



**ABUNDÂNCIA DE ABELHAS AFRICANIZADAS EM UM POMAR COMERCIAL DE MACADAMIA  
INTEGRIFOLIA COM MANEJO DE COLMEIAS**

Alecsia Terra **Carvalho**<sup>1</sup>; Leonardo Massaharu **Moriya**<sup>2</sup>; Alfredo José Barreto **Luiz**<sup>3</sup>; Kátia Sampaio  
**Malagodi-Braga**<sup>4</sup>

**Nº 21401**

**RESUMO** – *A produção brasileira de macadâmia, ainda pouco expressiva, vem aumentando ao longo dos últimos anos, acompanhando o aumento na demanda internacional e do mercado interno. Estudos têm revelado que a disponibilidade de polinizadores é necessária para a sustentabilidade da produção desta noqueira, já que sua polinização não ocorre pelo vento, sendo mediada por animais. Este estudo teve como objetivo testar uma metodologia para avaliar a abundância de visitantes florais nas flores de macadâmia em um pomar comercial com manejo de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). Na safra de 2020/2021, no município de Dois Córregos-SP, quantificou-se a densidade de abelhas nas panículas de árvores utilizadas para a polinização (cultivar HAES 246) e para produção (cultivar IAC 4-12B) em diferentes distâncias do apiário, principal fonte de polinizadores na área de estudo. Para essas mesmas plantas também estimou-se a oferta de recursos florais. Os resultados obtidos não permitem afirmar que a distância entre as árvores e o apiário e a distância entre as plantas de polinização e produção apresentaram efeito sobre a visitação de *A. mellifera* nas duas cultivares. Embora a biologia reprodutiva da cv. IAC 4-12B ainda não tenha sido completamente esclarecida, esses resultados sugerem que as plantas e, conseqüentemente, o pomar avaliado encontram-se dentro da área ativamente forrageada por *A. mellifera*, sendo a localização do apiário adequada para uma distribuição semelhante de abelhas entre as árvores.*

**Palavras-chaves:** polinização, manejo de polinizadores, *Apis mellifera*, IAC 4-12B, HAES 246.

1 Autora, Estagiária da Embrapa Meio Ambiente: Graduação em Ciências Biológicas, Unicamp, Campinas-SP; a212267@dac.unicamp.br;

2 Colaborador: Engenheiro Agrônomo da Queen Nut Macadamia, Dois Córregos-SP;

3 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP;

4 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; katia.braga@embrapa.br

**ABSTRACT** – Brazilian production of macadamia, still slightly expressive, has been increasing over the last few years, following the increase in international and in domestic market demands. Studies have revealed that the availability of pollinators is necessary for the sustainability of the production of this walnut tree, since its pollination does not occur by wind, being mediated by animals. This study aimed to test a methodology to evaluate the abundance of floral visitors in macadamia flowers in a commercial orchard with management of Africanized bees (*Apis mellifera*). In the 2020/2021 crop, in the city of Dois Córregos-SP, bee density was quantified in the tree panicles used for pollination (cultivar HAES 246) and for production (cultivar IAC 4-12B) at different distances from the apiary, the main source of pollinators in the study area. For these same plants, the supply of floral resources was also estimated. The results obtained do not allow us to affirm that the distance between the trees and the apiary and the distance between the pollination and production plants had an effect on the visitation of *A. mellifera* in the two cultivars. Although the reproductive biology of cv. IAC 4-12B has not yet been fully clarified, these results suggest that the plants and, consequently, the orchard evaluated are within the area actively foraged by *A. mellifera*, and the apiary location is adequate for a similar distribution of bees among the trees.

**Keywords:** pollination, pollinator management, *Apis mellifera*, IAC 4-12B, HAES 246.

## 1. INTRODUÇÃO

A noqueira macadâmia, cultivada no Brasil, pertence à espécie *Macadamia integrifolia* (Proteaceae) (HOWLETT *et al.*, 2015), que é endêmica das florestas subtropicais do leste da Austrália (ENTELMANN *et al.*, 2014; PIZA; MORIYA, 2014).

