

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

POLINIZAÇÃO NA CARAMBOLEIRA (*Averrhoa carambola*
L.) POR *Apis mellifera* L.: REQUERIMENTOS DA CULTURA
E EFICIÊNCIA DO POLINIZADOR

Autor: Cláudio Gomes da Silva Júnior
Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Milfont

GARANHUNS
Estado de Pernambuco
Julho - 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

POLINIZAÇÃO NA CARAMBOLEIRA (*Averrhoa carambola*
L.) POR *Apis mellifera* L.: REQUERIMENTOS DA CULTURA
E EFICIÊNCIA DO POLINIZADOR

Autor: Cláudio Gomes da Silva Júnior
Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Milfont

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Área de Concentração: Produção Animal.

GARANHUNS
Estado de Pernambuco
Julho- 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns-PE, Brasil

S586p

Silva Júnior, Cláudio Gomes da
Polinização na caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) por
Apis mellifera L.: requerimentos da cultura e eficiência do
polinizador / Cláudio Gomes da Silva Júnior. – 2016.
74f. : il.

Orientadora: Marcelo de Oliveira Milfont.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal e Pastagens, Recife, BR-PE, 2016.
Inclui referências.

1. Abelha 2. Abelha - Criação 3. Polinização por inseto
4. Fertilização de plantas I. Milfont, Marcelo de Oliveira,
orient.. II. Título

CDD 571.8642

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

POLINIZAÇÃO NA CARAMBOLEIRA (*Averrhoa carambola*
L.) POR *Apis mellifera* L.: REQUERIMENTOS DA CULTURA
E EFICIÊNCIA DO POLINIZADOR

Autor: Cláudio Gomes da Silva Júnior
Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Milfont

TITULAÇÃO: Mestre em Ciência Animal e Pastagens
APROVADO em 29 de julho de 2016.

Prof. Dr. Marcelo Casimiro Cavalcante
UAST/UFRPE

Dr. Mikail Olinda de Oliveira
PNPD/UFPA-EMBRAPA Amazônia Oriental

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Milfont
PPGCAP/UAG/UFRPE
(Orientador)

“Eu sou o primeiro diploma da minha família, que nunca antes se quer tinha pisado numa universidade.”

*Nas grandes batalhas da vida,
o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer...*

Mahatma Gandhi

Aos meus pais, senhores **Cláudio Gomes da Silva** e **Maria Ferreira da Silva**. Que nunca concluíram seus estudos, mas sempre incentivaram e me fizeram acreditar nos estudos como a maior fortuna, herança, que podiam me oferecer.

É mais por vocês que luto para alcançar os “céus”...

Á vocês, minha VIDA... toda minha dedicação!

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu criador e combustível de cada dia, que me fornece espírito e “ATP” para continuar me dedicando.

A POPULAÇÃO BRASILEIRA, que através dos seus impostos pagam ensino público de qualidade para continuarmos colaborando com o desenvolvimento do país na ciência e tecnologia. É com muita gratidão e perdão pelas falhas que sou grato.

Aos meus “coroas”, meu pai e minha mãe que sempre foram e são tão compreensíveis com a minha vida muito distante deles. Além do cuidado e apoio que nunca faltou.

Aos meus irmãos, Claudiana, Carlos e Cláudia, que também me apoiaram nessa jornada e sempre cuidaram muito bem dos nossos pais, mesmo na distância.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco, aos professores, que me proporcionou ótimos aprendizados e o tão estimado título de Mestre.

Ao professor e agora amigo, prof. Alberício que amenizou a saudade da Paraíba, me aconselhando e exercendo a função muito próxima do meu ex-orientador, prof. Ariosvaldo, que guardo saudades e gratidão do quanto contribuiu para minha formação.

Ao meu orientador e amigo, professor Marcelo Milfont, no momento que mais precisei me deu um voto de confiança, me orientando na linha de pesquisa que tanto almejei para minha formação. Além dos ensinamentos, correções e conselhos.

Ao Grupo de Estudos em Apicultura do Agreste Pernambucano, principalmente ao Prof. Marcelo Milfont, Deygnon Clementino, Ana Paula Brandão e Eliúles Lima.

Ao Instituto Agrônomico de Pernambuco, ao chefe da estação e a todos os funcionários, foram muito receptivos, me ajudaram em tudo que precisei.

Ao Instituto de Laticínios do Agreste Pernambucano, na pessoa da Prof. Elizabel Melo que confiou, abriu espaço, ensinou e me capacitou na Tecnologia de Produtos de Lácteos. Além da amizade que foi e está sendo verdadeira e companheira. Agradeço muito professora!

A minha amiga e irmã Mariana Maciel, que me estimulou a fazer a seleção para esse programa e me garantiu que eu teria muitas oportunidades e tudo daria muito certo.

Aos meus amigos Marco Hamilton e Ana Lúcia, rimos muitos, comemos muito, festas, nunca pensei que pudesse encontra-los... foram as melhores companhias dessa caminhada. Agradeço muito pela atenção e compreensão que tiveram comigo.

Aos meus amigos de Areia (Paraíba) que mesmo distantes, tiveram perto, Joelson, Gildenia e Léo, não esqueceram mesmo de mim.

A paciência dos meus amigos pernambucanos comigo, a amizade, a parceria, essa foi uma das melhores coisas que ganhei ao se mudar para os solos pernambucanos: Cynthia, Eduardo (Mexicano) e a toda galera do Maranhão, vocês são demais!

A minha turma de mestrado 2014.2 que foram tão essenciais e amigos durante minha jornada.

BIOGRAFIA



CLÁUDIO GOMES DA SILVA JÚNIOR – Filho dos agricultores aposentados, Cláudio Gomes da Silva e Maria Ferreira da Silva, residentes na cidade de Arara - PB. Nascido no dia 12 de março de 1989, em Esperança - PB. Em 2006, ingressou no Ensino Médio e Técnico em Agropecuária do Colégio Agrícola “Vidal de Negreiros”, Bananeiras – PB. Concluiu em 2009 com Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório na área de Apicultura, sob a orientação do Professor Dr. Elton Roger Alves de Oliveira. Em 2010, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba. Foi bolsista de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) durante 42 meses sob a orientação do Professor Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros, Estagiário no Setor de Caprinocultura e Apicultura (CCA/UFPB), Membro da Empresa Agropecuária Consultoria Junior (UFPB), Vice-presidente do Centro Acadêmico de Zootecnia (UFPB) e Diretor da Região Nordeste na Federação dos Estudantes de Zootecnia do Brasil (FEZB). Concluiu a graduação em 2014, com monografia na área de Nutrição Animal, sob orientação do professor Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros. No mesmo ano, ingressou no Mestrado em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns. Concluiu em 2016, com dissertação na Área de Produção Animal, Linha de Pesquisa: Apicultura, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Milfont.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS NA POLINIZAÇÃO.....	3
2.2 A ABELHA DOMÉSTICA <i>Apis mellifera</i> LINNAEUS, 1758.....	5
2.3 A CULTURA DA CARAMBOLA (<i>Averrhoa carambola</i> L.).....	8
2.3.1 Origem.....	8
2.3.2 Produção e importância econômica.....	8
2.3.3 Características Botânicas.....	10
2.3.4 Biologia floral.....	12
2.3.4.1 Flor.....	12
2.3.4.2 Tempo de florescimento.....	13
2.3.5 Visitantes florais.....	13
2.3.6 Requerimentos de polinização.....	14
3 CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
4 ARTIGO CIENTÍFICO.....	23

RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	40
5 APÊNDICES.....	44
6 ANEXOS.....	49

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Número e espécies de visitantes/potenciais polinizadores da caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.) e recursos coletados. Brejão – PE, 2015.....	32
Tabela 2. Padrão de forrageamento de duas espécies de abelhas visitantes da caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.). Brejão – PE, 2015.....	36
Tabela 3. Vingamento inicial de frutos da caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.) sob diferentes formas de polinização das flores. Brejão – PE, 2015.....	37

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Horários e números de abelhas pastejando nas caramboleiras (<i>Averrhoa carambola</i> L.) durante 10 dias em 17 plantas. Brejão – PE, 2015.....	34

FIGURAS DO APÊNDICE

	Página
Figura 1. Área do pomar de caramboleiras (<i>Averrhoa carambola</i> L.) Brejão – PE, 2015	45
Figura 2. Tratamento de polinização livre em caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.). Brejão – PE, 2015	45
Figura 3. Tratamento de polinização restrita com papel em caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.). Brejão – PE, 2015.....	46
Figura 4. Polinização restrita por filó em caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.) Brejão – PE, 2015.....	46
Figura 5. Tratamento de polinização por <i>Apis mellifera</i> em caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.). Brejão – PE, 2015.....	47
Figura 6. Abelha <i>Apis mellifera</i> coletando néctar da caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.) em caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.) Brejão – PE, 2015.....	47
Figura 7. <i>Trigona</i> sp. na Caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.): (A) Coletando resina no pedicelo de flores fechadas; (B) Coletando néctar.....	48
Figura 8. Insetos visitantes florais da caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> L.): (A) Vespa coletando resina no pedicelo de flores fechadas; (B) Formiga passeando pelas flores.....	48

LISTA DE ANEXO

	Página
ANEXO A – Normas de publicação da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira....	50

RESUMO

Objetivou-se avaliar a biologia floral, os visitantes florais, os requerimentos de polinização e a eficiência polinizadora da abelha *Apis mellifera* L. em caramboleiras. A pesquisa foi conduzida entre os meses de dezembro de 2015 à março de 2016 em pomar, pertencente ao Instituto Agronômico de Pernambuco, município de Brejão, Agreste Pernambucano. Os resultados mostraram que a antese das flores aconteceu a partir das 07:00h, porém somente às 08:00h todas as flores se encontravam abertas. A flor da carambola apresentou longevidade de apenas um dia, tendo o seu estigma receptivo durante todo o período que a flor permaneceu aberta. Foram observados insetos de seis famílias, porém houve predomínio das espécies de abelhas *Trigona* sp. e *Apis mellifera*. Essas abelhas forragearam durante o dia, sendo *Trigona* sp. em busca principalmente de resina no pedúnculo floral e a *A. mellifera* exclusivamente por néctar. As abelhas *A. mellifera* gastaram em média 4,26 segundos para coletar néctar e a *Trigona* sp. gastava uma média de 24,64 segundos em cada flor para coletar o mesmo recurso. Em relação aos requerimentos de polinização, os estudos mostraram que houve vingamento inicial de frutos em todas as formas de polinizações empregadas (livre, restrita com papel, restrita com filó e com uma única visita de *A. mellifera*). No entanto, uma visita pela *A. mellifera*, vingou significadamente ($p < 0,05$) mais frutos que as demais polinizações empregadas. Apesar de vários táxons de insetos visitarem as flores da caramboleira, *A. mellifera* promoveu maior ($p < 0,05$) vingamento de frutos que todos os tratamentos de polinização empregados, apresentando comportamento de eficiente polinizador dessa cultura, visando mitigar o déficit de polinização e maximizar a produção de frutos.

Palavras-chaves: Abelha Africanizada. Apicultura. Visitantes florais. Polinização agrícola.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the floral biology, the pollinators, pollination requirements and pollinating efficiency of *Apis mellifera* L. bee in star fruit tree. The survey was conducted between the months of December 2015 to March 2016 in an orchard belonging to the Agronomic Institute of Pernambuco, municipality of Brejão, Agreste Pernambucano. The results showed that the flower anthesis took place from 07:00, but only to 08:00 all the flowers were open. The flower carambola presented longevity just one day, and its receptive stigma throughout the period that the flower remained open. six families insects were observed, but there was a predominance of bee species *Trigona* sp. and *Apis mellifera*. These bees foraged during the day, and *Trigona* sp. looking mainly resin in floral peduncle and *A. mellifera* exclusively for nectar. Honeybees spent on average 4,26 seconds to collect nectar and *Trigona* sp. spending an average of 24,64 seconds on each flower to collect the same resource. Regarding pollination requirements, studies have shown that there was initial fruit set in all forms of employed pollinations (free, restricted to paper, restricted with tulle and with a single visit of *A. mellifera*). However, a visit by *A. mellifera*, avenged ($p < 0,05$) more fruit than other pollinations tests. Although several taxa of insects visit the flowers of star fruit, *A. mellifera* promoted greater ($p < 0,05$) fruit set that all employees pollination treatments, presenting behavior efficient pollinator of that culture, to mitigate the pollination deficit and maximize fruit production.

Key words: Africanized bee. Agricultural pollination. Beekeeping. Floral visitors.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Com intuito de suprir as demandas de frutos para o mercado consumidor, os produtores, muitas vezes, estão aumentando as áreas de produção. Essa expansão do terreno para cultivo chega a aumentar a produção de frutos, no entanto, em alguns casos, pode onerar o investimento na produção. Esse uso intensivo e indevido das terras, aliado aos desmatamentos, queimadas, fragmentação do ecossistema e aplicação intensiva de agrotóxicos para o crescimento do cultivo, está levando a deficiência dos recursos naturais e até causando alto risco de intoxicação, poucas fontes de forrageamento, destruição de refúgios de nidificação aos polinizadores por essas diversas causas (RICKETTS et al., 2008; WINFREE et al., 2009).

