

Nicho polínico de *Apis mellifera* L. na Caatinga durante a floração de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret

Pollen niche of *Apis mellifera* L. in the Caatinga during flowering of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret

Vitória Inna Mary de Sousa Muniz ^{1*}, José Elton Melo Nascimento ², Jânio Angelo Felix ¹, José Everton Alves ³

¹ Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil

² Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil

³ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi conhecer a composição da flora apícola da Caatinga com importância para *A. mellifera* durante o período de florescimento da jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), bem como descrever morfológicamente os grãos de pólen desta espécie e as preferências de *A. mellifera* para os recursos tróficos disponíveis na flora local nesta época. O presente trabalho foi desenvolvido numa área de vegetação típica de Caatinga, na zona rural de Sobral, Ceará, em 2017, durante o período que coincidiu com o florescimento da jurema preta (agosto a outubro) e com o período de escassez de chuvas. A metodologia buscou identificar as espécies de plantas em florescimento neste período que faziam parte da dieta polínica de *A. mellifera*, bem como

as características da flora polinífera relacionadas à diversidade, equitatividade e dominância na área investigada. Os resultados mostraram que poucas espécies da Caatinga fornecem pólen para a dieta das abelhas africanizadas durante o segundo semestre do ano. O tipo Cyperaceae 1 foi o preferido para a coleta de pólen pelas colônias de *A. mellifera*, sucedido pela jurema preta. Os resultados desse trabalho também colaboram para o conhecimento da estrutura do nicho trófico de *A. mellifera*, fornecendo subsídios para o manejo desse polinizador e para a conservação da biodiversidade da Caatinga no nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Flora polinífera. Apicultura. Abelhas africanizadas. Biodiversidade. Semiárido.

Abstract

The objective of this study was to know the composition of the bee flora of the Caatinga with importance for *A. mellifera* during the flowering period of jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), as well as morphologically describing the pollen grains of this species and the preferences of *A. mellifera* for the trophic resources available in the local flora in this period. The present study was conducted in an area with typical vegetation of Caatinga, in the rural area of Sobral, Ceará, in 2017, during the period that coincided with the flowering of jurema preta (August to October) and with the period of rainfall scarcity. The methodology sought to identify the plant species that were at flowering in this period and that were part of the pollen diet of *A. mellifera*, as well as the characteristics of the pollen flora related to diversity, equitability and dominance in the investigated area. The results showed that few species of the Caatinga provide pollen for the diet of Africanized bees during the second half of the year. The colonies of *A. mellifera* preferred the Type Cyperaceae 1 for pollen collection, followed by the jurema preta. The results of this work also contribute to the knowledge of *A. mellifera*'s trophic niche structure, providing subsidies for the management of this pollinator and for the conservation of the biodiversity of the Caatinga in northeastern Brazil.

Keywords: Pollen flora. Beekeeping. Africanized bees. Biodiversity. Semi-arid region.

Introdução

A Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 11% do território brasileiro e abriga imensa biodiversidade, com cerca de 1500 espécies de plantas e 221 espécies de abelhas registradas. Apesar de sua importância, a Caatinga tem sido desmatada de forma acelerada devido à extração de seus recursos naturais em processos extrativistas sem manejo adequado (PROBIO, 2007).

A abelha africanizada (*Apis mellifera* L.) é considerada como agente polinizador da maioria das espécies estudadas na Caatinga (Zanella e Martins, 2003). Desta forma, nota-se que estas abelhas desempenham papel importante na manutenção de comunidades de plantas (Roubik, 1980).

Mesmo com o avanço do estado de degradação atual, a Caatinga ainda possui grande variedade de espécies vegetais que florescem ao longo do ano. Dentre as várias espécies da Caatinga, a *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret., conhecida como jurema preta, é uma espécie da família Fabaceae, comumente encontrada e que contribui para o desenvolvimento e para a sustentabilidade de projetos agropecuários e industriais na região Nordeste do Brasil (Bezerra et al., 2011).

Essa espécie tem como característica o florescimento durante a estação seca do ano na região semiárida, quando há grande escassez de alimentos para os animais, especialmente para as abelhas. Algumas espécies do gênero *Mimosa* L. são responsáveis por disponibilizar grandes quantidades de recursos florais (néctar e pólen) na Caatinga, sendo importantes também na manutenção da dieta de outras espécies de abelhas (Maia-Silva et al., 2012, 2015). O florescimento da jurema preta (*M. tenuiflora*) ocorre de forma sincrônica e maciça, e fornece às colônias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) grandes quantidades de recursos tróficos, o que assegura a permanência e a manutenção nutricional das colônias durante alguns meses da estação seca (Calixto Jr et al., 2011).