No Brasil, cujas condições edafoclimáticas são favoráveis a essa cultura, o cultivo da noz-macadâmia ainda é pouco expressivo e a maior parte das áreas cultivadas encontra-se nos estados de São Paulo, Bahia e Espírito Santo (SCHNEIDER *et al.*, 2012). Entretanto, a produção brasileira tem aumentado, acompanhando o aumento na demanda internacional e do mercado interno, neste último, motivado pelo lançamento de diversos produtos com macadâmia por grandes indústrias das áreas de panificação, chocolates, sorvetes e drageados (PIZA; MORIYA, 2014).

Além das condições edafoclimáticas favoráveis à cultura, que exercem grande influência na qualidade e produtividade da macadâmia, outro fator que deve ser considerado para a sustentabilidade da produção é a disponibilidade de polinizadores, uma vez que a polinização desta espécie não acontece pelo vento, sendo mediada por animais (HOWLETT *et al.*, 2015).

Análises de paternidade tem revelado, para diferentes cultivares plantados em blocos puros e com diferentes tamanhos, que a porcentagem de noz-macadâmia resultante de autopolinização varia de 0 a 40% (LANGDON, KING, NOCK, 2019). Há, portanto, variedades de macadâmias que

são autoestéreis (PEACE *et al.*, 2001; RICHARDS *et al.*, 2020) e grande parte das plantações requer a polinização cruzada para um melhor rendimento na produção de frutos. O conhecimento sobre a polinização das cultivares comerciais é fundamental, uma vez que a produção de frutos pode estar abaixo de seu potencial devido à escassez de polinizadores (RICHARDS *et al.*, 2020).

A insuficiência de abelhas e outros polinizadores pode ser um resultado da escassez ou da baixa qualidade dos habitats naturais existentes nas proximidades da cultura. São esses habitats naturais que, em geral, garantem o serviço de polinização para diversas culturas, pois são fontes naturais de visitantes florais. Contudo, áreas extensas de monocultivo, mesmo com o manejo de abelhas, podem apresentar escassez desses polinizadores nas plantas mais afastadas das colmeias, devido ao alcance de voo das abelhas e/ou a oferta abundante de recursos nas áreas mais próximas das colmeias.

Embora ainda não se conheça claramente a biologia reprodutiva da cv. IAC 4-12B, é necessário verificar, em pomares que adotam o manejo de polinizadores, como as abelhas se distribuem em diferentes distâncias do local onde foram instaladas, visando ajustes futuros para um melhor aproveitamento desta prática.

O objetivo deste estudo foi testar uma metodologia para avaliar a abundância de polinizadores nas flores de macadâmia em um pomar comercial com manejo de abelhas africanizadas para a polinização, levantando a hipótese de que o aumento da distância em relação ao apiário deveria resultar em uma diminuição na abundância de abelhas nas flores.

Vale destacar que dados sobre a quantidade e a qualidade de frutos produzidos em diferentes distâncias também estão sendo contabilizados como parte deste estudo e poderão contribuir para elucidar o efeito da distância e o papel das abelhas na produção dessa cultivar brasileira. Ainda, como parte do mesmo projeto, será avaliado o potencial de autopolinização da cultivar IAC 4-12B, visando uma melhor compreensão de seu comportamento reprodutivo e de suas implicações para a produção.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

O estudo foi realizado em um pomar comercial da empresa Queen Nut (22°22'14"S; 48°27'13"W; 650 m), no município de Dois Córregos-SP, na safra de 2020/2021. O pomar encontra-se inserido na Bacia do Rio Jaú, cujo clima é mesotérmico ou tropical de altitude, com verão úmido e inverno seco e temperaturas médias anuais variando de 21 a 23°C (SARDINHA *et al.*, 2013). As chuvas médias anuais, com valores que variam em torno de 1.200 a 1.600 mm, concentram-se entre

os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março e os meses de junho, julho e agosto apresentam valores inferiores a 50 mm (SARDINHA *et al.*, 2013).