Como forma de evitar esses desastres ambientais e a onerosidade da produção devido ao aumento das áreas agrícolas, a introdução de polinizadores em áreas de cultivos agrícolas podem maximizar a produtividade, além de melhorar a qualidade dos frutos. A polinização realizada por abelhas é um serviço ecossistêmico importante para a manutenção da biodiversidade, contribuindo também para melhorar os índices de produtividade de várias espécies vegetais de importância econômica. De acordo com dados da FAO (Food and Agriculture Organization), estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (FAO, 2004) e que 33% da alimentação humana dependem das abelhas (KLEIN et al., 2007).

Dentre as espécies de abelhas, a *Apis mellifera* é a mais utilizada na polinização agrícola, onde a presença dessas abelhas estimulam ganhos na produtividade de frutos e sementes, como na sua massa, formato e tamanho (FREE, 1993). Características como, hábito alimentar generalista, um grande número de indivíduos na mesma colônia, grande habilidade de recrutar várias campeiras para o forrageamento, perfeita possibilidade de manejo devido a utilização de colmeias padronizadas, biologia conhecida e grande

intensidade na coleta de recursos (MORAIS et al., 2012; WINSTON, 2003) contribuem para o uso desta espécie em programas de polinização agrícola em todo mundo (OLIVEIRA, 2015).

Mesmo as abelhas *A. mellifera* sendo os insetos sociais mais usados para a polinização de cultivos comerciais, ainda não são aproveitadas em todo o seu potencial. No Brasil por exemplo, apenas duas culturas de maior expressão econômica dependem do uso de polinizadores e vem recorrendo à introdução sistemática de colônias de *Apis mellifera* em larga escala: a maçã (*Malus domestica*) na Região Sul, e o melão (*Cucumis melo*) na Região Nordeste (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). Entretanto, pouco se sabe sobre as necessidades de polinização da caramboleira e de possíveis perdas de produtividade devido à falta de polinização adequada das flores.

Segundo Knight (1965) a carambola (*Averrhoa carambola*) também é uma espécie vegetal autoestéril (autoincompatíveis) em algum grau, necessitando receber pólen de outras plantas da mesma espécie em um processo chamado de polinização cruzada. No caso dessas plantas autoestéreis, elas dependem integralmente dos polinizadores para atuarem como mediadores do transporte de pólen necessário à fecundação e à formação de frutos e sementes viáveis, uma vez que, na condição de indivíduos sésseis, as plantas não podem, por si sós, buscar seus parceiros sexuais como fazem os animais (RECH et al., 2014). No entanto, na literatura, o único eficiente polinizador considerado para a cultura da carambola, é a *Trigona thoracica* (PHOON et al., 1984). Porém na maior parte dos ecossistemas mundiais não existe essa espécie, inclusive no Brasil, pois esta abelha é endêmica da Malásia (CLAUS RASMUSSEN, 2008).

Deste modo, a realização de estudos de polinização e suas eficiências por abelhas para a carambola, em especial, com a *Apis mellifera* que é a mais utilizada em programas de polinização agrícola mundialmente, apresentam necessidades de respostas sobre o efeito destas. E, posteriormente, podendo subsidiar na elaboração de técnicas de polinização para melhorar a produtividade e a qualidade de carambolas via uso de colônias nos pomares, evitando assim, o aumento das áreas de cultivo para responder as demandas de mercado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS NA POLINIZAÇÃO

A polinização é um dos mais importantes processos na manutenção da diversidade e da abundância da maioria das espécies vegetais com flores (KEVAN e VIANA, 2003; KLEIN et al., 2007), sendo um fator essencial na condução de muitas culturas agrícolas em todo o mundo. Essa interação animal x flor, promove diversos progressos na agricultura, como o aumento no número de vagens ou frutos vingados, aumento no número de grãos por vagem, produção de frutos mais bem conformados e de qualidade superior (WILLIAMS et al., 1991), aumentando, conseqüentemente, a rentabilidade e a lucratividade do agricultor (OLIVEIRA, 2015).

Entre os agentes polinizadores bióticos, as abelhas merecem papel de destaque, pois dependem das flores (ou dos recursos florais) para sua sobrevivência, tendo dessa forma estabelecido relações estreitas com as angiospermas ao longo de sua evolução (RECH et al., 2014). A polinização realizada por abelhas, ou polinização melitófila, é um serviço ecossistêmico importante para a manutenção da biodiversidade, mas também contribui significativamente para incrementar os índices de produtividade de diversas culturas agrícolas de importância econômica (EMBRAPA, 2010).

De acordo com dados da FAO (Food and Agriculture Organization), estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (FAO, 2004) e que 33% da alimentação humana dependem das abelhas (KLEIN et al., 2007). Além disso, estes insetos formam um grupo numeroso e diverso, com mais de 16 mil espécies descritas no mundo (MICHENER, 2007). No Brasil estima-se que a apifauna reúne 1.678 espécies descritas em cinco famílias: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae e Apidae (SILVEIRA et al., 2002; MOURE et al., 2007).

A função das abelhas indígenas sem ferrão, ou meliponíneos (Apidae, Meliponina) na polinização das angiospermas é indiscutível, com grande participação na polinização de plantas agrícolas (HEARD, 1999), e sua eficiência está relacionada à interdependência entre essas abelhas e os recursos florais ofertados, como néctar, pólen, resina, óleo, auxiliada pelas adaptações morfológicas para exploração desses recursos, sua fisiologia e comportamento (SILVEIRA et al., 2002). O uso das abelhas sem ferrão, apesar de incipiente, já demonstra grande potencial. A espécie *Scaptotrigona mexicana* tem sido usada para a polinização do abacate (*Persea americana* Miller) no México, na Austrália e em Israel, para onde é exportada (IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). No Brasil e Japão, a iraiá (*Nannotrigona testaceicornis* [Lepeletier, 1836]) e a jataí (*Tetragonisca angustula* [Latreille, 1811]) são utilizadas em cultivos protegidos de morango (*Fragaria X ananassa* Duch.) (ANTUNES et al., 2007). A jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke, 1910) e a boca-de-sapo (*Partamona cupira* [Smith, 1863]) já foram também usadas com sucesso na polinização de pomares de goiaba (*Psidium guajava* Linnaeus) (ALVES e FREITAS, 2006).

Abelhas do gênero *Bombus* polinizam mais de vinte e cinco espécies de plantas cultivadas no mundo todo, incluindo mirtilo, oxicoco, morango, ameixa, melão, melancia, abobrinha, pimentão, tomate, alfafa, trevo, algodão e girassol (EVANS, 2010). Como se adaptam muito bem em casas de vegetação, já existem empresas que comercializam colônias de *Bombus impatiens* Cresson, 1863, *B. terrestris* Linnaeus, 1758 e *B. occidentalis* Greene, 1858, para uso nessas condições. O primeiro registro de *B. terrestris* na Argentina está relacionado à importação dessas abelhas pelo Chile em 1998. Têm uma grande vantagem de se adaptarem a temperaturas que variam entre -10°C e 32°C e não dependerem da radiação solar para forragear, sendo capazes de coletar recursos florais até mesmo em dias nublados ou chuvosos (WINTER et al., 2006). Saraiva et al. (2012) traçaram as rotas possíveis para migração dessa espécie na América do Sul, especialmente no Brasil, e o cenário mostra que os estados das regiões Sul e Sudeste podem ser perfeitamente colonizados por essa espécie.

No Brasil, as abelhas solitárias, como as dos gêneros *Xylocopa*, *Epicharis*, *Eulaema* e *Centris*, são polinizadores muito importantes do cajueiro (*Anacardium occidentale* Linnaeus), muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* [Linnaeus] Rich) e aceroleira (*Malpighia emarginata* DC) (FREITAS e PEREIRA, 2004; VILHENA e AUGUSTO, 2007), bem como do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) (FREITAS e OLIVEIRA-FILHO, 2003) e da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpland) (CAVALCANTE et al.,

2012). O manejo de *Centris* e *Xylocopa* para a polinização de muricizeiro e aceroleira, como proposto por Buchmann (2004), já foi comprovado com estudos experimentais (MAGALHÃES e FREITAS, 2013) apenas em plantios de aceroleira, mas não há registros de sua utilização por agricultores. As áreas cultivadas com castanheira-do-brasil ainda são escassas e restritas ao bioma Amazônia. O cumprimento da lei sobre a proteção da vegetação nativa, com área de reserva legal de 80% na propriedade rural e não mais que 20% de área agricultável, além de cuidados como intercalar blocos de plantio com faixas de vegetação nativa, é suficiente para manter elevada riqueza de polinizadores, com até dezesseis espécies de polinizadores (CAVALCANTE et al., 2012).

Entretanto, atualmente, os polinizadores silvestres já não são mais suficientes para garantir a polinização adequada de todas as culturas ao longo do ano em vários países (GALLAI et al., 2009). Até recentemente, a principal ameaça à integridade dos polinizadores era a fragmentação do habitat, seja para obras de infraestrutura, habitação ou agricultura (RECH et al., 2014). Além disso, o uso inadequado de agrotóxicos para o controle de pragas e doenças também atinge diretamente os agentes de polinização, pois alguns inseticidas de nova geração podem ter componentes com ação neurotóxica que potencializam seus efeitos (FREITAS e PINHEIRO, 2012). A remoção da vegetação herbácea por meio da capina ou herbicidas também elimina fontes de forrageamento, refúgio e nidificação (OSBORNE et al., 1991). As mudanças climáticas globais, seja por alterações bruscas na temperatura do ar, precipitação, nebulosidade e outros fenômenos meteorológicos, podem promover alterações na distribuição geográfica das espécies de abelhas e plantas. Além disso, podem mudar seus ciclos reprodutivos, e, nos casos mais drásticos, levar à ruptura das interações abelha-planta (HEGLAND et al., 2009). Sendo, cada vez mais comum em diversos países, o aluguel e compra de colônias pelos agricultores para complementar a fauna de polinizadores locais (DAG et al., 2006) e garantir a polinização nas culturas agrícolas.

2.2 A ABELHA DOMÉSTICA *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758

Em escala global, a abelha-europeia ou abelha melífera, *Apis mellifera*, vem sendo considerada principal agente responsável pela polinização de plantas agrícolas e as mais utilizadas em programas de compra e aluguel de colônias. Onde a presença dessas abelhas estimulam ganhos na produtividade de frutos e sementes, como na sua massa, formato e tamanho (FREE, 1993). Características como, hábito alimentar generalista, um grande número de indivíduos na mesma colônia, grande habilidade de recrutar várias campeiras

para o forrageamento, perfeita possibilidade de manejo devido a utilização de colmeias padronizadas, biologia conhecida e grande intensidade na coleta de recursos (HOGENDOORN, 2004; MORAIS et al., 2012; WINSTON, 2003) contribuem para o uso desta espécie em programas de polinização agrícola em todo mundo (OLIVEIRA, 2015).

Mesmo as abelhas *A. mellifera* sendo os insetos sociais mais usados para a polinização de cultivos comerciais, ainda não são aproveitadas em todo o seu potencial. No Brasil por exemplo, apenas duas culturas de maior expressão econômica dependem do uso de polinizadores e vem recorrendo à introdução sistemática de colônias de *Apis mellifera* em larga escala: a maçã (*Malus domestica*) na Região Sul, especialmente Santa Catarina, e o melão (*Cucumis melo*) na Região Nordeste, particularmente nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (FREITAS e IMPERATRIZ-FONSECA, 2005), embora em muitos casos prevaleça a errônea ideia de que a simples introdução na área plantada de algumas colmeias de abelhas já é suficiente para obter-se níveis ideais de polinização (MILFONT, 2012). Como consequência, os resultados são culturas mal polinizadas, o que gera baixos índices de produtividade, altas percentagens de perdas, pouca rentabilidade, o que apenas contribui para a desvalorização dos serviços de polinização no meio agrícola nacional (MILFONT, 2012). Isso se deve principalmente à falta de conhecimentos dos apicultores e produtores a respeito das características florais, e necessidades de polinização dessas culturas (FREITAS, 1998).

As abelhas *A. mellifera* também são eficientes na polinização de outras culturas de importância econômica. A introdução de colônias dessa espécie em cultivos de mamona (*Ricinus communis* L.), por exemplo, contribuiu para incrementar a produtividade da cultura, tanto ao aumentar o número de frutos por cacho quanto o rendimento de óleo das sementes, nos Estados do Piauí e Ceará (RIZZARDO, 2007). Malerbo-Souza et al. (2003), observaram que a polinização realizada por essas abelhas influenciou quantitativa e qualitativamente a produção de laranjas (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Os frutos cujas flores foram visitadas adequadamente pelas abelhas foram mais pesados, menos ácidos e com maior número de sementes por gomo, embora nem sempre um grande número de sementes seja desejável na fruticultura.

