

POLEN RECOLECTADO POR *Nannotrigona mellaria* (Apidae: Meliponini) EN DOS AMBIENTES URBANOS (VALLE DEL CAUCA – COLOMBIA)*

Sergio Martínez L.¹ y Joel Túpac Otero O.²

Resumen

Objetivos: Conocer los hábitos de pecoreo respecto al polen colectado por *Nannotrigona mellaria* en dos ambientes urbanos del Valle del Cauca. **Alcance:** Inventario de las especies vegetales mayormente utilizadas por este grupo de abejas como fuente de polen para su dieta. **Metodología:** Se recolectó polen corbicular de obreras en cuatro nidos: tres en la Universidad del Valle (Cali, Colombia) y uno en la Universidad Nacional Sede Palmira, durante un periodo de 24 semanas entre junio de 2013 y enero de 2014, del mismo modo se recolectó polen de especies vegetales cercanas al sitio de nidificación y se realizó la comparación. Se hizo un análisis de agrupamiento para determinar similitud entre las dietas y un análisis de especie indicadora de Dufrenoy y Legendre's con el fin de determinar el tipo de polen relacionado con cada colmena. **Principales resultados:** La especie recolecta polen de 29 familias vegetales y 73 especies diferentes, siendo las especies de la familia Fabaceae las más representadas entre el material recolectado (29% de los registros) y *Leucaena leucocephala* la especie más frecuente (18% de los registros); se reportaron 14 especies con un valor indicador significativo ($p < 0,05$), siendo la colmena de la Universidad Nacional la que presentó un mayor número (siete en total). **Conclusiones:** La especie *N. mellaria* recolecta polen de una gran variedad de plantas en los sitios de estudio por lo que tiene un gran potencial como polinizador en zonas urbanas. Además, esta especie tiene preferencia en la recolección de polen de leguminosas debido posiblemente a su abundancia en el área de estudio y a que su floración es abundante, atractiva visualmente a los Apidae y puede ofrecer néctares además de polen.

Palabras clave: polen, meliponicultura, Valle del Cauca, pecoreo.

* FR: 16-XII-2018. FA: 7-V-2019.

¹ Biólogo, estudiante de maestría en Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Grupo de investigación en Orquídeas, Ecología y Sistemática Vegetal

E-mail: Smartinez0101@gmail.com ORCID 0000-0001-1724-2304

² Ph.D. Docente investigador Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Grupo de Investigación en Orquídeas, Ecología y Sistemática Vegetal. Departamento de Ciencias Básicas.

Instituto de Estudios Ambientales IDEA. E-mail: jtoteroo@unal.edu.co ORCID 0000-0002-0810-183X

CÓMO CITAR:

MARTÍNEZ, S. & OTERO, J.T., 2019.- Polen recolectado por *Nannotrigona mellaria* (Apidae: Meliponini) en dos ambientes urbanos (Valle del Cauca – Colombia). *Bol. Cient. MusHist. Nat. U. de Caldas*, 23 (2): 146-161. DOI: 10.17151/bccm.2019.23.2.7



POLLEN COLLECTED BY *Nannotrigona mellaria* (Apidae: Meliponini) IN TWO URBAN ENVIRONMENTS (VALLE DEL CAUCA - COLOMBIA)

ABSTRACT

Objectives: To know the forage habits related to pollen collected by *Nannotrigona mellaria* in two urban environments of Valle del Cauca. **Scope:** Inventory of plant species mostly used by this group of bees as a source of pollen for their diet. **Methodology:** Corbicular pollen of worker bees was collected in four nests: three at Universidad del Valle (Cali, Colombia) and one at Universidad Nacional, Palmira Campus during a period of 24 weeks between June 2013 and January 2014. In the same way, pollen was collected from plant species near the nesting site and the comparison was made. A grouping analysis was carried out to determine similarity between the diets and a Dufrene and Legendre's species indicator analysis was performed to determine the type of pollen related to each beehive. **Main results:** The species collects pollen from 29 plant families and 73 different species, being the species of the Fabaceae family the most represented among the collected material (29% of the records) and *Leucaena leucocephala* the most frequent species (18% of the records). Fourteen species with a significant indicator value were reported ($p < 0.05$), being the beehive at Universidad Nacional the one that presented a greater number (seven in total). **Conclusions:** The *N. mellaria* species collects pollen from a wide variety of plants in the study sites and therefore it has great potential as a pollinator in urban areas. In addition, this species has preference in the collection of leguminous plants pollen, possibly due to their abundance in the study area and their abundant flowering visually appealing to the Apidae and because they can offer nectar as well as pollen.

Key words: pollen, meliponicultura, Valle del Cauca, bees foraging.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de abejas en todo el mundo tienden a centrarse en zonas de alta diversidad biológica, sin embargo, la influencia del hombre sobre los ecosistemas es cada vez mayor y existe la necesidad de evaluar diferentes aspectos de la biología de las abejas en zonas urbanas con el fin de proponer alternativas que eviten la desaparición de las especies nativas (NATES-PARRA *et al.*, 2006a).

El desarrollo urbano afecta directamente la fauna local debido a que se produce una pérdida de hábitat y fragmentación del paisaje, esto tiene serias consecuencias para la diversidad local pues se generan cambios permanentes en el medio ambiente (MARKOVCHICK - NICHOLLS *et al.*, 2008). En el caso de las abejas, dependiendo de las especies estos ambientes pueden beneficiarlas, pues generan nuevos sitios

de nidificación o afectarlas al invadir su hábitat o por efecto de la contaminación atmosférica (NATES-PARRA *et al.*, 2006a; MARTÍNEZ *et al.*, 2017).