Implantado no ano de 2015, em uma área com 28,6 ha, em uma encosta com face voltada a nordeste, o pomar foi estabelecido em três talhões separados por dois carregadores e subdivididos em cinco blocos cada, em função das curvas de nível. Esse pomar foi formado com árvores de produção da cultivar IAC 4-12B (90% das plantas) dispostas em linhas, com espaçamento de 4 metros entre as plantas e de 9 metros entre as linhas. Os blocos 2 a 4, 7 a 9 e 12 a 14, diferentemente dos demais, possuem uma linha formada por plantas da cultivar HAES 246, para o fornecimento de pólen para as árvores de produção. Para as avaliações, foram selecionados os blocos mais homogêneos (Figura 1).

A área de estudo está inserida em uma paisagem dominada pelo monocultivo de cana-de-açúcar com escassez de fragmentos de vegetação nativa e, ao norte, faz limite com outro pomar de macadâmia. Esse pomar, implantado em 1995, possui 12 mil árvores distribuídas em 8 blocos, constituídos por diversas cultivares havaianas (HAES 344, 660 e 816) e brasileiras (IAC 4-12B, 420 e 1014).



**Figura 1.** Paisagem na qual se insere a área de estudo em imagem do Google Earth. No pomar, destacado em amarelo, os blocos selecionados para avaliação encontram-se numerados. A estrela branca marca a localização do apiário.

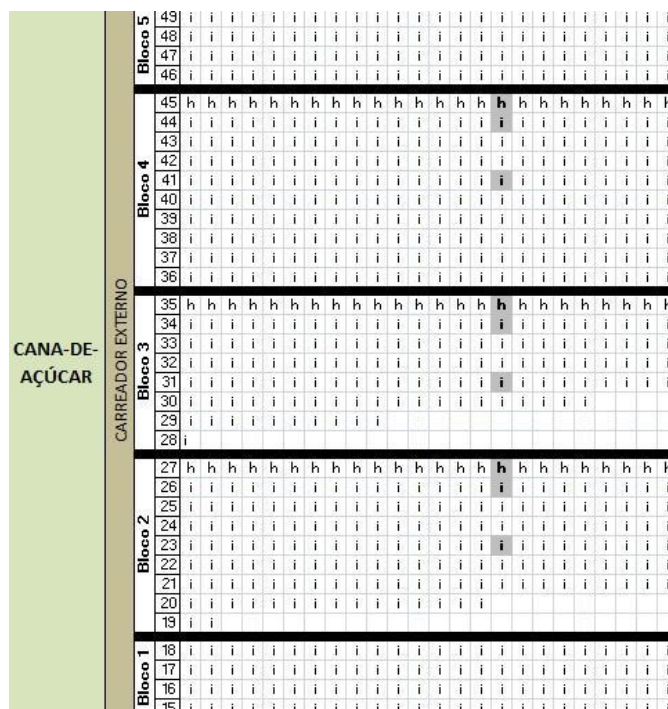
## **2.2. A fonte de polinizadores**

A instalação de colmeias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) para a polinização é uma prática que vem sendo adotada na área estudada. Durante as avaliações, 60 colmeias encontravam-se distribuídas em uma faixa com vegetação natural, a uma distância de aproximadamente 500 metros do primeiro bloco sob avaliação (Figura 1).

