Análise palinológica de plantas melíferas da região de Diamante do Norte – PR

Raissa Lopes da Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Isac de Macedo da Penha (Co-Orientador), Vagner de Alencar Arnaut de Toledo (Orientador) E-mail: vatoledo@uem.br
Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Zootecnia/ Produção Animal

Palavras-chave: Palinologia; Polinizadores; Morfometria de imagem.

RESUMO

A identificação da origem floral do pólen coletado por abelhas subsidia o manejo apícola e a conservação de polinizadores, sobretudo em paisagens sob pressão antrópica. Este trabalho caracterizou e comparou o perfil polínico de quatro espécies de abelhas criadas no Câmpus Regional do Noroeste da Universidade Estadual de Maringá, em Diamante do Norte-PR: *Apis mellifera* africanizada, *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (mandaçaia), *Scaptotrigona bipunctata* (tubuna) e *Melipona mondury* (uruçu-amarela). O pólen de 20 colônias (cinco por espécie) foi processado por acetólise de Erdtman e fotografado sob microscopia óptica; após auditoria do classificador de espécies originalmente planejado ter revelado confiança não confiável para identificação taxonômica direta, a caracterização foi refeita por morfometria de imagem (diâmetro, circularidade) e agrupamento não supervisionado (k-means), resultando em oito morfotipos (5.177 grãos, 47 unidades colônia × mês). Cinco morfotipos diferiram significativamente na composição relativa entre espécies (Kruskal-Wallis, correção de Holm); a PERMANOVA confirmou diferença composicional global entre espécies (pseudo-F = 8,15; p = 0,0002), com a tubuna como a espécie mais distinta. Diversidade e riqueza de morfotipos não diferiram entre espécies, e a sobreposição de nicho trófico (índice de Renkonen) variou de 44,6% a 85,0% entre os pares. Houve partição parcial dos recursos polínicos entre as quatro espécies, subsídio relevante ao manejo apícola comparado entre *Apis mellifera* e meliponíneos nativos na região.

INTRODUÇÃO

A compreensão das interações entre abelhas e seus recursos florais é central para o manejo apícola e para a conservação de polinizadores, uma vez que tais interações determinam a saúde das colônias e a manutenção da funcionalidade dos ecossistemas (Kremen et al., 2002). A análise palinológica do pólen coletado permite mapear as fontes florais exploradas por cada espécie e avaliar padrões de forrageamento e sobreposição de recursos entre espécies concorrentes, informação relevante ao manejo comparado de *Apis mellifera* e abelhas nativas sem ferrão. Este trabalho teve como objetivo caracterizar e comparar o perfil polínico coletado por quatro espécies de abelhas criadas no Câmpus Regional do Noroeste da

Universidade Estadual de Maringá, avaliando a diversidade de recursos utilizados e o grau de sobreposição de nicho trófico entre elas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Câmpus Regional do Noroeste da Universidade Estadual de Maringá, em Diamante do Norte, PR (22°59'S; 52°52'O). Foram utilizadas 20 colônias, cinco de cada uma das quatro espécies avaliadas: *Apis mellifera* africanizada, *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (mandaçaia), *Scaptotrigona bipunctata* (tubuna) e *Melipona mondury* (urucu-amarela). O pólen foi coletado mensalmente ao longo de três meses, por método específico a cada espécie: coletor de sucção para *A. mellifera* e espátula estéril para o samburá das espécies sem ferrão. As amostras foram processadas por acetólise (Erdtman, 1960), e os grãos foram fotografados sob microscopia óptica e descritos por diâmetro equivalente e circularidade. A identificação taxonômica direta dos morfotipos, inicialmente planejada por meio de um classificador automatizado por similaridade a um banco de referência, foi substituída após auditoria de confiabilidade indicar que a confiança declarada pelo classificador não discriminava atribuições corretas de incorretas, um padrão já descrito para classificadores desse tipo, cuja confiança tende a permanecer artificialmente alta mesmo na ausência de correspondência real com o banco de referência. Optou-se, em vez disso, por agrupamento não supervisionado dos descritores morfométricos por k-means, resumidos por embedding de imagem extraído de rede neural convolucional pré-treinada (ResNet-18) e projetados por análise de componentes principais. Adotou-se k = 8 morfotipos (M01–M08), o maior valor de k com reprodutibilidade de agrupamento satisfatória entre reamostragens split-half por colônia, avaliada pelo índice Rand ajustado. A cada morfotipo foi associada uma hipótese de família botânica por sobreposição de faixas de diâmetro com um banco de referência, graduada em três níveis de confiança. A composição de morfotipos por unidade colônia × mês (n = 47, após exclusão de unidades com menos de 25 grãos válidos) foi comparada entre espécies por Kruskal-Wallis, com correção de Holm para comparações múltiplas, e por PERMANOVA com distância de Bray-Curtis e 999 permutações. A diversidade de morfotipos por unidade foi calculada pela riqueza observada e pelos índices de Shannon e de Simpson, e comparada entre espécies pelos mesmos testes. A sobreposição de nicho trófico par a par entre as quatro espécies foi estimada pelo índice de Renkonen.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A morfometria de imagem de 5.177 grãos gerou oito morfotipos (M01–M08), com diâmetro equatorial mediano entre 14,6 µm e 25,7 µm. Quatro deles (M02, M03, M06 e M08, correspondentes a 67% dos grãos) foram associados com confiança provável ou possível à família Myrtaceae; os demais permaneceram como hipótese