Entretanto, apesar de a jurema preta ter papel fundamental na provisão de alimentos na Caatinga, muitas vezes ela pode não gerar recursos suficientes para manter os animais, ruminantes e abelhas neste período de escassez de alimentos (Cordão et al., 2016). A identificação do pólen (palinologia) coletado pelas abelhas africanizadas pode gerar subsídios para estudos e programas de preservação ou melhoria do pasto apícola, ou até utilização de fontes alternativas de pólen encontradas em áreas de vegetação natural e que são pouco conhecidas. Também, por meio da palinologia, é possível verificar quais são as fontes alimentares preferenciais e casuais na dieta de *A. mellifera* (Oliveira et al., 2009).

Por outro lado, pela identificação do período de florescimento das plantas apícolas e sua abundância é possível traçar o perfil anual de disponibilidade de néctar e pólen para as abelhas em determinada região, o que contribui para o estabelecimento de uma apicultura sustentável (Freitas e Silva, 2006; Silva Filho et al., 2010).

Existem poucos estudos sobre a flora apícola com importância para *A. mellifera* durante a estação seca na região semiárida cearense. Portanto objetiva-se com este trabalho conhecer a composição da flora apícola da Caatinga com importância no período seco do ano (agosto a outubro), bem como estudar os grãos de pólen da jurema preta, as preferências de *A. mellifera* para os recursos tróficos disponíveis na flora local nesta época e avaliar a similaridade da abundância desses recursos utilizados na dieta das colônias.

Material e métodos

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) (3°36'55.4"S, 40°18'32.9"W), distante 12 km do município de Sobral, no Ceará, 1 km do Rio Acaraú e 800 m de uma área com elevada frequência de jurema preta. O local se encontra inserido em uma matriz predominante agrícola, com elevado grau de antropização, e cercado por áreas de exploração agropecuária.

O clima da região, segundo Köppen e Geiger (1928), é classificado como BSh, caracterizado como tropical quente semiárido, com escassez de chuvas e irregularidades na sua distribuição, sendo as estações chuvosas e secas bem definidas. No município de Sobral, a temperatura média anual é de 28 °C e a pluviosidade média anual é de 821,6 mm. A cobertura vegetal da área é caracterizada como Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Caducifólia Espinhosa (IPECE, 2017).

No apiário experimental da fazenda foram selecionadas cinco colônias de *A. mellifera*, de forma aleatória, para a obtenção das amostras de pólen. As colônias selecionadas estavam instaladas em colmeias modelo padrão Langstroth, em áreas sombreadas, todas contendo somente uma entrada (alvado), na qual foi acoplado o coletor de pólen de modelo frontal. Todas as colônias tinham as mesmas características: rainhas com 5 meses de vida, população mediana em número de indivíduos e dez favos no total, sendo seis com crias e quatro com mel.

As amostras de pólen foram coletadas de agosto a outubro de 2017, totalizando doze

semanas. As armadilhas dos coletores de pólen eram instaladas ao final do dia anterior da coleta, às 17h, e retiradas no dia posterior, no mesmo horário. Um total de 80 amostras de pólen foi obtido no período avaliado e conduzido ao Laboratório de Pesquisas com Abelhas e Polinização (LABPAP) da UVA. Com o objetivo de tornar os grãos de pólen mais nítidos durante a observação no microscópio óptico comum de luz foram adicionados 4 mL de ácido acético glacial nas amostras. Após um período de 24 horas, estas foram acetolisadas, seguindo o método de Erdtman (1960), e mantidas em glicerina 50%. Para cada amostra foram montadas três lâminas, totalizando 240 lâminas analisadas.

Nas análises qualitativas foram identificados os grãos de pólen das espécies vegetais por comparação com as lâminas de referência depositadas na palinoteca do Laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará (UFC). Também foi utilizada literatura especializada para identificação do pólen coletado (Silva et al., 2010, 2014; Bauermann et al., 2013).

Para as análises quantitativas foram contados os primeiros 400 grãos de pólen por lâmina, por meio de deslizamentos verticais, de forma que todos os campos amostrados foram considerados (Louveaux et al., 1978). As percentagens de classes de ocorrência foram determinadas de acordo com a classificação proposta por Louveaux et al. (1970, 1978), sendo: pólen dominante (PD) - aquele que está presente em mais de 45% do total de grãos de pólen coletados; pólen acessório (PA) - pólen que corresponde ao intervalo de 15 a 45% do total da amostra; pólen isolado importante (PII) - pólen que corresponde de 3 a 15% do total da amostra; e pólen isolado ocasional (PIO) - aquele que está presente em menos de 3% da amostra.

Para a observação de detalhes da microestrutura dos grãos de pólen da jurema preta, utilizou-se microscopia eletrônica de varredura (MEV). As análises foram realizadas no Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Pelotas de pólen da jurema preta a fresco foram colocadas sobre *stubs* e levadas à estufa a 42 °C para retirar o excesso de umidade. Em seguida, foram metalizadas com ouro e observadas em microscópio de baixo

vácuo. Também foi realizado registro fotográfico e descrição dos grãos de pólen de jurema preta no microscópio modelo QUANTA 240 da FEI Company.