Segundo Oliveira et al. (2012), dentre os visitantes florais da cajazeira, a *A. mellifera* foi a única espécie que atendeu os requerimentos de polinização dessa cultura, apresentando portanto potencial para uso como polinizador dessa cultura visando diminuir o déficit de polinização e melhorar a produção de frutos. A cultura da cebola

(*Allium cepa* L.), predominantemente produzida no Vale do São Francisco, no Nordeste brasileiro, também tem a espécie *A. mellifera* como principal agente polinizador, de modo que a produtividade poderia ser maximizada mediante o manejo dessa espécie de abelha nos plantios. Segundo McGregor (1976) e Witter e Blochtein (2003) *A. mellifera* é o inseto polinizador indicado para o manejo na produção comercial de sementes de cebola.

Em 2014, Sousa et al. avaliando a introdução de colônias de *A. mellifera* em cultivos de melão (*Cucumis melo*), reconfirmaram que essa abelha favorece o processo de polinização e fecundação das flores à cultura. Quando a introdução ocorre no início do florescimento da cultura existe uma influência positiva no aumento da produtividade e também no aumento do tamanho dos frutos. No entanto, será estimulada a produção de frutos de tamanhos menores, localizados nos ramos secundários das plantas, quando a introdução das colmeias é feita em fases mais avançadas do florescimento da cultura.

Milfont et al. (2013) avaliando a eficiência polinizadora da *A. mellifera* na cultura da soja, que é uma das *commodities* mais negociadas e receitas importantes para os países exportadores, bem como para a segurança alimentar dos países importadores. Concluiu que, embora os polinizadores selvagens possam produzir rendimento significativo à cultura da soja, a polinização complementar realizada por essa espécie de abelha promove mais vagens por planta e mais sementes por vagem, reduzindo o déficit de polinização e rendendo uma produção total maior, fazendo essa associação uma prática mais eficiente na produção de soja. O mesmo autor sugere, que o uso de polinizadores bióticos, visando melhorar o rendimento, pode ser uma sustentável prática para um maior desenvolvimento da agricultura e da soja, quando comparado com as práticas de gestão atuais, com base numa constante expansão da área cultivada no mundo às custas de grandes áreas de vegetação nativa e uso intensamente de pesticidas, em vez de incrementos na produtividade das culturas.

No entanto, o grau em que uma determinada cultura agrícola depende da polinização por abelhas varia de acordo com a morfologia floral, com nível de autopolinização exibido pela planta, além da disposição floral dentro da própria planta ou nas plantas vizinhas (DELAPLANE e MAYER, 2000). Segundo Klein et al. (2007), dentre as 107 principais culturas agrícolas utilizadas diretamente na alimentação humana, 13 delas são essencialmente dependentes de polinizadores (perda de 90% ou mais na produção na ausência de polinizadores); 30 são altamente dependentes de polinizadores (40% a quase 90% de redução na produção); 27 são moderadamente dependentes (10% a quase 40% de redução); para sete das culturas agrícolas estudadas a dependência é

inexistente; e para as nove restantes o grau de dependência de polinizadores é desconhecido.

A cultura da carambola, por exemplo, é classificada como altamente dependente, pois segundo Knight (1965), a maioria das variedades de carambola têm algum grau de autoincompatibilidade polínica, ou seja, requerem polinização cruzada para uma boa frutificação e rendimentos.

2.3 A CULTURA DA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* L.)

2.3.1 Origem

A caramboleira é uma árvore frutífera originária da Ásia tropical (NÚÑEZ-ELISEA et al., 2000). No entanto, por não haver relatos sobre a existência de plantas em estado selvagem, ainda há dúvidas sobre o local preciso de sua origem na Ásia. Alguns autores indicam a Malásia e a Indonésia, mais precisamente as Ilhas Molucas, como centros de origem, outros citam a Índia e o Sri Lanka [NAKASONE e PAULL (1998), citados por Donadio et al., 2001].

No Brasil, acredita-se que a caramboleira tenha sido introduzida com a chegada, em 1811, do engenheiro-agrônomo francês Paul Germain, que astrouxe de cultivos na Guiana Francesa para o extinto Jardim da Aclimação em Olinda, em Pernambuco, de onde se espalhou para todo o litoral do País (GRANATO, 1919, citado por Araújo e Minami, 2001).

2.3.2 Produção e importância econômica

As principais áreas produtoras carambola estão em Taiwan, Malásia, Indonésia, Havaí, Flórida, e na Índia (Donadio et al., 2001). É cultivada também em vários outros países asiáticos e em áreas tropicais da América, incluindo o Brasil. O mapa abaixo (Figura 1) ilustra os países onde a espécie é cultivada.

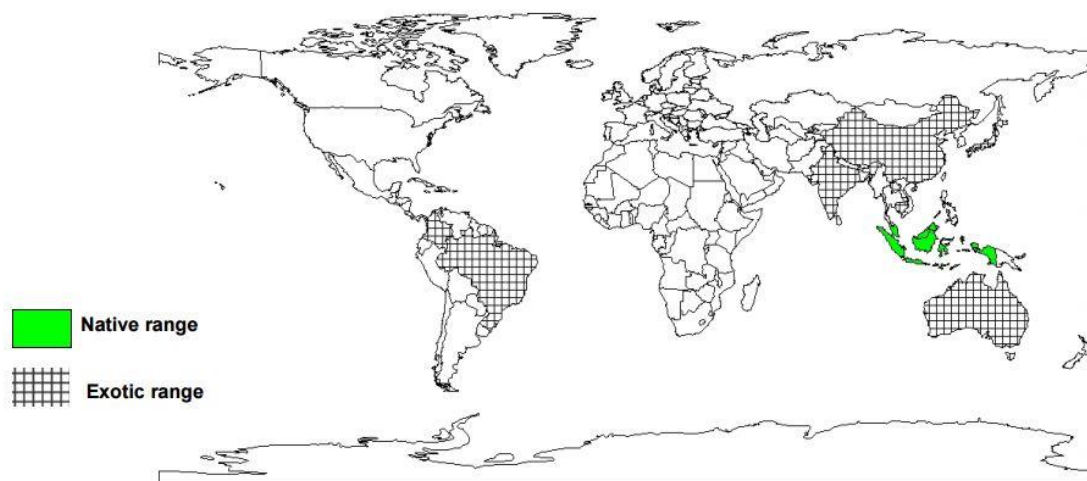


Figura 1. Áreas de distribuição de caramboleiras cultivadas em Regiões de ocorrência nativa (*Native range*) e exótica (*Exotic range*) no mundo (Orwa et al., 2009)

Atualmente, é a Malásia um dos principais produtores de carambola e exporta para mercados em todo o Leste Asiático, Oriente Médio e Europa, com um valor estimado de 28 milhões de dólares em 2008. Entre 2001 e 2007, houve um aumento de 9,7% na taxa de crescimento anual de frutas tropicais, que inclui a carambola (ZAINUDIN et al., 2014).

O mercado de frutas tropicais ou exóticas vem crescendo, fortemente, nos últimos anos, tanto no mercado interno, quanto no externo e a carambola se destaca como uma opção rentável de diversificação e uma alternativa de cultivo ao fruticultor. Mustafa et al., (2016) referiram-se a caramboleira como uma das fruteiras com grande potencial, devido à capacidade de rápido desenvolvimento, alta produtividade, seleção de clones doces e possibilidade de cultivo, em sistemas protegidos. É cada vez mais popular no mercado global como uma planta que produz um fruto exótico exigido por suas propriedades funcionais e estéticas.

No Brasil, estima-se que a área plantada com caramboleiras seja localizada predominantemente na região Sudeste, particularmente no Estado de São Paulo, onde a quantidade comercializada tem crescido a cada ano. Em 2012, a quantidade comercializada de carambola na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP – foi de cerca de 4.244.936 kg, em 2014 esse valor foi para 5.090.628 kg, tendo ocorrido, portanto, aumento de 17% em apenas 2 anos, o que evidencia o interesse crescente pela fruta. Em 2016, até abril, foram comercializadas cerca de 1.686.438 kg. O município de Petrolina situado no Estado de Pernambuco, é um dos municípios nordestino que comercializa carambola para o Estado de São Paulo, chegando no ano de 2015 enviar para a CEAGESP cerca de 28.870 kg. Entretanto, no Estado de

São Paulo, maior produtor de carambola do Brasil, os pomares são formados com plantas "nativas" e/ou cultivares originárias da Flórida, cujas informações sobre desempenho, qualidade e composição química são escassas (TEIXEIRA et al., 2001).

A crescente demanda de informações sobre a carambola no Brasil, o apelo mercadológico, quanto ao formato e sabor exótico, as possibilidades, quanto à utilização do fruto, a adaptabilidade da planta às condições edafoclimáticas brasileiras, a precocidade, a quantidade, regularidade, vida útil de produção e sua reprodução são parâmetros que viabilizam o cultivo na maioria do território nacional, exceto nas regiões submetidas às geadas e baixas temperaturas durante longo período (ARAÚJO e MINAMI, 2001).

2.3.3 Características Botânicas

Na classificação taxonômica atual, a caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Geraniales, família Oxalidaceae (USDA, 2006).

É uma árvore de porte pequeno (3 a 5 m) a médio (8 a 9 m), mas pode chegar a 15 m de altura aos 25 anos de idade, que é considerado seu período de vida útil. A planta é perene, de crescimento lento, com tronco encurtado, torcido e áspero, ramos flexíveis, com porte piramidal, quando jovem, e copa densa e arredondada, quando adulta, com 6 a 7 m de diâmetro. Prefere solos profundos, férteis e bem drenados. As folhas são compostas (com dois a cinco pares de folíolos), geralmente imparipenadas, ou seja, apresentam os folíolos dispostos aos pares e um folíolo terminal, ímpar, completas, ovaladas ou oval-lanceoladas, dispostas alternadamente, pecioladas e pinadas, de coloração roxa-bronzeada, quando jovens, e verde-pálida e escura, quando adultas (DONADIO et al., 2001).

As sementes são oblongas e delgadas, com 6 a 13 mm de comprimento, de coloração marrom-clara, envolvidas em arilo gelatinoso. Os lóculos localizam-se nas saliências do fruto e contêm de zero a três sementes, portanto o número de sementes por fruto pode chegar a 15 (OLIVEIRA, 2007). De acordo com Donadio et al. (2001) perdem rapidamente a viabilidade depois de retiradas dos frutos.

O fruto da caramboleira é liso e brilhante e tem o formato de elipsoide prolato, geralmente com cinco saliências longitudinais, raramente quatro ou seis, ainda que alguns trabalhos cite de duas a oito. Assim sendo, os frutos, quando fatiados transversalmente, apresentam geralmente o formato singular de uma estrela, com pequenas diferenças de acordo com a variedade (Figura 2). A sua cor no início é verde-clara e, depois,

dependendo da variedade, torna-se verde, amarela-clara ou amarela-alaranjada, alguns tipos apresentando coloração esbranquiçada. A polpa é translúcida, suculenta, não fibrosa, com textura variando desde branda a firme. A epiderme, consumida junto com a polpa, é translúcida, delgada, possuindo algumas vezes uma cutícula cerosa (DONADIO et al., 2001).

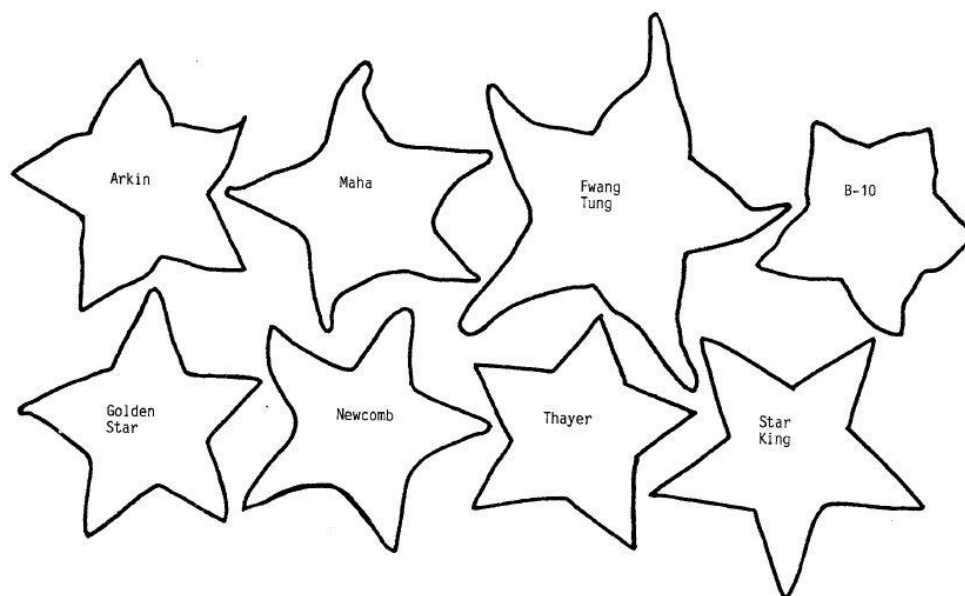


Figura 2. Cortes de frutos de diferentes cultivares de carambola (*Averrhoa carambola* L.) (CAMPBELL et al., 1985)

A caramboleira, como algumas outras árvores tropicais, produz algumas frutas esporadicamente ao longo do ano, no entanto, é mais concentrada em duas safras (CAMPBELL et al., 1985). A primeira, nos meses de agosto, setembro e outubro, frutificação ocorrida a partir de uma floração que ocorre de abril a junho. A segunda safra, com colheitas em dezembro e janeiro, desenvolve a partir de uma floração em setembro e outubro. Os mesmos autores inferem que o intervalo de floração a maturação dos frutos é de cerca de 70 dias, dados estes nas condições de regiões temperadas.