Las abejas cumplen un papel ecosistémico muy importante debido a que son los insectos que están más implicados en la polinización y pueden presentar preferencia en cuanto a los recursos que colectan como el polen, el néctar o diferentes tipos de sustancias resinosas (OTERO *et al.*, 2014); sumado a esto, las abejas sociales son más eficientes facilitando la polinización de plantas que las abejas solitarias, debido a su sistema de comunicación, el alto número de individuos por colonia y una mayor efectividad en el acopio del alimento (NATES-PARRA 1991a; NATES-PARRA & RODRÍGUEZ 2011; OTERO & SANDINO, 2003).

Las abejas angelitas (Apidae: Meliponini) son abejas sociales, distribuidas entre el nivel del mar y los 2000 m (NATES-PARRA, 1990), se distinguen porque tienen su aguijón atrofiado no funcional, alas con la venación reducida, y porque nidifican en gran variedad de sustratos, ya sea en cavidades o de forma expuesta. En Colombia puede encontrarse aproximadamente unas 100 especies distribuidas en todas las regiones naturales (NATES-PARRA, 2001). Sin embargo, y aunque las abejas meliponinas son quizá uno de los grupos más diversos y abundantes entre las abejas sociales de Colombia (NATES-PARRA, 1991a), muchas especies están amenazadas, debido entre otras cosas a la presencia de abejas africanizadas, al uso de pesticidas y a la desaparición de zonas boscosas (NATES-PARRA, 1991b).

En ambientes naturales como bosques tropicales, sabanas, bosques subtropicales, bosques de araucarias y también en comunidades modificadas con jardines, especies ornamentales, árboles frutales entre otros, algunas especies de meliponinas toman recursos de especies dentro de las familia Myrtaceae, Melastomataceae, Solanaceae y de la subfamilia Mimosoidea, debido a que pueden llegar a producir abundante polen y néctar, supliendo así sus necesidades nutricionales (RAMALHO *et al.*, 1989); sin embargo, los hábitos alimenticios generalistas y la explotación oportunista de alimentos pueden conducir a una utilización generalizada de los recursos en zonas con baja oferta floral, en parches de bosques o variar dependiendo de los períodos de floración (RAMALHO *et al.*, 1989).

En Colombia se han realizado trabajos en los que se busca conocer las preferencias de los tipos de polen recolectado por parte de algunas especies de meliponinos. OBREGÓN (2011) estudió el origen botánico de la miel y el polen de *Meliponae eburnea* Friese 1900, y *Tetragonisca angustula* (LATREILLE, 1811) en Fusagasugá (Cundinamarca), encontrando que *M. eburnea* colecta en gran medida polen de especies vegetales de las familias Myrtaceae, Melastomataceae, Solanaceae y Euphorbiaceae; además que presentan una preferencia por especies nativas pese a la presencia de plantas foráneas en la zona. RODRÍGUEZ A. y NATES-PARRA

G. (2006) encontraron que *Melipona fasciata* Latreille 1811, colecta principalmente Myrtaceas (*Psidium guajava* L.), Melastomataceae, Solanaceae y Caesalpinaceae en el municipio de Acacias (Meta). Sin embargo, los estudios a este grupo taxonómico se centran a investigaciones dirigidas por la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, a cargo del laboratorio de abejas (LABUN) (NATES & GONZALES, 2000). Muchos de los estudios en el Valle del Cauca han priorizado los censos y distribución geográfica del material colectado (NATES-PARRA, 1984, 1990, 1991a). Por lo que resulta de gran importancia generar conocimiento en el departamento del Valle acerca de los hábitos de forrajeo en las especies de abejas nativas.

El conocer las plantas de las cuales dependen estas abejas como fuente de recursos, resulta fundamental para mantener las interacciones planta-insecto, pues brinda herramientas para su conservación y valoración como polinizador nativo (OBREGÓN, 2001). Así pues, el objetivo del presente trabajo es aportar información que permita reconocer las plantas utilizadas como fuentes de polen y los hábitos en cuanto a la recolección de recursos polínicos por parte de *Nannotrigona mellaria* (Smith, 1862), una especie común en el departamento y que se encuentra fácilmente en zonas urbanas; con ello se espera brindar datos que faciliten su conservación o su uso en la meliponicultura, además de aumentar su valor como polinizador.

MATERIALES Y MÉTODO

Sitio de estudio

El estudio se realizó en la ciudad de Cali, Valle del Cauca, en el campus de la Universidad del Valle Sede Meléndez, 3°22 ' N -- 76°31 ' W, altura aproximada de 995 m., zona de vida de bosque seco tropical según el sistema de clasificación de HOLDRIDGE (1967). La vegetación incluye alrededor de 4250 árboles y unas 182 especies (HERRERA-HURTADO, 2009). A dicha vegetación deben sumarse las especies herbáceas, epífitas y arbustivas, una representación muy valiosa del paisaje local y todas fuentes posibles de néctar y polen para las abejas que son objeto de estudio. También se realizará colectas en el campus de la Universidad Nacional sede Palmira en las coordenadas geográficas 3°30'45"N 76°18'29.9"W, a una altura aproximada de 965 m.

Se reportaron un total de 242 colonias de *N. mellaria* (Figura 1) en la Universidad del Valle de las cuáles se seleccionaron tres (Nido A, Nido B y Nido D) ubicadas a más de 500 m entre ellas; en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira se reportaron un total de 21 colonias y se seleccionó una de forma aleatoria (Nido C); la especie fue determinada y depositada en la colección del laboratorio de investigaciones en abejas (LABUN) con los números de catálogo 25274, 25275, 25276 y 25277. Se recolectó el polen corbicular de 20 individuos que regresaban al nido luego del pecoreo, durante

24 semanas una vez a la semana por nido, entre las 7 am y las 10 am, debido a que este es el horario de mayor actividad de estas abejas. Las recolecciones se realizaron desde junio de 2013 hasta enero de 2014.



