória da Conquista – BA

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

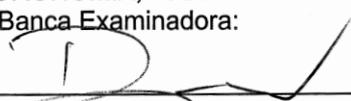
Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

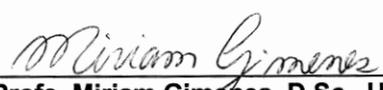
Título: “ABELHAS VISITANTES FLORAIS E PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM CAFÉ CONVENCIONAL”

Autora: Marcela Ferraz e Silva

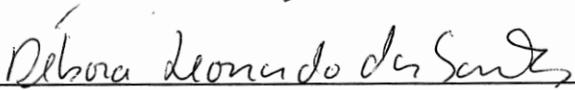
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



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



Profª. Miriam Gimenes, D.Sc., UEFS



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

Data de realização: 25 de Setembro de 2013.

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

À minha avó, Celina, exemplo de carinho e amor, por dedicar sua vida a mim e por todo o incentivo em meus estudos, a meu pai, Romildo (sempre presente), sei o quanto esse passo meu seria importante para ele e à minha filha, Isadora, por sua existência.

Com muito carinho, dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por toda a força em todos os momentos e por não me deixar desanimar diante das dificuldades;

À Prof. Dra. Raquel Pérez-Maluf, pela orientação, pela confiança, pela transmissão dos seus conhecimentos, pela disponibilidade, pela amizade construída, pelos intermináveis chocolates;

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

À todos os docentes que contribuíram com seus conhecimentos transmitidos;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos;

Aos colegas de mestrado, Rafael, Greice, John, Tânia e em especial minha companheira de todos as horas, Larissa, por ter tornado essa jornada ainda melhor e mais feliz!;

À meu avô, Anfilóbio, por ter disponibilizado a sua propriedade para a realização do experimento;

À meu sogro João pelos conhecimentos transmitidos;

À minha sogra Elenilza e minha cunhada Luciana, por sempre estarem disponíveis a ficar com minha filha para que eu pudesse realizar minhas atividades dedicadas ao mestrado;

Ao meu marido João e a minha filha Isadora, por compreender o quanto era necessário e importante para mim todo esse tempo dedicado aos estudos,

À minha querida irmã, que mesmo de longe sempre está presente e sempre torcendo por mim e me incentivando em tudo, e pelo abstract é claro! ; enfim

A todos que contribuíram para a realização dessa pesquisa, meu sincero MUITO OBRIGADA!

RESUMO

SILVA, M. F. **Abelhas visitantes florais e produção de frutos e sementes em café convencional.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2013. 53 p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia).*

Nos últimos anos vem crescendo a necessidade de pesquisas para o conhecimento das relações entre abelhas e plantas comercialmente exploradas. Estudos realizados em cafezais concluíram que as inflorescências quando submetidas aos visitantes florais produziam mais frutos e com peso médio superior quando comparados a plantas ensacadas. Com o objetivo de avaliar a diversidade de abelhas na cultura de café convencional e seu papel na produção de frutos e sementes do mesmo, um experimento foi conduzido em uma fazenda da região Sudoeste da Bahia, na região produtora de café da Barra do Choça, Fazenda Santa Celina, onde encontra-se um cafezal a pleno sol, durante a florada (outubro e novembro) de 2012. A lavoura é de *Coffea arabica*, variedade Catuaí, cultivada no espaçamento 4 x 1,5m, irrigada por gotejamento. No período de florescimento as abelhas coletadas foram identificadas e tiveram seu corpo analisado quanto ao grão de pólen encontrado e determinação da origem botânica. Foi avaliada a influência da visitação das abelhas na produção de frutos e sementes do café, e para isso foram realizados testes em ramos isolados com tecido voil e livres, dois ramos em cada planta, sendo um com polinização livre e o outro ensacado (50 plantas diferentes, totalizando 100 ramos). Além de 216 ninhos-armadilha que foram instalados na área para avaliar a ocorrência de nidificação de abelhas solitárias. Foram coletadas 186 espécimes de abelhas sobre as flores de café, com uma riqueza de cinco espécies, considerando os dois períodos de floração. Sendo 145 (78%) correspondente *Apis mellifera* ; 32 (17%) *Trigona spinipes* e as outras 9 (5%) corresponderam *Schwarziana quadripunctata* ; *Paratrigona* sp. e uma espécie da tribo Halictini. Do total de *A. mellifera* coletadas, aproximadamente 57% estavam transportando pólen e *T. spinipes* 35%. No tratamento polinização livre houve uma maior quantidade de frutos em relação ao tratamento ensacado. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao peso médio dos frutos, quanto ao peso médio das sementes úmidas e das sementes secas. Foram encontrados 15 ninhos fundados por abelhas solitárias nos ninhos-armadilha instalados, entretanto nenhuma destas espécies foi coletada visitando as flores do café. *Apis mellifera* foi a abelha mais frequente nas flores do cafeeiro, coletando tanto néctar quanto pólen, podendo ser considerada agente polinizadora efetiva da cultura em questão. A baixa diversidade de abelhas encontrada pode estar associada ao fato de se tratar de uma cultura distante de alguma mata nativa.

Palavras-chave: diversidade, cafezais, polinização, *Apis mellifera*

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

ABSTRACT

SILVA, M.F. **Flower-visiting bees and fruits and seeds production in conventional coffee**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2013. 53p. (Dissertation - Masters in Agronomy, Area of concentration in Crop Science).*

In recent years the need to search for the knowledge of the relationship between bees and plants commercially exploited has increased. Studies in coffee plantations have concluded that when subjected to flower visitors, inflorescences produced more fruits with higher weight when compared to bagged plants. Aiming to evaluate the diversity of bees in conventional coffee culture and its role in the production of fruits and seeds of the same, an experiment was conducted on a farm in the southwestern region of Bahia, in the coffee-producing region of Barra do Choça, Farm Santa Celina, where there is a coffee plantation in full sun during the bloom period (October and November) 2012. The crop is *Coffea arabica*, Catuaí, grown in a 4 x 1.5 m space, drip irrigated. During the flowering period the bees collected were identified and had their bodies analyzed for pollen grain found and botanical origin. The influence of bee visitation was evaluated in the production of fruits and seeds of the coffee, and tests were performed on isolated branches with fabric voile and free, two branches on each plant, one with open pollination and the other one bagged (50 different plants totaling 100 branches). Besides that, 216 trap nests were installed in the area to assess the occurrence of nesting of solitary bees. A total of 186 specimens of bees were collected on the coffee flowers, being of five different species, considering the two flowering periods. Being 145 (78%) corresponding to *Apis mellifera*; 32 (17%) to *Trigona spinipes* and the remaining 9 (5%) corresponded to *Schwarziana quadripunctata*; *Paratrigona* sp. and a species of the tribe Halictini. Of the total *A. mellifera* collected, approximately 57% were carrying pollen and *T. spinipes* 35%. In the open pollinated treatment there was a larger amount of fruits when compared to the bagged treatment. There was no significant difference between treatments for average fruit weight, the average weight of moist seeds and dry seeds. There were 15 nests by solitary bees found in the trap nests installed, however none of these species was collected visiting coffee flowers. Bee *Apis mellifera* was more frequent in coffee flowers, collecting nectar as well as pollen, being considered an effective pollinating agent in the culture in question. The low diversity of bees found may be associated with the

fact that it is a distant culture from its native vegetation.

Keywords: diversity, coffee plantations, pollination, *Apis mellifera*

*Adviser: Raquel Pérez-Maluf, *D.Sc.* - UESB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de satélite da área experimental. Barra do Choça, BA	31
Figura 2 - Parte da área experimental. Ramo coberto com voil. Barra do Choça-BA, setembro de 2012.....	32
Figura 3 - Ninhos-armadilha implantados na área experimental. Barra do Choça-BA, setembro de 2012.....	35
Figura 4 - Média de frutos por ramo nos tratamentos: ensacado e polinização livre	36
Figura 5 - Peso médio dos frutos nos tratamentos: ensacado e polinização livre	37
Figura 6 - Peso médio das sementes frescas nos tratamentos: ensacado e polinização livre.....	37
Figura 7 - Peso médio das sementes secas nos tratamentos: ensacado e polinização livre.....	38
Figura 8 - Frequência de abelhas coletadas em flores do café (<i>Coffea arabica</i> L.), durante o seu período de floração. Barra do Choça-BA, setembro e outubro de 2012.....	39
Figura 9 - Imagem de <i>Apis mellifera</i> coletando néctar na flor do café. Barra do Choça-BA, novembro de 2012.....	39
Figura 10 - Quantidade de abelhas apresentando pólen da flor do café em suas corbículas	40
Figura 11 - Total de ninhos de abelhas fundados no período de maio de 2012 a abril de 2013, o acumulado mensal de precipitações e a temperatura média mensal	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 A cultura do café na região Sudoeste da Bahia	14
2.2 A importância da polinização	15
2.3 O café e a polinização.....	19
3 REFERÊNCIAS.....	21
ARTIGO: Abelhas polinizadoras e produção de frutos e sementes em café convencional	26
RESUMO	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS	36
DISCUSSÃO	42
CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO GERAL

O café tem suas origens nos altiplanos da Etiópia e até ser introduzido pelos holandeses na América do Sul em 1718, passou pela Arábia e França. Há muito tempo, essa cultura vem desempenhando um papel importante na economia mundial, principalmente no Brasil.

No Sudoeste da Bahia encontra-se a região do Planalto de Vitória da Conquista, composta por doze municípios produtores de café: Vitória da Conquista; Barra do Choça; Poções; Planalto; Encruzilhada; Ribeirão do Largo; Itambé ; Caatiba; Iguai; Nova Canaã; Boa Nova e Ibicuí, onde o total das áreas cultivadas com “café arábica” é de aproximadamente 50 mil hectares, sendo o município de Barra do Choça o maior produtor da Bahia e do Norte e Nordeste do Brasil, com 18000 hectares plantados (DUTRA NETTO, 2004).

A cultura do café possui ciclo longo e exige grandes investimentos, portanto é necessário observar os diversos fatores que podem influenciar a produção (GONÇALVES e outros, 2004).