Para verificar a presença de minerais predominantes foram feitas análises qualitativa e quantitativa dos mesmos, por meio da técnica de espectroscopia de raio x por dispersão de energia (Bicchieri et al., 2002), cujo objetivo foi determinar a presença ou não de elementos minerais através da radiação emitida pela amostra. O feixe refletido na análise espectrométrica, por fluorescência de raios x em um sistema chamado dispersivo, produz espectros de linhas que estão diretamente relacionados aos elementos presentes na amostra (Bicchieri et al., 2002).

Para avaliar a composição das espécies que fizeram parte da dieta de *A. mellifera* foram calculadas as abundâncias absolutas dos tipos polínicos para cada mês de coleta e a frequência relativa de cada tipo polínico durante os três meses de estudo: $f = (n/N) \times 100$, onde n = número de tipos polínicos da espécie/família e N = número total de tipos polínicos.

A amplitude do nicho alimentar das abelhas foi calculada por mês, utilizando o índice de diversidade de Shannon (H'), dado pela fórmula $H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$ [p_i = abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra; $p_i = n_i/N$; n_i = número de indivíduos da espécie i ; N = número de indivíduos total da amostra], e o índice de equitatividade de Pielou (J'), dado pela fórmula $J = H'/H_{max}$ [$H_{max} = \ln(S)$; J = equitatividade de Pielou; S = número total de tipos polínicos amostrados].

A presença de espécies dominantes foi investigada, utilizando o índice de dominância de Berger-Parker (D'), expresso pela fórmula $d = N_{max}/N$, onde N_{max} é o número de indivíduos do tipo polínico mais frequente e N é o número total de tipos polínicos amostrados. Para detectar se as colônias partilharam os mesmos recursos polínicos, utilizou-se o índice de similaridade de Bray-Curtis e análise de agrupamento através de algoritmo grupo emparelhado (Magurran, 2013).

As análises estatísticas descritivas e a construção do dendograma, apresentado na Figura 1, foram realizadas utilizando o programa PAST versão 3.14.

Resultados

Ao todo foram identificados 26 tipos polínicos, distribuídos em 11 famílias, 13 gêneros, 23 espécies e três tipos indeterminados. Os meses com maior riqueza de tipos de pólen foram setembro ($S' = 21$) e outubro ($S' = 18$). De maneira geral, algumas fontes foram importantes fornecedoras de pólen para *A. mellifera*, mas a maior parte foi classificada como ocasional e/ou isolada (PIO) (Tabela 1).

Em relação à abundância dos tipos polínicos presentes nas amostras por mês, os mais encontrados em agosto foram Tipo Cyperaceae 1 (42,09%), *Mimosa tenuiflora* (21,88%), Tipo Fabaceae 1 (19,02%), *Delonix* (Hook.) sp. (5,69%) e *Borreria verticillata* L. G. Mey (3,17%). Durante o mês de setembro as espécies mais bem representadas foram Tipo Cyperaceae sp. (48,84%), *Mimosa tenuiflora* (27,5%), Tipo Fabaceae 1 (5,54%), Tipo Poaceae 1 (4,3%) e Tipo Myrtaceae 1 (3,54%). No mês de outubro as abelhas forrageiras diminuíram a concentração na coleta de pólen no Tipo Cyperaceae 1 (20,13%) e em *Mimosa tenuiflora* (22,21%), e procuraram outras fontes de pólen, representadas por *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (19,16%), Tipo Myrtaceae 1 (19,5%), *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven (6,76%) e *Amaranthus viridis* L. (3,37%) (Tabela 1).

O mês com maior riqueza de recursos tróficos explorados foi setembro, apresentando 21 tipos polínicos. Durante o período de estudo, constatou-se o hábito generalista da *Apis mellifera*, visto que a abelha demonstrou plasticidade no uso de recursos polínicos. A amplitude do nicho, dada pelo índice de Shannon (H'), indicou que no mês de outubro *A. mellifera* fez uma coleta mais extensa e diversificada ($H' = 1,953$) e que os demais meses apresentaram valores menores, mas similares entre si: agosto ($H' = 1,645$) e setembro ($H' = 1,558$) (Tabela 1).