Figura 1. *Nannotrigona mellaria* en la entrada de uno de los nidos utilizados para la recolección de muestras.

El material colectado se guardó en tubos Eppendorf individuales de 1,5 mL con ácido acético glacial para su posterior montaje. Adicional al polen corbicular, se realizaron colectas de polen de plantas en flor a 250 m de radio de las colonias estudiadas; el material se conservó en ácido acético glacial hasta su posterior tratamiento en laboratorio. Las plantas de las que fue obtenido el polen fueron identificadas por comparación en el herbario Luis Sigifredo Espinal Tascón (CUVC) de la Universidad del Valle.

Tratamiento en laboratorio

El polen recolectado de las abejas fue centrifugado en ácido acético a 3000 rpm durante 4 min, se descartó el sobrenadante y se lavó en tubos Eppendorf de 1,5 mL con 1,4 mL de agua destilada; luego se centrifugó nuevamente y se repitió el lavado con el fin de limpiar el ácido acético previo al montaje. En cada fase de lavado se adicionó

una gota de etanol absoluto con el fin de facilitar el hundimiento de los granos de polen. Finalmente, luego del lavado el material se secó en horno a 40 °C durante al menos dos horas.

El polen colectado de las plantas fue acetolizado según el método presentado por FONNEGRA (1989), con algunas modificaciones. Se realizó las preparaciones con un volumen máximo de 1,5 mL; una vez tratado, el polen fue montado con gelatina glicerizada la cual fue preparada según las especificaciones de FONNEGRA (1989) con las cantidades para la Universidad de Antioquia; las placas fueron selladas con parafina y para el polen acetolizado se montó al menos dos placas por muestra (OTERO *et al.*, 2014).

Análisis de polen

El polen obtenido de las corbículas de las abejas, fue identificado por comparación con el material recolectado de las plantas alrededor de las colonias, mediante el uso de un microscopio óptico Nikon E-200. Adicional a esto, se comparó con láminas y descripciones de los libros *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms* (ERDTMAN, 1986) y *Pollen and spores of barro colorado* (ROUBIK & MORENO, 1991). Los datos que se guardaron corresponden al número de veces que se reporta el tipo de polen de una especie vegetal en el material obtenido semanalmente por nido.

Se estimó la riqueza de especies vegetales colectadas por las abejas en los diferentes nidos y la eficiencia de muestreo mediante el uso de curvas de acumulación de especies, con los estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2, Jack 1 y Jack 2; se utilizaron estos estimadores debido a que presentan un mejor desempeño (WALTHER & MOORE, 2005) para estimar el número de especies vegetales utilizadas por *Nannotrigona mellaria* como fuentes de polen dentro del área de estudio. Estos análisis se realizaron mediante el uso del software informático EstimateS Win910 (COLWELL, 2013).

Se realizó un análisis de agrupamiento UPGMA con índice de similitud Bray-Curtis de los datos obtenidos durante las 24 semanas por nido, sumando las abundancias por especie vegetal del material colectado, con el fin de determinar si las colonias estudiadas presentan polen de especies vegetales afines y que tan similares son las colonias entre sí. Estos análisis se realizaron mediante el uso del programa estadístico PAST 3.0.1 (HAMMER *et al.*, 2001).

Finalmente, se realizó un análisis de especie indicadora mediante el uso del programa estadístico PC ORD 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011), para lo cual se sumaron los datos obtenidos cada cuatro semanas por nido, con el fin de interpretar más fácilmente los resultados (6 datos en total por nido). Este análisis se realizó para determinar cuáles son las especies específicas para cada nido estudiado.

RESULTADOS

Polen recolectado por *Nannotrigona mellaria*

Se encontró que *N. mellaria* utiliza al menos 73 especies vegetales como fuente de polen para los cuatro nidos estudiados, tales especies se encuentran dentro de 29 familias, siendo Fabaceae la más representada; además, se reportó un tipo polínico que no pudo ser identificado ni siquiera a nivel de familia (Figura 2). El polen de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, fue el que se encontró más frecuentemente durante el tiempo de estudio. En la tabla 1 se presentan las veces que fue reportada cada especie para cada nido. Los tipos de polen más representativos se presentan en la figura 3.

Tabla 1. Tipos de polen por familia y especie vegetal recolectados por *N. mellaria* en los nidos estudiados.

Familia	Especie	Nido A	Nido B	Nido C	Nido D
ACANTHACEAE	<i>Ruellia</i> sp.	1	1	0	0
ACANTHACEAE	<i>Bravaisia integrerrima</i> (Spreng.) Standl.	2	0	0	1
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess.	9	0	2	26
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium excelsum</i> (Berteroex Kunth) Skeels	0	0	1	0
ARECACEAE	Indeterminada sp 1.	1	45	26	7
ARECACEAE	Tipo Dypsis	19	58	119	16
ASTERACEAE	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	26	1	0	52
ASTERACEAE	<i>Pseudelephantopus spiralis</i> (Less.) Cronquist	3	0	0	1
ASTERACEAE	Indeterminada sp1	13	1	16	4
ASTERACEAE	<i>Eleutheranthera tenella</i> (Kunth) H.Rob.	2	0	0	1
ASTERACEAE	<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	33	4	2	27
ASTERACEAE	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	18	0	0	2
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Berteroex A.DC.	0	3	0	0
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda hesperia</i> Dugand	3	0	0	0
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	2	2	1	1
BIGNONIACEAE	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	0	2	0	5
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz y Pav.) Oken	6	5	18	16
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i> L.	0	1	0	4
COMBRETACEAE	<i>Terminalia catappa</i> L.	0	1	0	0
COMMELINACEAE	Tipo <i>Commelina</i>	0	2	1	1
COMMELINACEAE	Indeterminada sp1	4	0	0	7
CONVOLVULACEAE	indeterminada sp1	2	3	37	2