A polinização representa atualmente um fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo. Em 2004 foi criada a Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP) que, em parceria com alguns órgãos como Ministério do Meio Ambiente (MMA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Universidades, visa à identificação da fauna de polinizadores, avaliação de suas eficiências, identificação do valor econômico da polinização e do impacto de seu declínio, bem como promover o esclarecimento da conservação e introdução dos polinizadores em áreas agrícolas. Nos últimos anos vem crescendo a necessidade de pesquisas para o conhecimento das relações entre abelhas e plantas comercialmente exploradas.

Vários trabalhos foram realizados focando o efeito negativo do declínio dos polinizadores na produção do café especificamente, e também o aporte econômico promovido pela vegetação nativa adjacente às plantações, visto que essa vegetação é de fundamental importância para a presença

constante de polinizadores na época da florada.

O cafeeiro começa a florescer no segundo ano após o plantio no campo e, seu florescimento ocorre geralmente entre uma e quatro vezes por ano, por isso é importante que outros recursos estejam disponíveis para os visitantes florais em locais próximos quando as flores do café não estiverem presentes.

Os polinizadores estão entre os componentes essenciais para o funcionamento dos ecossistemas em geral, e as abelhas constituem-se como os principais polinizadores bióticos da natureza (FREITAS e NUNES-SILVA, 2012; RICKETTS e outros, 2008).

Vários autores comprovaram a importância das abelhas no aumento de grãos de café (KLEIN e outros, 2003 a,b e c; DE MARCO JR. e COELHO, 2004; MALERBO-SOUZA e HALAK, 2012).

Desta forma, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de investigar a diversidade de abelhas presentes e sua influência na produção de frutos e sementes em uma fazenda na Barra do Choça, na região produtora de café no Sudoeste da Bahia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O cafeeiro é uma planta perene de clima tropical. As espécies *Coffea arabica* e *C. canephora* (robusta) são as de maior interesse econômico, constituindo respectivamente, 70% e 30% da produção mundial (MATIELLO e outros (2002) *apud* MOREIRA, 2003; SANTOS, 2008).

A economia cafeeira mundial tem passado por grandes transformações nas últimas décadas, com alterações marcantes tanto na produção quanto no consumo. O crescimento da produção de café tem se dado a taxas condizentes com o crescimento da população mundial, mas com alterações geográficas bem significativas (MALERBO-SOUZA e HALAK, 2012).

Desde que surgiu no Brasil, no século XVIII, o café já se expandiu do Sudeste para todas as outras regiões. Por esse motivo, a diversidade é uma das características da cafeicultura brasileira. Do Sul à Amazônia, o café está presente em planaltos e regiões montanhosas, em cultivos adensados ou convencionais e tem auxílio da irrigação para suportar o clima seco e é cultivado em pequenas, médias e grandes propriedades. O país produz os mais variados tipos de grãos e obtém todas as qualidades de bebida. Ao contrário do que ocorre em outros países produtores, que, pela própria extensão, têm menor área cultivada (MELO e SOUSA, 2011).

A produção de café do Brasil corresponde por aproximadamente 36% da produção mundial, elevando-o ao plano de primeiro produtor e exportador (BRASIL, 2009). A área cultivada em produção com café no Brasil é de 2.312.152 hectares, com uma terceira estimativa da produção de café (arábica e robusta), para a safra 2013, indicando que o país deverá colher 47,54 milhões de sacas (60 kg) de café beneficiado (BRASIL, 2013).

A Bahia é o quinto estado produtor de café nos últimos censos agrícolas brasileiros, com 126.170ha de área plantada produtiva (BRASIL, 2009). Neste terceiro levantamento da safra cafeeira 2013 no estado da Bahia, onde 95% do volume previsto para o estado já foi colhido, vem

confirmando uma evolução na redução da safra que está sendo finalizada, principalmente para a produção do café arábica das áreas tradicionais, com a região Planalto, refletindo os efeitos da longa estiagem que ocorreu no ano 2012 e que perdurou até o início da granação neste ano. A produção, antes estimada em 697,6 mil sacas, sofreu uma redução de 4,01%, estimada em 669,6 mil sacas (BRASIL, 2013).

A área de produção de café na Bahia é dividida em três regiões com características bem diferenciadas: Cerrado, no extremo Oeste da Bahia, tendo Barreiras, Luís Eduardo Magalhães, São Desidério e Cocos como destaques: caracteriza-se por uma produção de alta tecnologia, com um rendimento médio aproximado de 45 sacas/ha; Mata Atlântica, no Sul da Bahia: também com alta tecnologia e com produtividade média de 23 sacas/ha e Planalto, na região Sudoeste da Bahia, tendo Vitória da Conquista, Barra do Choça, Encruzilhada, Boa Nova como destaques: caracterizado por pequenas propriedades e baixo padrão tecnológico com produtividade média de 9 sacas/ha aproximadamente. Esse cenário da produção de café na Bahia serve como indicativo para o desenvolvimento de estratégias que propiciem uma maior rentabilidade da cultura nas áreas do Planalto (BRASIL, 2009).

2.1 A cultura do café na região Sudoeste da Bahia

A implantação da cafeicultura no município da Barra do Choça está associada à história da cafeicultura no Sudoeste da Bahia (DUTRA NETO, 2004).

No início da década de 70, o IBC – Instituto Brasileiro de Café, lançou o Plano de Renovação e Revigoramento de Cafezais, que visava aumentar a área com plantio de café (VIEIRA e AMORIM, 1996).

A busca de novas áreas pelo Plano de Renovação e Revigoramento de Cafezais, foi determinante para a implantação do café na Bahia, pois parte do Sudoeste da Bahia atendia aos pré-requisitos exigidos: as áreas para novos plantios deveriam ter altitude acima de 700 metros e ser livres da ação

da geada (VIEIRA e AMORIM, 1996).

O critério de altitude passou a ser um fato novo e de muita importância, pois a doença da ferrugem (*Hemileia vastratrix*) estava começando a disseminar nas áreas tradicionais do Brasil causando sérios prejuízos e diminuindo as produções, esperava-se que o fungo causador da doença não se desenvolvesse tão bem em áreas de altitude quanto em áreas de baixa altitude (CABRAL, 1953).

O advento do café promoveu grandes mudanças na região. A pobreza e a falta de emprego assolavam a região, que não possuía nenhuma tradição agropecuária, industrial e comercial. O café surgiu trazendo uma alternativa na geração de emprego e renda, e, concomitantemente, provocou uma mudança espacial na zona rural que se estendeu à zona urbana. Originalmente o município apresentava áreas com florestas exuberantes, as quais foram derrubadas para a exploração agrícola e pecuária (DUTRA NETO, 2004).

Apesar do município da Barra do Choça estar enquadrado na região do Polígono da Seca, é considerado bom produtor de café, pois as áreas ao leste que sofrem os efeitos das chuvas que vem do litoral, fazem com que esta região alcance índices suficientes para o cultivo da cultura, somado a altitude média que é em torno de 860m (DUTRA NETO, 2004).

A arborização foi observada em mais de 50% dos cafezais de pequenos, médios e grandes cafeicultores da cidade de Barra do Choça. Entre as espécies associadas aos cafezais, verificou-se a presença de grevíleas (*Grevillea robusta*); bananeiras (*Musa* sp); abacateiros (*Persea americana* Mill); jaqueiras (*Artocarpus integrifolia* L.) e citros (MATSUMOTO e VIANA, 2004).

2.2 A importância da polinização

A polinização constitui-se atualmente em um fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo.

Além do aumento no número de vagens ou frutos vingados, a polinização bem conduzida também leva a um aumento no número de grãos por vagem, melhora a qualidade dos frutos e diminui os índices de malformação, aumenta o teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos, encurta o ciclo de certas culturas agrícolas e ainda uniformiza o amadurecimento dos frutos diminuindo as perdas na colheita (WILLIAMS e outros, 1991).

As abelhas são os principais agentes polinizadores dos vegetais. Abelhas e plantas com flores apresentam uma relação de mútua dependência. Por um lado as abelhas dependem dos recursos florais, pólen e néctar, para alimentação e do outro lado, as plantas dependem de vetores para o transporte de pólen e dessa maneira garantir a polinização cruzada. O pólen é importante para o desenvolvimento da colméia, pois é a fonte principal de proteína das abelhas, logo ao garantir o desenvolvimento da família as abelhas também perpetuam a espécie vegetal (SOUZA e outros, 2007).

Há muito tempo a ação dos polinizadores é conhecida e considerada como um elemento chave da produção agrícola e da conservação ambiental (IMPERATRIZ-FONSECA e outros, 2012).

O papel dos polinizadores na agricultura tem estado mais evidente nas últimas décadas, pois a agricultura tem se tornado mais dependente deles, tanto nos países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento (GALLAI e outros, 2009; VAISSIÈRE e outros, 2009).

De acordo com Michener (2000), o vento e as abelhas são os agentes polinizadores mais importantes. Segundo o autor, morfológicamente, as abelhas apresentam partes do corpo adaptadas especialmente para a coleta e transporte de pólen e néctar, o que torna a relação entre abelhas e plantas com flores tema constante na investigação científica. Abelhas dependem exclusivamente dos recursos das plantas para a sobrevivência, manutenção e desenvolvimento da prole, com raríssimas exceções machos e fêmeas de abelhas obtêm alimento das flores (ROUBIK, 1989). Abelhas que apresentam colônias sociais, por serem mais numerosas, têm um papel importante na coleta de pólen e néctar. A manutenção de colônias perenes,

com atividades de forrageamento regulares ao longo do dia e por longos períodos (ROUBIK, 2006) indicam a necessidade de escolhas de locais de instalação das colmeias que garantam alimento ao longo do ano. Daí a importância de estudos que avaliem as plantas enquanto fontes de recursos a serem explorados pelas abelhas.