A análise de equitatividade (J') indica que *A. mellifera* teve preferência por alguns recursos, uma vez que foi observada a presença de espécies dominantes em sua dieta, que é refletida pela equabilidade, demonstrando valores moderados que variaram de 0,51 a 0,67 entre os meses de agosto e outubro. Em relação à dominância (D') por mês, os valores ficaram entre 0,22 em outubro e 0,48 em setembro (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequência relativa dos tipos polínicos (espécies) utilizados na dieta de *Apis mellifera* durante os meses de agosto e outubro de 2017, em área de caatinga localizada na Fazenda Experimental da Universidade Estadual Vale do Acaraú, no município de Sobral, Ceará

| Família | Espécies/Tipos polínicos | Ago* | CL | Set* | CL | Out* | CL |
|-----------------------------|---|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| Amaranthaceae | <i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze | 0,05 | PIO | 0,02 | PIO | | |
| | <i>Amaranthus viridis</i> L. | | | | | 3,37 | PII |
| Arecaceae | <i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H. Moore | | | | | 0,46 | PIO |
| Cyperaceae | Tipo Cyperaceae 1 | 42,09 | PA | 48,84 | PD | 20,13 | PA |
| Euphorbiaceae | <i>Jatropha gossypifolia</i> L. | 0,55 | PIO | 0,17 | PIO | 0,10 | PIO |
| Fabaceae | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan | | | 0,17 | PIO | 19,16 | PA |
| | <i>Bauhinia cheilanta</i> (Bong.) Steud. | 0,90 | PIO | 0,78 | PIO | 0,31 | PIO |
| | <i>Bauhinia</i> L. sp. | | | 0,08 | PIO | 0,10 | PIO |
| | <i>Delonix</i> (Hook.) sp. | 5,69 | PII | 0,76 | PIO | 1,03 | PIO |
| | <i>Desmodium</i> Desv. sp. | 0,40 | PIO | | | | |
| | <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir. | 21,88 | PA | 27,50 | PA | 22,21 | PA |
| | <i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir | 0,15 | PIO | | | | |
| | Tipo Fabaceae 1 | 19,02 | PA | 5,54 | PII | 0,51 | PIO |
| | Tipo Fabaceae 2 | | | 0,04 | PIO | 0,02 | PIO |
| | <i>Vigna</i> Savi. sp. | 2,31 | PIO | 0,47 | PIO | | |
| Melastomaceae | Tipo Melastomaceae 1 | 2,06 | PIO | 3,71 | PII | 3,84 | PII |
| Meliaceae | <i>Azadirachta indica</i> A. Juss. | | | 0,93 | PIO | | |
| Myrtaceae | Tipo Myrtaceae 1 | 0,45 | PIO | 3,54 | PII | 19,51 | PA |
| Poaceae | <i>Zea mays</i> L. | 0,50 | PIO | 0,23 | PIO | | |
| | Tipo Poaceae 1 | 0,05 | PIO | 4,30 | PII | 0,41 | PIO |
| | Tipo Poaceae 2 | | | 0,19 | PIO | | |
| Onagraceae | <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven | 0,40 | PIO | 1,17 | PIO | 6,76 | PII |
| Rubiaceae | <i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey | 3,17 | PII | 1,19 | PIO | 1,14 | PIO |
| Indefinido 1 | Tipo Indefinido 1 | | | 0,02 | PIO | | |
| Indefinido 2 | Tipo Indefinido 2 | 0,01 | PIO | 0,26 | PIO | 0,10 | PIO |
| Indefinido 3 | Tipo Indefinido 3 | | | | | 0,46 | PIO |
| Taxa (S) | | 17,00 | | 21,00 | | 18,00 | |
| Índice de Shannon (H') | | 1,64 | | 1,56 | | 1,95 | |
| Equitatividade (J') | | 0,57 | | 0,51 | | 0,67 | |
| Índice de Berger-Parker (D) | | 0,43 | | 0,48 | | 0,22 | |

Nota: *Porcentagem de frequência (%). CL = classificação do pólen proposta por Louveaux et al. (1970,1978); PD = pólen dominante (PD); PA = pólen acessório; PII = pólen isolado importante; PIO = pólen isolado ocasional.

O índice de Bray-Curtis demonstrou similaridade mínima de 37,5% entre o pólen coletado pelas colônias, mostrando que houve pouca divisão dos recursos polínicos. Apenas quatro espécies foram exploradas por todas as colônias: *Bauhinia* L. sp., jurema preta, Tipo Cyperaceae 1 e Tipo

Poaceae 1. As colônias 1 e 4 (C1, C4) mostraram maior similaridade na dieta (67,5%) porque compartilharam recursos importantes, tais como *A. macrocarpa*, *L. octovalvis*, *M. tenuiflora*, Tipo Cyperaceae 1, Tipo Myrtaceae 1 e *B. verticillata* (Figura 1).