Familia	Especie	Nido A	Nido B	Nido C	Nido D
CUCURBITACEAE	Indeterminada sp1	0	1	0	0
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha integrissima</i> Jacq.	0	1	5	0
FABACEAE-CAESALP.	<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC.	35	48	12	75
FABACEAE-CAESALP.	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf	3	2	19	0
FABACEAE-CAESALP.	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	10	3	11	0
FABACEAE-CAESALP.	Tipo Cassia	0	0	29	0
FABACEAE-CAESALP.	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	0	4	0	0
FABACEAE-CAESALP.	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	3	0	3
FABACEAE-CAESALP.	Tipo Senna	0	0	5	0
FABACEAE-FABOIDEA	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Mill sp.	9	8	0	22
FABACEAE-FABOIDEA	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	21	43	6	2
FABACEAE-FABOIDEA	<i>Erythrina fusca</i> Lour	4	0	3	0
FABACEAE-FABOIDEA	<i>Erythrina amazonica</i> Krukoff	0	0	6	0
FABACEAE-FABOIDEA	<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	1	0	0	1
FABACEAE-FABOIDEA	<i>Erythrina costarricensis</i> Micheli	0	1	0	0
FABACEAE-MIMOS.	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	155	89	24	84
FABACEAE-MIMOS.	<i>Inga densiflora</i> Benth.	3	7	0	0
FABACEAE-MIMOS.	<i>Mimosa pudica</i> L.	5	23	0	3
FABACEAE-MIMOS.	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	6	1	1	1
FABACEAE-MIMOS.	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	0	1	0	0
FABACEAE-MIMOS.	<i>Zygia longifolia</i> (Willd.) Britton y Rose	1	1	0	0
FABACEAE-MIMOS.	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	0	0	1	0
FABACEAE-MIMOS.	<i>Mimosa pigra</i> L.	0	0	0	2
INDETERMINADA	Indeterminada sp1	1	9	1	0
LAURACEAE	<i>Persea americana</i> Mill.	0	1	2	3
LECYTHIDACEAE	<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	1	2	0	2
MALPIGHIACEAE	Posible <i>Bunchosia</i>	0	0	4	0
MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i> L.	0	2	0	0
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	8	9	0	9
MALVACEAE	<i>Quararibea cordata</i> (Bonpl.) Vischer	0	2	0	0
MALVACEAE	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	0	0	1	0
MALVACEAE	Malvaceae (sensu stricto)	0	3	0	0
MALVACEAE	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	0	1	0	0
MORACEAE	<i>Artocarpus saltilis</i> (Parkinson ex F.A. Zorn) Fosberg	4	0	20	7
MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i> L.	0	0	1	1

Familia	Especie	Nido A	Nido B	Nido C	Nido D
MYRTCEAE	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. y L.M. Perry	4	0	0	0
MYRTCEAE	<i>Psidium guajava</i> L.	3	3	44	11
MYRTCEAE	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	0	2	0	4
MYRTCEAE	<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm.) Sweet	0	0	8	0
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora arborea</i> Spreng.	0	5	0	0
PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus elsiae</i> Urb.	5	0	0	0
PINACEAE	<i>Pinus</i> sp.	5	16	6	12
POACEAE	Poaceae sp1	8	11	12	6
POACEAE	Poaceae sp2	0	0	1	0
RUBIACEAE	<i>Genipa americana</i> L.	0	1	0	0
RUBIACEAE	<i>Coffea arabica</i> L.	0	0	2	9
RUTACEAE	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	0	18	1	33
RUTACEAE	Tipo <i>Citrus</i>	0	0	13	1
SAPINDACEAE	<i>Sapindus saponaria</i> L.	15	18	4	30
SOLANACEAE	Tipo <i>Solanum</i>	2	0	0	0
URTICACEAE	<i>Cecropia</i> sp.	37	7	6	2

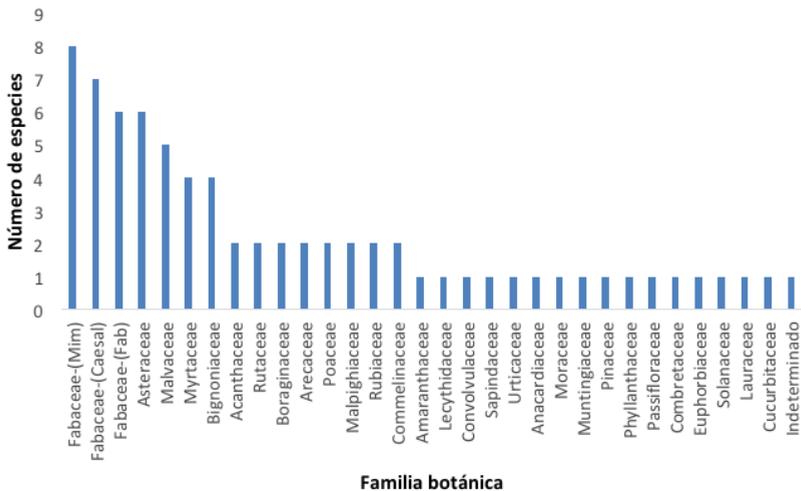


Figura 2. Familias colectadas por *N. mellaria* en orden de abundancia de especies.