## **2.3. A abundância de visitantes florais**

A abundância de visitantes florais foi avaliada em um único dia, em plena florada, em parcelas amostrais formadas por pares de árvores em três diferentes distâncias do apiário, a principal fonte de polinizadores. Devido à presença de plantas para polinização da cultivar HAES 246, cada par foi formado por uma planta de produção da cultivar IAC 4-12B, e uma planta de polinização. As árvores foram selecionadas na região central de três blocos homogêneos de um mesmo talhão (Figura 2). Por haver uma única linha com a cultivar HAES nos blocos sob avaliação, utilizou-se a mesma árvore de polinização nas duas parcelas de cada bloco, sendo uma parcela formada por plantas em linhas adjacentes, distantes 9 metros uma da outra, e a outra por plantas de linhas não adjacentes, com uma distância de 36 metros entre elas. Os blocos 1 e 5 não foram utilizados por não apresentarem a cultivar de polinização.

A abundância de visitantes florais foi determinada pela contagem do número de abelhas presentes em 100 racemos de cada árvore do par, simultaneamente por dois observadores, adaptando-se a metodologia do protocolo para detectar e avaliar déficits de polinização em lavouras (VAISSIÈRE; FREITAS; GEMMILL-HERREN, 2011 modificado). Durante 30 minutos a cada hora, das 9h às 13h, nas três distâncias, essa contagem foi realizada em todos os pares. Deslocando-se lentamente ao redor da copa da árvore, com dois contadores manuais, um para o registro dos racemos e outro para o registro do número de abelhas, a contagem foi realizada simultaneamente em cada par. A amostragem foi realizada sob condições favoráveis à atividade de voo de visitantes florais e os horários foram considerados como repetições (n= 5). Mesmo treinados, os observadores se revezaram entre as plantas de produção e de polinização, em cada bloco e a cada hora do dia, para reduzir o efeito do “observador”. Durante a amostragem, em cada hora e nas três distâncias do apiário, foram registrados dados da temperatura e umidade relativa do ar e da velocidade do vento.



**Figura 2.** Representação esquemática dos blocos sob avaliação na área de estudo, em um pomar comercial no município de Dois Córregos-SP. A continuidade das linhas de plantas à direita, em todos os blocos, não foi representada e os blocos 1 e 5 possuem linhas não representadas abaixo e acima, respectivamente. Legenda: i = cultivar de produção, IAC 4-12B; h = cultivar de polinização, HAES-246; destaque na cor cinza = plantas amostradas.

#### 2.4. A oferta de recursos florais

A oferta de recursos florais foi estimada para as árvores avaliadas quanto à abundância de polinizadores, através da contagem do número de racemos com flores em antese e de racemos em botão em um metro cúbico da copa, nas faces leste e oeste de sua porção mediana. Essa quantificação foi realizada no mesmo dia em que a abundância de polinizadores foi avaliada por ser uma covariável da variável analisada.

#### 2.5. Análise estatística

Para este estudo, a variável dependente foi o número de abelhas (*A. mellifera*) visitando os racemos em antese e as causas de variação foram 1) a distância entre as árvores e as colmeias e 2) se a árvore observada estava ao lado (junto) do seu 'par' ou mais distante dele (separado). Neste caso o 'par' foi formado por uma planta fornecedora de pólen (polinizadora) e outra receptora de pólen (produtora) e as cultivares dessas plantas foram, respectivamente, HAES 246 e a IAC 4-12B.

Com o objetivo de verificar o efeito da distância das colmeias sobre a quantidade de abelhas visitando os racemos, a análise foi feita em separado para cada cultivar, de modo que para cada uma, o experimento foi considerado um fatorial de 2 x 3 em blocos, sendo dois níveis para o 'par'

(junto e separado) e três níveis para a distância (sendo a distância 1 até 550 metros, a 2 até 615 metros e a 3 até 715 metros). Por motivo de logística da execução das medições, foram feitas cinco contagens para cada combinação 'par x distância', sucessivas no tempo, e os períodos de coleta foram considerados repetições (blocos). Em cada período foi realizada a contagem nas seis combinações do fatorial (2 x 3), o que permitiu que cada período fosse considerado um bloco.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do programa SAS (SAS, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