Figura 3. Características anatômicas do ramo com (A) folhas, flores e (B) frutos da *Averrhoa carambola* L.

2.3.4 Biologia floral

2.3.4.1 Flor

As flores da carambola são formadas na região da inserção das folhas nos ramos (axilas) e nos ramos terminais (EPSTEIN, 2000; DONADIO et al., 2001). Sendo pentâmeras com tons de vermelho e roxo, cercado a corola na cor púrpura, racemosas agrupadas inflorescências, de tamanho e pedicelo pequeno, hermafroditas, formada por 5 pétalas e com um cálice de 5 sépalas. O androceu contém 5 estames férteis e 5 estaminoides (RAY, 2002) e o gineceu com 5 estilos delgados unidos. Todas as flores das variedades de carambola têm estiletes longos ou curtos, condição chamada de heterostilia.

As flores abrem gradualmente no período da manhã entre 8 e 10hs e próximo à tarde entre 14 e 18hs fecham-se (MORTON, 1987). Durante a manhã seguinte a antese, as pétalas caem e os ovários na cor branco-esverdeados ficam expostos. Após a abertura, embora não sejam mais receptivas, permanece ainda na planta por cerca de 16 dias (CHANDLER, 1958). A sequência de desenvolvimento das flores é basípeta dentro da inflorescência, começando pelo terminal de flores do eixo principal da abertura da inflorescência, seguido pelas flores terminais dos eixos auxiliares, estes são, então, seguido por uma das flores sobre os eixos terciárias (SAÚCO et al., 1993).

As flores que realmente tiverem sido eficientemente polinizadas, com cerca de 7 ou 10 dias após, se diferenciarão evidenciando o inchaço do ovário, ou caso contrário, as flores cairão, indicando que não ocorreu fertilização (KNIGHT, 1965).

2.3.4.2 Tempo de florescimento

Orduz e Rangel (2002) afirmam que entre o plantio e florescimento a duração é de 8 a 22 meses e que a partir do início da floração para o primeiro aparecimento de frutos são de 30 dias. Após a colheita, o aparecimento das primeiras flores é de 120 dias após. Enquanto Crane (1994) relata que são de 60 a 75 dias do florescimento à maturação fruta na Flórida, dependendo da variedade e práticas adotadas de tratos culturais.

A Figura 4 apresenta um gráfico de floração e frutificação da caramboleira em condições brasileiras (AZULAY et al., 2011). No período estudado, a espécie floresceu e frutificou em todos os meses, apresentando uma variação de 15 a 21 dias de floração por mês, sendo que o mês de janeiro apresentou o maior número de dias em que a espécie floresceu e frutificou. Enquanto, o mês de dezembro foi o que apresentou o menor número (15 dias). O estudo fenológico da carambola está de acordo com Alencar (1994) que avaliou nas mesmas condições desse estudo.

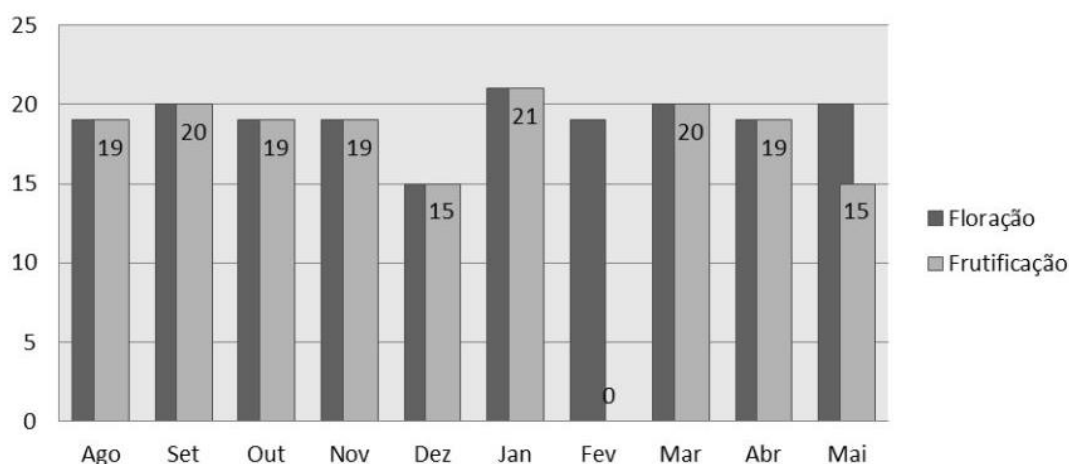


Figura 4. Número de dias de floração e frutificação da carambola (AZULAY et al., 2011)

2.3.5 Visitantes florais

No Brasil, Cabreira et al. (2005) avaliando os visitantes florais da cultura da carambola, na Região Amazônica, ressalta que dentre os insetos visitantes de *Averrhoa carambola* foram observadas duas Ordens de Hexapoda: Hymenoptera (abelhas silvestres sem ferrão do gênero *Trigona*, abelhas melíferas e vespas) e Lepidoptera (borboletas). As abelhas silvestres foram os insetos mais frequentes, observando três espécies diferentes: *Trigona* sp 1, *Trigona* sp 2 e *Trigona* sp 3, ambas apresentando diferentes formas de abordagem à flor. Tais espécies mais frequentes nas flores de carambola que as abelhas melíferas (*Apis mellifera*). Segundo os mesmos autores, *Trigona* sp 1 coleta somente

pólen indo direto para os estames sem passar pelas pétalas. *Trigona* sp 2 rodeia a copa da árvore, pousa nas pétalas e caminha até o estame. *Trigona* sp 3 pousa diretamente sobre os estames e coleta pólen por vibração.

No Suriname, com estudos à cultura da carambola, foi observado a abelha silvestre *Melipona favosa* visitando as flores (ENGEL et al., 1980). Elevado número de duas espécies de abelhas também tem sido registrado, como a *Trigona thoracica* e a *Apis cerana* visitando flores em pomares na Malásia. Ambas as espécies de abelhas realizado coleta em abundância de grãos de pólen em seus corpos. Foi observado *T. thoracica* fazendo mais visitas do que *A. cerana*, que também visitou muitas flores, entretanto, houve a introdução de colônias dessas espécie nos pomares, o que pode ter influenciado no número de abelhas *A. cerana* (PHOON et al., 1984).

2.3.6 Requerimentos de polinização

A viscosidade do pólen, a cor brilhante do pólen e néctar da caramboleira indica que são necessários insetos para realizarem uma boa polinização, embora as flores possam ser parcialmente polinizadas pelo vento, desde que, algum pólen seja liberado para fora, para deiscência das anteras no momento da receptividade estigmática. No entanto, o uso de pesticidas podem matar as abelhas ou mesmo perturbá-las, devendo ser evitada durante o tempo de floração (SAÚCO et al., 1993).

Knight (1965) indica que todas as cultivares de carambola são autoincompatíveis em algum grau. Segundo Knight (1982), a variedade *Golden Star*, não consegue atingir colheitas satisfatórias quando cultivadas sem outras cultivares nas proximidades. A Estrela dourada tem autoincompatibilidade apenas parcial (KNIGHT, 1982). O autor ainda retrata que a experiência dos produtores da Flórida indica que outras cultivares podem produzir uma colheita satisfatória desta forma também, sugerindo que a melhor solução é escolher duas variedades que têm frutos vendável, diferentes tipos de flores e tempo de florescência semelhantes, para que se haja a polinização.

Em pesquisa realizada Knight (1965), a melhor frutificação resultou quando o pólen de cultivares diferentes foi colocado sobre os estigmas de outras, ou quando os estiletes curtos foram polinizados por aqueles estiletes longos. Possivelmente, indicando que, para melhores produtividades de frutas é necessário plantar mais de uma cultivar no pomar, assegurando assim, a polinização cruzada e subsequente produção de frutas.

A presença de fortes chuvas no período de floração pode afetar de modo negativo a polinização (RAY, 2002; MORTON, 1987). Para aumentar a porcentagem de polinização Nghah et al. (1989) indicam a inclusão de colmeias nos pomares de

carambolas, como também recomendam plantar mais de um cultivar, visando assegurar a polinização cruzada. De acordo com Gonzalez (2000), menos de 25% das panículas produzem frutos, e que geralmente desenvolve-se apenas um fruto por panícula, no entanto, o mesmo autor afirma que este valor é o suficiente para se obter uma colheita satisfatória.

Phoon et al. (1984) avaliando flores de carambola ensacadas tiveram uma média de seis grãos de pólen não-germinados, e que a abelha silvestre *T. thoracica* foi o polinizador eficiente desta cultura, com centenas de grãos de pólen germinados com sucesso, após depositados em flores que foram ensacadas e depois expostas a uma visita por esta abelha. Porém na maior parte dos ecossistemas mundiais não existe essa espécie de abelha, inclusive no Brasil, pois esta abelha é endêmica da Malásia (CLAUS RASMUSSEN, 2008).

3 CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

ALENCAR, J. C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazonica**, v.24, n.3/4, p.161-182. 1994.

ALVES, J. E. & FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência Agrônômica**, 37(2), 216-220, 2006.

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E. & MARAN, R. E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, 25(1), 94-99, 2007.

ARAÚJO, P.S.R. E MINAMI, K. Seleção de caramboleiras pelas características biométricas e físico-químicas dos frutos. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 1, p. 91-99, 2001.

AZULAY, L. B. O.; LAMEIRA, O. A.; ROCHA, T. T.; RIBEIRO, F. N. S. Avaliação fenológica e *screening* fitoquímico de *Averrhoa carambola* L.- Oxalidaceae. 15º Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA. **Resumos...** 2011.

BUCHMANN, S. L. 2004. Aspects of Centridine biology (*Centris* spp.): Importance for pollination, and use of *Xylocopa* spp. as greenhouse pollinators of tomatoes and other crops. Pp. 203-211. In: P. KEVAN, V.L. IMPERATRIZ-FONSECA (Eds.) **Pollinating Bees – The conservation link between agriculture and nature**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 313p.

CABREIRA, D. M. B.; BIONDO, P. L. T. A.; BEZERRA, T. M.; TRINDADE, T. A.; RIBEIRO, J. E. S.; KAMINSKI, A. C. Visitantes florais de carambola, *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae) na região do Médio Solimões, Amazonas, Brasil. In: 63ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **Resumos...** 2011.

CAMPBELL, C.W.; KNIGHT JR, R.J.; OLSZACK, R. Carambola production in Florida. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** v. 98, p. 145-149, 1985.

CAVALCANTE, M. C.; OLIVEIRA, F.; MAUÉS, M. M. & FREITAS, B. M. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in Central Amazon Rainforest. *Psyche: A Journal of Entomology*, 9 p, 2012.

CEAGESP – **Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo** (2016) Contato: Fale conosco. Disponível em <<http://www.ceagesp.gov.br/servicos/>>. Acesso em 03/06/2016.

CHANDLER, W. H. Evergreen orchards. Lea & Febiger, Philadelphia, 1958.

CLAUS RASMUSSEN. **Molecular Phylogeny of Stingless Bees: Insights Into Divergence Times, Biogeography, and Nest Architecture Evolution**. Proquest, 2008.

CRANE, J. H. **The Carambola (Star Fruit)**. University of Florida, 1994.

DAG, A., ZIPORI, I., PLESER, Y. Using bumblebees to improve almond pollination by the honeybee. *Journal of Apicultural Research*, v. 45, p. 215–216, 2006.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: Cabi Publishing, 2000.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: Cabi Publishing, 2000.

DONADIO, L.C., SILVA, J.A.A., ARAÚJO, P.S.R., PRADO, R.M. Caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). **Série Frutas Potenciais**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 81 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **II Semana dos Polinizadores: Palestras**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 83 p.

ENGEL, M. S.; DINGEMANS-BAKELS, F. Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South America). *Apidologie*. 11:341–50, 1980.

EPSTEIN, L. H. H. Carambola e fruta-pão – Comunicação. Bahia Agrícola. **Publicação Quadrimestral da Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI) do Estado da Bahia**, 2000. Disponível em: <http://www.bahia.ba.gov.br/seagri/RevBaAgr/rev_112000/carampao.htm>. Acesso em 12/05/2016.