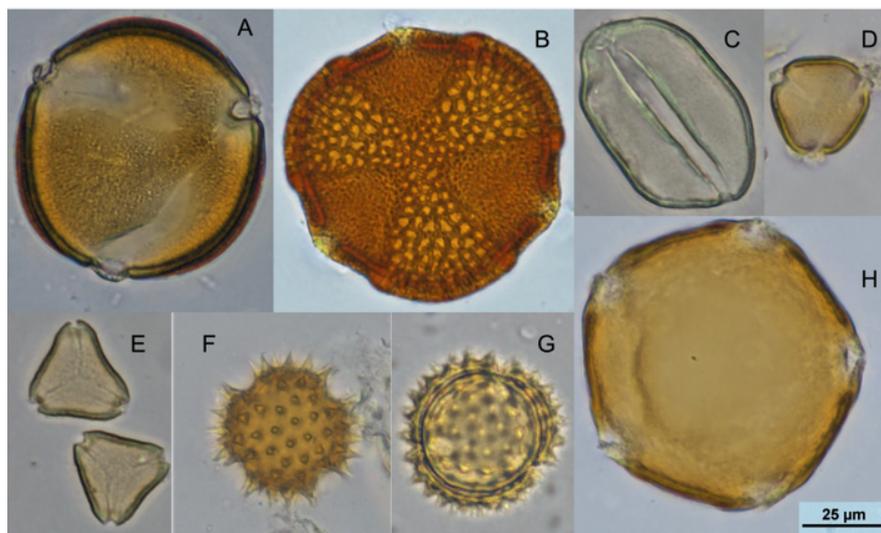


Figura 3. Algunos tipos de polen colectado por *N. mellaria* a 800 aumentos. (A: *Leucaena leucocephala*, B: *Caesalpinia pluviosa*, C: *Dypsislutes cens* similar al polen tipo *Dypsis*, D: *Sapindus saponaria*, E: *Psidium guajava*, F: *Tridax procumbens*, G: *Emilia fosbergii*, H: *Clitoria fairchildiana*).

Eficiencia de muestreo

En el nido B se encontró un mayor número de taxa, 47 tipos diferentes de polen y el nido C fue en el que se encontró el menor número, 38 tipos. Los muestreos realizados presentan una eficiencia mayor para el nido A (hasta el 89% Chao 1) y una menor eficiencia para el nido C (hasta 76,767% Jack 1) (Tabla 2).

Tabla 2. Eficiencia de muestreo por nido.

Estimador	Eficiencia de muestreo en porcentaje			
	Nido A	Nido B	Nido C	Nido D
CHAO 1	89,344	79,365	75,292	85,579
CHAO 2	80,613	68,814	68,778	79,808
JACK 1	78,095	71,029	76,767	76,248
JACK 2	71,478	61,349	66,678	69,735

Similitud entre los nidos estudiados

El análisis de agrupamiento indica que las obreras en los nidos de la Universidad del Valle (A, B, D) recogen tipos de polen más similar entre sí, que con el nido C, que se encontraba en la Universidad Nacional. Entre los nidos de la Universidad del Valle se comparte más del 50% en similitud, mientras que estos con el nido de la Universidad Nacional comparten alrededor del 30% (Figura 4).

En cuanto a los tipos de polen, 14 de las especies vegetales encontradas mostraron un valor indicador significativo ($<0,05$) para los nidos estudiados; tres especies resultaron indicadoras para el nido A, dos especies para el nido B, siete especies para el nido C y dos especies para el nido D; los resultados del análisis se presentan en la tabla 3.

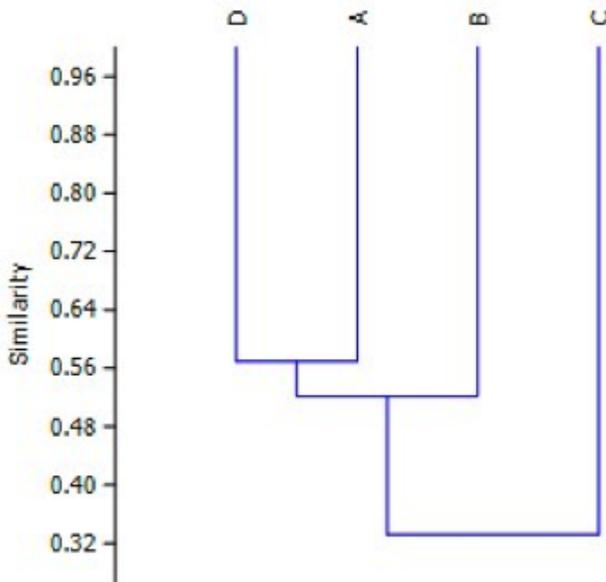


Figura 4. Análisis de agrupamiento UPGMA con índice de similitud Bray Curtis para los cuatro nidos estudiados.

Tabla 3. Especies indicadoras en orden de significancia ($p < 0,05$).