A agricultura nos países em desenvolvimento representa mais de dois terços da agricultura mundial e é 50% mais dependente da polinização que a agricultura dos países desenvolvidos (AIZEN e outros, 2008); além disso, a demanda do uso de polinizadores para maior produtividade encontra-se bem evidenciada. No caso das culturas dependentes de polinização nos países em desenvolvimento, na ausência de polinizadores seria necessário plantar uma área seis vezes maior para obter a mesma produtividade que os países desenvolvidos apresentam (AIZEN e outros, 2009). Somente na América do Sul, o valor dos serviços de polinização foi estimado em 11,6 bilhões de euros por ano (GALLAI e outros, 2009; POTTS e outros, 2010), enquanto no Brasil, apenas oito culturas dependentes de polinizadores são responsáveis por 9,3 bilhões de dólares em exportações (FREITAS e IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

Trindade e outros (2003) trabalhando com polinização e estudo comportamental observou que a abelha (*A. mellifera*) é de extrema importância na polinização da cultura do meloeiro e que sua presença no processo de polinização da cultura é indispensável, já que na sua ausência, praticamente, não houve produção.

As abelhas sem ferrão são visitantes frequentes em flores de plantas nos trópicos. Heard (1999) fez uma revisão sobre a atividade polinizadora de abelhas sem ferrão em diferentes culturas comerciais como manga, coco, cupuaçu, carambola, macadâmia entre outras, onde foi verificado um efeito positivo. Segundo Westerkamp e Gottsberg (2000) em culturas como tomate, alfafa, maçã, maracujá e baunilha as abelhas são usadas como importantes agentes polinizadores.

Muitos produtores rurais, ao trazer colmeias de abelhas melíferas quando as plantas estão florescendo, são capazes de obter um rendimento muito maior de frutas de pomar. Considerando que o valor anual das lavouras polinizadas por insetos nos Estados Unidos corresponde a cerca de US\$ 14,6 bilhões, as abelhas são muito valiosas (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011).

Na Nova Zelândia, ocorreram incrementos de 200-300% no rendimento de sementes de trevo branco, obtidos com a polinização das abelhas. Em trevo vermelho, 500 a 600 kg/ha foram obtidos, quando foram utilizadas cinco a dez colônias de *Bombus hortorum* por hectare. A produção de sementes desta espécie decresce 7,2 kg/ha para cada 30 metros de distância do apiário (CAMACHO e FRANKE, 2008). Para alfafa foram registrados incrementos de 500-1000% no rendimento de sementes com o uso de insetos (ROUBIK, 1995).

Para usar abelhas na agricultura, são necessárias espécies com ampla distribuição geográfica cujo manejo e multiplicação de ninhos sejam conhecidos. *Apis mellifera*, é apontada como o polinizador de importância agrícola mais utilizado no mundo, por ser uma espécie generalista (coleta alimento em grande variedade de flores), com muitas operárias por ninho que comunicam umas às outras as fontes de alimento disponíveis (MORAIS e outros, 2012).

O valor econômico anual total da polinização é de cerca de 153 bilhões de euros, que representam 9,5% do valor da produção agrícola mundial usada como alimentação humana em 2005 (GALLAI e outros, 2009; KLEIN e outros, 2007). Os mesmos autores calcularam que, em média, o valor das culturas que não dependem da polinização por insetos é de 151 bilhões de euros por ano, enquanto o das que dependem da polinização é de 761 bilhões. Estimaram que o declínio de polinizadores pode ter como consequência a redução da produção de frutas, verduras e estimulantes (como café, por exemplo) para números abaixo do necessário para o consumo atual se pensarmos numa escala global.

Na última década, tem crescido muito o número de evidências que demonstram que a simplificação de paisagens, resultante de modificações no uso do solo em áreas de agricultura intensiva, provoca alterações no comportamento, na riqueza, na composição de espécies e na abundância dos polinizadores no mundo. Tais modificações podem afetar de forma negativa o sucesso reprodutivo das plantas (VIANA e outros, 2012).

2.3 O café e a polinização

Constituindo grande parte da família das Rubiáceas, o café (*Coffea*) possui duas espécies profundamente conhecidas em todo o mundo, o *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre. Outras espécies são menos conhecidas como *C. liberica* Bull; *C. abeokuta* Cramer; *C. dewevrei* de Wild e Durand; *C. stenophylla* G. Don (COSTE, 1969).

Segundo Coste (1969), *C. arabica* é a espécie mais antiga e conhecida do mundo apresentando variedades como Typica L., Amarella Chev., Maragoype Hort., originária da Bahia, Bourbon (B. rodr.) Choussy, caturra K. M. C., entre outros. Ocupando o segundo lugar em cultivo no mundo está a espécie *C. canephora*. Entre as suas variedades descendentes estão Robusta, Kouillou, Niaouli, entre outras, sendo que Robusta representa 90% das plantações nesse grupo.

Estudos realizados em cafezais concluíram que as inflorescências quando submetidas aos visitantes florais, produziam mais frutos e com peso médio superior quando comparados a plantas ensacadas (RICKETTS e outros, 2008; ROUBIK, 2002). Malerbo-Souza e outros (2003) constataram 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 a flores cobertas. O tema sobre o papel dos polinizadores na produção de alimentos ganhou o debate científico de maneira acentuada com o início do novo século e vários trabalhos foram realizados focando o efeito negativo do

declínio dos polinizadores na produção do café especificamente e também o aporte econômico promovido pela vegetação nativa adjacente às plantações. Trabalhos como os realizados por Klein e outros (2003 a e b) e Ricketts e outros (2004) apontam para um aumento na produção de frutos de café relacionado com uma maior diversidade de abelhas visitantes das flores. Ricketts (2004) observou que nos cultivos de café localizados próximos a áreas nativas, alguns fatores como diversidade de abelhas, taxas de visitação de flores, deposição de pólen e produção de frutos era maior do que nos cafezais localizados mais distantes.

Em quase todo o mundo a prática do uso de abelhas como agentes polinizadores é comum em várias culturas agrícolas, portanto fatores que possam contribuir com o aumento dessa atração são fundamentais (FREITAS e outros, 2002). Algumas culturas agrícolas apresentam paisagens extremamente homogêneas quando comparadas às paisagens naturais, onde os recursos são disponibilizados de maneira sincrônica (JACCOBI, 2002) o que favorece a exploração destes recursos pelos visitantes florais.

Como as flores do café aparecem três ou quatro vezes por ano, com uma substancial onda de flores, durante o resto do ano a floração é escassa e distribuída irregularmente, é importante que outros recursos estejam próximos para que não ocorra dispersão das abelhas para outros locais distantes (KLEIN e outros, 2003a).

3 REFERÊNCIAS

AIZEN, M. A. et al. Long-term Global Trends in Crop Yield and Production Reveal no Current Pollination Shortage but Increasing Pollinator Dependency. **Current Biology**, 18(20): 1572-1575, 2008.

_____. How Much Does Agriculture Depend on Pollinators? Lessons from Long-term Trends in Crop Production. **Annals of Botany**, 103(9): 1579, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. Cafés do Brasil, safra 2008/2009. Segundo levantamento, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira Café. Safra 2013 terceira estimativa, setembro/2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_09_15_34_48_boletim_cafe_-_setembro_2013.pdf> Acesso em Setembro de 2013.

CABRAL, J. I. Prefácio. In: **O café no Brasil: sua aclimação e industrialização**. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1953.

CAMACHO, J.C.B.; FRANKE, L.B. Efeito da polinização sobre a produção e qualidade de sementes de *Adesmia latifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p.081-090, 2008.

COSTE, R. **El Cafe**. 1. ed. Barcelona, Espanha: Editorial Blume, 1969.

DE MARCO JR, P.; COELHO, F.M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1245-1255, 2004.

DUTRA NETO, C. **Café e Desenvolvimento Sustentável**. 1. ed. Vitória da Conquista- Bahia. 2004.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J.; HOLANDA-NETO, J. P. **Identifying pollinators among an array of flower visitor, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil**. In: KEVAN, P. ; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (eds). *Pollinating Bees The Conservation Link Between Agriculture and Nature* Ministry of Environment/Brasília. p. 229-244. 2002.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Economic Value of Brazilian Cash Crops and Estimates of their Pollination Constrains. In: Food and Agriculture Organization (FAO) (Ed.). **Economic Value of Pollination and Pollinators**. São Paulo, Food and Agriculture Organization e Universidade de São Paulo, 2004.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. *et al.* (orgs.). **Polinizadores no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.4, p. 103-118. 2012.

GALLAI, N. et al. **Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline**. *Ecological Economics*, 68(3): 810-821, 2009.

GONÇALVES, W. et al. **Manejo de Nematóides na Cultura do Cafeeiro**. IN: REUNIÃO INTINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUO BIOLÓGICO CAFÉ, 10, 2004, São Paulo. Anais. Mococa: Instituto Biológico, p. 48, 2004.

HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, n. 44, p.183206, 1999.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. et al. Polinizadores e Polinização – um Tema Global. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. *et al.* (orgs.). **Polinizadores no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.1, p.25-35. 2012.

JACOBI, C. M. **What pollinator dispersal studies can do for pollinator-crop systems**. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ FONSECA, V.L. (eds). *Pollinating Bees The Conservation Link Between Agriculture and Nature* Ministry of Environment/Brasília. p. 199-207. 2002.

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.; STEFFAN-DEWENTER, I. ; TSCHARNTKE, T. Pollination of *Coffea canephora* in relatiob to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, 40: p.837-845, 2003b.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I. ; TSCHARNTKE, T. Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). **American Journal of Botany**, 90(1): p.153-157, 2003c.

- KLEIN, A.M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 274(1608): p.303-313, 2007.
- 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.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.1-11, 2012.
- MATSUMOTO, S.N.; VIANA, A.E.S. Arborização de cafezais na região Nordeste. In: MATSUMOTO, S.N. (org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 213p, cap.5, p.170-187. 2004.
- MELO, B.; SOUSA, L. B. Biologia da reprodução de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. **Revista Verde**, v.6, n.2, p.01-07, 2011.
- MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. United States of America. 913 p. 2000.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pollinating bees. The conservation link between agriculture and nature**. KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Eds). 2a. ed. Brasília, MMA, 2006.
- MORAIS, M.M. et al. Perspectivas e Desafios para o Uso das Abelhas *Apis mellifera* como Polinizadores no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. et al. (orgs). **Polinizadores no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.10, p.203-212, 2012.
- MOREIRA, C. F. **Caracterização de Sistemas de Café Orgânico Sombreado e a pleno Sol no Sul de Minas Gerais**. 2003. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- POTTS, S. G. et al. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. **Trends in Ecology e Evolution**, 25(6): p.345-353, 2010.
- RICKETTS, T. H. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. **Conservation biology**, 18: p.1262-1271, 2004.
- RICKETTS, T. H. et al. Economic value of tropical forest to coffee production. **PNAS**, 101: p.12579-12582, 2004.