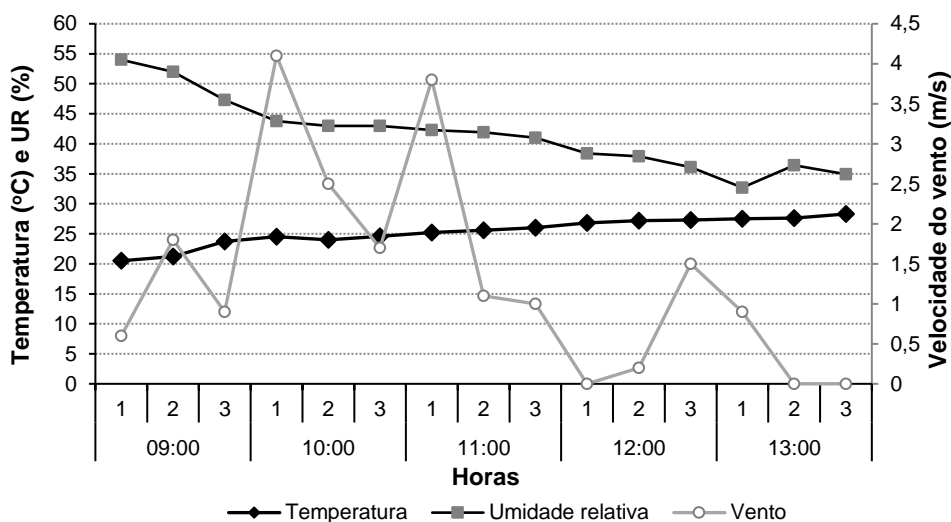
A partir dos valores obtidos para o número de racemos em botão e em antese, nas duas faces da copa das árvores, estimou-se a média de racemos por metro cúbico e a porcentagem de racemos em antese para cada planta avaliada e, em seguida, para as duas cultivares (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número médio de racemos por  $\text{mm}^3$  e porcentagem média de racemos com flores em antese, nas duas cultivares avaliadas quanto à abundância de abelhas. O erro padrão é apresentado entre parênteses após o valor da média aritmética e os valores mínimo e máximo entre chaves.

Cultivar	Função	Número de amostras	Racemos/ $\text{mm}^3$	Racemos em antese (%)	
IAC 4-12B	Produção	6	57,6 (4,7)	72,0 (7,6)	[35,4 - 85,0]
HAES 246	Polinização	3	42,3 (2,0)	64,8 (2,3)	[61,1 - 69,2]

Embora a oferta de flores possa ser uma covariável da abundância de abelhas nas inflorescências, ela não foi testada estatisticamente nas três distâncias avaliadas pela ausência de repetição em cada uma delas.

Entretanto, os valores obtidos para a oferta de recursos florais confirmaram que mais da metade dos racemos nas plantas de produção (72,0%) e de polinização (64,8%) estavam em antese no momento da avaliação da abundância de abelhas (Tabela 1). Portanto, essas plantas encontravam-se em plena floração e, conseqüentemente, atrativas para as abelhas pela oferta abundante de recursos (néctar e pólen). A macadâmia é uma árvore com floração em massa e cada planta no pomar pode produzir mais de dois milhões de flores em uma safra (ITO, 1980).