EVANS, E. Bumblebees. Pp. 43-53. In: E. Mader; M. Spivak & E. Evans (Eds.) **Managing Alternative Pollinators: A Handbook for Beekeepers, Growers, and Conservationists**. NRAES, 186. New York, Ithaca, 2010, 170p.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Eds.) **Solitary bees: Conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 19-25.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2^a ed. London: Academic Press, p. 684, 1993.
- FREITAS, B. M. & OLIVEIRA-FILHO, J. H. 2003. Eficiência do uso de um modelo de ninhos racionais para mamangavas (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, 33(4), 1135-1139.
- FREITAS, B. M. & PEREIRA, J. O. P. 2004. Crop consortium to improve pollination: can West Indian Cherry (*Malpighia emarginata*) attract Centris bees to pollinate Cashew (*Anacardium occidentale*)? Pp: 193-201. In: B. M. FREITAS & J.O.P. PEREIRA (Eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, Imprensa Universitária UFC, 285p.
- FREITAS, B. M. & PINHEIRO, J. N. 2012. Polinizadores e Pesticidas: princípios de manejo para os ecossistemas brasileiros. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 112p.
- FREITAS, B. M. O uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 46, p. 16-20, 1998.
- FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 80, p. 44-46, 2005.
- GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68 p. 810–821, 2009.
- GONZÁLEZ, D.V. 2000. **Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad ácida, producida en el piedemonte amazónico colombiano**. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- HEARD, T. A. **The role of stingless bees in crop pollination**. Annual Review of Entomology, 44, 183-206, 1999.
- HEGLAND, S. J.; NIELSEN, A.; LÁZARO, A.; BJERKNES, A. L. & TOTLAND, Ø. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? **Ecology Letters**, 12, 184-195, 2009.

- HOGENDOORN, K. On promoting solitary bee species for use as crop pollinators in greenhouses. In: **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. States Department of Agricultural Research Service, 1976. 496 p.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2005. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos%20aos%20ecossistemas_polinizadores_ver_a.pdf>. Acessado em 13 de junho de 2016.
- KEVAN, P. G. & VIANA, B. F. The global decline of pollination services. **Biodiversity**, v.4, n.4, p.1-8, 2003.
- KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. B. Biol. Sci.**, v. 274, p. 303-313, 2007.
- KNIGHT, R. J., JR. Heterostyly and pollination in carambola. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**,v, 78, p. 375-378, 1965.
- KNIGHT, R. J., JR. Partial loss of self-incompatibility in 'Golden Star' carambola. **HortScience**,v. 17, n. 1, p. 72, 1982.
- MAGALHÃES, C. B. & FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie** (Celle), 44, 234-239, 2013.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Pollination in Orange sweet crop (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, p. 237-242, 2003.
- McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: United, 1976.
- MICHENER, C. D. 2007. **The bees of the world**. Baltimore. London, Johns Hopkins Univ. Press, 953 p.
- MILFONT, M. O. **Uso da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização e aumento de produtividade de grãos em variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) adaptada às condições climáticas do nordeste brasileiro**. 2012. 148f. (Tese de Doutorado) Doutorado em Zootecnia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.
- MILFONT, M. O.; ROCHA, E. E. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters** (Print), v. 12, p. 412, 2013.
- MORAIS, M. M.; DE JONG, D.; MESSAGE, D.; GONÇALVES, L. S. Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In:

Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. (eds.), São Paulo: Edusp, cap. 10, p. 203-212, 2012.

MORTON, J. **Carambola**. En: Fruits of warm climates. Southern Book Service. Miami, 1987.

MOURE, J. S.; URBAN D. & MELO G. A. R. (orgs.). **Catalogue of the bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region.** Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007, 1058p.

MUSTAFA, M. A.; ALI, A.; SEYMOUR, G.; TUCKER, G. Enhancing the antioxidant content of carambola (*Averrhoa carambola*) during cold storage and methyl jasmonate treatments. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 79–86, 2016.

NGAH, W.A.; AHMAD, Y A.; HASSAN. Carambola production, processing and marketing in Malaysia. Proc. Interam. **Soc. Trop. Hort.** 33, 30-43, 1989.

NÚÑEZ-ELISEA, R.; CRANE, J. H. Selective pruning and crop removal increase early-season fruit production of carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 86, p. 115-126, 2000.

OLIVEIRA, M. O. Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. **Acta Apicola Brasilica**. v. 03, n.2 (ESPECIAL), p.01 - 06, dez, 2015.

OLIVEIRA, M. T. R. **Secagem, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de carambola (*Averrhoa carambola* L.)**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

ORDUZ, J. O.; RANGEL, Y. J. A. Frutales tropicales potenciales para el piedemonte llanero. **Manual de asistencia técnica No. 8**. Corpoica y Produmedios, Villavicencio, Colombia, 2002.

ORWA, C. A.; MUTUA, R.; KINDT, R.; JAMNADASS, Y S.; ANTHONY. 2009 **Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0**. World Agroforestry Centre. En: www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Averrhoa_carambola.pdf

OSBORNE, J. L.; WILLIAMS, I. H. & CORBET, S. A. Bees, pollination and habitat change in the European Community. **Bee World**, 72, 99-116, 1991.

PHOON, A.; SUHAIMI, A.; MARSHALL, A. The pollination of some Malaysian fruit trees. **Simp. Biol. Kebangsaan**, 1st, Kebangsaan, p. 87–111. Selangor Malaysia: Bangi, 1984.

- PHOON, A.; SUHAIMI, A.; MARSHALL, A. **The pollination of some Malaysian fruit trees**. Simp. Biol. Kebangsaan, 1st, Kebangsaan, p. 87–111. Selangor Malaysia: Bangi, 1984.
- RAY, P. K. **Breeding tropical and subtropical fruits**. Narosa Publishing House, New Delhi, 2002.
- RECH, A. R. et al. **Biologia da polinização**. Revisora editorial Ceres Belchior, Rio de Janeiro: Projeto cultural. 2014. 527 p.
- RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**. 11, 499–515, 2008.
- RIZZARDO, R. A. G. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SARAIVA, A. M.; ACOSTA, A. L.; GIANNINI, T. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. & DE MARCO JR., P. 2012. *Bombus terrestris* na América do Sul: Possíveis rotas de invasão deste polinizador exótico até o Brasil. p. 315-334. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. & SARAIVA, A. M. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. 1ª ed. São Paulo, EDUSP, 488pp.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte, Ed. do autor, 2002, 253p.
- TEIXEIRA, G.H.A., DURIGAN, J.F., DONADIO, L.C., SILVA, J.A.A. Caracterização pós-colheita de seis cultivares de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 546-550, 2001.
- USDA – United States Department of Agriculture. **Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Averrhoa carambola* L.** Natural Resources Conservation Service – PLANTS Database, 2006. Disponível em: < <http://plants.usda.gov/index.html>>. Acesso em 27/05/2016.
- VILHENA, A. M. G. F. & AUGUSTO, S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, 23(1), 14-23, 2007.

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.

WINFREE, R.; AGUILAR, R.; VÁZQUEZ, D. P.; LEBUHN, G. AND AIZEN, M. A. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. **Ecology**, v. 90, p. 2068–2076, 2009.

WINSTON, M.L. **A biologia da abelha**. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto Alegre: Magister, 276 p., 2003.

WINTER, K.; ADAMS, L.; THORP, R.; INOUE, D.; DAY, L. & ASCHER, J. 2006. **Importatio of non-native bumble bees into Noth America: potential consequences of using *Bombus terrestris* and other non-native bumble bees for greenhouse crop pollination in Canada, Mexico and United States**. White Paper of the North American Pollinator Campaign (NAPPC) p 1-31. Disponível em: <http://www.pollinator.org/Resources.BEEIMPORTATION_AUG2006.pdf>. Acessado em 16 de junho de 2016.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 1.399-1.407, 2003.

ZAINUDIN, M. A. A. A.; HAMID, F.; ANWAR, A.; OSMAN Y N.; SAARI, Variation of bioactive compounds and antioxidant activity of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit at different ripening stages. **Sci. Hortic.** 172(9), 325-331, 2014.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

POLINIZAÇÃO NA CARAMBOLEIRA (*Averrhoa carambola*
L.) POR *Apis mellifera* L.

(Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Polinização na caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) por *Apis mellifera* L.

Pollination in star tree (*Averrhoa carambola* L.) by *Apis mellifera* L.

RESUMO – Objetivou-se avaliar a biologia floral, os visitantes florais, os requerimentos de polinização e a eficiência polinizadora da abelha *Apis mellifera* L. em caramboleiras. A pesquisa foi conduzida entre os meses de dezembro de 2015 à março de 2016 em pomar, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco, município de Brejão, Agreste Pernambucano. Os resultados mostraram que a antese das flores aconteceu a partir das 07:00h, porém somente às 08:00h todas as flores se encontravam abertas. A flor da carambola apresentou longevidade de apenas um dia, tendo o seu estigma receptivo durante todo o período que a flor permaneceu aberta. Foram observados insetos de seis famílias, porém houve predomínio das espécies de abelhas *Trigona* sp. e *Apis mellifera*. Essas abelhas forragearam durante o dia, sendo *Trigona* sp. em busca principalmente de resina no pedúnculo floral e a *A. mellifera* exclusivamente por néctar. As abelhas *A. mellifera* gastaram em média 4,26 segundos para coletar néctar e a *Trigona* sp. gastava uma média de 24,64 segundos em cada flor para coletar o mesmo recurso. Em relação aos requerimentos de polinização, os estudos mostraram que houve vingamento inicial de frutos em todas as formas de polinizações empregadas (livre, restrita com papel, restrita com filó, autopolinização, manual cruzada e com uma única visita de *A. mellifera*). No entanto, uma visita pela *A. mellifera*, vingou significadamente ($p < 0,05$) mais frutos que as demais polinizações empregadas. Apesar de vários táxons de insetos visitarem as flores da caramboleira, *A. mellifera* promoveu maior ($p < 0,05$) vingamento de frutos que todos os tratamentos de polinização empregados, apresentando comportamento de eficiente polinizador dessa cultura, visando mitigar o déficit de polinização e maximizar a produção de frutos.

Palavras-chaves: Abelha Africanizada. Apicultura. Visitantes florais. Polinização agrícola.

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the floral biology, the pollinators, pollination requirements and pollinating efficiency of *Apis mellifera* L. bee in star fruit. The survey was conducted between the months of December 2015 to March 2016 in an orchard belonging to the Agronomic Institute of Pernambuco, municipality of Brejão, Agreste Pernambucano. The results showed that the flower anthesis took place from 07:00, but only to 08:00 all the flowers were open. The flower carambola presented longevity just one day, and its receptive stigma throughout the period that the flower remained open. six families insects were observed, but there was a predominance of bee species *Trigona* sp. and *Apis mellifera*. These bees foraged during the day, and *Trigona* sp. looking mainly resin in floral peduncle and *A. mellifera* exclusively for nectar. Honeybees spent on average 4,26 seconds to collect nectar and *Trigona* sp. spending an average of 24,64 seconds on each flower to collect the same resource. Regarding pollination requirements, studies have shown that there was initial fruit set in all forms of employed pollinations (free, restricted to paper, restricted with tulle, self-pollination, cross-manual and with a single visit of *A. mellifera*). However, a visit by *A. mellifera*, avenged ($p < 0,05$) more fruit than other pollinations tests. Although several taxa of insects visit the flowers of star fruit, *A. mellifera* promoted greater ($p < 0,05$) fruit set that all employees pollination treatments, presenting behavior efficient pollinator of that culture, to mitigate the pollination deficit and maximize fruit production.

Key words: Africanized bee. Agricultural pollination. Beekeeping. Floral visitors.

INTRODUÇÃO

No intuito de suprir as demandas de frutos para o mercado consumidor, os produtores, muitas vezes, estão aumentando as áreas de produção. Essa expansão do

terreno para cultivo chega a aumentar a produção de frutos, no entanto, em alguns casos, pode onerar o investimento na produção. Esse uso intensivo e indevido das terras, aliado aos desmatamentos, queimadas, fragmentação do ecossistema e aplicação pesada de agrotóxicos para o crescimento do cultivo, está levando a deficiência dos recursos naturais e até causando alto risco de intoxicação, poucas fontes de forrageamento, destruição de refúgios de nidificação aos polinizadores por essas diversas causas (RICKETTS et al., 2008; WINFREE et al., 2009).

Como forma de evitar esses desastres ambientais e a onerosidade da produção devido ao aumento das áreas agrícolas, a introdução de polinizadores em áreas de cultivos agrícolas podem maximizar a produtividade, além de melhorar a qualidade dos frutos. A polinização realizada por abelhas é um serviço ecossistêmico importante para a manutenção da biodiversidade, contribuindo também para melhorar os índices de produtividade de várias espécies vegetais de importância econômica. Com relação às frutíferas, pouco conhecimento se tem sobre os agentes polinizadores, necessidades de polinização da caramboleira (*Averrhoa carambola*) e de possíveis perdas de produtividade devido à falta de polinização adequada das flores.

Alguns países asiáticos, como Taiwan e Malásia, e também países sul-americanos, como o Brasil e a Colômbia, estão entre os principais exportadores a mercados potenciais como Europa e EUA (DONADIO et al., 2001) de carambola (*Averrhoa carambola*). Em 2012, a quantidade comercializada de carambola na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) foi de cerca de 4.244.936 kg, em 2014 esse valor foi para 5.090.628 kg, tendo ocorrido, portanto, aumento de 17% em apenas 2 anos, o que evidencia o interesse crescente pela fruta. Em 2016, até abril, foram comercializadas cerca de 1.686.438 kg. Devido as condições edafoclimáticas da região Nordeste serem favoráveis a cultura, o município de Petrolina situado no Estado de

Pernambuco, comercializou no ano de 2015 cerca de 28.870 kg de carambola para a CEAGESP.