- RICKTTES, T. H. et al. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, 11:p. 499-515, 2008.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 514 p. 1989.
- ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO, 196 p, 1995. (Agricultural Services Bulletin, 118).
- ROUBIK, D. W. The value of bees to the coffee harvest. **Nature**, 417: 708, 2002.
- ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, 37: 124-143, 2006.
- SANTOS, B. A. **O café e a economia mundial**. Porto, Ed. Afrontamento, 2008.
- SOUZA, D. L. : EVANGELISTA-RODRIGUES, A. : PINTO, M. S. C. As abelhas como agentes polinizadores. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**. v. VIII, n. 3, p. 1695-7504, 2007.
- TRINDADE, M. S. de A; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS W. E. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. sem.1. v.4, n. 1, 2003.
- TRIPLEHORN, C.A. ; JOHNSON, N.F. **Estudo dos insetos**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 722 p. 2011.
- VAISSIÉRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to Detect and Assess Pollination Deficits in Crops**. Rome, Food and Agriculture Organization (FAO), 2009.
- VIANA, B.F. et al. A polinização no contexto da paisagem: o que de fato sabemos e o que precisamos saber? In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. et al. (orgs). **Polinizadores no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.3, p.67-102, 2012.
- VIEIRA, E. I.; AMORIM, C. H. F. Solos. In: **Revista Café da Bahia**. Vitória da Conquista, BA. ASCCON, 160 p. 1996.
- WESTWERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity pays in crop pollination. **Crop Science**, 40(5): 1209-1222, 2000.

WILLIAMS, I.H.; CORBET, S.A.; OSBORNE, J.L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World** 72(4): 170-180, 1991.

ARTIGO:

**ABELHAS POLINIZADORAS E PRODUÇÃO DE FRUTOS E
SEMENTES EM CAFÉ CONVENCIONAL¹**

¹Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Entomological Sciences, em versão na língua inglesa. B1 para a área de Ciências Agrárias, segundo o Qualis-Capes.

ABELHAS POLINIZADORAS FLORAIS E PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM CAFÉ CONVENCIONAL

RESUMO

Nos últimos anos vem crescendo a necessidade de pesquisas para o conhecimento das relações entre abelhas e plantas comercialmente exploradas. Estudos realizados em cafezais concluíram que as inflorescências quando submetidas aos visitantes florais produziam mais frutos e com peso médio superior quando comparados a plantas ensacadas. Com o objetivo de avaliar a diversidade de abelhas na cultura de café convencional e seu papel na produção de frutos e sementes do mesmo, um experimento foi conduzido em uma fazenda da região Sudoeste da Bahia, na região produtora de café da Barra do Choça, Fazenda Santa Celina, onde encontra-se um cafezal a pleno sol, durante a florada (outubro e novembro) de 2012. A lavoura é de *Coffea arabica*, variedade Catuaí, cultivada no espaçamento 4 x 1,5m, irrigada por gotejamento. No período de florescimento as abelhas coletadas foram identificadas e tiveram seu corpo analisado quanto ao grão de pólen encontrado e determinação da origem botânica. Foi avaliada a influência da visitação das abelhas na produção de frutos e sementes do café, e para isso foram realizados testes em ramos isolados com tecido voil e livres, dois ramos em cada planta, sendo um com polinização livre e o outro ensacado (50 plantas diferentes, totalizando 100 ramos). Além de 216 ninhos-armadilha que foram instalados na área para avaliar a ocorrência de nidificação de abelhas solitárias. Foram coletadas 186 espécimes de abelhas sobre as flores de café, com uma riqueza de cinco espécies, considerando os dois períodos de floração. Sendo 145 (78%) correspondente *Apis mellifera* ; 32 (17%) *Trigona spinipes* e os outras 9 (5%) corresponderam *Schwarziana quadripunctata* ; *Paratrigona* sp. e uma espécie da tribo Halictini. Do total de *A. mellifera* coletadas, aproximadamente 57% estavam transportando pólen e *T. spinipes* 35%. No tratamento polinização livre houve uma maior quantidade de frutos em relação ao tratamento ensacado. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao peso médio dos frutos, quanto ao peso médio das sementes úmidas e das sementes secas. Foram encontrados 15 ninhos fundados por abelhas solitárias nos ninhos-armadilha instalados, entretanto nenhuma destas espécies foi coletada visitando as flores do café. *Apis mellifera* foi a abelha mais frequente nas flores do cafeeiro, coletando tanto néctar quanto pólen, podendo ser considerada agente polinizadora efetiva da cultura em questão. A baixa diversidade de abelhas encontrada pode estar associada ao fato de se tratar de uma cultura distante de alguma mata nativa.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, *Trigona spinipes*, polinização, *Apis mellifera*

POLLINATING BEES AND FRUITS AND SEEDS PRODUCTION IN CONVENTIONAL COFFEE

ABSTRACT

In recent years the need to search for the knowledge of the relationship between bees and plants commercially exploited has increased. Studies in coffee plantations have concluded that when subjected to flower visitors, inflorescences produced more fruits with higher weight when compared to bagged plants. Aiming to evaluate the diversity of bees in conventional coffee culture and its role in the production of fruits and seeds of the same, an experiment was conducted on a farm in the southwestern region of Bahia, in the coffee-producing region of Barra do Choça, Farm Santa Celina, where there is a coffee plantation in full sun during the bloom period (October and November) 2012. The crop is *Coffea arabica*, Catuaí, grown in a 4 x 1.5 m space, drip irrigated. During the flowering period the bees collected were identified and had their bodies analyzed for pollen grain found and botanical origin. The influence of bee visitation was evaluated in the production of fruits and seeds of the coffee, and tests were performed on isolated branches with fabric voile and free, two branches on each plant, one with open pollination and the other one bagged (50 different plants totaling 100 branches). Besides that, 216 trap nests were installed in the area to assess the occurrence of nesting of solitary bees. A total of 186 specimens of bees were collected on the coffee flowers, being of five different species, considering the two flowering periods. Being 145 (78%) corresponding to *Apis mellifera*; 32 (17%) to *Trigona spinipes* and the remaining 9 (5%) corresponded to *Schwarziana quadripunctata*; *Paratrigona* sp. and a species of the tribe Halictini. Of the total *A. mellifera* collected, approximately 57% were carrying pollen and *T. spinipes* 35%. In the open pollinated treatment there was a larger amount of fruits when compared to the bagged treatment. There was no significant difference between treatments for average fruit weight, the average weight of moist seeds and dry seeds. There were 15 nests by solitary bees found in the trap nests installed, however none of these species was collected visiting coffee flowers. Bee *Apis mellifera* was more frequent in coffee flowers, collecting nectar as well as pollen, being considered an effective pollinating agent in the culture in question. The low diversity of bees found may be associated with the fact that it is a distant culture from its native vegetation.

Keywords: *Coffea arabica*, *Trigona spinipes*, pollination, *Apis mellifera*

INTRODUÇÃO

De acordo com Michener (2000), o vento e as abelhas são os agentes polinizadores mais importantes. Morfologicamente, as abelhas apresentam partes do corpo adaptadas especialmente para a coleta e transporte de pólen e néctar (Michener 2000), o que torna a relação entre abelhas e plantas com flores tema constante na pesquisa científica. Abelhas dependem exclusivamente dos recursos das plantas para a sobrevivência, manutenção e desenvolvimento da prole, com raríssimas exceções, machos e fêmeas de abelhas obtêm alimento das flores (Roubik 1989). Abelhas que apresentam colônias sociais, por serem mais numerosas, têm um papel importante na coleta de pólen e néctar.

O café (*Coffea arabica* L.) é uma das principais culturas de rendimento tropical e apesar de ser considerada uma planta autofértil inúmeros estudos mostraram que o fruto do café aumenta com a polinização por abelhas (Roubik 2002; Klein *et al.* 2003a e b; Malerbo-Souza *et al.* 2003a; De Marco Jr. e Coelho 2004, Malerbo-Souza e Halak 2012).

A florada, em cafeeiros, é resultante do comportamento fenológico da cultura, bem como da interação de fatores ambientais, tais como suprimento de água. Há evidências de que baixas temperaturas e ou períodos de seca, durante o período de dormência das gemas florais, seja necessário para completar eventos fisiológicos, tornando assim as gemas florais prontas a responderem a estímulos externos (Soares *et al.* 2005). Ele apresenta floração sincrônica, ou seja, todas as plantas em uma dada extensão geográfica florescem simultaneamente, o que favorece a visita das abelhas (Mendes *et al.* 2013). A floração geralmente ocorre três a quatro vezes por ano com uma substancial onda de flores (Klein *et al.* 2003a).

Muitas características associadas com a agricultura moderna fazem

os habitats agrícolas se tornarem pobres para polinizadores, porque eles não oferecem todos os recursos necessários para a sobrevivência, tais como locais para alimentação, nidificação e outras condições físicas (Heard 1999). No caso do café, como as flores não estão presentes o ano todo, é importante que outros recursos estejam sendo oferecidos em locais próximos do cultivo para garantir que as abelhas polinizadoras estejam presentes.

A cada ano que passa, o Brasil vem se consolidando como principal produtor e maior exportador mundial de café arábica (Malerbo-souza e Halak 2012). É necessário, portanto, avaliar esse aporte produtivo favorecido pelas abelhas em diferentes cenários de plantio de café no Brasil. Especificamente, na região produtora do planalto de Vitória da Conquista, onde diversas famílias sobrevivem a partir da renda gerada com o cafeeiro, com plantios caracterizados por baixa tecnologia e rendimento (Dutra Neto 2004). Aumentar a produtividade, com base na utilização de recursos menos onerosos constitui um desafio crucial.

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar a diversidade de abelhas presentes e sua influência na produção de frutos e sementes em uma fazenda na Barra do Choça, na região produtora de café no Sudoeste da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área e período experimental

O experimento foi conduzido na fazenda Santa Celina na região produtora de café a 1 km antes da entrada da cidade de Barra do Choça, na região Sudoeste da Bahia, com latitude 14° 52' Sul e longitude 40° 35' Oeste, altitude média de 860 m (Figura 1). A lavoura a pleno sol é de *Coffea arabica*, variedade Catuaí plantada no espaçamento 4 x 1,5m, com idade de 20 anos. A área utilizada para estudo foi de 3,2 ha. Essa área não está próxima de nenhuma mata nativa.