Especie	Nido	Value (IV)	Mean	S,Dev	p *
Posible <i>Cassia</i>	C	100	20,6	9,6	0,0002
<i>Psidium guajava</i>	C	72,1	29,3	9,75	0,0014
<i>Mimosa pudica</i>	B	74,2	30,2	11,09	0,0028
<i>Leucaena leucocephala</i>	A	44	32,9	3,74	0,005
<i>Delonix regia</i>	C	66	25,1	10,52	0,0058
<i>Tithonia diversifolia</i>	A	60	20,7	10,19	0,0162
Tipo <i>Dypsis</i>	C	56,6	35,2	8,25	0,018
<i>Murraya paniculata</i>	D	52,9	28	9,78	0,0306
<i>Artocarpus altilis</i>	C	53,8	27,4	10,39	0,0338
<i>Alternanthera albotomentosa</i>	D	58,6	34	12,17	0,0398
Posible <i>Bunchosia</i>	C	50	17,6	9,87	0,0398
<i>Jatropha integerrima</i>	C	50	17,5	10,05	0,0402
<i>Syzygium malaccense</i>	A	50	17,5	10,06	0,043
Arecaceae (indet sp1)	B	47,5	27,9	9,8	0,0482

DISCUSIÓN

La especie *Nannotrigona mellaria* exploró un amplio rango de plantas en el pecoreo de polen; según las muestras obtenidas, utilizó 73 especies pertenecientes 29 familias durante el tiempo de estudio, sin embargo, explotan principalmente unas pocas especies entre las que se destacan *Leucaena leucocephala* y polen de Arecaceae tipo *Dypsis* con el 18% y el 11% de las presencias en el material colectado, respectivamente. Algunos estudios realizados con otras especies de meliponinos muestran que estas abejas colectan en gran medida polen de árboles (ROUBIK *et al.*, 1986; WILMS *et al.*, 1996; RAMALHO, 2004), entre los que se pueden resaltar *Eucalyptus* sp., *Eucalyptus globulus* Labill., polen del tipo Myrcia (MALAGODI-BRAGA & KLEINERT, 2009; OBREGÓN, 2011); en nuestro caso particular esta tendencia se mantiene pues *N. mellaria* recolectó polen principalmente de árboles dentro de la familia Fabaceae debido posiblemente a que estos árboles ofrecen una gran cantidad de inflorescencias en un área relativamente pequeña por lo que las abejas no tienen que desplazarse mucho y son más eficientes en el acopio de recursos.

En cuanto a la especie arbórea, *Leucaena leucocephala* hay algunas características que podrían explicar el por qué es una fuente tan importante de recursos nutricionales para *N. mellaria* durante el tiempo de muestreo; para empezar esta una especie relativamente abundante en los sitios de estudio por lo que es muy accesible

a las obreras de estas abejas, adicional a esto el periodo de máxima floración de esa especie va desde julio hasta octubre (PÉREZ *et al.*, 2008), tiempo en el cuál se estaba realizando la recolección del polen corbicular, finalmente el alto número de inflorescencias y flores por inflorescencia puede explicar el por qué el polen de esta especie fue tan frecuente en el material recolectado para los cuatro nidos. Esto datos contrastan con las preferencias de otros Apidae como los Euglossinos, puesto la mayoría de las fuentes de polen son plantas con anteras poricidas como solanáceas y melastomatáceas (OTERO *et al.*, 2014), familias que también son muy colectadas por meliponinos (WILMS & WIECHERS, 1997; OBREGÓN, 2011; VIT *et al.*, 2013).

Muchos visitantes y polinizadores suelen ser atraídos a flores que presentan algunas características particularmente atrayentes tales como una coloración llamativa (MENZEL & SHMIDA, 1993; GUMBERT, 2000) o fragancias (WHITTHEN & WILLIAMS, 1992; GERLACH, 2010), debido a que estas plantas pueden ofrecer algún tipo de beneficio o recompensa, es decir, son “*magnet species*” (THOMPSON, 1978). Sin embargo, la presencia de éstas puede favorecer la visita a plantas con flores menos atractivas que se encuentren cercanas u asociadas (THOMSON, 1978; FEINSINGER, 1987; JOHNSON *et al.*, 2003; MOLINA *et al.*, 2008).

En estudios realizados por VARGAS (2012), en bosque seco del Valle del Cauca indica que la familia Fabaceae es una de las más diversas con 37 géneros; del mismo modo, en la Universidad del Valle esta familia es una de las más abundantes, con un total de total de 35 especies solamente en árboles (VARGAS *et al.*, 2011). En general, muchas de las plantas dentro de esta familia presentan inflorescencias muy vistosas y llamativas que resultan muy atractivas a los polinizadores, además ofrecen tanto polen como néctares que son los principales recursos alimenticios en Apidae (VIT *et al.*, 2013); estas características atractivas para las abejas explicarían el que las Fabaceae sean tan importantes en las recolecciones de polen de *N. mellaria*.

Los resultados reportados en la eficiencia de muestreo indican que este fue adecuado pese a que las recolectas de polen se realizaron en un periodo de tiempo que corresponde aproximadamente a medio año; probablemente muestreos realizados en el periodo entre enero y junio permitan obtener una mayor aproximación al comportamiento en cuánto de pecoreo de polen por *N. mellaria*. Sin embargo, los resultados obtenidos en cuanto a la riqueza de especies son satisfactorios, teniendo en cuenta que trabajos realizados con *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier en Brasil, reportaron un total de 107 tipos de polen durante un año de estudios (MALAGODI-BRAGA & KLEINERT, 2009) y en Colombia, estudios con *Apis mellifera* L., reportan el uso de 85 especies vegetales (MONTROYA, 2011), y en meliponinos con *M. eburnea* y *T. angustula* 93 y 81 especies vegetales respectivamente (OBREGÓN, 2011).

El análisis UPGMA con índice Bray-Curtis agrupa los nidos A, B, D con una similitud entre sí mayor al 50% y separados del nido C, esto indica durante el tiempo de estudio existe una preferencia específica por parte de *N. mellaria* a algunas especies vegetales como fuentes de polen, como ya se ha reportado en otros trabajos con meliponinos (WILMS & WECHERS, 1997; MALAGODI-BRAGA & KLEINERT, 2009; OBREGÓN, 2011; RECH & ABSY, 2011). Sin embargo, la recolección por parte de estas abejas también se ve influenciada por la riqueza y abundancia de dichas plantas en su medio ambiente circundante.