Entretanto, as técnicas de produção adequadas às características da caramboleira continuam sendo pouco conhecidas e estudadas. Em face ao grande potencial de exploração desta cultura, torna-se necessária a realização de estudos e no que se refere a polinização, de modo a viabilizar a expansão e divulgar o potencial comercial da caramboleira. A polinização se torna mais importante ainda, por se tratar de uma cultura autoestéril (autoincompatíveis) em algum grau (KNIGHT, 1965), necessitando receber pólen de outras plantas da mesma espécie em um processo chamado de polinização cruzada. Dependendo integralmente dos polinizadores para atuarem como mediadores do transporte de pólen necessário à fecundação e à formação de frutos e sementes viáveis (RECH et al., 2014).

Por outro lado, várias espécies de abelhas são responsáveis pela polinização das culturas. A espécie de abelha *Apis mellifera* é a mais utilizada na polinização agrícola, onde a presença dessas abelhas estimulam ganhos na produtividade de frutos e sementes, como na sua massa, formato e tamanho (FREE, 1993). Mesmo estas abelhas serem os insetos sociais mais usados para a polinização de cultivos comerciais, ainda não são aproveitadas em todo o seu potencial.

Diante disso, objetivou-se estudar a biologia floral e os requerimentos de polinização da carambola (*Averrhoa carambola*), e avaliar a eficiência polinizadora de *Apis mellifera*.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre os meses de dezembro de 2015 a março de 2016, em Brejão, Agreste Pernambucano. O trabalho foi conduzido em um pomar de caramboleira com área média de 700 m² pertencente ao IPA - Instituto Agrônomo de

Pernambuco, apresentando árvores com 13 anos de idade e pertencendo a cinco diferentes genótipos desenvolvidos pelo próprio centro de pesquisa, ainda não caracterizados.

Para avaliar a biologia floral, 183 florais botões na pré-antese em 18 plantas foram marcados com linha de algodão e acompanhados visualmente durante todo o seu desenvolvimento ao longo do dia. As observações foram feitas a cada hora, das 07:00 às 17:00 horas, sendo realizados acompanhamentos da duração do florescimento, longevidade da flor, horário da antese, número de inflorescência por ramo (30 cm), número de flores por inflorescência, o número de flores por ramo (30 cm) e comprimento da inflorescência com o auxílio de régua.

Para avaliação da receptividade dos estigmas das flores, utilizou-se o teste de peróxido de hidrogênio (3%) (DAFNI, 1992) em 20 flores a cada hora, das 7:00 às 17:00 horas. O estigma foi considerado receptivo a partir do momento que se observou a formação de bolhas.

A identificação dos insetos visitantes da caramboleira foram obtidas através de observação das árvores das 5h às 17h, durante 10 minutos, em 10 dias não-consecutivos com auxílio de lupa e máquina fotográfica. A forma ou comportamento da abelha campeira durante a coleta foi avaliado de acordo com tipo de material coletado, néctar ou resina. Posteriormente, amostras de espécies visitantes foram coletadas com rede entomológica, quantificadas e sacrificados em álcool 70%, para identificação.

As anotações sobre padrão de forrageamento foram iniciadas com a chegada da abelha na flor ou inflorescência e finalizando quando a mesma a abandonava ou saía do alcance da vista do observador com auxílio de cronometro. No entanto, essas observações só foram registradas para as espécies mais abundantes nas plantas em pleno florescimento, como a *Apis mellifera* e a *Trigona* sp.

Os requerimentos de polinização da carambola foram investigados por meio dos seguintes tratamentos:

T1 – polinização livre: 823 botões florais no total foram marcados e deixados abertos para os visitantes florais, objetivando conhecer o grau de polinização natural da área;

T2 – polinização restrita com sacos de papel: 788 botões florais foram ensacados com sacos de papel durante toda a vida útil da flor, visando verificar se as flores têm a capacidade de autopolinização;

T3 – polinização restrita com sacos de filó: 406 botões florais foram ensacados com sacos de filó para se conhecer o papel do vento na polinização da caramboleira.

O vingamento dos frutos foi avaliado cinco dias após a aplicação dos tratamentos, momento em que as flores não vingadas já haviam caído e que era possível observar uma pequena dilatação do ovário (formação do fruto).

A eficiência da *A. mellifera* foi testada ensacando-se 254 botões em pré-antese e removendo o saco de filó após a abertura das flores. A partir desse momento, as flores eram observadas e após a primeira visita de uma campeira de *A. mellifera*, as flores visitadas eram marcadas e reensacadas para evitar novas visitas desta ou de outra espécie. Cinco dias após, o vingamento inicial resultante da visita da espécie foi registrado. Os resultados obtidos foram comparados com os requerimentos de polinização da cultura.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico SAS 9.3, utilizando o procedimento GLM, para dados desbalanceados, e para os dados de requerimentos e eficiência de polinização, em virtude do seu caráter binominal (vingou = 1, não vingou = 0) foi utilizado o procedimento FREQ com a opção CHISQ, para testar o qui-quadrado em todos os tratamentos comparados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O florescimento da caramboleira, teve início em dezembro e sua duração foi até fevereiro, compreendendo aproximadamente três meses de floração.

As flores são pequenas em tons de branco, rosa e roxo, agrupadas em inflorescências racemosas, perfeitas, constituídas de 5 pétalas, 5 sépalas, 5 estames, 5 estaminoides e apresentam corola aberta, permitindo fácil acesso aos diferentes visitantes florais, no entanto, não liberam nenhum perfume pelo olfato humano, nem no momento da antese. Segundo Richards (1986), flores com esta característica atraem muitos visitantes não especializados, como observado nesta espécie. O estigma da flor da carambola é posicionado mais à frente do que os estames na rota de chegada dos visitantes florais. Segundo Rech *et al.* (2014) isto permite que o estigma receba uma carga de pólen de outras flores antes que o corpo do polinizador seja contaminado com o pólen da própria flor.

As flores estão dispostas em forma de inflorescências racemosa distribuídas ao longo no ramo que possuem em média 7,8 cm ($\pm 2,6$ / $n=32$) de comprimento, onde a cada 30 cm de ramo, possui uma média de 8,8 cm inflorescência ($\pm 1,8$ / $n=32$). As inflorescências da caramboleira se organizam em panículas nas axilas das folhas velhas, são do tipo racemosa, ou seja, possuem eixo principal crescendo mais que os ramos laterais e termina com uma gema. Esta gema apical está sempre produzindo novas flores, de tal modo que pode-se encontrar, ao mesmo tempo em um ramo, botões, flores e até frutos amadurecendo partir do ápice. As flores se desenvolvem de baixo para cima ou de fora para dentro.

Todas as árvores floresceram aproximadamente em mesmo período, essa sincronização atrai um maior número de visitantes florais. A sincronia pode ser de grande importância e florescer em conjunto com os coespecíficos polinizadores eleva a

probabilidade de se reproduzir com sucesso. Isto pode ocorrer por pressões seletivas sobre a disponibilidade de parceiros reprodutivos, o que é muito forte em espécies com sistemas sexuais polimórficos, dioicos ou em espécies autoincompatíveis (ROCCA e SAZIMA, 2006).

As plantas produziram aproximadamente 9,17 inflorescência ($\pm 2,79 / n=18$) em média por ramo de 30 cm, com cada inflorescência possuindo em média, 21,22 flores ($\pm 11,36 / n=18$), podendo haver em mesmo ramo, cerca de 199,56 ($\pm 131,52 / n=18$). Depois de formada, a inflorescência teve a duração de nove a dezesseis dias, até ficar completamente desprovida de flores.

A antese tem início as 07h da manhã, estando todas as flores completamente abertas em torno das 08h. A longevidade da flor é de um dia, havendo a fertilização, o vingamento inicial dos frutos da caramboleira é percebido em aproximadamente 5 dias. Essa informação contradiz estudos anteriores, Knight (1965) relata que o vingamento inicial é acontecido de 7 a 10 dias. No entanto, é importante considerar que os fatores ambientais e de manejo nas regiões estudadas são diferentes, o que pode ter influenciado e justificado essa diferença.

O estigma mostrou-se receptivo durante todo o período que a flor permaneceu aberta, pelo teste do peróxido de hidrogênio. As flores coletadas e mergulhadas em solução de peróxido de hidrogênio em todos os horários avaliados mostraram bolhas de oxigênio na superfície estigmática. Essa formação de bolhas ocorre devido a liberação do oxigênio após a quebra das moléculas do peróxido de hidrogênio, ocasionadas por enzimas presentes nos estigmas receptivos (DAFNI, 2005).

Os visitantes da caramboleira durante o período experimental foram insetos, pertencentes as ordens Hymenoptera, Diptera e Lepdoptera, divididos em cinco famílias, contudo a maioria pertencente a ordem Hymenoptera, representada por duas espécies

abelhas, uma de vespa e uma de formiga (Tabela 1). As abelhas corresponderam a quase totalidade dos visitantes, e a família Apidae foi mais bem representada com 95,3% dos indivíduos quantificados (Tabela 1). Dentre Apidae, as espécies sociais predominaram e somaram 3228 indivíduos. Considerando todos os visitantes da caramboleira, a *Trigona* sp. (58,3%) e *A. mellifera* (37%) foram as espécies mais abundantes e superaram a participação de todas as demais espécies observadas (4,7%) (Tabela 1).

A maioria dos insetos observados coletaram néctar, sendo, então, o recurso floral principal ofertado pela caramboleira aos insetos visitantes. Apenas a abelha *Trigona* sp. e as vespas que coletaram um recurso secundário do pedicelo floral e da bráctea, como a resina, sendo esse tipo de coleta a mais prevalecida por estas espécies.

Tabela 1. Número e espécies de visitantes/potenciais polinizadores da caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) e recursos coletados. Brejão – PE, 2015

Família	Espécies	Número de indivíduos	Recursos coletados
Apidae	<i>Trigona</i> sp.	1947	resina
	<i>Trigona</i> sp.	28	néctar
	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	1253	néctar
Vespidae	não identificada	110	resina
Muscidae	não identificada	19	néctar
Formicidae	não identificada	15	-
Hesperioidea	não identificada	14	néctar
Total		3386	

O número de espécies visitantes da caramboleira mostrou-se abundante, pois cerca de seis espécimes foram observados. Cabreira et al. (2011) estudando essa mesma cultura na região amazônica em área de biodiversidade mais preservada, encontrou quantidades semelhantes ao nosso estudo, representados por três espécies de *Trigona* sp., a *A. mellifera*, uma vespa e uma borboleta. Prevalecendo visitas de espécies de abelhas do gênero *Trigona* e *Apis*, corroborando com nossos dados. O estudo revelou um potencial ainda maior de possíveis polinizadores para a carambola, uma vez que o pomar de caramboleiras utilizado está próximo de outros cultivos convencionais de diferentes frutíferas (provavelmente havendo competição de recursos florais entre as espécies), onde

há tratamentos culturais e aplicação de defensivos agrícolas constantemente, o que possivelmente atinge a biodiversidade de insetos do ambiente. No entanto, em relação a esses mesmos estudos, a quantidade de visitantes foi elevada, principalmente em relação ao grande número de campeiras de *Trigona* sp. e *A. mellifera*. O fato de serem espécies de abelhas mais adaptadas a ambas regiões de estudo (influenciando em maior número de colônias próximo aos pomares), hábito alimentar generalista, grande número de indivíduos na mesma colônia, grande habilidade de recrutar várias campeiras para o forrageamento e grande intensidade na coleta de recursos, justifica o maior número quando comparado aos demais visitantes da cultura.

No Suriname, foi observado a abelha *Melipona favosa* visitando as flores das caramboleiras (ENGEL et al., 1980). Elevado número de duas espécies de abelhas também tem sido registrado, como a *Trigona thoracica* e a *Apis cerana* visitando flores em pomares na Malásia, sendo *T. thoracica* mais abundante, resultado justificado pela introdução de colônias dessa espécie nos pomares, o que pode ter subestimado o número de abelhas *A. cerana* (PHOON et al., 1984). O que era de se esperar que esses dados não corroborassem com o referido estudo realizado no Brasil, já que ambas espécies de abelha não existem na América do Sul, sendo *T. thoracica* inclusive endêmica da Malásia (CLAUS RASMUSSEN, 2008).

O estudo demonstrou a abundância dessas espécies, possivelmente em virtude da ocorrência de florescimento em massa da caramboleira no fim do período seco, após vários meses de estiagem, quando os recursos florais disponíveis nesse período são escassos. Ao mesmo tempo, a caramboleira apresenta flores pequenas, porém em grandes quantidades, disponibilizando assim uma maior diversidade de recursos florais e que foi altamente explorados principalmente por abelhas eussociais. De acordo com Free (1993) e Roubik (1989), *A. mellifera* apresenta grande capacidade em recrutar membros de suas

colônias para fontes de alimentos, enquanto que *T. spinipes* é conhecida por explorar esse tipo de recurso floral forrageando em grupos.