Os trabalhos foram conduzidos de outubro de 2012 a junho de 2013.

Durante a florada de 2012, que ocorreu tardiamente em outubro e novembro e a coleta dos frutos em maio e junho de 2013.



Fonte: GOOGLE EARTH (2010)

Figura 1 Imagem de satélite da área experimental. Barra do Choça, BA.

Produção de frutos e sementes em condições diferenciadas de exposição das flores aos visitantes

Para avaliar a contribuição dos visitantes florais na produção de frutos e sementes do café, foram realizados testes em ramos isolados com tecido voil e livres (Figura 2). Os seguintes tratamentos foram realizados:

- conjunto de 50 ramos (em plantas diferentes) com visitação livre (grupo controle);
- conjunto de 50 ramos (em plantas diferentes) isoladas com sacos de voil.

A plantação de café constituía-se de 24 linhas, cada linha de plantio foi dividida em três setores espaciais: terço inicial, médio e final. Foram sorteadas ao acaso, a linha e o terço para a seleção das 50 plantas. Na mesma

planta, eram selecionados dois ramos no extrato superior com o número de inflorescências semelhante, para os dois tratamentos: ramo descoberto e ramo coberto com voil. A base do saco de voil era fechada.

A colocação do voil nos cinquenta ramos ocorreu em setembro, quando os ramos apresentavam os botões florais que antecederam a antese na primeira florada do ano 2012 (Figura 2). Os ramos foram acompanhados quinzenalmente e a retirada do voil ocorreu em janeiro de 2013, quando os frutos verdes já estavam apontado.



Figura 2 Parte da área experimental. Ramo coberto com voil. Barra do Choça-BA, setembro de 2012.

Após a retirada do voil, os ramos continuaram sendo minitorados quinzenalmente até a maturação dos frutos, entre 14 de maio de 2013 a 4 de junho de 2013. Os frutos produzidos foram contados e pesados.

Os frutos foram pesados em uma balança de precisão um a um de cada tratamento de três formas: peso do fruto com polpa (in natura); peso fresco da semente e peso seco da semente (após 24 horas na estufa a 105°C). O fruto do café possui duas sementes.

Os diferentes tratamentos foram comparados pelo teste de média t pareado no programa estatístico Past (Hammer *et al.* 2001) para amostras

independentes ao nível de 5%. Para as análises, só foram considerados os ramos que produziram frutos nas duas condições avaliadas.

Caracterização dos visitantes florais do café

Durante a florada, foram coletadas, com rede entomológica, as abelhas visitantes florais do café e identificadas em nível de espécie. A coleta ocorreu na mesma área onde os tratamentos foram implantados. As coletas se estenderam das 06:00h às 12:00h. As espécies foram identificadas e foi estimada a riqueza e frequências relativas de cada espécie.

-Riqueza (S): número total de espécies coletadas.

-Frequência relativa (F): representa a participação percentual do número de indivíduos da espécie em relação ao total de indivíduos coletados.

$$F = n/N \times 100$$

Onde, F = percentagem de frequência, n = número de indivíduos de cada espécie, N = número total de indivíduos coletados.

As coletas ocorreram nos meses de outubro (22, 23, 24, 25 e 26) e novembro (17) de 2012.

A florada do café foi irregular, com dois momentos de aberturas de flores, uma no final de outubro (22 a 26) e outra em meados de novembro (15 a 17), quando foram realizadas as coletas. As flores do café têm duração em média de 3 a 5 dias, desde sua abertura até seu fechamento. Em novembro, a floração teve início no dia 15 de novembro, no entanto, nos dias 15 e 16 de novembro foram dias bastante chuvosos e, dessa forma, não foi possível a coleta.

O comportamento forrageiro das abelhas foi avaliado através de observações visuais no período da coleta. As abelhas coletadas tiveram o corpo examinado e os grãos de pólen encontrados foram coletados com ajuda de pincel e comparados com os grãos de pólen do café para determinação da origem botânica.

Todo material coletado foi depositado na coleção de referência no Laboratório de Biodiversidade do Semi-Árido (LABISA), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para fins científicos e didáticos.

Utilização dos ninhos-armadilha

Para monitorar a presença de abelhas solitárias no sistema de cultivo de café, foram utilizados ninhos-armadilha. Foram determinados 18 pontos de coleta e em cada ponto foi instalado um conjunto de ninhos-armadilhas, contendo 12 ninhos, com diâmetros internos de 5, 6, 7, 8, 9 e 10mm, sendo dois de cada diâmetro, totalizando 216 ninhos, amarrados com fio de arame e penduradas a 1,5 m do chão, de forma que os orifícios permanecessem orientados em direção horizontal (Figura 3).

Os dois métodos de amostragem de abelhas, ninhos-armadilha e coletas com rede entomológica sobre as flores são importantes, uma vez que os dados obtidos por cada um dos métodos podem complementar os do outro.

A confecção dos ninhos foi a partir de seções de bambu, como metodologia adaptada para o presente trabalho e proposta por Pérez-Maluf (1993), cortados com 100mm de comprimento interno, com uma das extremidades fechada pelo próprio nó. As seções de bambu foram cortadas ao meio, no sentido longitudinal, e as metades foram unidas com fita adesiva, para facilitar as observações posteriores.



Figura 3 Ninhos-armadilha implantados na área experimental. Barra do Choça-BA, setembro de 2012.

As coletas dos ninhos ocorreram quinzenalmente, durante o período de maio de 2012 a abril de 2013. Os ninhos-armadilhas foram observados individualmente, e aqueles ocupados, foram retirados e substituídos por outro de mesmo diâmetro.

Os ninhos-armadilhas ocupados foram levados para o LABISA, onde foram abertos e descritos quanto ao material de construção e o diâmetro do ninho.

Após a descrição, os ninhos foram fechados e colocados em tubos plásticos transparentes, com as extremidades fechadas com tecido voil, até a emergência dos adultos. Esses foram mortos com acetato de etila, sexados, montados com alfinete entomológico e identificados em nível de espécie.

Os dados sobre a precipitação ocorrida durante o período experimental foram obtidos na estação meteorológica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Instituto de Meteorologia - INMET/Vitória da Conquista, Estado da Bahia (2013).

RESULTADOS

Produção de frutos e sementes em condições diferenciadas de exposição das flores aos visitantes

Na avaliação da quantidade de frutos, peso médio dos frutos, e também no peso úmido e seco das sementes que foi realizada para estimar a contribuição aportada pelos visitantes florais na produção de frutos e sementes do café, houve diferença significativa na produção de frutos por ramo, sendo que os ramos deixados para polinização livre produziram em média uma maior quantidade de frutos ($t = -3,60$; $p = 0,0016$) (Figura 4) e nas demais avaliações não houve diferença estatística: peso médio dos frutos: $t = -1,07$ ns (Figura 5); peso médio das sementes frescas: $t = -0,154$ ns (Figura 6); peso médio das sementes secas: $t = 0,28$ ns (Figura 7).

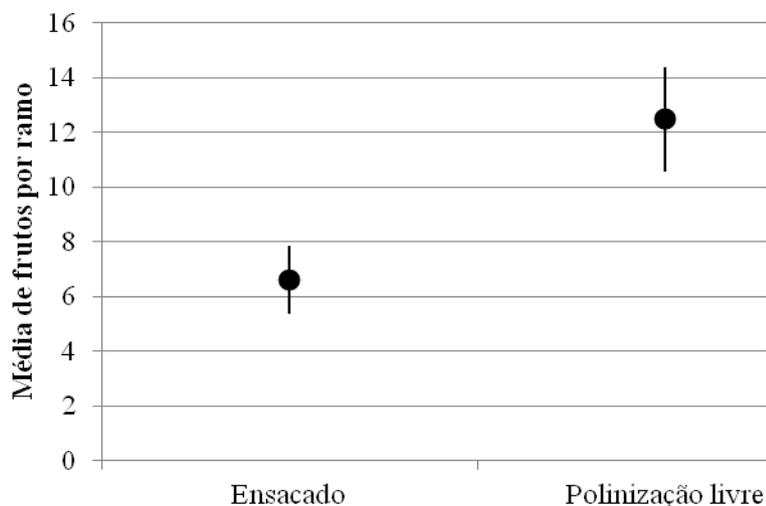


Figura 4 Média de frutos por ramo nos tratamentos: ensacado e polinização livre.

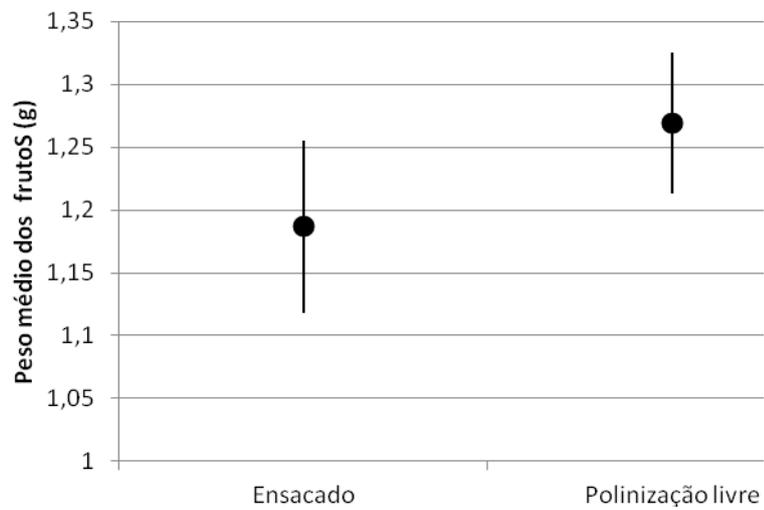


Figura 5 Peso médio dos frutos nos tratamentos: ensacado e polinização livre.