RAMÍREZ & MONTENEGRO (2004) reportaron que, en condiciones de abundancia de recurso, algunas abejas permanecen cerca de sus colmenas visitando las plantas que son más abundantes en el área. Es posible que las obreras de *N. mellaria*, en los nidos estudiados, utilizaran principalmente las plantas más cercanas a sus colonias como fuentes de polen, prefiriendo las plantas con flores más atractivas como se mencionó anteriormente. Esto explicaría los resultados obtenidos en el análisis de similitud.

Respecto al análisis de especie indicadora, los resultados obtenidos para el nido C pueden deberse a que éste se encontraba en condiciones ambientales que son diferentes, tanto en abundancia como riqueza de especies vegetales a los otros tres nidos. Así pues, estos factores pueden ser determinantes para *N. mellaria* a la hora de recolectar sus recursos más eficientemente (MONTROYA, 2011).

Para el nido A se reportó polen de *L. leucocephala*, *Tithonia diversifolia* y *S. malaccense* como especies indicadoras, vale la pena mencionar que todas ellas se encontraban a no más de 200 m de distancia del nido de manera abundante, de hecho, durante los muestreos se observó que *T. diversifolia* tenía una importante población en las cercanías del nido A, algo que no ocurría cerca de ninguno de los otros nidos, lo que parece indicar que las colonias muestreadas no necesitan recorrer grandes distancias en el pecoreo de recursos y que colectan principalmente en las cercanías, siempre que existan recursos suficientemente abundantes en la zona.

En conclusión, *Nannotrigona mellaria* es una especie nativa con gran potencial como polinizador en zonas urbanas del Valle de Cauca debido a que tolera la presencia humana alrededor de su nido, puede utilizar edificaciones como refugios para nidificar (NATES-PARRA *et al.*, 2006b; MARTÍNEZ *et al.*, 2017) y visita una gran cantidad de especies vegetales muy comunes en este tipo de zonas. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que la familia Fabaceae es de gran importancia como fuente de polen para esta especie en la zona de estudio, probablemente debido a su abundancia, a su floración que es muy exuberante y atractiva visualmente a los Apidae y a que puede ofrecer néctares además de polen como alimento para la especie.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a Colciencias y a su convocatoria Nacional Jóvenes investigadores e Innovadores N° 566 del 2012 “Virginia Gutiérrez de Pineda” y a la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira por la financiación del presente proyecto; al Grupo de Investigación Orquídeas, Ecología y Sistemática Vegetal por su acompañamiento y apoyo durante todas las fases de ejecución del mismo. Agradecimientos especiales al biólogo Efrén Muñoz, por compartir ideas y experiencias en palinología y apicultura, al biólogo Edier Alberto Soto Medina por su apoyo con los análisis estadísticos, al herbario CUVC por facilitar el material para realizar las identificaciones vegetales y al laboratorio de imágenes de la Universidad del Valle en donde se fotografió el polen acetolizado lo que facilitó la identificación del material colectado. Finalmente, agradecimientos a todas las personas que acompañaron en la recolección de las muestras y a los evaluadores del presente trabajo por sus valiosos aportes en la construcción de este manuscrito.

REFERENCIAS

- COLWELL, K. R. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9 and earlier. User's Guide and application. Published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- ERDTMAN, G., 1986. *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms*. Brill Archive editorial. Netherlands. 553 p.
- FEINSINGER, P. 1987. Effect of plant species on each other's pollination: is community structure influenced. *Trends Ecol. Evol.* 2: 123-126.
- FONNEGRA, R. 1989. *Métodos de estudio palinológico*. Universidad de Antioquia. Medellín. 57 p.
- GERLACH, G. 2010. Stanhopeinae mesoamericanas, V. el aroma floral de las stanhoepas de México. *Lankesteriana*, 9 (3): 431-442.
- GUMBERT, A. 2000. Color choices by bumble bees (*Bombus terrestris*): innate preferences and generalization after learning. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 48: 36-43.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., & RYAN, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 9p.
- HERRERA-HURTADO, S., 2009. *Arboles de la Universidad del Valle*. Programa Editorial, Universidad del Valle. Cali 334 p.
- HOLDRIDGE, L. R., 1967. Life zone ecology, revised edition. *Tropical Science center*. San José, Costa Rica, 206 p.
- JOHNSON, S.D., CRAIG, P., NILSSON, A., & AGREN J., 2003. Pollination success in a deceptive orchid is enhanced by co-occurring rewarding magnet plants. *Ecology*, 84: 2919-2927.
- MALAGODI-BRAAGA, K., & KLEINERT A.M., 2009. Comparative analysis of two sampling techniques for pollen gathered by *Nannotrigona testaceicornis* Lepelletier (Apidae, Meliponini). *Genetics and molecular research*, 8 (2): 596-606.
- MARKOVCHICK-NICHOLLS, L., REGAN, H.M., DEUTSCHMAN, D.M., WIDYANATA, A., MARTIN, B., NOREKE, L., & HUNT, T.A. 2008. Relationships between human disturbance and wildlife land use in urban habitat fragments. *Conserv Biol.*, 22: 99-09.
- MARTÍNEZ, S., SOTO, E. A., SANDOVAL, S. & OTERO J.T., 2017. Distribución espacial y hábitos de nidificación de *Nannotrigona mellaria* (Apidae: Meliponini) en una localidad de Cali (Colombia). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 33 (2): 161-168.
- MCCUNE, B., & MEFFORD M. J., 2011. *PC-ORD. Multivariate Analysis of ecological data*. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- MENZEL, R., & SHMIDA, A., 1993. The ecology of flower colours and the natural colour vision of insect pollinators: the Israeli flora as a study case. *Biol. Rev.*, 68: 81-120.
- MOLINA, M.A., BADANO, E.I., & CAVIERES, L.A., 2008. Positive interactions among plant species for pollinator service: assessing the 'magnet species' concept with invasive species. *Oikos*, 117: 1833-1839.
- MONTOYA, M.P., 2011. *Uso de recursos florales polinizadores por Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en apiarios de la Sabana de Bogotá y alrededores. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 66 p.
- NATES-PARRA, G., 1984. Censo parcial de las abejas sin aguijón (Meliponinae -Apidae) del occidente colombiano. *Cespedesia*, 13 (4): 277-290.
- NATES-PARRA, G., 1990. Abejas de Colombia III. Clave para géneros y subgéneros de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae). En: *Acta Biológica Colombiana*. Facultad De Ciencias Universidad Nacional. Vol.2 fasc. 6: 115-128.
- NATES-PARRA, G., 1991a. Distribución de abejas sin aguijón (Meliponinae-Apidae) en el departamento del Valle del Cauca. *Cespedesia*. 18 (61): 9-22.
- NATES-PARRA, G., 1991b. Bionomía de las abejas sin aguijón (Apidae-Meliponinae) del occidente colombiano. *Cespedesia* 57-58:

- 77-116.
- NATES-PARRA, G., PARRA, A., RODRÍGUEZ, A., BAQUERO, P. & VELÉZ, D., 2006a. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32 (1): 77-81.
- NATES-PARRA, G., RODRÍGUEZ, A. & VÉLEZ, E., 2006b. Abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en cementerios de la cordillera oriental de Colombia. *Acta Biológica colombiana*, 11 (1): 25-35.
- NATES-PARRA, G. & GONZALES, V. H., 2000. Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colombiana*, 5 (2): 5-37.
- NATES-PARRA, G., 2001. Cría y manejo de la abeja angelita (*Tetragonisca angustula*). *Serie de Ciencia y Tecnología*, (84): 43 p.
- NATES-PARRA, G. & RODRÍGUEZ A. T. 2011. Forrajeo en colonias de *Melipona eburnea* (Hymenoptera: Apidae) en el piedemonte llanero (Meta, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 31 (1): 121-127.
- OBREGÓN, D., 2011. Origen botánico de la miel y el polen provenientes de nidos de *Melipona eburnea* Friese, 1900 y *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), (Apidae: Meliponini) para estimar su potencial polinizador. Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 81 pp.
- OTERO, J. T., & SANDINO J. C. 2003. Capture rates of male Euglossine bees across a human intervention gradient, Chocó region, Colombia. *Biotropica*, 35 (4): 520-529.
- OTERO, J. T., CAMPUZANO, A. M., ZULUAGA, P. A., & CAETANO, C. M., 2014. Pollen carried by *Euglossa nigropilosa* Moure (Apidae: Euglossinae) at La Planada nature reserve, Nariño, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. (15) 1: 1-7.
- PÉREZ, A., WENCOMO, H., NAVARRO, M., IGLESIAS, J. M., SOCA, M., CEPERO, L. & CANCHILLA, E. R., 2008. Consideraciones acerca de la *Leucaena leucocephala* cv. X: una nueva opción forrajera para un ecosistema ganadero con suelos ácidos e infértiles. *Pastos y Forrajes* (online). 31 (4): 1-1.
- RAMALHO, M., KLEINERT-GIOVANNINI, A., & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., 1989. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie*. 20: 185-195.
- RAMALHO, M., 2004. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Bot. Bras.* 18: 37-47.
- RAMÍREZ, R. & MONTENEGRO, G., 2004. Certificación del origen botánico de miel y polen corbicular pertenecientes a la comuna de Litueche, VI Región de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 31:197-211.
- RECH, A. R., & ABSY, A. L., 2011. Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. *Grana*. 50(2): 150-161.
- ROUBIK, D. W., MORENO, J. E., VERGARA, C., & WITTMANN, D., 1986. Sporadic food competition with the African honey bee: projected impact on Neotropical social bees. *J. Trop. Ecol.* 2: 97-111.
- ROUBIK, W. D., & MORENO, J. E., 1991., *Pollen and spores of Barro Colorado Island (Panama)*. Missouri Botanical Garden. 268 p.
- THOMPSON, J.D., 1978. Effect of stand composition on insect visitation in two-species mixtures of *Hieracium*. *Am. Midl. Nat.* 100: 431-440.
- VARGAS, A., CÁRDENAS, M., DUQUE, O. L., GONZÁLEZ, A. M., HOME, J. K., JIMÉNEZ, A. C., & TORRES, A. M., 2011. *Inventario florístico de especies leñosas de la Universidad del Valle*. Resúmenes del VI Congreso Colombiano de Botánica. Asociación Colombiana de Botánica. P. 512.
- VARGAS, W., 2012. Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana*. 13 (2): 102-164.
- VIT, P., SILVIA, R. M., & ROUBIK, D. W., 2013. *Pot Honey, A Legacy of stingless bees*. Springer. New York. 654 p.
- WHITTEN, W. M., & WILLIAMS, N. H., 1992. Floral fragrances of *Stanhopea* (Orchidaceae). *Lindleyana* 7 (3): 130-153.
- WILMS, W., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., & ENGELS, W., 1996. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 31: 137-151.
- WILMS, W., & WIECHERS, B., 1997. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie*, 28: 339-355.