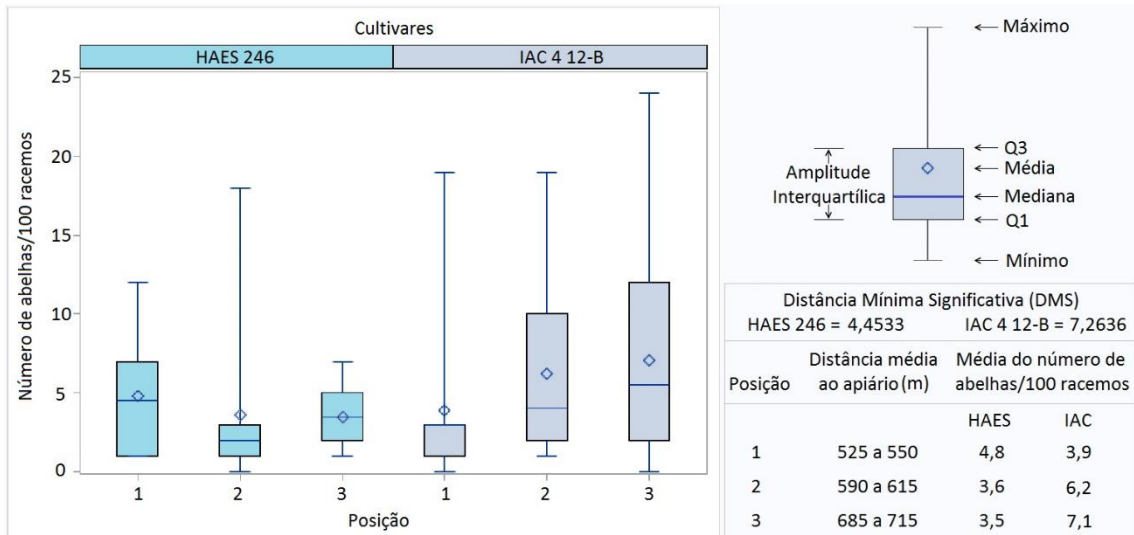
**Figura 3.** Temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento em cada hora e distância amostradas. A distância 1 é a menor em relação ao apiário (até 550 metros), a 2 até 615 metros e a 3 corresponde à maior distância do apiário (até 715 metros).

Os valores da temperatura e da umidade relativa do ar obtidos no momento da amostragem revelaram condições adequadas à atividade de voo de visitantes florais e seguiram um padrão esperado: uma elevação gradual da temperatura do ar e uma redução da umidade relativa ao longo do dia. Já a velocidade do vento variou bastante durante a amostragem e essa variação ocorreu devido a rajadas de vento, mais frequentes no meio da manhã (Figura 3). Essas, porém, não foram nem constantes nem fortes o bastante para interromper ou reduzir de forma acentuada a atividade das abelhas nas flores.

Os únicos visitantes florais observados nas avaliações foram as abelhas *Apis mellifera*. Essa espécie se destaca por ser uma visitante comum e, geralmente, abundante nas inflorescências de macadâmia (MAZIS, LEZAMA, 1991; HEARD, EXLEY, 1994; HOWLETT *et al.*, 2015). Segundo Paulino e Marchini (1998), *A. mellifera* foi a espécie mais abundante e frequente nos racemos de macadâmia em um pomar do Instituto Agrônomo de Campinas, em Tietê-SP, realizando 96% das visitas observadas. Em outro estudo, no mesmo local, essa abelha foi a principal polinizadora observada na cv. IAC 4-12B (PAULINO, MARCHINI, SILVA, 2003).

Quanto à distância em relação ao apiário, o resultado da análise de variância não revelou diferença significativa para a abundância de *A. mellifera* (número de abelhas por racemo) nas três distâncias avaliadas, para as duas cultivares. A distância mínima significativa não foi superada pelas diferenças entre nenhuma das posições (Figura 4), o que não permite afirmar que as distâncias das plantas em relação ao apiário tiveram efeito sobre o número de abelhas visitando essas árvores.