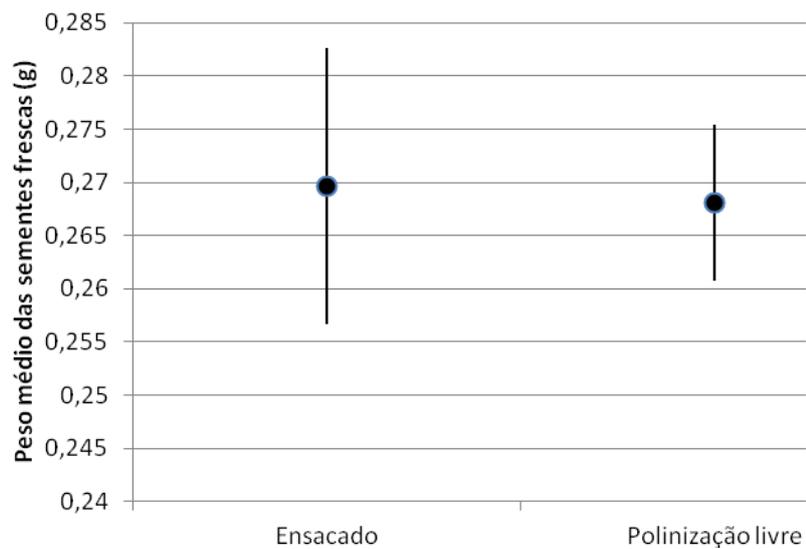


Figura 6 Peso médio das sementes frescas nos tratamentos: ensacado e polinização livre.

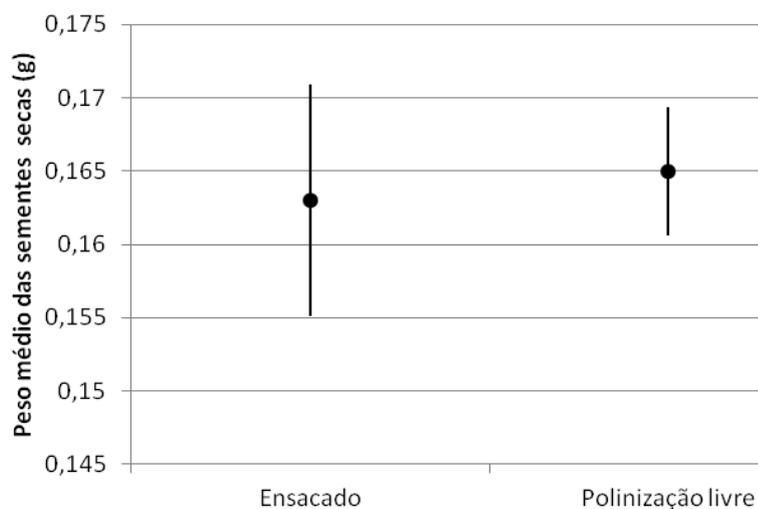


Figura 7 Peso médio das sementes secas nos tratamentos: ensacado e polinização livre.

Visitantes florais do café:

Capturou-se um total de 186 espécimes de abelhas sobre as flores de café, com uma riqueza de cinco espécies, considerando os dois períodos de floração. Sendo 145 (78%) correspondente *Apis mellifera* ; 32 (17%) *Trigona spinipes* e as outras 9 (5%) corresponderam *Schwarziana quadripunctata* ; *Paratrigona* sp. e uma espécie da tribo Halictini (figura 8). As abelhas coletavam tanto pólen quanto néctar (Figura 9). Do total de *A. mellifera* coletadas, aproximadamente 83 indivíduos (57%) estavam transportando pólen e *T. spinipes*, aproximadamente 11 indivíduos (35%) (figura 10).

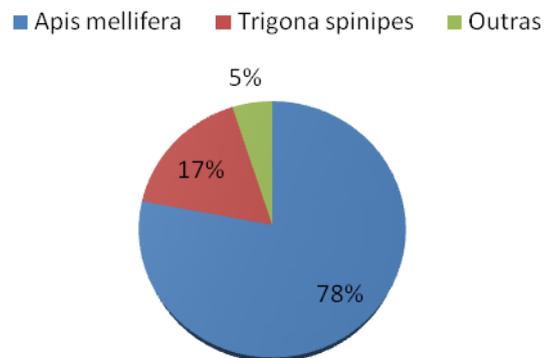


Figura 8 Frequência de abelhas coletadas em flores do café (*Coffea arabica* L.), durante o seu período de floração. Barra do Choça-BA, setembro e outubro de 2012.



Figura 9 Imagem de *Apis mellifera* coletando néctar na flor do café. Barra do Choça-BA, novembro de 2012.

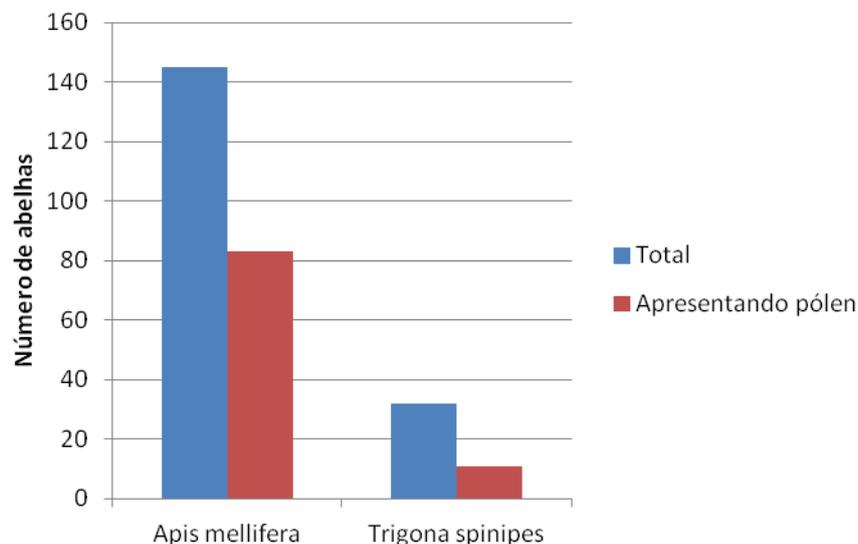


Figura 10 Quantidade de abelhas apresentando pólen da flor do café em suas corbículas.

Nas primeiras coletas, foi possível observar que a partir do meio dia as flores estavam murchas e pouco atrativas para as abelhas, sendo assim, as coletas foram concentradas na parte da manhã, pois a maior frequência das abelhas ocorreu na faixa de horário de 06:00h às 12:00h, quando as flores estavam mais atrativas, e após o meio dia as flores perdiam o viço.

Ninhos-armadilha

Foram fundados 15 ninhos de abelhas (Figura 11), de pelo menos três espécies: *Centris tarsata*, *Megachile* sp1, *Megachile* sp2. Uma espécie de abelha parasita de ninhos de *Megachile*, *Coelioxys*, também foi identificada. Os ninhos de *Centris* (7 ninhos) e *Megachile* (6 ninhos) foram facilmente identificados, mesmo quando não houve emergência dos adultos, pelas características da construção dos ninhos, sendo que as fêmeas de *Centris* usam uma mistura de areia e resina para construir seus ninhos e as de *Megachile* usam material vegetal, folhas ou pétalas recortadas. Para os outros dois ninhos fundados sem emergência de adultos não foi possível identificar o gênero, já que se tratava apenas de massa de pólen estocada no

fundo do ninho.

Os ninhos fundados pela espécie *Centris tarsata* apresentaram de 7 a 10mm de diâmetro e os ninhos fundados pelas espécies do gênero *Megachile* apresentaram de 5 a 9mm de diâmetro.

Não houve uma coincidência temporal entre o maior período de fundação de ninhos e a florada do café e tão pouco com o período chuvoso e a temperatura. A correlação entre o número de ninhos fundados e a chuva e temperatura não foi estimada, pois o número de ninhos fundados foi muito baixo.

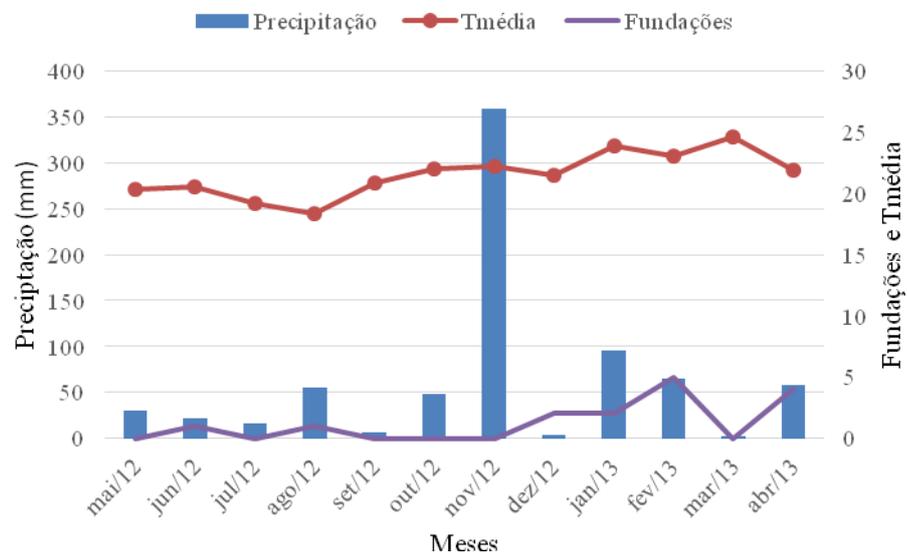


Figura 11 Total de ninhos de abelhas fundados no período de maio de 2012 a abril de 2013, o acumulado mensal de precipitações e a temperatura média mensal.

DISCUSSÃO

Produção de frutos e sementes em condições diferenciadas de exposição das flores aos visitantes

Foi encontrada diferença significativa estatisticamente entre os diferentes tratamentos quanto ao número de frutos por ramo, sendo que o grupo controle de polinização livre apresentou uma maior produção de frutos que o tratamento ensacado (Figura 4), em consonância com diferentes trabalhos conduzidos em condições semelhantes.

Klein *et al.* (2003a) relacionando frutificação de café com a diversidade de abelhas polinizadoras, concluiu que com o aumento da diversidade de abelhas de 3 para 20 espécies, aumentou a frutificação de 60% para 90%. Klein *et al.* (2003b) em seu estudo sobre polinização de abelhas e frutificação de *Coffea arabica*, encontraram 75,2% de frutificação em polinização aberta e 47,9% em ramos ensacados, portanto, uma frutificação 27% maior em ramos com livre acesso às abelhas polinizadoras.