A maioria dos visitantes forragearam nas flores da caramboleira das 5h às 17h. Os visitantes mais frequentes e abundantes, foram a *Trigona* sp. e a *A. mellifera*, mas apenas a *Trigona* sp. iniciava suas visitas às 5h, enquanto a *A. mellifera* às 7h. No entanto, ambas aumentavam o número de campeiras durante o dia. A *Trigona* sp. atingia rapidamente o pico de atividades às 7h para coleta de resina, para depois reduzir a quantidade de forrageadoras até cessar as atividades por completo após às 17h. Já para coletas de néctar, esta espécie iniciavam as atividades às 7h, mantinham-se estáveis, obtendo um leve pico de coleta deste recurso às 15h, cessando o mesmo às 17h. Enquanto, *A. mellifera* aumentava o número de campeiras, chegando ao pico de atividades à 11h, e depois decrescia gradualmente até encerrar o forrageio após às 17h (Figura 1), coletando apenas néctar.

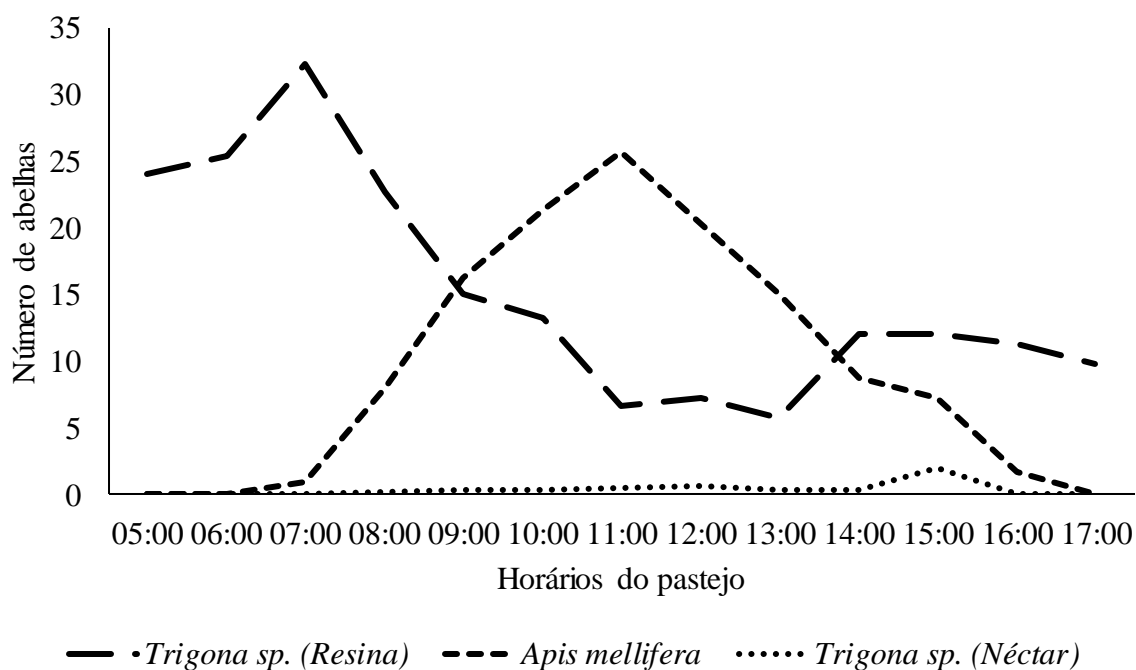


Figura 1. Horários e números de abelhas pastejando nas caramboleiras (*Averrhoa carambola* L.) durante 10 dias em 17 plantas. Brejão – PE, 2015.

Trigona sp. começaram as atividades de forrageamento em horário pré-antese, no entanto o recurso de maior preferência por essa espécie se concentrou mais em coleta de resina do pedicelo floral, não dependendo então, da disponibilidade do recurso primário floral, como pólen ou néctar, apenas esporadicamente foi vista coletando néctar. Nas raras visitas as flores, as operárias dessa espécie, caminham, circulando sobre toda corola coletando néctar.

As abelhas *A. mellifera* iniciam as atividades de forrageamento a partir da antese das flores, diminuindo a frequência nas flores quando os recursos florais, principalmente o néctar provavelmente já se encontrava exaurindo. No entanto, a grande frequência desta abelha coincide com período no qual há a maior receptividade do estigma e provavelmente de pólen disponível nas flores, que ao colher o néctar tocava os órgãos reprodutivos das flores, e conseqüentemente potencializando suas eficiências como polinizadora da cultura.

As moscas e borboletas também coletavam néctar, no entanto, suas visitas foram raras. Enquanto que as vespas coletavam resinas no pedicelo de flores fechadas e brácteas. As formigas passeavam sobre a flor, não sendo vista coletando nenhum recurso floral, porém, havia toque dos órgãos reprodutivos das flores por esses insetos também, podendo potencializar suas eficiências como ação polinizadora.

Em relação ao padrão de forrageamento, as observações só foram registradas para as espécies mais abundantes e que coletavam néctar nas plantas em pleno florescimento, como a *Apis mellifera* (37%) e a *Trigona* sp. (1,4%) (Tabela 1).

As abelhas *A. mellifera* gastaram em média 4,26 segundos em cada flor e 5,36 segundos é o tempo médio gasto por essas abelhas em cada inflorescência (Tabela 2). Durante a coleta de néctar, as abelhas *A. mellifera* visitam várias flores por minuto, um total médio de 10,15 por minuto (Tabela 2). Elas voam e posam especificamente na flor

escolhida e começam a inserir a probóscide entre os espaços da base dos estiles para coletar no nectário o recurso, tocando nesse momento em suas estruturas reprodutivas com a probóscide e realizando provavelmente, dessa forma a polinização. Vale ressaltar, que em algumas vezes foi verificado um comportamento oportunista por parte dessas abelhas forrageadoras, que forçavam botões florais em busca da retirada de néctar. Mas segundo Maloof e Inouye (2000), até mesmo a interferência de ladrões de néctar (visitantes que usam os recursos sem fazer polinização), possivelmente pode gerar interações positivas com resultados imprevisíveis na polinização.

A espécie *Trigona* sp. também esteve presente em todo período do dia, foi a espécie mais abundante na cultura da carambola, mas coletando mais resina e não usando o recurso floral, conseqüentemente não colaborando na polinização da planta. Nas raras vezes vistas coletando néctar, a abelha gastava uma média de 24,64 segundos em cada flor para coletar néctar e conseguia visitar apenas uma média de 4,69 flores por minuto, abordando assim, menos flores que *A. mellifera* e demorando mais tempo para realizar a coleta (Tabela 2).

Tabela 2. Padrão de forrageamento de duas espécies de abelhas visitantes da caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). Brejão – PE, 2015.

Variáveis	Espécies			
	<i>Apis mellifera</i>		<i>Trigona</i> sp.	
	n	X ± σ	N	X ± σ
Tempo gasto na flor (segundos)	25	4,26 ± 0,58 b	18	24,64 ± 7,70 a
Tempo gasto na inflorescência (segundos)	18	5,36 ± 1,40 b	13	36,92 ± 10,18 a
Flores/minuto	20	10,15 ± 1,28 a	16	4,69 ± 1,40 b
Inflorescência/minuto	22	8,5 ± 2,95 a	17	4,47 ± 0,92 b
Tempo em botões floral (segundos)	11	9,33 ± 0,52	-	-

Médias nas linhas seguidas por letras diferentes diferem significativamente entre si (p<0,05)

A. mellifera quando comparada (p<0,05) com *Trigona* sp., devido sua abundância, frequência, distribuição ao longo do dia, principalmente em momentos após a antese, comportamento, número de flores visitadas por minuto (Tabela 2) e tipo de abordagem,

A. mellifera demonstra ser, provavelmente, o maior potencial polinizador da caramboleira, no Agreste Pernambucano.

Em relação aos requerimentos de polinização, a caramboleira vingou frutos sob todos os tratamentos testados. Os resultados demonstraram que houve diferença significativa ($p < 0,05$) no vingamento de frutos em todos os tratamentos testados, tendo a polinização por abelhas *A. mellifera* apresentando as melhores taxas de vingamento ($p < 0,05$), seguida pela polinização livre e pela polinização restrita com sacos de filó (Tabela 3).

Tabela 3. Vingamento inicial de frutos da caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob diferentes formas de polinização das flores. Brejão – PE, 2015.

Tratamentos	Nº de botões	Nº de frutos vingados	Vingamento inicial (%)
T1 - Polinização livre	823	16	1,9 b
T2 - Polinização restrita com sacos de papel	788	4	0,5 d
T3 - Polinização restrita com sacos de filó	406	5	1,2 c
T4 – Polinização por <i>Apis mellifera</i>	254	8	3,1 a

Valores na coluna seguidos por letras diferentes diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

A baixa taxa de frutificação na polinização livre (1,9%) é comum em árvores tropicais de florescimento massivo em poucos dias e geralmente está relacionado à limitação quantitativa ou qualitativa do pólen que chega aos estigmas (VAISSEIÈRE et al., 2011). De fato, *A. carambola* não vingou frutos satisfatoriamente quando suas flores foram isoladas por sacos de papel, mesmo assim, a espécie demonstrou-se autocompatível, entretanto, percebe-se um nível de dependência de algum vetor para transportar o pólen e ocasionar melhores índices de fertilização.

O vingamento de frutos quando as flores foram ensacadas com filó, permitindo a passagem do vento, mostra que este possui um pequeno papel na polinização de *A. carambola*, seja trazendo grãos de pólen de inflorescências de outras plantas ou transferindo esse pólen entre flores da mesma inflorescência, ou ainda dentro da própria flor. Isso é possível, pois o tratamento de polinização restrita com papel mostrou que a

flor da caramboleira aceita em parte o próprio pólen e vinga frutos mesmo que em baixos índices, havendo apenas a necessidade de um agente para fazer essa transferência, podendo ser o vento ou os visitantes florais, pois o estigma fica superior aos estames, o que desfavorece a autopolinização.

Entretanto, vale lembrar que segundo Knight (1965) todas as variedades de carambola são auto-incompatíveis em algum grau. No referido estudo, a melhor frutificação resultou quando o pólen de plantas diferentes foi colocado sobre os estigmas de outras. Indicando que, segundo o autor, para melhores produtividade é necessário plantar mais de uma cultivar no pomar, assegurando assim, a polinização cruzada e conseqüentemente maior produção de frutos. Considerando também, o número e espécies de polinizadores suficientes para fazer a transferência do pólen.

Mesmo a abelha *Trigona* sp. ter sido vista visitando frequentemente a cultura, não houve como realizar análise de eficiência de polinização, devido serem raras suas coletas de recursos florais como o néctar, pois seu maior atrativo era a resina, não havendo contato com os órgãos sexuais das flores e, conseqüente impossibilitando a avaliação.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) no vingamento inicial de frutos entre todos os tratamentos (Tabela 3). A polinização realizada por *A. mellifera* foi ainda a mais eficiente e vingou significativamente mais frutos que todas as demais. Vale ressaltar que no tratamento aberto as flores que haviam sido visitadas pela *A. mellifera*, não foram mais visitadas por nenhum outro visitante e nem por outra abelha da mesma espécie. Esta abelha é considerada generalista e que desempenha ótima eficiência de polinizar uma diversidade de culturas com apenas uma visita (SOUSA et al., 2014; MILFONT et al., 2013; RIZZARDO, 2007; FREITAS e IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; MALERBO-SOUZA et al., 2003).

Quanto ao comportamento polinizador, as abelhas melíferas além de se alimentarem de néctar durante suas visitas, esses insetos pousavam sobre a flor, inseriam a probóscide nos espaços entre a base do filete na região central da flor, de onde coletavam o recurso. Ao realizar esse comportamento, as abelhas tocavam, com a cabeça e probóscide, as estruturas reprodutivas, depositando o pólen nessas estruturas, caracterizando, assim, a polinização estenotribica. Após a visita a uma flor, o inseto geralmente abandonava a inflorescência, visitando outras inflorescências próximas ou abandonando o local.

Devido a intensa atividade das *A. mellifera* nas flores de carambola, provavelmente, deve ter promovido e favorecido a maior deposição e melhor distribuição de grãos de pólen viáveis em quantidade e qualidade, quando comparado aos outros tratamentos de polinização. Em que Vaissère (2011) considera umas das condições que em deficiência, é responsável como umas das principais causas de déficit de polinização em culturas de interesse agrícola.

A abelha *A. mellifera* por sua vez, mostrou-se eficiente em polinizar a caramboleira, proporcionando um incremento de 1,2 vezes no percentual de vingamento inicial dos frutos, evidenciando assim, a existência de déficit de polinização no pomar, quando comparado com a polinização livre. Inclusive, em apenas uma visita por esta abelha, vingou significadamente ($p < 0,05$) mais frutos que os demais tratamentos (Tabela 3). Vale ressaltar, que o tratamento de polinização livre obteve algum índice também devido à presença constante de abelhas nas flores das caramboleiras, representado principalmente pela *A. mellifera* (Tabela. 3).