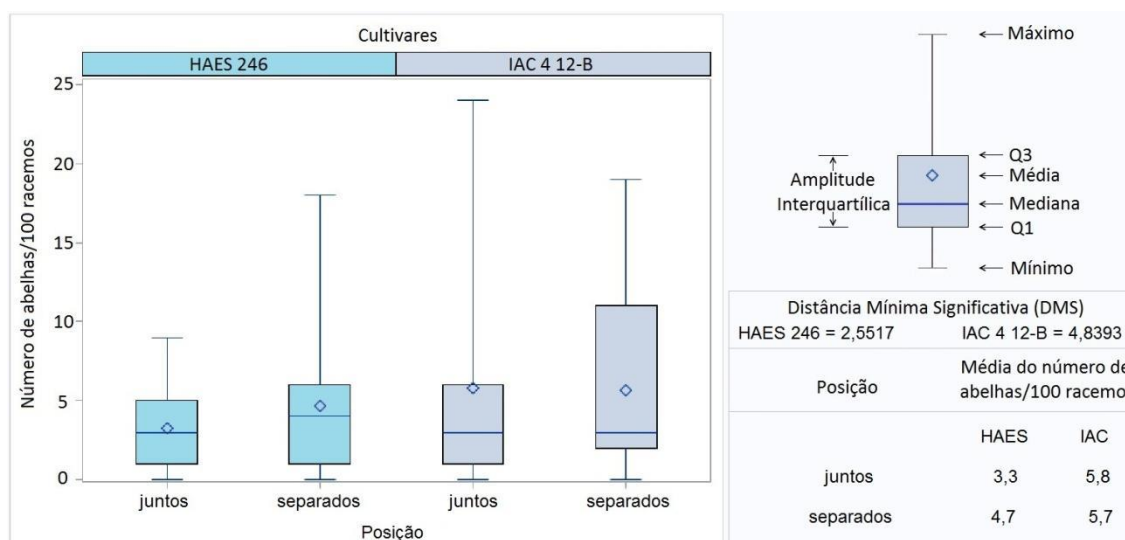
**Figura 4.** Abundância de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) nas cultivares de produção (IAC 4-12B) e de polinização (HAES 246) em diferentes distâncias em relação ao apiário (fonte de polinizadores).

Gary (1971), a partir dos dados obtidos em um estudo preliminar sobre a distribuição e o alcance de forrageamento de *A. mellifera*, em um pomar de macadâmia no Havaí, com manejo de 51 colmeias para a polinização, sugeriu que sempre que os pomares estiverem localizados dentro de um raio de cerca de um quilômetro, de um ou mais apiários, suas plantas estarão ao alcance destes polinizadores. No presente estudo, os 3 blocos avaliados e os outros 12 restantes encontravam-se dentro do raio de um quilômetro do apiário.

Além disso, aqueles autores obtiveram uma distribuição relativamente uniforme das abelhas entre as parcelas de 300 a 750 metros de distância em relação ao apiário. Verificaram também uma redução acentuada na última parcela, situada a 900 metros de distância, indicando que esta parcela estaria fora da área mais ativamente forrageada pelas abelhas.

Neste estudo, também não foi evidenciado um efeito das distâncias avaliadas entre as plantas e o apiário, que variaram de 525 a 715 metros, na abundância de abelhas nas flores das duas cultivares.

Também para dois tipos de pares formados por uma planta da cultivar de produção (IAC 4-12B) e uma de polinização (HAES 246), não foi observada diferença significativa na abundância de *A. mellifera*, nas duas cultivares (Figura 5). Assim não é possível afirmar que a distância de pareamento (pares juntos, com plantas em linhas adjacentes e pares separados, com plantas em linhas não adjacentes) tenha tido efeito sobre a visitação.



**Figura 5.** Abundância de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) nas cultivares de produção (IAC 4-12B) e de polinização (HAES 246) em relação aos pares formandos: juntos (pares com plantas em linhas adjacentes) e separados (pares com plantas em linhas não adjacentes).