Malerbo-Souza e Halak (2012), com relação à porcentagem de frutificação, observou-se que o tratamento descoberto apresentou maior número médio de grãos (181, em média) que o tratamento coberto (81, em média), portanto, a ausência de insetos visitando as flores diminuiu em 55,25% a produção dos grãos.

Ainda concordando com os dados obtidos nesse estudo, Malerbo-Souza *et al.* (2003a) em seu experimento de polinização no café, o número de frutos decorrentes do tratamento descoberto foi maior (38,79% e 168,38%, em dois anos consecutivos, respectivamente) que do tratamento coberto.

De Marco Jr. e Coelho (2004) comparando ramos com livre acesso aos polinizadores e ramos ensacados, encontrou uma maior proporção de frutos em ramos com livre acesso aos polinizadores, de forma que os serviços de polinização geraram um aumento que variou de 11 para 18% na produção de frutos, o que representa um valor médio de 14,6% do aumento

da produção.

No presente trabalho, apesar de ter havido um maior número de frutos nos ramos com polinização livre, não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos quanto ao peso médio dos frutos, e quanto ao peso médio das sementes frescas e secas, no entanto, foi possível constatar que houve uma maior variação dos pesos no tratamento ensacado, como pode ser observado pela barra de erro padrão (Figuras 3, 4 e 5). Uma maior uniformidade dos frutos pode representar uma padronização qualitativa do café produzido, o que pode ser uma característica favorecida no mercado.

Em trabalhos conduzidos por Ricketts (2004) e Klein *et al.* (2008) o peso dos frutos foi 25% maior quando os polinizadores têm acesso às flores do cafeeiro. Também, Malerbo-Souza e Halak (2012) encontraram diferenças significativas entre o peso médio dos grãos de café provenientes do tratamento descoberto e o peso médio do tratamento coberto (1,13 e 0,94g, respectivamente).

Florescimento do café e caracterização dos visitantes florais do café

O ano de 2012 foi um ano de seca. A florada do café que ocorria no mês de setembro, no ano de 2012 foi tardia devido à falta de chuvas, as precipitações só vieram a ocorrer em outubro e novembro, retardando dessa forma, a florada do café. Segundo Melo e Sousa (2011), o florescimento do cafeeiro se inicia após as chamadas chuvas de florada, antecipadas por longos períodos de deficiência hídrica. O café apresenta floração sincrônica, ou seja, todas as plantas em uma dada extensão geográfica florescem simultaneamente, em função das mudanças climáticas ocorridas.

As chuvas foram muito irregulares (Figura 11) e coincidiu com a florada do café, o que dificultou a coleta de abelhas, visto que em dias nublados ou chuvosos a abertura das flores é muito prejudicada e mesmo elas estando abertas em um dia chuvoso, visitas florais são extremamente

raras. Mas, segundo Klein *et al.* (2003a), esta é uma situação comum, porque as flores do café começam a abrir ao mesmo tempo que começa a época das chuvas.

Foram capturadas 186 espécimes de abelhas sobre as flores do café, com uma riqueza de cinco espécies, considerando os dois períodos de floração. A espécie mais abundante foi *Apis mellifera*, seguida pelas abelhas *Trigona spinipes*, que conjuntamente contribuíram com 95% do total de indivíduos coletados. Diversos são os estudos que citam *A. mellifera* e *T. spinipes* como espécies abundantes em cultivos agrícolas como: laranja (Malerbo-Souza *et al.* 2003b), urucum (Costa *et al.* 2008), laranja e tangerina (Guimarães 2006), couve-brócoli (*Brassica oleracea* L.) (Minussi e Santos 2007), algodão (Cardoso *et al.* 2007) e mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.) (Severino 2007). Em café, as abelhas *A. mellifera* foram as mais frequentes em diferentes estudos conduzidos (Ramalho *et al.* 1990; Carvalho e Krug 1996; Malerbo-Souza e Nogueira-Couto, 1997; Malerbo-Souza *et al.* 2003a; Malerbo-Souza e Halak 2012). Roubik (2002) demonstrou a importância da polinização das abelhas nas plantações de café no Panamá e sugeriu que *A. mellifera* (abelha introduzida) representa o papel mais importante na polinização do café nesta área.

De hábito generalista e colônias numerosas, *A. mellifera* é uma espécie exótica no Brasil, que compete diretamente com as espécies nativas na exploração dos recursos florais, apresentando domínio na estrutura de várias comunidades de abelhas já estudadas até o presente momento. (Aguiar e Martins 2002; Carmo e Franceschinelli 2002; Malerbo-Souza *et al.* 2003a; Malerbo-Souza *et al.* 2004; Biesmeijer e Slaa 2006; Gamito e Malerbo-Souza 2006). Sendo assim, a concentração de *A. mellifera* talvez tenha impedido a visitação de espécies diferentes devido ao seu comportamento competitivo, associado às maiores necessidades de coletar néctar e pólen para seus ninhos frequentemente populosos e perenes.

Klein *et al.* (2003a), em seu experimento relacionando a presença de abelhas sociais na plantação de café com a distância em relação a floresta, constatou que a diversidade de abelhas sociais diminuiu com o aumento da

distância da floresta. No nosso trabalho foram encontradas poucas espécies, provavelmente por se tratar de uma cultura de café em uma área aberta, em cujo entorno não se encontram manchas de mata nativa.

A proximidade da floresta nativa pode fornecer recursos para os polinizadores nos períodos em que a cultura do café não está florescendo, e, principalmente, proporcionar uma variedade de locais de nidificação e materiais para a construção do ninho (De Marco Jr e Coelho 2004). Esses mesmos autores comparando monoculturas de café próximas de florestas nativas remanescentes com monoculturas de café isoladas de qualquer tipo de fragmentação de floresta nativa, por pelo menos 1km, constataram que as monoculturas com florestas adjacentes ou próximas produziram mais grãos de café, e eles atribuíram esses resultados aos serviços de polinização. Embora o café não seja uma cultura altamente dependente de polinizadores, a sua presença foi relevante, alterando a produtividade da cultura.

As outras espécies de abelhas coletadas não desempenharam, provavelmente, um papel polinizador na cultura do café, para as condições da área de estudos, pois foram poucos os indivíduos observados (9).

Forrageamento dos visitantes florais – *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*

De acordo com Malerbo-Souza e Halak (2012), as abelhas *A. mellifera* coletavam tanto néctar quanto pólen em três anos de experimento. Esses autores verificaram também, que essas abelhas apresentavam o comportamento forrageiro de coletar de flor em flor, sem danificar as flores, podendo carregar o pólen em seu corpo nessas visitas e efetuando a transferência do pólen das anteras para os estigmas, de uma flor para outra, portanto, realizando a polinização.

Ainda de acordo com Malerbo-Souza e Halak (2012), com os dados obtidos em 2004 em um cafezal em Ribeirão Preto, SP, as abelhas *T. spinipes*, coletaram significativamente mais pólen (61,5%) que néctar (38,5%). Assim como as *A. mellifera*, essas abelhas não foram observadas danificando as flores, isto é, cortando as peças florais e nem perfurando o

nectário na base externa da flor, comportamento frequentemente atribuído a ela.

Vários autores consideraram que os polinizadores primários do cafeeiro são abelhas sociais, como é o caso das abelhas observadas neste experimento, em especial a abelha *A. mellifera* (Nogueira-Neto *et al.* 1959; Amaral 1972; Fávero 2002; Roubik 2002; Malerbo-Souza *et al.* 2003a; Ricketts 2004; Bos *et al.* 2007).

Trigona spinipes é considerada como polinizadora em várias culturas (Cardoso *et al.* 2007; Malagodi-Braga e Kleinert 2007; Oliveira *et al.* 2008).

Tanto *A. mellifera* quanto *T. spinipes* se mostraram como potenciais polinizadores para *Coffea arabica*, pela frequência de ocorrência e pelo fato de terem grãos de pólen aderidos ao corpo.

Em relação ao horário de visitação das abelhas às flores do cafeeiro, foi verificado um declínio tanto para *A. mellifera* quanto para as demais abelhas a partir do meio dia. Malerbo-Souza *et al.* (2003a), em um estudo sobre polinização de *A. mellifera* no café observaram que a atividade destas abelhas foi crescente até às 12:00h, diminuindo logo em seguida.

Apesar de as flores terem recebido visitação das abelhas ao longo de todo o dia, o período matutino parece ser o mais importante para polinização. De acordo com Melo e Sousa (2011), a abertura da flor do café se dá geralmente no período da manhã, entre 7 e 11 horas. Temperaturas muito elevadas nessa fase provocam o abortamento dos botões florais. Há ainda a luminosidade para que ocorra a abertura das flores, em dias nublados ou chuvosos a abertura das flores é muito prejudicada.

Ninhos-armadilha

A utilização de ninhos-armadilha constitui um método simples e eficiente para amostrar as espécies que vivem em determinada área, evitando aquelas que estejam apenas transitando pelo local (Garófalo *et al.* 2012), o que favoreceria estudos de monitoramento das espécies com potencial para o manejo de polinizadores.

Durante todo o período de amostragem, houve apenas 15 ninhos de abelhas fundados, e dois gêneros apresentaram potencial para estudos posteriores: *Centris* e *Megachile*. Essa baixa taxa de fundação pode estar associada à seca muito severa constatada em 2012 e 2013. Segundo Aguiar (2002), flutuações anuais na frequência de nidificação de espécies de abelhas que utilizam ninhos-armadilha, têm sido relatadas em diferentes habitats, podendo ser causadas por vários fatores, como mortalidade natural diferenciada e padrões climáticos anuais extremos (seca ou chuva acima do normal).

A fundação desses ninhos não coincidiu com a época da florada do café (final de outubro e meados de novembro), e tão pouco essas espécies foram coletadas nas flores. A fundação dos ninhos de *Centris tarsata* ocorreu entre dezembro de 2012 e fevereiro de 2013, meses que estavam mais quentes. Segundo Aguiar (2002), *C. tarsata* parece bem adaptada à nidificação em habitats quentes e ensolarados. No Brasil, aparentemente, apenas *C. tarsata* tem sido abundante em ninhos-armadilha em habitats com alta insolação e temperaturas elevadas, como as dunas e as caatingas (Aguiar 2002). Amostragens em flores na caatinga de Itatim (BA) sugeriram que *C. tarsata* mantém atividade de setembro até fevereiro (Aguiar e Martins 2002), o que coincide com o que foi observado em nosso estudo.

As fundações obtidas de *C. tarsata* ocorreram em ninhos-armadilha de 7 a 10 mm de diâmetro, corroborando com diferentes estudos de hábitos de nidificação dessa espécie (Pérez-Maluf 1993; Silva *et al.* 2001; Aguiar e Martins 2002).

Estudos têm comprovado que abelhas solitárias são os polinizadores mais eficientes de algumas culturas e sugerem que tais espécies deveriam ser mais profundamente investigadas visando utilizá-las em programas de polinização controlada (Garófalo *et al.* 2012). De acordo com experimento realizado por Klein *et al.* (2003a) em 24 sistemas agroflorestais de café (*Coffea arabica*), as abelhas solitárias foram mais eficientes do que as abelhas sociais.

Os seis ninhos fundados por *Megachile* spp., com diâmetros de 5 a 9mm, onde emergiram quatro representantes do gênero, o material vegetal encontrado na construção dos ninhos confirma o encontrado por outros autores. Segundo Laroca *et al.* (1987) e Teixeira *et al.* (2011), os representantes do gênero *Megachile* são notáveis pela utilização de pedaços de folhas, pétalas, material foliar mastigado, resina, pêlos vegetais.

De acordo com Garófalo *et al.* (2012) é necessário que as espécies do gênero *Megachile* que têm ocupado os ninhos armadilha comecem a ser biologicamente mais bem estudadas para que se possa, em futuro próximo, utilizá-las como ferramenta biológica para incrementar a produção de culturas.

Um ninho com 7 mm de diâmetro foi fundado por uma abelha *Megachile* e parasitado pela espécie de abelha *Coelioxys* sp. Aguiar (2002) promovendo um levantamento das espécies de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes em áreas de caatinga e floresta estacional encontrou duas espécies de *Coelioxys* em seus ninhos. Teixeira *et al.* (2011) estudando a biologia da nidificação de *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell, cinco ninhos de *M. (M.) benigna* foram parasitados por *Coelioxys (Acrocoelioxys) otomita* Cresson e duas outras espécies não identificadas deste gênero (*Coelioxys* spp.). Estas abelhas parasitas estão associadas a ninhos de abelhas *Megachile*, onde ovipositam sobre a massa de provisionamento de uma célula aberta enquanto a fêmea de *Megachile* forrageia (Michener 2007).

Estudos com ninhos-armadilha fornecem informações biológicas imprescindíveis para a avaliação do potencial polinizador de espécies de abelhas solitárias, e são ainda poucos os estudos conduzidos no Brasil. Tem sido dada maior ênfase ao cultivo da acerola pelas abelhas coletoras de óleo como *Centris* e *Tetrapedia*. Neste aspecto, estudos em outros tipos de cultivo, como o café, são pioneiros e necessários.

CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos com estes estudos foi possível obter as seguintes conclusões:

- Os ramos com livre acesso para os polinizadores produziram mais frutos do que os ramos ensacados.
- *Apis mellifera* foi a abelha mais frequente nas flores do cafeeiro, coletando tanto néctar quanto pólen, podendo ser considerada agente polinizadora da cultura em questão.

REFERÊNCIAS

AGUIAR CLM (2002) *Ecologia e comportamento de nidificação de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) em áreas de caatinga e floresta estacional semi-decídua (Bahia, Brasil), com ênfase em espécies do gênero Centris Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini)*. Tese de Doutorado, USP-Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 171p.

AGUIAR AJC, MARTINS CF (2002) Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia* **19**, 101–116.

AMARAL E (1972) *Polinização entomófila de Coffea arabica L., raio de ação e coleta de pólen pela Apis mellifera Linnaeus, 1758 (Hymenoptera; Apidae), em cafezal florido*. Tese de Livre Docência - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 82p.

BIESMEIJER JC, SLAA EJ (2006) The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. *Apidologie* **37**, 240-258.

BOS M *et al.* (2007) Caveats to quantifying ecosystem services: fruit abortion blurs benefits from crop pollination. *Ecological Applications* **17**, 1841-1849.

CARDOSO CF *et al.* (2007) Principais polinizadores de *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do Distrito Federal, Brasil. *Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº113)*, 43p.

CARMO RM, FRANCESCHINELLI EV (2002) Polinização e biologia floral de *Clusia arrudae* Planchon & Triana (Clusiaceae) na Serra da Calçada, município de Brumadinho, MG. *Revista Brasileira de Botânica* **25**, 351-360.

CARVALHO A, KRUG CA (1996) Coffee. In: *Agriculture Research Service (ed) Agricultural Handbook*, pp.162-164. United States Department of Agriculture, Washington, DC.

COSTA AJC, GUIMARÃES-DIAS F, PÉREZ-MALUF R (2008) Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de urucum em Vitória da Conquista, BA. *Ciência Rural* **38**, 534-537.

DE MARCO JR P, COELHO FM (2004) Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. *Biodiversity and Conservation* **13**, 1245-1255.

DUTRA NETO C (2004) *Café e Desenvolvimento Sustentável*. 1. ed. Vitória da Conquista- Bahia.

FÁVERO AC (2002) *Polinização entomófila em soja (Glycine max L. Merrill, var. FT 2000) e café (Coffea arabica L., variedades Catuaí Vermelho – IAC 144 e Mundo Novo)*. Monografia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 44p.

GAMITO LM, MALERBO-SOUZA DT (2006) Visitantes florais e produção de frutos em cultura da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Acta Scientiarum Animal Sciences* **28**, 483-488.

GARÓFALO CA. *et al.* (2012) As Abelhas Solitárias e Perspectivas para seu Uso na Polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. *et al.* (orgs.). *Polinizadores no Brasil*, pp.183-202. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

GUIMARÃES RA (2006) *Abelhas (Hemynoptera: Apoidea) visitantes das flores de goiaba (Psidium guajava L.), laranja (Citrus sinensis L.) e tangerina (Citrus reticulata B.) em pomares comerciais em Salinas – MG*. Dissertação Mestrado, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 85p.

HAMMER O, HARPER DAT, RYAN PD (2001) Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**, 1-9.

- HEARD TA (1999) The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology* **44**, 183-206.
- KLEIN AM, STEFFAN-DEWENTER I, TSCHARNTKE T (2003a) 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 AM, STEFFAN-DEWENTER I, TSCHARNTKE T (2003b) Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany* **90**, 153-157.
- KLEIN AM *et al.* (2008) Advances in pollination ecology from tropical plantation crops. *Ecology* **89**, 935-943.
- LAROCA S, SCHWARTZ FILHO DL, ZANELLA FCV (1987) Ninho de *Austromegachile habilis* e notas sobre a diversidade de Megachile (Apoidea, Megachilidae) em biótopos neotropicais. *Acta Biologica Paranaense* **16**, 93-105.
- MALAGODI-BRAGA KS, KLEINERT A de M P (2007) Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa duchesne*) influencia a formação dos frutos? *Bioscience Journal* **23**, 76-81.
- MALERBO-SOUZA DT, NOGUEIRA-COUTO RH (1997) Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). *Mensagem Doce* **44**, 6-11.
- MALERBO-SOUZA DT *et al.* (2003a) Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* **40**, 272-278.
- MALERBO-SOUZA DT, NOGUEIRA-COUTO RH, COUTO LA (2003b) Polinização em cultura de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* **40**, 237-242.
- MALERBO-SOUZA DT, NOGUEIRA-COUTO RH, TOLEDO VAA (2004) Abelhas visitantes da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. *Acta Scientiarum Animal Sciences* **6**, 1-4.
- MALERBO-SOUZA DT, HALAK AL (2012) Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. "Catuaí Vermelho". *Científica* **40**, 1-11.

MELO B, SOUSA LB (2011) Biologia da reprodução de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. *Revista Verde* **6**, 01-07.

MENDES AN, GUIMARÃES RJ, SOUZA CAS (2013) Disponível em: <http://www.agroecologia.pro.br/arquivos/aulas/fitoII/cafe/artigos/texto_academico_cafeicultura_ufla.pdf>. Acesso em setembro de 2013.

MICHENER CD (2000) *The bees of the world*. The Johns Hopkins University Press, United States of America, Baltimore.

MICHENER CD (2007) *The bees of the world*. 2nd ed. The Johns Hopkins University Press, United States of America, Baltimore.

MINUSSI LC, ALVES-DOS-SANTOS I (2007) Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). *Bioscience Journal* **23**, 58-62.

NOGUEIRA-NETO P, CARVALHO A, ANTUNES H (1959) Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. *Bragantia* **18**, 441-468.

OLIVEIRA MEC (2008) Análise melissopalínológica e estrutura de ninho de abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) encontradas no Campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. SE. *Entomobrasilis* **1**, 17-22.

PÉREZ-MALUF R (1993) *Biologia de vespas e abelhas solitárias, em ninhos-armadilhas, em Viçosa-MG*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 87p.

RAMALHO M, KLEINERT-GIOVANNINI A, IMPERATRIZ-FONSECA VL (1990) Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and Trigonini) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie* **21**, 469-488.

RICKETTS TH (2004) Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation biology* **18**, 1262-1271.

ROUBIK DW (1989) *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press, New York.

ROUBIK DW (2002) The value of bees to the coffee harvest. *Nature* **417**, 708.

SILVA FO, VIANA BF, NEVES EL (2001) Biologia e Arquitetura de Ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Neotropical Entomology* **30**, 541-545.

SEVERINO AA (2007) *Polinização do mirtilo (Vaccinium corymbosum L.) (Ericaceae), Cultivares Misty e O'neal no município de Ita, Oeste de SC.* Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 35p.

SOARES AS *et al.* (2005) Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais. *Acta Scientiarum* **27**, 117-125.

TEIXEIRA FM, SCHWARTZ TAC, GAGLIANONE MC (2011) Biologia da Nidificação de *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell. *EntomoBrasilis* **4**, 92-99.