fraca ou indeterminada. Cada espécie de abelha coletou uma mistura própria de morfotipos (Figura 1). Cinco dos oito morfotipos diferiram significativamente na composição relativa entre espécies após correção de Holm (M02, M03, M04, M06 e M08; p_holm ≤ 0,016), e a PERMANOVA confirmou diferença composicional global entre as quatro espécies (pseudo-F = 8,15; p = 0,0002; n = 47 unidades), sem diferença sazonal entre os meses avaliados (p = 0,34). Das seis comparações pareadas possíveis entre as quatro espécies, apenas duas sobreviveram à correção de Holm: *Apis mellifera* × tubuna e tubuna × uruçu-amarela. Isso indica a tubuna (*Scaptotrigona bipunctata*) como a espécie composicionalmente mais distinta das quatro avaliadas. Riqueza, diversidade de Shannon e de Simpson não diferiram significativamente entre espécies (p_holm ≥ 0,107). As quatro espécies exploram, portanto, amplitude semelhante de tipos polínicos, diferindo principalmente em qual tipo domina a dieta, não na diversidade geral explorada. O índice de sobreposição de Renkonen (Tabela 1) variou de 44,6% (mandaçaia × tubuna) a 85,0% (mandaçaia × uruçu-amarela), amplitude compatível com partição parcial, e não completa, dos recursos polínicos entre as quatro espécies. Esse padrão é consistente com diferenças de escala de forrageamento entre organismos móveis discutidas por Kremen et al. (2002). Estudo de partição de recursos polínicos entre espécies de meliponíneos da Mata Atlântica, incluindo a mesma subespécie *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* avaliada aqui, encontrou diferenças interespecíficas na distância média mínima percorrida para forrageamento, associadas a diferenças na diversidade de tipos polínicos coletados (Rodrigues et al., 2020). Em abelhas de modo geral, a partição de nicho entre táxons com diferentes estratégias de forrageamento também foi associada à eficiência energética relativa de cada grupo (Balfour et al., 2021), achado relevante ao planejamento de manejo apícola conjunto na região, dado que a exploração de recursos por espécies com diferentes escalas de deslocamento tende a reduzir a competição direta por pólen.

Tabela 1. Riqueza e diversidade de morfotipos por espécie de abelha (médias por unidade colônia × mês)

Espécie	n (unidades)	Riqueza	Shannon (H')	Simpson (1-D)
Apis mellifera africanizada	15	7,73	1,80	0,80
Mandaçaia	13	7,77	1,67	0,76

Espécie	n (unidades)	Riqueza	Shannon (H')	Simpson (1-D)
Tubuna	9	7,67	1,45	0,68
Uruçu-amarela	10	6,80	1,66	0,77

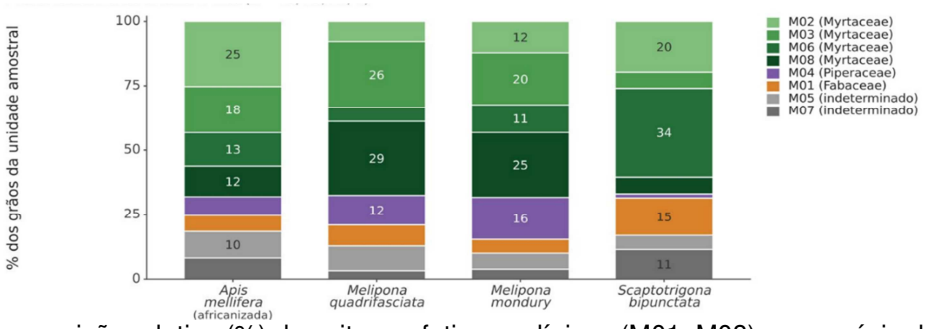


Figura 1. Composição relativa (%) dos oito morfotipos polínicos (M01–M08) por espécie de abelha, média das unidades colônia × mês

CONCLUSÃO

As quatro espécies de abelha estudadas coletaram misturas próprias de morfotipos polínicos, com a tubuna (*Scaptotrigona bipunctata*) destacando-se como a mais distinta composicionalmente, embora as quatro explorem amplitude semelhante de diversidade polínica. A sobreposição de nicho trófico variou de 44,6% a 85,0% entre os pares de espécies, indicando partição parcial dos recursos florais na paisagem estudada. A resolução taxonômica obtida foi de morfotipo com hipótese de família botânica, e não de espécie vegetal, em razão de limitação documentada do classificador de imagem originalmente proposto; ainda assim, forneceram subsídio quantitativo para o manejo comparado entre *Apis mellifera* e abelhas nativas sem ferrão na região.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/PIBIC pelo apoio financeiro à execução deste projeto, e à Universidade Estadual de Maringá pela infraestrutura disponibilizada no Câmpus Regional do Noroeste.

REFERÊNCIAS

BALFOUR, N.J.; SHACKLETON, K.; ARSCOTT, N.A.; ROLL-BALDWIN, K.; BRACUTI, A.; TOSELLI, G.; RATNIEKS, F.L.W. Energetic efficiency of foraging mediates bee niche partitioning. **Ecology**, v.102, n.4, e03285, 2021.

ERDTMAN, G. Pollen walls and angiosperm phylogeny. **Botaniska Notiser**, v.113, p.41-45, 1960.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N.M.; THORP, R.W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.99, n.26, p.16812-16816, 2002.

RODRIGUES, C.S.; FERASSO, D.C.; MOSSI, A.J.; COELHO, G.C. Pollen resources partitioning of stingless bees (Hymenoptera: Apidae) from the southern Atlantic forest**. Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.42, e48714, 2020.