Considerando que a cv. HAES 246 poderia atrair mais abelhas que a outra cultivar, como verificado por Rhodes (1986), que obteve quase 3 vezes mais visitas de abelhas nesta cultivar que na HAES 508, essa maior atratividade poderia, hipoteticamente, causar um efeito diferencial na visitação de plantas de produção que estivessem próximas ou afastadas desta cultivar de polinização. Contudo, esse efeito não foi observado.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que as plantas avaliadas, das duas cultivares, quanto à abundância de abelhas em diferentes distâncias do apiário, devem estar dentro da área ativamente forrageada por *A. mellifera*, sendo a localização desta fonte de polinizadores adequada para uma distribuição semelhante das abelhas entre as árvores do pomar na área de estudo. Contudo, esse resultado poderá se tornar mais consistente com os dados a serem obtidos com a colheita dos frutos, o que irá proporcionar outros elementos para avaliar a própria metodologia. Embora a localização do apiário em relação ao pomar possa ser adequada, seria necessário também verificar se o número de colmeias manejadas estaria adequado para alcançar o potencial de produção dessas plantas. O aprimoramento de métodos de pesquisa adaptados aos estudos agroambientais de polinizadores se mostra cada vez mais necessário para uma produção agrícola sustentável.

## 5. AGRADECIMENTOS

Pela oportunidade de estágio e pelo apoio para realização do estudo, agradecemos à Embrapa. Também agradecemos aos funcionários da Queen Nut pelo auxílio nas avaliações em campo.

## 6. REFERÊNCIAS

ENTELMANN, F. A. *et al.* Produção e atributos de qualidade de cultivares de macadâmia no sudoeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 192–198, 2014.

GARY, N. E. Magnetic retrieval of ferrous labels in a capture-recapture. **Journal of Economic Entomology**, v. 64, n. 4, p. 961–965, 1971.

HOWLETT, B. G. *et al.* Pollination of macadamia: Review and opportunities for improving yields. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 411–419, 2015.

HEARD, T. A.; EXLEY, E. M. Diversity, abundance, and distribution of insect visitors to macadamia flowers. **Environmental Entomology**, v. 23, n.1, p. 91-100,1994.

ITO, P.J. Effect of style removal on fruit set in macadamia. **HortScience**, v.15, p. 520–521, 1980.

LANGDON, K. S.; KING, G. J.; NOCK, C. J. DNA paternity testing indicates unexpectedly high levels of self-fertilisation in macadamia. **Tree Genetics and Genomes**, v. 15, n. 2, 2019.

MAZIS, C. E.; LEZAMA, H. J. Estudio preliminar sobre insectos polinizadores de Macadamia en Costa Rica. **Turrialba**, v. 41, n. 4, p. 520-523, 1991.

PAULINO, F. D. G.; MARCHINI, L. C.; SILVA, L. A. C. da. Comportamento forrageiro de *Apis mellifera* L. 1758 em panículas da noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 1, 2003.

PAULINO, F. D. G.; MARCHINI, L. C. Insects associated to the panicles of macadamia (*Macadamia integrifolia*, Maiden & Betch). **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, 1998.

PEACE, C. *et al.* The diversity and origins of macadamia cultivars. In: AUSTRALIAN MACADAMIA SOCIETY CONFERENCE, 2001. [Conference]... N. 08/2016, jan. 2001. 5 p.

PIZA, P. L. B. de T.; MORIYA, L. M. Cultivo da macadâmia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 39–45, 2014.

RHODES, J. Macadamia pollination. **Australian Macadamia Society News Bulletin**, v. 13, p. 1-4, 1986.

RICHARDS, T. E. *et al.* Relationships between nut size, kernel quality, nutritional composition and levels of outcrossing in three macadamia cultivars. **Plants**, v. 9, n. 2, p. 10–14, 2020.

SARDINHA, D. de S. *et al.* Influências geogênicas/antropogênicas na composição química das águas pluviais de Dois Córregos, bacia do Rio Jaú (SP). **Geociências**, p. 577–585, 2013.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT® 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2011.

SCHNEIDER, L. M. *et al.* Zoneamento agroclimático de noqueira-macadâmia para o Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 515–524, 2012.

VAISSIÈRE, B.E.; FREITAS, B.M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use**. Rome, FAO, 2011. 79 p.