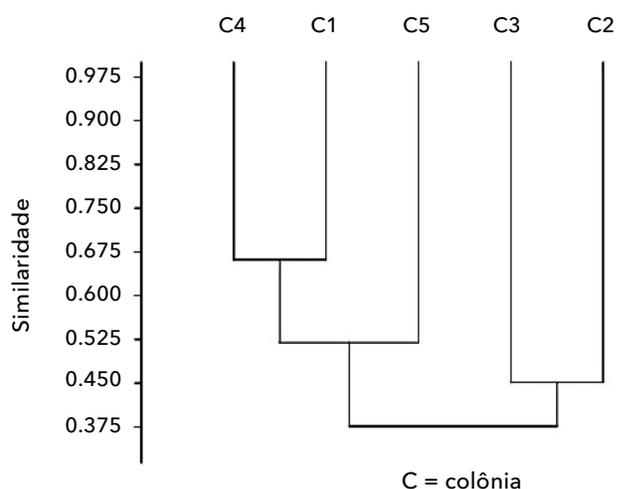


Figura 1 - Dendrograma de similaridade na utilização de recursos polínicos coletados em colônias de *Apis mellifera* de agosto a outubro de 2017, utilizando o método de grupo pareado (UPGMA) e o índice de Bray-Curtis.

A análise ultraestrutural do pólen por meio da microscopia eletrônica de varredura revelou que os grãos de pólen da jurema preta são organizados em políade com formato esferoidal e de tamanho pequeno ($18,52 \pm 1,66$ micras). A exina é areolada e verrucada e o âmbito do pólen é circular em vista frontal (Figura 2).

Por meio das análises de espectroscopia de raios x por dispersão de energia foram encontrados alguns elementos químicos presentes nos grãos de pólen de jurema preta, como também o respectivo percentual em que foram encontrados: carbono (C) (64,4%); oxigênio (O) (16,8%); potássio (K) (0,4%); fósforo (P) (0,3%); molibdênio (Mo) (0,3%); cobre (Cu) (0,1%); enxofre (S) (0,1%); cálcio (Ca) (0,1%); e cloro (Cl) (0,1%) (Figura 2). Vale ressaltar que foi identificada a presença do elemento ouro (Au) nas análises, no entanto, sua presença nos resultados deve-se ao fato de que esse metal é utilizado como base de substrato para a espectroscopia de raios X.

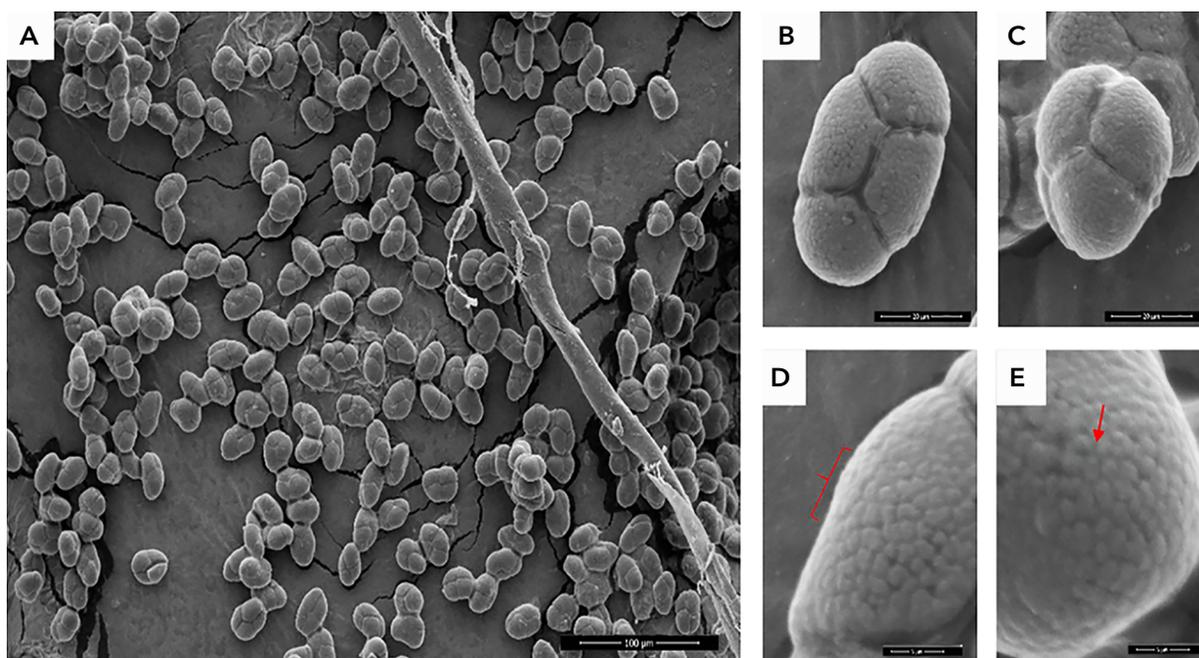


Figura 2 - Imagens obtidas através de microscopia de varredura (MEV) dos grãos de pólen de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*). (A) Visão geral dos grãos de pólen 1000x. Políade, pequeno, $18,52 \pm 1,66$ micras (16,00 - 24,00 micras), âmbito circular em vista lateral. (B) Vista frontal 5000x. (C, D e E) Detalhes da superfície areolada-verrucada 15000x.

Discussão

As operárias de *A. mellifera* coletaram um total de 26 tipos polínicos distribuídos em 11 famílias durante o período de estudo. Embora as abelhas tenham concentrado sua coleta de pólen em algumas plantas, o padrão no uso dos recursos foi considerado politrófico. A região Nordeste do Brasil caracteriza-se por condições climáticas com padrões sazonais e, no segundo período do ano, poucas espécies estão em florescimento. Essas circunstâncias propiciam a existência de várias regiões fitoecológicas, com inúmeras composições florísticas ao longo do ano que, conseqüentemente, geram mudanças na abundância dos recursos florais utilizados pelas abelhas e na intensidade em que estes são explorados (Roubik, 1992; Pereira et al., 2006). Os resultados da análise polínica evidenciam o comportamento polilético da *A. mellifera*, o qual torna a espécie potencial polinizadora de muitas plantas nativas e cultivadas.

Com relação à caracterização do conteúdo mineral do pólen da jurema preta, Nascimento et al. (2019) verificaram que o pólen desta espécie possui concentração elevada de minerais totais em sua composição, sendo de aproximadamente 7% no período em que os grãos de pólen foram predominantes. Apesar de os nutrientes nos grãos de pólen variarem de acordo com as características climáticas, solo e outros fatores (Nogueira et al., 2012), estes valores demonstram que o pólen da jurema preta é rico em minerais (2,4%) e a presença dos grãos de pólen de plantas do gênero *Mimosa* apresentam em média 27,39%, quando há dominância do pólen de *M. tenuiflora*, sendo importante na manutenção da dieta de *A. mellifera* e na alimentação das larvas (Nascimento et al., 2019).

As famílias Cyperaceae e Fabaceae foram as mais visitadas para obtenção de pólen, possivelmente por serem espécies que além de florescerem nesta época, apresentam frequência considerável no local. Estas famílias possuem plantas do extrato herbáceo e arbóreo que foram utilizadas pelas abelhas, mostrando que esta espécie possui capacidade de forragear em diferentes extratos da vegetação (Winston, 1991).

A família Cyperaceae é caracterizada por macrófitas aquáticas que habitam ambientes desde o tipo brejo até totalmente submersos, sendo que essa família é bem disseminada na região Nordeste (Ribeiro, 2014). A grande presença de ciperáceas nesse estudo pode estar associada a sua ampla distribuição ao longo do rio Acaraú, também localizado dentro do raio de voo das operárias forrageiras, que pode atingir uma área média de 3000 m (Winston, 1991). Os grãos polínicos de Cyperaceae são anemófilos e representantes dessa família são importantes fornecedores de pólen para abelhas, sendo apontados em alguns estudos como plantas apícolas e encontrados como pólen dominante em amostras de méis (Barth, 1989; Morgado et al., 2011; Benevides e Carvalho, 2012).

Dentre várias espécies, a família Fabaceae tem como representante na Caatinga a jurema preta, sendo que no período de floração foi percebida a presença da abelha africanizada forrageando suas flores, bem como a presença de pólen desta espécie nas amostras de pólen retiradas das colônias. A jurema preta está presente em praticamente toda a área da Fazenda Experimental Vale do Acaraú, onde ainda, a 800 metros do apiário, há elevada concentração de indivíduos desta espécie. Como o raio de voo de operárias de *A. mellifera* abrange essa distância, a área de elevada frequência de jurema preta é facilmente explorada pelas operárias das colônias estudadas (Winston, 1991). O fato de o pólen da jurema preta estar presente como pólen acessório na dieta de *A. mellifera* pode ser explicado pela maior atratividade que o Tipo Cyperaceae 1 exerceu sobre as abelhas e por fatores externos às colônias, como mudanças na intensidade e no ciclo de floração da jurema preta, os quais são influenciados por fatores climáticos (Roubik, 1992; Lima e Lima, 2007).

A jurema preta, no entanto, foi considerada como fonte de pólen predominante dentre os tipos polínicos coletados por *A. mellifera* na região semiárida no segundo semestre do ano. Desta forma, esta espécie é importante para a manutenção da dieta das abelhas, principalmente durante o período seco do ano (Silva Filho et al., 2010; Silva e Santos, 2014; Costa et al., 2015; Silva et al., 2015; Nascimento et al., 2019).

Demonstrou-se que as operárias forrageiras concentram sua coleta de pólen nesta espécie, até mesmo quando outras fontes lucrativas, mais próximas às colônias, encontram-se em pleno florescimento (Silva Filho et al., 2010). O tipo polínico *M. tenuiflora* é frequentemente apresentado como pólen dominante em amostras de méis da região Nordeste (Barth, 1989; Aires e Freitas, 2001; Oliveira et al., 2010; Novais et al., 2013).

O pequeno número de tipos polínicos coletados pode estar ligado ao período escolhido para a realização do estudo, visto que durante a estação seca na Caatinga são poucas as espécies encontradas em florescimento (Amorim et al., 2009). Além disso, a área que as abelhas exploraram para a coleta de recursos é inserida em uma matriz de exploração agropecuária, com a paisagem bastante modificada pelo desmatamento. A intensificação da agricultura e o desmatamento nos ecossistemas podem contribuir para a diminuição da oferta de recursos alimentares e para o desequilíbrio na população de abelhas com nidificação próxima ou que visitam aquele local (Imperatriz-Fonseca et al., 2012).

A baixa similaridade da dieta entre as colônias pode indicar escassez de recursos disponibilizados durante a estação seca, o que promove a busca de pólen em muitas fontes florais. Essas fontes se encontram distribuídas espacialmente de forma descontínua e, geralmente, ofertam recursos em fluxos fracos e em baixa densidade (Winston, 1991; Eltz et al., 2001; Hilgert-Moreira, 2012).

Quanto à distribuição das classes de abundância do pólen coletado, foi possível constatar que a maior parte foi considerada como pólen isolado ocasional, apresentando apenas um tipo como pólen dominante. Estes resultados sugerem que, embora a *Apis mellifera* tenha hábitos generalistas, ela dirige seus esforços para coleta em espécies vegetais com florescimento denso e abundante. Como observado nesse estudo e no de outros autores, em análises polínicas frequentemente encontram-se muitos tipos de pólen em representações muito baixas, geralmente dispostos em classes de pólen isolado importante e ocasional (Ramalho et al., 1985).

As baixas amplitudes de nicho encontradas nesse trabalho estão relacionadas à exploração de poucas fontes florais em ambientes com riqueza florística limitada. No entanto, a preferência que as abelhas demonstram por alguns tipos polínicos influencia também na amplitude de seus nichos tróficos (Oliveira et al., 2009; Hilgert-Moreira, 2012).

Conclusão

Os resultados desse trabalho colaboram para o conhecimento da estrutura do nicho trófico de *A. mellifera*, fornecendo subsídios para o manejo desse polinizador e para a conservação da biodiversidade da Caatinga no nordeste do Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos (processo n°. 148469/2017-5) concedida ao primeiro autor durante a graduação, possibilitando a execução desse trabalho.

Referências

- Aires ERB, Freitas BM. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do Estado do Ceará. *Rev Cienc Agron.* 2001;32(1/2):22-9.
- Amorim IL, Sampaio EVSB, Araujo EL. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. *Rev Árvore.* 2009;33(3):491-9.
- Barth OM. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz; 1989.150 p.
- Bauermann SG, Radaeski JN, Evaldt ACP, Queiroz EP, Mourelle D, Prieto AR, et al. Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução. Canoas: Editora da ULBRA; 2013. 216 p.

- Benevides DS, Carvalho FG. Levantamento da flora apícola presente em áreas de Caatinga do município de Caráúbas-RN. *Soc Territ.* 2009;21(1-2):44-54.
- Bezerra DAC, Rodrigues FFG, Costa JGM, Pereira AV, Sousa EO, Rodrigues OG. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. *Acta Sci Biol Sci.* 2011;33(1): 99-106.
- Bicchieri M, Ronconi S, Romano FP, Pappalardo L, Corsi M, Cristoforetti G, et al. Study of foxing stains on paper by chemical methods, infrared spectroscopy, micro-X-ray fluorescence spectrometry and laser induced breakdown spectroscopy. *Spectrochim Acta Part B At Spectrosc.* 2002;57(7):1235-49.
- Calixto Jr JT, Drumond MA, Alves Jr FT. Estrutura e distribuição espacial de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. em dois fragmentos de Caatinga em Pernambuco. *Rev Caatinga.* 2011;24(2):95-100.
- Cordão MA, Bakke OA, Pereira GM, Silva AMA, Pereira Filho JM, Vitorino PVV, et al. Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) pods in the diet of lambs. *Agrarian.* 2016; 9(33):287-95.
- Costa SN, Alves RMO, Carvalho CAL, Conceição PJ. Pollen sources used by *Apis mellifera* Latreille in the semiarid region. *Cienc Anim Bras.* 2015;16(4):491-7.
- Eltz T, Brühl CA, van der Kaars S, Chey VK, Linsenmair KE. Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. *Insectes Soc.* 2001;48(3):273-9.
- Erdtman G. The acetolysis method-a revised description. *Sven Bot Tidskr.* 1960; 54:516-64.
- Freitas BM, Silva EMS. Potencial apícola da vegetação do semiárido brasileiro. In: Giulietti AM, Queiroz LP (orgs.). *Apium plantae*. Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido; 2006. p. 19-32.
- Hilgert-Moreira SB. Recursos polínicos utilizados por *Melipona obscurior* Moure e *Apis mellifera* Linnaeus na Mata Atlântica no sul do Brasil: subsídios para o manejo de polinizadores e a conservação da biodiversidade [tese]. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2012.113 p.
- Imperatriz-Fonseca VL, Gonçalves LS, Franco TM, Nunes-Silva P. O desaparecimento das abelhas melíferas (*Apis mellifera*) e as perspectivas do uso de abelhas não melíferas na polinização. Petrolina: Embrapa Semiárido; Documentos, 249; 2012. p. 213-26.
- IPECE. Perfil básico do município de Sobral. 2017 [acesso 29 mai 2018]. Disponível em: <https://tinyurl.com/vxw2wxt>
- Köppen W, Geiger R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes; 1928.
- Lima e Lima LC. Espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae) do semiárido nordestino: palinologia, fenologia, biologia floral e potencial apícola [tese]. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; 2007.110 p.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of melissopalynology. *Bee World.*1970;51(3):125-38.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of melissopalynology. *Bee World.*1978;59(4):139-57.
- Magurran AE. *Measuring biological diversity*. Cornwall: Wiley-Blackwell; 2013. 264 p.
- Maia-Silva C, Hrnčíř M, Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL. Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. *Apidologie.* 2015;46(5):631-43.
- Maia-Silva C, Silva CI, Hrnčíř M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL. Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão; 2012. 196 p.
- Morgado LN, Andrade RC, Lorenzon MCA, Gonçalves-Esteves V. Pollen used by *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae: Meliponina). *Acta Bot Bras.* 2011;25(4):932-4.
- Nascimento JEM, Freitas BM, Pacheco Filho AJS, Pereira ES, Menezes HM, Alves JE, et al. Temporal variation in production and nutritional value of pollen used in the diet of *Apis mellifera* L. in a seasonal semideciduous forest. *Sociobiology.* 2019;66(2):263-73.

- Nogueira C, Iglesias A, Feás X, Estevinho LM. Commercial bee pollen with different geographical origins: a comprehensive approach. *Int J Mol Sci.* 2012;13(9):11173-87.
- Novais JS, Absy ML, Santos FAR. Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of north-eastern Brazil. *Arthropod Plant Interact.* 2013;7(6):619-32.
- Oliveira FPM, Absy ML, Miranda IS. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus - Amazonas. *Acta Amaz.* 2009;39(3):505-18.
- Oliveira PP, van den Berg C, Santos FAR. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. *Grana.* 2010;49(1):66-75.
- Pereira FM, Freitas BM, Alves JE, Camargo RCR, Lopes MTR, Vieira Neto JM, et al. *Flora apícola no Nordeste.* Teresina: Embrapa Meio-Norte; 2006. 40 p.
- PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Subprojeto mapeamento dos biomas brasileiros. Brasília, DF: MMA e CNPq; 2007.
- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinekt-Giovannini A, Cortopassi-Laurino M. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). *Apidologie.* 1985;16(3):307-30.
- Ribeiro ARO, Prata APN, Camacho RGV, Oliveira OF, Oliveira RC. Cyperaceae do rio Apodi-Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Hoehnea.* 2014;41(2):149-71.
- Roubik DW. *Ecology and natural history of tropical bees.* New York: Cambridge University Press; 1992. 513 p.
- Roubik DW. Foraging behavior of competing Africanized honeybees and stingless bees. *Ecology.* 1980;61(4):836-45.
- Silva APC, Santos FAR. Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana.* 2014;53(2):159-70.
- Silva AS, Fernandes NS, Cavalcante AM, Lima AON, Freitas BM. Florescimento induzido da jurema preta para fornecer pólen à abelha melífera na estiagem da Caatinga. *Rev Caatinga.* 2015;28(2):197-206.
- Silva CI, Ballesteros PLO, Palmero MA, Bauermann SG, Evaldt ACP, Oliveira PE. Catálogo polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. Uberlândia: Edufu; 2010. 154 p.
- Silva CI, Fonseca VLI, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AM, Queiroz EP, et al. Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto: Holos; 2014. 153 p.
- Silva Filho JP, Silva RA, Silva MJS. Potencial apícola para *Apis mellifera* L. em área de caatinga no período da floração da Oiticica (*Licania rigida* Benth). *Rev Verde.* 2010;5(1):120-8.
- Winston ML. *The biology of the honey bee.* Cambridge: Harvard University Press; 1991. 281 p.
- Zanella FCV, Martins CF. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (E.E.). *Ecologia e conservação da Caatinga.* Recife: Ed. Universitária UFPE; 2003. p. 75-134.