Fica claro, a possibilidade de incremento de produtividade de pomares de caramboleira por meio dos serviços de polinização prestados por esta abelha, diminuído o déficit de polinização observado na cultura. Para tanto, há a necessidade de desenvolver

um sistema de produção para *A. carambola* que incluía a polinização dirigida com *A. mellifera* como um fator de produção da cultura.

No entanto, foi a abelha silvestre *Trigona thoracica* a polinizadora mais eficiente da caramboleira na Malásia (PHOON *et al.*, 1984), com centenas de grãos de pólen germinados com sucesso, após depositados em flores que foram ensacadas e depois expostas a uma visita por esta abelha. Porém na maior parte dos ecossistemas mundiais não ocorre essa espécie, inclusive no Brasil, pois esta abelha é endêmica da Malásia (CLAUSRASMUSSEN, 2008).

CONCLUSÕES

O florescimento das caramboleiras dura aproximadamente 90 dias, com duração média de cada inflorescência de 9 a 16 dias, até ficar completamente desprovida de flores. A antese ocorre a partir das 07h da manhã, estando todas abertas às 08h da manhã. O vingamento inicial das flores ocorre a partir do quinto dia.

Os potenciais polinizadores da caramboleira são as espécies de abelhas *Apis mellifera* e *Trigona* sp., ambas visitam a planta durante todo o período diurno. Sendo que, as abelhas melíferas forrageiam em busca de néctar e tocam os órgãos reprodutivos das flores, já as Trigonas em sua maioria coletam resina de partes extra-florais e provavelmente não colaboram na polinização da cultura, já que suas visitas a flor em si são raras. As abelhas *A. mellifera* foram as que estimularam o maior vingamento inicial de frutos. Podendo então, serem utilizadas para diminuir o déficit de polinização da caramboleira.

REFERÊNCIAS

BEATTIE, A. I. **Evolutionary ecology of ant-plant mutualisms**. Cambridge: University Press, 1985. 122 p.

- CABREIRA, D. M. B.; BIONDO, P. L. T. A.; BEZERRA, T. M.; TRINDADE, T. A.; RIBEIRO, J. E. S.; KAMINSKI, A. C. Visitantes florais de carambola, *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae) na região do Médio Solimões, Amazonas, Brasil. In: 63^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **Resumos...** 2011.
- CEAGESP – **Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo** (2016) Contato: Fale conosco. Disponível em <<http://www.ceagesp.gov.br/servicos/>>. Acesso em 03/06/2016.
- CLAUS RASMUSSEN. **Molecular Phylogeny of Stingless Bees: Insights Into Divergence Times, Biogeography, and Nest Architecture Evolution.** Proquest, 2008.
- DAFNI, A. **Pollination Ecology: A Practical Approach.** Oxford: IRL, 1992, 250p.
- DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. **Practical Pollination Biology.** Enviroquest Ltd., Cambridge, MA, 2005, 590p.
- DAG, A.; ZIPORI, I.; PLESER, Y. Using bumblebees to improve almond pollination by the honeybee. **Journal of Apicultural Research**, v. 45, p. 215–216, 2006.
- DONADIO, L. C.; SILVA, J.A. A.; ARAÚJO, P. R. S.; PRADO, R. de M. **Caramboleira (*Averrhoa carambola* L.).** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 81p.
- ENGEL, M. S.; DINGEMANS-BAKELS, F. Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South America). **Apidologie**. 11:341–50, 1980.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops.** 2^a ed. London: Academic Press, 1993. 684 p.
- FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 80, p. 44-46, 2005.
- KNIGHT, R. J., JR. Heterostyly and pollination in carambola. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 78:375-378, 1965.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Pollination in Orange sweet crop (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, p. 237-242, 2003.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Pollination in Orange sweet crop (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, p. 237-242, 2003.

MALLOOF, J. E. & INOUYE, D. W. Are nectar robbers cheaters or mutualists? **Ecology**, 81, 2651-2661, 2000.

MILFONT, M. O.; ROCHA, E. E. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters** (Print), v. 12, p. 412, 2013.

NÚÑEZ-ELISEA, R.; CRANE, J. H. Selective pruning and crop removal increase early-season fruit production of carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 86, p. 115-126, 2000.

PEDRO, S. R. M.; CAMARGO, J. M. F. **Hymenoptera, Apiformes**. In: Joly C. A; Bicudo, C. E. M. (Org.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, BIOTA/FAPESP, v. 5, p. 194-211, 1999. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/beesp/lista_abelhas_sp_apiformes.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2016.

PHOON, A.; SUHAIMI, A.; MARSHALL, A. The pollination of some Malaysian fruit trees. **Simp. Biol. Kebangsaan**, 1st, Kebangsaan, p. 87–111. Selangor Malaysia: Bangi, 1984.

RECH, A. R. et al. **Biologia da polinização**. Revisora editorial Ceres Belchior, Rio de Janeiro: Projeto cultural. 2014. 527 p.

RICHARDS, A. J. **Plant breeding systems**. London, Cambridge University Press. 1986

RICKETTS, T. H. et al. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**. 11, 499–515, 2008.

RIZZARDO, R. A. G. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura.** 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ROCCA, M. A.; SAZIMA, M. The dioecious, sphingophilous species *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae): pollination and visitor diversity. **Flora**, 201, 440-450, 2006.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees.** Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; MARACAJA, P. B.; AZEVEDO, A. E. C. Período de introdução de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) para polinização de melão amarelo (*Cucumis melo* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 1-4, 2014.

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.

WINFREE, R.; AGUILAR, R.; VÁZQUEZ, D. P.; LEBUHN, G. AND AIZEN, M. A. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. **Ecology**. 90, 2068–2076, 2009.

5 APÊNDICES



Figura 1. Área do pomar de caramboleiras (*Averrhoa carambola* L.) Brejão – PE, 2015

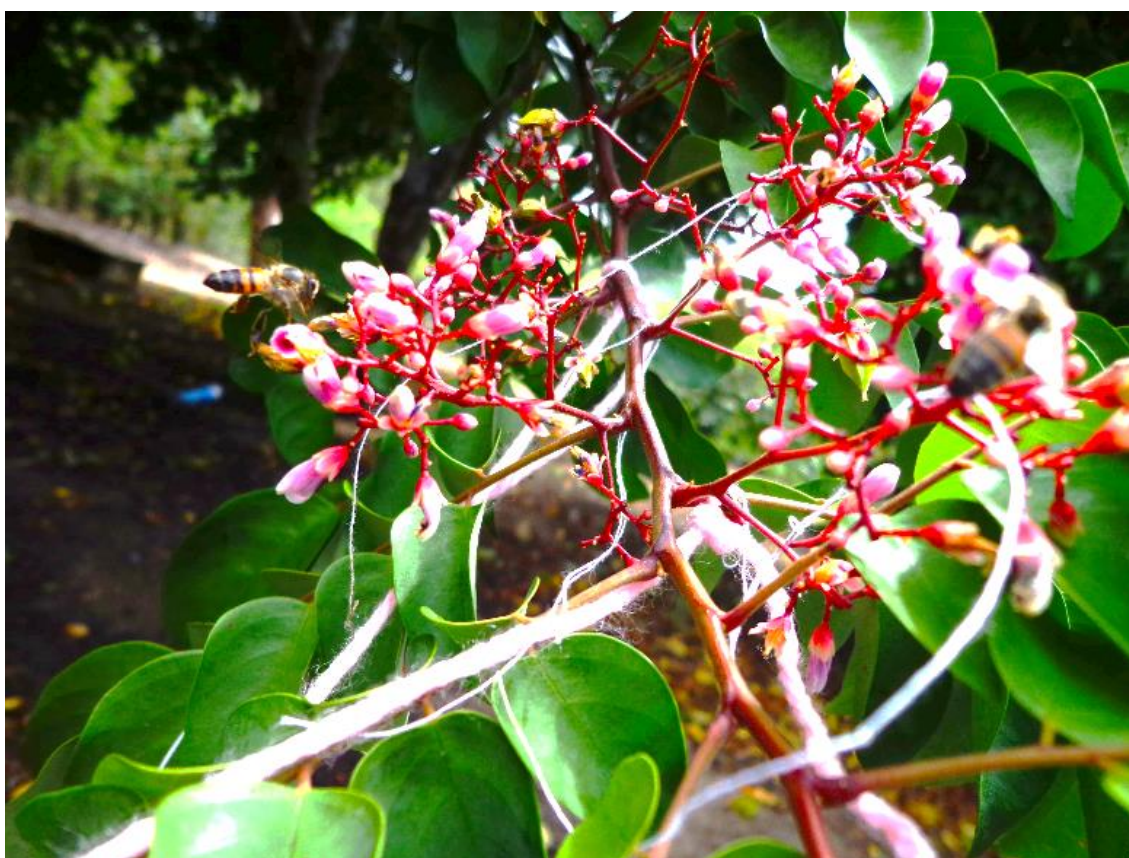


Figura 2. Tratamento de polinização livre em caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). Brejão – PE, 2015



Figura 3. Tratamento de polinização restrita com papel em caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). Brejão – PE, 2015



Figura 4. Polinização restrita por filó em caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) Brejão – PE, 2015



Figura 5. Tratamento de polinização por *Apis mellifera* em caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). Brejão – PE, 2015

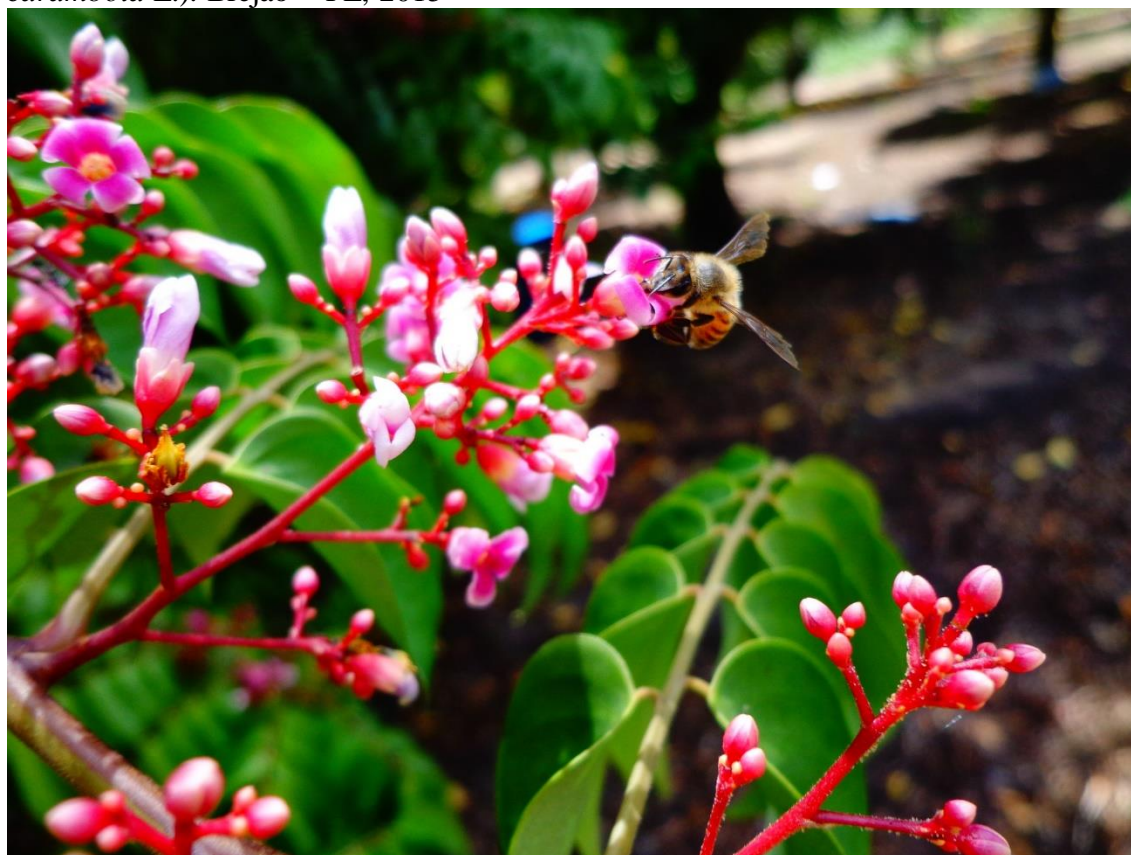


Figura 6. Abelha *Apis mellifera* coletando néctar da caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) em caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) Brejão – PE, 2015



Figura 7. *Trigona* sp. na Caramboleira (*Averrhoa carambola* L.): (A) Coletando resina no pedicelo de flores fechadas; (B) Coletando néctar.



Figura 8. Insetos visitantes florais da caramboleira (*Averrhoa carambola* L.): (A) Vespa coletando resina no pedicelo de flores fechadas; (B) Formiga passeando pelas flores.

6 ANEXOS

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

"Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.
- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.
- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.
- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.
- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses
- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
- Resumo com 100 palavras, no máximo.
- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231, via e-mail: sct.pab@embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF