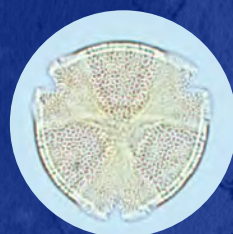
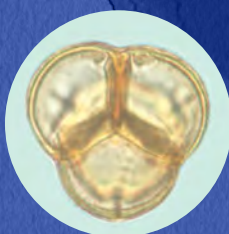
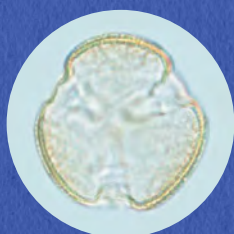
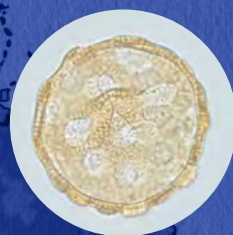
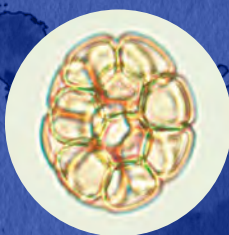
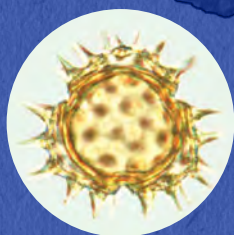


# Atlas de polen y plantas usadas por abejas

Cláudia Inês da Silva  
Jefferson Nunes Radaeski  
Mariana Victorino Nicolosi Arena  
Soraia Girardi Bauermann  
(organizadores)



Consultoria Inteligente  
em Serviços Ecosistêmicos



## **Atlas de polen y plantas usadas por abejas**



**Cláudia Inês da Silva**  
**Jefferson Nunes Radaeski**  
**Mariana Victorino Nicolosi Arena**  
**Soraia Girardi Bauermann**  
**(orgs.)**

# **Atlas de polen y plantas usadas por abejas**

**Traducción:**  
**Cláudia Inês da Silva**  
**Mercedes di Pasquo**

**1ª Edición**

**Sorocaba-SP**  
**2020**



**Consultoria Inteligente**  
**em Serviços Ecológicos**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Lumos Assessoria Editorial  
Bibliotecária: Priscila Pena Machado CRB-7/6971

A881 Atlas de polen y plantas usadas por abejas [recurso eletrônico] / orgs. Cláudia Inês da Silva ... [et al.] ; tradução Cláudia Inês da Silva e Mercedes di Pasquo. — 1. ed. — Sorocaba : CISE, 2020.  
Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.  
ISBN 978-65-86372-03-8

1. Palinologia - Catálogos. 2. Abelhas. 3. Pólen - Morfologia. 4. Ecologia. I. Silva, Cláudia Inês da. II. Radaeski, Jefferson Nunes. III. Arena, Mariana Victorino Nicolosi. IV. Bauermann, Soraia Girardi. V. Pasquo, Mercedes di. VI. Consultoria Inteligente em Serviços Ecosystemicos (CISE). VII. Título.

CDD 638.13



Asociación  
Latinoamericana  
de Paleobotánica  
y Palinología

Las comunidades vegetales son componentes principales de los ecosistemas terrestres de las cuales dependen numerosos grupos de organismos para su supervivencia. Entre ellos, las abejas constituyen un eslabón esencial en la polinización de angiospermas que durante millones de años desarrollaron estrategias cada vez más específicas para atraerlas. De esta forma se establece una relación muy fuerte entre ambos, planta-polinizador, y cuanto mayor es la especialización, tal como sucede en un gran número de especies de orquídeas y cactáceas entre otros grupos, ésta se torna más vulnerable ante cambios ambientales naturales o producidos por el hombre. De esta forma, el estudio de este tipo de interacciones resulta cada vez más importante en vista del incremento de áreas perturbadas o modificadas de manera antrópica en las cuales la fauna y flora queda expuesta a adaptarse a las nuevas condiciones o desaparecer.

El catálogo cuenta con información sobre el contenido polínico y otros productos asociados (e.g. propóleo, resinas) ofrecidos por las plantas como sustento de sus polinizadores para todos los aspectos de su vida.

Por ello, la Comisión Directiva de la ALPP se enorgullece de presentar a la sociedad una obra de gran importancia socio-económica pues colabora con información útil para palinólogos y botánicos interesados en el estudio aplicado a la conservación de especies de insectos polinizadores.

La información presentada en forma de catálogo es incorporada en la Red de Catálogos Polínicos Online (RCPol [www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)), la cual es de libre acceso y permite a la comunidad científica establecer determinaciones taxonómicas de plantas y su polen de forma más precisa. Además, promueve la preservación de colecciones botánicas y palinológicas de manera virtual evitando su desaparición por daños ejercidos por el paso del tiempo u otro tipo de acontecimientos.

La aplicación de la información brindada en esta obra se extiende a otras disciplinas de la Palinología (Melisopalínología, Iatropalínología, Aeropalínología, Palinología Forense, Paleopalínología) agregando de esta forma más valor a este tipo de contribuciones.

Felicitemos a sus autores por este nuevo catálogo y estamos convencidos que será un ejemplo a seguir y por ello esperamos el apoyo de las editoriales para continuar con la publicación de nuevos resultados de este tipo de estudios científicos que constituyen un apoyo en diferentes ámbitos de la sociedad.

Mercedes di Pasquo  
Presidente de la ALPP  
(Gestión 2017-2020)

## Organización

Cláudia Inês da Silva  
Jefferson Nunes Radaeski  
Mariana Victorino Nicolosi Arena  
Soraia Girardi Bauermann

## Traducción

Cláudia Inês da Silva  
Mercedes di Pasquo

## Autores

Allan Koch Veiga  
Amanda Aparecida de Castro Limão  
Antônio Mauro Saraiva  
Astrid de Matos Peixoto Kleinert  
Breno Magalhães Freitas  
Caio César de Azevedo Costa  
Camila Maia-Silva  
Carlos Poveda-Coronel  
Cláudia Inês da Silva  
Cristiane Krug  
Daniel Felipe Alvarado Ospino  
Deicy Paola Alarcón-Prado  
Diego A. Riaño-Jiménez  
Flávia Batista Gomes  
Franciélli Cristiane Gruchowski-Woitowicz  
Francisco de Assis Ribeiro dos Santos  
Gercy Soares Pinto  
Gonzalo Javier Marquez  
Hugo A. Sanchez-Marroquín  
Isabel Alves dos Santos  
Jaciará da Silva Pereira  
Jefferson Nunes Radaeski  
Jocélia Gonçalves da Silva  
José Ricardo Cure  
Kevin Farouk Miranda Deluque  
Luiz Wilson Lima-Verde  
Marcelo Casimiro Cavalcante  
Marcia Motta Maués  
Marcio Luiz de Oliveira  
Maria Iracema Bezerra Loiola  
Mariana Victorino Nicolosi Arena  
Matheus Montefusco  
Mauro Ramalho  
Melissa Guerrero  
Mercedes di Pasquo  
Michael Hrnrcir  
Patrícia Nunes-Silva  
Paula Andrea Sepúlveda-Cano  
Peter G. Kevan  
Priscilla Baruffaldi Bittar  
Ruben D. Martín-Rojas  
Rubens Teixeira de Queiroz  
Sandy C. Padilla-Báez  
Soraia Girardi Bauermann  
Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca

## Apoyo

Bayer  
Red de Catálogos Polínicos online – RCPol  
Consultoría Inteligente en Servicios Ecosistémicos – CISE  
Fundación para el Desarrollo Tecnológico de Ingeniería – FDTE  
Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnica – CONICET  
Embrapa Amazônia Ocidental – EMPRAPA  
Embrapa Amazônia Oriental – EMPRAPA

Facultades de Enfermería y Medicina Nova Esperança - FACENE  
Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas - INPA

Universidad del Magdalena - UNIMAG  
Universidad Militar Nueva Granada - UMNG  
Universidad de Integración Internacional de la Lusofonía Afrobrasileña - UNILAB  
Universidad de São Paulo - USP  
Universidad del Valle de Rio de los Sinos - UNISINOS  
Universidad Estatal Paulista - UNESP  
Universidad Federal de Bahia - UFBA  
Universidad Federal de Santa María - UFSM  
Universidad Federal de São Carlos - UFSCar  
Universidad Federal de Ceará - UFC  
Universidad Federal Rural del Semiárido - UFERSA  
Universidad Luterana de Brasil - ULBRA  
Universidad Guelph

## Colaboración

Antônio Mauro Saraiva (Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo)

## Proyecto gráfico

Bruno Nunes Silva

## Apoyo Técnico


**Identificación de las especies de plantas:** Carole Ann Lacroix (OAC Herbarium), Dra. Cíntia Luíza da Silva Luz (IBUSP), Deicy Paola Alarcón-Prado (UMNG), M.Sc. Eduino Carbonó de la Hoz (UNIMAG), M.Sc. Francisco Fajardo Gutiérrez (JBB), José Ramos (INPA), Dr. José Rubens Pirani (IBUSP), Dr. Luiz Wilson Lima-Verde (UFC), Dra. Maria Iracema Bezerra Loiola (UFC), Mariana Mesquita (INPA), M.Sc. Melissa Guerrero (UMNG), Dr. Milton Groppo (FFCLRP-USP), Osmar Ribas (UFPR), Dr. Rubens Teixeira de Queiroz (UFPB), M.Sc. Sandy C. Padilla-Báez.

**Identificación de las especies de abejas:** M.Sc. Carlos Poveda Coronel (UMNG), Dra. Favízia Freitas de Oliveira (BIOSIS - UFBA), Dr. Marcio Oliveira (INPA), Ruben D. Martín-Rojas (UMNG), M.Sc. Thiago Mahlmann (INPA).

**Fotos de los granos de polen:** Fototeca de la RCPol, Cláudia Inês da Silva, Daniel Felipe Alvarado Ospino, Deicy Paola Alarcón-Prado, Jefferson Nunes Radaeski, Melissa Guerrero, Sandy C. Padilla-Báez.

**Fotos de plantas, flores, abejas y nidos:** Fototeca de la RCPol, Cláudia Inês da Silva, Carlos Poveda Coronel, Cristiane Krug, Daniel Felipe Alvarado Ospino, Deicy Paola Alarcón-Prado, Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha, Franciélli Cristiane Woitowicz-Gruchowski, Gercy Soares Pinto, Hugo A. Sanchez-Marroquín, Jefferson Nunes Radaeski, Kevin Farouk Miranda Deluque, Matheus Montefusco, Melissa Guerrero, Michael Hrnrcir, Paula Andrea Sepúlveda-Cano, Patrícia Nunes-Silva, Ruben D. Martín-Rojas, Sandy C. Padilla-Báez.





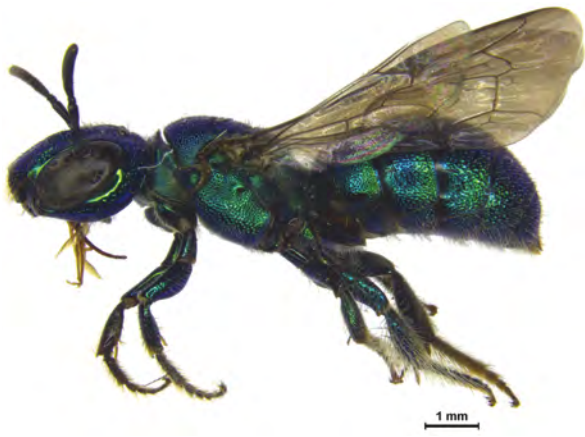
El insecto más intrigante del planeta vuelve a estar presente mientras emprendemos un viaje a través de los intrincados detalles de la vida de las abejas.

La increíble organización que presentan para sobrevivir y desarrollarse como sociedad siempre ha sido un tema de gran interés para investigadores y entusiastas.

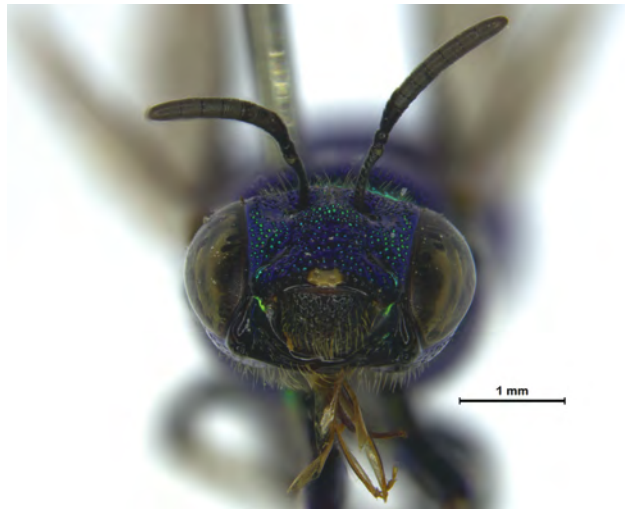
Como empresa de investigación y desarrollo, Bayer se ha dedicado al estudio de las abejas durante más de treinta años. Entendiendo su relevancia en la polinización y en la preservación de la biodiversidad, la empresa patrocinó este proyecto con el objetivo de convertirse en un referente en la literatura. Esta recopilación de estudios ha sido publicada por destacados expertos en abejas.

Queremos agradecer a todas las entidades y profesionales implicados, especialmente al grupo de coordinación, por su dedicación.

Claudia Quaglierini  
Gerente de Inteligencia Tropical  
CEAT – BAYER



*Ceratina* sp.



*Ceratina* sp.



*Megachile* sp.



*Megachile* sp.



*Megachile* sp.

# Índice

Prefacio.....	11
Red de Catálogos polínicos: base de datos digital de polen y esporas de plantas actuales y fósiles.....	13
Las plantas visitadas por las abejas en Canadá, con especial atención a <i>Eucera pruinosa</i> Say, 1837 (Apidae, <i>Eucerini</i> ).....	23
Introducción.....	23
Material y Métodos.....	24
Resultados.....	26
Análisis de cargas polínicas de abejas silvestres en un cultivo de palma de aceite en Magdalena, Colombia.....	31
Grupo de investigación y colección palinológica.....	31
El proyecto.....	32
¿Dónde las abejas recolectan polen en un cultivo de palma de aceite?.....	33
Conclusión.....	36
Recursos florales utilizados por <i>Bombus</i> spp. (Hymenoptera: Apidae) en la Sabana de Bogotá. Un esfuerzo en conjunto entre el grupo BEAS en Colombia y RCPol.....	39
Grupo de Investigación.....	39
La recolección de polen (un esfuerzo conjunto entre la Universidad y RCPol)....	39
Cría en cautiverio de <i>Bombus atratus</i> .....	39
Identificación de recursos florales utilizados por <i>Bombus atratus</i> (Hymenoptera: Apidae) y desarrollo de colonias en condiciones suburbanas (2015 - 2018).....	40
Recursos florales utilizados por especies del género <i>Bombus</i> en un ecosistema sub-páramo de la Sabana de Bogotá (2014 - 2015).....	41
Recursos florales utilizados por las abejas silvestres de los ecosistemas altoandinos (2018 a la actualidad).....	41
Áreas de estudio y vegetación.....	41
Métodos de recolección de plantas, polen e insectos.....	42
Interacción de especies de plantas y abejas.....	43
Abejas, plantas y polen en la Amazonia central: cómo las áreas circundantes contribuyen a la polinización del Guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke).....	51
Presentación del proyecto.....	51
Región de estudio.....	51
Vegetación y clima.....	51
Material y métodos.....	51
Abejas estudiadas.....	52
Colecciones de plantas y polen.....	52
Resultados y discusión.....	53
Contribuciones al estudio de la ecología interacciones entre abejas <i>Euglossini</i> y flora urbanizada.....	61
Introducción.....	61
Material y métodos.....	62

Área de estudio .....	62
Inventario florístico y elaboración de la colección de referencia de polen .....	63
Muestreo de polen en nidos .....	63
Resultados y discusión .....	65
Consideraciones.....	65
Recolección de polen del bosque tropical seco brasileño.....	69
Nuestro equipo de polen.....	69
Bosque tropical seco brasileño .....	71
<i>Melipona subnitida</i> : una especie de abeja sin aguijón originaria del bosque tropical seco brasileño.....	73
Plantas nativas del bosque tropical seco brasileño importantes para <i>Melipona subnitida</i> .....	73
Increíble información que el polen puede brindarnos sobre la interacción entre plantas y abejas.....	79
Introducción.....	79
Tradición IBUSP en estudios sobre nicho trófico de abejas .....	80
Especies estudiadas y procedimiento de muestreo .....	80
Análisis de polen.....	81
Resultados y discusión .....	81
Nicho trófico de <i>Melipona (Eomelipona) marginata</i> Lepeletier, 1836 - en los campos aluviales de la Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras, en el Bosque Atlántico Sur de Brasil .....	89
Institución y grupo de investigación .....	89
El proyecto .....	89
Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras .....	90
Descripción de la vegetación en el área de estudio .....	91
Métodos utilizados para organizar las colecciones de plantas (herbario), polen y abejas (entomológicas).....	92
<i>Melipona (Eomelipona) marginata</i> Lepeletier, 1836 .....	92
Fuentes importantes de recursos florales utilizados para alimentar a las abejas en el sur de Brasil .....	97
Introducción.....	97
Material y Métodos .....	98
Resultados.....	102
Conclusiones.....	102
Catálogo de polen de plantas utilizadas en la dieta de abejas en diferentes tipos de vegetación .....	105
Introducción.....	105
Interacción de polen y abejas.....	108
Procedimientos para estudios palinológicos .....	110
Descripción de polen y flores.....	111
Palinoecología.....	119
Palinotaxonomía .....	213
Índice.....	248
Autores.....	250

# Prefacio

La palinología se considera una de las herramientas más importantes en el estudio de las interacciones planta-abeja. Entre los diversos agentes polinizadores que existen en la naturaleza, las abejas ocupan un lugar destacado porque viven en sociedad o de manera solitaria, tienen características que favorecen la polinización y en las regiones tropicales son las responsables de la polinización de la mayoría de especies vegetales. Como resultado, se consideran esenciales para el mantenimiento de la biodiversidad.

El conocimiento de las abejas como agentes polinizadores y el uso de sus productos, como la miel, se remontan a tiempos prehistóricos cuando la miel era el único alimento dulce natural. Muchas especies de plantas dependen de las abejas para el transporte de polen entre flores, mientras que las abejas necesitan polen de plantas para su crecimiento y desarrollo.

El papel de las abejas en la preservación de muchas especies vegetales mediante la polinización es sin duda una de las alternativas más importantes para el desarrollo sostenible de una región. Por contener datos valiosos sobre la diversidad de polen recolectado por abejas de diferentes regiones del país y del exterior, este trabajo sin duda animará a los investigadores a ampliar sus estudios para conocer la dieta de las abejas en diferentes tipos de vegetación y clima, a través del análisis de polen. Este conocimiento de las plantas utilizadas como recursos tróficos por las abejas es importante y también sirve como base para la conservación y mantenimiento de especies promisorias para la producción de miel en la región tropical, promoviendo así el desarrollo de la meliponicultura.

Las descripciones de la morfología del polen enriquecidas con ilustraciones de las respectivas especies de plantas pueden servir como insumos para las diferentes áreas de la Palinología, así como para otras áreas de la ciencia. Los datos presentados sobre las plantas utilizadas por las abejas pueden indicar su enorme potencial generalista o la tendencia que tienen algunas abejas a depender de ciertas fuentes continuas de polen a lo largo del año. Por lo tanto, en estos estudios, la identificación del polen recolectado por las abejas es fundamental, hecho que resalta la relevancia de los datos presentados en este Atlas para investigaciones que involucran interacciones planta-abeja y el importante papel que juegan en la polinización de muchas especies vegetales, esencial para el equilibrio de los ecosistemas.

Saludo a todos los autores y demás colaboradores que contribuyeron a la realización de esta importante labor, pues será de gran ayuda para investigadores, estudiantes de diferentes niveles de educación, apicultores, productores rurales, productores de miel de abejas sin aguijón y público en general.

Profa. Dra. Maria Lúcia Absy  
Investigadora  
Instituto Nacional de Pesquisas de Amazonia (INPA)



*Tetragonisca angustula* visitando flores de *Ocimum basilicum*

# Red de Catálogos polínicos: base de datos digital de polen y esporas de plantas actuales y fósiles

CLÁUDIA INÊS DA SILVA, MERCEDES DI PASQUO,  
SORAIA GIRADI BAUERMANN, GONZALO JAVIER MARQUEZ,  
ASTRID DE MATOS PEIXOTO KLEINERT, FRANCISCO DE ASSIS  
RIBEIRO DOS SANTOS, MARIA IRACEMA BEZERRA LOIOLA,  
ALLAN KOCH VEIGA, ANTÔNIO MAURO SARAIVA

La Red de Catálogos polínicos - RCPol ([www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)) fue concebida en 2009, creada oficialmente en septiembre de 2013, y se abrió a la comunidad científica en 2016 (XIV IPC-IOPC, Salvador, Estado de Bahia, Brasil). Desde su concepción, RCPol se propuso llevar adelante objetivos principales tales como la creación de un repositorio digital de colecciones de polen y plantas para su conservación ante posibles situaciones de pérdidas de material en reposi-

torios, y convertirse en una herramienta de acceso a dicha información en forma libre para investigadores (colaboradores) y la comunidad global.

Un pequeño grupo técnico se encargó de realizar las tareas esenciales de desarrollo y construcción del sistema informático y un grupo de colaboradores estableció estándares y protocolos a seguir por los miembros de la red (Silva et al. 2014a, b; Figura 1). El logro de este primer gran objetivo resultó en una pla-



**Figura 1.** Taller realizado en la Universidad de São Paulo en 2016, en el que participaron investigadores de diversas líneas de investigación para ayudar a construir el website de la RCPol.

taforma digital a través del desarrollo de una herramienta computacional llamada “Clave interactiva con múltiples entradas para la identificación de especies”, a cargo de los coordinadores de la RCPol, Cláudia Inês da Silva y Antonio Mauro Saraiva, con el apoyo de investigadores de la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo, etapa posibilitada por el financiamiento del proyecto por parte de dicha Universidad y de la empresa Bayer.

Desde 2016, la base de datos cuenta con tres claves interactivas, Pa-

linotaxonomía, Palinoecología y Paleopalinoecología. En las dos primeras pueden consultarse rasgos morfológicos de flores y polen de angiospermas actuales y la tercera contiene información sobre polen y esporas dispersas del Cuaternario. Cada clave tiene un glosario de términos morfológicos ilustrado y una plantilla descargable en la cual los colaboradores de la red deben cargar la información requerida por la base de datos correspondiente a colecciones y repositorios científicos (Tabla 1, Figura 2).

**Tabla 1.** Ejemplo de informaciones incorporadas por colaboradores en la clave interactiva con múltiples entradas para la identificación de especies.

Institución	Numero de especímenes	Año	Claves
CICYTTP	13	2017	Esporas
ULBRA	14	2017	
UFRJ	54	2018	
ULBRA	106	2017	Paleopalinoecología
GOETTINGEN	225	2017	
FFCLRP-USP	99	2016	
UFC	364	2016	Palinoecología
UFU	77	2016	
UFERSA	64	2017	
UFC	82	2017	
UMNG	48	2018	
IBUSP	217	2019	
ULBRA	132	2017	
FFCLRP-USP	99	2016	
UFC	364	2016	
UFU	77	2016	
UFERSA	64	2017	Palinotaxonomía
UFC	82	2017	
UMNG	48	2018	
ITV	14	2017	
ULBRA	95	2018	
UFPR	29	2019	
IBUSP	169	2019	
FML	13	2019	
CBUMAG	71	2019	
ROM	29	2019	
UOFG	98	2019	
UEM	144	2020	

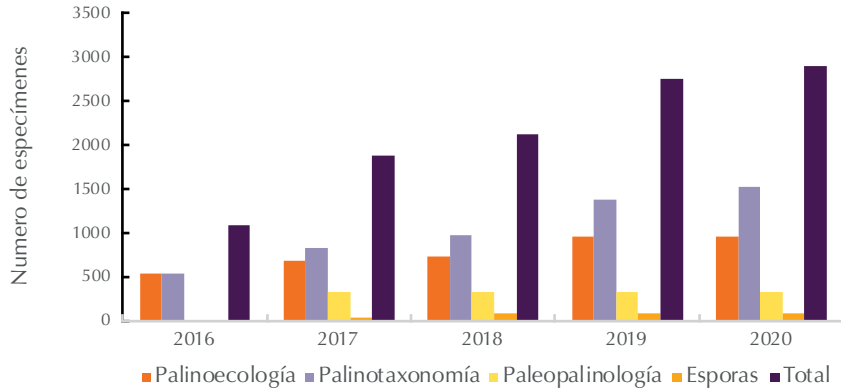


En 2016, se propuso la ampliación de la base de datos para contener información sobre gimnospermas y esporas de helechos y licófitas (Monilofitas). En 2017, se llevó a cabo el proceso de construcción de la clave interactiva de esporas y sus correspondientes glosario y plantilla y en 2018 se puso a disposición información de colecciones de Brasil y Argentina (Tabla 1, Figura 2).

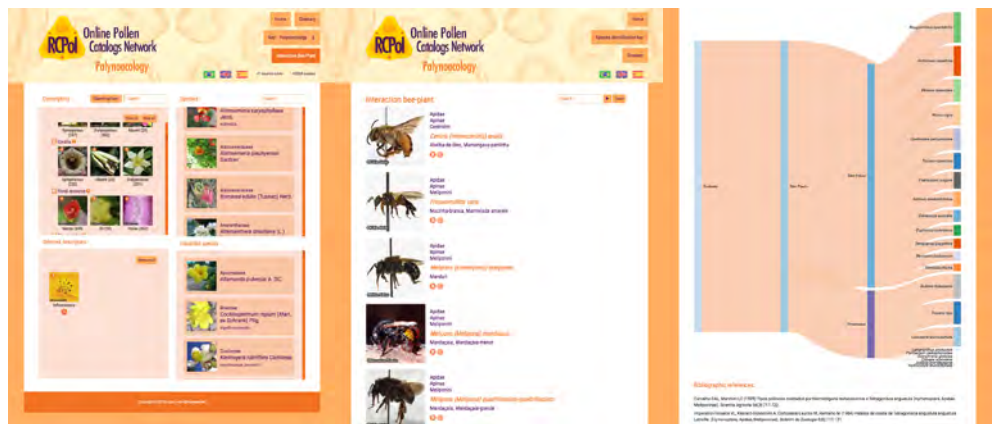
Otro objetivo considerado de gran importancia por los miembros de la red y sus sponsors desde el inicio era crear y desarrollar la clave donde se pudiera contener información esencial sobre la interacción de plantas y abejas y de esa forma, poder caracterizar sus recur-

sos alimentarios, la cual fue abierta a la comunidad en 2020 (Figura 3). El apoyo financiero fue fundamental para enfrentar numerosos desafíos que se materializaron con éxito en varios logros a saber:

1. Cuatro claves interactivas disponibles con sus respectivos glosarios de términos;
2. Incremento notable del número de especies en cada clave y de ejemplares pertenecientes a varias colecciones de diversas instituciones del mundo (Cuadro 1);
3. Se incorporaron diecisiete colecciones a la red desde 2016;
4. Hasta el presente, se cuenta con alrededor de 12.830 fotografías de plan-



**Figura 2.** Evolución de la carga de colecciones en la base de datos de la RCPol desde 2016 hasta el inicio de 2020.



**Figura 3.** Clave de palinoecología y su aplicación en la conservación de las abejas.

tas (958), flores (901), polen (Palinotaxonomía = 6.636; Palinoecología = 3.604; Paleopalinología = 331; Esporas = 324) y se agregaron especies de abejas (76);

5. Se unieron más de 1.200 personas en 12 encuentros científicos y fueron impartidos 7 talleres para la formación de colaboradores a cargo de 30 instructores realizados en instituciones científicas y eventos en Brasil y otros países, quienes expresaron su apoyo e intención de incorporar información de sus colecciones (ver [www.rcpol.com.br](http://www.rcpol.com.br), Figura 4).

Las informaciones proporcionadas por RCPol permiten la identificación de especies actuales y del Cuaternario como primer eslabón del desarrollo de estudios aplicados en diferentes líneas de Palinología (por ejemplo, Melisopalínología, Aeropalínología, Arqueopalínología, Palinología forense, Paleopalínología, Actuopalínología), Botánica, Ecología, Zoología, Agronomía, dentre otras. Como ejemplo de aplicación en ecología se brinda información de interacción de insectos con flora en áreas naturales y cultivadas con el fin de preservar especies de polinizadores que utilizan granos de polen y otros productos florales como recursos alimenticios. Estudios sobre las preferencias alimentarias de los polinizadores, típicos de cada región, permiten mantener o incluso mejorar la producción de frutos y semillas. También es una buena herramienta para establecer estrategias de conservación de áreas naturales protegidas como refugio de polinizadores y conocer su capacidad para adaptarse a cambios ambientales naturales o provocados por el hombre. Un desafío permanente es ampliar la base de colaboradores para agregar nuevas colecciones y datos en la red.

La RCPol ([www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)) también proporciona diversa información relacionada con las instituciones que albergan las colecciones y sus gestores (colaboradores), además de referencias bibliográficas utilizadas

como soporte y noticias sobre eventos y cursos de interés para la comunidad científica. También es posible descargar archivos publicados como catálogos regionales de flora que han adoptado formato similar al de RCPol.

Una estrategia para dar a conocer la red y presentar los sucesivos avances incluyó la participación en eventos y la proposición de talleres y cursos de formación en eventos e instituciones de muchos países. Diferentes aspectos fueron abordados en estos eventos y cursos, como el uso de herramientas computacionales para la carga de datos y, fundamentalmente, la estandarización y calidad de datos sobre la descripción morfológica de plantas y polen. El control de la calidad de datos, según lo establecido en las normas de la red, se lleva a cabo por un grupo de científicos que permite la incorporación de la información en la base de datos.

Otro punto importante es la política de uso de datos de la RCPol. Fue muy importante definir las obligaciones y derechos de los responsables de cada colección y las condiciones de acceso y uso por usuarios. En el primer caso, se consideró que la calidad de los datos incorporados a la red debe ajustarse a una política de calidad estándar. Se llevó a cabo una recopilación de diferentes modelos de políticas de datos utilizada en la discusión sobre la política que adoptaría la RCPol. De ello se destaca que los datos incorporados pertenecen a los investigadores y sus instituciones mientras que la red ofrece la plataforma con las claves para consulta y difusión de sus colecciones y trabajos científicos.

El desarrollo de dicha plataforma detrás del sitio web que permite manejar un sistema de información complejo enfrentó cinco desafíos en Informática de Biodiversidad: 1) Integración de datos; 2) Estandarización de datos; 3) Calidad de los datos; 4) Internacionalización de datos; y 5) Publicación de datos. El objetivo de RCPol era integrar datos de alta calidad proporcionados por investigadores



Figura 4. Muestra de actividades realizadas en talleres ofrecidos en diferentes instituciones de Brasil y otros países.

de diversas instituciones y países. Estos datos deben estar estandarizados para permitir su integración y ser utilizados fácilmente por personas con diferentes intereses, quienes pueden beneficiarse de la información relacionada con el polen y su planta madre aplicable en una amplia gama de trabajos de investigación. Los Estándares de Información sobre Biodiversidad (TDWG - [www.tdwg.org](http://www.tdwg.org)) fueron aplicados en la estandarización de datos sobre especies biológicas, aunque para el manejo de datos sobre polen se requirió crear un nuevo estándar para lograr su integración. Se adoptó el standard Darwin Core (DwC) tanto como fue posible (Wieczorek et al. 2012) y se desarrollaron términos específicos (sintaxis y semántica) para adaptarse a la necesidad de describir datos de polen no abordado por DwC. Esto se hizo en conjunto con los miembros de RCPol y basado en literatura internacional para proporcionar una base sólida. El resultado se puede consultar en un glosario de términos disponible en tres idiomas (inglés, portugués brasileño y español) en <http://chaves.rcpol.org.br/profile/glossary/eco>.

Para proporcionar datos confiables para los usuarios, la RCPol ha adoptado una política de garantía de calidad. Todos los conjuntos de datos incorporados son previamente evaluados por especialistas en palinología de la red a fin de asegurar el cumplimiento de la Política de calidad de datos que se publican en el sistema web (<http://chaves.rcpol.org.br>). La evaluación de la calidad de datos realizada por los especialistas era de forma manual y estaba sujeto a fallas debido al gran volumen de datos. Para hacer de manera eficiente esta evaluación se desarrolló un sistema automatizado, el cual consta de una serie de mecanismos para medir, validar y mejorar la integridad, consistencia, cumplimiento, accesibilidad y exclusividad de los datos, antes de la aprobación realizada por expertos.

El sistema fue diseñado de acuerdo con el marco conceptual propues-

to en el Grupo de Tareas 1 del TDWG Grupo de interés de calidad de datos de Biodiversidad (Veiga et al. 2017). Para cada conjunto de datos, la herramienta genera un conjunto de afirmaciones de medición, validaciones y enmiendas para los registros y el propio conjunto de datos, de acuerdo con un perfil de calidad de datos definido por la RCPol. Por lo tanto, sólo los datos que son compatibles con todos los requisitos de calidad son publicados en el sistema. Esta herramienta está disponible en <http://chaves.rcpol.org.br/admin/data-quality>. Aunque este sistema contribuye a reducir significativamente la cantidad del trabajo de especialistas, algunos datos todavía contienen valores que no pueden ser evaluados automáticamente (por ejemplo, validar si una imagen corresponde a su nombre científico). Por ello, la evaluación manual por especialistas sigue siendo necesaria después del informe generado por el sistema, a fin de que el conjunto de datos se considere listo para su publicación (Figura 5).

Para que los datos de RCPol sean útiles para la mayoría de personas de diferentes países, necesidades y antecedentes, todo el sistema y sus datos están disponibles en tres idiomas. Se desarrolló un mecanismo que traduce conjuntos de datos de su idioma original a Inglés, Portugués y Español, basado en el esquema de metadatos estandarizado. Por ejemplo, si se publica en Inglés, el sistema de la RCPol automáticamente traduce dicha información a los otros dos idiomas para que el usuario de datos no precise hacer la traducción manual. Además, para mejorar la utilización de los datos proporcionados por miembros de la RCPol y personas no especializadas el sistema ofrece una forma fácil de consulta.

El sistema de la RCPol publica datos basados en informaciones de seis formas: 1) Claves interactivas, para facilitar la identificación de especies basado en características de polen, flores y plantas; 2) Perfiles de especies, que proporcionan diversa información útil



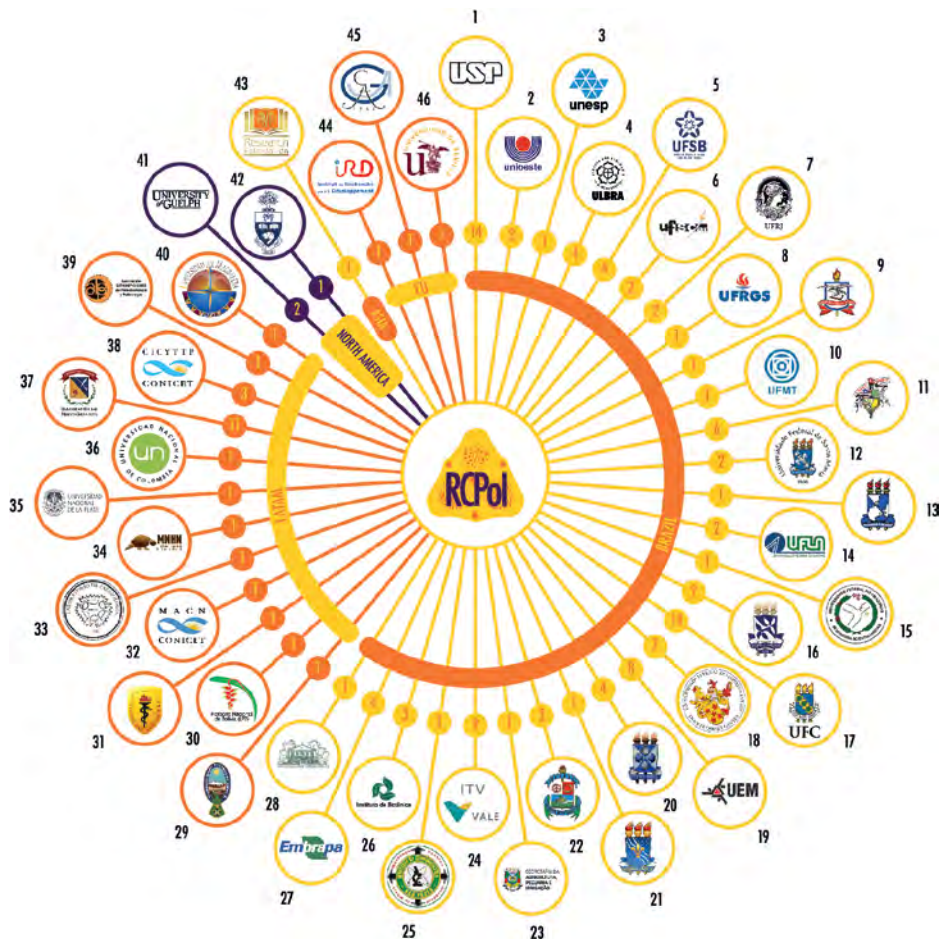
**Figura 5.** Proceso llevado a cabo por miembros de RCPol.

sobre una especie, recopilada a partir de especímenes del mismo taxón de diferentes colecciones; 3) Perfiles de muestras, contienen información de cada muestra en una colección proporcionada por un colaborador de la red y esto permite la generación de perfiles de especies y claves interactivas; 4) Perfiles de instituciones, contiene información de contacto sobre sus miembros y colecciones, para promover interacciones entre proveedores de datos y consumidores; 5) Clave de interacciones abeja-planta, ofrece información sobre las interacciones presentadas según regiones geográficas; y 6) Glosarios de términos, integrado con el sistema interactivo de claves, perfiles de especies, perfiles de especímenes y redes de interacción, lo cual es de gran ayuda para la consulta e interpretación de datos.

Hasta ahora, el *website* de la RCPol cuenta con más de 238.000 accesos y, como demostración del impacto del sistema, los datos publicados fueron consultados 58.000 veces y alcanzó a más de 13.000 personas de más de 1.260 ciudades en 78 países de

todo el mundo, según la información en Google analytics hasta el 14 de septiembre de 2020.

**Agradecimientos:** Este trabajo contó con financiación de la empresa Bayer (proceso FDTE # 001505). Los coordinadores de RCPol y los autores de este capítulo agradecen a todos los colaboradores de la red y al equipo técnico, quienes recibieron una beca de soporte técnico durante el desarrollo de este proyecto: Bruno Nunes Silva (FDTE Proceso # TA 1505.01.15), Jefferson Nunes Radaeski (FDTE Proceso # TA 1505.03.15), Allan Koch Veiga (FDTE Proceso # BP 1505.02.16, BP 1505.01.17), Ana Carolina Oliveira da Silva (FDTE Proceso # BTT 1505.02.17, BTT 1505.01.19), Elisa Pereira Queiroz (FDTE Proceso # BTT 1505.02.15), Isabelle G. F. dos Santos (FDTE Proceso # BIC 1505.03.16), José Elton de M. Nascimento (FDTE Proceso # BTT 1505.01.16), Patrick Eli Catach (FDTE Proceso # BIC 1505.01.15), Cíntia Luíza da Silva Luz (FDTE Proceso # BTT 1505.01.18) and Cláudia Inês da Silva (FDTE Proceso # BP 1505.04.15).



**BRASIL**

- 1. Universidad de São Paulo
- 2. Universidad de Occidente del Estado de Paraná
- 3. Universidad Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
- 4. Universidad Luterana de Brasil
- 5. Universidad Federal del Sur de Bahía
- 6. Universidad Federal de São Carlos
- 7. Universidad Federal de Río de Janeiro
- 8. Universidad Federal de Rio Grande do Sul
- 9. Universidad Federal de Pará
- 10. Universidad Federal de Mato Grosso
- 11. Universidad Federal de Maranhão
- 12. Universidad Federal de Santa María
- 13. Universidad Federal de Sergipe
- 14. Universidad Federal de Lavras
- 15. Universidad Federal de Amazonas
- 16. Universidad Federal de Bahía
- 17. Universidad Federal de Ceará
- 18. Universidad Federal de Espírito

Santo

- 19. Universidad Estatal de Maringá
  - 20. Universidad Estatal de Feira de Santana
  - 21. Universidad Federal de Paraíba
  - 22. Universidad Federal Rural del Semiárido
  - 23. Departamento de Agricultura, Ganadería y Riego de Rio Grande do Sul
  - 24. Instituto Tecnológico Vale
  - 25. Instituto de Criminalística - SPTC
  - 26. Instituto de Botánica
  - 27. Corporación Brasileña de Investigación Agrícola
  - 28. Museo Paranaense Emilio Goeldi
- AMÉRICA LATINA**
- 29. Universidad de San Andrés
  - 30. Herbario Nacional de Bolivia
  - 31. Universidad Peruana Cayetano Heredia
  - 32. Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”
  - 33. Fundación Miguel Lillo

34. Museo Nacional de Historia

- Natural de Bolivia
  - 35. Universidad Nacional de La Plata
  - 36. Universidad Nacional de Colombia
  - 37. Universidad Militar Nueva Granada
  - 38. Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de tecnología a la producción
  - 39. Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología
  - 40. Universidad de Magdalena
- NORTEAMÉRICA**
- 41. Universidad de Guelph
  - 42. Universidad de Toronto
- ASIA**
- 43. Fundación de Investigación AVP
- UNIÓN EUROPEA**
- 44. Instituto de Investigaciones para Desarrollo (IRD)
  - 45. Universidad de Göttingen
  - 46. Universidad de Sevilla

Numero de Instituciones e investigadores colaboradores de la RCPol entre 2015 y 2020 (<http://rcpol.org.br/en/about-us/team/>).

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Silva CI, Bauermann SG, Santos FAR, Saraiva AM (2014a) Producción de bases de datos computacionales para la construcción de la Red de Catálogos polínicos online (RCPol) con claves interactivas para la identificación de los granos de pólen. Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología 14:9-16.
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AA, Queiroz EP, Evaldit ACP, Aleixo KP, Castro MMN, Faria LB, Ferreira-Caliman MJ, Wolff JL, Paulino-Neto HF, Garofalo CA (2014b) Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto. Holos, Ribeirão Preto.
- Veiga AK, Saraiva AM, Chapman AD, Morris PJ, Gendreau C, Schigel D, Robertson TJ (2017) A conceptual framework for quality assessment and management of biodiversity data. PLoS One 1:e0178731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178731>
- Wieczorek J, Bloom D, Guralnick R, Blum S, Döring M, Giovanni R, Robertson T, Vieglais D (2012) Darwin Core: An Evolving Community-Developed Biodiversity Data Standard. PLoS One. 7. e29715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029715>



*Bombus atratus* visitando flores de *Pentas lanceolata*



*Eucera pruniosa* visitando flores de *Cosmos bipinnatus*



# Las plantas visitadas por las abejas en Canadá, con especial atención a *Eucera pruinos*a Say, 1837 (Apidae, Eucerini)

PATRÍCIA NUNES-SILVA, CLÁUDIA INÊS DA SILVA,  
DANIEL FELIPE ALVARADO OSPINO, PETER G. KEVAN



## Introducción

Este estudio se desarrolló parcialmente en el laboratorio de Peter Kevan, en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guelph (Figura 1). Los estudios de Peter Kevan se han concentrado en la ecología aplicada en ecosistemas terrestres desde el extremo norte del Ártico hasta los trópicos. El trabajo se ha centrado especialmente en las interacciones entre insectos y plantas, en particular la ecología de la polinización en entornos naturales y agrícolas, y cierto énfasis en la protección de las plantas, la biología reproductiva de las plantas y el comportamiento de los polinizadores. El empuje general ha sido la elucidación y el uso de la funcionalidad comunitaria para la comprensión ecológica evolutiva básica y la aplicación a la “intensificación ecológica”, también conocida como “acumulación de ecosistemas”. Más recientemente, el trabajo ha estado orientado en procesos de *apivectoring* usando polinizadores manejados para diseminar agentes de biocontrol para proteger cultivos de plantas

con flores de plagas (hongos e insectos; Kevan et al. 2020a), y en micrometeorología dentro de los tallos, frutos y flores de las plantas (Kevan et al. 2020b).

El primer autor trabajó como becario postdoctoral en el laboratorio de Peter Kevan en 2017 y 2018, desarrollando el proyecto “El papel de *Cucurbita* spp. (Cucurbitaceae), microclima y morfología floral en su interacción con *Eucera pruinos*a Say (Apidae, Hymenoptera)”.



**Figura 1.** El edificio donde se encuentra el laboratorio de Peter Kevan en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guelph.

Aunque no se vinculó exactamente con la pregunta principal de su estudio, se sabía que las abejas de calabaza (*E. pruinosa*) son oligolécticas y recolectan polen principalmente de especies de *Cucurbita* (Hurd y Linsley 1964). Durante el trabajo de campo en áreas agrícolas, fueron observadas las abejas de calabazas visitando las flores de varias especies de plantas (Figura 2) distintas de *Cucurbita pepo* (Figura 3). Resultaba intrigante la falta de información sobre las flores de otras especies de plantas visitadas por esas abejas en busca de néctar (Hurd y Linsley 1964),

y se propuso que las fuentes de néctar pueden ser importantes fuentes de energía necesarias para el mantenimiento de las abejas de calabaza en áreas agrícolas.

### Material y métodos

Para evaluar la diversidad de fuentes de néctar de las abejas, se recolectaron machos y hembras en 9 sitios (Tabla 1) en Ontario, Canadá. Los sitios están dentro de ecorregiones cuyas tierras se han convertido en gran medida (de alrededor del 60% al 80%) en tierras de cultivo, pas-



**Figura 2.** Algunas de las plantas visitadas por las abejas calabazas. A - C) Macho en una Astera-ceae; D - E) Hembra en Asteraceae; F) Hembra (abajo) y macho (arriba) en flores de achicoria.



**Figura 3.** Flor de *Cucurbita pepo*. A) Machos de abejas de calabaza; B) Abejorro (*Bombus impatiens*) y abeja melífera (*Apis mellifera*)

**Tabla 1.** Sitios de recolección, coordenadas geográficas y número de abejas recolectadas en cada sitio (N).

Sitios	Área de estudio	Coordenadas geográficas	N
Aylmer	Finca de la Familia Howe	42°43'55,1"N 81°00'25,0"O	53
Guelph	Finca y Padaria Strom's	43°29'51,5"N 80°17'35,1"O	47
Alvinston	-	42°48'23,5"N 81°51'53,6"O	20
Janetville	Jardins Lunar Rhythm	44°08'20,1"N 78°41'46,3"O	24
Indian River	-	44°20'04,8"N 78°08'11,4"O	20
Lakefield	Finca de bagas Buckhorn	44°32'23,0"N 78°18'22,7"O	30
Little Britain	Finca StellMar	44°14'36,0"N 78°46'32,8"O	24
Zephyr	Finca y Labirinto Cooper's CSA	44°08'52,0"N 79°15'06,7"O	23
Petersburg	Finca de la Familia Shantz	43°23'46,5"N 80°34'15,2"O	37
<b>Total</b>			<b>267</b>

tizales y áreas urbanas. De hecho, estas ecorregiones son las más densamente pobladas, urbanizadas e industrializadas de Ontario. En las áreas de vegetación natural, la cubierta forestal incluye bosques caducifolios, coníferas y vegetación mixta (Crins et al. 2009). Todos los sitios visitados eran granjas agrícolas (Figura 4).

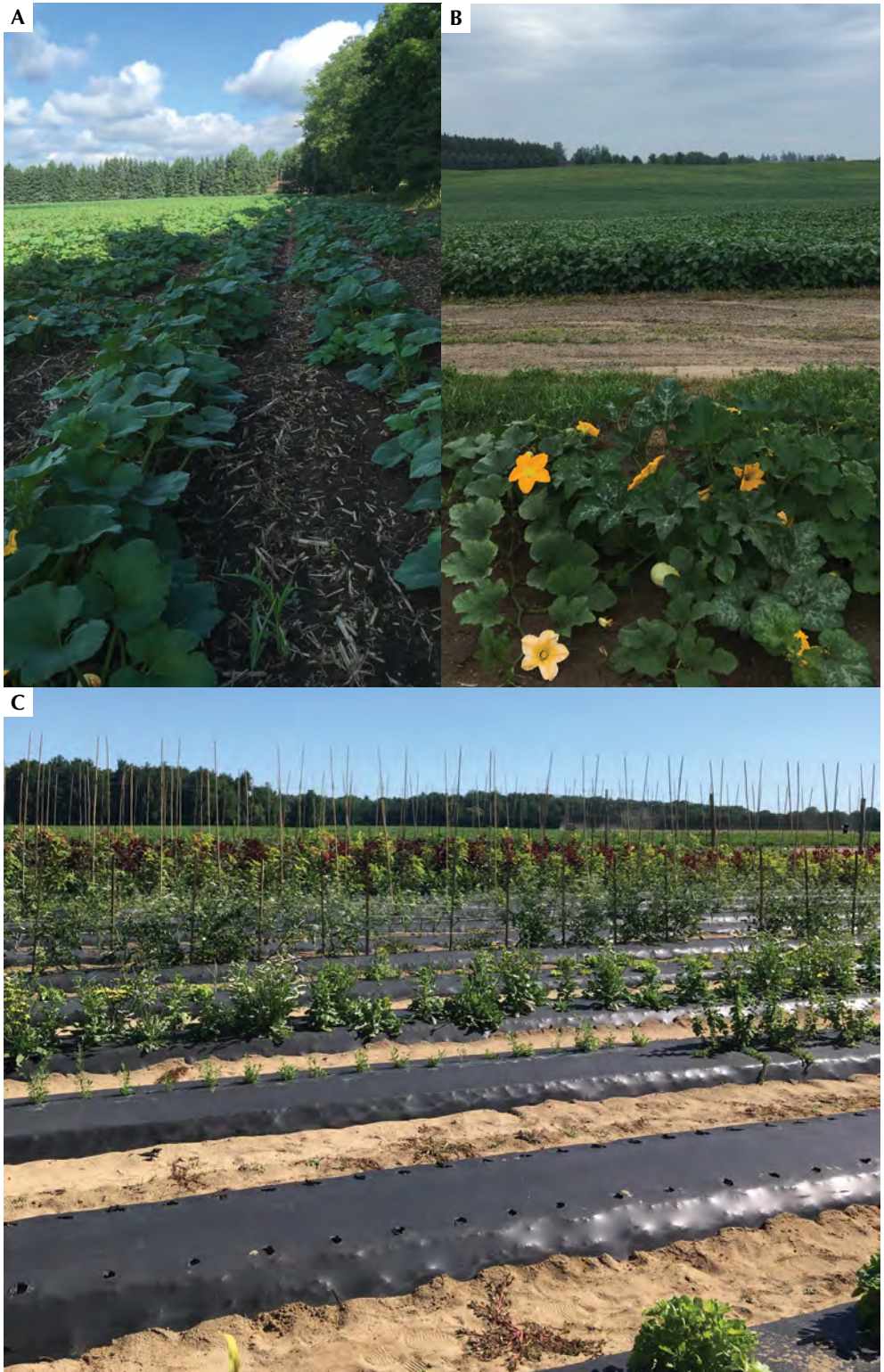
Se recolectaron abejas calabazas mientras visitaban flores de *Cucurbita pepo* y otras especies de plantas en las áreas de estudio. Se almacenaron en tubos Eppendorf de 2 ml y se mantuvieron en hielo durante el transporte al laboratorio. Allí, después de ser descongelados, fueron lavados para eliminar el polen de sus cuerpos (Figura 5) y almacenados en otro tubo Eppendorf de 2 ml según el método de Silva et al. (2010). Tanto el polen corporal como las muestras de abejas se conservaron en una solución de etanol al 70%. Los especímenes de abejas se utilizaron en otros estudios como por ejemplo a partir de la remoción de partes del cuerpo, y por eso no fueron depositados en ninguna colección entomológica.

La preparación de la colección de polen de las flores de *C. pepo*, de otras plantas y de los cuerpos de las abejas si-

guió los protocolos descritos por Silva et al. (2014). Para hacer los portaobjetos de referencia de polen, se recolectaron anteras no dehiscentes de las plantas en flor presentes en los sitios. Los portaobjetos se depositaron en la colección de polen RCPol ([www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)). También se recogió y disecó una rama que contenía flores y hojas de cada una de las plantas analizadas. Los extractos fueron preparados por el equipo del herbario, siguiendo métodos estándar, y depositados en el Herbario BIO (Biodiversity Institute) de la Universidad de Guelph. Se relevaron y muestrearon un total de 33 plantas.

## Resultados

Encontramos 71 tipos de polen en los cuerpos de las abejas, siempre en cantidades muy bajas (alrededor de 4 granos de polen por abeja). De ellos, 67 no corresponden a granos de polen de *Cucurbita*, lo cual demuestra que las abejas de calabaza visitaron varias especies de plantas (Figura 2), presumiblemente en busca de néctar pues puede ser importante para su supervivencia en áreas con alteraciones antropogénicas.



**Figura 4.** Algunos de los sitios de recolección. A) Guelph. B) Petersburg. C) Aylmer.



**Figura 5.** Macho de abeja de calabaza durante el lavado de polen.

**Agradecimientos:** La beca de investigación posdoctoral fue otorgada a Patrícia Nunes-Silva por el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico - CNPq (201568 / 2017-9). A la RCPol - Red de Catálogos Polínicos online (proceso FDTE # 001505) como apoyo en la identificación, medición y descripción de granos de polen. Carole Ann Lacroix y Charlotte Coates de OAC Herbarium, Universidad de Guelph por el apoyo con la identificación de plantas.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Crins WJ, Gray PA, Uhlig PWC, Wester MC (2009) The Ecosystems of Ontario, Part I: Ecozones and Ecoregions. Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario.
- Hurd P, Linsley E (1964) The squash and gourd bees - genera *Peponapis* Robertson and *Xenoglossa* Smith - inhabiting America north of Mexico (Hymenoptera: Apoidea). *Hilgardia* 35:375-477.
- Kevan PG, Shipp L, Smagghe G (2020a) Ecological Intensification: Managing Biocomplexity and Biodiversity in Agriculture through Pollinators, Pollination and Deploying Biocontrol Agents against Crop and Pollinator Diseases, Pests and Parasites. *In* Entomovectoring for precision biocontrol and enhanced pollination of crops: exploiting synergy of ecosystem services (G Smagghe, O Boecking, B Maccagnani, M Mänd, PG Kevan). Springer Verlag, Germany. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-18917-4>
- Kevan PG, Coates C, Tikhmenev EA, Nunes-Silva P (2020b) Understanding plant thermoregulation in the face of climate change. *Research Outreach*. <https://researchoutreach.org/articles/understanding-plant-thermoregulation-face-climate-change>.
- Silva CI, Ballesteros P, Palmero M, Bauermann S, Evaldt A, Oliveira P (2010) Catálogo polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. EDUFU, Uberlândia.
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva, AA, Queiroz EP, Evaldt ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Caliman MJF, Wolff JL, Paulino Neto HF, Garófalo CA (2014) Catálogo Polínico das Plantas Usadas por Abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto. *Holos*, Ribeirão Preto.



*Eucera pruniosa* visitando flor de chicória



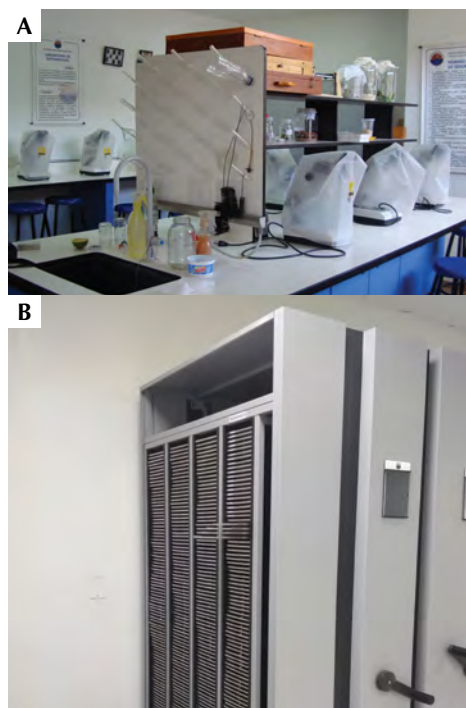


# Análisis de cargas polínicas de abejas silvestres en un cultivo de palma de aceite en Magdalena, Colombia

DANIEL F. ALVARADO OSPINO, KEVIN F. MIRANDA,  
PAULA A. SEPÚLVEDA-CANO

## Grupo de investigación y colección palinológica

El grupo de investigación Fitotecnia del Trópico pertenece al programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Magdalena, ubicada en Santa Marta, Colombia. Dentro del grupo se estudia el entorno de la producción agrícola, la interacción planta-insecto-microorganismo, la biodiversidad en los agroecosistemas y alternativas al manejo tradicional de plagas con el fin de mejorar la producción agrícola. Las investigaciones del grupo incluyen la interacción planta-polinizador a través del análisis de cargas polínicas, biología de la polinización y el mejoramiento del sistema de producción de abejas sin aguijón. La colección palinológica fue procesada en el Laboratorio de Entomología y depositada en el Centro de Colecciones Biológicas de la Universidad del Magdalena (CBUMAG) (Figura 1). Esta colección incluye aproximadamente 2500 láminas con cargas polínicas de abejas (60 especies aproximadamente) y polen de plantas (258 especies).



**Figura 1.** Centro de colecciones biológicas de la Universidad del Magdalena (CBUMAG). A) Laboratorio de Entomología; B) Colección palinológica de la Universidad del Magdalena.

## El proyecto

La colección palinológica de la Universidad del Magdalena comenzó con el proyecto “Determinación del potencial del agroecosistema palmero para el desarrollo de propuestas de apicultura de conservación”, cuyo objetivo fue identificar las plantas poliníferas y nectaríferas más importantes usadas por abejas cultivadas (abejas sin aguijón y africanizadas) y silvestres, en nueve fincas de palma de aceite a partir de análisis palinológicos, con el fin de desarrollar propuestas apícolas que mejoren la calidad de vida de pequeñas familias productoras de palmeras y contribuir a la conservación de los componentes del socio-ecosistema.

La zona de palmeras del norte de Colombia se caracteriza por la presencia de importantes ecosistemas de bosque seco y llanuras aluviales, ambos en estado de amenaza. Estos agroecosistemas han sido establecidos cerca de áreas naturales consideradas de gran valor debido a su biodiversidad, tales como la Ciénaga Grande de Santa Marta, considerada el ecosistema acuático costero más grande de Colombia y la Sierra Nevada de Santa Marta declarada Reserva de la Biosfera por la UNESCO (Aguilera 2011).

Aquí, se muestran los resultados de uno de los nueve cultivos evaluados, localizado en la finca comercial de palma de aceite C.I. Tequendama (Aracataca, Magdalena), con coordenadas  $10^{\circ}32'55,3''N$  y  $74^{\circ}10'56,8''O$  (Figura 2). La región es caracterizada por el Clima Tropical de Sabana (Aw) de acuerdo con la clasificación climática de Köppen y la vegetación se considera dentro de Bosque Tropical Seco, de acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge. El promedio anual de lluvias es de 1.348 mm con temperatura promedio de  $27,8^{\circ}C$ .

En la finca se tiene cultivada palma de aceite orgánica, con algunas áreas de vegetación natural (Figura 3). El paisaje está compuesto de plantas nativas (50%), plantas exóticas (7%), plantas naturalizadas (5%) y plantas de origen desconocido (38%).

Se establecieron dos transectos de 400 metros, una en el borde del cultivo y otra en el interior, en las cuales se recolectaron manualmente todas las plantas florecidas y las abejas. Se realizaron siete (7) muestreos entre febrero de 2016 y agosto de 2017. Las plantas se identificaron y almacenaron en el Herbario UTMC de la Universidad del Magdalena.

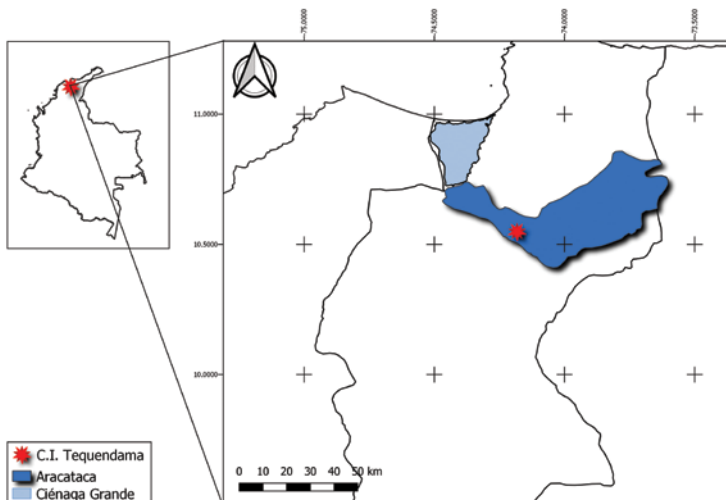


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.

Las abejas se identificaron y se tomaron muestras de polen de sus cuerpos para ser posteriormente almacenadas en tubos Eppendorf con alcohol al 70%.

A setenta y cinco (75) muestras de cargas polínicas se les realizó una digestión de KOH, se montaron en láminas portaobjetos con un pequeño trozo de gelatina glicerinada y se sellaron con parafina. Al menos 400 granos de polen fueron contados y luego comparados para la identificación taxonómica con una palinoteca de referencia elaborada por Gonzáles y Tejeda (2018) de plantas recolectadas en diferentes agroecosistemas de palma de aceite de la zona.

Las interacciones abeja-planta se representaron en gráficas de interacciones de datos binarios, donde uno (1) indica la presencia de interacción y cero

(0) ausencia de interacción, y también con datos ponderados, considerando la abundancia acumulada. Las gráficas fueron preparadas con el paquete Bipartite (Dormann et al. 2008) en el programa R (R Core Team 2020).

### ¿Dónde las abejas recolectan polen en un cultivo de palma de aceite?

Para determinar las plantas más usadas por las abejas se realizaron los análisis palinológicos en 150 láminas con cargas polínicas (dos por cada abeja), pertenecientes a 19 especies de abejas distribuidas en tres familias: Apidae, Halictidae y Megachilidae (Tabla 1). Se identificaron 38 tipos polínicos en las cargas polínicas (Tabla 2), en donde las familias más diversas fueron Fabaceae



**Figura 3.** Paisaje de cultivos de palma de aceite del norte de Colombia.

(con nueve (9) especies de plantas visitadas), seguida por Malvaceae, Cucurbitaceae y Asteraceae. Fabaceae es una familia de plantas diversa y común, considerada muy importante en la dieta de las abejas (Alves y dos Santos 2019; Grosso et al. 2014; Angel et al. 2001), especialmente en la región Caribe colombiana (León 2014). En cuanto a las especies de plantas más usadas por las abejas evaluadas, se encontraron con mayor frecuencia granos de polen de *Cucurbita* sp., *Spilanthus urens*, *Cucurbita maxima*, *Momordica charantia* y *Ta-*

*linum* sp. (Figura 4).

La familia Asteraceae fue la más abundante en el total de individuos analizados, especialmente *Spilanthus urens* seguido por *Mikania michranta* (Figura 5). La gran abundancia de granos de polen de esta familia botánica en las cargas de las abejas se explica por el hecho que estas plantas representan una alta recompensa de polen y néctar, florecen por largos periodos de tiempo, tienen una gran abundancia y pueden ser encontradas en diferentes hábitats (Muller y Bansac 2004).

**Tabla 1.** Especies de abejas encontradas en C.I. Tequendama y número de tipos polínicos por especie de abeja. (n=) representa el número de individuos.

Familia	Especie de abeja	Tipos polínicos	Abreviatura
Apidae	<i>Ancyloscelis</i> sp. (n=2)	1	Ancysp
	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 (n=29)	7	Apimel
	<i>Centris</i> sp. (n=1)	4	Centsp
	<i>Ceratina</i> sp1 (n=1)	3	Cersp1
	<i>Ceratina</i> sp2 (n=3)	2	Cersp2
	<i>Ceratina</i> sp3 (n=3)	11	Cersp3
	<i>Ceratina</i> sp4 (n=1)	3	Cersp4
	<i>Exomalopsis</i> sp. (n=8)	11	Exomsp
	<i>Paratetrapedia</i> sp. (n=1)	4	Parasp
	<i>Thygater</i> sp. (n=1)	4	Thygsp
	<i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1844 (n=9)	11	Triful
	<i>Trigona</i> ( <i>Trigona</i> ) sp. (n=2)	1	Trigsp
	<i>Xylocopa</i> sp. (n=1)	4	Xylosp
	Halictidae	<i>Augochlora</i> sp1 (n=2)	5
<i>Augochlora</i> sp2 (n=2)		2	Augsp2
<i>Augochloropsis</i> sp. (n=1)		2	Augsis
<i>Halictus ligatus</i> Say, 1837 (n=1)		2	Hallig
<i>Lasioglossum</i> sp (n=3)		4	Lasssp
Megachilidae	<i>Megachile</i> sp. (n=4)	7	Megasp

**Tabla 2.** Especies de plantas encontradas en las cargas polínicas de las abejas en C.I. Tequendama y su frecuencia de ocurrencia (FO).

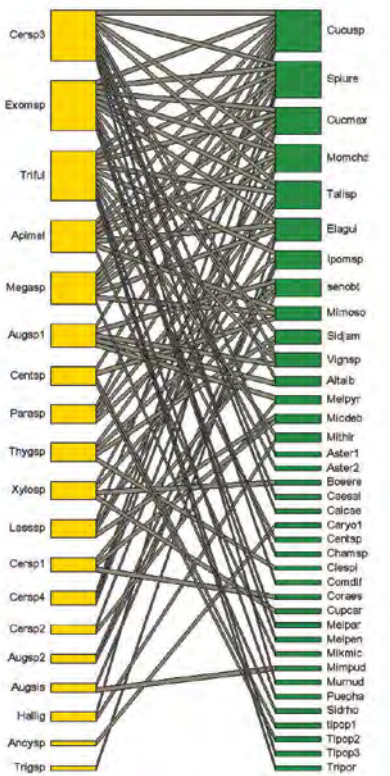
Familia	Especies de plantas	Nombre común	FO%	Abreviatura	
Aizoaceae	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Araña de perro	R	Tripor	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess	Abrojo blanco	PF	Altalb	
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palma africana	F	Elagui	
Asteraceae	<i>Asteraceae</i> sp1		R	Aster1	
	<i>Asteraceae</i> sp2		R	Aster2	
	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Guaco blanco	R	Mikmic	
	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Botón de plata, dormidera	F	Spiure	
Caryophyllaceae	<i>Caryophyllaceae</i> sp1		R	Caryo1	
Cleomaceae	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Jardín del río	R	Clespi	
	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Canutillo	R	Comdif	
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan		R	Murnud	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp1	Campanita	F	Ipomsp	
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Ahuyama	F	Cucmax	
	<i>Cucurbita</i> sp.		F	Cucusp	
	<i>Melothria pendula</i> L.	Pepinillo de monte	R	Melpen	
	<i>Momordica charantia</i> L.	Balsamina	F	Momcha	
	<i>Caesalpinioideae</i>		R	Caesal	
Fabaceae	<i>Calopogonium caeruleum</i> (Benth.) Sauvalle		R	Calcae	
	<i>Centrosema</i> sp.		R	Centsp	
	<i>Chamaecrista</i> sp.		R	Chamsp	
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormidera	R	Mimpud	
	<i>Mimosoideae</i>		PF	Mimoso	
	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Kudzu	R	Puepha	
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Bicho macho	F	Senobt	
	<i>Vigna</i> sp.	Platanillo	PF	Vignsp	
	Indeterminada	Tipo 1		R	Tipop1
		Tipo 2		R	Tipop2
Tipo 3			R	Tipop3	
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.		R	Cupcar	
Malvaceae	<i>Corchorus aestuans</i> L.		R	Coraes	
	<i>Melochia parvifolia</i> Kunth	Escoba blanca	R	Melpar	
	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Escoba	PF	Melpyr	
	<i>Sida jamaicensis</i> L.	Escoba dura	PF	Sidjam	
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escoba amarilla	R	Sidrho	
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.		R	Boeere	
Phytolaccaceae	<i>Microtea debilis</i> Sw.		PF	Micdeb	
Rubiaceae	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.		PF	Mithir	
Talinaceae	<i>Talinum</i> sp.	Verdolaga montaña	F	Talisp	

Frecuencia de ocurrencia: Muy frecuente (MF) (> 50%), Frecuente (F) (20-50%), Infrecuente (PF) (3-15%) y raro (R) (<10%)

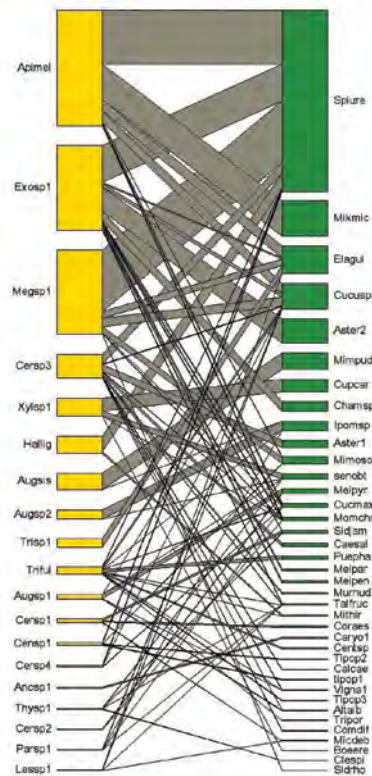
Por otra parte, el 82,57% de las plantas identificadas fueron de hábito herbáceo, 7,89% arbóreo y 10,52% tenían otros hábitos, por lo cual es necesario capacitar a los agricultores para que reconozcan la importancia de mantener la diversidad de especies de plantas que son utilizadas por la comunidad de abejas en cultivos de palma de aceite y realizar futuras investigaciones afín de evaluar el verdadero impacto que estas plantas pueden tener sobre la producción de palma de aceite. De esta forma, se podrá determinar si realmente se justifica la reducción de sus poblaciones en los cultivos o si por el contrario pueden conservarse en áreas ruderales y promover su crecimiento para la alimentación de las abejas.

## Conclusión

La comunidad de abejas presente en el cultivo de palma de aceite evaluado está compuesta de abejas con comportamiento generalista. El polen de la palma de aceite durante la etapa de floración es usado por la comunidad de abejas, sin embargo, muchas de las plantas consideradas como malezas en los cultivos de palma y que son normalmente erradicadas por los agricultores tales como *Momordica charantia*, *Spilanthes urens*, *Melochia parvifolia*, *Mimosa pudica*, *Commelina difusa* y *Trianthema portulacastrum* son importantes recursos de polen para las abejas en este agroecosistema, causando que las poblaciones de abejas entren en riesgo, especialmente aquellas que poseen una dieta estrecha.



**Figura 4.** Diagrama de interacciones abeja-planta basado en la frecuencia de los tipos polínicos (Abreviaturas: ver tabla 1 y 2).



**Figura 5.** Diagrama de interacciones abeja-planta a partir de la abundancia acumulada (Abreviaturas: ver tabla 1 y 2).

**Agradecimientos:** A Kevin Palmera, Germán Tejeda y Santiago Gonzáles por su asistencia en las actividades de campo y laboratorio y a Cláudia Inés da Silva por su desinteresada ayuda en entrenarnos para trabajar con polen. Agradecemos al profesor Eduino Carbonó de la Hoz por su apoyo en la identificación de las plantas y Patricia y Amparo (Grupo DAABON) por la logística con los agricultores. Este trabajo contó con financiación parcial del BID dentro del programa GEF - Paisajes Palmeros Biodiversos, en una alianza entre Fedepalma, Apisierra, C.I. Tequendama S.A.S. y la Universidad del Magdalena. El primer autor fue patrocinado por La Oficina de Relaciones Internacionales de la última institución. A RCPOL – Red de Catálogos Polínicos online (FDTE proceso # 001505) por su ayuda en la identificación, mediciones y descripciones de los granos de polen.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguilera, M. (2011). Habitantes del agua: El complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Documentos de trabajo sobre economía regional N°144. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER)-Cartagena. 59 pp.
- Alves R de F, dos Santos F de AR (2019) Pollen foraged by bees (*Apis mellifera* L.) on the Atlantic Forest of Bahia, Brazil. *Palynology*, 43:523-529. doi: 10.1080/01916122.2018.1472146
- Angel RGB, Churio JOR, Bulla LCJ (2001) Análisis palinológico de mieles de tres localidades de la sabana de Bogotá. *Caldasia*, 23:455-465.
- Dormann CF, Gruber B, Fründ J (2008) Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. *R News*, 8: 8-11.
- González SJ, Tejeda GE (2018) Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea: apiformes) y flora apícola en agroecosistemas palmeros de la zona norte de Colombia. Tesis de pregrado. Santa Marta, Colombia. Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería. p. 114.
- Grosso GS, Restrepo LCC, Osorio M (2014) Origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en cuatro zonas biogeográficas colombianas. *Zootecnia Tropical*, 32:377-390.
- León D (2014) Análisis polínico de mieles de cultivos orgánicos y convencionales de café en la Sierra Nevada de Santa Marta. Tesis de Maestría. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 59 p.
- Muller A, Bansac N (2004) A specialized pollen-harvesting device in western palaeartic bees of the genus *Megachile* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). *Apidologie* 35:329–337. doi: 10.1051/apido:2004020
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>

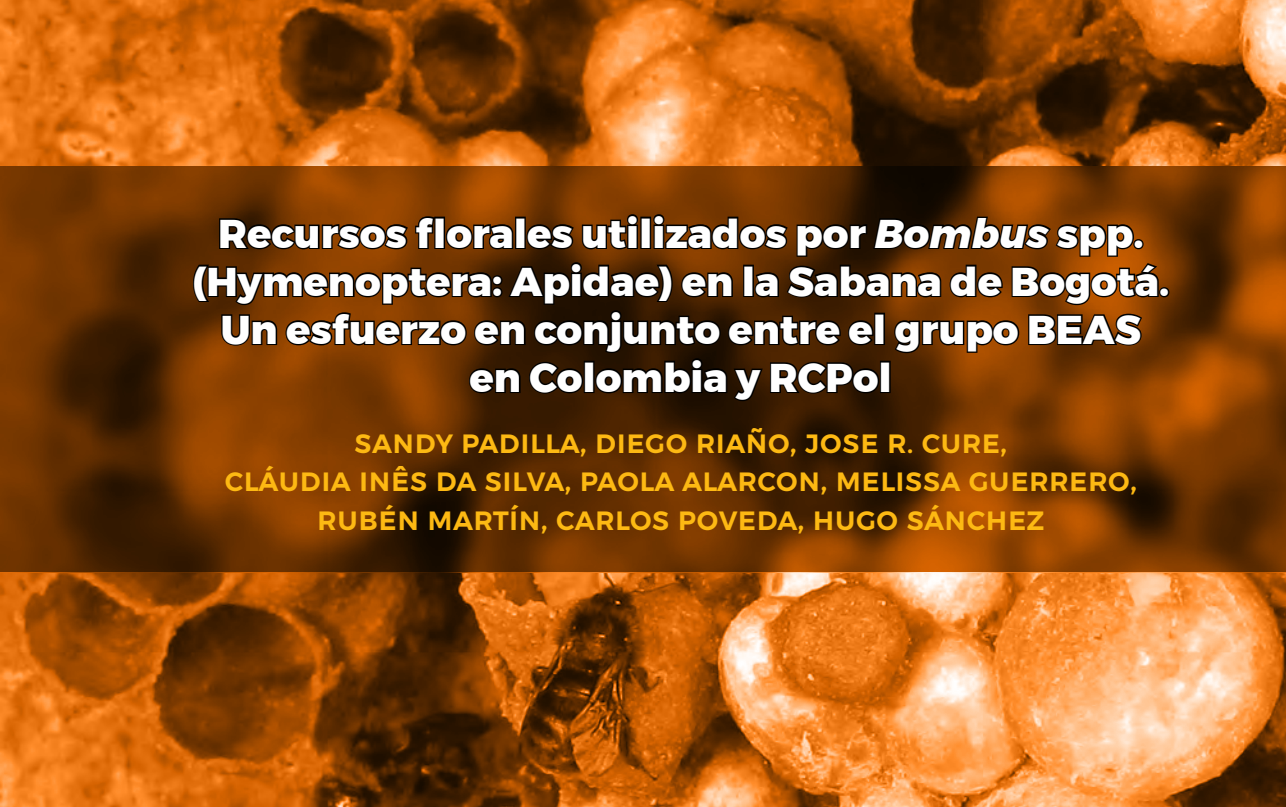


*Augochloropsis* sp.



*Bombus atratus* visitando flores de *Passiflora* sp.





# Recursos florales utilizados por *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae) en la Sabana de Bogotá. Un esfuerzo en conjunto entre el grupo BEAS en Colombia y RCPol

SANDY PADILLA, DIEGO RIAÑO, JOSE R. CURE,  
CLÁUDIA INÊS DA SILVA, PAOLA ALARCON, MELISSA GUERRERO,  
RUBÉN MARTÍN, CARLOS POVEDA, HUGO SÁNCHEZ

## Grupo de investigación

El grupo de investigación BEAS (Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres) - Universidad Nueva Granada, Cajicá, Colombia - ha estado vinculado a la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas desde sus orígenes en 1998, ofreciendo oportunidades ininterrumpidas de investigación a profesores y estudiantes interesados en: a) análisis de redes de interacción planta-polinizador basado en información palinológica, b) cría de especies del género *Bombus* para su uso como polinizadores en cultivos, c) diversidad, biología y taxonomía de polinizadores colombianos, d) polinización de cultivos en el altiplano de Bogotá, e) modelos biológicos y ecológicos de insectos benéficos. El apoyo financiero ha sido proporcionado por la Universidad y por diversos grupos de instituciones nacionales de financiación de la investigación.

Actualmente nuestro grupo está dirigido por la doctora Marlene Lucia Aguilar. Contamos con una buena infraestructura de laboratorio, con una colección de

abejas (UMNG-ins), un herbario (HBEAS) una colección de polen (PBEAS), y una cámara de cría de abejorros. También contamos con una instalación exterior, “Bombinario” para la cría de colonias y el estudio del comportamiento y polinización de las abejas (Figura 1) (ver Romero et al. 2013). Las principales especies criadas son abejorros y Megachilidae. Toda la infraestructura está ubicada en el *campus* universitario en el municipio de Cajica, 30km al norte de Bogotá.

## La colección de polen (un esfuerzo conjunto entre la Universidad y RCPol)

La colección de polen se ha desarrollado en base a 4 proyectos principales.

### Cría en cautiverio de *Bombus atratus*

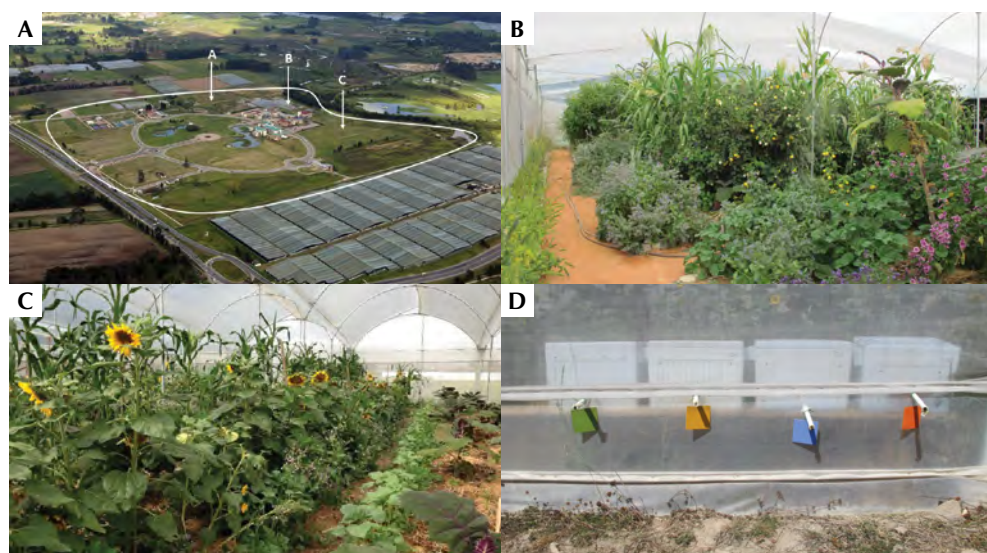
Las reinas silvestres inician nuevas colonias en el laboratorio (Cruz et al. 2007; Pacateque et al. 2012) y luego se transfieren a diferentes cultivos como lulo *Solanum quitoense* (Almanza 2007), tomate *Solanum*

*lycopersicum* (Aldana et al. 2007), uchuva *Physalis peruviana* (Camelo et al. 2004), fresa *Fragaria x ananassa* (Poveda et al. 2018), mora *Rubus silvestris* (Zuluaga 2011) y pimenton *Capsicum annuum* (Riaño et al. 2015). El proyecto tenía como objetivo producir individuos sexuales (nuevas reinas y machos) para retroalimentar el proceso de cría. Las colonias se ubicaron en dos campos abiertos y en el “Bombinario”, donde completaron su ciclo. En estas condiciones, las obreras podían buscar libremente fuentes florales para recolectar polen y néctar necesarios para alimentar a las crías. Las colonias ubicadas dentro del invernadero tuvieron acceso a recursos florales que se encontraban tanto dentro como fuera del invernadero (Figura 1). Estas colonias produjeron sexuales de manera satisfactoria (Padilla et al. 2017) pero debido a las diferencias encontradas en su desarrollo, nos interesó estudiar los recursos florales de los que se alimentaban. El trabajo colaborativo con la RCPol comenzó con el análisis de 105 cargas de polen de las corbículas de las obreras de 13 colonias durante tres

meses. El herbario (HBEAS) y la colección de polen (PBEAS) iniciaron con este proyecto, con las plantas ubicadas dentro y fuera del invernadero. Identificamos 38 tipos de polen utilizados para las colonias (Padilla et al. 2013; Padilla 2014). Debido a que se encontraron resultados interesantes sobre los recursos florales utilizados por las abejas para alimentar a sus larvas y además se encontraron tipos de polen indeterminados, se tomó la decisión de llevar a cabo otro proyecto a una mayor escala.

### **Identificación de recursos florales utilizados por *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) y desarrollo de colonias en condiciones suburbanas (2015 - 2018)**

En este proyecto realizamos la colecta de plantas de todo el *campus*. Identificamos 177 especies de angiospermas, distribuidas en 57 familias, las cuales se encuentran depositadas en el herbario y en la colección de polen del grupo de



**Figura 1.** Ubicación de las colonias. A) Campus de la UMNG donde se muestra la disposición de las colonias en campo abierto (a, c) y el invernadero Bombinario (b); B y C) Vegetación disponible para alimentar las colonias de *Bombus atratus* dentro del Bombinario; D) Colonias de *B. atratus* ubicadas dentro del Bombinario, las cuales tienen dos salidas que permiten a las obreras forrajear dentro y fuera del invernadero.

investigación. Colocamos 14 colonias de *B. atratus* durante una época seca y una lluviosa en el Bombinario. Recolectamos y analizamos el polen proveniente de las celdas larvales durante la fase monogámica hasta que llegaron a la fase sexual. Aunque *B. atratus* recolectó polen de 48 plantas, identificamos 14 especies importantes para la dieta de las colonias (Alarcón 2017; Riaño-Jiménez et al. 2020 en prensa).

Este proyecto permitió la identificación de importantes especies vegetales que apoyan el desarrollo de colonias en campo y permiten que las colonias alcancen la fase sexual. Este trabajo contribuyó al protocolo de cría de esta especie que se ha desarrollado en el grupo de investigación durante las últimas dos décadas.

### **Recursos florales utilizados por especies del género *Bombus* en un ecosistema sub-páramo de la Sabana de Bogotá (2014 - 2015)**

Los ecosistemas sub-páramo son importantes para la regulación del ciclo del agua y el abastecimiento de las principales ciudades de Colombia. En esta zona las abejas brindan un importante servicio de polinización manteniendo la reproducción de la mayoría de las especies de plantas, muchas de ellas nativas y endémicas. El objetivo de este trabajo fue identificar los recursos florales recolectados por las especies nativas *Bombus hortulanus* y *Bombus rubicundus* en un ecosistema sub-páramo y evaluar la amplitud y la superposición de nichos tróficos entre ellos. El estudio se realizó en la Reserva Natural Montaña del Oso (Chía-Cundinamarca, Colombia), donde se desarrolló una colecta floral y un análisis palinológico de las cargas de polen de las abejas. Identificamos un total de 66 tipos de polen correspondientes a diferentes especies de plantas nativas, endémicas e introducidas del ecosistema sub-páramo, usadas por las abejas como recurso de polen y néctar (Sánchez et al. 2014; Padilla et al. 2014).

### **Recursos florales utilizados por las abejas silvestres de los ecosistemas altoandinos (2018 a la actualidad)**

La Sabana de Bogotá se encuentra en un proceso de creciente y constante densificación urbana. A pesar del crecimiento acelerado de Bogotá, aún se pueden encontrar algunos restos de la vegetación nativa. Una de estas zonas es el Cerro de la Conejera. Ante la falta de información, el objetivo de este trabajo fue caracterizar las abejas silvestres presentes en el parque ecológico del distrito Cerro la Conejera (Bogotá, Colombia), y describir sus interacciones con las plantas de este importante ecosistema. Se recolectaron un total de 886 individuos, pertenecientes a las 5 familias de abejas reportadas para Colombia, la familia más diversa fue Halictidae. Recolectamos 111 especies de plantas, de las cuales sólo 48 estaban asociadas con abejas. Este Proyecto mostró que en el Cerro de la Conejera se encuentra una alta diversidad de abejas, a pesar de su aislamiento, es el hogar de una gran diversidad de especies de abejas solitarias, incluso encontramos 7 nuevas especies de abejas Colletidae y Halictidae (en publicación). Además, se identificaron las plantas más importantes utilizadas por ellos, algunas de las cuales son especies nativas de la Sabana de Bogotá (Martín 2018).

### **Áreas de estudio y vegetación**

Las tres áreas de estudio están ubicadas en la Sabana de Bogotá (Cundinamarca, Colombia) (Figura 2).

El *campus* de la Universidad Militar Nueva Granada está ubicado en Cajicá con una altitud de 2.580 msnm y un área de 80 hectáreas (04°56'33,9"N; 74°00'34,2"O) (Figura 2A). El *campus* es un área intervenida de la Sabana de Bogotá y cuenta con invernaderos de investigación, incluido el Bombinario, en el cual crecen diferentes cultivos de interés agrícola. Su vegetación está formada por plantas nativas e introducidas de las cua-



**Figura 2.** Áreas de estudio. A) Campus Nueva Granada, Cajicá; B) Reserva Natural Montaña del Oso, Chía; C) Parque Ecológico Cerro la Conejera, Bogotá.

les el 46% se cultiva y el resto crece de forma espontánea. Las familias más representadas son Asteraceae, Fabaceae y Poaceae (Sánchez et al. 2015) (Figura 3A, 3B).

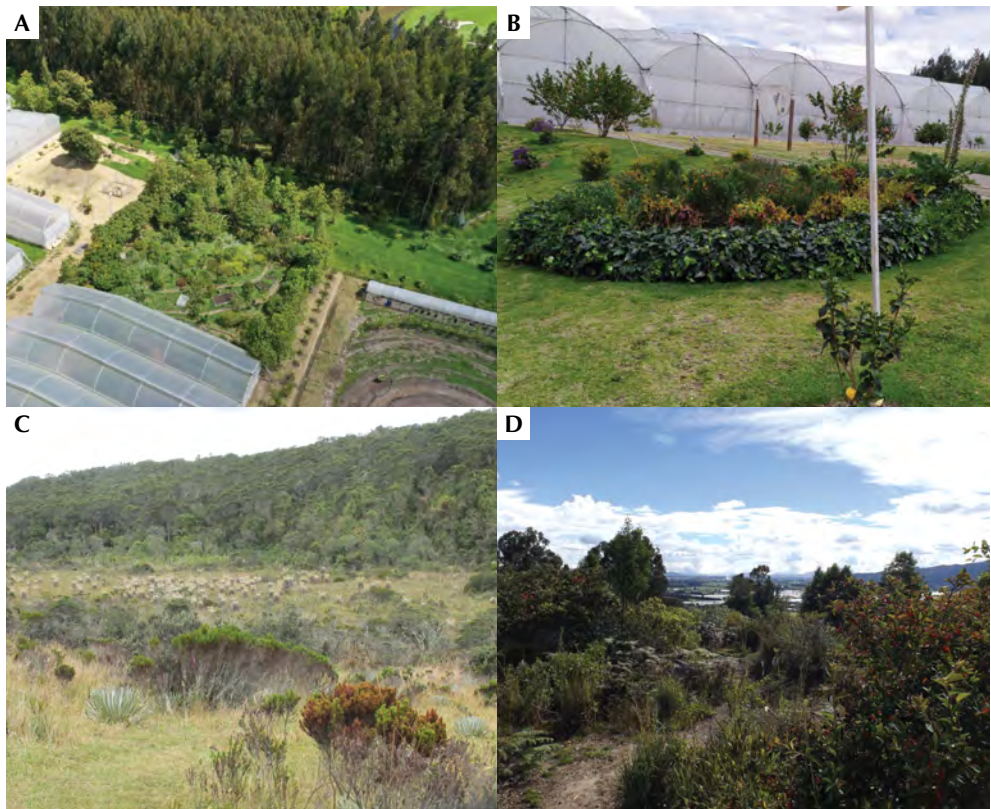
La Reserva Natural Montaña del Oso es un área con estructura típica submontana ubicada en la cordillera de los Andes orientales en Chía con una altitud de 3.118 msnm (04°49'18,6"N; 74°00'48,9"O) (Figura 2B, 3C). Finalmente, el Parque Ecológico Cerro La Conejera es un área protegida, ubicada en el noroeste de la ciudad de Bogotá. Tiene un área de 161,4 hectáreas y una altitud entre los 2.565 y 2.680 msnm (4°46'02,8"N; 74°04'14,8"O) (Figura 2C). Su principal estructura ecológica es un bosque bajo andino y según la clasificación de Holdridge, es un bosque seco montano bajo (Pérez 2000) (Figura 3D).

### Métodos de recolección de plantas, polen e insectos

La metodología utilizada para organizar las colecciones de plantas, abejas y polen fue la misma en los cuatro proyectos. Recolectamos plantas con flores a través de transectos las cuales fueron identificadas y depositadas en nuestro Herbario HBEAS. La colección de polen se construyó siguiendo la técnica de acetólisis de los botones flora-

les descrita por Erdtman (1960) con las modificaciones propuestas por Silva et al. (2014) para la extracción de polen y preparación de láminas permanentes, depositadas en nuestra colección de polen PBEAS. Adicionalmente, realizamos un catálogo digital de polen para usarlo como referencia para la identificación de cargas de polen de las abejas. La mayor parte de la información de nuestra colección de polen está disponible en la Red de Catálogos Polínicos online (RCPol, [www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)).

En el *campus* se recolectaron las cargas de polen de *B. atratus* de las obreras presentes dentro de las colonias. No sacrificamos a las obreras en este caso. En los estudios de la Montaña del Oso y Cerro la Conejera, recolectamos las abejas con redes entomológicas, y luego las sacrificamos directamente en tubos tipo falcón con 70% de alcohol. Posteriormente, se centrifugaron los tubos para decantar el polen que se encuentra en el cuerpo de las abejas recolectadas. Las abejas fueron identificadas, etiquetadas y depositadas en la colección entomológica UMNG-ins. Todas las muestras de polen fueron procesadas siguiendo el protocolo descrito por Erdtman (1960) y Silva et al. (2014). Las láminas con las cargas de polen también se depositaron en la colección de polen PBEAS.



**Figura 3.** Vegetación de las áreas de estudio. A, B) Campus Nueva Granada, Cajicá; C) Reserva Natural Montaña del Oso, Chía; D) Parque Ecológico Cerro la Conejera, Bogotá.

### Interacción de especies de plantas y abejas

Nuestro Herbario cuenta con 300 especies vegetales depositadas de los cuatro proyectos, de las cuales 84 están disponibles en el Catálogo RCPol. Identificamos 51 especies de plantas en las cargas de polen de *B. atratus*, *B. hortulanus* y *B. rubicundus* en las áreas de estudio, las cuales se distribuyen en 20 familias, siendo Asteraceae la más común (Tabla 1). Según los análisis cuantitativos realizados en los estudios, identificamos 24 especies de plantas importantes para los abejorros (\*), tabla 1). Encontramos que las especies de las familias Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae, Melastomataceae y Brassicaceae son recursos de polen muy importantes para los abejorros

nativos. Adicionalmente, *B. hortulanus* tiene el mayor número de interacciones, la mitad de las cuales son con plantas nativas, mientras que el 90% de las interacciones de *B. atratus* son con plantas introducidas. Hay 6 especies de plantas utilizadas por las tres especies de abejorros, de las cuales cuatro son malezas. La mayoría de las plantas utilizadas por *B. rubicundus* también son utilizadas por *B. hortulanus* (Tabla 1).

Finalmente, el trabajo realizado en el *campus* nos ha permitido identificar los recursos que debemos ofrecer a las colonias de *Bombus atratus* para completar su ciclo, lo cual ha permitido un avance para el sistema de cría desarrollado por nuestro grupo de investigación. Adicionalmente, los estudios palinológicos han sido una herramienta

importante para conocer los recursos florales utilizados por las abejas nativas (solitarias y sociales), permitiéndonos ampliar nuestro conocimiento sobre su ecología en los ecosistemas altoandinos.

**Tabla 1.** Especies de plantas utilizadas por *Bombus atratus*, *Bombus hortulanus* y *Bombus rubicundus* en 4 áreas de estudio en la Sabana de Bogotá. (\*) indica las plantas más importantes utilizadas para los abejorros. El tipo de polen *Taraxacum officinale* también incluye la especie *Hypochaeris radicata*.

Familia	Especie	<i>B. atratus</i>
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea hirsuta</i> (Kunth) Herb.	
	<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	
	<i>Bidens pilosa</i> L.	
	<i>Dahlia imperialis</i> Roehl ex Ortgies	X
	<i>Espeletia argentea</i> Humb. & Bonpl.	
	<i>Espeletia grandiflora</i> Humb. & Bonpl.	
	<i>Helianthus annuus</i> L.*	X
Asteraceae	<i>Pentacalia guadalupe</i> (Cuatrec.) Cuatrec.*	
	<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.*	
	<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.*	X
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	
	<i>Stevia lucida</i> Lag.	
	Tipo <i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	X
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth.	
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	X
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.*	X
	<i>Brassica rapa</i> L.*	X
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.*	X
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.*	X
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f.*	
	<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth	
	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	



<i>B. hortulanus</i>	<i>B. rubicundus</i>	Origen	Área de estudio
	X	Nativo	Montaña del Oso
X		Nativo	Montaña del Oso
X		Nativo	La Conejera
		Introducido	<i>Campus</i>
X	X	Nativo	Montaña del Oso
	X	Nativo	Montaña del Oso
		Introducido	<i>Campus</i>
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X		Introducido	Montaña del Oso
X		Introducido	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X	X	Introducido	Montaña del Oso, Conejera, <i>Campus</i>
	X	Introducido	Montaña del oso
		Introducido	La Conejera
		Introducido	<i>Campus</i>
X	X	Introducido	<i>Campus</i>
X		Introducido	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso, Conejera
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X		Nativo	Montaña del Oso

**Tabela 1.** Continuación.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>B. atratus</b>
Fabaceae	<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.	X
	<i>Pisum sativum</i> L. *	X
	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby*	X
	<i>Trifolium pratense</i> L.*	X
	<i>Trifolium repens</i> L. *	X
	<i>Vicia benghalensis</i> L.*	
Melastomataceae	<i>Brachyotum strigosum</i> (L. f) Triana *	
	<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.*	
	<i>Chaetolepis microphylla</i> (Bonpl.) Miq.*	
	<i>Miconia chionophila</i> Naudin*	
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	X
	<i>Callistemon speciosus</i> (Sims) Sweet	
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.*	
Scrophulariaceae	<i>Digitalis purpurea</i> L.*	
Polygalaceae	<i>Monnina aestuans</i> (L.f.) DC.	
Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i> Kunth	
	<i>Rubus fluribundus</i> Weihe	
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schltdl.	
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.*	X
	<i>Solanum lycopersicum</i> L.*	X
	<i>Solanum quitoense</i> Lam.*	X
	<i>Solanum tuberosum</i> L.	X
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	
	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	X





<i>B. hortulanus</i>	<i>B. rubicundus</i>	Origen	Área de estudio
X		Nativo	Montaña del Oso, <i>Campus</i>
		Introducido	<i>Campus</i>
X	X	Introducido	<i>Campus</i> , Conejera
X	X	Introducido	<i>Campus</i> , Montaña del oso, Ubate, Neusa
X	X	Introducido	<i>Campus</i> , Conejera
	X	Introducido	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
		Nativo	<i>Campus</i>
X	X	Introducido	Montaña del Oso
X		Introducido	Montaña del Oso
X	X	Introducido	Montaña del Oso
X		Nativo	Montaña del Oso, La Conejera
X		Nativo	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X	X	Nativo	Montaña del Oso
X		Introducido	<i>Campus</i> , La Conejera
		Introducido	<i>Campus</i>
		Nativo	<i>Campus</i>
		Introducido	Montaña del Oso
X		Nativo	La Conejera
		Nativo	<i>Campus</i>

**Agradecimiento:** Este trabajo fue financiado por la dirección de investigación de la Universidad Nueva Granada con los proyectos CIAS 937 (2013 - 2014), CIAS 1463 (2014 - 2015), CIAS 1922 (2015-2017), IMP-CIAS 2296 (2017-2019) e IMP-CIAS 2926 (2019-2021). A la RCPol - Red de Catálogos Polínicos online (proceso FDTE # 001505) por su apoyo en la identificación, medición y descripción de los granos de polen. A Francisco Fajardo por su apoyo con la identificación de las plantas en el proyecto de sub-páramo.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alarcón P (2017) Identificación de los recursos florales utilizados por colonias de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) en el Campus Cajicá. Master's thesis. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Militar Nueva Granada. Cajica.
- Aldana J, Cure RJ, Almanza MT, Vecil D, Rodríguez D (2007) Efecto de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) sobre la productividad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Agronomía Colombiana* 25:62-72.
- Almanza MT (2007) Management of *Bombus atratus* bumblebees to pollinate Lulo (*Solanum quitoense* L), a native fruit from the Andes of Colombia. Doctoral Thesis. Cuvillier Verlag Göttingen, Germany. 121 pp.
- Camelo L, Díaz L, Cure JR, Almanza MT (2004) Morfología floral de la uchuva y comportamiento de visitas de la especie de abejorros *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) bajo invernadero. Proceedings of the XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN (p.86). Bogotá, Colombia.
- Cruz P, Almanza M, Cure J (2007) Logros y perspectivas de la cría de abejorros del genero *Bombus* en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 3:49-60.
- Erdtman G (1960) The acetolysis method: a revised description. *Sv Bot Tidskr Lund* 54:561-564.
- Martín R (2018) Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de El Parque Ecológico Distrital de Montaña Cerro La Conejera (Bogotá-Colombia). Bachelor Thesis. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Militar Nueva Granada, Cajica.
- Pacateque J, Cruz P, Aguilar M, Cure JR (2012) Efecto de la alimentación vía bolsillo en etapas tempranas de desarrollo de *Bombus atratus* (Hymenoptera, Apidae). *Revista Colombiana de Entomología* 38:343-346.
- Padilla S, Silva C, Cure JR (2013) Técnicas palinológicas como herramienta para el estudio de los recursos florales utilizados por *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae). Proceedings of the XLVIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Bogota, Colombia.
- Padilla S (2014) Producción de sexuales de colonias de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) bajo condiciones semicontroladas. Master's thesis. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Militar Nueva Granada, Cajica.
- Padilla S, Alarcón P, Sanchez H, Poveda C, Riaño D, Cure JR, Silva C (2014) Identificación de los recursos florales utilizados por abejas (Hymenoptera: Apidae) mediante técnicas palinológicas en un ecosistema de su-páramo (Chía, Colombia). Proceedings of the XI Congreso Latinoamericano de Botánica. Salvador, Bahia, Brasil.
- Padilla S, Cure JR, Riaño D, Gutiérrez AP, Rodríguez D, Romero E (2017) Gyne and Drone production in *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae). Research paper. *J of Apicultural Science* 61:55-72. Doi: <https://doi.org/10.1515/jas-2017-0005>
- Pérez A (2000) La estructura ecológica principal de la Sabana de Bogotá. *Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas* 1-37.
- Poveda CA, Riaño D, Aguilar L, Cure JR (2018) Eficiencia de polinización de colonias huérfanas de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) en fresa (*Fragaria x ananassa*) bajo cubierta. *Acta Biológica Colombiana* 23:73-79. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v23n1.61648>
- Riaño D, Pacateque J, Cure JR, Rodríguez D (2015) Comportamiento y eficiencia de polinización de *Bombus atratus* Franklin en pimentón (*Capsicum annunnL.*) sembrado bajo invernadero.

Revista Colombiana de Ciencias hortícolas 9:259–267. DOI: <http://dx.doi.org/10.17584/rc-ch.2015v9i2.4182>


- Riaño-Jiménez D, Guerrero M, Alarcón P, Cure JR (2020) Effects of climate variability on queen production and pollen preferences of Neotropical bumblebee *Bombus atratus* Franklin in a High Andean Suburban condition. *Neotropical Entomology*, en prensa.
- Romero E, Pinilla C, Cure RJ, Riaño D, Padilla S, Aguilar M (2013) Desarrollo de un escenario de campo para el estudio de especies nativas de abejorros (*Bombus spp.*) de los Andes Colombianos (Hymenoptera: Apidae). *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 9:200-211.
- Sánchez H, Alarcón P, Padilla S, Silva C, Poveda C, Riaño D, Cure JR (2014) Modelo preliminar de red de interacción planta-polinizador (Hymenoptera, Apoidea) en un ecosistema sub-páramo (Chia, Colombia). *Proceeding of the VII Encuentro Colombiano sobre Abejas Silvestres*. Cartagena, Colombia.
- Sánchez F, Martínez-Habibe MC, Díaz S, Medina N, Riaño J, PaQui MF (2015) Biodiversidad en un campus universitario en la Sabana de Bogotá: inventario de plantas y tetrápodos. *Centro de museos. Boletín científico* 19:186-203.
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Gropo M, Bauermann SG, Saraiva AA, Queiroz EP, Evaldt ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Caliman MJF, Wolff JL, Paulino Neto HF, Garófalo CA (2014) Catálogo Polínico das Plantas Usadas por Abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto. *Holos, Ribeirão Preto*.
- Zuluaga J (2011) Evaluación de la actividad polinizadora de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) en un cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus*). Bachelor thesis. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Militar Nueva Granada.



Nido de *Bombus atratus*



*Apis mellifera* visitando flor de *Paullinia cupana*



# Abejas, plantas y polen en la Amazonía central: cómo las áreas circundantes contribuyen a la polinización del Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)

MATHEUS MONTEFUSCO, CLÁUDIA INÊS DA SILVA,  
FLÁVIA BATISTA GOMES, MARCIO LUIZ DE OLIVEIRA,  
MARCIA MAUÉS, CRISTIANE KRUG

## Presentación del proyecto

En este estudio se investigó las abejas visitantes/polinizadoras en plantaciones de Guaraná (*Paulinia cupana* var. *sorbilis* [Mart.] Ducke) y de plantas circundantes, que se desarrolló como parte del proyecto “Redes de interacción planta-abejas con frutales del Norte y Noreste de Brasil” (12.16.04.024.00.00). El proyecto fue financiado y desarrollado por Embrapa en cuatro estados brasileños en alianza con RCPol (Red de Catálogos Polínicos online), varias universidades, y el Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas (INPA), con el objetivo general de “caracterizar las interacciones planta-polinizador de especies frutales, con énfasis en las abejas, a fin de apoyar los sistemas de cultivo que comparten los polinizadores más eficientes y aumentan la polinización y sostenibilidad de los agroecosistemas”.

## Región de estudio

Este estudio fue desarrollado en un área de cultivo de Guaraná en la

Amazonía central, de donde se encuentra el sitio experimental de la Embrapa Amazonas Occidental (2°53'22,24"S; 59°58'47,34"O), ubicado en el Km 29 de la carretera AM 010, cerca de Manaus, Estado de Amazonas, Brasil (Figura 1). El área de cultivo cubre 7,63 hectáreas.

## Vegetación y clima

La vegetación natural del área de estudio es la selva amazónica de tierras altas (tierra firme) (Hopkins 2005) y el clima es tropical húmedo, AM, con una temperatura media anual de 26,5°C (Köppen 1936). La temporada de lluvias generalmente ocurre entre enero y junio, con una notable reducción de las precipitaciones entre julio y septiembre (Antonio 2017).

## Material y métodos

Los datos fueron recolectados mensualmente durante un año, por dos recolectores en dos días consecutivos. Estas colectas se realizaron el primer día de 11:00 a 17:00 y el segundo día de 5:00

a 11:00, entre mayo de 2016 y junio de 2017. El área muestreada corresponde a bordes de una plantación de guaraná manejada convencionalmente (Pereira et al. 2005). Los bordes de la plantación y los caminos de acceso están bordeados por bosques de tierras altas del Amazonas con presencia de especies ruderales nativas y exóticas utilizadas por las abejas en su dieta (Figura 1A).

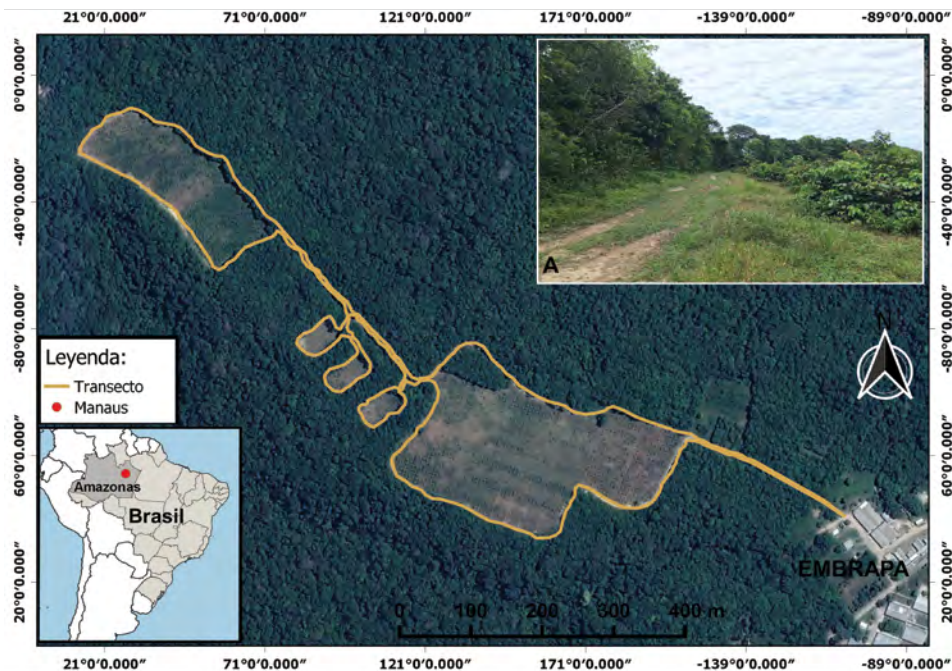
### Abejas estudiadas

Se estableció una transecta de aproximadamente 3,5 kilómetros de largo y 5 metros de ancho entre el borde de la plantación y el bosque adyacente, y los caminos que conectan los sitios de cultivo de Guaraná (Figura 1, línea en amarillo). A lo largo de esta transecta se evaluaron/observaron durante cinco minutos las plantas con al menos tres ramas con flores o inflorescencias incluido el guaraná (requisito mínimo para preparar excicatas para

guardar en herbario), y durante este tiempo se recolectaron con redes entomológicas los visitantes florales presentes en las flores. Después de la captura, los insectos se prepararon, almacenaron y etiquetaron adecuadamente con información de la planta visitada por cada insecto. El polen, cuando estaba presente en el cuerpo, corbículas o escopas de cada abeja, fue removido y debidamente etiquetado para su posterior análisis. Las abejas fueron identificadas por los autores y están depositadas en la colección de Invertebrados del INPA y clasificadas según Michener (2007). En este estudio presentamos sólo los datos relacionados con las abejas recolectadas sobre el guaraná y las plantas visitadas por ellas en los alrededores, principal objetivo de este capítulo.

### Colecciones de plantas y polen

Todas las especies de plantas muestreadas durante el proyecto tenían



**Figura 1.** Mapa del área de estudio, mostrando la transecta en la plantación de guaraná en el sitio experimental de Embrapa Amazonas Occidental (Manaus, AM). A) Imagen de una parte del sitio de estudio. Fuente: Google Earth, modificado a través de Qgis versión 3.6.3.

partes fértiles y fueron disecadas en excicatas (por triplicado) para su posterior identificación. Además, se recolectaron anteras fértiles de botones florales de las respectivas plantas visitadas para la remoción del polen para componer la colección de polen de referencia para así ayudar en la identificación del polen transportado por las abejas. Las plantas recolectadas fueron identificadas por especialistas en los grupos botánicos correspondientes y/o por comparación con material depositado en el herbario del INPA, donde también se depositaron las excicatas. Las familias botánicas se clasificaron siguiendo APG IV (2016).

Se prepararon muestras de polen floral y polen extraído de abejas recolectadas con el método de acetólisis de Erdtman (1960) y Silva et al. (2014), el cual consiste en el tratamiento químico del grano de polen para eliminar el contenido citoplasmático y sustancias adheridas a los granos, y exponer las características morfológicas útiles para su identificación. Se montaron muestras de polen floral y de abejas después de la acetólisis, las láminas permanentes con gelatina y glicerina fueron selladas con parafina (Kisser 1935) y semipermanentes, por triplicado siguiendo Silva et al. (2014). Los granos de polen se describieron con la ayuda de un microscopio óptico con una cámara acoplada y conectada a la red de referencia de la RCPol.

## Resultados y discusión

Se identificaron 27 especies de abejas pertenecientes a 4 familias (Apidae, Colletidae, Halictidae y Megachilidae) que fueron colectadas (Tabla 1) visitando flores de guaraná y otras especies de plantas que rodean el cultivo durante un año. Además de guaraná, las 20 plantas nativas más utilizadas por estas abejas se enumeran en la Tabla 2.

Ocho especies de abejas fueron las más abundantes (es decir, tuvieron el mayor número de individuos muestreados), mostraron más de 50 visitas a las

plantas y fueron responsables del 87% de las interacciones observadas. Estas fueron: *Apis mellifera* (46%), *Trigona guianae* (12,5%), *Aparatrigona impunctata* (7,6%), *Nannotrigona melanocera* (6%), *Trigona cilipes* (4,8%) y 3,5% corresponde a *Melipona (Michmelia) fulva*, *Frieseomelitta trichocerata* y *Tetragonisca angustula*. Las 19 especies de abejas restantes, en suma, fueron colectivamente responsables del 12,5% de abundancia. Los granos de polen se obtuvieron de 21 especies de abejas que visitan las flores. De la evaluación de los datos de polen-abejas y sus interacciones con plantas visitadas se encontró que *Apis mellifera* (Figura 2A) presentó la mayor diversidad de tipos de polen en muestras de polen (N = 12), seguida de *Melipona (Michmelia) fulva* (N = 9), *Trigona cilipes* (N = 7), *Paratetrapedia basillares* (N = 6) y *Trigona guianae* (N = 5).

Aunque *Apis mellifera* fue la abeja más abundante y tuvo la mayor diversidad de tipos de polen, no fue la especie que exploró el mayor número de especies de plantas con flores pues visitó diez especies de plantas. De las especies de abejas nativas, *Trigona guianae* fue la que más interactuó con diferentes especies de plantas con flores (N = 13). Sin embargo, las muestras de polen de esta especie revelaron que visitaron unas pocas especies de plantas, en términos de polen recolectado (N = 5).

De las plantas más visitadas por las abejas, *Hyptis atrorubens* recibió el 39% de todas las visitas (Figura 2B), seguida de *Borreria alata* (33%; Figura 2C) y *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (8,5%). Juntas, estas tres especies fueron responsables de aproximadamente el 80% de todas las visitas.

*Hyptis atrorubens* y *Borreria alata* permanecieron en floración durante períodos prolongados a lo largo del año, mientras que la floración de *Paullinia cupana* var. *sorbilis* se limitó al período de julio a septiembre. En ese momento se registró un predominio de dichas especies en las plantaciones de guaraná, si

**Tabla 1.** Abejas visitando flores de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) y otras especies de plantas en hábitats adyacentes cerca de Manaus, estado de Amazonas, Brasil

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Apidae	<i>Aparatrigona impunctata</i> Ducke, 1916
	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
	<i>Cephalotrigona femorata</i> Smith, 1854
	<i>Frieseomelitta trichocerata</i> Moure, 1990
	<i>Melipona (Michmelia) fulva</i> Lepeletier, 1836
	<i>Melipona (Michmelia) seminigra merrillae</i> Cockerell, 1919
	<i>Melipona (Michmelia) seminigra seminigra</i> Friese, 1903
	<i>Nannotrigona melanocera</i> Schwarz, 1938
	<i>Paratetrapedia basilaris</i> Aguiar & Melo, 2011
	<i>Paratrigona euxanthospila</i> Camargo & Moure, 1994
	<i>Paratrigona melanaspis</i> Camargo & Moure, 1994
	<i>Paratrigona pannosa</i> Moure, 1989
	<i>Paratrigona</i> sp. 1
	<i>Partamona auripennis</i> Pedro & Camargo, 2003
	<i>Partamona vicina</i> Camargo, 1980
	<i>Tetragona kaieteurensis</i> Schwarz, 1938
	<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1811
	<i>Trigona cilipes</i> Fabricius, 1804
	<i>Trigona guianae</i> Cockerell, 1910
<i>Trigona williana</i> Friese, 1900	
Colletidae	<i>Ptiloglossa</i> sp. 1
Halictidae	<i>Augochloropsis hebescens</i> Smith, 1879
	<i>Megalopta amoena</i> Spinola 1853
Megachilidae	<i>Megalopta sodalis</i> Vachal 1904
	<i>Coelioxys</i> sp. 1
	<i>Hoplostelis (Rhynostelis) multiplicata</i> Smith, 1879
	<i>Megachile</i> sp. 3



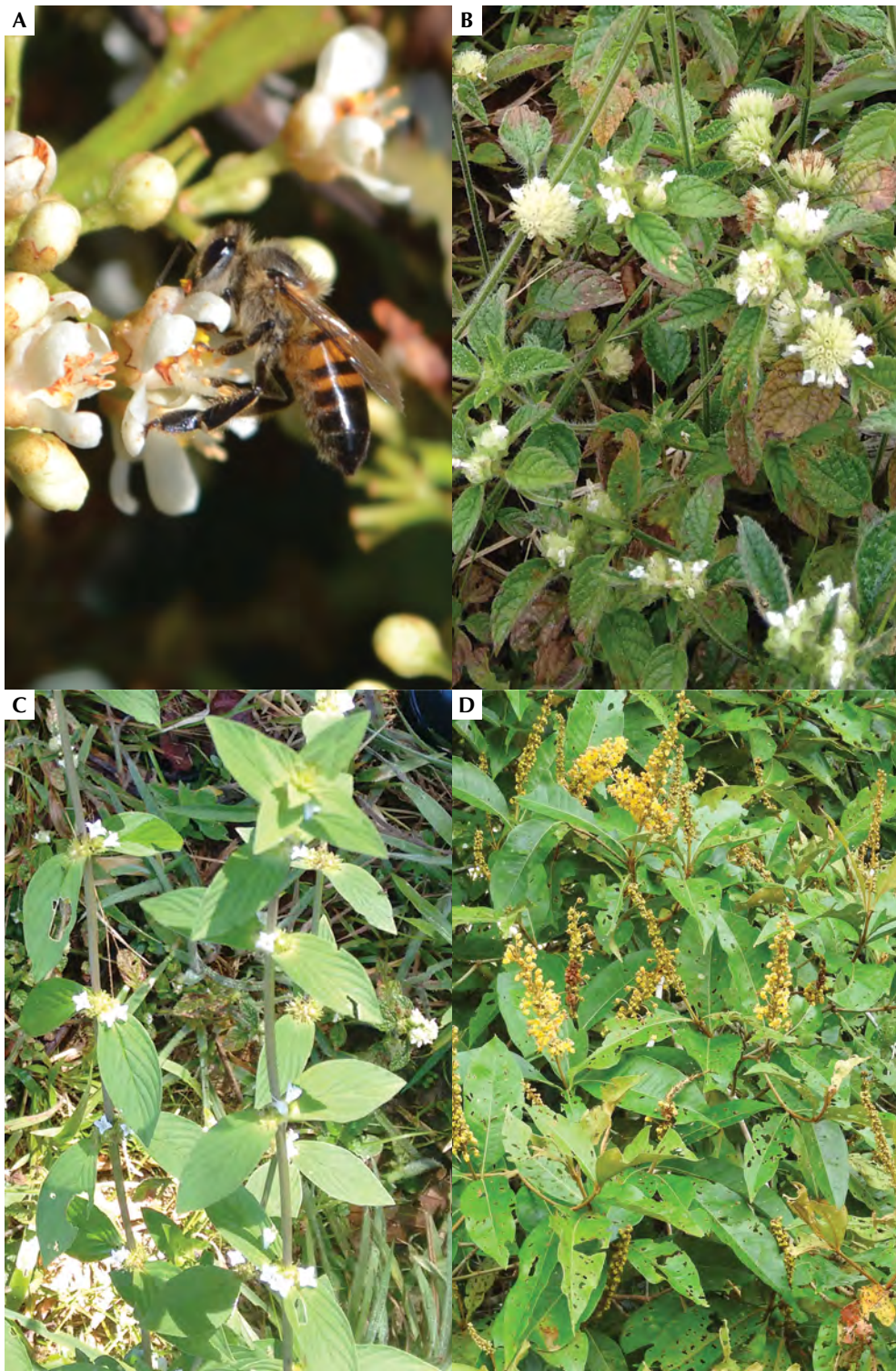
**Tabla 2.** Principales plantas con flores encontradas en áreas cercanas al cultivo de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), las cuales fueron visitadas por abejas y/o tenían abejas cargando su polen.

Familia	Especie	Visita	Polen
Asteraceae	<i>Pseudelephantopus spiralis</i> Cronquist	X	X
	<i>Unxia camphorata</i> L.f.	X	
Hypericaceae	<i>Vismia cayennensis</i> (jacq.) Pers	X	X
	<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	X	
Cyperaceae	<i>Rhynchospora pubera</i> (Vahl) Boeck.	X	X
Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	X	X
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees	X	
	<i>Mimosa pudica</i> L.	X	X
	<i>Mimosa sensitiva</i> L.	X	
Fabaceae	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	X	X
	<i>Senna quinquangulata</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	X	
	<i>Zornia latifolia</i> DC.	X	
Malpigiaceae	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth	X	X
Melastomataceae	<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	X	X
	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	X	X
Myrtaceae	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh		X
Rubiaceae	<i>Borreria alata</i> Aubl.	X	X
	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	X	X
Sapindaceae	<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke	X	X
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	X	X
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	X	X

bien esta última en un corto período de floración ofrece una gran cantidad de polen y néctar para las abejas que visitan la plantación. Las otras 18 especies vegetales recibieron el resto de las visitas de manera más equitativa, ninguna especie con más del 3% de las visitas. Utilizando sólo datos de polen encontramos las siguientes especies de plantas cuyo

polen fue más frecuente en las abejas: *Byrsonima chrysophylla* (17%; Figura 2D), *Borreria alata* (10,5%), *Rhynchospora pubera* (10,5%), *Solanum paniculatum* (9,2%) y *Bellucia dichotoma* (9,2%).

En este estudio, se hizo evidente que el análisis de polen proporciona información complementaria para el estudio de interacciones entre abejas y plantas. Tam-



**Figura 2.** *Apis mellifera* visitando flores de guaraná (A) e individuos de *Hyptis atrorubens* (B), *Borreria alata* (C) y *Byrsonima chrysophylla* (D).

bién mostró que había plantas, como *Eugenia stipitata*, no muestreadas directamente, pero cuyo polen fue utilizado como recurso por algunas especies de abejas.

Es ampliamente reconocido que las abejas nativas son esenciales para la polinización y para aumentar la productividad en una variedad de cultivos agrícolas (Garibaldi et al. 2013). Pero es importante señalar que, además de los cultivos agrícolas, estas abejas/polinizadores dependen de los recursos florales que ofrecen otras plantas presentes en las cercanías de los cultivos en cuestión, para la diversificación alimentaria y nutricional. Por ello, este atlas de polen tiene como objetivo brindar apoyo científico y técnico para el mantenimiento de polinizadores asociados a los cultivos de guaraná, mediante el mantenimiento y/o inclusión de las plantas amigables o visitadas por los polinizadores en áreas agrícolas. La adopción de esta práctica favorecerá

el cultivo agrícola y el mantenimiento del servicio de polinización natural basado en el medio ambiente en la región.

**Agradecimientos:** A los equipos del Laboratorio de Himenópteros y del Herbario del INPA (Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas) por la identificación de abejas y plantas, respectivamente. A RCPol - Red de Catálogos Polínicos online (proceso FDTE #001505) por su información taxonómica utilizada en este estudio.

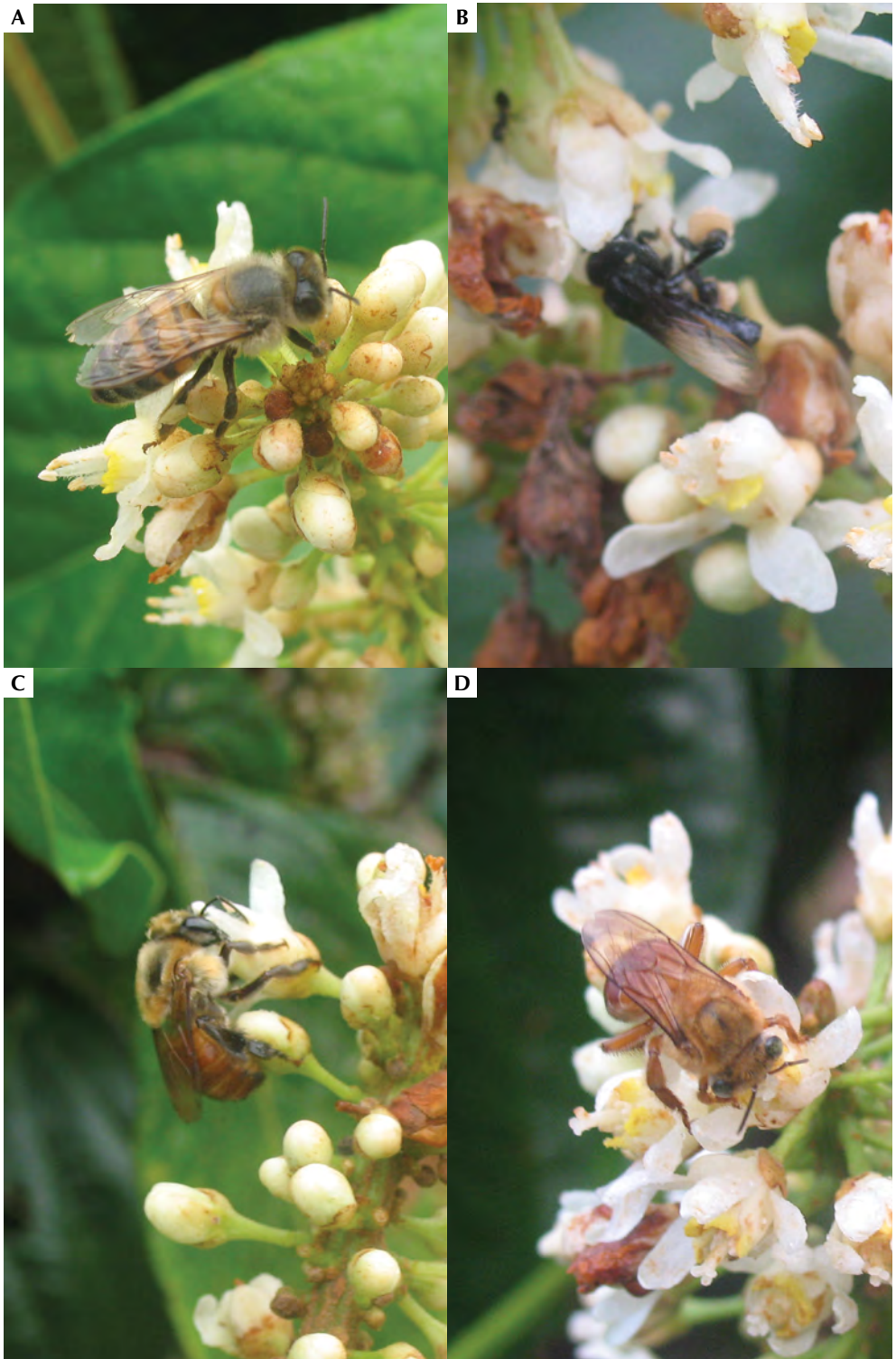
**Financiamiento:** Este estudio fue parte de la Red de Interacciones entre Abejas y Frutíferas del Norte y Nordeste de Brasil (12.16.04.024.00.00) financiada por Embrapa. El autor principal recibió una beca de maestría de la Coordinación para la Mejora de Personal de Educación Superior (CAPES) para realizar esta investigación. MLO recibió una beca del CNPq, Brasil (306100 / 2016-9).

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Antonio IC (2017) Estação Agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental na Rodovia AM-010, Km 29– Manaus. Boletim agrometeorológico série anual, Embrapa Amazônia Ocidental, 60 pp.
- APG - Angiosperm Phylogeny Group (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Bot J Linn Soc 181:1-20.
- Erdtman G (1960) The acetolized method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift 54:561-564.
- Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen MA, Bommarco R, Cunningham SA, Bartomeus I (2013) Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science 339(6127) 1608-1611.
- Hopkins MJG (2005) Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. Rodriguesia 86:9-25.
- Kisser J (1935) Bemerkung zum Einchluss in glycerine gelatine. Z. Wiss. Mikr 51pp.
- Köppen W (1936) Das geographische system der klimare. Handbuch der Klimateologie, Band I, Teil C, 44pp.
- Michener CD (2007) The Bees of the World. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 953p.
- Pereira JCR, Araújo JCA, Arruda MR, Nascimento Filho FJ, Ribeiro JRC, Santos LP (2005) Poda de frutificação do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus (Comunicado Técnico).
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva MA, Queiroz EP, Evaldit ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Ferreira-Caliman MJ, Wolff JL, Paulino-Neto HF, Garofalo CA (2014) Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto. Holos, Ribeirão Preto. 153p.




**Figura 3.** Inflorescencias estaminadas (A), pistiladas (B) y frutos maduros de guaraná (C).



**Figura 4.** Abejas visitando flores de guaraná: la exótica abeja *Apis mellifera* (A) y abejas nativas sin aguijón (B, C, D).



Nido de *Euglossa cordata*



# Contribuciones al estudio de interacciones ecológicas entre abejas Euglossini y la flora urbanizada

GERCY SOARES PINTO, CLÁUDIA INÊS DA SILVA,  
BRENO MAGALHÃES FREITAS, LUIZ WILSON LIMA-VERDE,  
MARCELO CASIMIRO CAVALCANTE, MARIA IRACEMA B. LOIOLA

## Introducción

Las abejas Euglossini tienen una amplia distribución en la Región Neotropical (Moure et al. 2012) y se alimentan de una gran diversidad de especies botánicas para cubrir sus necesidades nutricionales y reproductivas (Dressler 1982; Bezerra y Machado 2003). Se estima que estas abejas son polinizadoras de más de 40 familias de grupos botánicos (Dodson et al. 1969; Dressler 1982), la mayoría de ellas especies silvestres. Las características morfológicas y de comportamiento de las abejas Euglossini son compatibles con la biología floral y requisitos de polinización de especies agrícolas de importancia comercial. Especies frutales como *Passiflora edulis* (maracuyá amarillo), *P. alata* (maracuyá dulce) y *Bertholletia excelsa* (nuez de Brasil), por ejemplo, requieren polinización cruzada y son polinizadas efectivamente por abejas de los géneros *Eulaema* y *Euglossa* (Cavalcante et al. 2012; Silva et al. 2012; Yamamoto et al. 2012).

A pesar de tratarse de especies de abejas asociadas con áreas naturales y

utilizadas como bioindicadores de calidad ambiental, se encuentran comúnmente en entornos urbanos, mostrando una alta resiliencia a las actividades humanas (Silva et al. 2007). Estas abejas en general buscan recursos ecológicos para la construcción de sus nidos y su alimentación. Las hembras Euglossini visitan constantemente flores tubulares y zigomorfas para la recolección de néctar y flores con anteras poricidas o con una gran cantidad de anteras para la recolección de polen. Estudios sobre la dieta de estas abejas son todavía pocos en comparación con su diversidad. Muchas de las informaciones sobre interacciones con plantas provienen de observación directa de la visita de abejas adultas a flores, y son raros estudios sobre la dieta de los inmaduros. En parte, esto se debe a la dificultad de encontrar nidos de estas abejas en la naturaleza. Sin embargo, en las últimas décadas, el uso de nidos trampa ha sido importante, ya que permite el acceso a las heces de larvas que permanecen en las celdas de cría después de la emergencia de los adultos (Silva et

al. 2016). Las heces de abeja son básicamente polen residual que se utiliza en su comida durante las etapas tempranas de desarrollo. Por eso se puede hacer la identificación de la dieta de estas abejas mediante análisis de polen de heces (Arriaga y Hernández 1998; Cortopassi-Laurino et al. 2009; Villanueva-Gutiérrez et al. 2013; Otero et al. 2014; Ospina-Torres et al. 2015; Silva et al. 2016).

Presentamos aquí algunos de los resultados obtenidos en la dieta de dos especies de Euglossini, *Euglossa cordata* y *Eulaema nigrita*, que anidaron en dos zonas con vegetación costera. Nuestro objetivo fue contribuir al conocimiento de las plantas más utilizadas por estas abejas en áreas urbanizadas y así indicar especies de plantas que deben mantenerse para su conservación.

## Material y métodos

### Área de estudio

El *campus* universitario Prof. Prisco Bezerra, popularmente conocido como *campus* del Pici (3°34'16"S; 38°34'42"O) se encuentra en la ciudad de Fortaleza, Estado de Ceará y cubre 212 hectáreas (Figura 1). Según la clasificación de Köppen, el clima es Aw con un promedio anual de precipitaciones de 1.448 mm y una temperatura media anual de 26,3°C (Climate-Data 2020). El *campus* está formado por extensas áreas boscosas con especies nativas y exóticas de Selva Baja Semi-caducifolia y contiene una zona reducida de vegetación decidua (8 hectáreas) de bosque de tierras bajas (*Mata de Tabuleiro*,



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en campus del Pici, Universidad Federal de Ceará, municipio de Fortaleza, Estado de Ceará - Brasil, compuesta por pequeños fragmentos de Selva Baja Semi-caducifolia.



IBGE 2012), a orillas del embalse Santo Anastacio que desemboca en el río Maranguapinho. Este bosque se caracteriza por ser semidecídulo de tamaño medio, compuesto por individuos leñosos cuya flora está representada por especies del Cerrado, la Caatinga, la Mata Atlántica y el Amazonas (Castro et al. 2012; Moro et al. 2015). Este bosque se encuentra dentro de un área de interés ecológico relevante (ARIE de Matinha do Pici con 42,62 hectáreas), de acuerdo con la Ley Municipal 10.463, de 31 de marzo de 2016, que prevé la creación del ARIE (Brasil 2016; Vasconcelos et al. 2019). Los relevamientos florísticos realizados (Fernandes et al. 2017) han registrado cientos de especies de plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas representando una importante fuente de recursos para la fauna local.

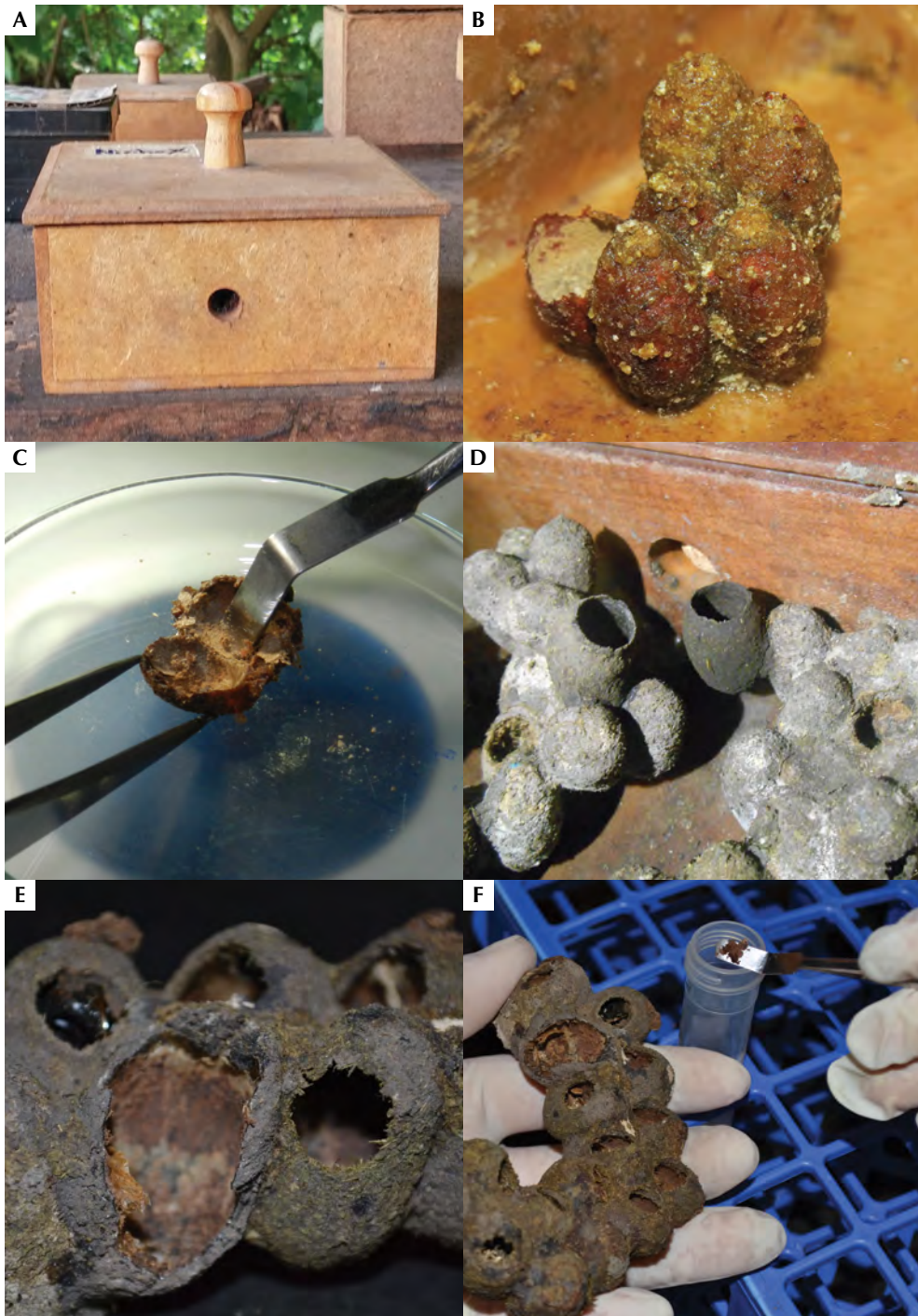
### **Inventario florístico y elaboración de la colección de referencia de polen**

La recolección e identificación taxonómica de especies de plantas en un área determinada es un requisito importante para comprender la composición florística. De esta manera, se recolectaron cinco muestras de cada especie de plantas en floración conteniendo hojas, flores y botones florales en pre-antesis, mensualmente durante 14 meses consecutivos (febrero de 2015 hasta abril de 2016). Las recolecciones se realizaron en un radio de 2.000 m, considerando el Laboratorio de Abejas, en el *campus* del Pici, como punto central. Las muestras de plantas fueron herborizadas, identificadas e incorporadas al Herbario Prisco Bezerra-EAC de la Universidad Federal de Ceará. Concomitantemente con la recolección de plantas, se recolectaron botones florales en pre-antesis. El material se almacenó en alcohol al 70% en tubos *Falcon* esterilizados. Se separaron las anteras y se recolectó el material de polen, siguiendo el método presentado por Silva et al. (2014). Poco después, el

polen fue sometido al proceso de acetólisis según lo propuesto por Erdtman (1960). El material de polen después de la acetólisis se mantuvo en una solución de glicerol-agua al 50% hasta la preparación de las láminas. Para ello, se añadió polen acetolizado a la gelatina de Kisser (1935) y sellados con parafina histológica. Se preparó un triplicado de cada muestra y las láminas fueron almacenadas en la colección de polen del Laboratorio de Abejas, Sector de Abejas, Departamento de Ciencias Animales, Universidad Federal de Ceará.

### **Muestreo de polen en los nidos**

Los nidos de las abejas se guardaron en cajas de madera en el Sector de Abejas del Departamento de Ciencias Animales. El nido de *Eulaema nigrita* ocupaba originalmente una caja horizontal de madera (55x25x15cm) utilizada para el manejo de abejas sin aguijón. Una parte de las celdas de cría que ya estaban vacías, tras la emergencia de los adultos, fue retirada y llevada al laboratorio para la remoción del polen adherido a las paredes. Los nidos de *Euglossa cordata* se guardaron en pequeñas cajas de madera (10x10x6cm), y se colectó el polen adherido a la pared de las celdas de cría rápidamente después de la emergencia de los adultos. La prisa se debe al hecho de que las hembras de *Euglossa cordata* reutilizan la resina de las celdas de cría viejas para construir nuevas celdas. El polen residual de las dos especies estudiadas fue recolectado con la ayuda de un instrumento metálico de punta hueca, con el fin de facilitar la remoción de las heces adheridas a la pared de las celdas de cría (Figura 2) según la metodología utilizada por Silva et al. (2016). Posteriormente, se preparó el polen siguiendo el mismo protocolo utilizado para la preparación de las láminas de referencia y estos se incorporaron a la colección de polen del Laboratorio de Abejas, Sector de Abejas, Departamento de Ciencias Animales, Universidad Federal de Ceará.



**Figura 2.** Nidos y recolección de polen residual en celdas de cría de abejas Euglossini. A) Caja de madera para atraer hembras de Euglossini. B) Celdas de cría de *Euglossa cordata*. C) Muestreo de polen residual (heces) en las celdas de *Euglossa cordata*. D) Nido de *Eulaema nigrita* construido en una caja de madera utilizada para el manejo de Meliponini. E) Detalle de las celdas de cría de *Eulaema nigrita*. F) Muestreo de polen residual en las celdas de *Eulaema nigrita*.

## Resultados y discusión

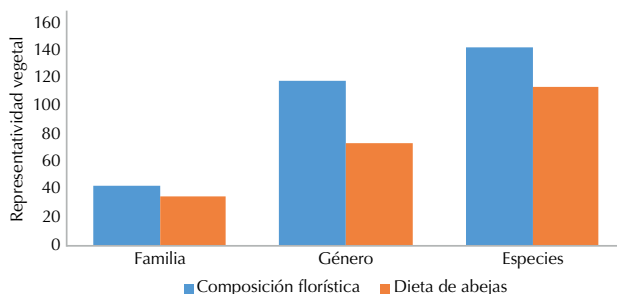
Este estudio identificó 143 especies de plantas, distribuidas en 119 géneros y 43 familias (Figura 3). Se puede encontrar informaciones sobre estas especies en el *website* de la RCPol ([www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)). En la dieta de *Euglossa cordata* y *Eulaema nigrita* se identificaron 114 tipos de polen, distribuidos en 74 géneros y 36 familias botánicas (Figura 3), ambas especies de abejas se caracterizan como polilécticas. Las especies de plantas más utilizadas para recolectar tanto el polen cuanto el néctar son árboles, arbustos y lianas. Aunque las abejas Euglossini pueden viajar distancias mayores de 20 km para la recolección de recursos (Janzen 1971; Ackerman et al. 1982), todas las especies de plantas importantes fueron encontradas en floración en el área de estudio dentro de 1 km del sitio de anidación, corroborando lo mismo encontrado para las abejas del género *Xylocopa* que también tienen un radio de vuelo largo (Silva 2009). Las especies proveedoras de néctar más importantes fueron *Centrosema brasilianum* (L.) Benth., *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard, *Ixora chinensis* Lam., *Morinda citrifolia* L. y *Tabernaemontana laeta* Merc. Mientras que las especies proveedoras de polen fueron *Cocos nucifera* L., *Psidium guajava* L., *Solanum paniculatum* L., *Cassia fistula* L. y *Senna siamea* (Lam) H. S. Irwin & Barneby. Además de estas especies, vale la pena mencionar

que una única especie productora de resina, *Dalechampia pernambucensis* Baill, fue utilizada por las hembras para la construcción de las celdas de cría y los nidos, especialmente de *Euglossa cordata*.

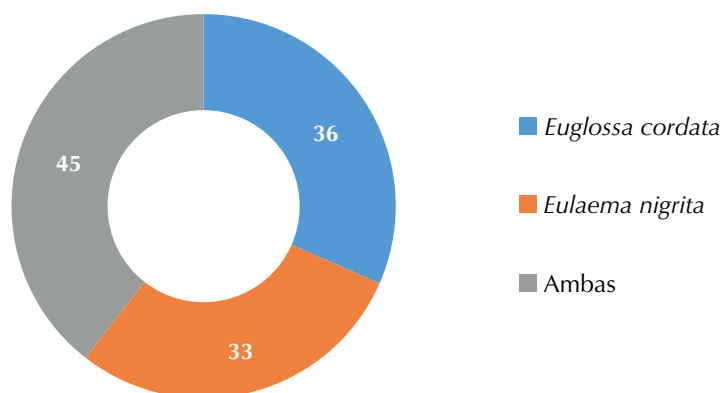
Hubo una superposición en el nicho trófico entre las especies *Euglossa cordata* y *Eulaema nigrita*. Estas abejas compartieron recursos florales recolectados de 45 especies de plantas. Se esperaba el solapamiento de plantas utilizadas en la dieta de estas abejas, considerando que son especies con distribución simpátrica (López-Uribe et al. 2005; Castro et al. 2013). Sin embargo, algunas especies de estas plantas fueron utilizadas exclusivamente por cada una de ellas (Figura 4).

## Consideraciones

Este estudio evidenció que en el *campus* del Pici se encuentra un considerable número de especies botánicas que proporcionan recursos tróficos y no tróficos para las abejas, especialmente en el período de lluvias. *Euglossa cordata* y *Eulaema nigrita* mostraron un comportamiento generalista con respecto al uso de recursos florales, con predominio del uso de especies nativas sobre las exóticas. Sin embargo, la presencia de plantas exóticas en la zona, especialmente las especies utilizadas en la ambientación del paisaje, resultó importante para mantener estas abejas, principalmente como fuentes de néctar durante todo el año.



**Figura 3.** Número de especies botánicas identificadas en el área de estudio y tipos de polen identificados en la dieta de *Euglossa cordata* y *Eulaema nigrita* en el municipio de Fortaleza, Estado de Ceará, Brasil.



**Figura 4.** Número de especies botánicas que componen la amplitud y superposición del nicho trófico de *Euglossa cordata* y *Eulaema nigrita* en el municipio de Fortaleza, Ceará, Brasil, en el período de septiembre de 2014 hasta enero de 2017.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a los pasantes del Laboratorio de Abejas por el esfuerzo realizado durante el inventario florístico en el *campus* del Pici. Gercy Soares Pinto agradece a la CAPES/Brasil y FUNCAP/Ceará por la financiación de su trabajo de doctorado. A la RCPol - Red de Catálogos Polínicos online (proceso FDTE # 001505) por el apoyo.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ackerman JD, Mesler MR, Lu KL, Montalvo AM (1982) Food-foraging behavior of male Euglossini (Hymenoptera: Apidae): vagabonds or trapliners? *Biotropica* 14:241-248.
- Arriaga ER, Hernández EM (1998) Resources foraged by *Euglossa atrovirens* (Apidae: Euglossinae) at Union Juárez, Chiapas, Mexico. A palynological study of larval feeding. *Apidologie* 29:347-359.
- Bezerra ELS, Machado IC (2003) Biología floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 17:247-257.
- Brasil. Lei Ordinária nº 10.463, de 31 de março de 2016. Disponível em <<https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/norma/4685>>. Accessed 12 February 2020.
- Castro ASF, Moro MF, Menezes MOT (2012) O Complexo Vegetacional da Zona Litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. *Acta Botanica Brasilica* 26:108-124.
- Castro MMN, Garófalo CA, Serrano JC, Silva CI (2013) Temporal variation in the abundance of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in a neotropical hygrophilous forest. *Sociobiology* 60:405-412.
- Cavalcante MC, Oliveira FF, Maúes MM, Freitas BM (2012) 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*:1-9.
- Climate-Data.Org. Clima Fortaleza. <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/ceara/fortaleza-2031>. Accessed 12 February 2020.
- Cortopassi-Laurino M, Zillikens A, Steiner J (2009) Pollen sources of the orchid bee *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) analyzed from larval provisions. *Genetics and Molecular Research* 8:546-556.
- Dodson CH, Dressler RL, Hills HG, Adams RM, Williams NH (1969) Biologically active com-

- pounds in orchid fragrances. *Science* 164:1243–1249.
- Dressler RL (1982) Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematics* 13:373-394.
- Erdtman G (1960) The acetolized method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54:561-564.
- Fernandes CEL, Ribeiro RTM, Cordeiro LS, Mesquita EP, Félix GO, Falcão LF, Loliola MIB (2017) Plantas do Campus do Pici Prof. Prisco Bezerra. <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides/guide/925>. Accessed 12 February 2020.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro.
- Janzen DH (1971) Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science* 171:203-205.
- Kisser J (1935) Bemerkungen zum Einschluss in glycerin gelatine. *Z. Wiss Mikr.*
- López-Urbe MM, Oi CA, Del Lama MA (2005) Estrutura populacional de *Euglossa cordata* e *Eulaema nigrita* (Hymenoptera: Euglossini) em áreas urbanas determinada por meio da utilização de recursos florais. In: III Congresso de Pós-Graduação da UFSCar, São Carlos.
- Moro MF, Macedo MB, Moura-Fé MM, Castro ASF, COSTA RC (2015) Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. *Rodriguesia* 66:717-743.
- Moure JS, Urban D, Melo GAR (2012) Euglossini Latreille, 1802. <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed 15 February 2020.
- Ospina-Torres R, Montoya-Pfeiffer PM, Parra-H A, Solarte V, Otero JT (2015) Interaction networks and the use of floral resources by male orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in a primary rain forests of the Chocó Region (Colombia). *Revista de biologia tropical* 63:647-658.
- Otero JT, Campuzano AM, Zuluaga PA, Caetano CM (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* 15:1-6.
- Silva CI (2009) Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por *Xylocopa* spp. e interação com plantas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro. 294 p. Doctor tesis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Silva CI, Augusto SC, Sofia SH, Moscheta IS (2007) Diversidade de abelhas em *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na polinização e produção de frutos. *Neotropical Entomology* 36:331-341.
- Silva CI, Bordon NG, Rocha-Filho LC, Garófalo CA (2012) The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrita* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit fields. *Revista de Biologia Tropical* 60:1553-1565.
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva, AA, Queiroz EP, Evaldt ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Caliman MJF, Wolff JL, Paulino Neto HF, Garófalo CA (2014) Catálogo Polínico das Plantas Usadas por Abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto. *Holos, Ribeirão Preto*.
- Silva CI, Santos IA, Garófalo CA, Castro MMN (2016) High prevalence of *Miconia chamissois* (Melastomataceae) pollen in brood cell provisions of the orchid bee *Euglossa townsendi* in São Paulo State, Brazil. *Apidologie* 47:855-866.
- Vasconcelos FDM, Mota FSB, Rabelo NN, Silva RDCG, Menescal LM (2019) Gestão e legislação ambiental das unidades de conservação inseridas no município de Fortaleza-CE. In: X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Fortaleza/CE.
- Villanueva-Gutierrez R, Quezada-Euan J, Eltz T (2013) Pollen diets of two sibling orchid bee species, *Euglossa*, in Yucatán, southern Mexico. *Apidologie* 44:440-446.
- Yamamoto M, Silva CI, Augusto SC, Barbosa AAA, Oliveira PE (2012) The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma flavicarpa, Passifloraceae) crop in Central Brazil. *Apidologie* 43:515-526.



*Ceratina* sp. visitando flor de *Turnera subulata*



## Recolección de polen del bosque tropical seco brasileño

**CAMILA MAIA-SILVA, MICHAEL HRNCIR, CAIO C. A. COSTA,  
AMANDA A. C. LIMÃO, JACIARA S. PEREIRA, CLÁUDIA INÊS DA SILVA,  
VERA L. IMPERATRIZ-FONSECA**

### Nuestro equipo de polen

La Melisopalinología es la línea de investigación palinológica que se ocupa del análisis de muestras de polen de abejas como herramienta importante para conocer las plantas visitadas por ellas. Cada especie vegetal posee granos de polen con características morfológicas únicas, en especial su ornamentación, y facilita la identificación taxonómica. Sin embargo, el análisis de polen requiere un conocimiento previo tanto de la taxonomía de las plantas como de las características morfológicas de sus granos de polen disponibles en el medio ambiente. Por lo tanto, para realizar estudios sobre la interacción entre abejas y plantas en una región geográfica específica, y para enumerar plantas importantes en la dieta de las abejas, es imprescindible contar con colecciones de referencia de los granos de polen de plantas de cada región de estudio (Silva et al. 2012, 2014).

Para ello, iniciamos nuestra recolección de polen (Palinoteca ASA, Abelhas Semi-Árido) en 2010. Gracias al

apoyo económico del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), pudimos iniciar un laboratorio especializado en palinología en la Universidad Federal Rural del Semi-Árido (UFERSA), Rio Grande do Norte, Brasil. Nuestro equipo se compone de investigadores postdoctorales y estudiantes de doctorado y maestría dirigidos por la Prof. PhD. Vera L. Imperatriz-Fonseca. Actualmente, nuestra colección de polen contiene muestras de granos de polen de todas las plantas principales del bosque tropical seco brasileño (Caatinga).

Los estudios palinológicos requieren la recolección y almacenamiento de las respectivas plantas y sus flores. Para nuestra colección de referencia, las plantas fueron recolectadas en la Estación de Campo Experimental Rafael Fernandes de la Universidad Federal Rural del Semi-Árido, en Mossoró (5°03'54,45"S; 37°24'03,64"O, altitud: 79 m) y en la Reserva Forestal Nacional en Açú, (5°34'59,13"S; 36°56'42,13"O), ambos ubicados en áreas con vegetación nativa típica del bosque tropical seco brasileño

(Figura 1). El material botánico fue identificado por especialistas y los *vouchers* depositados en el herbario Dárdano de Andrade Lima (MOSS). Además, recolectamos material de polen de los botones florales (Silva et al. 2014) y acetolizamos las muestras siguiendo los métodos descritos por Erdtman (1960). Parte del material se fijó en láminas de microscopio etiquetados con la identificación botánica y la información de la colección. Los granos de polen acetolizados restantes se almacenaron en micro-tubos y se conservaron en glicerina (Silva et al. 2012, 2014).

Además del polen de las principales especies de plantas que se encuentran en el bosque seco tropical brasileño, tomamos muestras de polen de los alimentos recolectados por las abejas, directamente de sus cuerpos (Limão 2015; Maia-Silva et al. 2014, 2015; Pereira 2015; Maia-Silva et al. 2018) y de miel y polen almacenados en los nidos de las abejas (Costa et al. 2017; Maia-Silva et al. 2018, 2020). La comparación entre el polen del alimento de las abejas con la colección de referencia permitió identificar las especies de plantas más importantes utilizadas por ellas en la región de estudio. Estos datos resultaron dos tesis doctorales (Camila Maia-Silva, Caio C.

A. Costa) y dos tesis de maestría (Amanda A. C. Limão, Jaciara S. Pereira) entre 2010 y 2017. Además, nuestra base de datos ayudó a proyectos científicos de estudiantes de la carrera de pregrado en ecología de la misma universidad.

La descripción morfo-taxonomía de las especies de polen fue supervisada por la Prof. PhD. Cláudia Inês da Silva. Para analizar e identificar el material botánico utilizamos un microscopio trinocular Leica DM 2500 equipado con una cámara digital Leica DFC450. Las imágenes se transfirieron a una computadora para la medición detallada de los granos de polen y la descripción morfológica. Todas las informaciones sobre las plantas y sus respectivos granos de polen están disponibles en la página web de la Red de Catálogos de Polen online (RCPol: <http://chaves.rcpol.org.br/profile/palino-teca/eco/pt-BR:UFERSA:PALIASA>). En esta base de datos se encuentran imágenes digitalizadas de granos de polen y su información morfológica, obtenidas de plantas de diversas regiones en Brasil y otros lugares del mundo y disponibles en línea para ayudar e integrar a investigadores de todo el mundo.

Inicialmente, nuestra colección de polen se encontraba en el laboratorio de



**Figura 1.** Caatinga, el bosque seco tropical brasileño. Nuestros estudios se realizaron en el estado de Rio Grande do Norte.



ecología del comportamiento (BeeLAB, coordinado por el Prof. PhD. Michael Hrnccir). En 2018, con el apoyo económico de Syngenta, nuestra colección ganó su propio espacio dentro de las instalaciones construidas para albergar colmenas de abejas nativas sin aguijón (Meliponário Imperatriz). El espacio alrededor del meliponário fue restaurado como un jardín para las abejas (Espaço ASA) utilizando principalmente plantas nativas de la región de estudio para aumentar las poblaciones de insectos polinizadores, y contribuir a la conservación de la biodiversidad local (Figura 2). La selección de especies de plantas se basó en nuestros estudios sobre los granos de polen

que contribuyen a la dieta de las abejas nativas. El jardín de abejas comprende plantas que florecen en la estación seca, así como plantas que producen flores en la estación lluviosa (Maia-Silva et al. 2012, 2019). El éxito de nuestra mejora ambiental subraya la importancia de los estudios palinológicos para la elaboración de planes de restauración de áreas degradadas (Maia-Silva et al. 2018).

### Bosque tropical seco brasileño


Al igual que otros bosques tropicales estacionalmente secos, el clima en esta región de Caatinga brasileña se



**Figura 2.** Instalación diseñada para albergar en el Laboratorio de Palinología, colmenas sin aguijón y un jardín de abejas (Espaço ASA) en la Universidad Federal Rural del Semi-árido (UFERSA), Rio Grande do Norte, Brasil.



**Figura 3.** Fotografías representativas de la vegetación de Caatinga A) en época seca y B) en época de lluvias.



caracteriza por presentar altas temperaturas medias del aire durante todo el año y breves períodos de lluvias a intervalos irregulares. Se clasifica como semi-árido, con precipitaciones medias anuales que oscilan entre 240 mm y 1500 mm (Prado 2003; Vasconcellos et al. 2010; Andrade et al. 2017). La mayor parte de la precipitación anual se concentra en tres o cuatro meses consecutivos, lo cual resulta en un elevado déficit de agua durante un largo período del año (Figura 3).

Debido al severo déficit hídrico, la vegetación de la Caatinga está compuesta principalmente por árboles y arbustos adaptados a la sequía periódica, como especies de hoja caduca y plantas suculentas (Prado 2003; Moro et al. 2014), con niveles significativos de endemismo (Albuquerque et al. 2012). Durante la estación seca, los árboles pierden sus hojas y el paisaje se vuelve seco y gris, y sólo algunas especies de árboles florecen durante la estación seca. Durante la temporada de lluvias, sin embargo, las hojas vuelven a brotar y la gran mayoría de árboles, arbustos y especies herbáceas producen flores (Reis et al. 2006; Maia-Silva et al. 2012; Santos et al. 2013; Quirino y Machado 2014). En este período a menudo muy corto de alta abundancia de recursos florales, las abejas recolectan rápidamente la mayor cantidad de alimento posible (Zanella y Martins 2003; Maia-Silva et al. 2015, 2018, 2020). Por tanto, la actividad de alimentación de las abejas está altamente sincronizada con el ciclo de floración anual de las plantas (Tabla 1).

### **Melipona subnitida: una especie de abeja sin aguijón originaria del bosque tropical seco brasileño**

La distribución geográfica de *Melipona subnitida* Ducke 1910 (Apidae, Meliponini) está restringida al noreste de Brasil (Camargo y Pedro 2007; Giannini et al. 2017). Esta especie de abeja sin aguijón es una de las pocas abejas eusociales adaptadas a las peculiaridades am-

bientales del bosque tropical seco brasileño (Zanella 2000; Hrnčir et al. 2019). Las colonias, cuyas poblaciones oscilan entre menos de 100 individuos durante la estación seca a más de 1.500 durante la temporada de lluvias (Maia-Silva et al. 2016), anidan en cavidades estrechas, preferentemente en especies arbóreas nativas (Carvalho y Zanella 2017). Para sobrevivir a las condiciones ambientales impredecibles de la Caatinga, *M. subnitida* desarrolló varias adaptaciones de comportamiento: (1) las abejas recolectan preferentemente alimentos de recursos altamente rentables durante la corta temporada de lluvias; (2) durante los meses secos, las colonias reducen la construcción de celdas de cría y, por lo tanto, las necesidades alimentarias; (3) los mecanismos fisiológicos adaptativos permiten que las abejas toleren altas temperaturas durante los vuelos de alimentación (Maia-Silva et al. 2015, 2016, 2018; Hrnčir et al. 2019; Maia-Silva et al. 2020). *Melipona subnitida* es utilizada tradicionalmente en la meliponicultura regional, y las colonias se multiplican a gran escala para la producción de miel. Además, es una especie clave en el noreste de Brasil, tanto para la polinización de plantas nativas como para la producción agrícola (Jaffé et al. 2015; Koffler et al. 2015). Sin embargo, la gran reducción del hábitat natural representa una gran amenaza para la conservación de las especies de abejas en el bosque tropical seco brasileño. El corte indiscriminado de árboles en este bioma reduce tanto los sitios de anidación como los recursos para las abejas nativas (Zanella y Martins 2003).

### **Plantas nativas del bosque tropical seco brasileño importantes para Melipona subnitida**

Los resultados de nuestros estudios melisopalínológicos indican que *M. subnitida* recolecta recursos florales principalmente de plantas que proporcionan grandes cantidades de alimento (polen, néctar), como especies de



floración masiva y plantas con anteras poricidas. Estas fuentes alimenticias altamente lucrativas incluyen árboles, arbustos y especies herbáceas de la flora nativa, lo cual demuestra la importancia de conservar todos los estratos vegetales pues son parte de la dieta de las abejas. La mayoría de estas plantas florecen durante la temporada de lluvias y suelen producir una gran cantidad de

flores. Sin embargo, algunas especies de árboles florecen en masa exclusivamente durante la estación seca, entre ellas *Anadenanthera colubrina* y *Myracrodruon urundeuva*. Estas lucrativas fuentes de polen y néctar son esenciales para el mantenimiento de las colonias de abejas eusociales durante los períodos prolongados de sequía (Maia-Silva et al. 2015, 2018, 2020).

**Tabela 1.** Especies de plantas que proporcionan polen y néctar para *Melipona subnitida* en el bosque tropical seco brasileño.

Familia	Especie
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão
Convolvulaceae	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.
	<i>Ipomoea bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Schult.
Euphorbiaceae	<i>Croton sonderianus</i> Müll.Arg.
	<i>Chamaecrista calycioides</i> (DC. ex Collad.) Greene
	<i>Chamaecrista duckeana</i> (P.Bezerra & Afr.Fern.) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz
Fabaceae, Caesalpinioideae	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Senna trachypus</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan
	<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.
Fabaceae, Mimosoideae	<i>M. caesalpiinifolia</i> Benth.
	<i>M. quadrivalvis</i> L.
	<i>M. tenuiflora</i> (Willd.) Poir.
	<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.
	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose
Malvaceae, Malvoideae	<i>Sida cordifolia</i> L.
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.
Passifloraceae, Turneroideae	<i>Turnera subulata</i> Sm.


Basándonos en nuestros estudios, hemos compilado una lista de las plantas más importantes que proporcionan recursos florales para las abejas durante todo el año, incluidos los períodos de sequía (Tabla 1). Recomendamos estas plantas para áreas de restauración y apicultura para facilitar la conservación de las abejas nativas y ayudar a la meliponicultura local. Estas plantas son impor-

tantes en áreas de restauración y mejora del hábitat para aumentar el éxito de los programas de conservación de las poblaciones de abejas nativas y mejorar la productividad de la apicultura sin aguijón (Maia-Silva et al. 2018).

**Agradecimientos:** Este estudio cumple con las leyes brasileñas vigentes y fue financiado con becas del Ministerio de

Nombre popular	Estrata	Recurso floral	Temporada de floración
aroeira	arbóreo	néctar	sequía
salsa	herbáceo	néctar	lluvias
salsa	herbáceo	néctar	lluvias
marmeleiro	arbustivo	néctar	lluvias
mata-pasto	herbáceo	polen	lluvias
mata-pasto	herbáceo	polen	lluvias
jucá	arbóreo	néctar	lluvias
são-joão	arbóreo	polen	lluvias
mata-pasto	arbustivo		lluvias
canafístula	arbustivo	polen	lluvias
mata-pasto	arbustivo	polen	lluvias
angico	arbóreo	polen	sequía
jurema	arbóreo	polen	lluvias
sabiá	arbóreo	polen	lluvias
malícia	arbustivo	polen	lluvias
jurema-preta	arbóreo	polen	sequía/lluvias
jurema-d'água	herbáceo	polen	lluvias
catanduva	arbóreo	néctar/polen	sequía/lluvias
unha-de-gato	arbóreo	néctar	lluvias
malva	herbáceo	néctar	lluvias
cabeça-de-velho	herbáceo	néctar	lluvias
chanana	herbáceo	polen	lluvias

Maia-Silva et al. (2015), Limão (2015), Pereira (2015), Costa et al. (2017), Maia-Silva et al. (2018), Maia-Silva et al. (2020).



Educación de Brasil (CAPES) para CCAC, JSP, AACL y CMS, así como subvenciones del Ministerio de Educación de Brasil para MH (CAPES: 3168/2013 ) y el Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico a VLIF (CNPq: 482218 / 2010-0, 406102 / 2013-9) y a MH (CNPq: 304722 / 2010-3, 309914 / 2013-2, 404156 / 2013-4). Queremos agradecer a UFERSA por el espacio proporcionado para la construcción del Espaço ASA y Syngenta para el apoyo financiero, así como al doctorado. Rubens Teixeira de Queiroz por la identificación botánica. A la Red de Catálogos Polínicos online - RCPol (proceso FDTE # 001505) por el apoyo para la publicación de estos datos.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

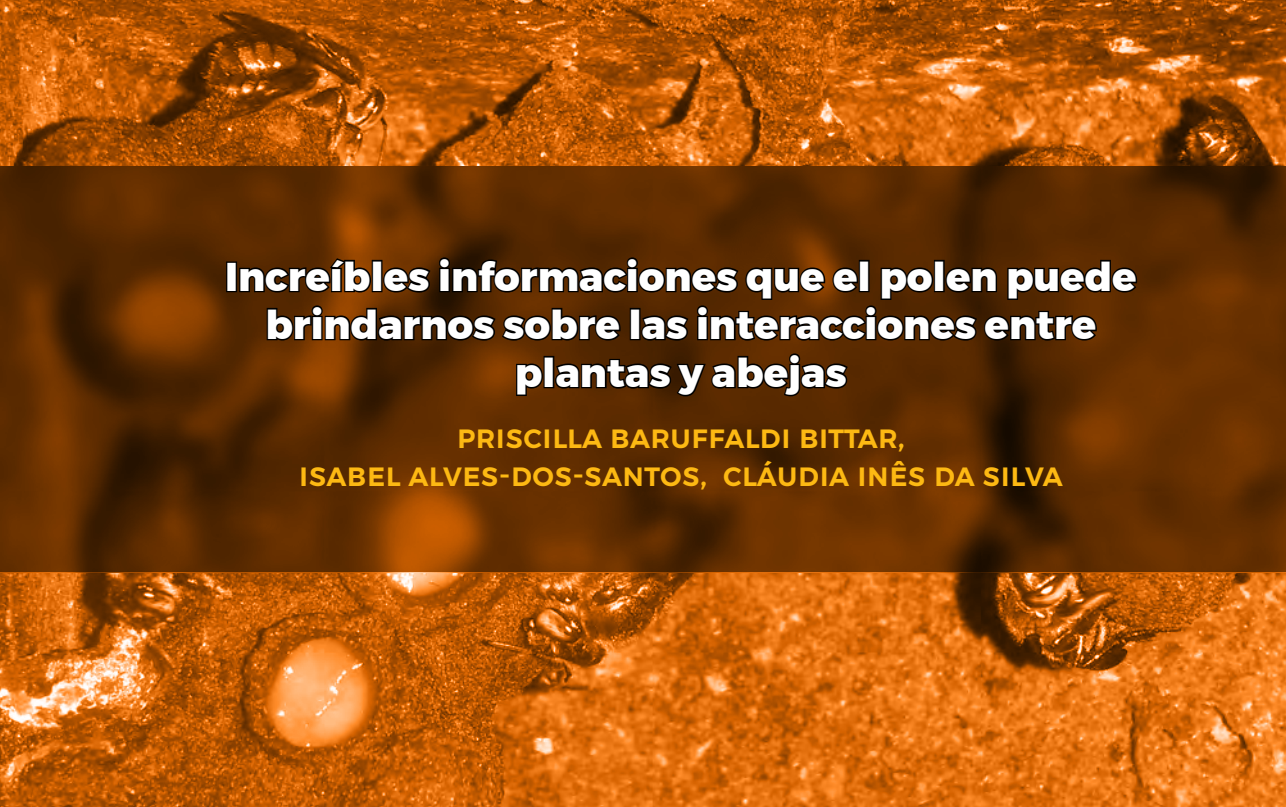
- Albuquerque UP, Araújo EL, El-Deir ACA, Lima ALA, Souto A, Bezerra BM, Ferraz EMN, Freire EMX, Sampaio EVSB, Las-Casas FMG, Moura GJB, Pereira GA, Melo JG, Ramos MA, Rodal MJN, Schiel N, Lyra-Neves RM, Alves RRN, Azevedo-Júnior SM, Telino Júnior WR, Severi W (2012) Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. *Sci World J* 2012: Arctilce ID 205182. doi:10.1100/2012/205182
- Andrade EM, Aquino DN, Chaves LCG, Lopes FB (2017) Water as capital and its uses in the Caatinga. In: Silva JMC, Leal IR, Tabarelli M (eds) *Caatinga – the largest tropical dry forest region in South America*. Springer International Publishing, Cham, pp 281–302.
- Camargo JMF, Pedro SRM (2007) *Meliponini* Lepeletier, 1836. In: *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region* (eds. Moure JS, Urban D, Melo GAR), pp. 272-578. Sociedade Brasileira de Entomologia, Curitiba.
- Carvalho AT, Zanella FCV (2017) Espécies de abelhas sem ferrão criadas no estado do Rio Grande do Norte. In: Imperatriz-Fonseca VL, Koedam D, Hrnrcir M (eds). *A abelha Jandaíra: no passado, no presente e no futuro*. EdUFERSA, Mossoró, p. 41-72.
- Costa CCA, Silva CI, Maia-Silva C, Limão AAC, Imperatriz-Fonseca VL (2017) Origem botânica do mel da jandaíra em áreas de Caatinga nativa do Rio Grande do Norte. In: Imperatriz-Fonseca VL, Koedam D, Hrnrcir M (eds). *A abelha Jandaíra: no passado, no presente e no futuro*. EdUFERSA, Mossoró, p. 161-166.
- Erdtman G (1960) The acetolized method - a revised description. *Sven Bot Tidskr* 54:561–564
- Giannini TC, Maia-Silva C, Acosta AL *et al.* (2017) Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. *Apidologie* 48, 784–794.
- Hrnrcir M, Maia-Silva C, Teixeira-Souza VHS, Imperatriz-Fonseca VL (2019) Stingless bees and their adaptations to extreme environments. *J Comp Physiol A* 205:415–426. doi:10.1007/s00359-019-01327-3.
- Jaffé R, Pope N, Carvalho AT, *et al.* (2015) Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *PloS One* 10, 1-21.
- Koffler S, Menezes C, Menezes PR, Kleinert AMP, Imperatriz-Fonseca VL, Pope N, Jaffé R (2015) Temporal variation in honey production by the stingless bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae): long-term management reveals its potential as a commercial species in Northeastern Brazil. *Journal of Economic Entomology*, 55.
- Limão AAC (2015) A influência dos fatores bióticos e abióticos no néctar coletado por *Melipona subnitida* (Apidae, Meliponini) na Caatinga. Master's thesis. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 60 pp.
- Maia-Silva C, Hrnrcir M, Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL (2015) Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. *Apidologie* 46:631–643. doi:10.1007/s13592-015-0354-1
- Maia-Silva C, Hrnrcir M, Imperatriz-Fonseca VL, Schorkopf DLP (2016) Stingless bees (*Melipona subnitida*) adjust brood production rather than foraging activity in response to changes in

- pollen stores. *J Comp Physiol A*. 202:723–732. doi:10.1007/s00359-016-1095-y
- Maia-Silva C, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI, Hrncir M (2014) Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Sociobiology* 61:378–385. doi:10.13102/sociobiology.v61i4.378-385
- Maia-Silva C, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI, Hrncir M (2019) Espaço ASA. Onde podemos voar juntos às abelhas. *Mensagem Doce*, v. 151, p. 18-21.
- Maia-Silva C, Limão AAC, Hrncir M, Pereira JS, Imperatriz-Fonseca VL (2018) The contribution of palynological surveys to stingless bee conservation: A case study with *Melipona subnitida*. In: Vit P, Pedro SRM, Roubik DW (eds) *Pot-pollen stingless bee melittology*. Springer International Publishing, Cham, pp 89-101.
- Maia-Silva C, Limão AAC, Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Hrncir M (2020) Stingless bees (*Melipona subnitida*) overcome severe drought events in the Brazilian tropical dry forest by opting for high-profit food sources. *Neotropical Entomology*, doi:10.1007/s13744-019-00756-8
- Maia-Silva C, Silva CI, Hrncir M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL (2012) Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Editora Fundação Brasil Cidadão; Fortaleza, Brasil. 191 pp.
- Moro MF, Lughadha EN, Filer DL, Araújo FS, Martins FR (2014) A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. *Phytotaxa* 160:1–118. doi:10.11646/phytotaxa.160.1.1
- Pereira JS (2015) Plantas importantes para a manutenção da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) em paisagem urbana do semiárido brasileiro. Bachelor's thesis. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 36 pp.
- Prado D (2003) As Caatingas da América do Sul. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (eds) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Editora Universitária UFPE, Recife, pp 3–73.
- Quirino Z, Machado I (2014) Pollination syndromes in a Caatinga plant community in northeastern Brazil: seasonal availability of floral resources in different plant growth habits. *Braz J Biol* 74:62–71. doi:10.1590/1519-6984.17212
- Reis AMS, Araújo EL, Ferraz EMN, Moura AN (2006) Inter-annual variations in the floristic and population structure of an herbaceous community of “caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. *Braz J Bot* 29:497–508. doi:10.1590/S0100-84042006000300017
- Santos JMFF, Santos DM, Lopes CGR, Silva KA, Sampaio EV, Araújo EL (2013) Natural regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil. *Environ Monit and Assess* 185:8287–8302. doi:10.1007/s10661-013-3173-8
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AA, Queiroz EP, Evaldt ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Caliman MJF, Wolff JL, Neto HFP, Garófalo CA. (2014) *Catálogo Polínico das Plantas Usadas por Abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto*. Holos; Ribeirão Preto, Brasil. 153 pp.
- Silva CI, Maia-Silva C, Ribeiro FA, Bauermann SG. (2012) O uso da palinologia como ferramenta em estudos sobre ecologia e conservação de polinizadores no Brasil. pp. 369–383. In Imperatriz-Fonseca V, Canhos D, Alves D, Saraiva A eds. *Polinizadores no Brasil - Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais*. EDUSP; São Paulo, Brasil. 488 pp.
- Vasconcellos A, Andreazze R, Almeida AM, Araujo HFP, Oliveira ES, Oliveira U (2010) Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Rev Bras Entomol* 54:471–476. doi:10.1590/S0085-56262010000300019
- Zanella FCV (2000) The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. *Apidologie* 31:579–592. doi:10.1051/apido:2000148
- Zanella FCV, Martins CF (2003) Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (eds) *Ecologia e Conservação da Caatinga* Editora Universitária UFPE, Recife, pp 75–134.



Inflorescencia de *Aechmea bromeliifolia*





# Increíbles informaciones que el polen puede brindarnos sobre las interacciones entre plantas y abejas

PRISCILLA BARUFFALDI BITTAR,  
ISABEL ALVES-DOS-SANTOS, CLÁUDIA INÊS DA SILVA

## Introducción

El polen es un marcador natural utilizado en diversos estudios de investigación palinológica, pues debido a su estructura de dispersión resistente es responsable por el transporte de los gametos masculinos de las flores. Los granos de polen tienen una pared formada por esporopolenina que les otorga dureza y longevidad, debido a la necesidad de proteger a los gametos masculinos de las adversidades como la luz ultravioleta, el estrés hídrico, el viento y la acción mecánica de los visitantes florales (Erdtman 1960). La distancia que recorren los granos de polen desde las anteras de una flor hasta el estigma de otra flor puede ser corta o muy larga, de centímetros a kilómetros dependiendo del agente de dispersión (el agua, el viento, los animales como insectos y vertebrados).

La mayoría de los visitantes de flores recolectan polen para el consumo de adultos o para alimentar a sus crías. Sin embargo, el polen a menudo se puede remover accidentalmente, por ejemplo,

cuando los animales visitan las flores para recolectar néctar, fragancias, aceites florales o resina. Al tocar las anteras, los granos de polen se adhieren a diferentes partes de sus cuerpos. Generalmente, estos granos se utilizan en el proceso de polinización, lo cual garantiza a las plantas la reproducción sexual y el mantenimiento de su variabilidad genética en las poblaciones (Rech et al. 2014). En esta interacción, la mayoría de las veces se benefician ambos: las plantas con la polinización cruzada y los animales con los recursos florales.

Entre los polinizadores, las abejas destacan por su diversidad y dependencia de las flores para sobrevivir. Las abejas recolectan polen que es utilizado como fuente de proteínas, minerales, vitaminas y precursores de hormonas. Las abejas también recolectan néctar, rico en carbohidratos, agua, minerales y vitaminas. Los aceites florales son la fuente de lípidos y se utilizan en la dieta de varias abejas solitarias (Michener 2007).

El polen depositado en el cuerpo de las abejas, recolectado directa o indirectamente, indica las fuentes de recur-

Los florales que visitaron. Debido a las características morfológicas únicas de los granos de polen, es posible identificar las especies de plantas y, en consecuencia, la composición de las plantas en la dieta de las abejas (Silva et al. 2014). Además, el análisis del polen almacenado en las celdas de cría permite obtener información sobre la disponibilidad de flores en el campo, las rutas de alimentación de las abejas y sus demandas nutricionales, clasificándolas como oligolécticas o polilolécticas (Cane y Sipes 2006). Una vez identificadas las especies vegetales utilizadas por las abejas, es posible buscarlas en el campo y evaluar el aporte de las abejas a sus sistemas de reproducción.

En este trabajo presentamos los resultados de un estudio de largo plazo a partir de un tipo de abeja de orquídeas, *Euglossa (Glossura) annectans* Dressier, 1982 (Euglossini), que tuvimos la oportunidad de criar en laboratorio durante algunas generaciones.

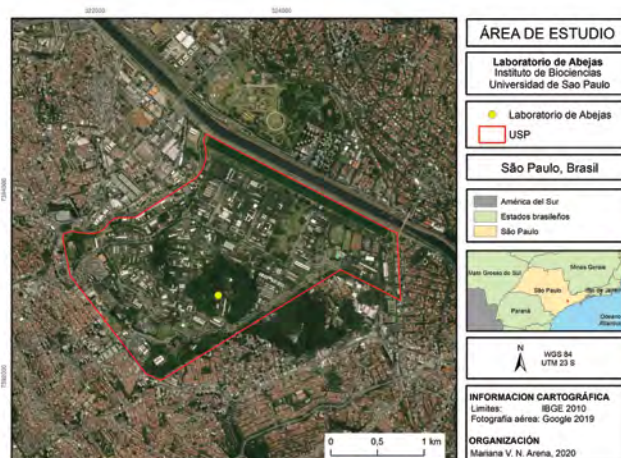
### Tradición del IBUSP en estudios sobre nicho trófico de abejas

El Laboratorio de Abejas del Instituto de Biociencias de la Universidad de São Paulo (IBUSP) tiene una larga tradición en estudios de abejas nativas y nichos tróficos mediante análisis de polen.

Se utilizaron diferentes protocolos para evaluar muestras de polen y miel, según el propósito de la investigación. Sin embargo, en casi todos los estudios, las muestras de polen se prepararon utilizando el método de acetólisis propuesto por Erdtman (1960), mientras que las muestras de miel se trataron de acuerdo con Louveaux et al. (1970), modificado por Iwama y Melhem (1979). El polen de las muestras se identificó por comparación con la colección de referencia en la Palinoteca ubicada en el Laboratorio de abejas y la literatura especializada (ver [www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)).

### Especies estudiadas y procedimiento de muestreo

Se mantuvo activo un nido de *E. annectans* en el laboratorio de abejas durante 5 años. Esta especie es comunal, es decir que más de una hembra habita en el nido (Garófalo et al. 1998; Boff et al. 2017). Durante el período de septiembre de 2014 a marzo de 2019, se tomaron muestras de polen almacenado en celdas de cría de nidos y presente en los cuerpos de las abejas. Al mismo tiempo, observamos a las abejas visitando flores en el *campus*, especialmente en los jardines del Instituto de Biociencias de la Universidad de São Paulo (23°56'47,93"S; 46°73'11,27"O) (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del Laboratorio de Abejas del Instituto de Biociencias, en el campus de la Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Según la clasificación propuesta por Köppen (1948), el clima de São Paulo es subtropical húmedo, caracterizado por un invierno seco y un verano lluvioso. Los jardines del IBUSP comprenden un área de aproximadamente 4,5 hectáreas, con presencia de especies de plantas ornamentales nativas y exóticas, así como especies ruderales (ver Knoll 1990; Kleinert y Silva 2020), con un área adyacente de 10 hectáreas de Bosque Atlántico semi-deciduo. Se puede encontrar información adicional sobre la flora del *campus* de la USP en Delitti y Pivello (2017) y Pirani y Luz (2020). Para muestrear el polen, insertamos microtubos de 1 mm de diámetro en celdas de cría para recolectar una muestra vertical del alimento, antes de que la hembra complete el proceso de provisión y ponga el huevo (Figura 2). Posteriormente, los microtubos se insertaron en un tubo *Falcon* con 2 mL de alcohol al 70% durante al menos 24 horas. Posteriormente, el material de polen se sometió a acetólisis (Erdtman 1960).

### Análisis de polen

Después de acetolizar las muestras de polen se realizaron preparados palinológicos con gelatina Kissler (Kissler

1935) sellados con barniz transparente. Se realizó un análisis cualitativo identificando los tipos de polen y las especies de plantas correspondientes. Se examinaron los primeros 400 granos de polen de cada muestra, como fue sugerido por Montero y Tormo (1990). Posteriormente, se calculó el porcentaje de cada tipo de polen en una muestra y luego se clasificó según Maurizio y Louveaux (1965): polen dominante ( $> 45\%$  de todos los granos contados en cada muestra), polen accesorio (15-45%), polen aislado importante (3-15%) y polen aislado ocasional ( $< 3\%$ ), debido a la frecuencia de los tipos de polen en las muestras.

### Resultados y discusión

Se analizaron un total de 156 celdas de cría de *E. annectans* y se identificaron 37 tipos de polen (Tabla 1). En algunas celdas de cría, el polen aprovisionado estuvo representado por casi una sola especie de planta ( $9 > 90\%$ ;  $3 = 100\%$ ). Esto es habitual en varias especies de abejas, pero en este caso fue sorprendente ya que esta planta tiene flores nectaríferas pero no poliníferas. Encontramos que la dieta de 19 individuos de *E. annectans* consistió en más de 70 a 100% de polen de



**Figura 2.** Nido de *Euglossa annectans* que muestra hembras trabajando en las celdas. Las flechas indican las celdas de cría, antes de que la hembra complete el proceso de provisión y ponga el huevo.

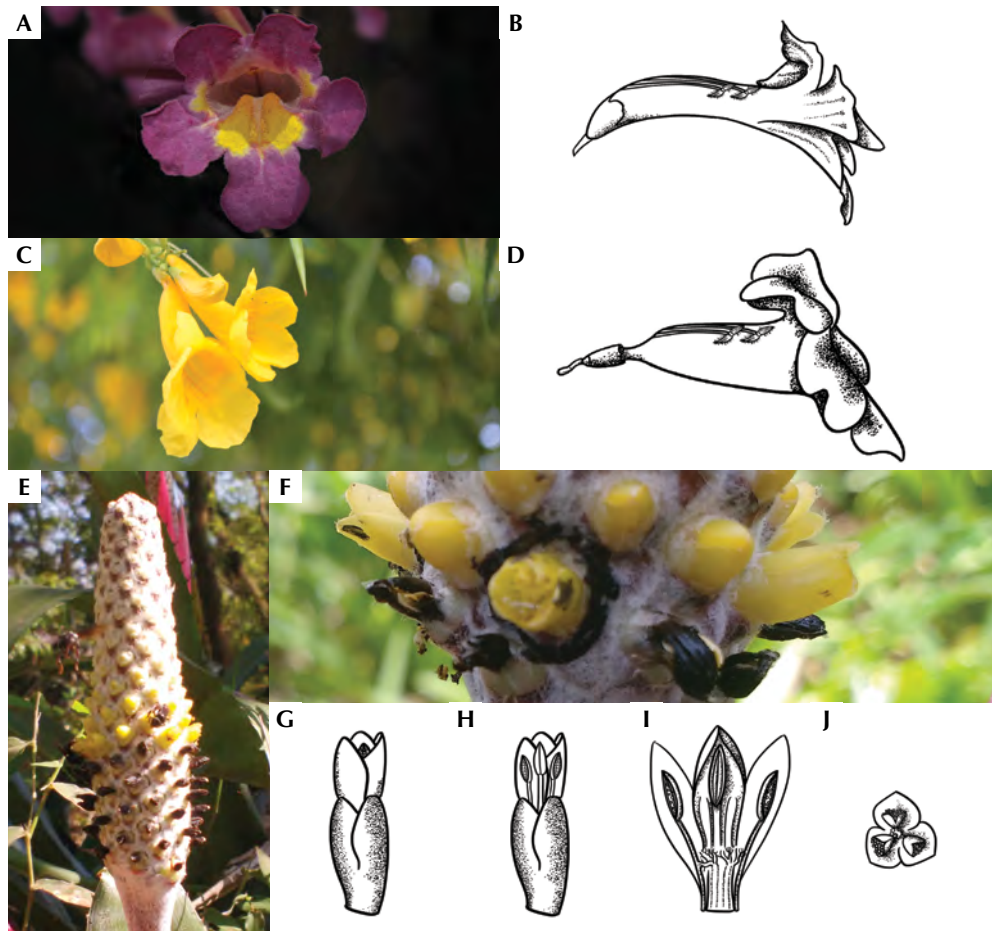
**Tabla 1.** Especies de plantas identificadas por análisis de polen almacenado en celdas de cría de *Euglossa annectans* durante el período de septiembre de 2014 a marzo de 2019, en el Laboratorio de Abejas del Instituto de Biociencias de la Universidad de São Paulo, Brasil. PRD: Principal Recurso Disponible para atraer al visitante floral. El tipo de polen *Tecoma stans* incluye *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC.).

Familia	Tipos polínicos/Especies	PRD	Total %
Acanthaceae	<i>Thumbergia erecta</i> (Benth.) T. Anderson	n	0,25
Apocynaceae	<i>Mandevilla</i> sp.	n	0,01
Asphodelaceae	<i>Bulbine frutescens</i> (L.) Willd.	n	0,02
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	n	0,14
Bignoniaceae	<i>Amphilophium</i> sp.	n	0,09
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Kunth	n	16,55
Bromeliaceae	<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	n	3,17
	<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	n	4,23
	<i>Quesnelia arvensis</i> Mez	n	5,11
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	p,n	2,88
	<i>Tradescantia pallida</i> Boom	p,n	0,45
Convulvolaeae	<i>Ipomoea</i> sp.	n	0,02
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.	n	0,05
Indeterminada	Indet sp1		0,86
	Indet sp2		0,13
Lamiaceae	<i>Callicarpa reevesii</i> Wall. ex Walp.	n	0,21
	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz	n	0,01
	<i>Senna</i> sp.	p	7,83
Leguminosae	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	p,n	0,08
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	p	2,05
	<i>Erythrina</i> sp.	n	0,04
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Ravenna	n	0,4
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	p	0,06
	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	p	6,17
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	p,n	0,48
	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	p,n	0,26
	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill	p,n	1,83
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	p,n	1,01
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	p	1,43
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	p	2,41
Myrtaceae	<i>Syzygium</i> sp.	p,n	0,98
	<i>Palicourea</i> sp.	n	0,29
Rubiaceae	<i>Citrus</i> sp.	p,n	0,02
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp.	n	0,01
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	p	38,4
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i> L.	n	0,01
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	n	2,08

Bignoniaceae (polen tipo *Tecoma stans*, incluido *Handroanthus impetiginosus*), mientras que la dieta de 10 individuos comprendía más de 45 a 100% de polen de *Aechmea bromelifolia*, *Aechmea distichantha* o *Quesnelia arvensis* (Bromeliaceae). ¿Cómo se explica que las hembras recogieron una gran cantidad de polen en este tipo de flor, dónde las anteras se insertan en los tubos florales?

La morfología floral más representativa en estas dos familias botánicas son las siguientes: Las especies de Bignoniaceae tienen flores tubulares con un estrechamiento en la base de la corola,

donde se encuentra la cámara de néctar (Figura 3A-D). Los estambres se ubican en la parte interna superior de la corola, lo cual restringe el acceso al polen (Figura 3A-D). Los granos de polen se liberan en grupos cuando el visitante floral ejerce presión sobre las tecas, dilatando la abertura longitudinal (Silva et al. 2007). En el caso de Bromeliaceae (Figura 3 E-J), las flores son tubulares y los estambres están fusionados en el centro (Figura 3 F y J) (Bernardello et al. 1991). Las anteras presentan apertura longitudinal y se dirigen hacia la corola (Figura 3H-J). Las flores de estas dos familias de plantas son

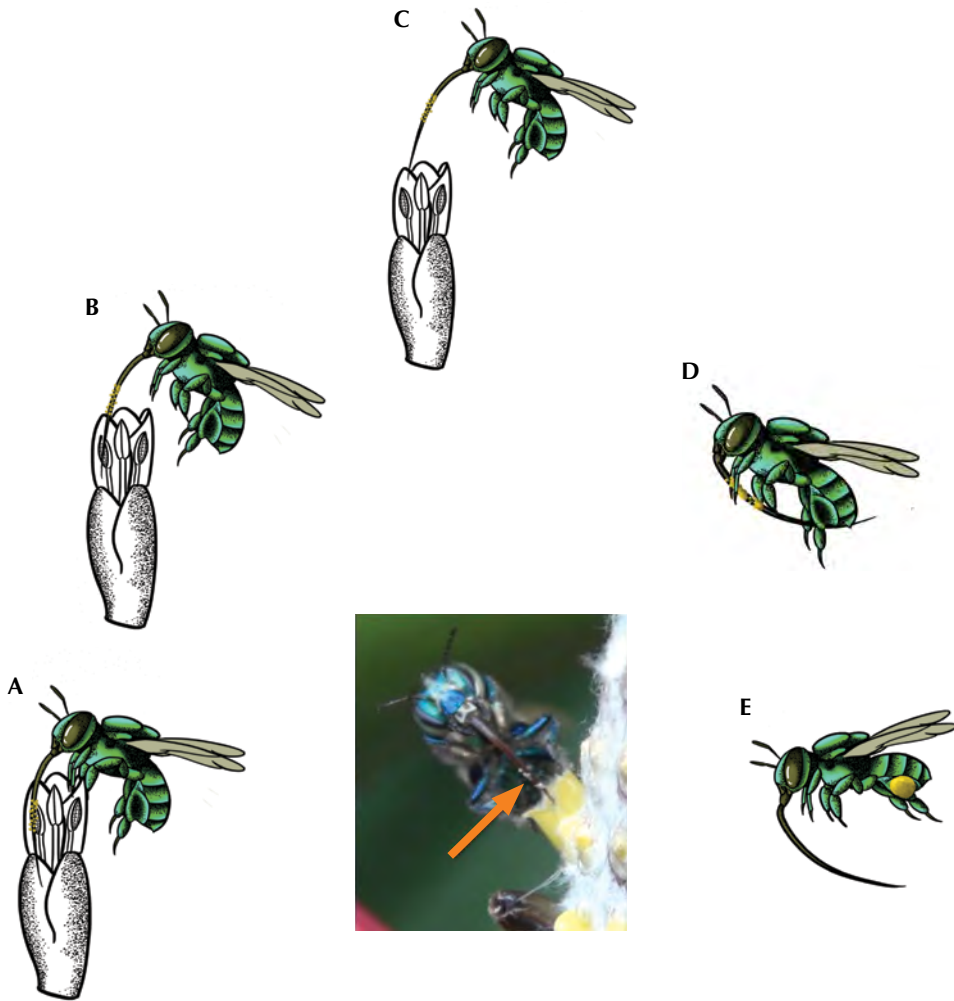


**Figura 3.** Flores de Bignoniaceae y Bromeliaceae. A-B) *Handroanthus impetiginosus*. C-D) *Tecoma stans*. E-I) *Aechmea bromelifolia*. E-F) Inflorescencia. G-I) Flores aisladas - vista lateral, vista lateral mostrando las posiciones de las anteras, sección de la flor con abertura longitudinal de las anteras dirigida hacia la corola y sección transversal de la flor, respectivamente.

exclusivamente nectaríferas (Galetto y Bernardello 2003) y el polen se deposita accidentalmente en el cuerpo de los visitantes florales, especialmente en la cabeza (Silva et al. 2007; Araújo et al. 2011).

Debido a la morfología floral de Bignoniaceae y Bromeliaceae, como se describió, las abejas requieren ciertas habilidades para recolectar polen cuando se alimentan de estas flores. Observando las visitas de *E. annectans* a flores de *A.*

*bromelifolia*, registramos que, mientras se recolecta el néctar, se deposita una gran cantidad de polen en la lengua de las hembras (Figura 4A-E). Al dejar las flores, aún con lengua distendida, las hembras transfieren el polen a las corbículas en las peirnas posteriores. Las hembras siempre se mueven dentro y fuera de una flor con lenguas distendidas, ya sea en especies de Bromeliaceae o Bignoniaceae. Este comportamiento se ha reportado en es-

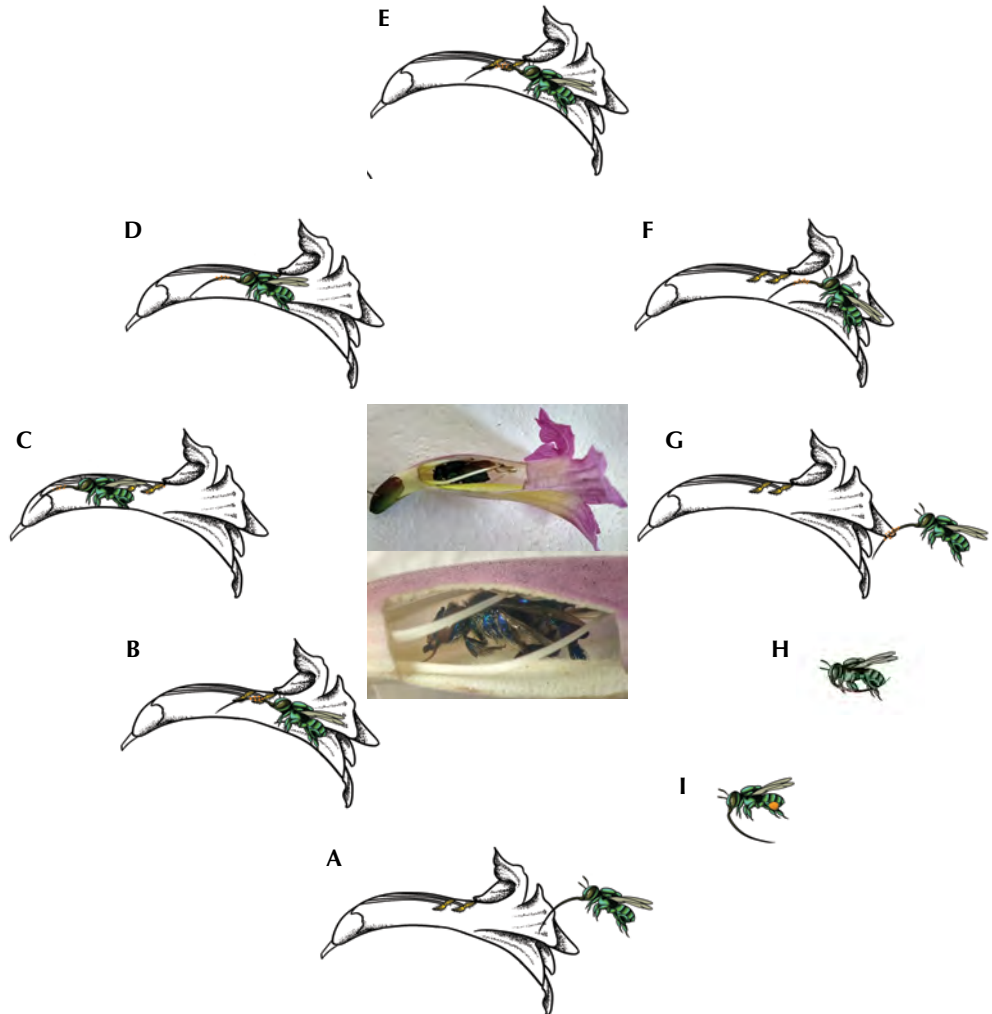


**Figura 4.** Secuencia de visita de la hembra de *Euglossa annectans* en flor de *Aechmea bromelifolia* para recolectar néctar y polen usando la lengua. A) La hembra inserta su lengua en la flor para recolectar néctar y polen. B-C) La hembra deja la flor con granos de polen depositados en la lengua. D) La hembra se raspa la lengua con las piernas anteriores y las piernas medianas y se traslada a las piernas posteriores. E) Hembra con el polen almacenado en las corbículas en el par de piernas posteriores.

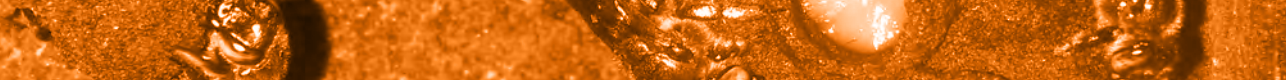
pecies de *Euglossini* que visitan flores de *T. stans* (Silva et al. 2007), *Odontadenia lutea* (Apocynaceae) (Silva y Torezan-Silingardi 2008) y *Jacaranda rugosa* (Millet-Pinheiro y Schlindwein 2009).

En el *campus* también observamos que cuando las hembras de *E. annectans* dejan las flores de *T. stans* y *H. impetiginosus* (Bignoniaceae), se limpian la lengua donde se encuentran cúmulos

de polen con las piernas anteriores, y transfieren los granos de polen a las piernas medianas y luego a las corbículas (Figura 5A-I), exactamente como se observa en las flores de Bromeliaceae. En las flores de estas Bignoniaceae, las anteras se colocan en la parte superior de la corola tubular con las hendiduras longitudinales hacia abajo (Figura 3D). Esta morfología impide recolectar el polen



**Figura 5.** Secuencia de visita de *Euglossa annectans* hembra en flor de *Handroanthus impetiginosus* para recolectar néctar y polen usando la lengua. A) La hembra llega a las flores con la lengua extendida. B-C) La hembra inserta su probóscide en la flor para recolectar el néctar. D-G) La hembra deja la flor con granos de polen depositados en la lengua. H) La hembra se raspa la lengua con las piernas anteriores y las medianas y traslada el polen a las piernas posteriores. I) Hembra con el polen almacenado en las corbículas de las piernas posteriores.



con las piernas (Figura 5A-I). Después de observaciones en el campo y en simulaciones experimentales se confirmó que las hembras de *E. annectans* recolectaban activamente granos de polen sincrónicamente con la recolección de néctar usando sus lenguas.

Tanto *H. impetiginosus* como *T. stans* tienen un estigma bífido, sensible al tacto (Silva et al. 2007). Justo después de que la abeja ingresa a la flor y toca el estigma, se cierra, evitando que la flor se autopolinice, ya que la abeja lleva una gran cantidad de polen en su lengua, exactamente como se muestra en la Figura 5A-I. Milet-Pinheiro y Schindwein (2009) encontraron que lo mismo ocurre en *Jacaranda rugosa*, luego de la visita de *E. melanotrica* y *E. cordata*.

Gentry (1974) asoció la polinización de la mayoría de las especies de Bignoniaceae estudiadas en Costa Rica y Panamá con las abejas *Euglossini*, pero hasta entonces no estaba claro el proceso completo de transferencia de polen. Silva et al. (2007) observaron siete especies de abejas *Euglossini* (*Eulaema*, *Eufriesea* y *Euglossa*) visitando flores de *T. stans* en diferentes áreas de São Paulo y Minas Gerais. Además, se registró una cantidad significativa de polen de Bignoniaceae en las celdas de cría de *Euglossa* spp. en Santa Marta (Colombia) y Belem (Brasil) (datos inéditos de Sepúlveda y Silva, respectivamente), mostrando que las especies de Bignoniaceae contribuyen significativamente a la dieta de las crías de *Euglossa* en diferentes regiones.

Es posible que varias especies de Bromeliaceae dependan de *Euglossini* para la polinización. Silva (datos no publicados) observó *Euglossa* spp. visitando flores de *Q. arvensis* en la isla Cardoso, sur de São Paulo, y el polen de esta especie también estuvo presente en la dieta de los inmaduros de *E. annectans* (Tabla 1). En este estudio mostramos la importancia de observaciones refinadas sobre el comportamiento de los visitantes florales y también cuántas informaciones pueden revelar el polen sobre las interacciones entre abejas y plantas. Nuevos estudios detallados sobre la polinización de las especies de Bromeliaceae identificadas en la dieta de *E. annectans* se están llevando a cabo con el fin de comprender cómo se produce exactamente la recolección de polen con la lengua, así como evaluar el papel de esta especie de abeja como polinizador.

**Agradecimientos:** Agradecemos a la Universidad de São Paulo – USP. Red de Catálogos Polínicos online - RCPol – y colaboradores. Investigadores del Laboratorio de Abejas de la Universidad de São Paulo, São Paulo. Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico - CNPq 102906 / 2013-0 y CNPq 148483 / 2013-5. Fundación de Investigaciones de São Paulo - FAPESP 2014 / 22260-7. Fundación para el Desarrollo Tecnológico de la Ingeniería - FDTE 001505. Mariana V. N. Arena por hacer el mapa del área de estudio y Roberta Radaeski por el apoyo con las ilustraciones de abejas y flores.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA


- Araújo FP de, Farias YEF, Oliveira PE (2011) Biología floral e visitantes de *Gaylussacia brasiliensis* (Spr.) Meissner (Ericaceae) - uma espécie com anteras poricidas polinizada por beija-flores. *Acta Bot Brasilica* 25:387–394. doi: 10.1590/S0102-33062011000200015.
- Bernadello LM, Galetto L, Juliani HR (1991) Floral Nectar, Nectary Structure and Pollinators in Some Argentinean Bromeliaceae. *Ann Bot* 67:401–411.
- Boff SV, Saito CA, Alves dos Santos I (2017) Multiple aggressions among nestmates lead to weak dominance hampering primitively eusocial behaviour in an Orchid Bee. *Sociobiology* 64:202-211. DOI: 10.13102/sociobiology.v64i2.1396
- Cane JH, Sipes S (2006) Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a



- revised lexicon for oligolecty. In: Waser NM, Ollerton J (eds.) Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization. The University of Chicago Press, Chicago, pp 99-122.
- Erdtman G (1960). The acetolysis method: a revised description. *Svensk Bot Tidskr* 54: 561-564.
- Galetto L, Bernardello G (2003) Nectar sugar composition in angiosperms from Chaco and Patagonia (Argentina): an animal visitor's matter? *Plant Syst Evol* 238:69–86. doi: 10.1007/s00606-002-0269-y
- Garófalo CA, Camillo E, Augusto SC, Jesus BMV, Serrano JC (1998) Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Revista Brasileira de Zoologia* 15:589-596. doi: 10.1590/S0101-81751998000300003
- Gentry AH (1974). Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6: 64-68.
- Iwama S, Melhem TS (1979) The pollen spectrum of the honey of *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae). *Apidologie* 10:275–295. doi:10.1051/apido:19790305
- Kisser J (1935) Bemerkungen Zum Einschluss in glycerim *Z. Wiss.*
- Kleinert AMP, Silva CI (2020) Plantas e pólen em áreas urbanas: uso no paisagismo amigável aos polinizadores. CISE, Rio Claro.
- Knoll FRN (1990) Abundância relativa, sazonalidade e preferências florais de Apidae (Hymenoptera) em uma área urbana (23°33'S; 46°43'W). Doctoral thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Köppen W (1948) Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de cultura económica, Mexico.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G (1970) Methods of melissopalynology. *Bee World* 51:125–131.
- Maurizio A, Louveaux J (1965) Pollens de plantes mellifères d'Europe. Union des groupements apicoles français, Paris.
- Michener CD (2007) The bees of the world. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Milet-Pinheiro P, Schlindwein C (2009) Pollination in *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae): Euglossine pollinators, nectar robbers and low fruit set. *Plant Biol* 11:131–141. doi: 10.1111/j.1438-8677.2008.00118.x
- Montero I, Tormo R (1990) Análisis polínico de mieles de cuatro zonas montañosas de Extremadura. *Nac Asoc Palinol Leng Española* 5:71–78.
- Rech A, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC (2014). *Biologia da Polinização*. Projeto Cultural, Rio de Janeiro.
- Silva CI, Augusto SC, Sofia SH, Moscheta IS (2007) Diversidade de Abelhas em *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na Polinização e Produção de Frutos. *Neotrop Entomol* 36:331–341. doi: 10.1590/S1519-566X2007000300002
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AA, Queiroz EP, Evaldit ACP, Aleixo KP, Castro MMN, Faria LB, Ferreira-Caliman MJ, Wolff JL, Paulino-Neto HF, Garofalo CA (2014) Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto. *Holos*, Ribeirão Preto.
- Silva CI, Torezan-Silingardi HM (2008) Reproductive biology of tropical plants. In: *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. UNESCO Eolss, Publishers Paris.



*Melipona marginata* en los potes de miel



# Nicho trófico de *Melipona (Eomelipona) marginata* Lepeletier, 1836 - en los campos aluviales de la Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras, en el Bosque Atlántico Sur de Brasil

FRANCIÉLLI CRISTIANE GRUCHOWSKI-WOITOWICZ,  
CLÁUDIA INÊS DA SILVA, MAURO RAMALHO

## Institución y grupo de investigación

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Ecología de Polinización (Ecopol), de la Universidad Federal de Bahia (UFBA). Líneas de investigación del laboratorio: Ecología de comunidades; ecología de polinización; ecología de la interacción animal-planta y ecología de la conservación. El objetivo es generar subsidios ecológicos para la gestión de ambientes naturales, buscando alternativas que promuevan la conectividad en paisajes fragmentados.

## El proyecto

La influencia de la biodiversidad en la regulación de los procesos y servicios de los ecosistemas es uno de los hallazgos científicos mejor establecidos en la ecología contemporánea. Por tanto, la identificación del papel de los grupos funcionales en la topología de las redes de interacción ecológica es de gran interés cuando se trata de la conservación de los servicios de polinización a diferentes

escalas espaciales (local, regional y global). Las abejas sociales Meliponini forman un grupo de central importancia en el proceso de polinización en ambientes de zonas tropicales y subtropicales, dado su dominio numérico en comunidades ecológicas y el comportamiento generalista de uso de recursos florales. Aunque sus pobladas colonias con un ciclo de vida perenne conducen a un comportamiento generalista, muchas especies pueden tener preferencias temporales, concentrando la exploración de néctar y polen en algunas fuentes florales, a menudo más productivas como por ejemplo especies con floración masiva, abundantes y concentradas en el espacio-tiempo.

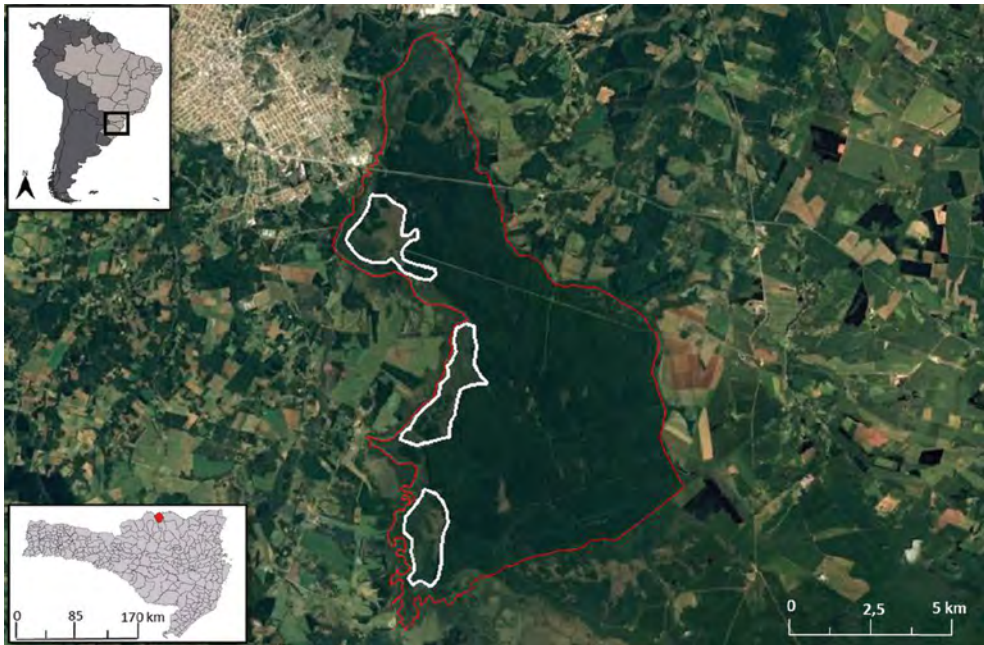
En este proyecto, de manera inédita, manipulamos la abundancia de una especie focal, *Melipona (Eomelipona) marginata*, un Meliponini abundante en la comunidad local. A partir de entonces, cruzamos amplios datos de visitas a las flores con datos extensivos de forrajeo de polen y néctar por esta especie. La organización y complementariedad de estos datos (observaciones sobre flores y carac-

terización paralela del polen en el cuerpo de las abejas), con la caracterización de la red general en la comunidad y el detalle de subestructuras (redes de polen o de néctar; dinámica temporal de las redes) posibilitaron un análisis estructural y dinámico más realista de la funcionalidad ecológica en la comunidad de polinizadores visitantes de flores. Como resultado del proyecto, obtuvimos la tesis doctoral en Programa de Postgrado en Ecología y Bio-monitoreo - Universidad Federal de Bahía (UFBA), titulada: Influencia de las abejas sociales Meliponini en la topología de redes de interacción flor-visitante: prueba de campo experimental.

### Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras

El estudio se llevó a cabo en campos de llanura aluvial dentro de la Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras, Región Sur de Brasil (26°13'12,81"S;

50°18'16,76"O). FLONA se ubica dentro del Dominio de la Mata Atlántica (Selva Tropical), donde predomina el Bosque Mixto Ombrófilo (Bosque de Araucarias). Otras dos formaciones vegetales muy significativas ocurren dentro del área de distribución del Bosque Mixto Ombrófilo sobre suelos aluviales en relieve plano a lo largo de las riberas de los ríos (IBGE 2004): "Bosque Mixto Ombrófilo Aluvial" (Bosque de Galería) y vegetación pionera con influencia fluvial, también conocido como campos de llanura aluvial. Los bosques aluviales y los campos de llanuras aluviales representan el 50% del área de FLONA (Figura 1). El clima de la región es Cfb (Köppen 1948), templado, constantemente húmedo, sin estación seca, con veranos frescos y frecuentes heladas durante el invierno. La temperatura media anual varía de 15,5 a 17,0° C. La precipitación total anual varía entre 1.360 y 1.670 mm y la humedad relativa entre 80 y 86,2%.



**Figura 1.** Imagen satelital de la Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras (delimitada en rojo), en el Bosque Atlántico Sur, Estado de Santa Catarina, Brasil, con los tres sitios experimentales en campos de llanura aluvial delimitados en blanco.

## Descripción de la vegetación en el área de estudio

Los campos de la llanura aluvial están asociados con suelos hidromórficos, con buenos niveles de nutrientes (Marques 2007). Son ambientes frágiles, con origen y funcionamiento ligados a la deposición de sedimentos geológicamente recientes, sometidos a inundaciones durante un período determinado del año, como consecuencia de regímenes de lluvias (Ducke y Black 1954). Desde un punto de vista ecológico, se deno-

minan áreas de transición, presentando características del terreno y del medio fluvial, con varias particularidades (Schöngart et al. 2004). Se caracterizan por una comunidad vegetal de apariencia muy homogénea, con un color entre verde en verano al marrón en invierno, debido a la acción de las heladas (Figura 2) y albergan una alta biodiversidad de plantas y animales (Mata et al. 2011). Los usos de este medio se centran en la extracción vegetal y la ganadería extensiva, con pocos estudios sobre interacciones biológicas y explotación sostenible.



**Figura 2.** Imagen de los campos de llanura aluvial de la Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras, en el Bosque Atlántico Sur de Brasil.

## Métodos utilizados para organizar las colecciones de plantas (herbario), polen y abejas (entomológicas)

Los muestreos de campo se llevaron a cabo en el verano y en la primavera en 2016 y 2017, abarcando las estaciones durante las cuales las abejas se alimentan más intensamente de flores. Tres sitios experimentales de llanuras aluviales fueron seleccionados y estaban separados por al menos 1 km - sitios espacialmente independientes. En cada área de muestreo se demarcaron tres parcelas rectangulares de 500 x 20 m (1 hectárea) para la recolección de datos, para un total de 18 parcelas (3 sitios experimentales x 2 áreas x 3 parcelas). La abundancia de *M. marginata* se incrementó en un área de muestreo de cada sitio experimental insertando un nido de esta abeja en el centro de cada una de las tres parcelas (PCN), mientras que no se insertaron nidos en las otras parcelas (PSN) (sin cambio en abundancia). Elegimos *M. marginata* para este experimento sobre el efecto de la abundancia en las redes de interacción porque es abundante en FLONA y está naturalmente presente en todos los sitios experimentales de los campos de llanura aluvial.

En cada parcela, las abejas que buscaban polen y/o néctar fueron registradas y muestreadas con redes entomológicas entre las 9:00 y las 16:30h para reducir los efectos de la variación diaria en la actividad de búsqueda. Durante este momento del día, durante los primeros 30 minutos de cada hora, un recolector monitoreó toda el área de cada parcela (1 hectárea), recolectando abejas durante al menos cinco minutos en cada planta. Las abejas recolectadas fueron fijadas, medidas e identificadas a nivel de género o morfoespecie con la ayuda de especialistas. Los ejemplares fueron depositados en la colección entomológica de BIOSIS - Laboratório de Bionomia, Biogeografía e Sistemática de Insetos, de la Universidad Federal de Bahia (UFBA).

Se recolectaron muestras de las

plantas con flores visitadas por las abejas para la preparación de los *vouchers*, los cuales se encuentran depositados en el Herbario del Museo Botánico Municipal de Curitiba, Estado de Paraná. Se tomaron muestras de botones florales antes de la antesis para cada especie de planta y se conservaron en alcohol al 70% y se aplicó el método de acetólisis, siguiendo el protocolo de Silva et al. (2014). Con el polen acetolizado se prepararon láminas microscópicas, las cuales fueron depositadas en la colección de polen del Laboratorio de Abejas, Instituto de Biología, Universidad de São Paulo (IBUSP). Los granos de polen fueron fotografiados y descritos siguiendo el protocolo de la RCPol - Red de Catálogos Polínicos online ([www.rcpol.org.br](http://www.rcpol.org.br)).

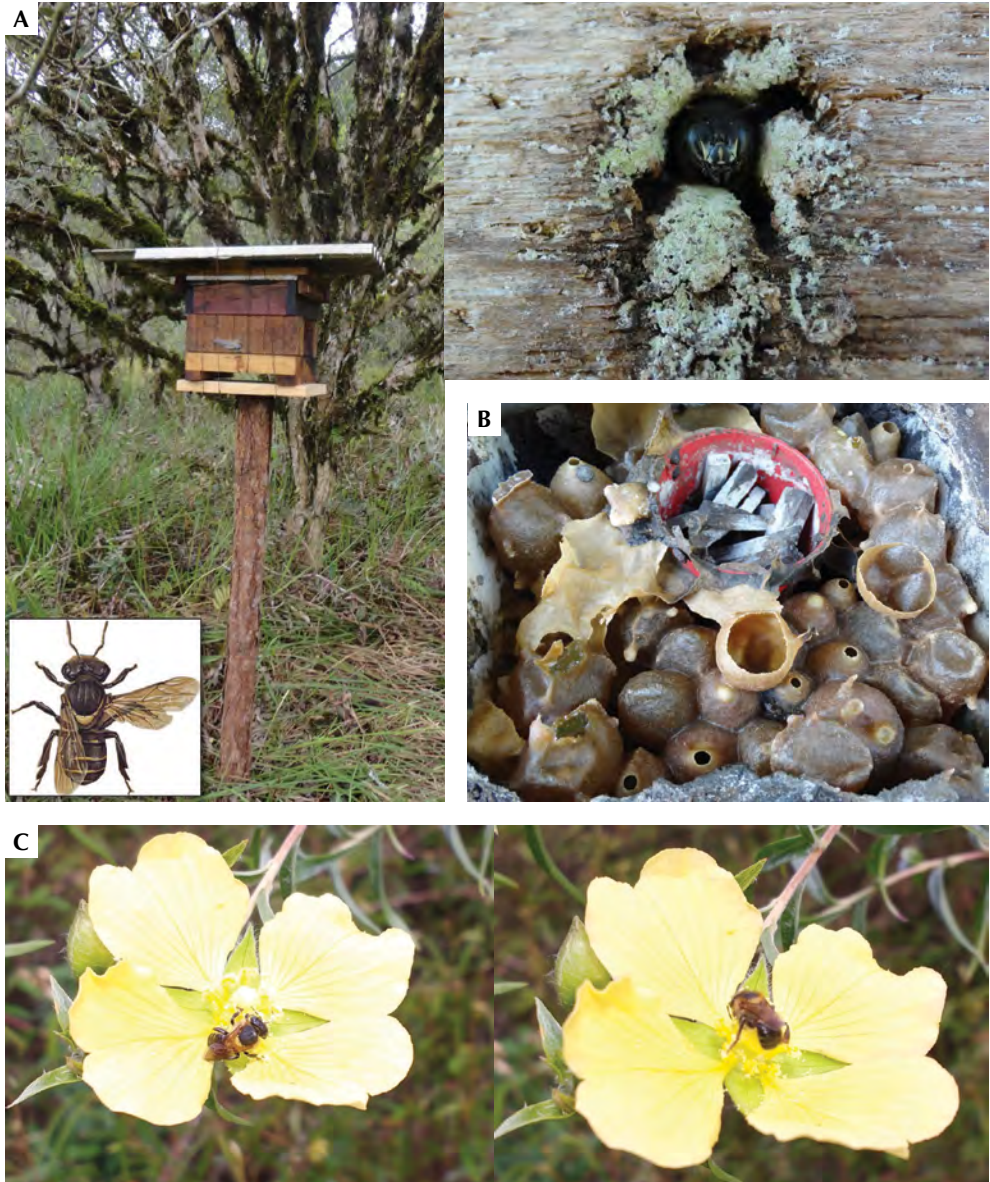
El polen que se recogió del cuerpo de las abejas (incluido el polen de corbículas) se sometió a la acetólisis (Erdtman 1952) siguiendo el protocolo de Silva et al. (2014). Los granos de polen de las abejas se identificaron por comparación con el polen de referencia. Bajo el microscopio óptico, se contaron e identificaron los primeros 400 granos de polen de cada muestra (Montero y Tormo 1990). Según el porcentaje de la muestra, los granos se categorizaron según Louveaux et al. (1970, 1978). Para que una planta se considere importante en la dieta de *M. marginata*, se preestableció arbitrariamente que su polen debería tener la representación mínima del 10% (Ramalho et al. 1985) en el conjunto de muestras de polen de abejas de esta especie, recolectadas cada día.

### *Melipona (Eomelipona) marginata* Lepeletier, 1836

Las abejas sociales sin aguijón (Apidae: Meliponini) son visitantes florales importantes de varias especies botánicas, debido a sus hábitos de alimentación y comportamiento de forrajeo de alimento (Ramalho et al. 1990). *Melipona (Eomelipona) marginata*, conocida popularmente como Manduri, es una de las más pequeñas de su género (Nogueira-Neto 1963). Se ha demostrado que las especies del género *M.*

*marginata* junto con otro, dependen de los ambientes forestales, no encontrándose en ambientes abiertos, siendo también, aparentemente, exigentes en cuanto al tamaño y/o calidad del fragmento de bosque (Silveira et al. 2002). En los muestreos realizados en los campos de la llanura aluvial de

FLONA durante la primavera y el verano, encontramos que *M. marginata* visitaba un total de 21 especies de plantas. Con base en el análisis del polen adherido al cuerpo y las corbículas de la forrajera *M. marginata*, relacionamos 13 especies de plantas utilizadas para su alimentación y encontramos



**Figura 3.** Imagen de *Melipona (Eomelipona) marginata* Lepeletier, nido de 1836 (A), macetas de miel y polen (B) y flores de *Ludwigia sericea* (Cambess) H. Hara, en los campos de llanura aluvial de la Reserva Forestal Nacional (FLONA) de Três Barras, en el Bosque Atlántico Sur de Brasil. \*Imagen de *Melipona (Eomelipona) marginata* Lepeletier, 1836: Camargo et al. 1967.

que esta especie generalista interactúa con prácticamente todas las especies de plantas con abundantes floraciones en el hábitat, a menudo concentrando la búsqueda de alimento dentro de este subconjunto (Tabla 1). Durante la primavera, *M. marginata* se concentró en la búsqueda de alimento de polen y néctar exclusivamente en especies de plantas de floración masiva. En esta época del año, buscaba polen principalmente en flores de *M. eousma* (40%), *S. terebinthifolius* (16%) y *R. sphaerosperma* (13%), y néctar en flores de *R. sphaerosperma* (45%), *S. glandulosomarginata* (20%) y *B. pseudovillosa* (11%). Durante el verano, *M. marginata* se alimentaba de néctar en flores principalmente de dos especies de plantas: *H. rigidum* (75%) y *L. sericea* (25%), y también se usaron como fuentes de polen en este período *H. rigidum* (32%) y *L. sericea* (26%) seguido por *C. ceanothifolius* (21%). Sólo esta última fuente de polen tiene floración masiva. De todas las especies de plantas muestreadas en el presente estudio en las áreas de llanura aluvial, el 82% tiene floración masiva (Woitowicz 2019), lo que favorece la visita de especies adaptadas a este tipo de floración, como las especies de abejas de la tribu Meliponini, como fue señalado. Las abejas nativas sin aguijón aparecen generalmente asociadas a floraciones masivas, registradas principalmente

en especies arbóreas del bosque atlántico (Ramalho 2004; Ramalho y Batista 2005) y, probablemente, tienen una fuerte influencia en el éxito reproductivo de estos árboles, jugando un papel relevante en la regeneración natural del bosque (Ramalho 2004). Tal asociación con árboles que exhiben floración masiva es frecuente, ya que los individuos de la tribu Meliponini tienen adaptaciones para explotar recursos concentrados en el espacio y el tiempo, tales como grandes colonias perenes, comunicación de fuentes florales y almacenamiento de polen y néctar en exceso para uso futuro (Michener 2000; Ramalho 2004).

**Agradecimientos:** Agradecemos a todas las personas que ayudaron durante el trabajo de campo (Adilson, Jucélia, Adriele, Igor, Rafael, Thiago, Patrícia, Tayanne, Bianca, Juliano, Jenny, Jailson). Nosotros agradecemos a FAPESB por su apoyo económico parcial de la investigación (Nº BOL1974 / 2014) y redacción del manuscrito (TO APP 0061/2016). También agradecemos a Favízia Freitas de Oliveira (BIOSIS - UFBA) por identificar especies de abejas y a Osmar Ribas (UFPR) por identificar plantas. La RCPol - Red de Catálogos Polínicos online - y la FDTE (Nº 001505) como apoyo a la investigación.

**Tabla 1.** Especies de plantas utilizadas por *Melipona (Eomelipona) marginata* Lepeletier, 1836 en áreas de llanuras aluviales en FLONA (Bosque de Três Barras, SC; Sur de Brasil).

Familia	Especies/Géneros de plantas
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i> Reissek
Asteraceae	<i>Baccharis pseudovillosa</i> Malag. & J.Vidal
Asteraceae	<i>Lessingianthus glabratus</i> (Less.) H.Rob.
Euphorbiaceae	<i>Croton ceanothifolius</i> Baill.
Hypericaceae	<i>Hypericum rigidum</i> A.St.-Hil.
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke
Myrtaceae	<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand
Myrtaceae	<i>Myrcia selloi</i> (Sreng.) N. Silveira
Onagraceae	<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H.Hara
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.
Symplocaceae	<i>Symplocos glandulosomarginata</i> Hoehne

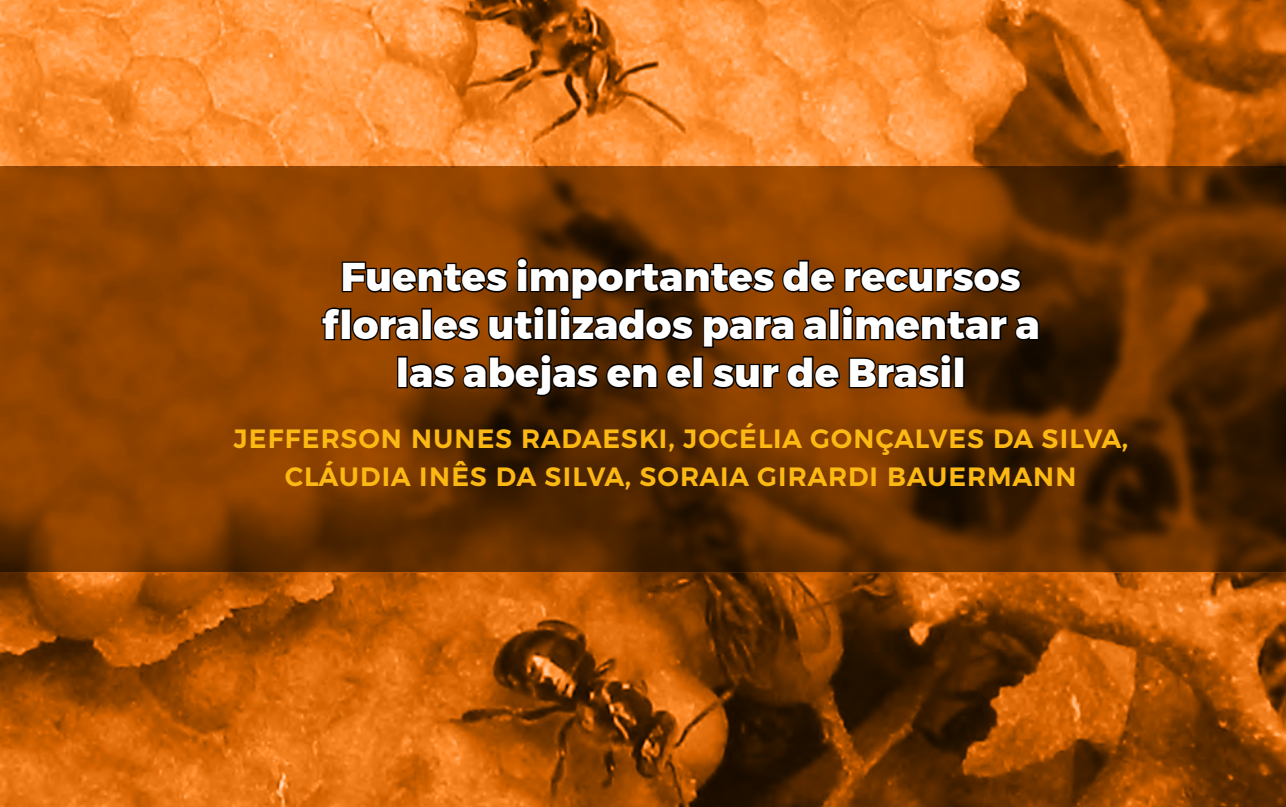


## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Camargo JMF, Kerr WE, Lopes CR (1967) Morfologia externa de *Melipona (Melipona) marginata* Lepelletier (Hymenoptera, Apoidea). Pap Av Zool 20:229-58.
- Ducke A, Black GA (1954) Notas sobre a fitogeografia da Amazônia Brasileira. Instituto Agrônomico do Norte, Belém. 62 p. (Boletim Técnico, 29).
- Erdtman G (1952) Pollen morphology and plant taxonomy. Chronica Botânica Co., Waltham, Mass, 539p.
- IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística (2004) Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica. IBGE, Rio de Janeiro.
- Köppen W (1948) Climatología: Com un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica, México, 479 p.
- Louveaux J., Maurizio, A., Vorwohl, G. (1970). Methods of melissopalynology. Bee World 51:25-138.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G (1978) Methods of melissopalynology. Bee World 59:139-157.
- Marques AC (2007) O planejamento da paisagem da Floresta Nacional de Três Barras (Três Barras – SC): Subsídios ao plano de manejo. Master thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Mata JF, Silva RR, Fontes MPF, Erasmo EAL, Farias VLS (2011) Análise mineralógica, granulométrica e química, em solos de ecótonos do sudoeste do Tocantins. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias 4:152–175.
- Michener CD (2000). The bees of the world. Baltimore, Johns Hopkins University, 913p.
- Montero I, Tormo R (1990) Análisis polínico de mieles de cuatro zonas montañosas de Extremadura. Nacional Asociación Palinologica Lengua Española 5:71-78.
- Nogueira-Neto P (1963) A arquitetura das células de cria dos Meliponíneos. Doctor thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ramalho M (1990) Foraging by the stingless bees of the genus *Scaptotrigona* (Apidae, Meliponinae). J of Apicultural Research, 29:61-67.
- Ramalho M (2004) Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. Acta Bot Bras 18:37-47.
- Ramalho M, Batista MA (2005) Polinização na mata atlântica: perspectiva ecológica da fragmentação. In: Franke CR, Rocha PLB, Klein W, Gomes SL (orgs.) Mata atlântica e biodiversidade. EDUFBA, Salvador, pp 93-142.
- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert-Giovannini A, Cortopassi-Laurino M (1985) Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). Apidologie 16:307-330.
- Schöngart J, Junk WJ, Piedade MTF, Ayres JM, Hüttermann A, Worbes M (2004) Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El-Niño-Southern Oscillation effect. Global Change Biology 10: 683-692.
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AA, Queiroz EP, Evaldit ACP, Aleixo KP, Castro MMN, Faria LB, Ferreira-Caliman MJ, Wolff JL, Paulino-Neto HF, Garofalo CA (2014) Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto. Holos, Ribeirão Preto. 153p.
- Silveira, F. A., Melo G. A. R. & Almeida. E. A. B. (2002). Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fundação Araucária; 253p.
- Woitowicz FCG (2019) Influência das abelhas sociais Meliponini sobre a topologia das redes de interação flor-visitantes: teste experimental de campo. Doctor thesis, Universidade Federal da Bahia, Salvador.



*Melipona quadrifasciata*



# Fuentes importantes de recursos florales utilizados para alimentar a las abejas en el sur de Brasil

JEFFERSON NUNES RADAESKI, JOCÉLIA GONÇALVES DA SILVA,  
CLÁUDIA INÊS DA SILVA, SORAIA GIRARDI BAUERMANN

## Introducción

El grano de polen es el agente portador del gameto masculino de las plantas. Con un tamaño microscópico (20-100 micrómetros, en promedio), el grano de polen es utilizado por las abejas como fuente de alimento, junto con el néctar. Al alimentarse, la abeja lleva el grano de polen de una planta a otra, realizando la polinización. Se estima que los servicios que prestan los polinizadores en las zonas agrícolas alcanzan valores de alrededor de 153.000 millones de euros al año y que su extinción puede reducir, hasta en un 12%, la producción de fruta consumida en el mundo (Drumond 2013). No todas las plantas son polinizadas por las abejas, algunas pueden ser polinizadas por el viento (maíz, trigo) y otras por el agua. Aún existen plantas polinizadas por murciélagos, como es el caso del pequi, sin embargo, las abejas siguen siendo los polinizadores más representativos y eficientes. En *Solanum sisymbriifolium* Lam. (*Physalis* L.) se llevó a cabo un relevamiento de visitantes florales y se registró el pre-

dominio de insectos himenópteros (orden de abejas), totalizando 84% de visitantes florales, seguido por Coleoptera (orden de mariquitas y escarabajos) con 12% y otros insectos, con 4% (Ramos 2013).

En Brasil, a diferencia de Estados Unidos y otros países de Europa, el uso de abejas como polinizador natural es bastante escaso, en especial en las regiones del Nordeste donde es una práctica común el alquiler de colmenas para la polinización de cultivos de melón y en el Sur, para polinización de manzanas. Se estima que el número de abejas de campo necesarias para la fertilización de las flores producidas en 1 hectárea es de aproximadamente 20.000, es decir, en promedio de 3 a 5 colonias por hectárea (Almeida et al. 2003). *Apis mellifera* L. es la abeja comercialmente más utilizada (Tabla 1), debido a la resistencia de sus colmenas y fácil replicación. Sin embargo, existen muchas abejas nativas, en su mayoría sociales, que son fundamentales para el mantenimiento de ecosistemas como la Caatinga, donde ya se han identificado 187 especies de abejas nativas (Maia-Silva et al. 2012).

**Tabla 1.** Incremento de la productividad de cultivos agrícolas con el uso de polinización por *Apis mellifera* (adaptado de Almeida et al. 2003).

Cultivo agrícola	Aumento de la productividad (%)
Zapallo	76,9
Café	39,2
Cebolla	89,3
Manzana	de 75 a 94,4
Durazno	94,4
Naranja	de 15,5 a 36,3
Poroto	21
Girasol	de 300 a 600
Soja	de 6 a 230

Las plantas consideradas nocivas en las proximidades de los cultivos pueden ser de gran importancia como recurso alimenticio para las abejas. En Río Grande do Sul se registraron granos de polen de Asteraceae Bercht & J. Presl (flores de campo), *Butia* (Becc.) Becc. (palmera butia) y *Passiflora* L. (maracuyá del arbusto) en muestras de miel de abeja africana (*Apis mellifera* L.) en colmenas ubicadas en ciudades costeras del norte del estado (Nobre et al. 2014). También se encontraron pólenes de plantas nativas en mieles de *Apis mellifera* L. y *Tetragonista angustula* Latreille (Jataí-amarillo) de la región del Valle de Taquari (Osterkamp 2009). 116 plantas con uso medicinal conocido, como las bayas de Saúco (*Sambucus nigra* L.), Marcela (*Achyrocline satureoides* (Lam.) DC.), Tojo (*Baccharis trimera* (Less.) DC.), Annatto (*Bixa orellana* L.), maracuyá dulce (*Passiflora alata* Curtis), también son polinizadas por especies de abejas (Mouga y Dec 2012). Las abejas visitan y se alimentan de polen y néctar de plantas comerciales, algunos ejemplos son la fruta de la pasión (*Passiflora edulis* Sims) y acerola (*Malpighia emarginata* DC.). Las áreas pequeñas pueden ser de

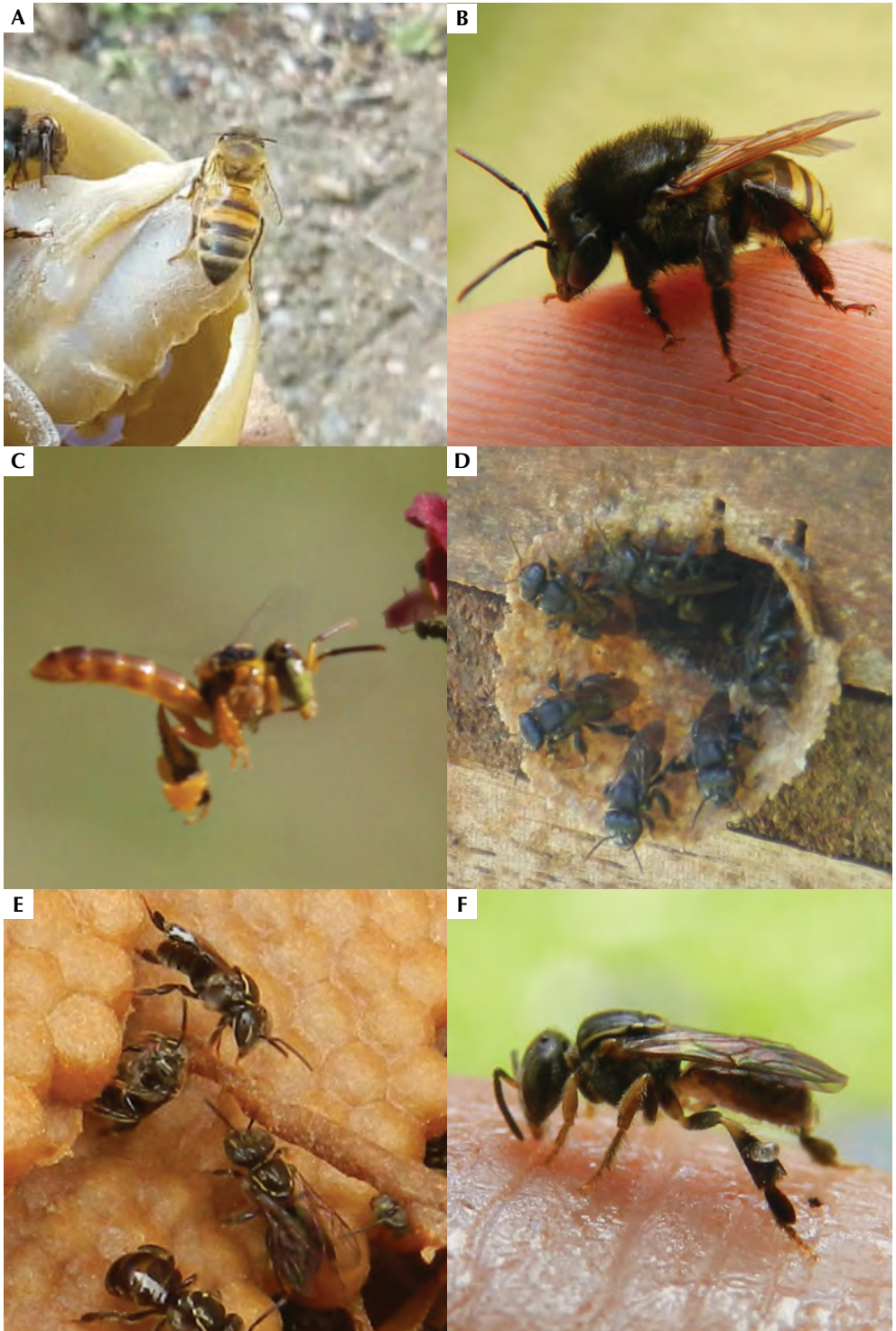
gran importancia para las abejas, como por ejemplo en el campus de la USP em Ribeirão Preto, se registraron 100 especies de plantas utilizadas como recurso alimenticio (Silva et al. 2014).

Aunque el presente estudio destaca las especies de plantas visitadas por las abejas sociales, Río Grande do Sul todavía tiene escasos trabajos melisopolinológicos donde se demuestre las relaciones abeja-planta (Radaeski et al. 2019). En este sentido, el objetivo de este estudio fue realizar un análisis cualitativo de granos de polen representados en mieles de abejas sociales y polen corbicular de abejas de Río Grande do Sul, con el fin de dilucidar cuales son las plantas visitadas.

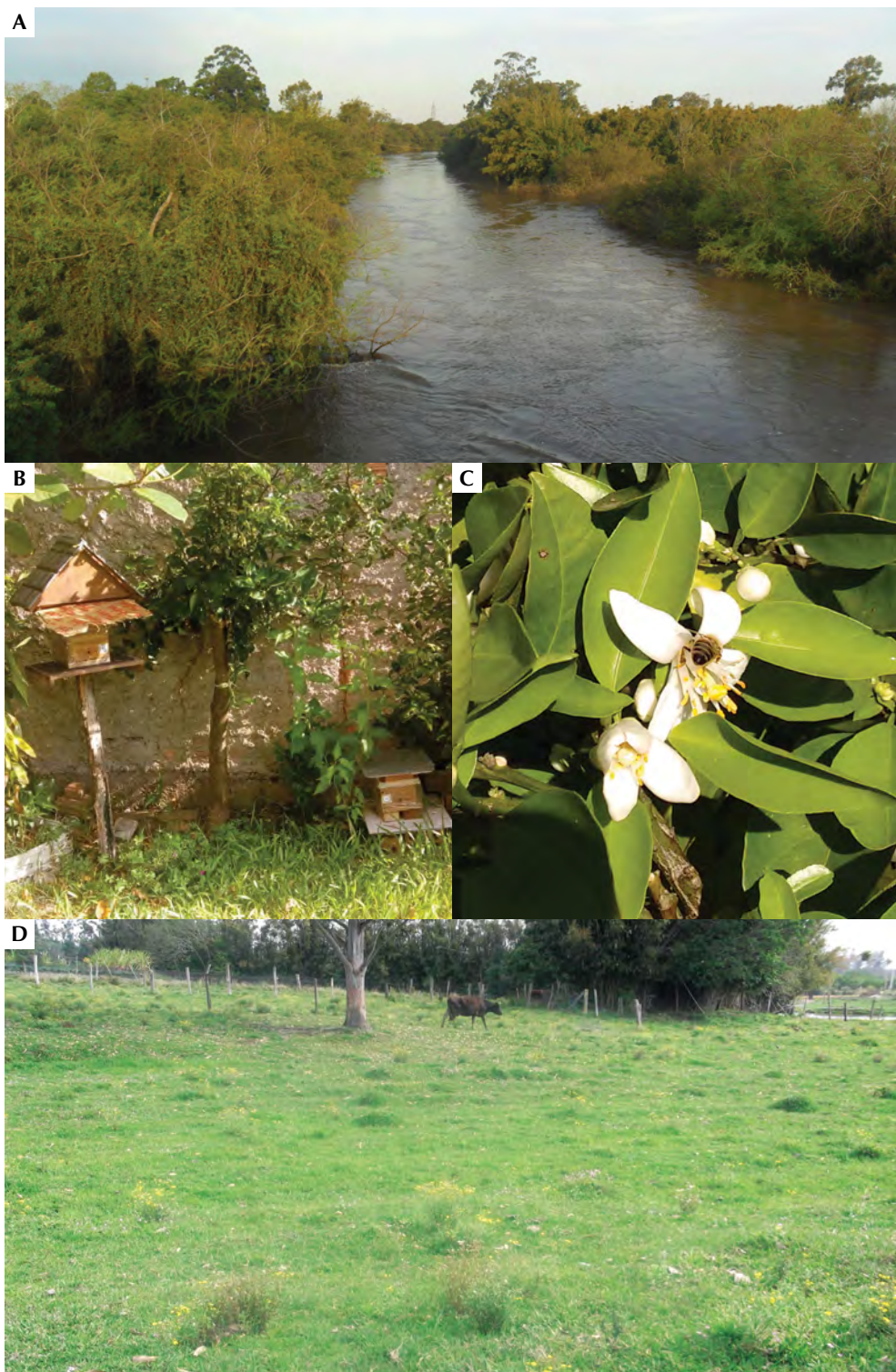
## Material y Métodos

Se recolectaron muestras de miel de *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula*, *Melipona quadrifasciata*, *Scaptotrigona bipunctata*, *Scaptotrigona bipunctata*, *Plebeia remota* y *Plebeia droryana* (Figura 1), además de polen corbicular de *Bombus morio* para análisis palinológico. Las muestras de mieles de abejas sin aguijón se obtuvieron de un meliponario ubicado cerca del bosque ripario del río Gravataí en el municipio de Cachoeirinha (Figura 2), región metropolitana de Porto Alegre (coordenadas 29°57'46,2"S; 51°06'24,3"O). Las muestras de miel de *Apis mellifera* se recolectaron en un colmenar ubicado en Gravataí (coordenadas 29°52'53,87"S; 50°58'15,37"O) y las muestras de polen de *Bombus morio* recolectadas en el municipio de Itaara (29°6'35"S; 53°45'53"O).

Las muestras de polen se prepararon siguiendo el protocolo de acetólisis según Erdtman (1952). Posteriormente, los preparados palinológicos fueron montados con gelatina glicerina, se sellaron con barniz transparente y se analizaron al microscopio óptico con 400 aumentos. La identificación de los granos de polen contenidos en las muestras fue basada en publicaciones de polen de flora regional (Evaldt et al. 2009, Bauermann et al. 2013; Radaeski et al. 2014, 2019; Lis-



**Figura 1.** Abejas sociales de las que se analizaron muestras de polen. *Apis mellifera* (A), *Melipona quadrifasciata* (B), *Tetragonisca angustula* (C), *Scaptotrigona bipunctata* (D), *Plebeia remota* (E) y *Plebeia droryana* (F).



**Figura 2.** Paisaje y vegetación del meliponario de Cachoeirinha (A, B) y el colmenar de Gravataí (C, D).

**Tabla 2.** Relación de especies de plantas y abejas identificadas a través de pólenes encontrados en muestras de mieles y cargas de polen de corbículas de abejas sociales en Rio Grande do Sul.

Familia	Especie de planta	Especie de abeja
Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787), <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)
Passifloraceae	<i>Passiflora caerulea</i> L.	<i>Xylocopa</i> sp. Latreille, 1802
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787), <i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836
Melastomataceae	<i>Pleroma granulosa</i> (Bonpl.) D. Don	<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.	<i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836)
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Afzel. ex Sabine	<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836, <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758, <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836), <i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900), <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)
Myrtaceae	<i>Eucalyptus grandis</i> W.Hill	<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836, <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
Arecaceae	<i>Butia yatay</i> (Mart.) Becc.	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903), <i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900), <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758, <i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836, <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & de Boer	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)
Lythraceae	<i>Heimia myrtifolia</i> Cham. & Schltld.	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758, <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836), <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836, <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903), <i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900), <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758, <i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836, <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758, <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)

koski et al. 2018), la base de datos RCPol (2020) y la Palinoteca de Referencia del Laboratorio de Palinología de la ULBRA.

## Resultados

Identificamos 20 especies de plantas mediante los granos de polen encontrados en las muestras de mieles y las cargas de los corbáculos de abejas sociales en Rio Grande do Sul (Tabla 2). Algunas de las especies de plantas identificadas son visitadas por muchas abejas, tales como *Psidium cattleianum*, *Butia yatay*, *Eugenia uniflora*, *Sebastiania commersoniana* y *Acca sellowiana*. La visita de diferentes abejas en estas especies vegetales indica que son potenciales proveedores de néctar y/o polen y que es interesante manejarlas en las cercanías de meliponarios y colmenares. Por otro lado, algunas plantas fueron visitadas por un número menor de abejas como fue el caso de *Begonia cucullata* visitada por *Melipona*

*quadrifasciata* y *Allophylus edulis* visitada por *Scaptotrigona bipunctata*.

## Conclusiones

Las especies de plantas identificadas en las muestras palinológicas evidencian interacciones con abejas en el Estado de Rio Grande do Sul. Conocer estas relaciones abejas y plantas es importante para favorecer un buen manejo de las floras en áreas de colmenas y meliponarios. Fueron encontradas tanto especies de plantas nativas como cultivadas visitadas por las abejas, demostrando la importancia de la diversidad en la comunidad florística para una buena mantención de abejas. La lista de plantas preparada por medio de la identificación polínica en mieles puede auxiliar tanto a los apicultores y meliponicultores, como también a los productores de plantas cultivadas y a los agentes restauradores de la vegetación nativa.

**Agradecimientos:** Red de Catálogos Polínicos online – RCPol (FDTE #001505), como apoyo a la investigación.

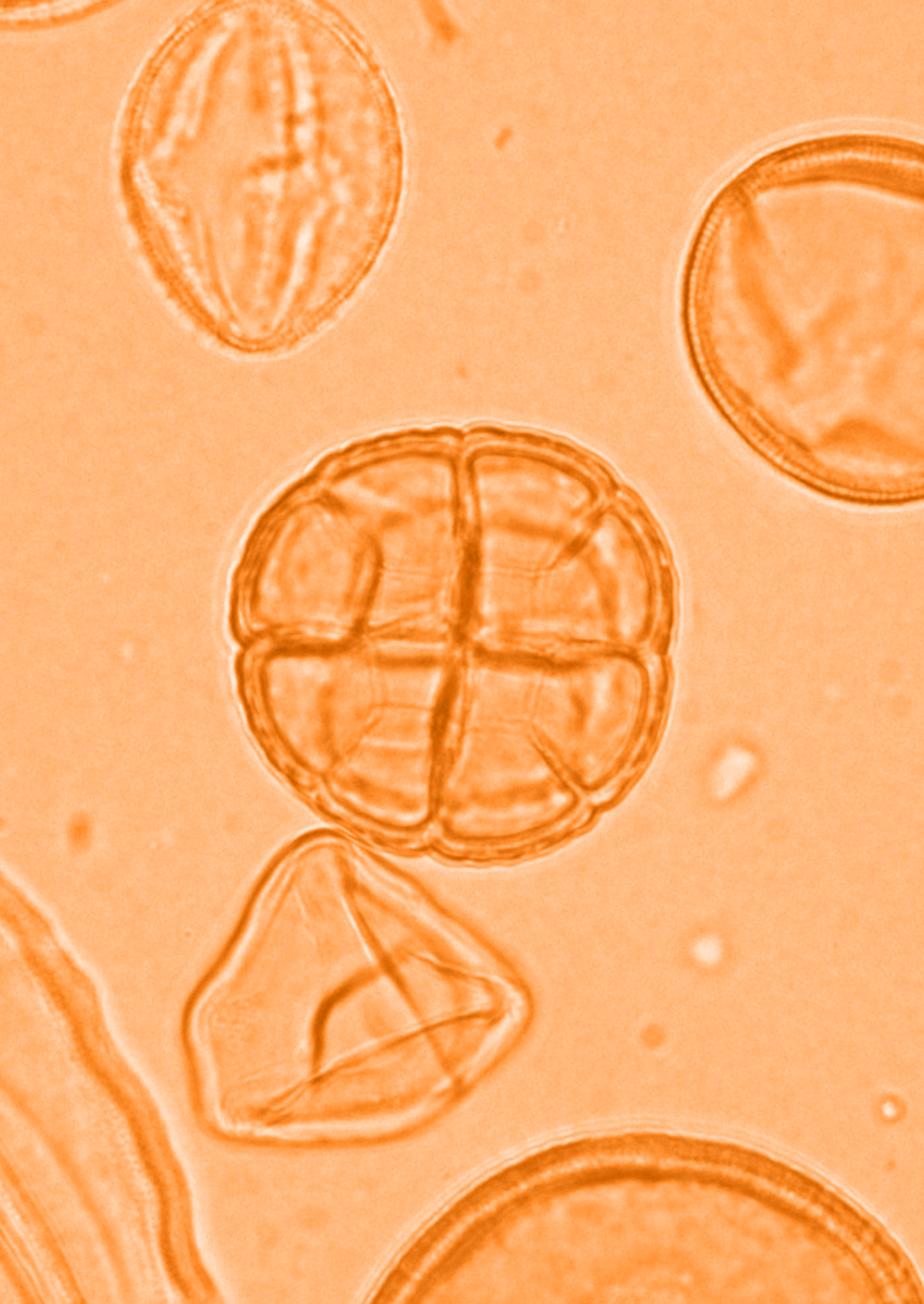
## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Almeida D, Marchini LC, Sodré GS, D'Ávila M, Arruda CMF (2003) Plantas visitadas por abelhas e polinização. Piracicaba, ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, Série Produtor Rural, Edição Especial, 40 p.
- Bauermann SG, Radaeski JN, Evaldt ACP, Queiroz EP, Mourelle D, Prieto AR, Silva CI (2013) Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução. Ulbra, Canoas. 214 p.
- Drumond PM (2013) Serviço valoroso. Quanto custa para a agricultura brasileira os serviços prestados pelos polinizadores naturais? A Lavoura 696:25-27.
- Erdtman G (1952) Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. The Chronica Botanica Co, Waltham. 539 p.
- Evaldt ACP, Bauermann SG, Fuchs SCB, Diesel S, Cancelli RR (2009) Grãos de pólen e esporos do Vale do rio Caí, nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. Gaea Journal of Geoscience 5:86-106.
- Liskoski PE, Evaldt ACP, Radaeski JN, Bauermann SG, Secchi MI (2018) Descrição morfológica dos grãos de pólen dos Campos e Florestas do município de Arvorezinha, Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. Estudo & Debate 25:176-197.
- Maia-Silva C, Silva CI, Hrcncir M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL (2012) Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Fortaleza, Fundação Brasil Cidadão, Ceará. 191 p.
- Mouga DMD da S, Dec E (2012) Catálogo polínico de plantas medicinais apícolas. Dioesc, Florianópolis. 150 p.
- Nobre SB, Bauermann SG, Lopes LA, Evaldt ACP (2014) Características polínicas de méis de *Apis*



- mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae, Apini) do Litoral Norte, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista de Ciências Ambientais 9:87-100.
- Osterkamp IC (2009) Características polínicas e físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) e de *Tetragonista angustula* Latreille, 1811, (Hymenoptera, Trigonini) na região do vale do Taquari, estado do Rio Grande do Sul. Master's thesis, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado. 60 p.
- Radaeski JN, Evaldt ACP, Bauermann SG, Lima GL (2014) Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. Iheringia, SérieBotânica 69:107-132.
- Radaeski JN, Silva CI, Bauermann SG (2019) Melissopalinoogia no Rio Grande do Sul: revisão e caracterização das espécies botânicas potenciais à apicultura e meliponicultura. Acta Biológica Catarinense 6:63-75.
- Ramos AF (2013) Produção polínica de *Solanum sisymbriifolium* Lam. (Solanaceae) e a coleta de pólen pelas abelhas visitantes florais. Undergraduate degree. Universidade Luterana do Brasil, Canoas. 22 p.
- Online Pollen Catalogs Network (2020) <http://chaves.rcpol.org.br>. Accessed 2 February 2020.
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva, AA, Queiroz EP, Evaldt ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Caliman MJF, Wolff JL, Paulino Neto HF, Garófalo CA (2014) Catálogo Polínico das Plantas Usadas por Abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto. Holos, Ribeirão Preto.





# Catálogo de polen de plantas utilizadas en la dieta de abejas en diferentes tipos de vegetación

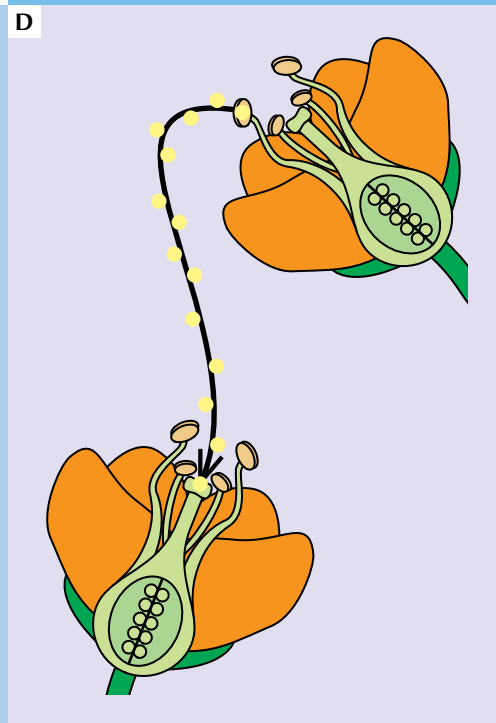
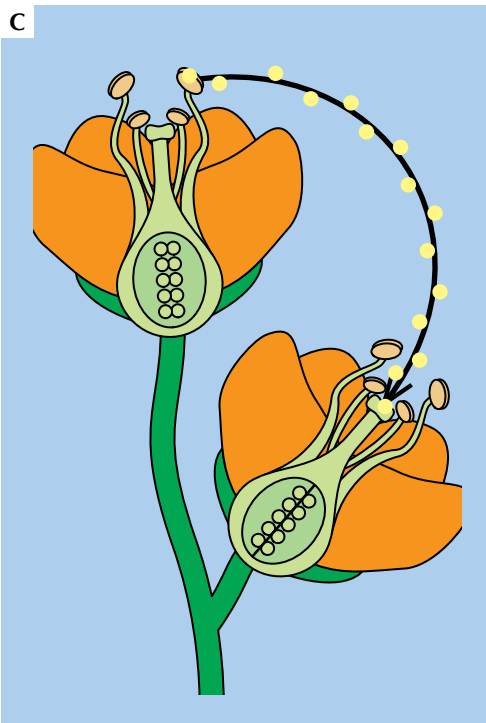
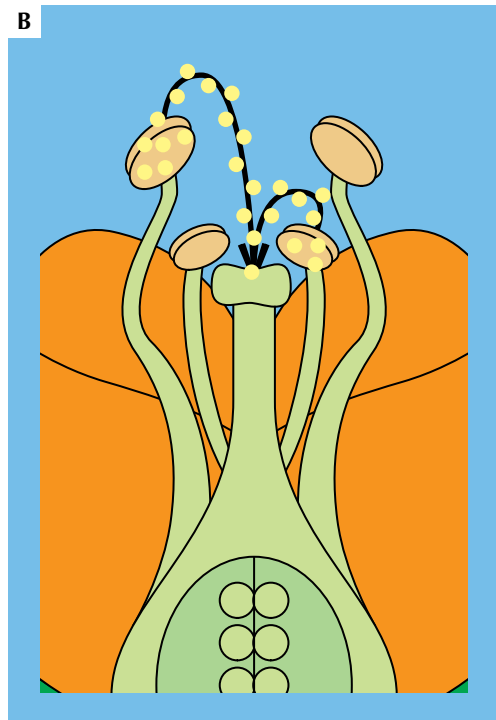
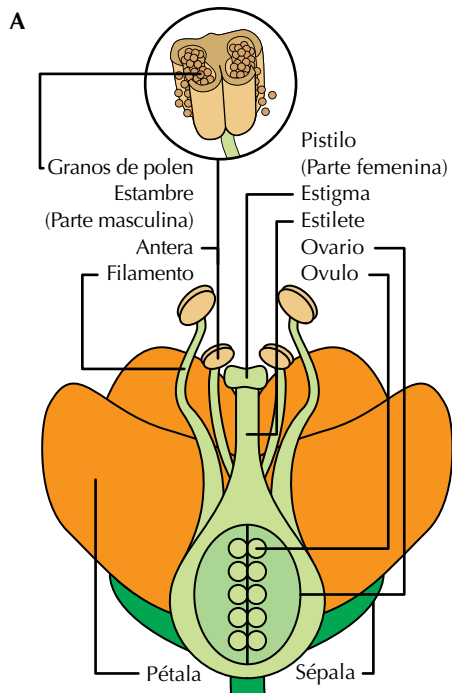
CLÁUDIA INÊS DA SILVA, AMANDA A. C. LIMÃO,  
ASTRID M. P. KLEINERT, BRENO M. FREITAS, CAIO C. A. COSTA,  
CAMILA MAIA-SILVA, CRISTIANE KRUG, DANIEL F. A. OSPINO,  
DIEGO RIANO, FRANCIÉLLI C. WOITOWICZ-GRUCHOWSKI,  
GERCY S. PINTO, ISABEL ALVES DOS SANTOS,  
JEFFERSON N. RADAESKI, JOCÉLIA GONÇALVES DA SILVA,  
JOSÉ R. CURE, KEVIN F. M. DELUQUE, LUIZ W. LIMA-VERDE,  
MARIA I. B. LOIOLA, RUBENS TEIXEIRA DE QUEIROZ,  
MARIANA V. N. ARENA, MATHEUS MONTEFUSCO,  
MELISSA GUERRERO, MERCEDES DI PASQUO, PAOLA ALARCÓN,  
PATRÍCIA NUNES-SILVA, PAULA A. SEPÚLVEDA-CANO, PETER KEVAN,  
PRISCILLA B. BITTAR, RUBEN MARTIN, SANDY PADILLA,  
SORAIA G. BAUERMANN, VERA L. IMPERATRIZ-FONSECA

## Introducción

El polen es una estructura reproductiva de la planta que tiene la función de producir y transportar los gametos masculinos desde las anteras hasta el estigma de las flores. En las angiospermas, las microsporas (granos de polen) se forman por un proceso de microsporogénesis y se liberan por las anteras permitiendo que la polinización suceda (Figura 1A). En el proceso reproductivo, las angiospermas tienen diferentes sistemas de polinización (Figura 1B-D), como apomixis, en la que la flor no necesita polinización ni polen para su fertilización (autofertilización), y autopolinización, en la que el estigma recibe polen de la misma flor (autogamia; Figura 1B) o de otra flor del mismo individuo (geitonogamia; Figura 1C). En estos dos últimos procesos no hay intercambio de material genético entre plantas individuales. Sin embargo, en la mayoría de las especies de plantas con flores hay cierto nivel de autoincompatibilidad por lo cual es obligatoria una polinización cruzada (alogamia; Figura

1D). Esto significa que, para que una flor sea fertilizada, necesita recibir polen de una flor de otro individuo de la población, en cuyo caso hay intercambio de material genético en su interior.

Dos gametos masculinos se generan en granos de polen a través de un proceso llamado microgametogénesis, los cuales son esenciales para la formación de frutos y semillas en angiospermas. El papel de los granos de polen en la protección de los gametos es fundamental para el éxito reproductivo en las plantas. Los granos de polen deben enfrentar muchos obstáculos hasta llegar al estigma de la flor, por ello dependiendo del tipo de dispersión polínica la producción de polen por antera puede ser alta (anemófila) o más reducida (zoófila). Una vez liberado de las anteras, el polen puede sufrir deshidratación o exceso del agua, debe tolerar luz ultravioleta, resistir el contacto con el viento y la acción mecánica de polinizadores, entre otros. Cuando llegan a las papilas estigmáticas, se enfrentan a otras barreras, como la presencia de otros granos de polen intra o interespecí-

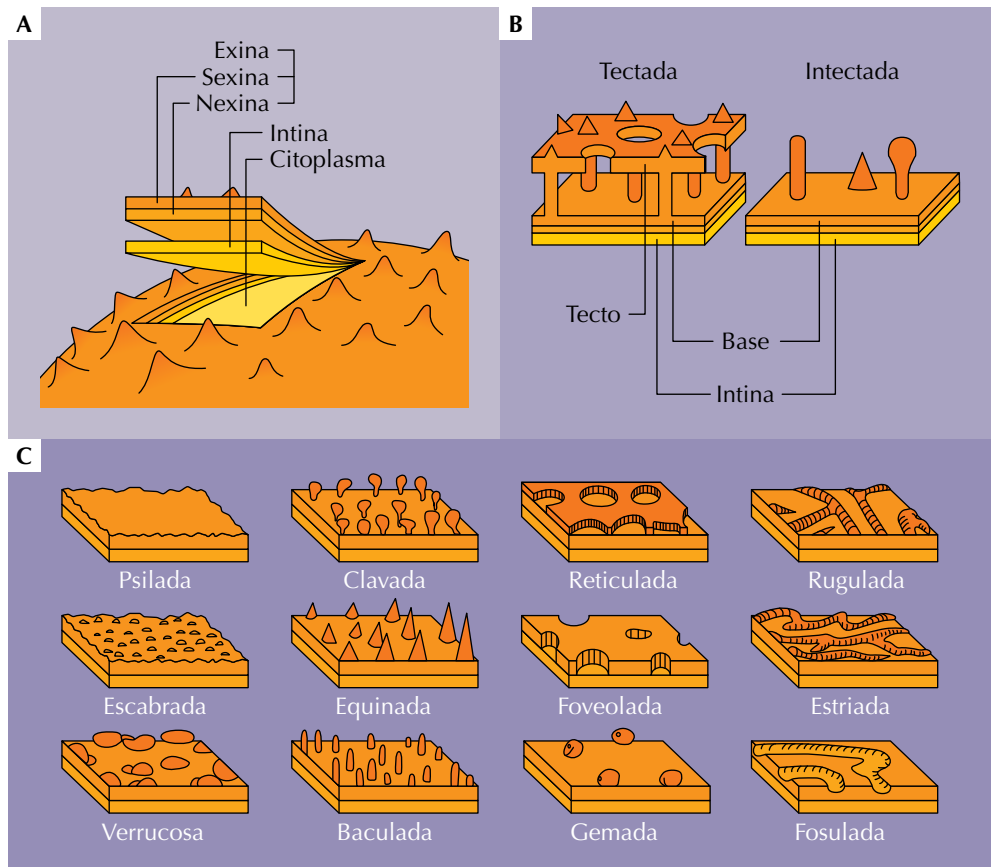


**Figura 1.** Sistemas de polinización. A) morfología floral. B) autopolinización, en la cual el estigma recibe polen de la misma flor (autogamia). C) geitonogamia, cuando la flor acepta el polen de otra flor del mismo individuo. D) alogamia, polinización cruzada obligatoria dado que la flor necesita recibir polen de otra flor de un individuo diferente.

ficos. Entonces, a partir de ese momento, sustancias específicas secretadas por las papilas estigmáticas favorecen la ruptura del polen a través de sus aberturas permitiendo la liberación del contenido citoplasmático y la formación del tubo polínico por el cual se movilizan los gametos hacia los óvulos de las flores.

Una vez que se realizó este proceso en los estigmas de las flores, la pared del polen, o exina, pierde su función, pero asume un papel ecológico espectacular. Sólo la pared del polen permanece en las superficies estigmáticas, pues es muy resistente y puede persistir después de que las flores caen al suelo por miles de años. Una sus-

tancia llamada esporopolenina (Zetsche 1932) se encuentra en la pared del polen, proporcionándole alta resistencia y protección principalmente ante condiciones hostiles dependiendo de las condiciones ambientales (Moore y Webb 1978). El polen puede soportar más de 300°C y varios tratamientos químicos de ácidos inorgánicos principalmente (Erdtman 1960). La pared está formada por tres capas (Figura 2): la intina, más interna que hace contacto con el contenido de citoplasma; exina, capa intermedia; y sexina, que es la capa exterior. La sexina porta elementos ornamentales en la parte externa y estructuras internas como columnas y



**Figura 2.** Pared de polen. A) tres capas de la pared de polen; la intina, capa más interna que entra en contacto con el contenido citoplasmático; exina es la capa intermedia; y la sexina es la capa exterior. B) sexina con elementos ornamentales y elementos del tectum (modificado de Erdtman 1952). C) tipos de ornamentación de la pared de polen (modificado de Tschudy y Scott 1969).

otros elementos que conforman el tectum (Salgado-Labouriau 1973; Punt et al. 2007; Hesse et al. 2009). La ornamentación de la exina del polen es una de las características morfológicas más importantes para identificar la especie vegetal a la que pertenece, además de su forma, tamaño, número de aperturas, entre otros rasgos.

Debido a las características morfológicas y la resistencia de la exina, el polen puede contarnos historias increíbles. Por ejemplo, cuando se deposita en sedimentos y ambientes adecuados para preservarse y ser recuperado a partir del procesamiento palinológico, es posible reconstruir la vegetación del pasado y contribuir a la interpretación de ambientes y paleoclimas (Bauermann 2003; Bauermann et al. 2008; Behling et al. 2004). Otro uso fascinante del polen como marcador natural se relaciona con muestras de polen depositadas en los cuerpos de los animales durante sus visitas para recolectar el recurso floral. Los granos de polen pueden ser transportados en sus cuerpos hasta grandes distancias y pueden indicar la ruta de forrajeo y el período de floración de las plantas utilizadas aportando información importante sobre las interacciones ecológicas.

Los palinoecólogos estudian la red de interacción planta-polinizador a través de granos de polen. El polen también forma parte de los productos apícolas, como el polen, la miel y jalea real producidos por abejas. Los melisopalinólogos identifican el origen botánico de los productos apícolas a través de los tipos de polen encontrados en muestras de estos productos (Barth 2004; Nascimento et al. 2019; Silva et al. 2019). El estudio de polen llevado a cabo por los arqueopalinólogos busca, por ejemplo, reconocer los tipos de plantas y productos utilizados en procesos de momificación según diferentes rituales, y revelar plantas medicinales o alimenticias utilizadas por pueblos antiguos (Chaves y Reinhard 2003; Moe

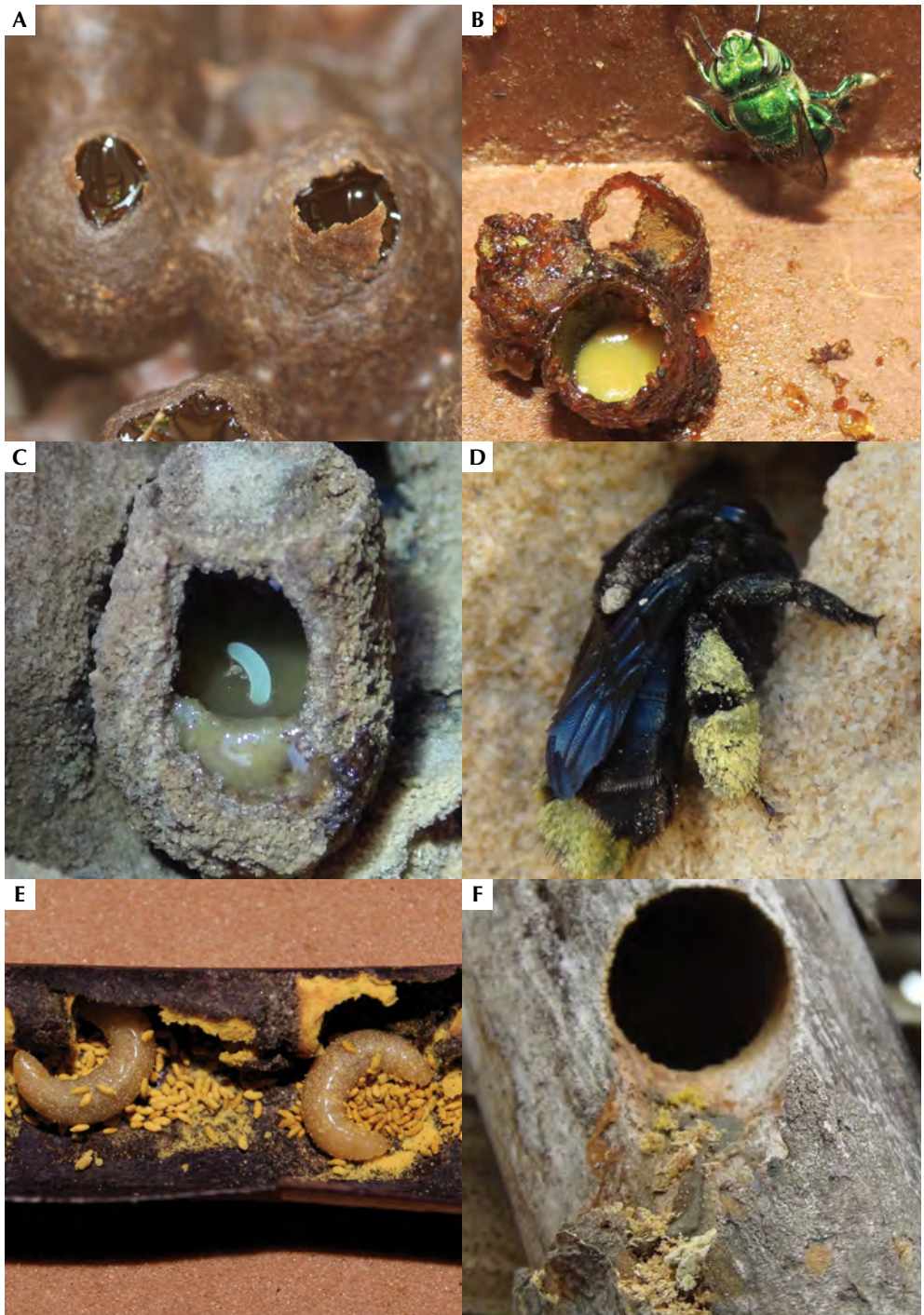
y Oeggl 2014; Reinhard et al. 2017). Además, en investigaciones criminales, el palinólogo forense puede encontrar evidencias cruciales para dilucidar casos de productos adulterados, rutas delictivas e incluso asesinatos.

## Interacción de polen y abejas

El polen es como una huella digital, ya que cada especie vegetal tiene su propia identidad, al igual que los humanos. Palinología es la ciencia responsable principalmente del estudio de la morfología de los granos de polen y esporas (Erdtman 1952), y es importante para conocer la interacción entre las plantas y sus polinizadores (Silva et al. 2012a). El palinoecólogo es capaz de indicar con precisión la especie vegetal visitada por abejas adultas, machos y hembras.

Las flores son visitadas por abejas que recolectan recursos florales (polen, néctar, resina o aceites florales) utilizados para alimentar adultos y su descendencia (Silva et al. 2012b, 2016, 2017). Las hembras pueden usar de las flores productos como resinas y pétalos para construir sus nidos (Rozen et al. 2010; Silva et al. 2016). Los machos de especies de abejas Euglossini recogen algunas fragancias utilizadas con diferentes propósitos (Dressler 1982), entre ellos atraer hembras para el apareamiento, formar grupos nocturnos en dormitorios y demarcar territorios (Silva et al. 2011).

Estos estudios palinológicos se realizan a partir del muestreo de los cuerpos de los visitantes de las flores, de nidos, de celdas de cría o de heces de abeja (Figura 3 A-D). A través de estas muestras de polen, es posible obtener una lista de especies de plantas más importantes o preferidas para la dieta de las abejas. Esta información puede resultar muy útil para comprender el nicho trófico de las abejas (Dórea et al. 2010; Faria et al. 2012; Silva et al. 2016, 2017; Sabino et al. 2018).



**Figura 3.** Tipo de muestras de alimento para abejas. A) Almacenamiento de miel en nido de *Melipona subnitida*. B) alimento acumulado en celdas de cría por *Euglossa cordata*. C) alimento acumulado en celdas de cría por *Centris burgdorfi*. D) Granos de polen en scopae de *Centris burgdorfi*. E) heces dentro de las celdas de cría de *Tetrapedia diversipes*. F) heces depositadas fuera de la entrada del nido de *Xylocopa cearensis*.

Además, es posible visitar las especies de plantas en el campo y observar el comportamiento de las abejas para dilucidar si contribuye o no al proceso de polinización como parte del sistema reproductivo de las plantas (Silva et al. 2016). En general se corrobora que las visitas de las abejas a las flores cumplen la doble función de recolección de recursos florales y polinización. En Brasil, por ejemplo, las abejas contribuyen a la polinización en un 78% de plantas cultivadas (Wolowski et al. 2019), alrededor del 50% en bosque tropical (Bawa et al. 1985) y en más del 80% en la sabana brasileña (Cerrado *sensu stricto*) (Silva et al. 2012b).

### Procedimientos para estudios palinológicos

Cuando el polen sale de la antera de la flor, tiene su contenido citoplasmático y su pared impregnada de esporopolenina y otros compuestos depositados durante su desarrollo en las anteras. Estos compuestos son importantes para prevenir procesos de hidratación-deshidratación anormales, protección UV, adherencia al cuerpo del visitante floral, etc. Sin embargo, en estudios de morfología de granos de polen, el contenido de citoplasma y otros compuestos que se adhieren a la exina pueden obstaculizar o incluso impedir una correcta descripción de su morfología. Por esta razón, Erdtman (1960) desarrolló un protocolo que, a través del tratamiento de ácidos (acetólisis) se puede eliminar de los granos de polen el contenido citoplasmático y los compuestos impregnados en la pared, lo cual permite observar y caracterizar en detalle el número y tipo de aperturas, ornamentación de la exina y otros rasgos (Silva et al. 2014a).

El método acetólisis es adoptado por la RCPol para describir la morfología del polen de la mayoría de las especies de plantas, excepto aquéllas que tienen una exina delicada que no resiste este

procedimiento (ver Silva et al. 2014b). Por eso, para granos con exina más delicadas se recomienda la aplicación de métodos de acetólisis láctica (ACLAC) de Raynal y Raynal (1971) o Wodehouse (1935), en los cuales el polen se limpia con alcohol. Para el estudio de granos de polen en Palinología, Silva et al. (2014b) diseñaron un protocolo con adaptaciones basado en el proceso de acetólisis propuesto por Erdtman (1960). Con el fin de permitir estudios comparativos sobre dietas de abejas e interacción abeja-planta, la RCPol propone el uso del método de acetólisis. Se administraron numerosos cursos de formación a colaboradores en diferentes regiones de Brasil y otros países, en los cuales se llevó a cabo el entrenamiento de dicha técnica en laboratorio.

En la era digital, RCPol contribuyó significativamente en estudios de palinología, para lo cual construyó herramientas computacionales útiles para la identificación de especies vegetales. Esas herramientas se definen “claves de identificación con múltiples entradas”, y permiten buscar especies de plantas seleccionando las características morfológicas de sus esporas (<http://chaves.rcpol.org.br/spore>), granos de polen (<http://chaves.rcpol.org.br/taxon>), polen y flores (<http://chaves.rcpol.org.br/eco>), o incluso palinomorfos fósiles, pues ayuda a comprender la flora del pasado (<http://chaves.rcpol.org.br/paleo>). Además, también contiene una clave sobre la interacción entre las abejas y las plantas que son utilizadas en sus dietas (<http://chaves.rcpol.org.br/interactions>).

Otros de los objetivos de RCPol son facilitar el acceso a información útil para estudios científicos, promover el intercambio de datos de colecciones de plantas (herbarios) y su polen (palinotecas), animar a nuevos investigadores a trabajar en palinología y actualizar o construir nuevas colecciones que utilicen el mismo protocolo propuesto por la red. Tales objetivos fueron logra-



dos durante el desarrollo del proyecto titulado “Estudio de la flora y granos de polen para la inserción de datos en RCPol: subsidio para el manejo de las abejas y su conservación”. Este Atlas representa una muestra de los datos incorporados en la base de datos RCPol (claves Palinocología y Palintaxonomía), disponibles gratuitamente en el sitio para toda la comunidad (<http://rcpol.org.br/pt/home/>).

El polen es un marcador natural que debe usarse con más frecuencia. Palinología es una ciencia respaldada por la taxonomía, y los taxonomistas de plantas son una parte fundamental pues organizan, describen e identifican las especies vegetales en taxones según su filogenia. Además, actúan como curadores de colecciones de plantas o herbarios, donde se depositan y conservan taxones de plantas conteniendo principalmente flores. Por lo tanto, cuando se usa polen para identificar especies de plantas, deben tener un ejemplar depositado en un herbario para asegurar la recolección de polen (Silva et al. 2010) y que la información asociada estará disponible inclusive porque puede sufrir cambios taxonómicos a partir de revisiones posteriores.

El estudio multidisciplinario necesario para comprender las interacciones planta-polinizador a nivel comunitario, involucró botánicos, taxonomistas de plantas, palinólogos, ecologistas y zoólogos. La información obtenida desde esta perspectiva ha contribuido al desarrollo de planes de manejo y conservación de plantas y sus polinizadores, además de ser fundamental para proyectos de restauración que consideren la ecología funcional. Cada vez más, los investigadores y la comunidad en general comprenden la importancia del desarrollo de trabajos científicos multidisciplinarios en temas de conservación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos, desde aspectos macro hasta microscópicos, como es el caso de estudios basados en granos de polen.

## Descripción de polen y flores

Los granos de polen se miden en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y las imágenes presentadas en el Catálogo siguen el orden de vistas polar y ecuatorial, espesor de exina, ornamentación, y detalles de sus elementos asociados, cuando sea posible. Para cada especie de planta, se consignan diámetros de grano de polen en vistas polar (P) y ecuatorial (E), con base en por lo menos 25 mediciones diferentes y al menos 10 medidas se toman para valores de otras características morfológicas. Los granos de polen fueron descritos y/o clasificados según sus rasgos morfológicos a saber: **unidad de dispersión de polen**, ya sea mónada, tétrada o políada; **tamaño**, muy pequeño ( $<10 \mu\text{m}$ ), pequeño ( $10\text{-}25 \mu\text{m}$ ), mediano ( $25\text{-}50 \mu\text{m}$ ), grande ( $50\text{-}100 \mu\text{m}$ ), muy grande ( $100\text{-}200 \mu\text{m}$ ) o gigante ( $> 200 \mu\text{m}$ ); **simetría del grano**, radial, bilateral o asimétrico; **polaridad**, isopolar, apolar o heteropolar; **forma externa**, circular, triangular, subcircular, subtriangular, elíptico, plano circular, cuadrangular; **proporción del diámetro polar al diámetro ecuatorial** (relación Polar/Ecuatorial o P/E) denotadas como -peroblada ( $<0.50 \mu\text{m}$ ), oblada ( $0,50\text{-}0,74 \mu\text{m}$ ), suboblada ( $0,75\text{-}0,87 \mu\text{m}$ ), esferoidal achatada ( $0,88\text{-}0,99 \mu\text{m}$ ), esférica ( $1,00 \mu\text{m}$ ), prolada esferoidal ( $1.01\text{-}1.14 \mu\text{m}$ ), subprolada ( $1.15\text{-}1.33 \mu\text{m}$ ), prolada ( $1,34\text{-}2,00 \mu\text{m}$ ), peroprolada ( $> 2,00 \mu\text{m}$ ); **tipo y número de aperturas**, inaperturadas o con aberturas; **espesor de la exina** (Exi); **tipo de ornamentación**, estructuras del infratectum, tectum y elementos supratactales.

Los términos utilizados en la descripción morfológica siguen los glosarios de Punt et al. (2007), Hesse et al. (2009) y Halbritter et al. (2018), los cuales pueden encontrarse en el website RCPol (<http://chaves.rcpol.org.br/profile/glossary/taxon>). Hasta la fecha, en la clave de interacción se presentan descripciones de 126 especies de plantas de 101 géneros y 43 familias, utilizadas en la dieta de abejas de diferentes regiones de Brasil y otros países de América (Figuras 4 y 5; Tabla 1).

**Tabla 1.** Informaciones sobre las colecciones polínicas de plantas de diferentes tipos de vegetación utilizadas en la dieta de abejas, incluidas en este libro.

ID	Institución	Localidad	País
A	Universidad de Guelph	Finca de la Familia Howe	Canadá
A		Finca y Padaria Strom's	
A		Alvinston	
A		Jardins Lunar Rhythm	
A		Rio Indian	
A		Finca de bagas Buckhorn	
A		Finca Stell Mar	
A		Finca y Labirinto Cooper's CSA	
A		Finca de la Familia Shantz	
B	Universidad de Magdalena	C.I. Tequendama	Colombia
C	Universidad Militar Nueva Granada	<i>Campus Nueva Granada</i>	
C		Reserva Natural Montaña del Oso	
C		Parque Ecológico Cerro la Conejera	
D	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia y Embrapa Amazônia	Estación Experimental del da Embrapa Amazônia Ocidental	Brasil
E	Universidad Federal do Ceará	<i>Campus del Pici</i>	
F	Universidad Federal Rural de Semi-Árido	Estación Experimental Rafael Fernandes	
F		Floresta Nacional de Açú	
G	Universidad Federal de Bahia	Universidad de São Paulo	
H	Universidad de São Paulo	Floresta Nacional de Três Barras	
I	Universidad Luterana de Brasil	Meliponario en Cachoeirinha	
I		Colmenar en Gravataí	
J	Centro de Investigación Científica y de transferencia de tecnología a la producción	Parque Nacional el Palmar	

Estado	Ciudad	Vegetación	X	Y
Ontario	Aylmer	Área de cultivo	81°00'25,0"O	42°43'55,1"N
	Guelph		80°17'35,1"O	43°29'51,5"N
	Alvinston		81°51'53,6"O	42°48'23,5"N
	Janetville		78°41'46,3"O	44°08'20,1"N
	Indian River		78°08'11,4"O	44°20'04,8"N
	Lakefield		78°18'22,7"O	44°32'23,0"N
	Little Britain		78°46'32,8"O	44°14'36,0"N
	Zephyr		79°15'06,7"O	44°08'52,0"N
	Petersburg		80°34'15,2"O	43°23'46,5"N
Santa Marta	Aratacata		74°10'56,8"O	10°32'55,3"N
Cundinamarca	Cajica	Área intervencionada	74°00'34,2"O	04°56'33,9"N
	Chia	Sub-páramo	74°00'48,9"O	04°49'18,6"N
	Bogota	Bosque seco de baja altitud	74°04'14,8"O	4°46'02,8"N
Amazonas	Manaus	Selva Amazónica	59° 58'47,34"O	2° 53'22,24"N
Ceará	Fortaleza	Bosque de planicie semidecidua	38°34'42"O	3°34'16"S
Rio Grande do Norte	Mossoró	Bosque tropical seco brasileño	37o24'03,64"O	5o03'54,45"S
	Açu		36°56'42,13"O	5°34'59,13"S
São Paulo	São Paulo	Área urbana	46°43'50,4"O	23°33'54,9"S
Santa Catarina	Três Barras	Mata Atlântica	50°18'16,76"O	26°13'12,81"S
Rio Grande do Sul	Cachoeirinha	Pampa	51°06'24,3"O	29°57'46,2"S
	Gravataí		50°58'15,37"O	29°52'53,87"S
Entre Rios	Ubajay	Savana con pastizal-palmar	58°15'31,6"O	31°51'52,5"S

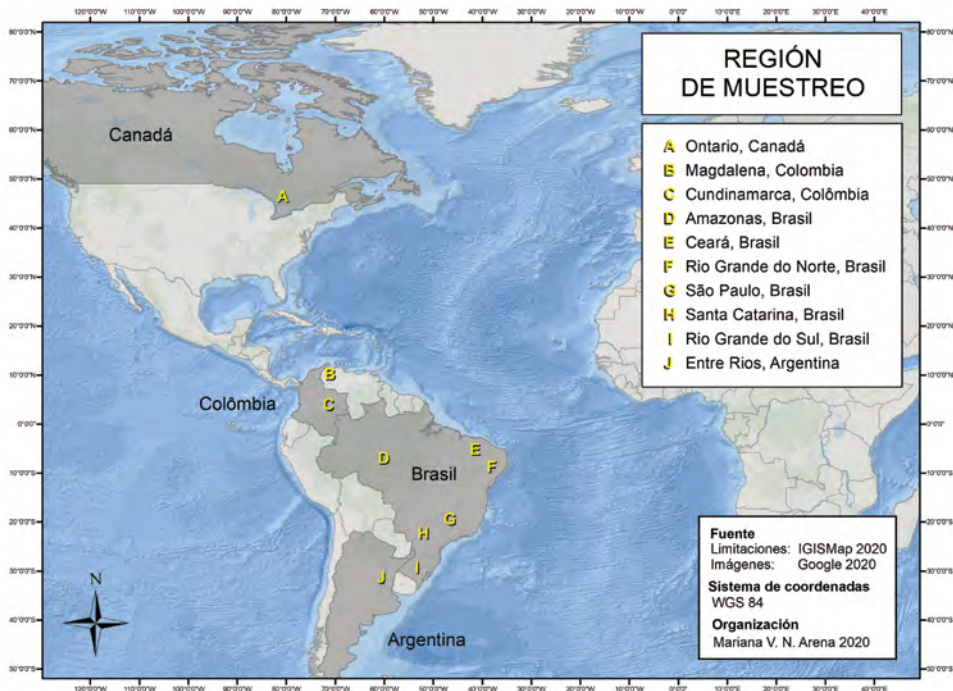


Figura 4. Mapa de la región de muestreo de las investigaciones del Atlas.



Figura 5. Mapa de las Instituciones que llevaron a cabo las investigaciones del Atlas.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Barth OM (2004) Melissopalynology in Brazil: A review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola* 61:342-350.
- Bauermann SG (2003) Análises Palinológicas e Evolução Paleovegetacional e Paleoambiental das Turfeiras de Barrocadas e Águas Claras, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Doctor Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio grande do Sul.
- Bauermann SG, Macedo RB, Behling H, Pillar V, Neves PCP (2008) Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário Tardio no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 11:87-96.
- Bawa KS, Bulloch SH, Perry DR, Coville R.E, Grayum MH (1985) Reproduction biology of tropical lowland rain forest tree. II. Pollination system. *Am J Bot* 72, 346-356.
- Behling H, Pillar V, Bauermann SG (2004) Late Quaternary Araucaria forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, inferred from a high-resolution pollen record of Cambará do Sul in southern Brazil. *Palaeogeograph, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203:277-297.
- Chaves SA de M, Reinhard KJ (2003) Paleopharmacology and Pollen: Theory, Method, and Application. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 98:207-211.
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCLE, Santos FAR (2010) Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. *Apidologie* 41:557-567.
- Dressler RL (1982) Biology of the orchid bees (Euglossini). *Ann Rev Ecol Syst* 13:373-394.
- Erdtman G (1952) Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. *Almqvist and Wiksell, Stockholm*.
- Erdtman G (1960) The acetolized method. A revised description. *Svensk Bototansk Tidskrift* 54:561-564.
- Faria LB, Aleixo KP, Garó falo CA, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI (2012) Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche (New York)* 2012:1-12.
- Hesse M, Halbritter H, Zetter R, Weber M, Buchner R, Frosch-Radivo A, Ulrich S (2009) Pollen Terminology: An illustrated handbook. Springer-Verlag, Wien.
- Moe D, Oeggl K (2014) Palynological evidence of mead: a prehistoric drink dating back to the 3rd millennium B.C. *Veget Hist Archaeobot* 23:515-526.
- Moore PD, Webb J (1978) An illustrated guide to pollen analysis. Hodder and Stoughton, London-Sydney-Auckland-Toronto.
- Nascimento JEM, Freitas BM, Pacheco Filho AJS, Pereira ES, Menezes HM, Alves JE, Silva CI (2019) Temporal variation in production and nutritional value of pollen used in the diet of *Apis mellifera* L. in a seasonal semideciduous forest. *Sociobiology* 66:263-273.
- Punt W, Blackmore S, Nilsson S, Lethomas A (2007) Glossary of pollen and spore terminology. *Rev Paleobot Palynol* 143:1-81.
- Raynal A, Raynal J (1971) Une technique de preparation des grains des pollen fragiles. *Adansonia* 11:77-79.
- Reinhard K, Amaral MM, Wall N (2017) Palynological Investigation of Mummified Human Remains. *J Forensic Sci* 63:244-250.
- Rozen JG, Özbek H, Ascher JS, Sedivy C, Praz C, Monfared A, Müller A (2010). Nests, petal usage, floral preferences, and immatures of *Osmia (Ozbekosmia) avosetta* (Megachilidae: Megachilinae: Osmiini), including biological comparisons with Other Osmiine Bees. *American Museum Novitates* 3680:1-22.
- Sabino WO, Alves-dos-Santos I, da Silva CI (2018) Versatility of the trophic niche of *Centris (Paracentris) burgdorfi* (Apidae, Centridini). *Arthropod Plant Interact* 13:227-237. <https://doi.org/10.1007/s11829-018-9654-5>
- Salgado-Labouriau ML (1973) Contribuição à palinologia dos cerrados. *Academia Brasileira de*

- Ciências, Rio de Janeiro.
- Silva MD, Andrade-Silva ACR, Silva M (2011) Long-term male aggregations of *Euglossa melanotricha* Moure (Hymenoptera: Apidae) on fern fronds *Serpocaulon triseriale* (Pteridophyta: Polypodiaceae). *Neotrop entomol* 40:548-552. doi10.1590/S1519-566X2011000500005
- Silva CI, Ballesteros PLO, Palmero MA, Bauermann SG, Evaldit ACP, Oliveira PEAM (2010) Catálogo polínico - palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa*. EDUFU, Uberlândia.
- Silva CI, Bauermann SG, Santos FAR, Saraiva, AM (2014b) Producción de bases de datos computacionales para la construcción de la red de catálogos palinológicos online (RCPol) con claves interactivas para la identificación de especies. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 14:9-16.
- Silva CI, Bordon NG, Rocha-Filho LC, Garófalo CA (2012b) The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrita* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit 92 fields. *Rev Biol Trop* 60:1553-1565.
- Silva CI, Castro MMN, Alves-Dos-Santos I, Garófalo CA (2016) High prevalence of *Miconia chamissois* (Melastomataceae) pollen in brood cell provisions of the orchid bee *Euglossa townsendi* in São Paulo State, Brazil. *Apidologie* 47:855-866.
- Silva CI, Hirotsu CM, Pacheco-Filho AJS, Queiroz EP, Garófalo CA (2017) Is the maximum reproductive rate of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) associated with floral resource availability? *Arthropod-Plant Inte* 11: 1-14.
- Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AA, Queiroz EP, Evaldit ACP, Aleixo KP, Castro MMN, Faria LB, Ferreira-Caliman MJ, Wolff JL, Paulino-Neto HF, Garófalo CA (2014a) Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto. *Holos, Ribeirão Preto*.
- Silva CI, Maia-Silva C, Santos FAR, Bauermann SG (2012a) O uso da palinologia como ferramenta em estudos sobre ecologia e conservação de polinizadores no Brasil. In: *Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais* (VL Imperatriz-Fonseca, DAL Canhos, DA Alves, AM Saraiva, org.) EDUSP, São Paulo, p.369-384.
- Silva CI, Nascimento JEM, Girão EG, Radaeski JN, Queiroz EP, Câmara CP, Nascimento ERM, Machado JS, Freitas BM, Barth OM, Raulino DS, Maia CWCP (2019) Catálogo polínico, inventário florístico e produção de mel em Marcelino Vieira, Rio Grande do Norte, Brasil. *Embrapa Agroindústria Tropical (Documentos Embrapa 189)*, Fortaleza.
- Wodehouse RP (1935) *Pollen grains - Their structure, identification and significance in science and medicine*. McGraw-Hill Book Company Inc, New York.
- Wolowski M, Agostini K, Rech AR, Varassin IG, Maués M, Freitas L, Carneiro LT, Bueno RO, Consolaro H, Carvalheiro L, Saraiva AM, Silva CI (2019) Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. Editora Cubo, São Carlos.
- Zetsche F (1932) Untersuchungen über die membran der sporen und pollen, X: die inkohlungs-temperatur der steinkohlen. *Helv. Chem. Acta* 15:675-680.



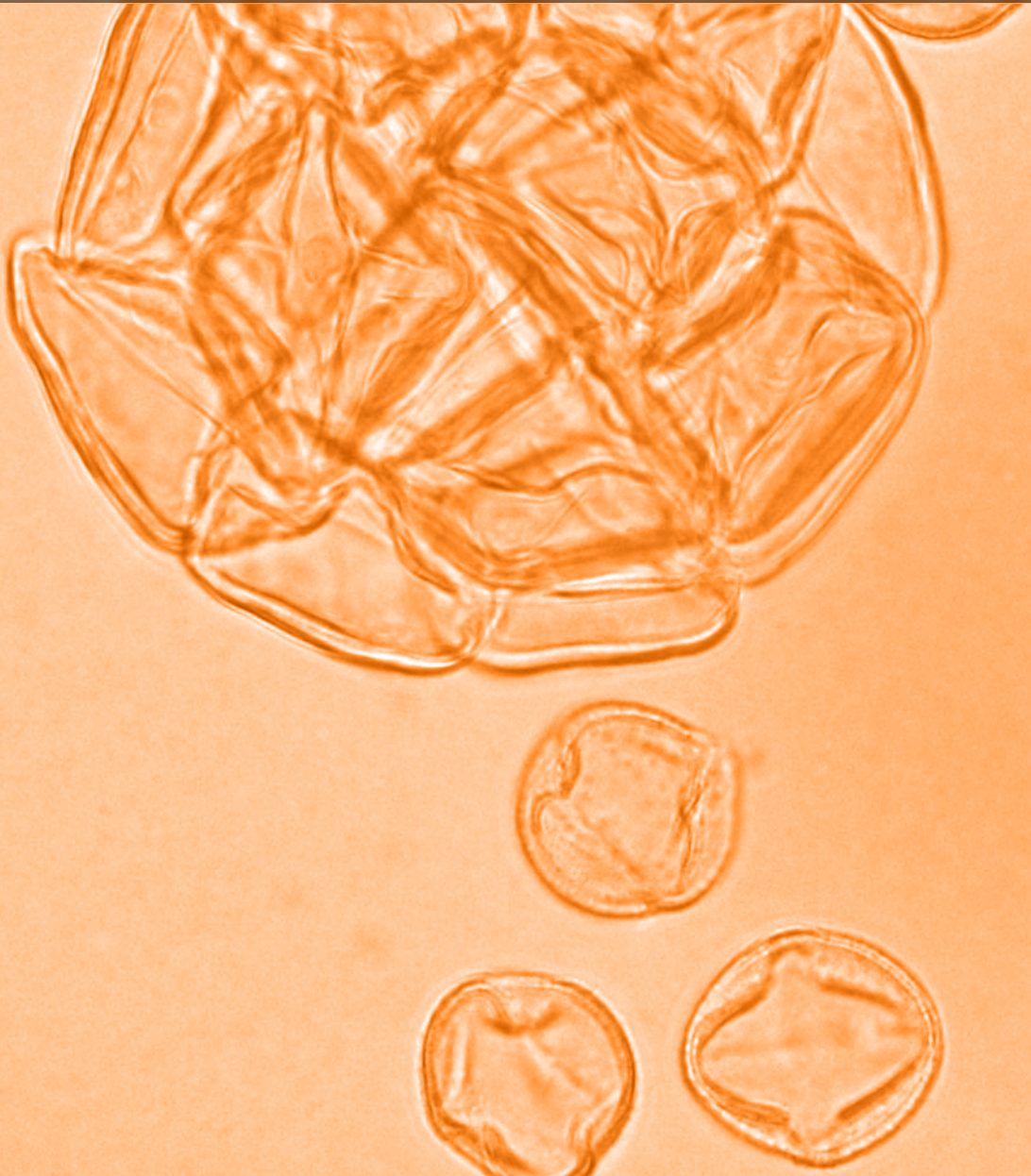
*Melipona quadrifasciata*



Meliponini visitando flores de *Ixora chinensis*



# Palinoecología



## Acanthaceae

*Ruellia chartacea* (T. Anderson) Wassh.  
"RUÉLIA-ROJA"



Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 79  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 180  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

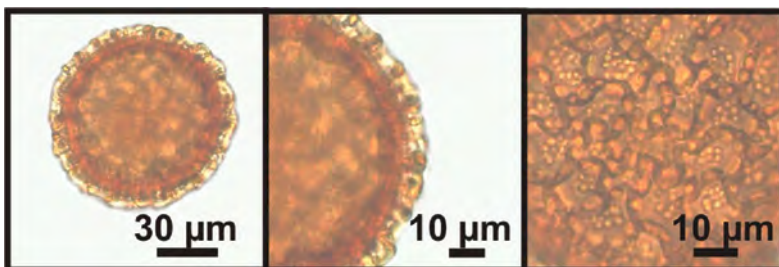
### Características de la flor

Sistema de polinización: aves  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: salpingomorfa  
Simetría: zigomorfa  
Color: rojo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



### Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 92,76 \pm 7,77$  (80,41-107,63), radial, isopolar, ámbito circular, esferoidal, triporado, poro circular. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 12,69 \pm 1,88$  (9,67-16,08).



## Acanthaceae

*Thunbergia erecta* T. Anderson

"MANTO-DE-REI"

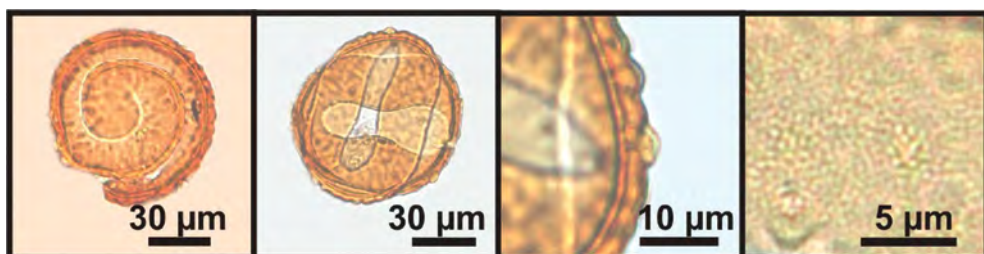
Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 2  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 103  
Hábito: arbustivo  
Origen: exótica

### Características de la flor

Sistema de polinización: aves  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: grande  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: zigomorfa  
Color: púrpura  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar

### Descripción del polen

Mónade, grande,  $D = 81,11 \pm 8,72$  (62,86-98,54), asimétrico, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantocolpado, colpo muy largo, espiraperturado. Exina microrreticulada.  $Exi = 4,67 \pm 0,64$  (3,43-6,28).



## Amaranthaceae

### *Alternanthera tenella* Colla "APAGA-FUEGO"



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13860  
Código en la palinoteca: PALIASA 64  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

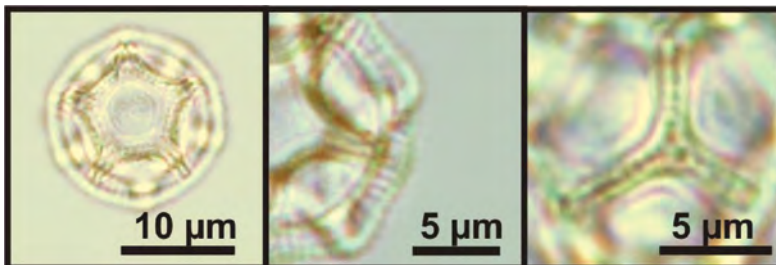
#### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen



#### Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $D = 16,72 \pm 1,20$  (14,96-18,82), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exina equinolofada.  $Exi = 2,65 \pm 0,32$  (2,01-3,11).



# Anacardiaceae

*Myracrodruon urundeuva* M. Allemão  
"AROEIRA-DO-SERTÃO"

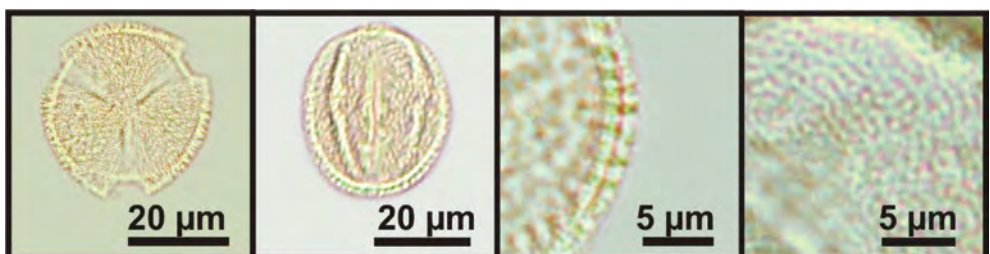
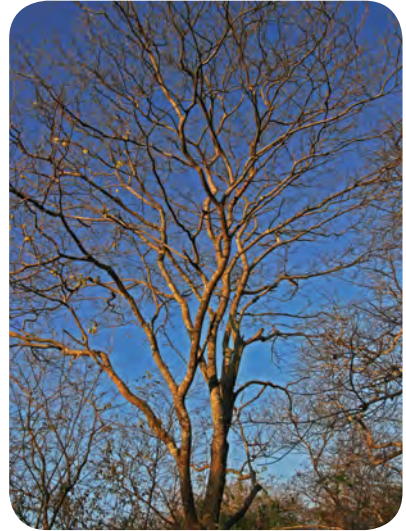
Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13852  
Código en la palinoteca: PALIASA 124  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: unisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: actinomórfica  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

## Descripción del polen

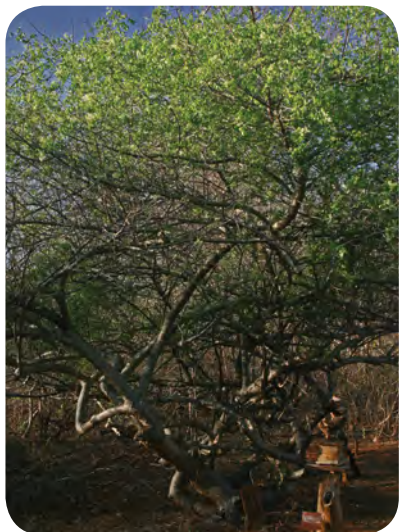
Mónade, mediano,  $P = 36,92 \pm 3,43$  (29,54-44,87),  $E = 34,18 \pm 3,62$  (27,42-42,85), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,08 \pm 0,06$  (0,98-1,22), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina estriada, reticulada.  $Exi = 2,83 \pm 0,33$  (1,81-3,46).



## Anacardiaceae

*Spondias tuberosa* Arruda

“UMBU”



Vegetación: bosques bajos semidecuiduos  
Registro en MOSS: MOSS 13889  
Código en la palinoteca: PALIASA 125  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

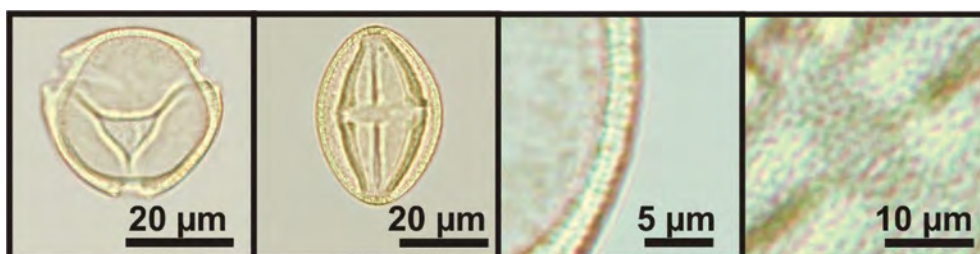
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual y unisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 40,98 \pm 1,60$  (38,73-1,24),  $E = 34,27 \pm 1,82$  (31,91-39,98), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1.20 \pm 0.05$  (1.05-1.24), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina estriada, microrreticulada.  $Exi = 2,29 \pm 0,20$  (2,00-2,60).



# Apocynaceae

*Tabernaemontana laeta* Mart.

“LÍRIO”

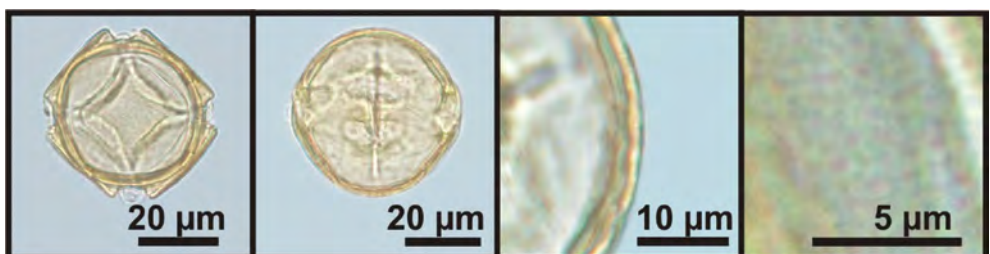
Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en EAC: EAC 59096  
Código en la palinoteca: PALIUFC 315  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: mariposas y polillas nocturnas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: salpingomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: crepuscular y diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar

## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 45,79 \pm 2,57$  (40,54-50,12),  $E = 44,72 \pm 3,77$  (36,3-50,8), radial, isopolar, ámbito cuadrangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,02 \pm 0,07$  (0,91-1,14), tetracolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 3,00 \pm 0,59$  (1,85-3,80).



# Apocynaceae

*Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum.

“TEVETIA”



Vegetación: bosques bajos semidecuiduos  
Registro en EAC: EAC 59414  
Código en la palinoteca: PALIUFC 377  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

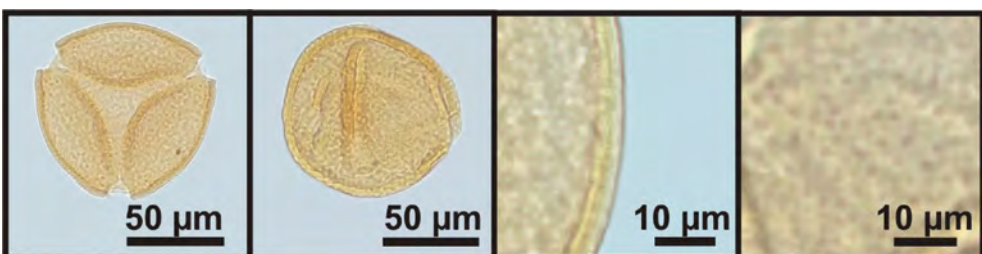
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: salpingomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



## Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $P = 102,56 \pm 7,95$  (86,07-114,39),  $E = 94,74 \pm 7,82$  (78,09-110,84), radial, isopolar, ámbito subtriangular, suboblato a prolato,  $P/E = 1,08 \pm 0,12$  (0,78-1,44), tricolporado, colpo largo, sincolporado, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 4,56 \pm 0,50$  (3,80-5,41).





## Arecaceae

*Cocos nucifera* L.  
"COQUEIRO"

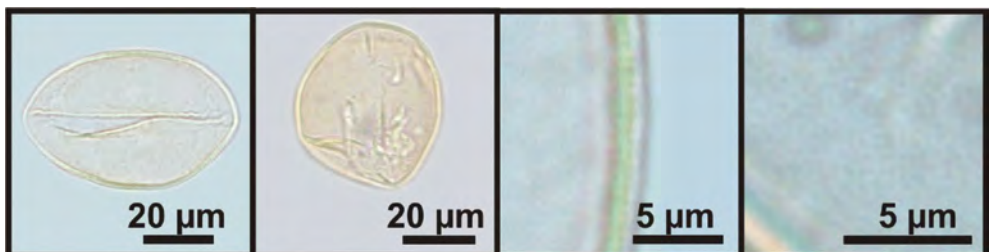
Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en EAC: EAC 59406  
Código en la palinoteca: PALIUFC 257  
Hábito: arbóreo  
Origen: naturalizada

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: unisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 37,78 \pm 4,51$  (33,85-49,29),  $deme = 41,24 \pm 3,21$  (36,71-48,87),  $dema = 62,86 \pm 3,61$  (56,74-68,76), bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, subprolato a prolato,  $P/E = 1,52 \pm 0,16$  (1,21-1,83), monosulcado. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,15 \pm 0,37$  (1,40-3,03).



# Asphodelaceae

*Bulbine frutescens* Willd.

“BULBINE”



Vegetación: área urbana

Registro en SPF: J.A. Pissolato 18

Código en la palinoteca: PALIIBUSP 119

Hábito: herbáceo

Origen: exótica

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: actinomorfa

Simetría: actinomorfa

Color: amarillo y naranja

Antesis: diurna

Dehiscencia de las anteras: longitudinal

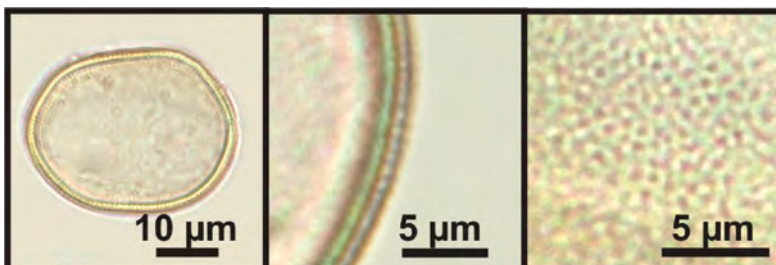
Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar y polen



## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 23,88 \pm 1,65$  (21,67-26,66),  $deme = 29,09 \pm 1,64$  (25,99-32,05),  $dema = 34,31 \pm 1,48$  (31,45-37,49), bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, oblato a oblato-esferoidal,  $P/E = 1,02 \pm 0,81$  (0,69-0,90), monosulcado. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,78 \pm 0,23$  (1,40-2,34).



## Asteraceae

*Emilia sonchifolia* (L.) DC. ex Wigh  
"SERRALHINHA"

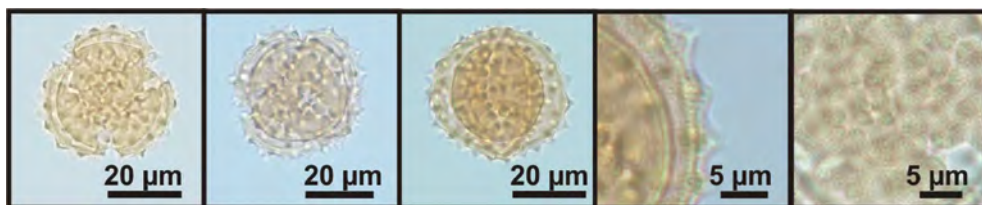
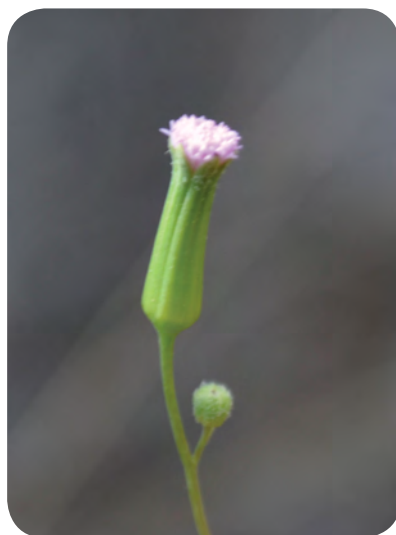
Vegetación: área urbana  
Registro en EAC: EAC 59103  
Código en la palinoteca: PALIUFC 273  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: mariposas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: lila  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 42,02 \pm 3,07$  (33,90-47,33),  $E = 41,26 \pm 3,12$  (33,53-45,68), radial, isopolar, ámbito subtriangular y cuadrangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,02 \pm 0,05$  (0,92-1,10), tricolporado y tetracolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada.  $Exi = 2,31 \pm 0,44$  (1,80-3,41).



# Asteraceae

*Helianthus annuus* L.

“GIRASOL”



Vegetación: área de intervención y área de cultivo

Registro en UMNG-H: UMNG-H 963

Código en la palinoteca: PBEAS 84

Hábito: herbáceo

Origen: cultivada

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual y unisexual

Tamaño: muy pequeño

Forma: ligulada

Simetría: actinomorfa y zigomorfa

Color: amarillo

Antesis: diurna

Dehiscencia de las anteras: longitudinal

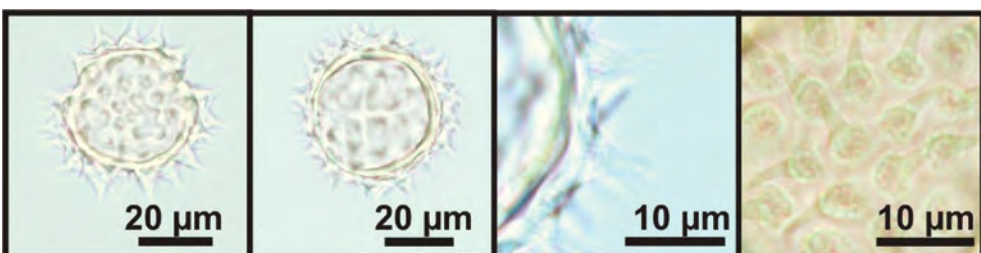
Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar y polen



## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 53,66 \pm 3,34$  (47,22-61,45),  $E = 52,55 \pm 3,91$  (46,53-63,98), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,02 \pm 0,06$  (0,91-1,12), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada. Exi =  $2,71 \pm 0,49$  (1,81-3,65).



## Asteraceae

*Pseudelephantopus spiralis* (Less) Cronquist

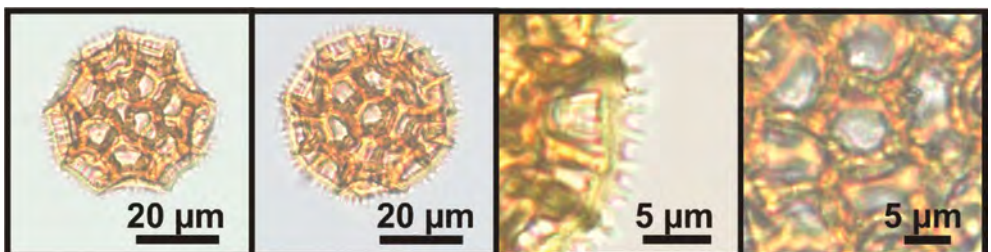
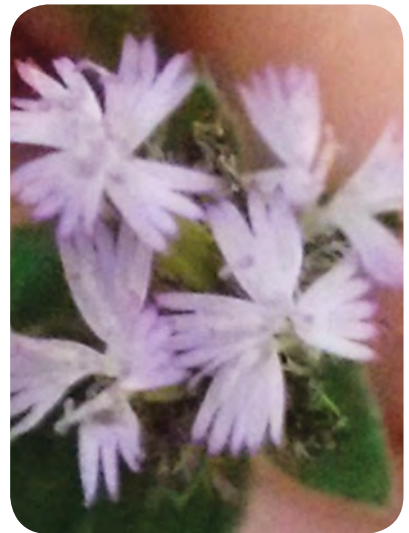
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278137  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 20  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: zigomorfa  
Color: lila  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $D = 44,49 \pm 2,56$  (38,85-48,40), radial, isopolar, ámbito subtriangular, esferoidal, triporado, poro circular. Exina equinulofada.  $Exi = 1,57 \pm 0,28$  (1,02-2,21).



## Asteraceae

### *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski "MARGARIDINHA"



Vegetación: área de cultivo  
Registro en EAC: EAC 59382  
Código en la palinoteca: PALIUFC 372  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

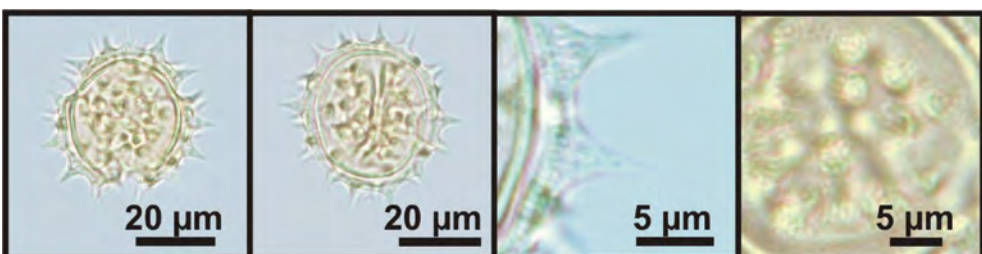
#### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual y unisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: ligulada y tubular  
Simetría: actinomorfa y zigomorfa  
Color: amarillo y naranja  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



#### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 45,28 \pm 1,83$  (41,32-48,13),  $E = 44,01 \pm 2,96$  (39,64-51,10), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,03 \pm 0,06$  (0,88-1,14), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada.  $Exi = 3,62 \pm 0,64$  (2,09-4,87).



## Asteraceae

*Taraxacum officinale* F.H. Wigg  
"DIENTE DE LEÓN"

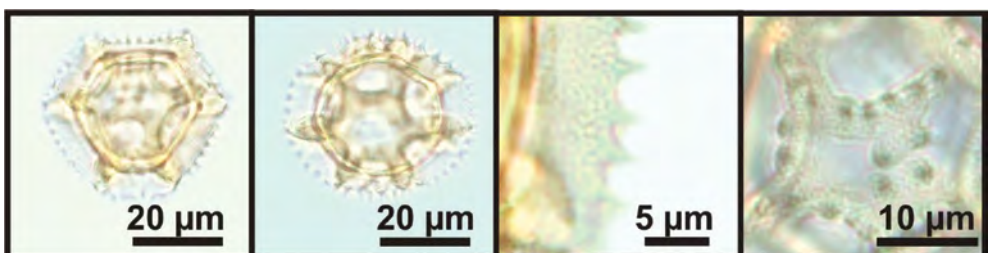
Vegetación: área urbana, sub-páramo, área de cultivo y área de intervención  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 114  
Código en la palinoteca: PBEAS 108  
Hábito: herbáceo  
Origen: exótica

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y mariposas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: ligulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 40,44 \pm 1,48$  (37,56-42,85),  $E = 43,81 \pm 1,85$  (38,48-47,59), radial, isopolar, ámbito subtriangular, suboblato a oblato-esferoidal,  $P/E = 0,92 \pm 0,03$  (0,84-0,99), triporado, poro circular. Exina equinolofada.  $Exi = 4,73 \pm 0,56$  (3,80-6,10).



## Asteraceae

*Tridax procumbens* L.  
"ERVA-DE-TOURO"



Vegetación: área de cultivo, área urbana y bosques bajos semidecuidos  
Registro en EAC: EAC 59106  
Código en la palinoteca: PALIUFC 321  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

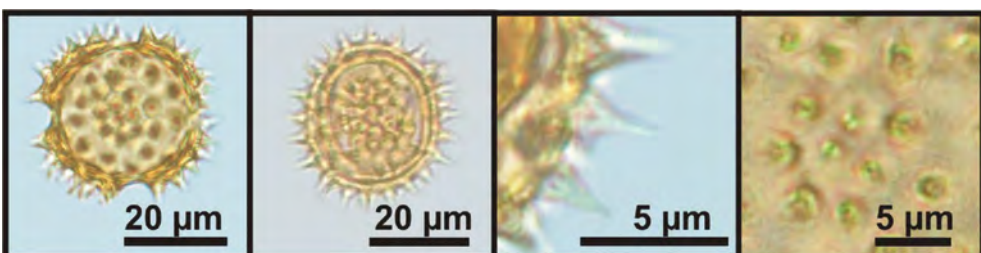
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual y unisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: ligulada y tubular  
Simetría: actinomorfa y zigomorfa  
Color: amarillo y crema  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 38,99 \pm 3,83$  (28,05-47,15),  $E = 38,55 \pm 3,98$  (27,73-48,53), radial, isopolar, ámbito cuadrangular, oblatoesferoidal a subprolato,  $P/E = 1,01 \pm 0,05$  (0,96-1,19), tetracolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada.  $Exi = 2,54 \pm 0,66$  (1,80-4,01).





## Asteraceae

*Unxia camphorata* L.f.  
"SÃO-JOÃO-CAÁ"

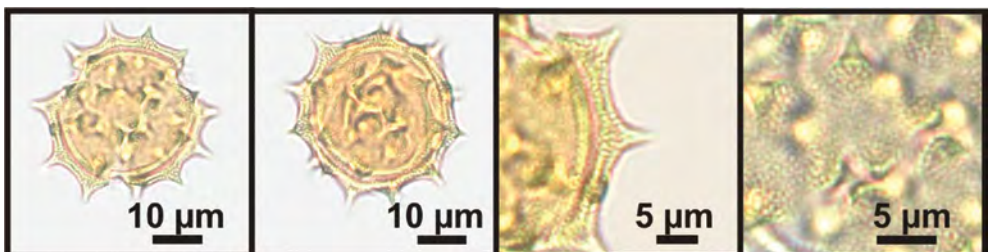
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278144  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 28  
Hábito: arbustivo y herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: unisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: infundibuliforme y ligulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 38,67 \pm 2,25$  (33,52-42,68),  $E = 38,02 \pm 2,49$  (33,41-42,68), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,02 \pm 0,04$  (0,93-1,13), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada.  $Exi = 2,31 \pm 0,39$  (1,81-3,05).



## Asteraceae

*Vernonanthura polyanthes* (Spreng.) A.J.Vega & Dematt.  
"ASSA-PEIXE-BRANCO"



Vegetación: área urbana  
Registro en HUFU: HUFU 50072  
Código en la palinoteca: PALIUFU 34  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

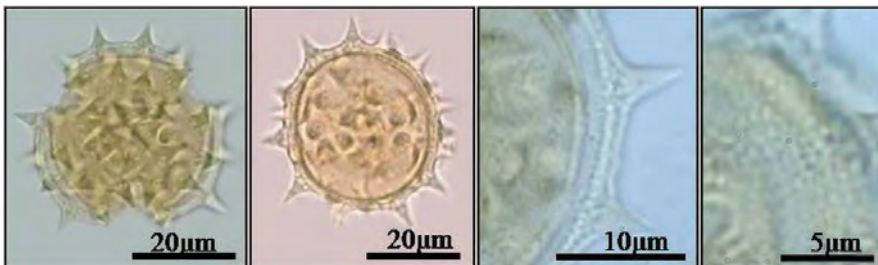
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 35,20 \pm 1,46$  (32,59-37,68),  $E = 33,29 \pm 2,51$  (30,16-38,69), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblatoesferoidal a subprolato,  $P/E = 1,06 \pm 0,08$  (0,91-1,23), tricolporado, colpo corto, endoapertura lalongada, poro circular. Exina equinada, perforada.  $Exi = 1,80$ .



## Balsaminaceae

*Impatiens walleriana* Hook. f.  
"MARIA-SEM-VERGONHA"

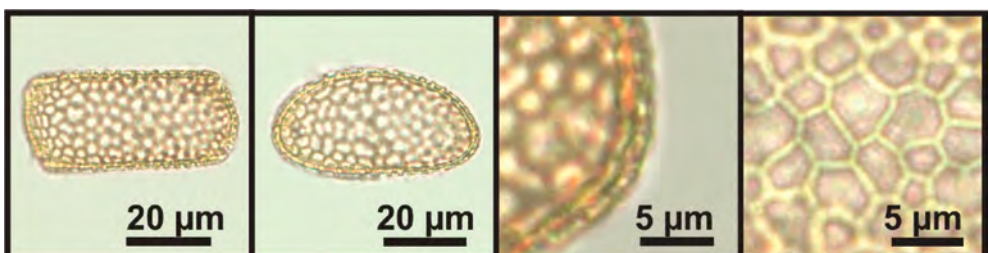
Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 19  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 120  
Hábito: herbáceo  
Origen: naturalizada

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: flor y inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: grande  
Forma: calcarada  
Simetría: zigomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a grande,  $P = 25,35 \pm 2,74$  (18,85-28,43),  $E = 51,00 \pm 2,92$  (43,32-54,98), bilateral, isopolar, ámbito cuadrangular, peroblato a oblato,  $P/E = 0,50 \pm 0,07$  (0,37-0,64), tetracolpado, colpo corto. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,47 \pm 0,32$  (2,00-3,13).



# Bignoniaceae

*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex. DC.) Mattos  
"IPÊ-ROXO"



Vegetación: bosques bajos semidecuiduos  
Registro en EAC: EAC 59198  
Código en la palinoteca: PALIUFC 294  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

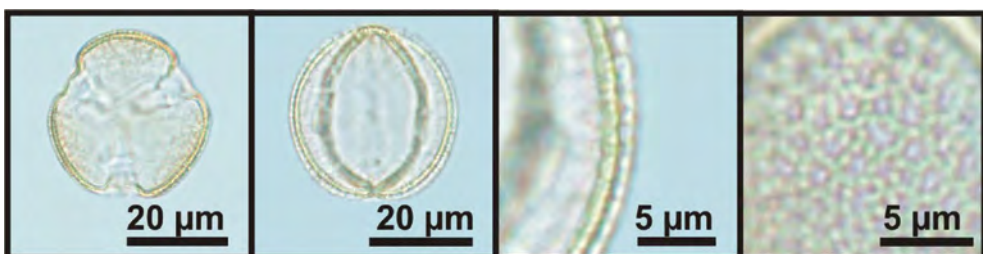
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: grande  
Forma: salpingomorfa  
Simetría: zigomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 34,41 \pm 1,59$  (32,29-38,10),  $E = 33,45 \pm 1,90$  (30,04-37,94), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblatoesferoidal a subprolato,  $P/E = 1,03 \pm 0,07$  (0,94-1,21), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada.  $Exi = 2,48 \pm 0,22$  (2,20-3,01).



# Bignoniaceae

*Tecoma stans* (L.) Kunth  
"IPÊ-DE-JARDIM"

Vegetación: área urbana y bosques bajos semidecíduos

Registro en EAC: EAC 59199

Código en la palinoteca: PALIUFC 277

Hábito: arbóreo

Origen: naturalizada

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: grande

Forma: infundibuliforme

Simetría: zigomorfa

Color: amarillo

Antesis: diurna

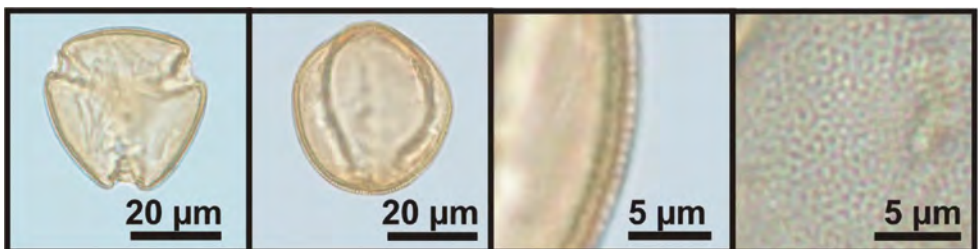
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar

## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 39,39 \pm 2,89$  (33,65-44,43),  $E = 36,82 \pm 2,27$  (30,76-41,01), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,07 \pm 0,09$  (0,92-1,24), tricolporado, colpo largo, endoapertura lolongada. Exina microreticulada.  $Exi = 2,40 \pm 0,23$  (2,01-3,06).



# Boraginaceae

*Borago officinalis* L.

“BORRAJA”



Vegetación: área de intervención  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1004  
Código en la palinoteca: PBEAS 89  
Hábito: herbáceo  
Origen: exótica

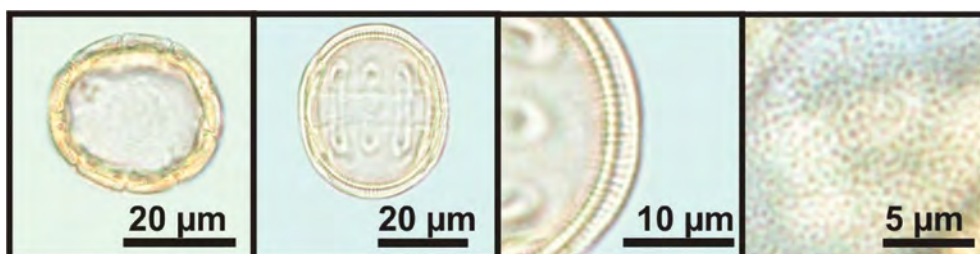
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: púrpura  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen



## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 39,16 \pm 1,60$  (35,64-42,40),  $E = 31,60 \pm 1,64$  (27,56-34,38), radial, isopolar, ámbito circular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,24 \pm 0,07$  (1,13-1,44), 9-colporado, colpo largo, endoapertura lalongada, endocíngulo. Exina microrreticulada.  $Exi = 3,51 \pm 0,36$  (2,80-4,32).



## Brassicaceae

*Brassica rapa* L.

"NABO"

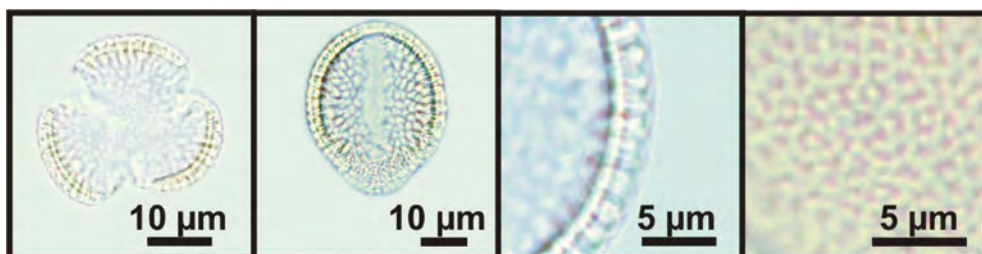
Vegetación: área de intervención  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1010  
Código en la palinoteca: PBEAS 88  
Hábito: herbáceo  
Origen: exótica

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: cruciforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 37,17 \pm 4,21$  (29,03-42,90),  $E = 29,15 \pm 3,18$  (21,67-33,98), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,28 \pm 0,08$  (1,07-1,42), tricolpado, colpo largo. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 3,30 \pm 0,37$  (2,67-4,02).



# Brassicaceae

*Raphanus sativus* L.  
"RÁBANO"



Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1016  
Código en la palinoteca: PBEAS 85  
Hábito: herbáceo  
Origen: exótica

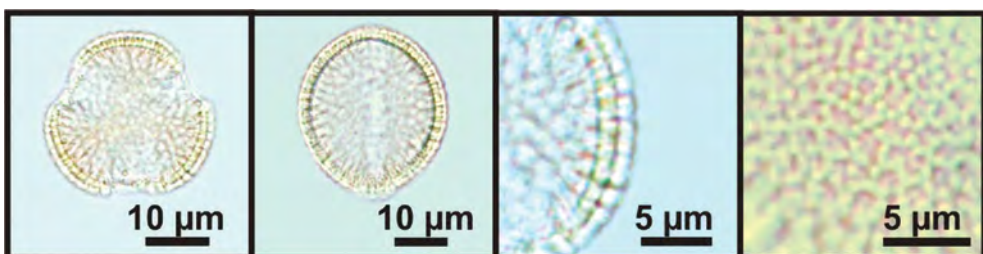
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: cruciforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca y lila  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 33,96 \pm 1,27$  (31,43-36,40),  $E = 27,18 \pm 1,11$  (25,23-29,29), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,25 \pm 0,05$  (1,14-1,34), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,96 \pm 0,38$  (2,40-3,65).





# Bromeliaceae

*Aechmea distichantha* Lem.

“PLANTA-VASO”

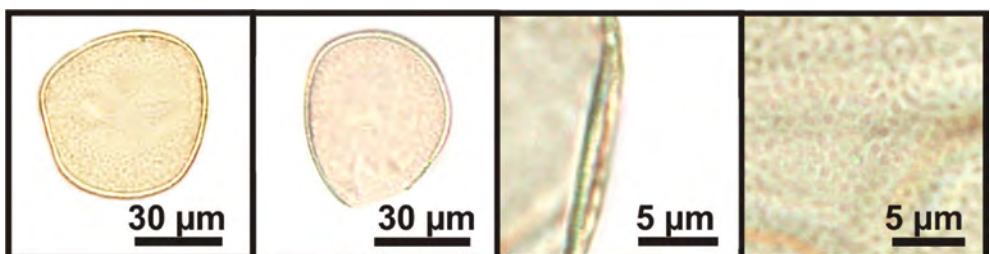
Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 71  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 172  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas, aves, mariposas y moscas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: tubular  
Simetría: actinomorfa  
Color: lila  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen

## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 47,82 \pm 5,04$  (41,08-55,53),  $deme = 47,18 \pm 4,31$  (41,25-59,79),  $dema = 57,81 \pm 6,33$  (48,45-76,64), bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, suboblato a subprolato,  $P/E = 1,02 \pm 0,09$  (0,87-1,20), monosulcado. Exina reticulada, homobrocada.  $Exi = 1,91 \pm 0,33$  (1,27-2,61).



## Combretaceae

*Combretum leprosum* Mart.  
"MOFUMBO"



Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en MOSS: MOSS 13896  
Código en la palinoteca: PALIASA 67  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

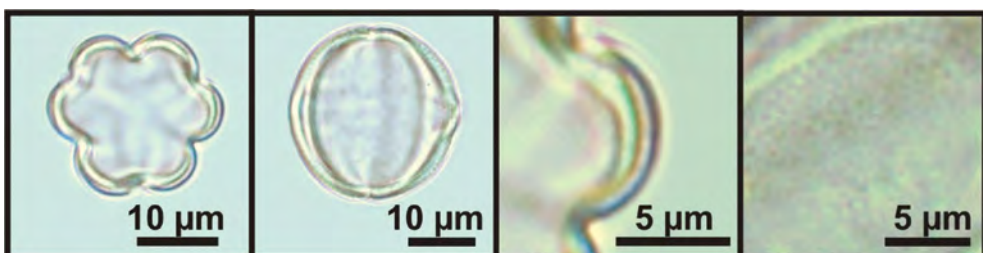
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: actinomórfica  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 26,90 \pm 1,95$  (23,69-30,21),  $E = 22,58 \pm 1,37$  (20,21-24,91), radial, isopolar, ámbito circular, prolato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,19 \pm 0,05$  (1,11-1,32), tricolporado, tripseudocolpado, colpo largo, heteroaperturado, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,99 \pm 0,28$  (1,40-2,24).



## Commelinaceae

*Tradescantia pallida* (Rose) D.R.Hunt  
"TABOQUINHA PÚRPURA"

Vegetación: área urbana y bosques bajos semidecíduos

Registro en EAC: EAC 59085

Código en la palinoteca: PALIUFC 268

Hábito: herbáceo

Origen: exótica

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: mediano

Forma: actinomorfa

Simetría: zigomorfa

Color: púrpura

Antesis: diurna

Dehiscencia de las anteras: longitudinal

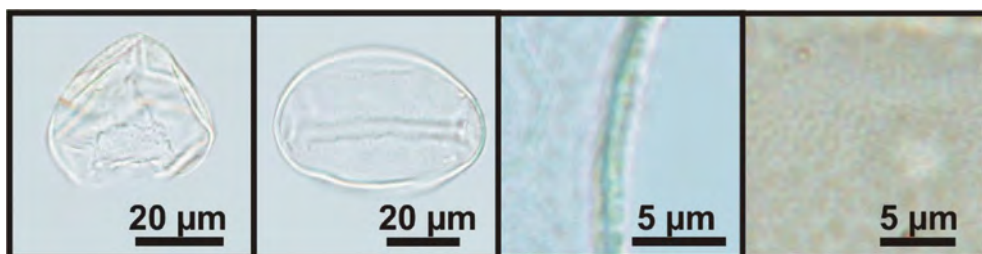
Olor: sin olor

Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 58,20 \pm 4,54$  (51,25-67,59),  $E = 38,27 \pm 4,39$  (32,14-47,82), bilateral, heteropolar, ámbito elíptico, subprolato a prolato,  $P/E = 1,52 \pm 0,17$  (1,19-1,77), monosulcado, Exina microrreticulada.  $Exi = 1,63 \pm 0,40$  (1,00-2,41).



## Convolvulaceae

*Ipomoea asarifolia* Roem. & Schult.

“SALSA-PÚRPURA”



Vegetación: bosque tropical seco brasileño y bosques bajos semidecíduos

Registro en MOSS: MOSS 13840

Código en la palinoteca: PALIASA 27

Hábito: herbáceo y liana

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: flor

Sexualidad: bisexual

Tamaño: muy grande

Forma: infundibuliforme

Simetría: actinomorfa

Color: púrpura

Antesis: diurna

Dehiscencia de las anteras: longitudinal

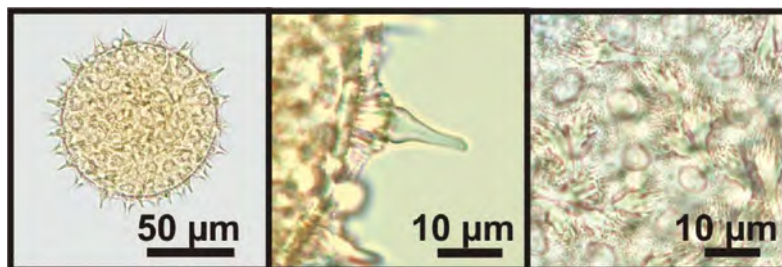
Olor: sin olor

Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 107,86 \pm 11,45$  (82,18-124,55), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exina equinada.  $Exi = 5,94 \pm 1,24$  (3,89-7,55).



## Convolvulaceae

*Ipomoea bahiensis* Willd. ex Roem. & Schult.  
"JETIRANA ROSA"

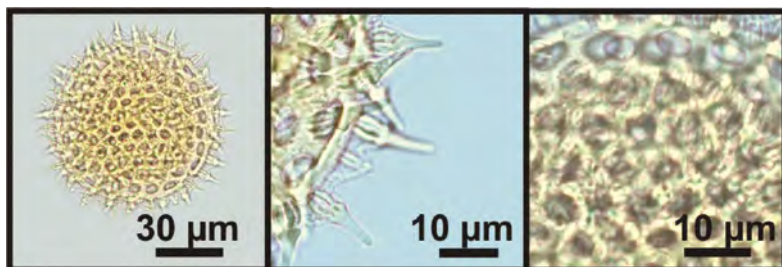
Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13858  
Código en la palinoteca: PALIASA 44  
Hábito: liana  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y mariposas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: grande  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: lila  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, grande,  $D = 90,81 \pm 5,94$  (78,60-100,62), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exina equinada. Exi =  $5,29 \pm 0,44$  (4,82-6,00).



## Convolvulaceae

*Merremia aegyptia* (L.) Urb.

“JETIRANA”



Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en MOSS: MOSS 13856  
Código en la palinoteca: PALIASA 113  
Hábito: liana  
Origen: nativa

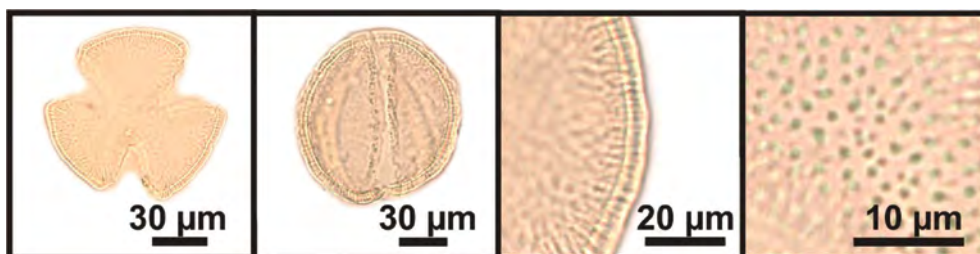
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: crepuscular  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $P = 109,67 \pm 29,72$  (62,71-150,42),  $E = 99,21 \pm 22,49$  (66,21-125,27), radial, isopolar, ámbito subtriangular, suboblato a prolato,  $P/E = 1,11 \pm 0,27$  (0,75-1,52), tricolpado, colpo largo. Exina perforada.  $Exi = 6,23 \pm 1,43$  (4,02-8,25).



## Cyperaceae

*Rhynchospora pubera* Boeckeler

“CAPIM-ESTRELA”

Vegetación: selva amazónica

Registro en INPA: INPA 278130

Código en la palinoteca: PALIIBUSP 13

Hábito: herbáceo

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y viento

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual y unisexual

Tamaño: muy pequeño

Forma: actinomorfa

Simetría: actinomorfa

Color: crema

Antesis: diurna

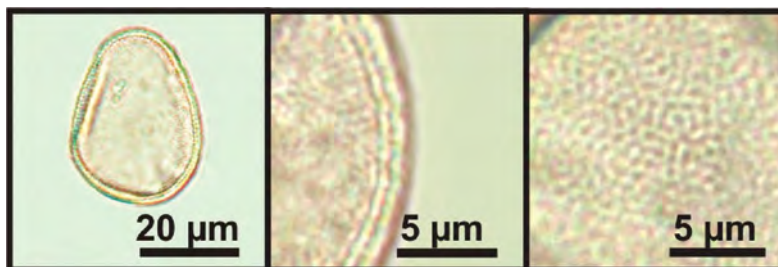
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: sin olor

Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $deme = 27,09 \pm 2,94$  (21,95-35,26),  $dema = 32,51 \pm 3,27$  (27,59-41,24), radial, heteropolar, ámbito circular, esferoidal a prolato,  $P/E = 1,20 \pm 0,12$  (1,00-1,48), triporado, poro lolongado. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,65 \pm 0,25$  (1,00-2,09).



# Ericaceae

*Bejaria resinosa* L.f.

“MATAMOSCA Y PEGAPEGA”



Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1052  
Código en la palinoteca: PBEAS 37  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

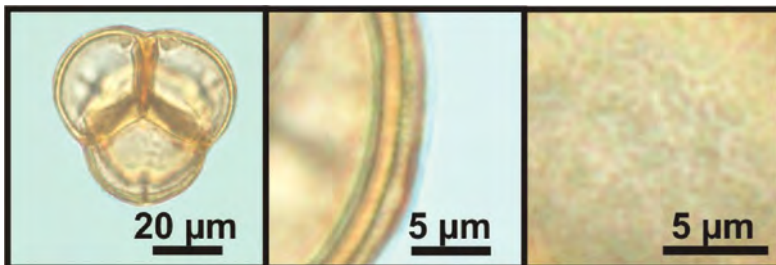
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y aves  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



## Descripción del polen

Tétrade, mediano a grande,  $D = 53,77 \pm 3,21$  (46,54-59,85), ámbito subtriangular en la vista frontal, esferoidal, tricolorado, colpo largo, endoapertura alargada. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,94 \pm 0,50$  (2,00-4,02).





# Euphorbiaceae

*Croton sonderianus* Müll.Arg.  
"MARMELEIRO"

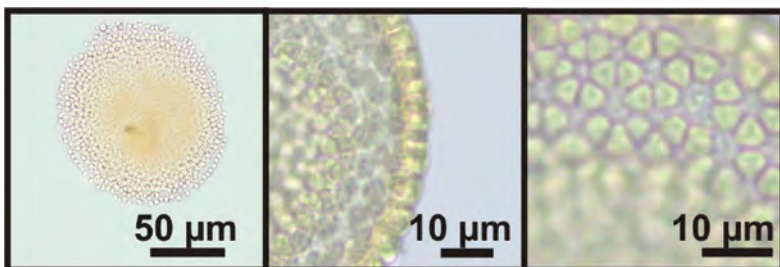
Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13882  
Código en la palinoteca: PALIASA 3  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y moscas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

## Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 114,77 \pm 11,79$  (84,59-134,16), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, inaperturado. Exina patrón-croton. Exi =  $5,83 \pm 0,70$  (5,21-6,52).



## Fabaceae

*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

“ANGICO”



Vegetación: área urbana y bosque tropical seco  
brasileño

Registro en MOSS: MOSS 13887

Código en la palinoteca: PALIASA 137

Hábito: arbóreo y arbustivo

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: campanulada

Simetría: actinomorfa

Color: crema

Antesis: diurna

Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar



### Descripción del polen

Políade, mediano,  $D = 29,11 \pm 2,03$  (26,10-34,47), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina areolada.  $Exi = 1,58 \pm 0,27$  (1,20-2,24).



## Fabaceae

*Cassia fistula* L.  
"CHUVA-DE-OURO"

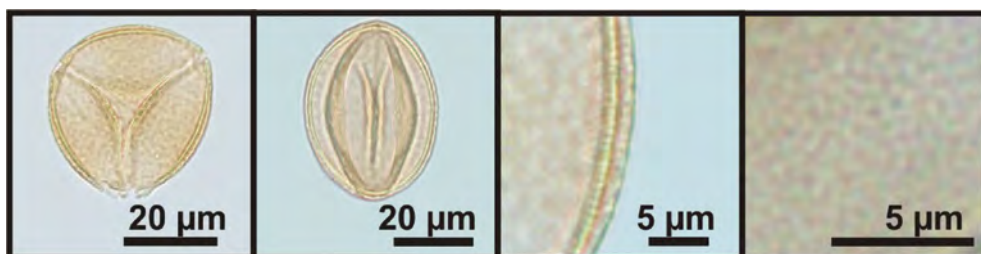
Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en EAC: EAC 59226  
Código en la palinoteca: PALIUFC 254  
Hábito: arbóreo  
Origen: exótica

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 45,73 \pm 4,63$  (40,38-58,37),  $E = 35,43 \pm 3,51$  (27,75-44,20), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal,  $P/E = 1,29 \pm 0,12$  (1,11-1,65), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,68 \pm 0,37$  (2,17-3,56).



## Fabaceae

*Centrosema brasilianum* Benth.

“CUNHÃ”



Vegetación: bosques bajos semidecuiduos

Registro en EAC: EAC 59224

Código en la palinoteca: PALIUFC 256

Hábito: liana

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: flor

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: papilionada

Simetría: zigomorfa

Color: púrpura

Antesis: diurna

Dehiscencia de las anteras: longitudinal

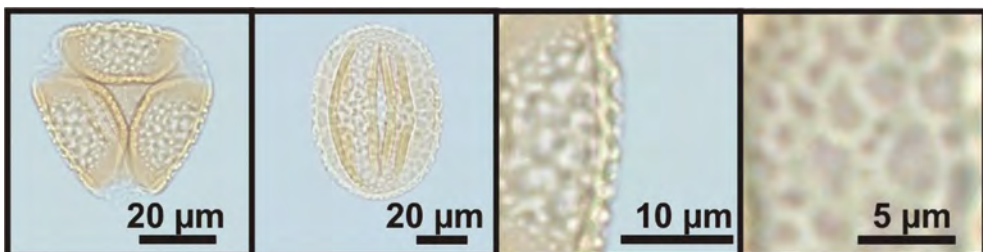
Olor: sin olor

Recurso floral: néctar



### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 69,14 \pm 5,06$  (47,94-75,55),  $E = 48,29 \pm 2,28$  (42,48-53,20), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,43 \pm 0,11$  (1,11-1,63), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,65 \pm 0,33$  (2,02-3,11).



## Fabaceae

*Chamaecrista calycioides* (DC. ex Collad.) Greene

Vegetación: bosque tropical seco brasileño

Registro en MOSS: MOSS 13839

Código en la palinoteca: PALIASA 14

Hábito: herbáceo

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: flor

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: unguiculada

Simetría: zigomorfa

Color: amarillo

Antesis: diurna

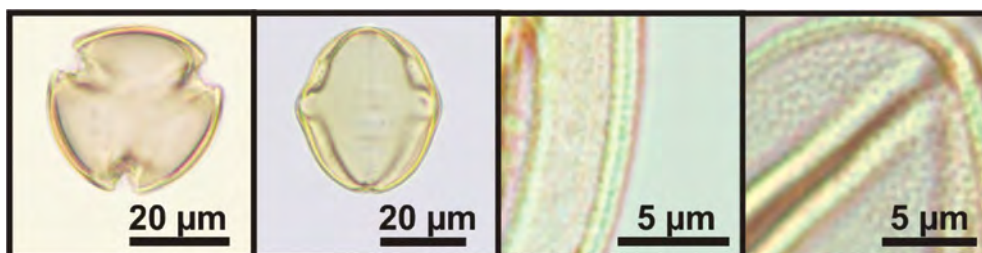
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: sin olor

Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 39,88 \pm 2,64$  (34,45-43,90),  $E = 33,31 \pm 1,48$  (31,22-36,79), radial, isopolar, ámbito subtriangular, esferoidal a prolato,  $P/E = 1,20 \pm 0,08$  (1,00-1,38), tricolporado, colpo largo, fastigiado, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,55 \pm 0,23$  (1,00-1,85).



## Fabaceae

*Chamaecrista duckeana* (P.Bezerra & Afr.Fern.) H.S.Irwin & Barneby



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13906  
Código en la palinoteca: PALIASA 95  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

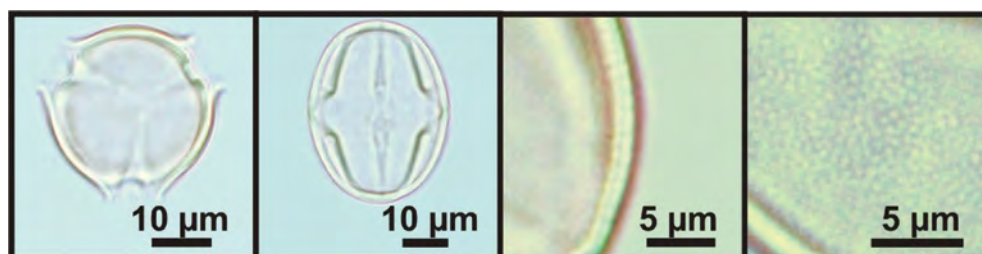
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: flor  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: anómala  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 31,63 \pm 3,27$  (23,24-38,59),  $E = 19,45 \pm 2,47$  (15,20-23,78), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato,  $P/E = 1,64 \pm 0,15$  (1,39-1,93), tricolporado, colpo largo, fastigiado, endoapertura alargada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,67 \pm 0,30$  (1,32-1,89).



## Fabaceae

*Clitoria fairchildiana* R.A.Howard  
"FAVEIRA"

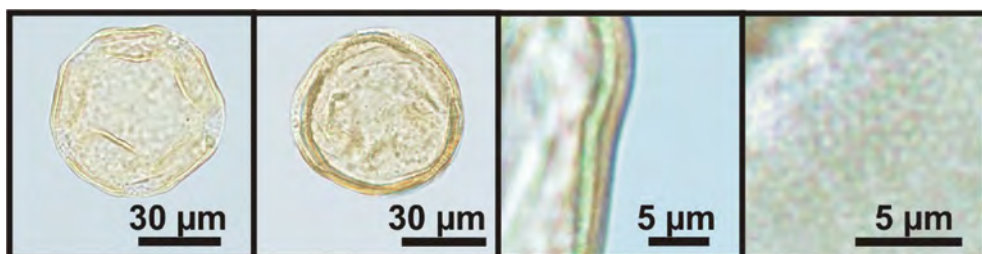
Vegetación: bosques bajos semidecíduos  
Registro en EAC: EAC 59373  
Código en la palinoteca: PALIUFC 360  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: papilionada  
Simetría: zigomorfa  
Color: púrpura  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar

### Descripción del polen

Mónade, grande,  $P = 57,89 \pm 3,26$  (51,94-64,15),  $E = 62,90 \pm 3,92$  (56,09-70,85), radial, isopolar, ámbito circular, suboblato a oblato-esferoidal,  $P/E = 0,92 \pm 0,05$  (0,83-0,99), pentaporado, poro lolongado. Exina microrreticulada.  $Exi = 3,26 \pm 0,64$  (2,21-4,57).



# Fabaceae

*Crotalaria retusa* L.



Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en EAC: EAC 59221  
Código en la palinoteca: PALIUFC 329  
Hábito: arbustivo  
Origen: naturalizada

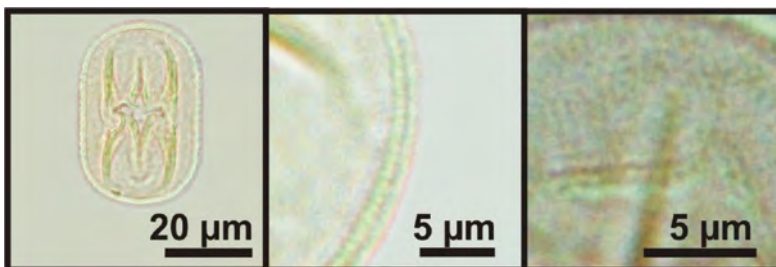
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: papilionada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar



## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 42,92 \pm 3,79$  (34,84-47,48),  $E = 27,90 \pm 3,87$  (20,05-36,24), radial, isopolar, ámbito subtriangular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,54 \pm 0,15$  (1,25-1,91), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,94 \pm 0,35$  (1,08-2,41).





## Fabaceae

*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit  
"LEUCENA"

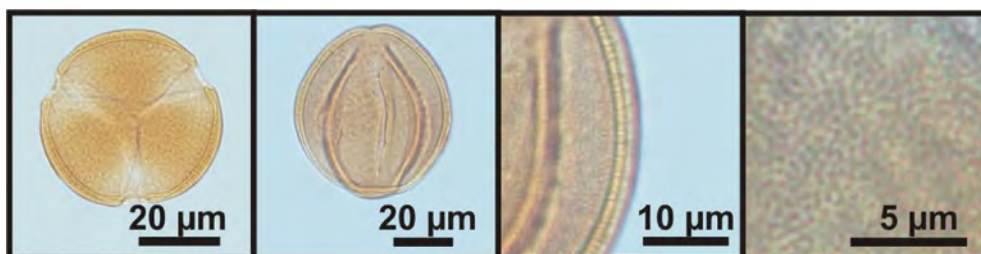
Vegetación: área urbana  
Registro en EAC: EAC 59234  
Código en la palinoteca: PALIUFC 258  
Hábito: arbóreo  
Origen: naturalizada

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 57,50 \pm 5,58$  (49,17-66,91),  $E = 47,21 \pm 3,38$  (40,52-52,83), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,22 \pm 0,12$  (0,96-1,39), tricolporado, colpo largo, endoapertura lolongada. Exina fosulada.  $Exi = 2,63 \pm 0,32$  (1,97-3,03).



## Fabaceae

*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz  
"PAU-FERRO"



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13874  
Código en la palinoteca: PALIASA 12  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

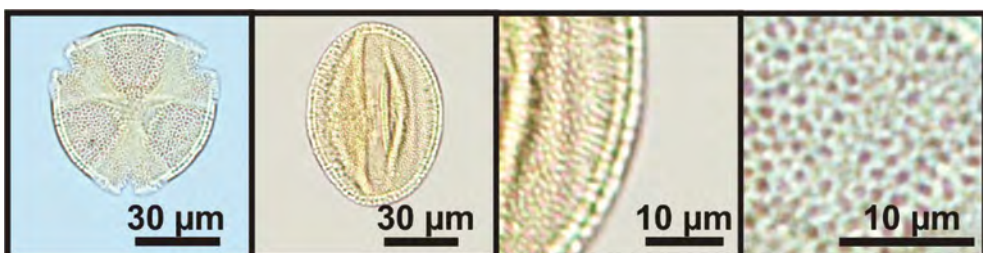
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



### Descripción del polen

Mónade, grande,  $P = 75,88 \pm 3,79$  (66,52-82,89),  $E = 60,21 \pm 5,05$  (52,18-71,66), radial, isopolar, ámbito triangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,26 \pm 0,09$  (1,07-1,38), tricolporado, colpo corto, margo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 4,11 \pm 0,46$  (3,20-5,01).



## Fabaceae

*Mimosa arenosa* Poir.

“CALUMBI”

Vegetación: bosque tropical seco brasileño

Registro en MOSS: MOSS 13865

Código en la palinoteca: PALIASA 16

Hábito: arbóreo y arbustivo

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: campanulada

Simetría: actinomorfa

Color: blanca

Antesis: diurna

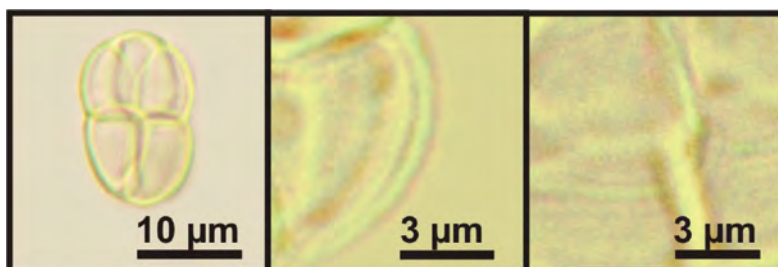
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Políade, pequeño,  $D = 17,56 \pm 1,48$  (12,27-19,98), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina verrugosa, areolada.  $Exi = 1,09 \pm 0,22$  (0,73-1,34).



## Fabaceae

*Mimosa caesalpinifolia* Benth.

“SABIÁ”



Vegetación: área urbana y bosque tropical seco  
brasileño

Registro en MOSS: MOSS 13862

Código en la palinoteca: PALIASA 76

Hábito: arbóreo y arbustivo

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: campanulada

Simetría: actinomorfa

Color: blanca

Antesis: diurna

Dehiscencia de las anteras: longitudinal

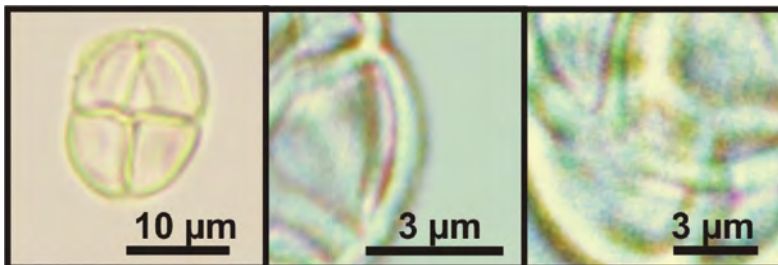
Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Políade, pequeño,  $D = 16,60 \pm 1,23$  (13,03-18,65), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina verrugosa, areolada.  $Exi = 1,09 \pm 0,24$  (0,66-1,71).



## Fabaceae

*Mimosa candollei* R. Grether  
"MIMOSA"

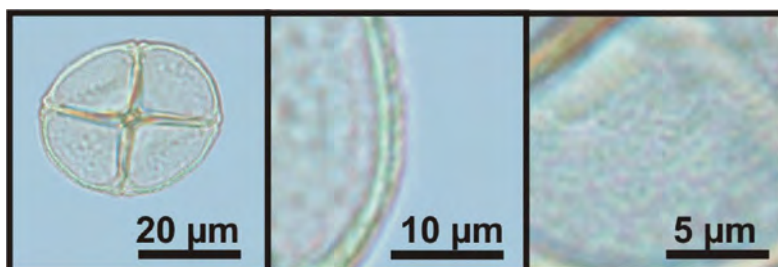
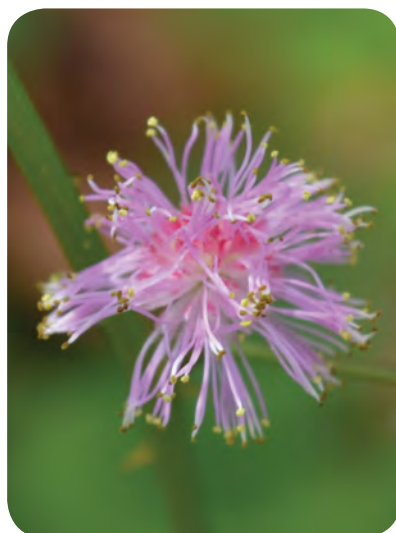
Vegetación: bosques bajos semidecíduos  
Registro en EAC: EAC 59404  
Código en la palinoteca: PALIUFC 394  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Tétrade, mediano,  $D = 35,84 \pm 2,32$  (32,31-41,27), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina areolada, verrugosa.  $Exi = 1,45 \pm 0,34$  (0,80-2,04).



## Fabaceae

*Mimosa pudica* L.

“DORMIDEIRA Y SENSITIVA”



Vegetación: área de cultivo y selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278122  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 5  
Hábito: arbustivo y herbáceo  
Origen: nativa

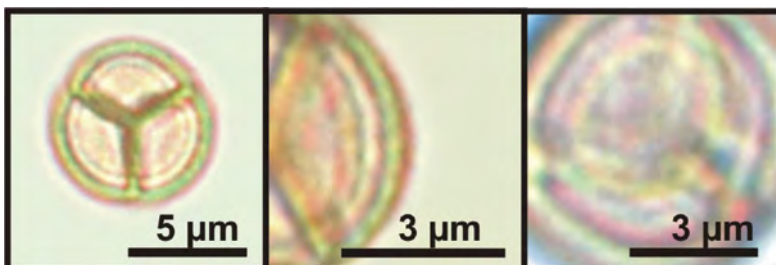
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Tétrade, muy pequeño,  $D = 7,74 \pm 0,26$  (7,25-8,23), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina areolada.  $Exi = 0,95 \pm 0,16$  (0,60-1,32).



## Fabaceae

*Mimosa sensitiva* L.

“ENGANCHA-BOI, UNHA-DE-GATO Y MALÍCIA”

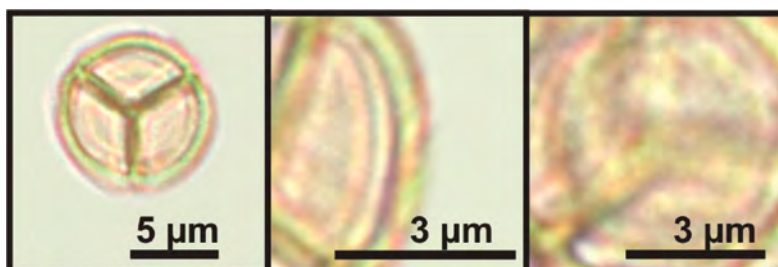
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278120  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 3  
Hábito: arbustivo y herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Tétrade, muy pequeño,  $D = 8,90 \pm 0,27$  (8,24-9,34), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina verrugosa, areolada.  $Exi = 0,94 \pm 0,20$  (0,54-1,60).



## Fabaceae

*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir  
"JUREMA-PRETA"



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13837  
Código en la palinoteca: PALIASA 120  
Hábito: arbustivo y arbóreo  
Origen: nativa

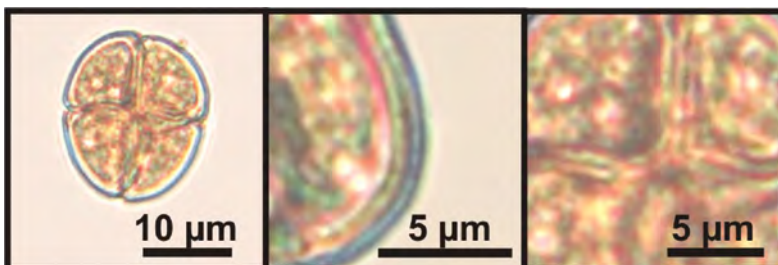
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: crema  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Tétrade, pequeño,  $D = 19,91 \pm 1,59$  (15,84-22,51), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina areolada, verrugosa.  $Exi = 1,25 \pm 0,24$  (0,80-1,80).





## Fabaceae

*Neptunia plena* (L.) Benth.

Vegetación: bosque tropical seco brasileño

Registro en EAC: EAC 59379

Código en la palinoteca: PALIUFC 347

Hábito: herbáceo

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual y unisexual

Tamaño: mediano

Forma: campanulada

Simetría: actinomorfa

Color: amarillo

Antesis: diurna

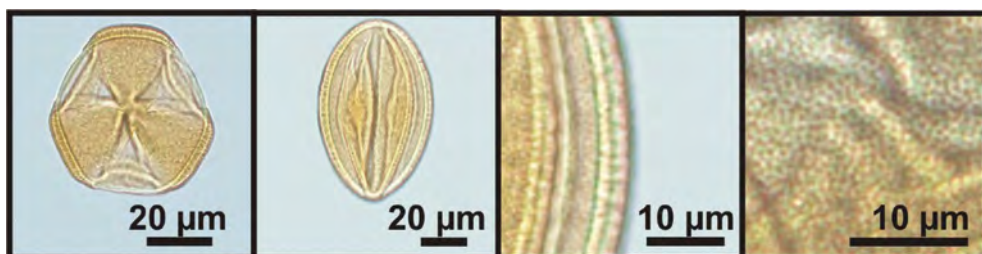
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 78,01 \pm 6,24$  (59,60-86,64),  $E = 51,43 \pm 3,55$  (45,05-60,25), radial, isopolar, ámbito subtriangular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,52 \pm 0,11$  (1,32-1,70), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 4,27 \pm 0,46$  (3,43-5,01).



## Fabaceae

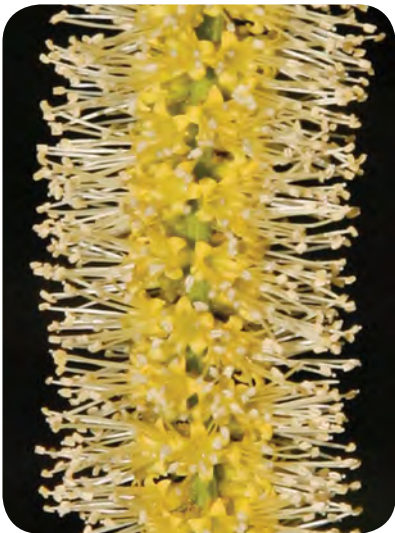
*Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W.Jobson



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 14275  
Código en la palinoteca: PALIASA 4  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

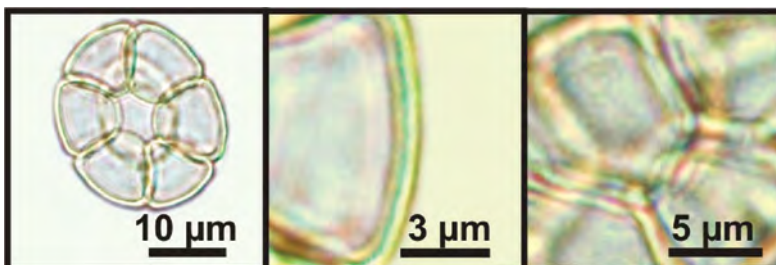
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: tubular  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Políade, pequeño a mediano,  $D = 24,41 \pm 1,86$  (21,63-28,74), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina verrugosa, areolada.  $Exi = 1,08 \pm 0,23$  (0,60-1,61).



## Fabaceae

*Senegalia polyphylla* Britton & Rose ex Britton & Killip  
"ANGIQUINHO, MONJOLEIRO Y PERIQUITEIRA"

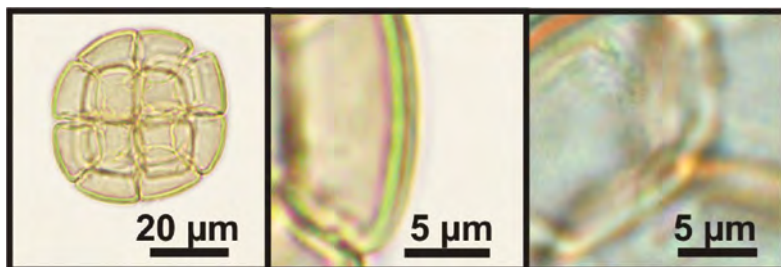
Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13895  
Código en la palinoteca: PALIASA 69  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: crema  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Políade, mediano a grande,  $D = 45,49 \pm 3,89$  (39,39-51,70), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina psilada.  $Exi = 1,40 \pm 0,16$  (1,20-1,60).



## Fabaceae

*Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby  
"FEDEGOSO"



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13886  
Código en la palinoteca: PALIASA 45  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

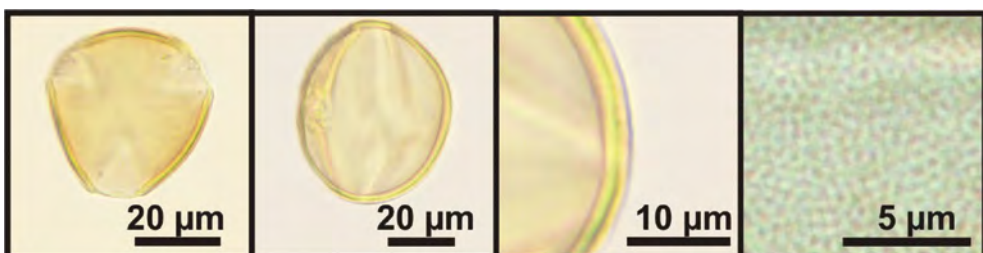
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: grande  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 55,45 \pm 5,08$  (48,08-66,70),  $E = 39,98 \pm 3,96$  (32,95-49,11), radial, isopolar, ámbito subtriangular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,39 \pm 0,07$  (1,28-1,54), tricolporado, colpo largo, endoapertura llongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,51 \pm 0,49$  (2,00-3,23).



## Fabaceae

*Senna multiglandulosa* (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby  
"ALCAPARRO CHICO Y ALCAPARRITO"

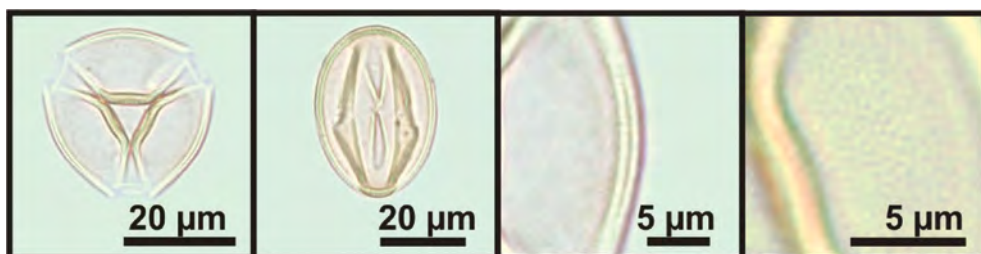
Vegetación: área de intervención  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1102  
Código en la palinoteca: PBEAS 82  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 40,02 \pm 1,40$  (37,66-43,25),  $E = 31,56 \pm 1,19$  (28,68-33,73), radial, isopolar, ámbito subtriangular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,27 \pm 0,07$  (1,15-1,40), tricolporado, colpo largo, poro lalongado. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,32 \pm 0,30$  (1,60-2,87).



## Fabaceae

*Senna obtusifolia* (L.) H.S.Irwin & Barneby  
"MATA-PASTO"



Vegetación: bosques bajos semidecíduos, bosque tropical seco brasileño y área de cultivo  
Registro en MOSS: MOSS 13864  
Código en la palinoteca: PALIASA 7  
Hábito: arbustivo y herbáceo  
Origen: nativa

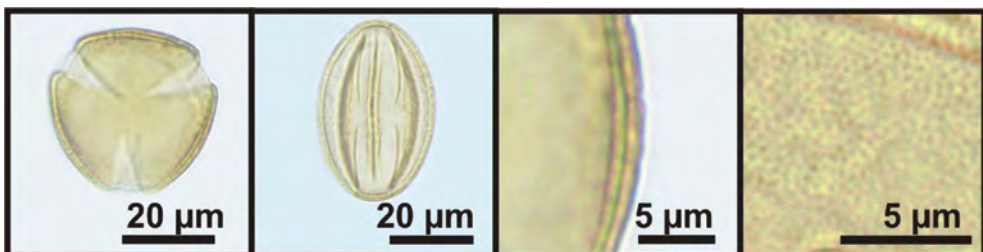
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 43,31 \pm 1,78$  (40,67-47,94),  $E = 37,55 \pm 1,23$  (35,62-39,85), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal,  $P/E = 1,15 \pm 0,06$  (1,07-1,29), tricolporado, colpo largo, endoapertura circular. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,31 \pm 0,25$  (1,81-2,67).



## Fabaceae

*Senna quinquangulata* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby  
"INGÁ-DE-MORCEGO"

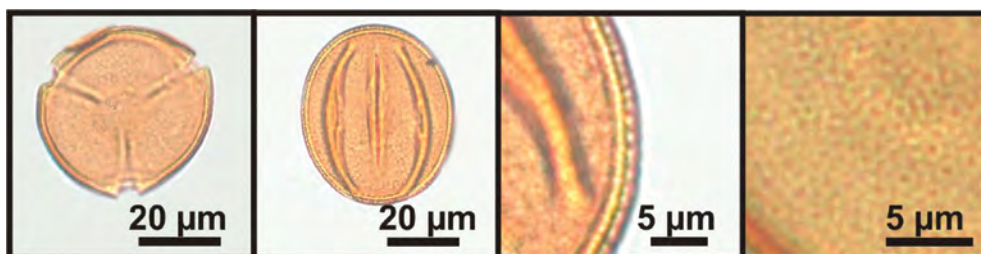
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278163  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 47  
Hábito: arbóreo, arbustivo y Liana  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: actinomorfa  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 50,52 \pm 3,80$  (44,03-59,19),  $E = 43,17 \pm 3,42$  (35,95-50,08), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,17 \pm 0,08$  (1,01-1,32), tricolporado, colpo largo, endoapertura circular. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,41 \pm 0,28$  (1,81-3,11).



# Fabaceae

*Senna siamea* (Lam) H.S.Irwin & Barneby



Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en EAC: EAC 59232  
Código en la palinoteca: PALIUFC 296  
Hábito: arbóreo  
Origen: naturalizada

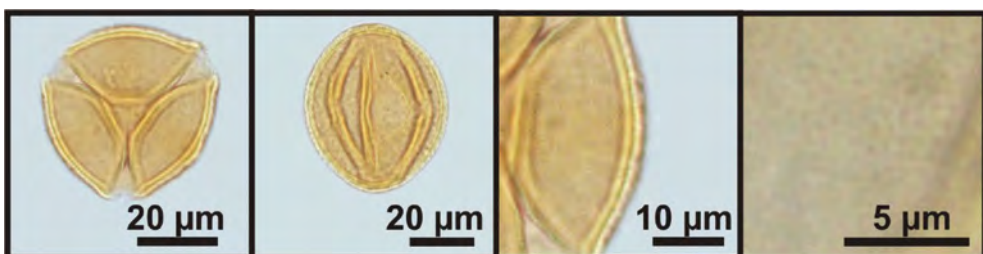
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 53,36 \pm 4,13$  (47,32-64,08),  $E = 44,46 \pm 3,97$  (39,46-54,28), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,20 \pm 0,07$  (1,05-1,32), tricolporado, colpo largo, costilla, endoapertura lolongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 3,44 \pm 0,52$  (2,61-4,71).





## Fabaceae

*Senna trachypus* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby

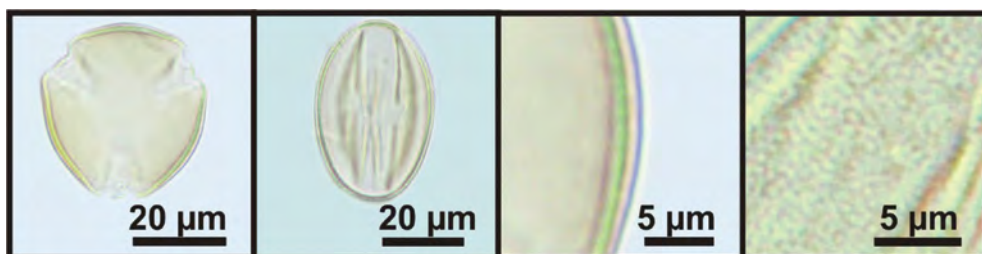
Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 8958  
Código en la palinoteca: PALIASA 6  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 44,44 \pm 2,53$  (39,56-48,88),  $E = 36,60 \pm 1,96$  (31,66-39,29), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,22 \pm 0,06$  (1,14-1,35), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,49 \pm 0,29$  (2,01-3,00).



## Fabaceae

*Senna uniflora* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby  
"MATA-PASTO"



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13900  
Código en la palinoteca: PALIASA 71  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 56,00 \pm 2,86$  (50,32-61,77),  $E = 42,85 \pm 2,64$  (36,25-46,82), radial, isopolar, ámbito subtriangular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,31 \pm 0,09$  (1,18-1,48), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 3,04 \pm 0,29$  (2,79-3,80).



## Fabaceae

*Stryphnodendron pulcherrimum* Hochr.  
"FAVA, TIMBAÚBA Y TIMBÓ-DA-MATA"

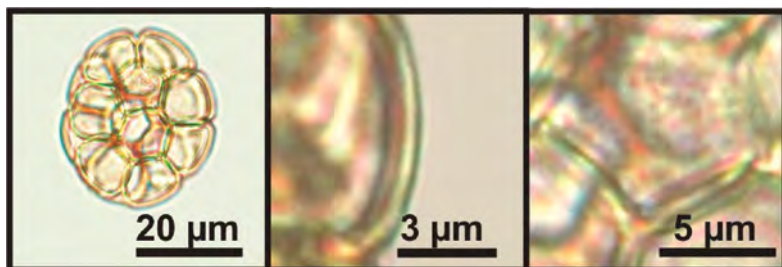
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278150  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 34  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual y unisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo y crema  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Políade, mediano,  $D = 30,94 \pm 2,02$  (26,96-34,77), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina verrugosa.  $Exi = 1,06 \pm 0,22$  (0,60-1,42).



## Fabaceae

*Trifolium pratense* L.

“TRÉBOL ROJO Y TRÉBOL MORADO”



Vegetación: sub-páramo, área de cultivo y área de intervención  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1008  
Código en la palinoteca: PBEAS 80  
Hábito: herbáceo  
Origen: exótica

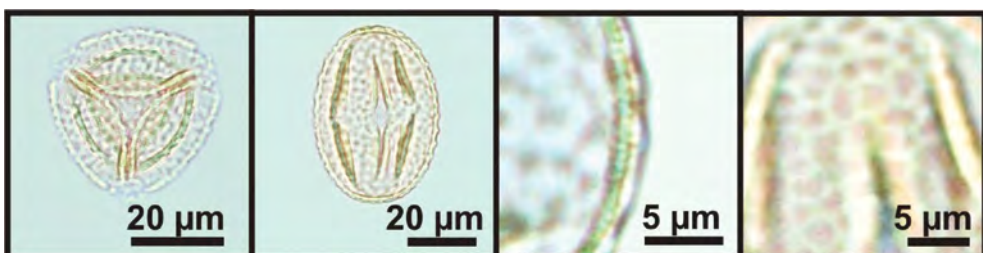
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y aves  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: papilionada  
Simetría: zigomorfa  
Color: lila  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 52,01 \pm 6,67$  (40,90-62,63),  $E = 38,73 \pm 2,97$  (33,31-44,09), radial, isopolar, ámbito triangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,34 \pm 0,12$  (1,10-1,52), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,13 \pm 0,35$  (1,22-3,00).



## Fabaceae

*Trifolium repens* L.  
"TRÉBOL BLANCO"

Vegetación: área de cultivo y área de intervención

Registro en UMNG-H: UMNG-H 1111

Código en la palinoteca: PBEAS 81

Hábito: herbáceo

Origen: exótica

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y aves

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: papilionada

Simetría: zigomorfa

Color: blanca

Antesis: diurna

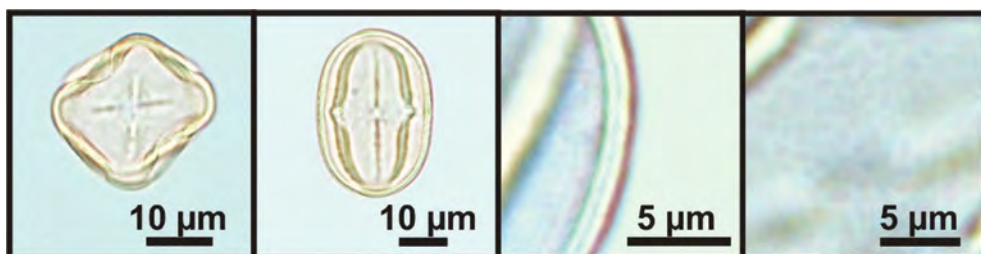
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 35,32 \pm 2,21$  (30,12-38,48),  $E = 25,84 \pm 1,78$  (19,96-27,81), radial, isopolar, ámbito subtriangular y cuadrangular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,37 \pm 0,08$  (1,20-1,57), tricolporado y tetracolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,74 \pm 0,23$  (1,22-2,20).



## Fabaceae

*Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn.  
"ACÁCIA-AMARILLA"



Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 30  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 131  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

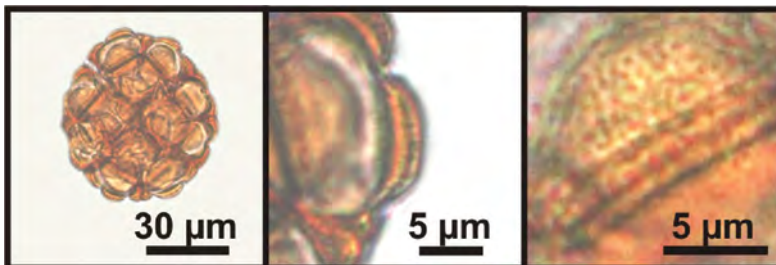
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y moscas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: muy pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Políade, grande,  $D = 62,13 \pm 5,06$  (52,38-71,38), ámbito circular en la vista frontal, esferoidal. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,76 \pm 0,51$  (1,79-3,50).



# Heliconiaceae

*Heliconia psittacorum* L.f.  
"HELICÔNIA-PAPAGAIO"

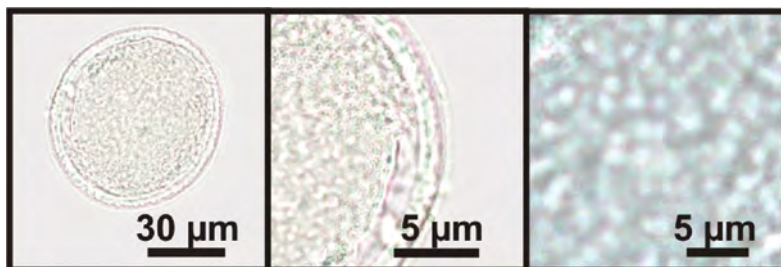
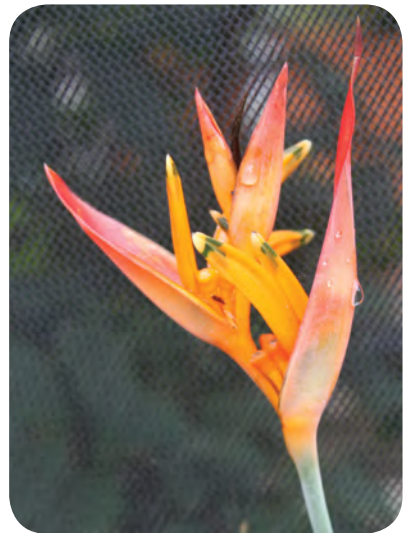
Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: F.Y.S. Arakaki 52  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 238  
Hábito: arbustivo  
Origen: exótica

## Características de la flor

Sistema de polinización: aves y mariposas  
Unidad de atracción: flor  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: muy grande  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $D = 68,36 \pm 13,32$  (46,69-86,14), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, inaperturado. Exina microequinada.  $Exi = 1,54 \pm 0,40$  (0,83-2,21).



# Hypericaceae

*Hypericum juniperinum* Kunth

“CHITE”



Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1140  
Código en la palinoteca: PBEAS 14  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

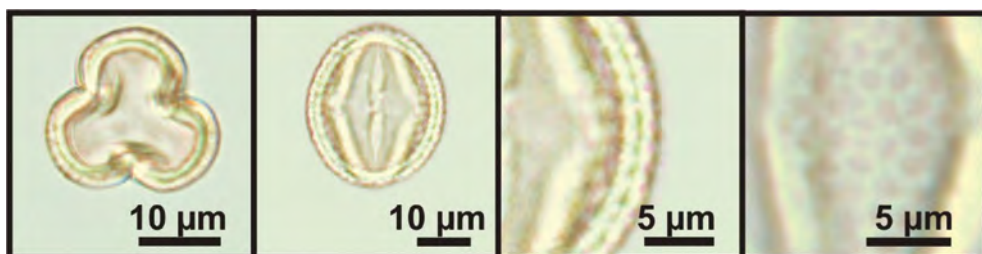
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 30,03 \pm 1,84$  (26,07-32,64),  $E = 22,81 \pm 1,63$  (19,76-25,64), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,32 \pm 0,13$  (1,08-1,61), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,88 \pm 0,29$  (2,24-3,46).





# Hypericaceae

*Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.

“LACRE”

Vegetación: selva amazónica

Registro en INPA: INPA 278149

Código en la palinoteca: PALIIBUSP 33

Hábito: arbóreo

Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: actinomorfa

Simetría: actinomorfa

Color: amarillo

Antesis: diurna

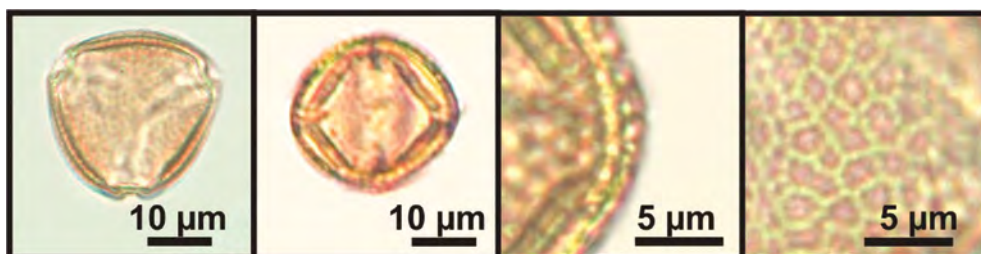
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar y polen

## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 26,06 \pm 2,59$  (20,83-31,05),  $E = 27,43 \pm 2,21$  (23,13-32,32), radial, isopolar, ámbito triangular, suboblato a prolato-esferoidal,  $P/E = 0,95 \pm 0,06$  (0,86-1,07), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,38 \pm 0,38$  (1,71-3,46).



# Hypericaceae

*Vismia japurensis* Reichardt  
"LACRE Y PAU-DE-LACRE"



Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278141  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 25  
Hábito: arbóreo y arbustivo  
Origen: nativa

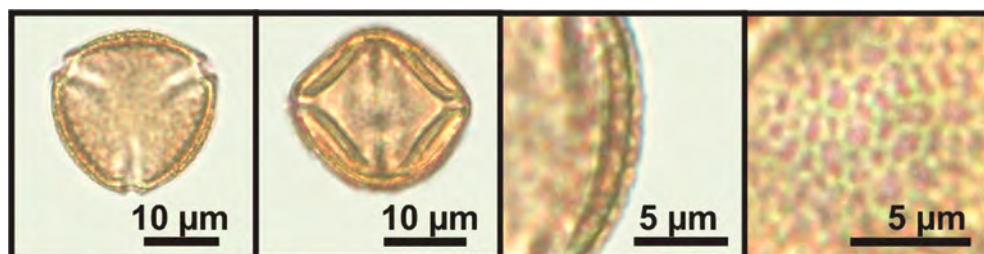
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: unisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca y verde  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 21,48 \pm 1,49$  (18,24-24,63),  $E = 22,86 \pm 1,92$  (20,50-27,10), radial, isopolar, ámbito triangular, suboblato a prolato-esferoidal,  $P/E = 0,94 \pm 0,06$  (0,84-1,05), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,05 \pm 0,26$  (1,61-2,48).



## Lamiaceae

*Hyptis atrorubens* Poit.

“CABEÇA-BLANCA Y HORTELÃ-DO-CAMPO”

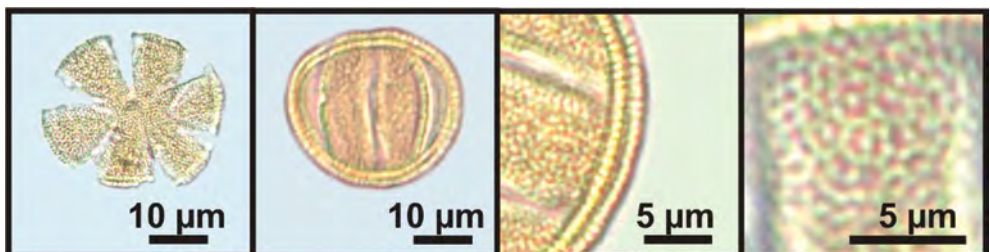
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278125  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 8  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: bilabiada  
Simetría: zigomorfa  
Color: lila  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 28,01 \pm 2,29$  (23,99-33,93),  $E = 31,86 \pm 2,26$  (27,43-38,05), radial, isopolar, ámbito circular, oblato a oblato-esferoidal,  $P/E = 0,88 \pm 0,06$  (0,72-0,99), hexacolpado, colpo largo. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,82 \pm 2,26$  (2,40-3,21).



# Lamiaceae

*Leonurus japonicus* Houtt.  
"ERVA-MACAÉ Y RUBIM"



Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 45  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 146  
Hábito: herbáceo  
Origen: naturalizada

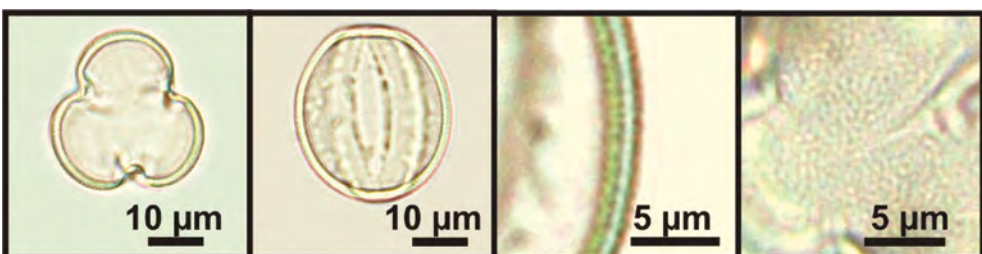
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: bilabiada  
Simetría: zigomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 31,87 \pm 1,82$  (27,50-35,55),  $E = 28,62 \pm 1,50$  (24,44-31,14), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,11 \pm 0,09$  (0,99-1,36), tricolpado, colpo largo. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,00 \pm 0,32$  (1,60-2,61).



# Lythraceae

*Cuphea gracilis* Kunth  
"CUFEIA"

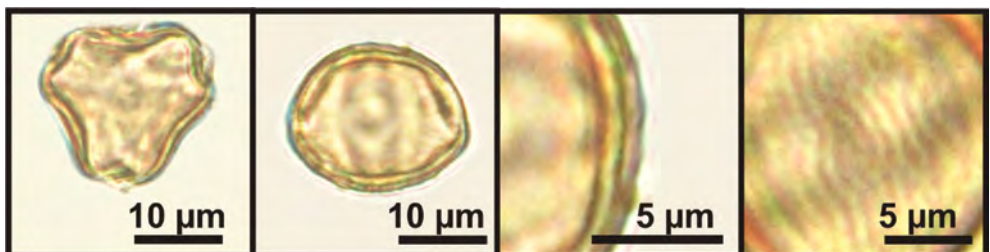
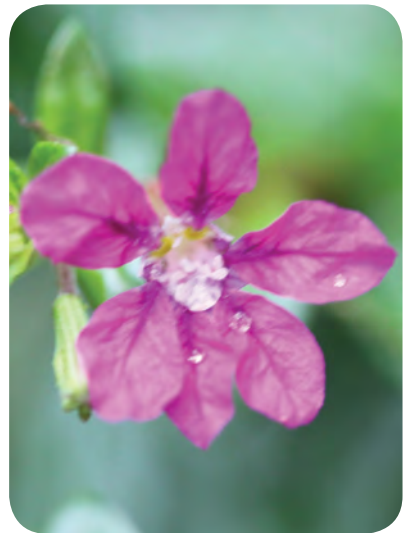
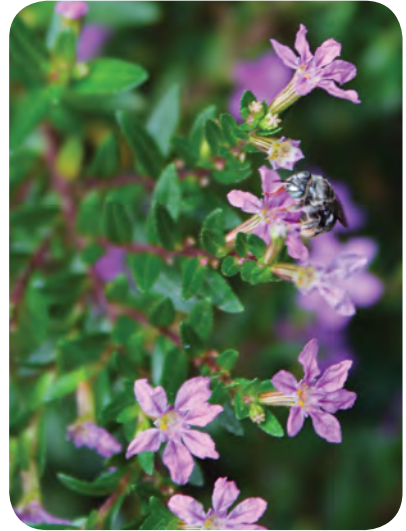
Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 22  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 123  
Hábito: herbáceo  
Origen: exótica

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: calcarada  
Simetría: zigomorfa  
Color: púrpura  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar

## Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 18,01 \pm 1,40$  (15,85-20,67),  $E = 20,83 \pm 2,03$  (16,66-25,01), radial, isopolar, ámbito triangular, oblato a subprolato,  $P/E = 0,86 \pm 0,09$  (0,74-1,15), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina estriada, reticulada.  $Exi = 1,65 \pm 0,32$  (1,02-2,41).



# Malpighiaceae

*Byrsonima chrysophylla* Kunth  
"MURICI"



Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278136  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 19  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

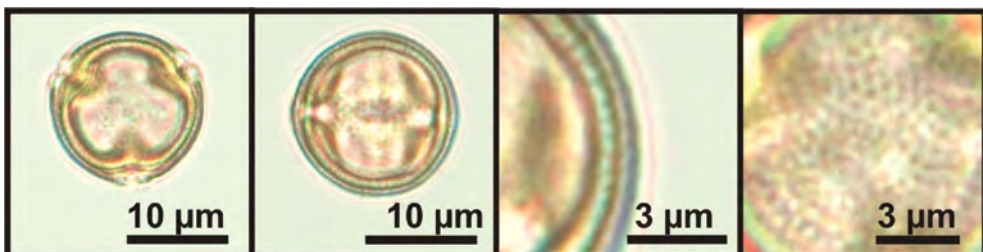
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: aceite y polen



## Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 15,33 \pm 0,69$  (14,19-16,44),  $E = 15,65 \pm 0,52$  (14,61-16,61), radial, isopolar, ámbito subcircular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 0,98 \pm 0,03$  (0,93-1,05), tricolporado, colpo corto, fastigiado, endoapertura lalongada. Exine microrreticulada.  $Exi = 1,44 \pm 0,23$  (1,02-1,85).



# Malpighiaceae

*Byrsonima intermedia* A.Juss.

“MURICI”

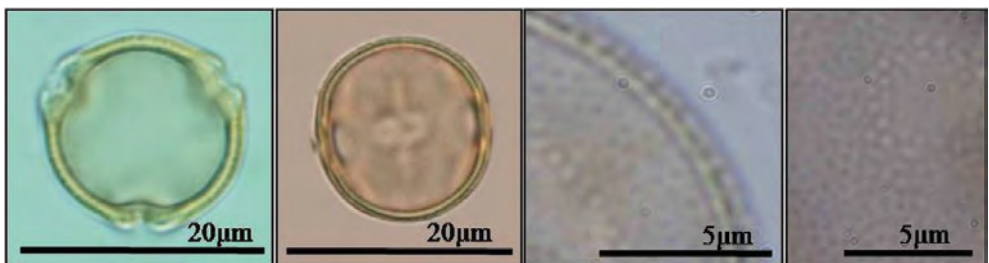
Vegetación: área urbana  
Registro en HUFU: HUFU 50159  
Código en la palinoteca: PALIUFU 1  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: unguiculada  
Simetría: zigomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: aceite y polen

## Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 18,74 \pm 1,11$  (16,97-20,19),  $E = 17,96 \pm 0,82$  (16,92-19,34), radial, isopolar, ámbito subcircular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,04 \pm 0,03$  (0,95-1,10), tricolporado, colpo corto, fastigiado, endoapertura lalongada. Exina perforada.  $Exi = 1,05$ .



## Malvaceae

*Dombeya burgesiae* Cerr. ex Harv. & Sond.

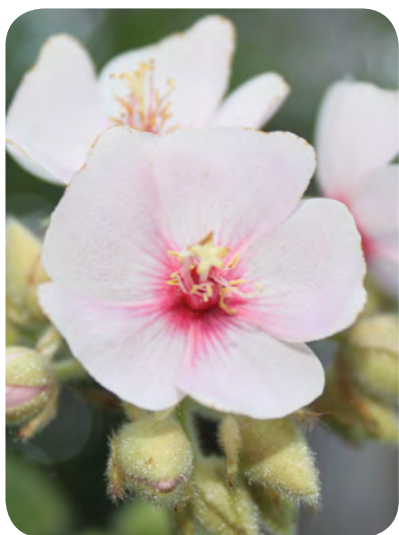
“DOMBEIA”



Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 4  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 105  
Hábito: arbóreo  
Origen: exótica

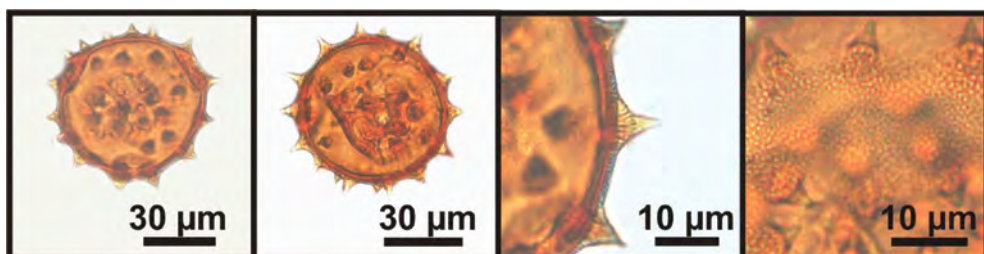
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomórfica  
Simetría: actinomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



### Descripción del polen

Mónade, grande,  $D = 70,06 \pm 4,69$  (58,03-77,16), radial, isopolar, ámbito subcircular, esferoidal, triporado, poro circular, anillo. Exina equinada.  $Exi = 3,13 \pm 0,48$  (2,20-4,02).





# Malvaceae

*Sida cordifolia* L.

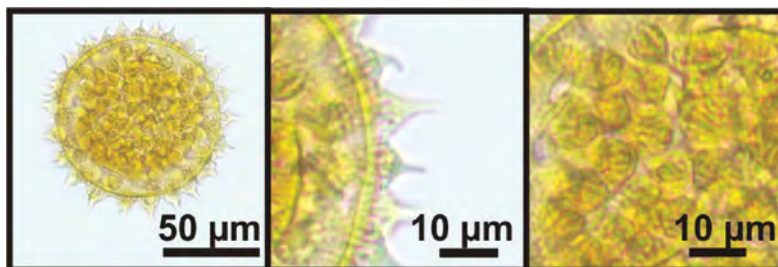
Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13887  
Código en la palinoteca: PALIASA 2  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomórfica  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar y polen

## Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 105,26 \pm 17,38$  (76,83-136,04), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exina equinada.  $Exi = 3,77 \pm 0,29$  (3,56-3,97).



# Malvaceae

*Waltheria bracteosa* A.St.-Hil. & Naudin



Vegetación: bosque tropical seco brasileño  
Registro en MOSS: MOSS 13872  
Código en la palinoteca: PALIASA 61  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

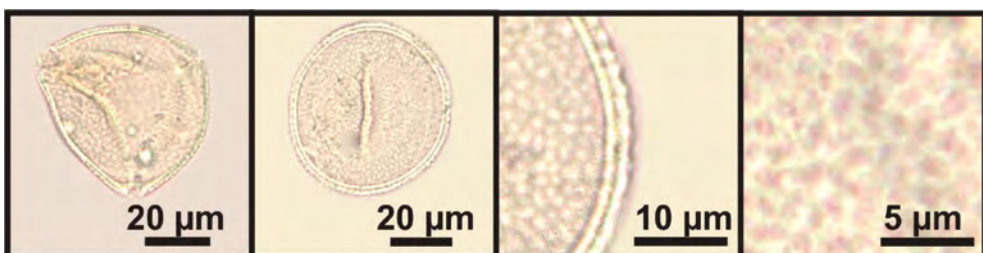
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 56,63 \pm 3,10$  (50,13-60,72),  $E = 52,81 \pm 2,96$  (48,32-58,75), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal,  $P/E = 1,07 \pm 0,04$  (1,01-1,14), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada.  $Exi = 2,40 \pm 0,16$  (2,28-2,51).



## Melastomataceae

*Bellucia grossularioides* Triana  
"ARAÇÁ-DE-ANTA"

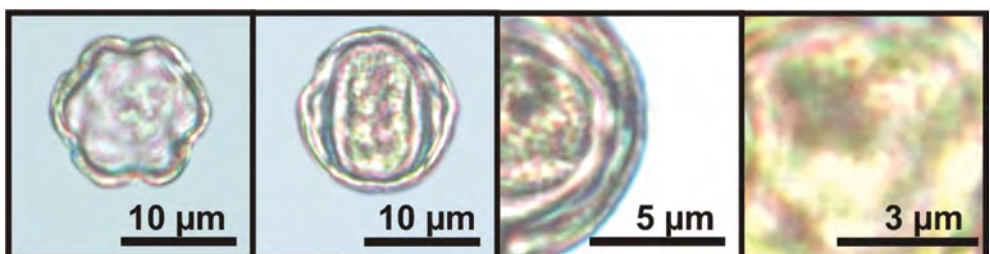
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278155  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 39  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: grande  
Forma: actinomórfica  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: crepuscular  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 15,20 \pm 0,47$  (14,16-16,11),  $E = 14,49 \pm 0,88$  (12,44-15,91), radial, isopolar, ámbito circular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,05 \pm 0,07$  (0,92-1,21), tricolporado, tri pseudocolpado, colpo largo, heteroaperturado, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,15 \pm 0,18$  (0,80-1,40).



## Melastomataceae

*Brachyotum strigosum* Triana  
"MORADITO"



Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1172  
Código en la palinoteca: PBEAS 19  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

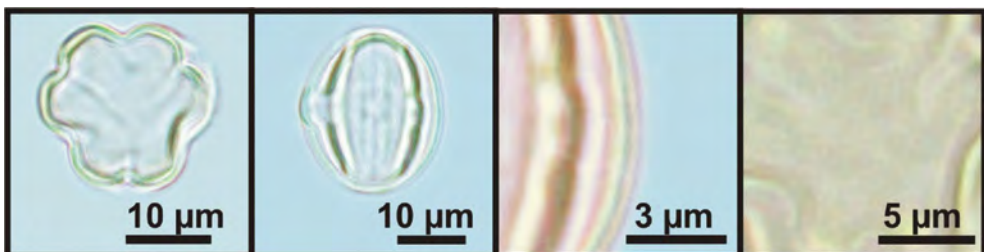
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: campanulada  
Simetría: actinomorfa  
Color: rosa y púrpura  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen



### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 25,89 \pm 1,18$  (23,88-27,67),  $E = 21,58 \pm 1,41$  (16,04-24,02), radial, isopolar, ámbito circular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,20 \pm 0,08$  (1,10-1,49), tricolporado, tripseudocolpado, colpo largo, heteroaperturado, endoapertura lalongada. Exina psilada.  $Exi = 1,43 \pm 0,26$  (1,02-1,85).



## Melastomataceae

*Bucquetia glutinosa* DC.

“CHARNE Y ANGELITO”

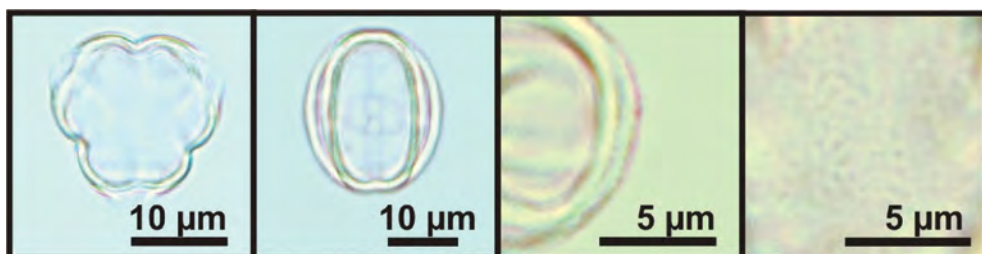
Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1169  
Código en la palinoteca: PBEAS 17  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: mediano  
Forma: cruciforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: rojo y rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 23,54 \pm 1,90$  (20,28-27,49),  $E = 18,86 \pm 2,03$  (15,48-23,37), radial, isopolar, ámbito circular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,25 \pm 0,17$  (1,02-1,63), tricolporado, tripseudocolpado, colpo largo, heteroaperturado, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,77 \pm 0,35$  (1,02-2,44).



## Melastomataceae

*Chaetolepis microphylla* Miq.  
"DORADILLA Y VENADILLO"



Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1173  
Código en la palinoteca: PBEAS 16  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

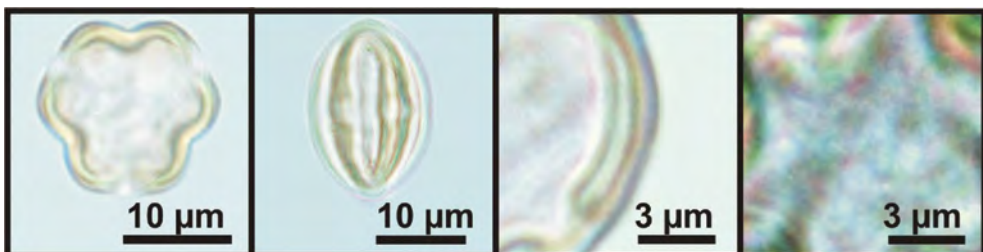
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: cruciforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 20,80 \pm 0,91$  (18,85-22,65),  $E = 17,80 \pm 1,01$  (14,80-19,52), radial, isopolar, ámbito circular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,17 \pm 0,08$  (1,07-1,34), tricolporado, tripseudocolpado, colpo largo, heteroaperturado, margo, endoapertura circular. Exina psilada. Exi =  $1,99 \pm 0,37$  (1,40-3,21).



## Melastomataceae

*Clidemia hirta* D. Don

“PIXIRICA”

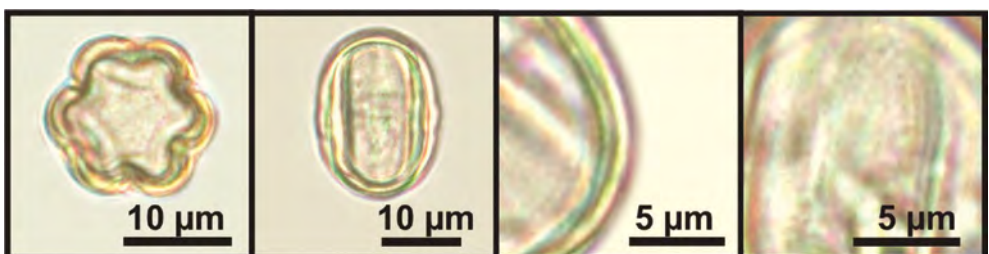
Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278119  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 2  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: nocturna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 21,92 \pm 1,21$  (20,24-23,78),  $E = 16,01 \pm 1,19$  (14,17-18,63), radial, isopolar, ámbito circular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,37 \pm 0,07$  (1,25-1,51), tricolporado, tripseudocolpado, colpo largo, heteroaperturado, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,79 \pm 0,34$  (1,20-2,44).



## Melastomataceae

*Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn.  
"QUARESMEIRA"



Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: F.Y.S. Arakaki 27  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 218  
Hábito: arbóreo  
Origen: nativa

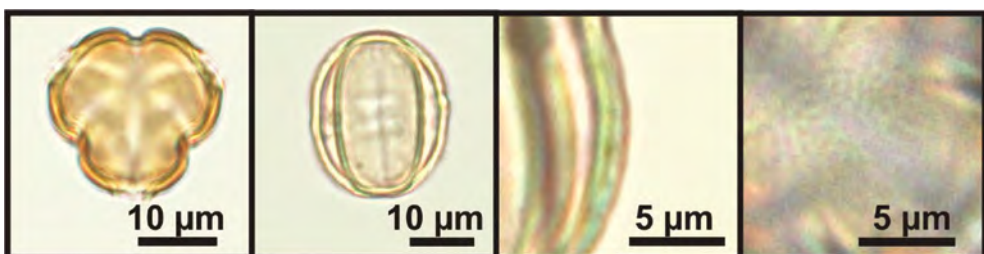
### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: grande  
Forma: actinomórfica  
Simetría: actinomorfa  
Color: púrpura  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 24,43 \pm 1,26$  (22,42-26,85),  $E = 22,04 \pm 0,99$  (20,53-24,82), radial, isopolar, ámbito circular, prolato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,11 \pm 0,03$  (1,06-1,17), tripseudocolpado, tricolporado, colpo largo, heteroaperturado, endoapertura lalongada. Exina rugulada. Exi =  $1,66 \pm 0,26$  (1,20-2,21).





# Myrtaceae

*Eucalyptus globulus* Labill.

“EUCALIPTO”

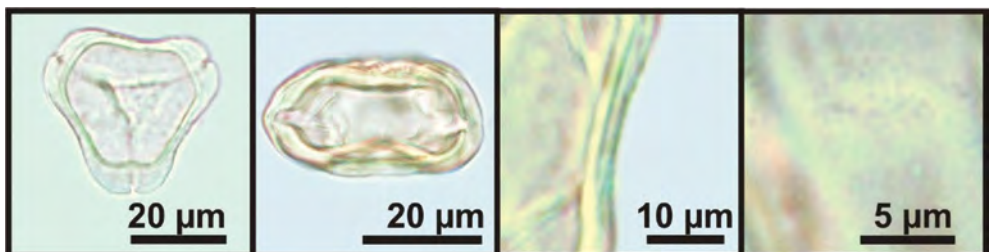
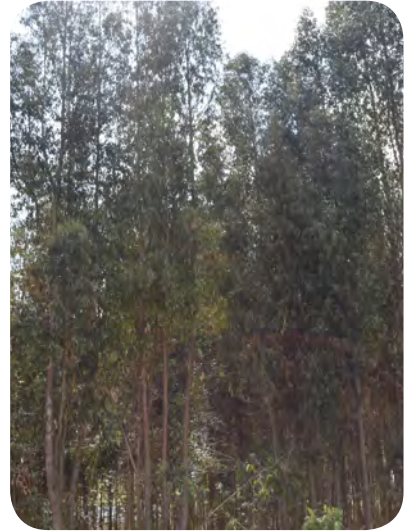
Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1202  
Código en la palinoteca: PBEAS 92  
Hábito: arbóreo  
Origen: exótica

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 22,59 \pm 2,33$  (17,02-26,67),  $E = 37,47 \pm 2,53$  (33,72-43,48), radial, isopolar, ámbito triangular, oblato,  $P/E = 0,60 \pm 0,05$  (0,50-0,71), tricolporado, colpo largo, parasincolporado, endoapertura lalongada, fastigiado. Exina escábrida.  $Exi = 4,10 \pm 0,80$  (2,80-6,01).



# Nyctaginaceae

*Bougainvillea spectabilis* Willd.

“PRIMAVERA”



Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: F.Y.S. Arakaki 30  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 221  
Hábito: arbustivo  
Origen: nativa

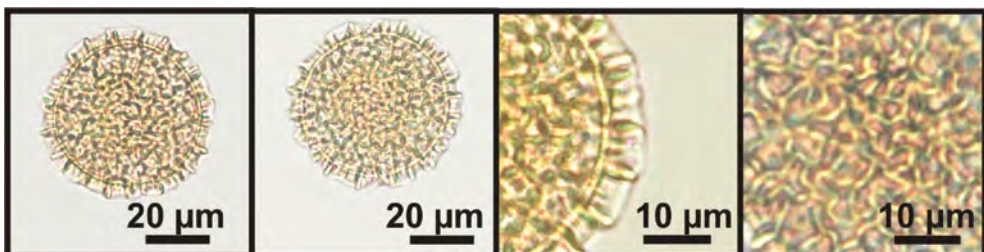
## Características de la flor

Sistema de polinización: aves y mariposas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: salpingomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: rojo y rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar



## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $D = 54,70 \pm 2,88$  (49,70-63,38), radial, isopolar, ámbito subcircular, esferoidal, tricolpado, colpo corto. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 6,23 \pm 0,65$  (5,01-8,52).



# Plantaginaceae

*Digitalis purpurea* L.

“DIGITALIS Y DEDALERA”

Vegetación: sub-páramo

Registro en UMNG-H: UMNG-H 1357

Código en la palinoteca: PBEAS 25

Hábito: herbáceo

Origen: nativa

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: mediano

Forma: campanulada

Simetría: zigomorfa

Color: blanca y púrpura

Antesis: diurna

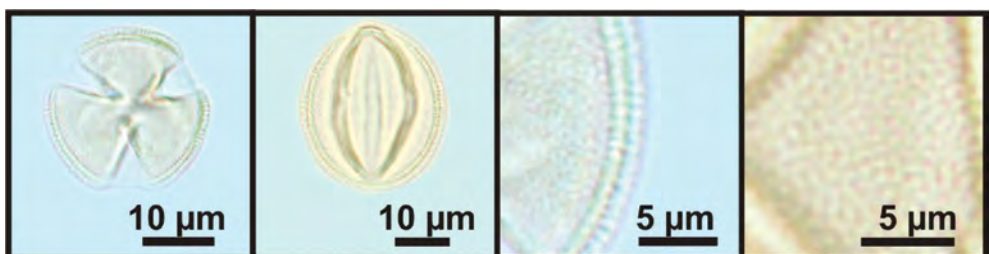
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar

## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 31,97 \pm 2,38$  (28,04-36,92),  $E = 23,52 \pm 2,32$  (19,48-27,84), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,36 \pm 0,18$  (1,06-1,64), tricolporado, colpo largo, endoapertura circular. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,44 \pm 0,34$  (1,81-2,87).



## Poaceae

*Zea mays* L.  
"MAÍZ"



Vegetación: área urbana  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 120  
Código en la palinoteca: PBEAS 114  
Hábito: herbáceo  
Origen: cultivada

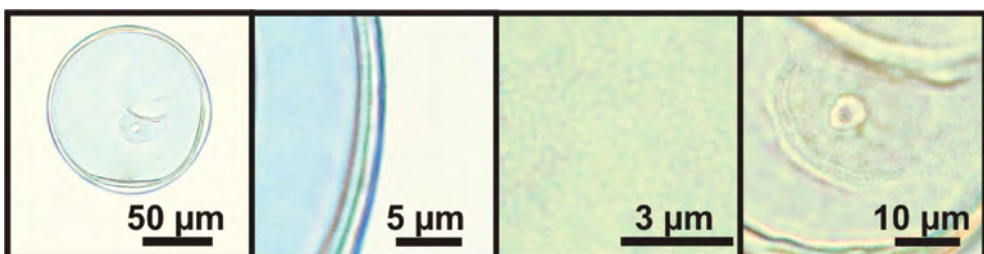
### Características de la flor

Sistema de polinización: viento  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: unisexual  
Tamaño: pequeño  
Color: crema  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: polen



### Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 118,85 \pm 10,92$  (99,33-141,02), radial, heteropolar, ámbito circular, esferoidal, monoporado, poro circular, anillo. Exina microequinada.  $Exi = 2,08 \pm 0,36$  (1,61-2,81).



## Portulacaceae

*Talinum fruticosum* (L.) Juss.

**“BELDROEGA GRAUDA”**

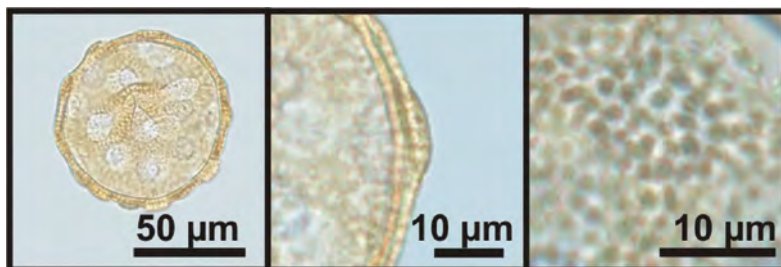
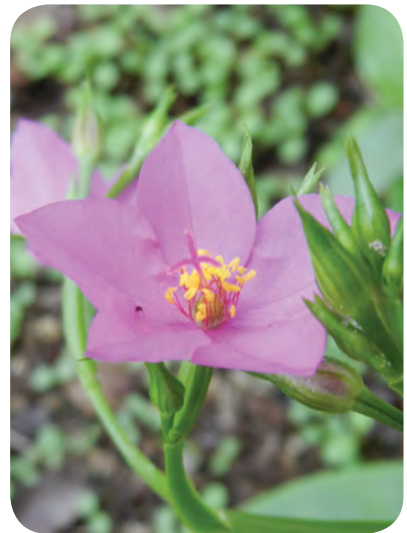
Vegetación: área de cultivo  
Registro en EAC: EAC 59081  
Código en la palinoteca: PALIUFC 279  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: flor  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: actinomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: rosa  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar

### Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 81,94 \pm 12,84$  (50,40-116,87), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exina microrreticulada.  $Exi = 4,46 \pm 1,05$  (2,72-5,85).



# Rubiaceae

*Ixora chinensis* Lam.

“IXORIA”



Vegetación: bosques bajos semidecuidos  
Registro en EAC: EAC 59141  
Código en la palinoteca: PALIUFC 345  
Hábito: arbustivo y herbáceo  
Origen: cultivada

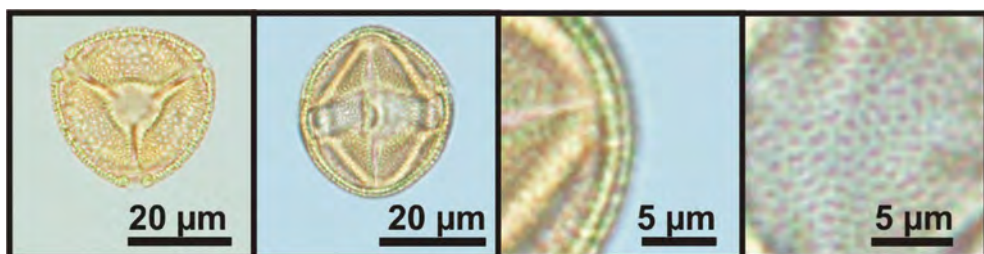
## Características de la flor

Sistema de polinización: mariposas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: salpingomorfa  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: néctar



## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 33,72 \pm 2,52$  (29,28-39,91),  $E = 32,11 \pm 2,19$  (27,49-35,71), radial, isopolar, ámbito subcircular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,05 \pm 0,05$  (0,96-1,14), tricolporado, sincolporado, endocíngulo, colpo largo, endoapertura lalongada, anillo. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,06 \pm 0,40$  (1,42-3,00).



## Rubiaceae

*Morinda citrifolia* L.

“NONI”

Vegetación: bosques bajos semidecuidos

Registro en EAC: EAC 59143

Código en la palinoteca: PALIUFC 276

Hábito: arbóreo

Origen: cultivada

### Características de la flor

Sistema de polinización: mariposas

Unidad de atracción: inflorescencia

Sexualidad: bisexual

Tamaño: pequeño

Forma: salpingomorfa

Simetría: actinomorfa

Color: blanca

Antesis: diurna

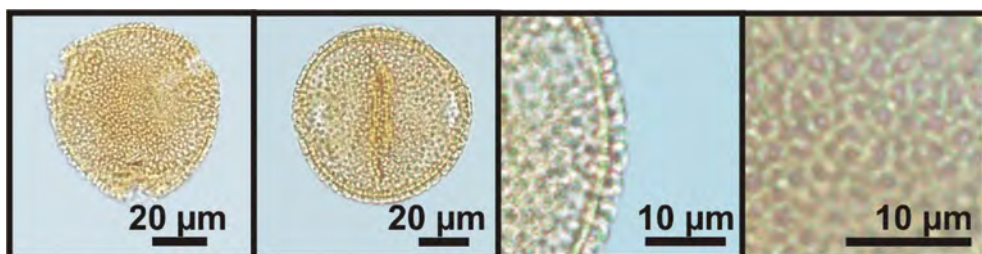
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar

### Descripción del polen

Mónade, grande,  $P = 72,34 \pm 4,87$  (60,40-78,97),  $E = 64,41 \pm 5,92$  (57,04-79,52), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,12 \pm 0,11$  (0,96-1,30), tricolporado, colpo largo, endoapertura lolongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 3,71 \pm 0,69$  (2,66-4,81).



# Rubiaceae

*Spermacoce alata* Aubl.

“ERVA-QUENTE”



Vegetación: selva amazónica  
Registro en INPA: INPA 278132  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 15  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

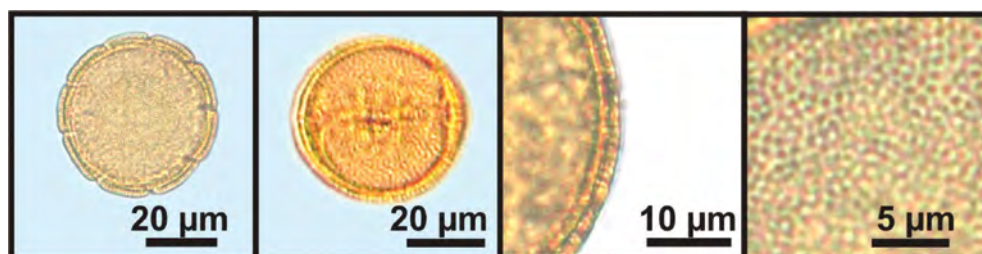
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar



## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 44,54 \pm 3,19$  (37,17-48,90),  $E = 46,16 \pm 3,32$  (39,90-53,28), radial, isopolar, ámbito circular, suboblato a prolato-esferoidal,  $P/E = 0,96 \pm 0,03$  (0,87-1,04), 8-colporado e 9-colporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 3,13 \pm 0,32$  (2,61-3,80).





## Rubiaceae

*Spermacoce verticillata* L.  
"VASSOURINHA-DE-BOTÃO"

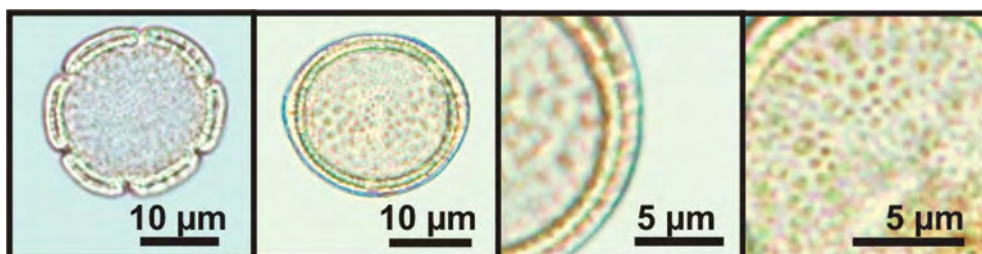
Vegetación: bosque tropical seco brasileño y selva amazónica  
Registro en MOSS: MOSS 13903  
Código en la palinoteca: PALIASA 20  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas y moscas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: infundibuliforme  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: longitudinal  
Olor: presencia de olor  
Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 21,54 \pm 2,90$  (16,89-28,35),  $E = 23,73 \pm 2,97$  (19,17-31,88), radial, isopolar, ámbito circular, suboblato a oblato-esferoidal,  $P/E = 0,91 \pm 0,03$  (0,83-0,98), pentacolpado, hexacolpado, colpo corto. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,33 \pm 0,50$  (1,60-4,02).



# Solanaceae

*Solanum americanum* Mill.

“YERBA MORA”



Vegetación: área de intervención y bosque montano seco bajo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 1292  
Código en la palinoteca: PBEAS 91  
Hábito: herbáceo  
Origen: nativa

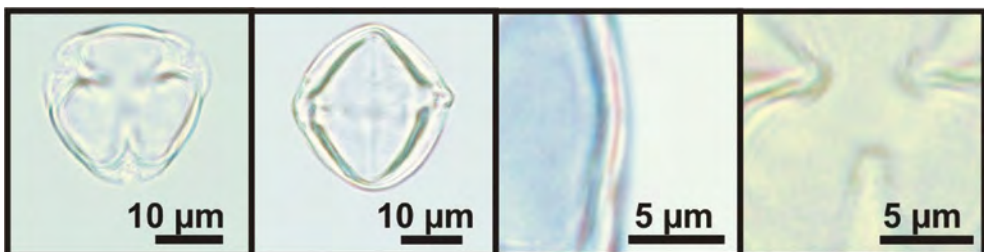
## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: rotada  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 27,51 \pm 1,94$  (24,49-32,73),  $E = 25,41 \pm 2,06$  (20,69-28,44), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,08 \pm 0,08$  (0,95-1,27), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina psilada.  $Exi = 1,41 \pm 0,30$  (1,00-1,90).



# Solanaceae

*Solanum lycopersicum* L.

"TOMATE"

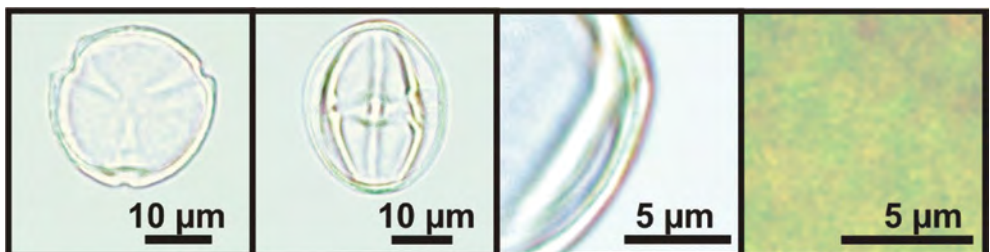
Vegetación: área de intervención y pampa  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 117  
Código en la palinoteca: PBEAS 111  
Hábito: herbáceo  
Origen: cultivada

## Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: rotada  
Simetría: actinomorfa  
Color: amarillo  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen

## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 29,00 \pm 1,99$  (25,91-32,49),  $E = 25,57 \pm 2,27$  (21,39-29,15), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,13 \pm 0,11$  (0,98-1,52), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,40 \pm 0,25$  (1,00-1,81).



## Solanaceae

### *Solanum paniculatum* L. "JURUBEBA"



Vegetación: bosques bajos semidecíduos y selva amazónica  
Registro en EAC: EAC 59147  
Código en la palinoteca: PALIUFC 305  
Hábito: arbustivo  
Origen: cultivada

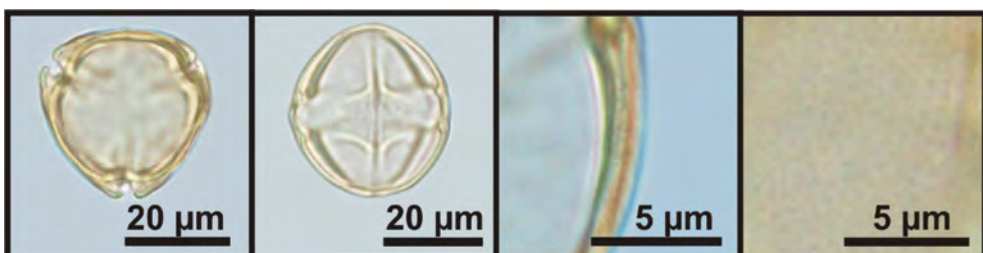
#### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas  
Unidad de atracción: inflorescencia  
Sexualidad: bisexual  
Tamaño: pequeño  
Forma: rotada  
Simetría: actinomorfa  
Color: blanca  
Antesis: diurna  
Dehiscencia de las anteras: poricidal  
Olor: sin olor  
Recurso floral: polen



#### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 35,67 \pm 2,94$  (25,89-39,80),  $E = 33,29 \pm 2,52$  (24,34-37,05), radial, isopolar, ámbito triangular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,07 \pm 0,05$  (0,94-1,17), tricolporado, colpo largo, costilla, endoapertura alargada, vestíbulo, endocíngulo. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,51 \pm 0,30$  (0,83-2,09).



## Turneraceae

*Turnera subulata* Sm.

“CHANANA Y ONZE-HORAS”

Vegetación: bosque tropical seco brasileño

Registro en MOSS: MOSS 13876

Código en la palinoteca: PALIASA 1

Hábito: arbustivo

Origen: nativa

### Características de la flor

Sistema de polinización: abejas

Unidad de atracción: flor

Sexualidad: bisexual

Tamaño: muy pequeño

Forma: actinomorfa

Simetría: actinomorfa

Color: crema

Antesis: diurna

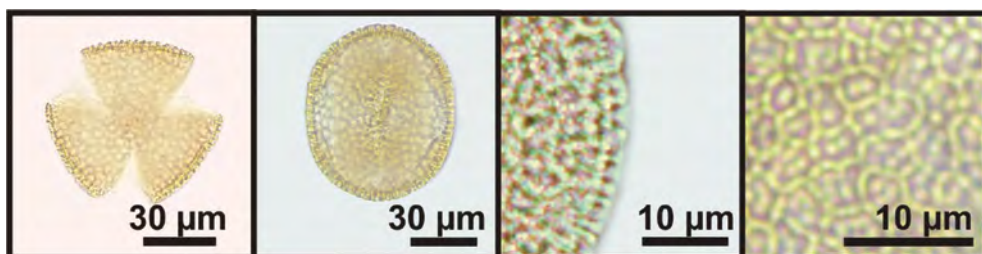
Dehiscencia de las anteras: longitudinal

Olor: presencia de olor

Recurso floral: néctar y polen

### Descripción del polen

Mónade, grande,  $P = 78,81 \pm 4,56$  (74,93-90,28),  $E = 73,41 \pm 2,87$  (68,91-79,04), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal,  $P/E = 1,07 \pm 1,59$  (1,09-1,14), tricolporado, colpo largo, endoapertura circular. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 3,50 \pm 0,68$  (2,69-4,57).





The image shows a microscopic view of plant tissue, likely a cross-section of a stem or root. The cells are stained, and a central cell is highlighted with a dark green overlay. The text "Palinotaxonomía" is centered over this dark green area.

# Palinotaxonomía

## Acanthaceae

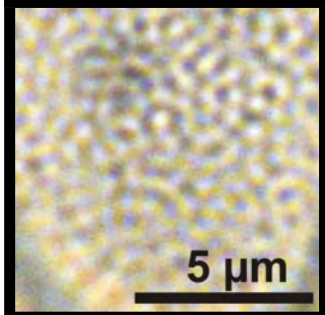
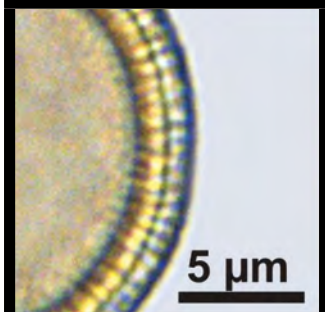
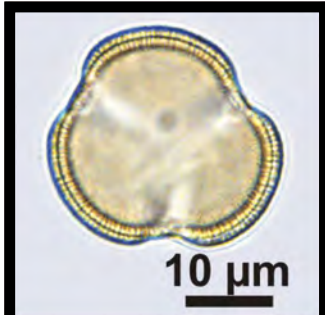
*Elytraria imbricata* (Vahl) Pers.

Vegetación: área de cultivo

Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada B601 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0002

Origen: nativa



### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 27,66 \pm 2,71$  (23,48-33,37),  $E = 26,91 \pm (23,06-31,75)$ , radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,03 \pm 0,09$  (0,88-1,23), tricolpado, colpo largo. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,01 \pm 0,12$  (1,72-2,30).





# Aizoaceae

*Trianthema portulacastrum* L.

Vegetación: área de cultivo

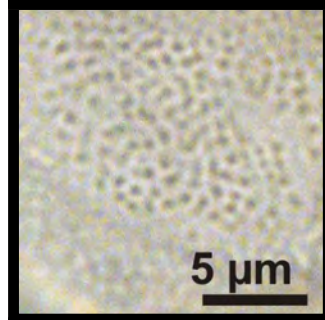
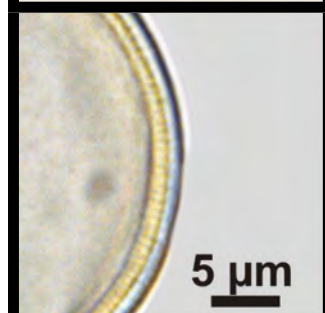
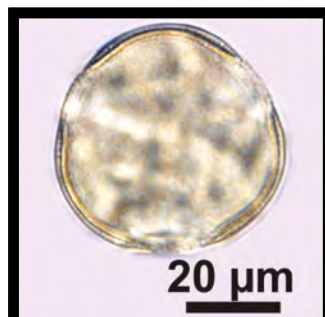
Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada B594 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0003

Origen: nativa

## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 40,88 \pm 1,90$  (37,14-43,55),  $E = 45,19 \pm 2,15$  (41,06-48,64), radial, isopolar, ámbito subcircular, suboblato a oblato-esferoidal,  $P/E = 0,91 \pm 0,03$  (0,84-0,97), tricolpado, colpo largo. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,03 \pm 0,29$  (1,45-2,58).



## Anacardiaceae

*Schinus terebinthifolia* Raddi

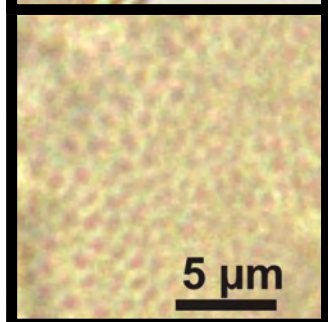
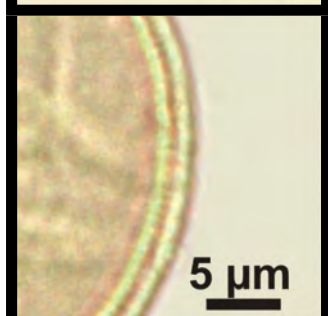
“AROEIRA-ROJO”

Vegetación: área urbana, bosque tropical y pampa

Registro en MBM: FCGW 085

Código en la palinoteca: PALIUFPR 31

Origen: nativa



### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 36,78 \pm 2,33$  (30,30-41,04),  $E = 32,82 \pm 2,64$  (28,88-37,82), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,12 \pm 0,07$  (1,01-1,25), tricolporado, colpo corto, endoapertura lalongada. Exina reticulada, estriada.  $Exi = 2,91 \pm 0,32$  (2,21-3,40).



# Apiaceae

*Foeniculum vulgare* Mill.

“FENNEL”

Vegetación: área urbana

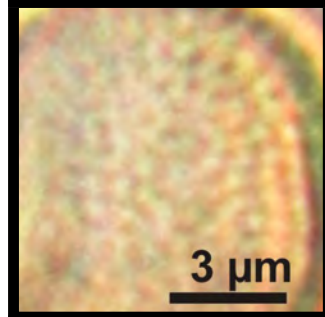
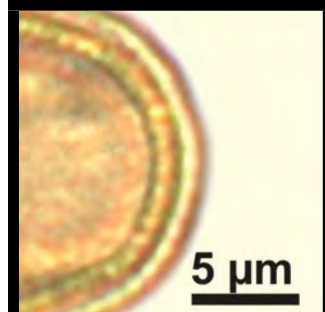
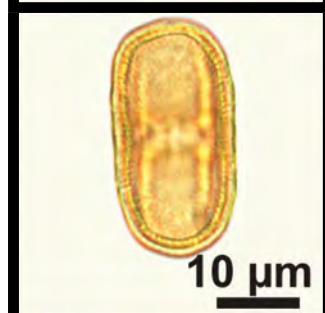
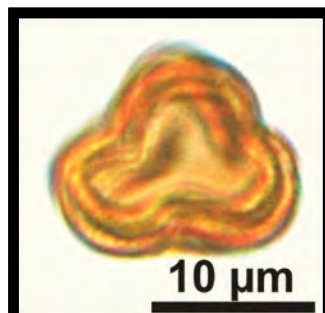
Registro en TRT: TRT 122911

Código en la palinoteca: PALYTRT 10

Origen: exótica

## Descripción del polen

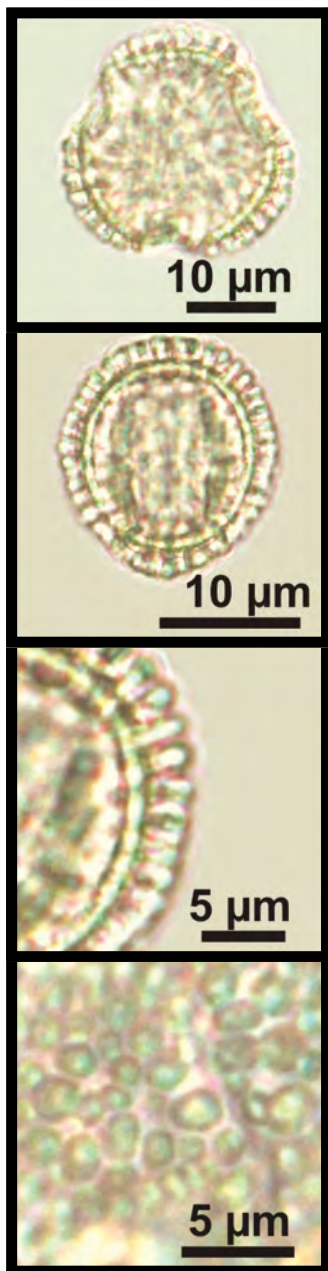
Mónade, muy pequeño a mediano,  $P = 27,71 \pm 1,78$  (24,43-31,43),  $E = 15,42 \pm 1,32$  (13,59-18,66), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato a perprolato,  $P/E = 1,80 \pm 0,13$  (1,50-2,02), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada. Exi =  $2,60 \pm 0,31$  (1,85-3,26).



# Aquifoliaceae

*Ilex dumosa* Reissek  
"CAÚNA"

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 061  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 3  
Origen: nativa



## Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 31,66 \pm 2,98$  (26,05-37,47),  $E = 26,94 \pm 1,92$  (23,10-31,42), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,28 \pm 0,08$  (0,90-1,29), tricolporado, colpo largo, margo, endoapertura lalongada. Exina clavada.  $Exi = 4,27 \pm 0,57$  (2,98-5,02).



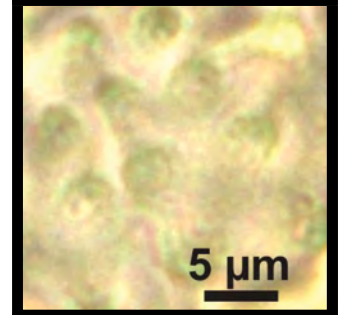
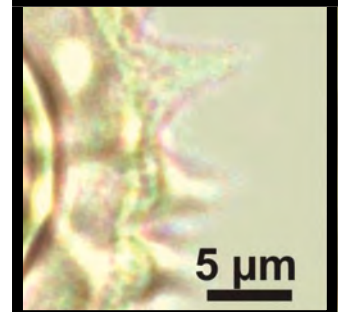
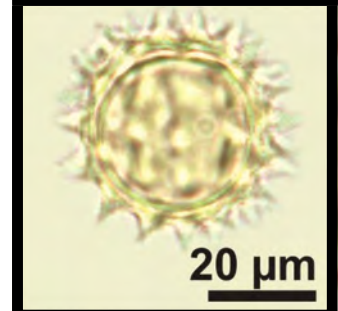
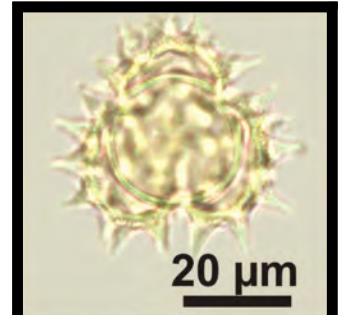
## Asteraceae

### *Baccharis pseudovillosa* Malag. & Vidal "CARQUEJA-DAS-TURFEIRAS"

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 078  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 23  
Origen: nativa

#### Descripción del polen

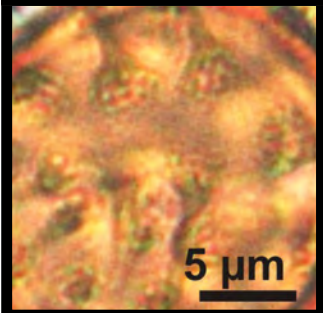
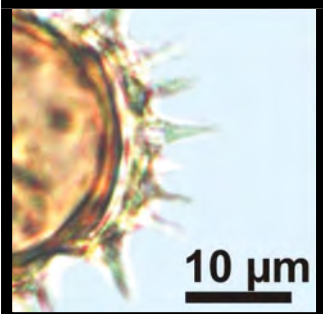
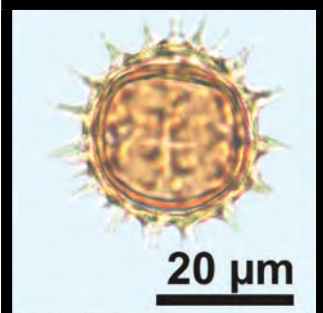
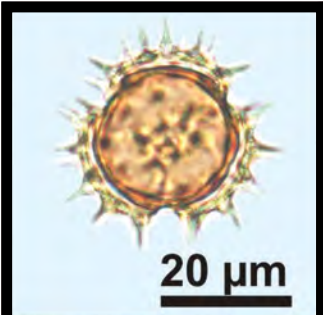
Mónade, mediano a grande,  $P = 45,98 \pm 7,58$  (34,95-61,92),  $E = 46,71 \pm 6,55$  (37,15-61,92), radial, isopolar, ámbito subtriangular, suboblato a prolato-esferoidal,  $P/E = 0,98 \pm 0,06$  (0,82-1,08), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada. Exi =  $1,65 \pm 0,56$  (0,70-2,63).



# Asteraceae

*Coreopsis lanceolata* L.  
"COREOPSIS"

Vegetación: área de cultivo  
Registro en OAC: OAC Herbario 22943  
Código en la palinoteca: PALYUOFG 6  
Origen: naturalizada



## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 35,51 \pm 1,77$  (32,23-39,64),  $E = 35,34 \pm 1,98$  (30,97-37,86), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,00 \pm 0,04$  (0,94-1,11), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada.  $Exi = 2,27 \pm 0,34$  (1,60-3,01).



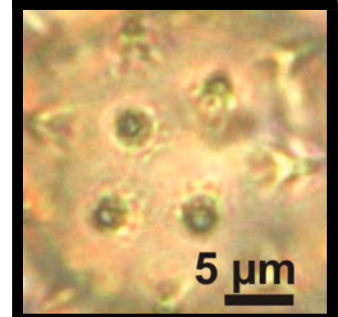
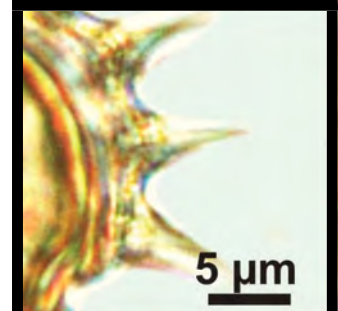
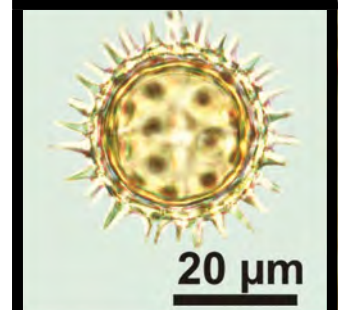
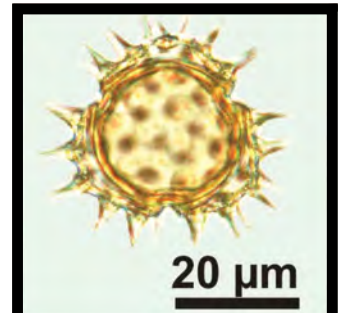
## Asteraceae

*Cosmos bipinnatus* Cav.  
"COSMOS"

Vegetación: área de cultivo  
Registro en OAC: OAC Herbario 16305  
Código en la palinoteca: PALYUOFG 4  
Origen: exótica

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $D = 41,79 \pm 2,65$  (36,65-47,69), radial, isopolar, ámbito subtriangular, esferoidal, tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada. Exi =  $2,68 \pm 0,51$  (2,00-3,74).



## Asteraceae

*Lessingianthus glabratus* (Less.) H. Rob.

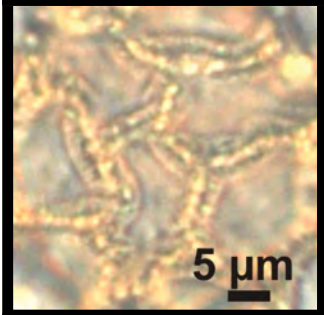
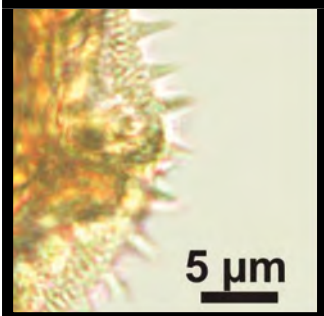
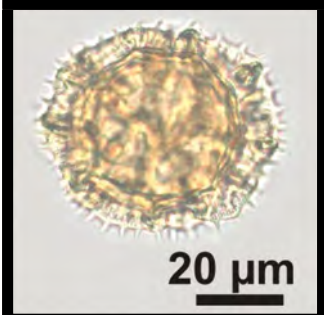
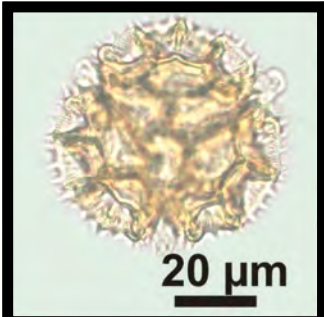
“ASSA-PEIXE-ROXO”

Vegetación: bosque tropical

Registro en MBM: FCGW 065

Código en la palinoteca: PALIUFPR 7

Origen: nativa



### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 57,07 \pm 5,30$  (45,22-69,72),  $E = 59,62 \pm 5,05$  (48,85-72,11), radial, isopolar, ámbito subtriangular, suboblato a esferoidal,  $P/E = 1,80 \pm 0,05$  (0,87-1,00), triporado, poro circular. Exina equinolofada. Exi =  $5,93 \pm 1,05$  (4,01-7,79).





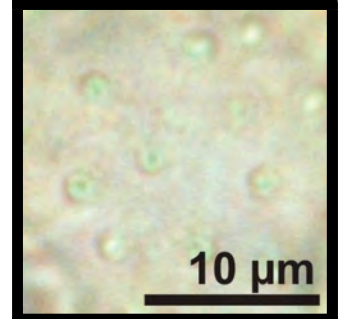
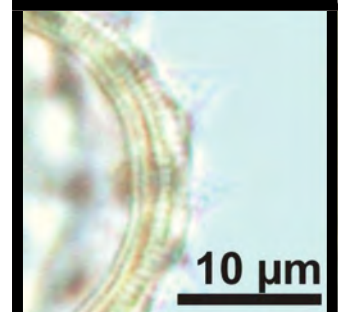
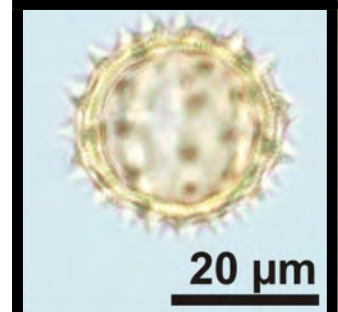
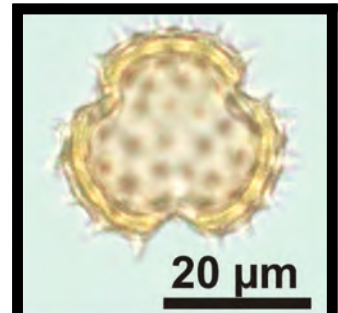
## Asteraceae

*Pentacalia ledifolia* (Kunth) Cuatrec.  
"HIERBA UVA"

Vegetación: sub-páramo  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 971  
Código en la palinoteca: PBEAS 1  
Origen: nativa

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 36,13 \pm 2,66$  (32,71-42,62),  $E = 34,46 \pm 2,13$  (31,51-40,87), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 1,05 \pm 0,05$  (0,97-1,14), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada. Exi =  $2,80 \pm 0,46$  (2,06-3,63).



## Asteraceae

*Senecio madagascariensis* Poir.

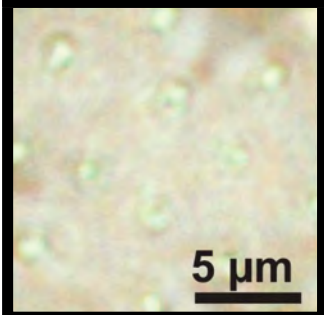
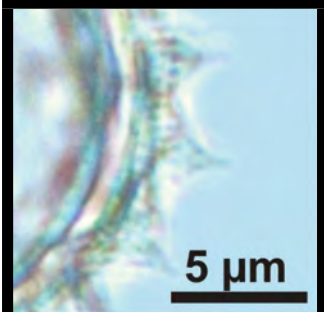
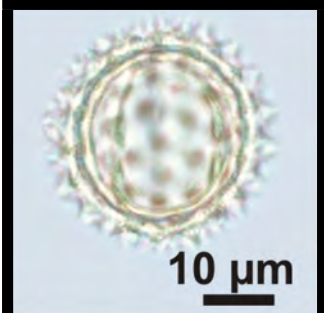
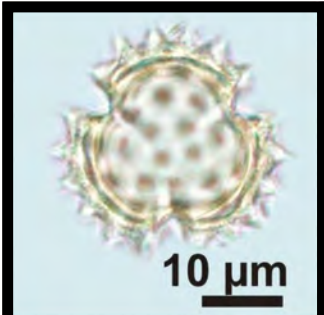
“SENECIO”

Vegetación: área de intervención y sub-páramo

Registro en UMNG-H: UMNG-H 975

Código en la palinoteca: PBEAS 98

Origen: exótica



### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 34,03 \pm 2,18$  (30,44-37,84),  $E = 31,99 \pm 1,72$  (29,77-35,50), radial, isopolar, ámbito subtriangular, esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,06 \pm 0,04$  (1,00-1,16), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina equinada. Exi =  $2,10 \pm 0,30$  (1,60-2,83).



# Boraginaceae

*Heliotropium indicum* L.

“CRISTA-DE-GALO”

Vegetación: área de cultivo

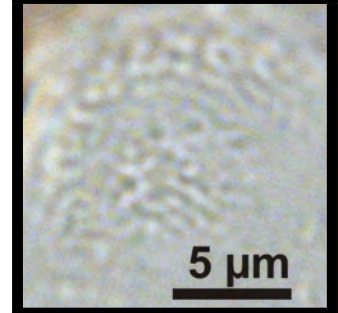
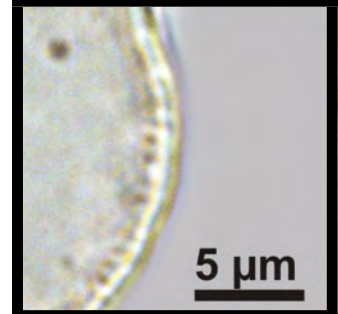
Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada B094 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0017

Origen: naturalizada

## Descripción del polen

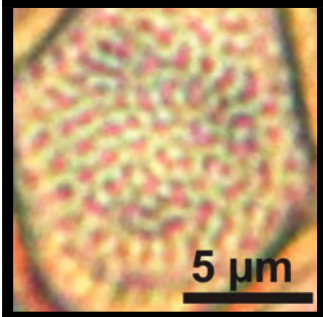
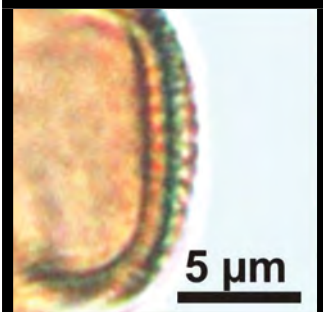
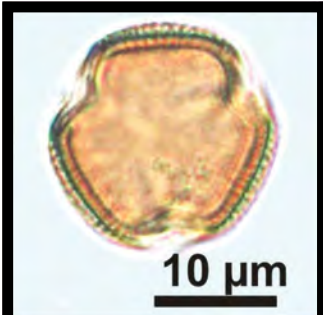
Mónade, pequeño a grande,  $P = 51,45 \pm 10,49$  (35,45-75,25),  $E = 30,98 \pm 4,05$  (23,41-38,39), radial, isopolar, ámbito subcircular, prolato a perprolato,  $P/E = 1,65 \pm 0,17$  (1,37-2,11), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,44 \pm 0,14$  (1,16-1,65).



# Caprifoliaceae

*Sambucus canadensis* L.  
"SABUGUEIRO-CANADENSE"

Vegetación: área de cultivo  
Registro en OAC: OAC Herbario 50522  
Código en la palinoteca: PALYUOFG 19  
Origen: nativa



## Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 19,79 \pm 1,14$  (17,82-22,11),  $E = 19,91 \pm 0,97$  (18,31-21,68), radial, isopolar, ámbito subtriangular, suboblato a subprolato,  $P/E = 0,99 \pm 0,07$  (0,87-1,17), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada. Exi =  $2,15 \pm 0,21$  (1,80-2,61).



# Commelinaceae

*Commelina erecta* L.

“ERVA-DE-SANTA-LUZIA Y TRAPOERABA”

Vegetación: área urbana

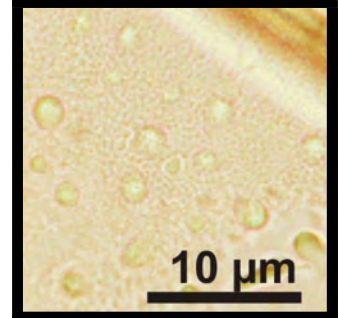
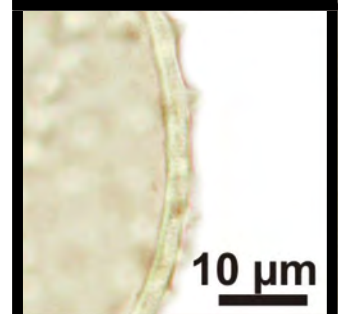
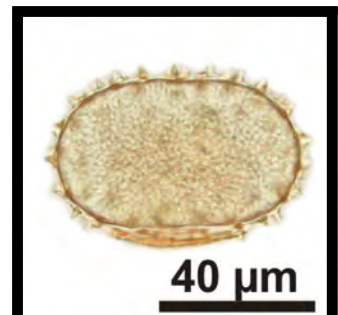
Registro en SPFR: SPFR 14582

Código en la palinoteca: PALIULBRA 1383

Origen: nativa

## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 69,2 \pm 5,27$  (60,00-81,00),  $E = 54,84 \pm 4,80$  (44,00-61,00), bilateral, isopolar, ámbito circular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,26 \pm 0,10$  (1,07-1,53), monosulcado. Exina equinada. Exi =  $3,2 \pm 0,50$  (2,00-4,00).



# Cucurbitaceae

## *Cucurbita maxima* Duchesne "ABÓBORA, MORANGA Y JERIMUM"

Vegetación: área de cultivo

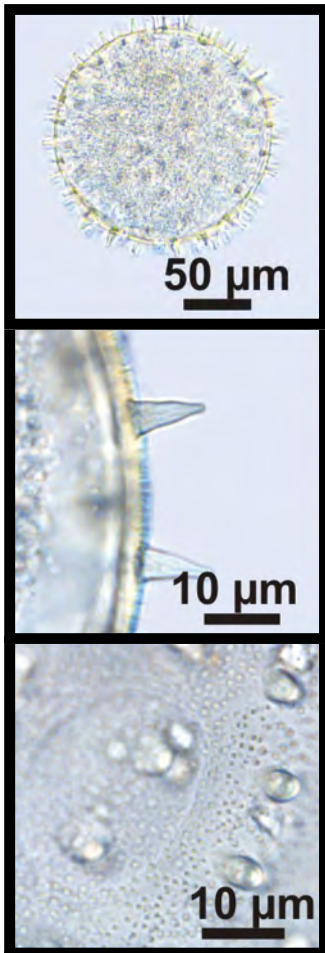
Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada C335 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0026

Origen: naturalizada

### Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 164,74 \pm 18,85$  (92,62-185,97), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exi =  $2,52 \pm 0,35$  (2,01-3,39).



## Cucurbitaceae

*Momordica charantia* L.  
"MELÃO-DE-SÃO-CAETANO"

Vegetación: área de cultivo

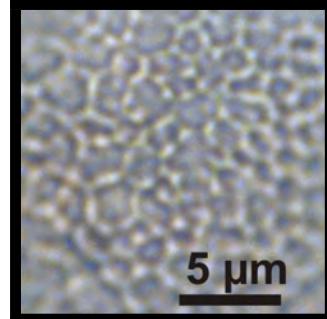
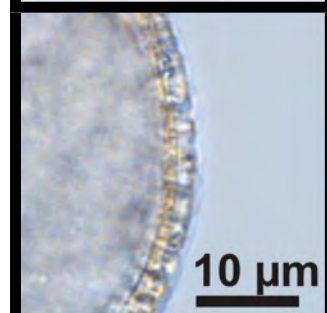
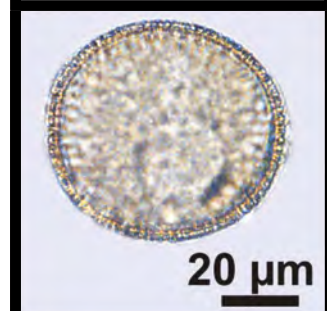
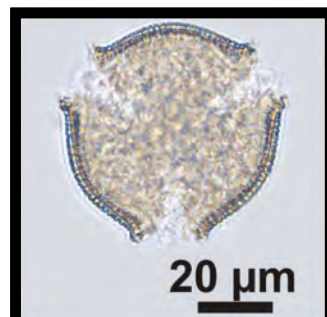
Registro en UTMC: K. Miranda & G. Tejada B057 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0027

Origen: naturalizada

### Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $P = 51,89 \pm 7,50$  (38,85-67,43),  $E = 55,80 \pm 5,38$  (45,42-64,49), radial, isopolar, ámbito subcircular, suboblato a prolato-esferoidal,  $P/E = 0,93 \pm 0,06$  (0,85-1,06), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada.  $Exi = 2,64 \pm 0,25$  (2,20-2,98).



# Euphorbiaceae

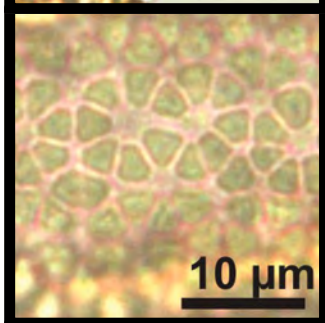
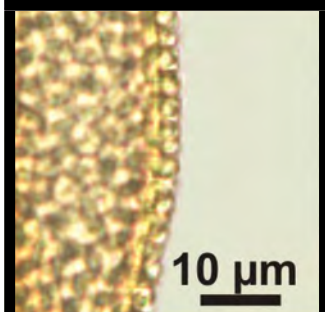
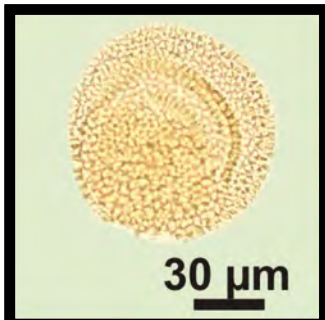
*Croton ceanothifolius* Baill.

**"SANGRIA-D'AGUA"**

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 088  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 35  
Origen: nativa

## Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 88,96 \pm 17,99$  (61,26-127,92), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, inaperturado. Exina patrón-croton. Exi =  $4,74 \pm 0,63$  (3,23-6,33).





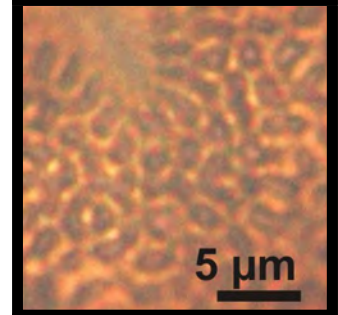
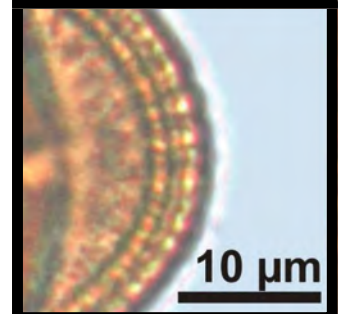
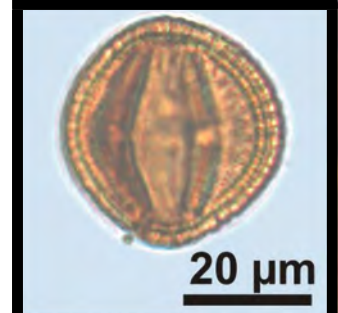
# Euphorbiaceae

*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch  
"POINSÉTIA"

Vegetación: área urbana  
Registro en SPF: J.A. Pissolato 11  
Código en la palinoteca: PALIIBUSP 112  
Origen: exótica

## Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 37,22 \pm 2,65$  (27,65-41,48),  
 $E = 35,74 \pm 2,49$  (29,43-39,25), radial, isopolar,  
ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a subprolato,  
 $P/E = 1,04 \pm 0,05$  (0,94-1,22), tricolporado, colpo  
largo, endoapertura lalongada. Exina reticulada,  
heterobrocada. Exi =  $4,04 \pm 0,59$  (2,67-4,91).



## Hypericaceae

*Hypericum rigidum* A.St.-Hil.

“ORELHA-DE-GATO”

Vegetación: bosque tropical

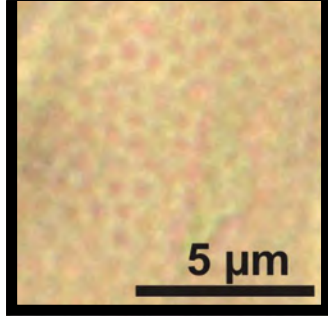
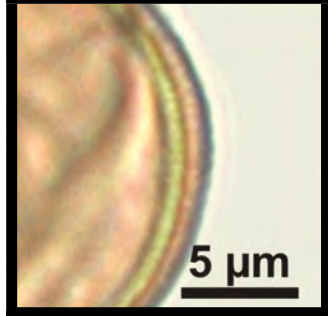
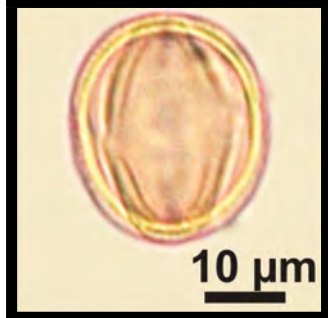
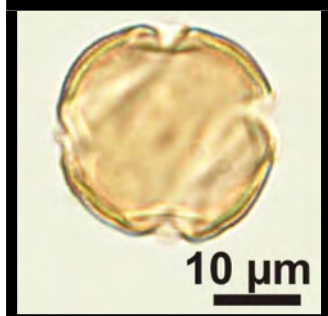
Registro en MBM: FCGW 079

Código en la palinoteca: PALIUFPR 25

Origen: nativa

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 30,84 \pm 3,03$  (24,72-39,90),  $E = 25,33 \pm 2,92$  (19,30-32,35), radial, isopolar, ámbito subtriangular y cuadrangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,22 \pm 0,12$  (1,08-1,45), tricolporado y tetracolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,25 \pm 0,35$  (1,65-3,20).



## Lamiaceae

*Leonurus cardiaca* L.

“ERVA-MÃE”

Vegetación: área de cultivo

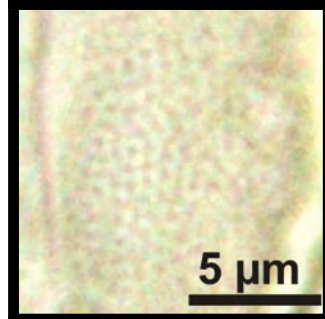
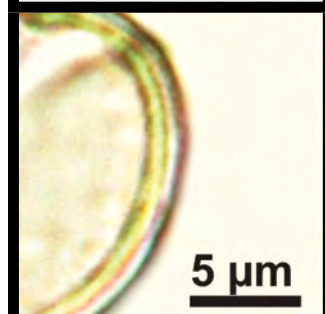
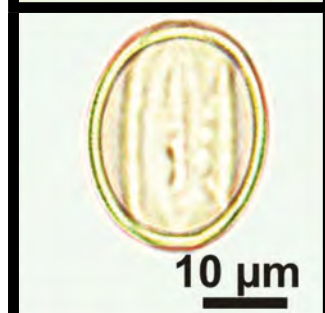
Registro en OAC: espécimen fresco del herbario OAC

Código en la palinoteca: PALYUOFG 64

Origen: exótica

### Descripción del polen

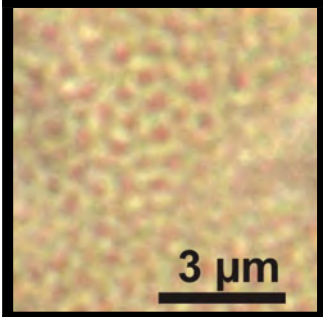
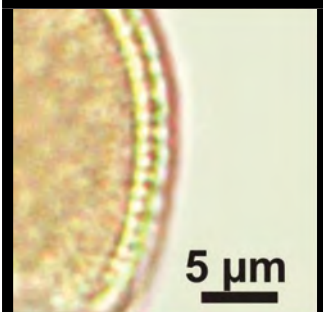
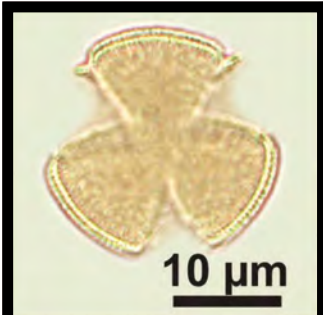
Mónade, pequeño a mediano,  $P = 28,32 \pm 2,09$  (24,26-34,76),  $E = 21,55 \pm 1,24$  (18,27-22,94), radial, isopolar, ámbito subtriangular, subprolato a prolato,  $P/E = 1,31 \pm 0,10$  (1,16-1,52), tricolpado, colpo largo, poro ausente. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,74 \pm 0,33$  (1,20-2,67).



## Lamiaceae

*Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke  
"TARUMÃ"

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 092  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 40  
Origen: nativa



### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 29,25 \pm 4,89$  (22,81-38,44),  $E = 22,46 \pm 2,45$  (17,48-26,50), radial, isopolar, ámbito subtriangular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 0,79 \pm 1,30$  (1,10-1,70), tricolpado, colpo largo, poro ausente. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,94 \pm 0,51$  (2,24-4,01).



## Lythraceae

*Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F.Macbr.

“SETE-SANGRIAS”

Vegetación: área de cultivo

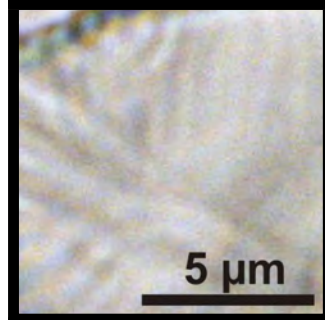
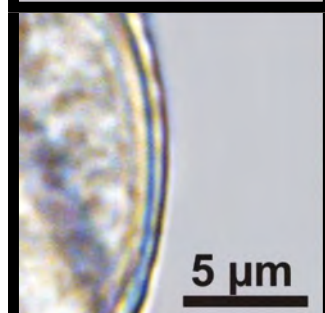
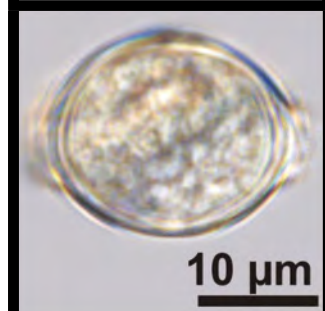
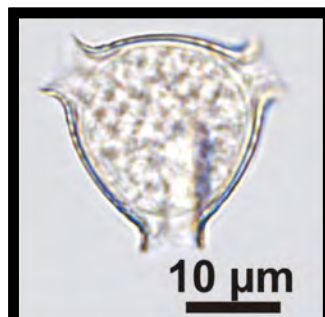
Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada B062 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0039

Origen: S.I

### Descripción del polen

Mónade, pequeño,  $P = 17,20 \pm 1,12$  (14,69-19,64),  $E = 20,70 \pm 0,93$  (18,14-22,45), radial, isopolar, ámbito subtriangular, suboblato a oblato-eferooidal,  $P/E = 0,83 \pm 0,03$  (0,75-0,90), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina estriada. Exi =  $1,07 \pm 0,14$  (0,89-1,49).



## Malvaceae

*Luehea divaricata* Mart.

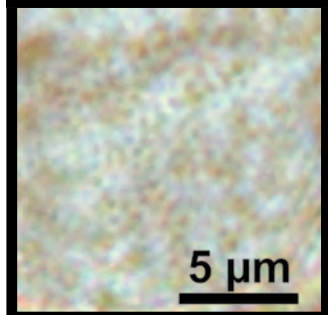
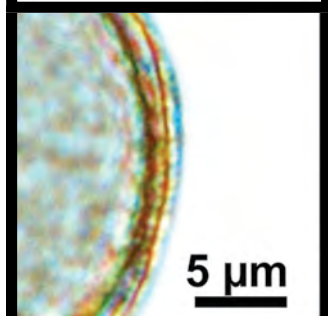
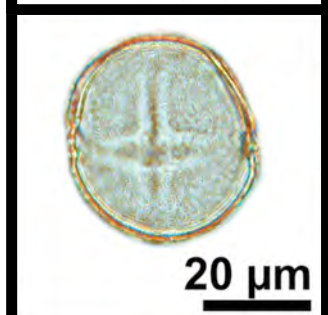
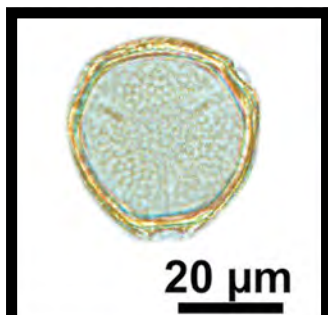
“AÇOITA-CAVALO”

Vegetación: pampa

Registro en SPFR: SPFR 13675

Código en la palinoteca: PALIULBRA 1404

Origen: nativa



### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 40,40 \pm 1,50$  (37,00-43,00),  $E = 36,64 \pm 1,58$  (34,00-40,00), radial, isopolar, ámbito subcircular, prolato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,10 \pm 0,05$  (1,03-1,21), tricolporado, colpo mediano, costilla, endoapertura lalongada. Exina reticulada, heterobrocada. Exi =  $2,04 \pm 0,20$  (2,00-3,00).



## Malvaceae

*Melochia parvifolia* Kunth  
"MELÓQUIA"

Vegetación: área de cultivo

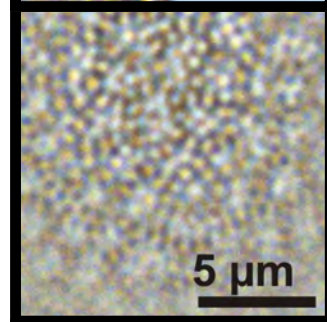
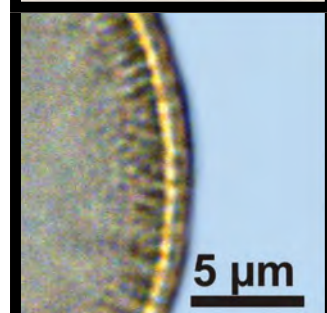
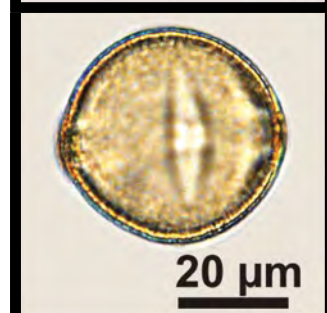
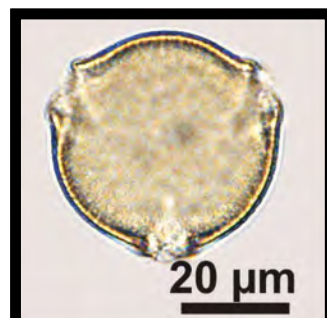
Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada C015 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0044

Origen: nativa

### Descripción del polen

Mónade, mediano,  $P = 40,07 \pm 1,91$  (36,80-45,03),  $E = 41,03 \pm 2,64$  (37,89-48,59), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal,  $P/E = 0,98 \pm 0,05$  (0,89-1,09), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada. Exi =  $1,84 \pm 0,16$  (1,53-2,17).



# Malvaceae

*Sida rhombifolia* L.

“GUANXUMA Y VASSOURINHA”

Vegetación: área de cultivo

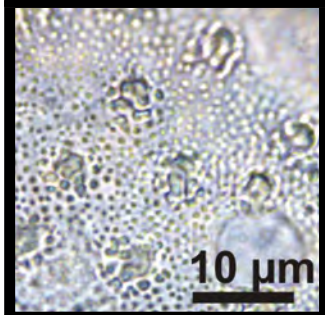
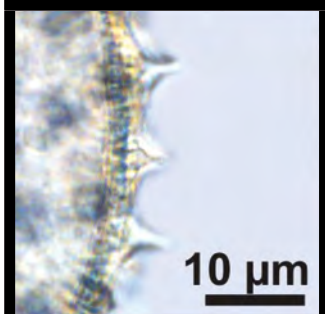
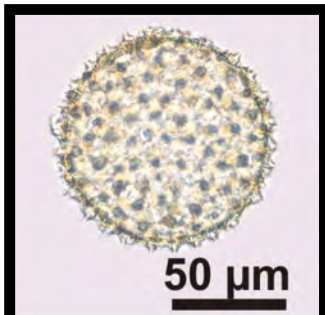
Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada B463 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0049

Origen: nativa

## Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $D = 81,55 \pm 19,23$  (51,29-108,14), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exina equinada. Exi =  $2,67 \pm 0,48$  (1,86-3,68).





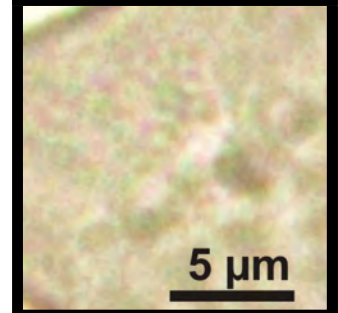
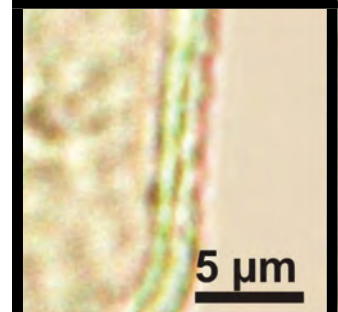
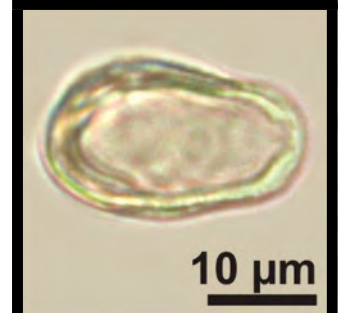
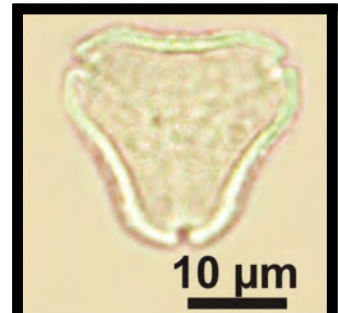
# Myrtaceae

*Myrceugenia euosma* (O.Berg.) D.Legrand  
"GUAMIRIM"

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 060  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 2  
Origen: nativa

## Descripción del polen

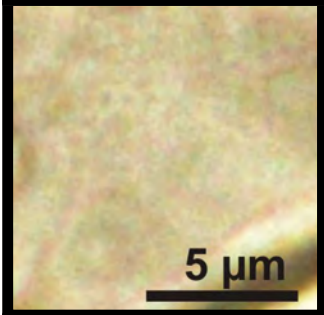
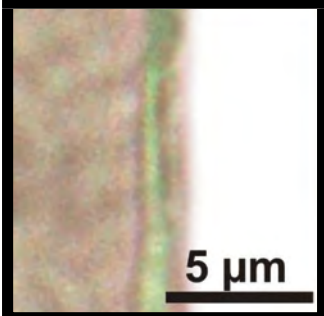
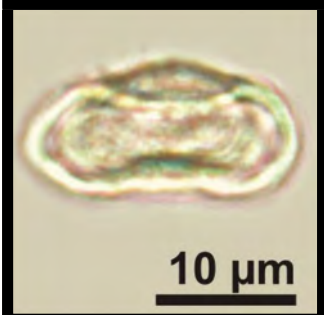
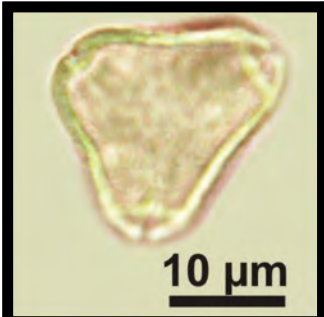
Mónade, pequeño a mediano,  $P = 12,17 \pm 1,29$  (10,01-15,14),  $E = 24,16 \pm 1,84$  (21,30-29,40), radial, isopolar, ámbito triangular, peroblato a oblato,  $P/E = 0,50 \pm 0,06$  (0,41-0,66), tricolporado, colpo largo, parasincolporado, endoapertura circular, fastigiado. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,38 \pm 0,32$  (1,65-2,89).



# Myrtaceae

*Myrcia selloi* (Spreng.) N.Silveira  
"CAMBUÍ"

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 062  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 4  
Origen: nativa



## Descripción del polen

Mónade, muy pequeño a pequeño,  $P = 10,69 \pm 1,27$  (8,80-12,69),  $E = 20,79 \pm 1,26$  (18,22-24,00), radial, isopolar, ámbito triangular, peroblato a oblato,  $P/E = 1,28 \pm 0,51$  (0,40-0,64), tricolporado, colpo largo, endoapertura circular. Exina microrreticulada.  $Exi = 1,83 \pm 0,33$  (1,40-2,79).



# Nyctaginaceae

*Boerhavia erecta* L.

**"PEGA-PINTO"**

Vegetación: área de cultivo

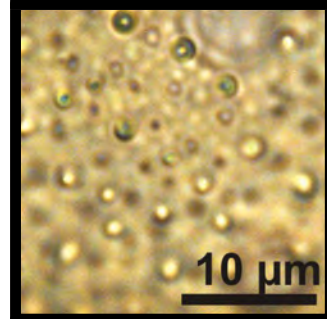
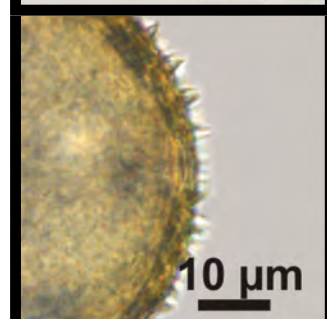
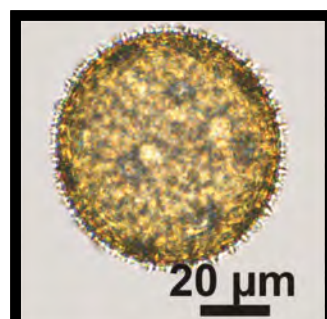
Registro en UTMC: K. miranda & G. Tejada B126 (UTMC)

Código en la palinoteca: CBUMAGPALI 0054

Origen: nativa

## Descripción del polen

Mónade, mediano a grande,  $D = 54,51 \pm 9,94$  (34,28-68,58), radial, apolar, ámbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular. Exina equinada. Exi =  $3,67 \pm 0,52$  (2,88-4,94).



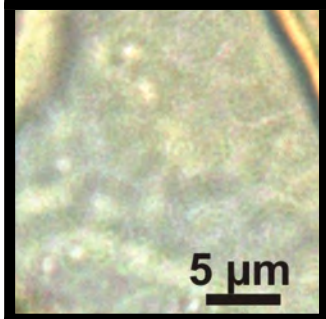
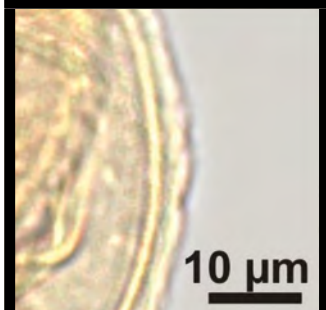
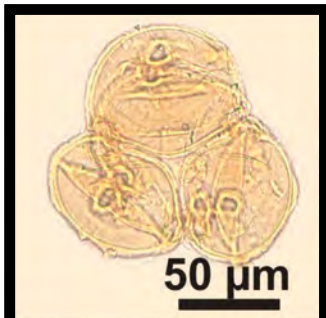
## Onagraceae

*Ludwigia sericea* (Cambess.) H.Hara  
"CRUZ-DE-MALTA"

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 084  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 30  
Origen: nativa

### Descripción del polen

Tétrade, muy grande,  $D = 123,83 \pm 6,41$  (106,93-134,02), ámbito subtriangular en la vista frontal, esferoidal, triporado, poro circular. Exina areolada. Exi =  $4,94 \pm 0,94$  (3,40-7,11).



## Rosaceae

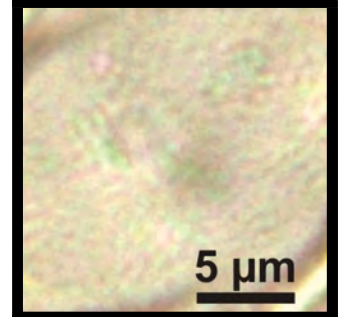
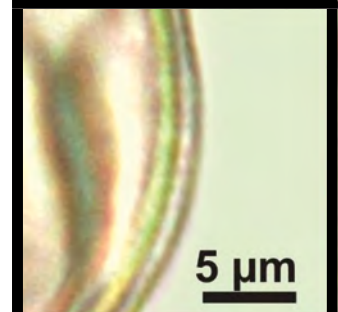
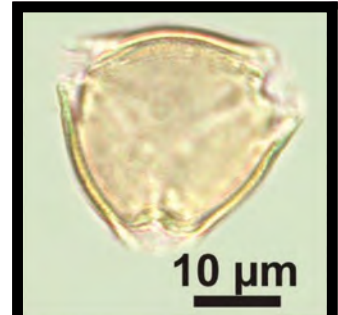
*Prunus myrtifolia* (L.) Urb.

“PESSEGUEIRO-DO-MATO Y PESSEGUEIRO-BRAVO”

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 087  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 34  
Origen: nativa

### Descripción del polen

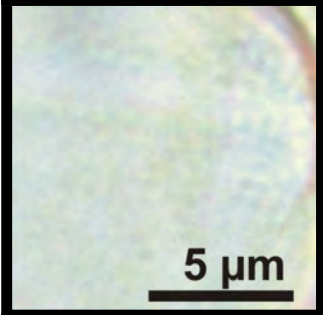
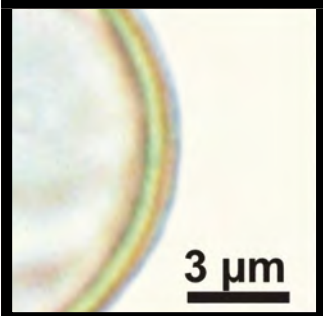
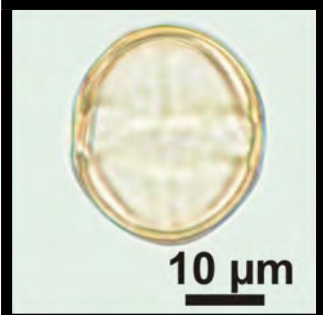
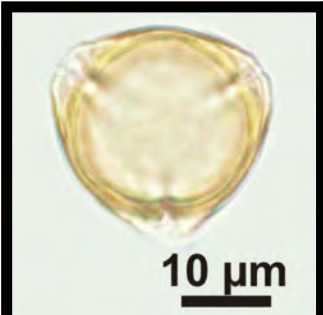
Mónade, pequeño a mediano,  $P = 32,67 \pm 3,48$  (23,73-38,99),  $E = 28,45 \pm 3,30$  (22,05-38,04), radial, isopolar, ámbito subtriangular y circular, oblato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,15 \pm 0,10$  (0,96-1,39), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada. Exina estriada. Exi =  $2,37 \pm 0,36$  (1,61-3,00).



## Solanaceae

*Solanum quitoense* Lam.  
"LULO"

Vegetación: área de intervención  
Registro en UMNG-H: UMNG-H 115  
Código en la palinoteca: PBEAS 109  
Origen: cultivada y nativa



### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 28,61 \pm 1,89$  (25,58-32,84),  $E = 25,44 \pm 1,36$  (22,95-28,21), radial, isopolar, ámbito triangular, prolato-esferoidal a subprolato,  $P/E = 1,12 \pm 0,05$  (1,03-1,20), tricolporado, colpo largo, endoapertura lalongada, fastigiado. Exina microrreticulada. Exi =  $1,34 \pm 0,22$  (1,00-1,80).



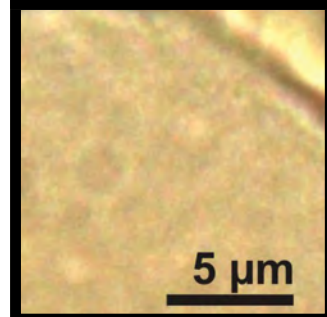
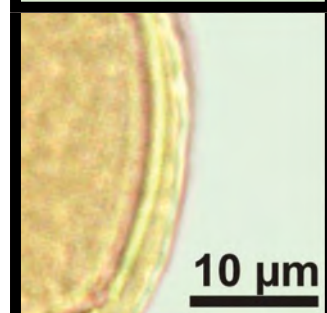
## Symplocaceae

*Symplocos glandulosomarginata* Hoehne  
"FALSA-CANETA"

Vegetación: bosque tropical  
Registro en MBM: FCGW 086  
Código en la palinoteca: PALIUFPR 32  
Origen: nativa

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 28,43 \pm 3,49$  (21,20-37,31),  $E = 35,05 \pm 4,68$  (23,60-43,32), radial, isopolar, ámbito subtriangular y cuadrangular, oblato a oblato-esferoidal,  $P/E = 0,81 \pm 0,05$  (0,71-0,90), tricolporado y tetracolporado, colpo corto, endoapertura circular, anillo. Exina microrreticulada.  $Exi = 3,63 \pm 0,74$  (2,00-4,87).



## Verbenaceae

*Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl

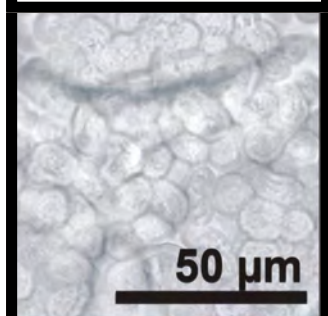
“GERVÃO”

Vegetación: selva amazónica

Registro en SPFR: SPFR 14682

Código en la palinoteca: PALIULBRA 1423

Origen: nativa



### Descripción del polen

Mónade, grande a muy grande,  $P = 80,24 \pm 3,91$  (74,27-88,95),  $E = 111,35 \pm 4,21$  (104,37-119,05), radial, isopolar, ámbito subtriangular, oblato a subprolato,  $P/E = 0,72 \pm 0,04$  (0,66-0,80), tricolpado, colpo largo. Exina verrugosa. Exi =  $3,40 \pm 0,57$  (2,00-4,00).





## Verbenaceae

*Verbena hastata* L.  
"VERBENA-AZUL"

Vegetación: área de cultivo

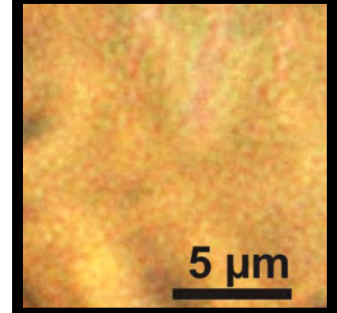
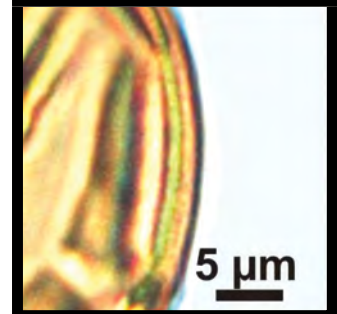
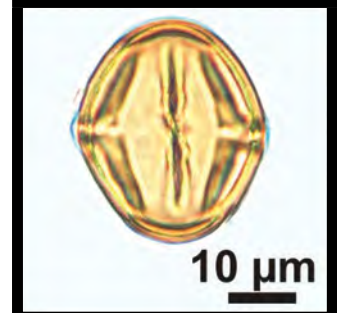
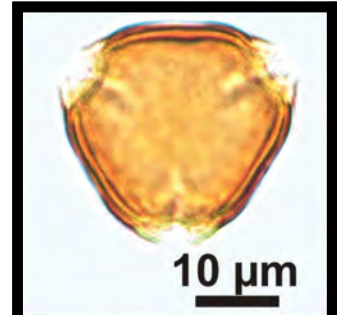
Registro en OAC: OAC Herbario 18910, OAC Herbario 63275

Código en la palinoteca: PALYUOFG 103

Origen: nativa

### Descripción del polen

Mónade, pequeño a mediano,  $P = 29,31 \pm 2,43$  (23,64-34,32),  $E = 28,26 \pm 1,90$  (23,24-32,15), radial, isopolar, ámbito triangular, oblato-esferoidal a prolato,  $P/E = 1,04 \pm 0,06$  (0,91-1,34), tricolporado, colpo largo, margo, endoapertura lalongada. Exina microrreticulada.  $Exi = 2,54 \pm 0,32$  (2,01-3,60).



## Índice

Acanthaceae.....	120	<i>Croton ceanothifolius</i> .....	230
<i>Aechmea distichantha</i> .....	143	<i>Croton sonderianus</i> .....	151
Aizoaceae .....	215	<i>Cucurbita maxima</i> .....	228
<i>Alternanthera tenella</i> .....	122	Cucurbitaceae .....	228
Amaranthaceae .....	122	<i>Cuphea carthagenensis</i> .....	235
Anacardiaceae.....	123	<i>Cuphea gracilis</i> .....	187
<i>Anadenanthera colubrina</i> .....	152	Cyperaceae .....	149
Apiaceae .....	217	<i>Digitalis purpurea</i> .....	201
Apocynaceae.....	125	<i>Dombeya burgessiae</i> .....	190
Aquifoliaceae .....	218	<i>Elytraria imbricata</i> .....	214
Aracaceae .....	127	<i>Emilia sonchifolia</i> .....	129
Asphodelaceae.....	128	Ericaceae.....	150
Asteraceae.....	129	<i>Eucalyptus globulus</i> .....	199
<i>Baccharis pseudovillosa</i> .....	219	<i>Euphorbia pulcherrima</i> .....	231
Balsaminaceae .....	137	Euphorbiaceae.....	151
<i>Bejaria resinosa</i> .....	150	Fabaceae .....	152
<i>Bellucia grossularioides</i> .....	193	<i>Foeniculum vulgare</i> .....	217
Bignoniaceae.....	138	<i>Handroanthus impetiginosus</i> .....	138
<i>Boerhavia erecta</i> .....	241	<i>Helianthus annuus</i> .....	130
Boraginaceae.....	140	<i>Heliconia psittacorum</i> .....	181
<i>Borago officinalis</i> .....	140	Heliconiaceae .....	181
<i>Bougainvillea spectabilis</i> .....	200	<i>Heliotropium indicum</i> .....	225
<i>Brachyotum strigosum</i> .....	194	Hypericaceae .....	182
<i>Brassica rapa</i> .....	141	<i>Hypericum juniperinum</i> .....	182
Brassicaceae.....	141	<i>Hypericum rigidum</i> .....	232
Bromeliaceae .....	143	<i>Hyptis atrorubens</i> .....	185
<i>Bucquetia glutinosa</i> .....	195	<i>Ilex dumosa</i> .....	218
<i>Bulbine frutescens</i> .....	128	<i>Impatiens walleriana</i> .....	137
<i>Byrsonima chrysophylla</i> .....	188	<i>Ipomoea asarifolia</i> .....	146
<i>Byrsonima intermedia</i> .....	189	<i>Ipomoea bahiensis</i> .....	147
Caprifoliaceae .....	226	<i>Ixora chinensis</i> .....	204
<i>Cassia fistula</i> .....	153	Lamiaceae.....	185
<i>Centrosema brasilianum</i> .....	154	<i>Leonurus cardiaca</i> .....	233
<i>Chaetolepis microphylla</i> .....	196	<i>Leonurus japonicus</i> .....	186
<i>Chamaecrista calycioides</i> .....	155	<i>Lessingianthus glabratus</i> .....	222
<i>Chamaecrista duckeana</i> .....	156	<i>Leucaena leucocephala</i> .....	159
<i>Clidemia hirta</i> .....	197	<i>Libidibia ferrea</i> .....	160
<i>Clitoria fairchildiana</i> .....	157	<i>Ludwigia sericea</i> .....	242
<i>Cocos nucifera</i> .....	127	<i>Luehea divaricata</i> .....	236
Combretaceae .....	144	Lythraceae .....	187
<i>Combretum leprosum</i> .....	144	Malpighiaceae.....	188
<i>Commelina erecta</i> .....	227	Malvaceae.....	190
Commelinaceae .....	145	Melastomataceae.....	193
Convolvulaceae.....	146	<i>Melochia parvifolia</i> .....	237
<i>Coreopsis lanceolata</i> .....	220	<i>Merremia aegyptia</i> .....	148
<i>Cosmos bipinnatus</i> .....	221	<i>Mimosa arenosa</i> .....	161
<i>Crotalaria retusa</i> .....	158	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> .....	162

<i>Mimosa candollei</i> .....	163	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> .....	246
<i>Mimosa pudica</i> .....	164	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> .....	177
<i>Mimosa sensitiva</i> .....	165	Symplocaceae .....	245
<i>Mimosa tenuiflora</i> .....	166	<i>Symplocos glandulosomarginata</i> .....	245
<i>Momordica charantia</i> .....	229	<i>Tabernaemontana laeta</i> .....	125
<i>Morinda citrifolia</i> .....	205	<i>Talinum fruticosum</i> .....	203
<i>Myracrodruon urundeuva</i> .....	123	<i>Taraxacum officinale</i> .....	133
<i>Myrceugenia euosma</i> .....	239	<i>Tecoma stans</i> .....	139
<i>Myrcia selloi</i> .....	240	<i>Thevetia peruviana</i> .....	126
Myrtaceae .....	199	<i>Thunbergia erecta</i> .....	121
<i>Neptunia plena</i> .....	167	<i>Tibouchina granulosa</i> .....	198
Nyctaginaceae .....	200	<i>Tradescantia pallida</i> .....	145
Onagraceae .....	242	<i>Trianthema portulacastrum</i> .....	215
<i>Pentacalia ledifolia</i> .....	223	<i>Tridax procumbens</i> .....	134
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> .....	168	<i>Trifolium pratense</i> .....	178
Plantaginaceae .....	201	<i>Trifolium repens</i> .....	179
Poaceae .....	202	<i>Turnera subulata</i> .....	211
Portulacaceae .....	203	Turneraceae .....	211
<i>Prunus myrtifolia</i> .....	243	<i>Unxia camphorate</i> .....	135
<i>Pseudelephantopus spiralis</i> .....	131	<i>Vachellia farnesiana</i> .....	180
<i>Raphanus sativus</i> .....	142	<i>Verbena hastata</i> .....	247
<i>Rhynchospora pubera</i> .....	149	Verbenaceae .....	246
Rosaceae .....	243	<i>Vernonanthura polyanthes</i> .....	136
Rubiaceae .....	204	<i>Vismia cayennensis</i> .....	183
<i>Ruellia chartacea</i> .....	120	<i>Vismia japurensis</i> .....	184
<i>Sambucus canadensis</i> .....	226	<i>Vitex megapotamica</i> .....	234
<i>Schinus terebinthifolia</i> .....	216	<i>Waltheria bracteosa</i> .....	192
<i>Senecio madagascariensis</i> .....	224	<i>Zea mays</i> .....	202
<i>Senegalia polyphylla</i> .....	169		
<i>Senna macranthera</i> .....	170		
<i>Senna multiglandulosa</i> .....	171		
<i>Senna obtusifolia</i> .....	172		
<i>Senna quinquangulata</i> .....	173		
<i>Senna siamea</i> .....	174		
<i>Senna trachypus</i> .....	175		
<i>Senna uniflora</i> .....	176		
<i>Sida cordifolia</i> .....	191		
<i>Sida rhombifolia</i> .....	238		
Solanaceae .....	208		
<i>Solanum americanum</i> .....	208		
<i>Solanum lycopersicum</i> .....	209		
<i>Solanum paniculatum</i> .....	210		
<i>Solanum quitoense</i> .....	244		
<i>Spermacoce alata</i> .....	206		
<i>Spermacoce verticillata</i> .....	207		
<i>Sphagneticola trilobata</i> .....	132		
<i>Spondias tuberosa</i> .....	124		

## Autores

**Allan Koch Veiga:** Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil. Licenciada en Ciencias de la Computación en el Centro de Educación Superior de Foz do Iguaçu (CESUFOZ), maestría (2012), doctorado (2016) y postdoctorado (2017) en Ingeniería Informática en la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo (USP). Realicé mi investigación doctoral en Informática sobre “Data Quality” aplicada en estudios de Biodiversidad, en asociación con investigadores especializados en investigación de Estándares de Información de Biodiversidad (TDWG), el Sistema de Información de Biodiversidad Global (GBIF) y la Universidad de Harvard.

**Amanda Aparecida de Castro Limão:** Universidad Federal Rural del Semiárido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. Licenciada en Biología por la Universidad Estatal de Rio Grande do Norte (UERN, 2011). Maestría (2015) en Ecología y Conservación de la Universidad Federal Rural del Semiárido (UFERSA). Desarrolla estudios en palinología y ecología del comportamiento con énfasis en abejas sin aguijón.

**Antônio Mauro Saraiva:** Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Licenciado en Ingeniería Eléctrica (Poli-USP) y Agronomía (ES-ALQ-USP). Profesor de la Universidad de São Paulo, trabaja en investigaciones de computación aplicada a la agricultura y biodiversidad, especialmente con polinizadores y polinización. Creó el Laboratorio de Automatización Agrícola (1989), el Centro de Investigación en Biodiversidad y Computación (2011) y, en 2019, el Grupo de Estudio de Salud Planetaria del Instituto de Estudios Avanzados (IEA-USP).

**Astrid de Matos Peixoto Kleinert:** Departamento de Ecología, Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas (1980), Maestría (1984) y Doctorado (1989) en Ciencias (Zoología), de la Universidad de São Paulo (USP). Profesor Titular del Departamento de Ecología del IBUSP de São Paulo (2006). Fue coordinadora del Programa de Postgrado en Ecología de IBUSP (2002-2010) y Subdirectora de IBUSP (2015-2018). Trabaja en el área de Ecología Comunitaria y Ecología del Comportamiento, trabajando principalmente con Apoidea y, especialmente, Meliponini.

**Breno Magalhães Freitas:** Laboratorio de Abejas, Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Agrónomo de la Universidad Federal de Ceará (UFC, 1988), máster en Zootecnia por la Universidad Federal de Ceará (1991) y doctorado en Abejas y Polinización en la *University of Wales College of Cardiff* (1995), Gran Bretaña. Profesor Titular de la Universidad Federal de Ceará, trabajando en comportamiento animal, creación y manejo de polinizadores y producción agrícola sustentable a través de la polinización.

**Caio César de Azevedo Costa:** Facultad de Medicina y Enfermería Nova Esperança, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. Licenciado en Biología por la Universidad Estatal de Rio Grande do Norte (UERN, 2004) y maestría (2006) y doctorado (2015) en Ciencia Animal por la Universidad Federal Rural del Semiárido (UFERSA). Desarrolla investigaciones sobre ecología del comportamiento de las abejas, conservación e interacciones entre abejas y plantas, análisis de polen, educación ambiental y meliponicultura.

**Camila Maia-Silva:** Departamento de Zootecnia, Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Licenciada en Biología por el Centro Universitário Barão de Mauá (2004). Maestría (2009) y doctorado (2013) en Entomología de la Universidad de São Paulo (FFCLRP-USP). Investigador postdoctoral en la Universidad Federal Rural del Semiárido (UFERSA, 2013-2018), y en la Universidad Federal de Ceará (2019-2020). Desarrollé investigaciones sobre ecología del comportamiento de las abejas sociales, termorregulación, conservación e interacciones entre abejas y plantas, educación ambiental y meliponicultura.

**Carlos Poveda-Coronel:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres, Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidade Nova Granada, Cajicá, Colombia. Biólogo con Maestría en Biología Aplicada. Su interés de investigación se centra en la diversidad y ecología de las abejas silvestres en diferentes ecosistemas, con énfasis en la taxonomía y las interacciones planta-polinizador. Contribución: Apoyo en trabajos de campo y laboratorio, recolección de material y organización de colecciones de polen, plantas e insectos del proyecto Subpáramo.

**Cláudia Inês da Silva:** Universidad Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas (2000), Maestría en Agronomía (2002), Doctora en Ecología y Conservación de Recursos Naturales por la Universidad Federal de Uberlândia (UFU - 2009), postdoctorado en la Universidad de São Paulo (FFCLRP-USP, 2009-2014; IBUSP, 2005-2019) y Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2019-2020). Actualmente es Investigadora Visitante en la Universidad Federal de São Carlos (CCTS-UFSCar), coordinadora de la RCPol (2015-2020) y coordinadora de proyectos por la empresa CISE-Consultoría Inteligente en Servicios Ecosistémicos. Opera en el área de ecología funcional, interacción abeja-planta y palinoecología.

**Cristiane Krug:** Embrapa Amazonas Occidental, Manaus, Amazonas, Brasil. Bióloga (UNIVILLE, 2000-2003) y entomóloga (FFCLRP / USP, 2007-2010). Es investigadora de EMBRAPA, tiene experiencia en el área de entomología, con énfasis en ecología, trabajando principalmente en las siguientes líneas de investigación: polinización, comunidad apícola, visitantes florales, frutales amazónicos y meliponicultura.

**Daniel Felipe Alvarado Ospino:** Grupo de Investigación Fitotécnica del Trópico, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. Ingeniero Agrónomo por la Universidad del Magdalena (UNIMAG), con formación en palinología por RCPol. Ha estado vinculado al grupo de investigación Fitotecnia del Trópico desde 2016, donde desarrolló su valioso trabajo con el análisis palinológico de abejas asociadas al cultivo de aceite de palmera. Actualmente trabaja con *Cannabis* medicinal.

**Deicy Paola Alarcón-Prado:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres, Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidade Nova Granada, Cajicá, Colombia. Su investigación tiene como objetivo comprender la dieta del polen y el desarrollo del *Bombus* de alta montaña, tanto en ecosistemas naturales (páramos y bosques andinos) como en áreas altamente transformadas. Contribución: Recolección de material, organización de colecciones de plantas y polen, fotografías y mediciones de granos de polen, identificación de plantas y polen.

**Diego A. Riaño-Jiménez:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres, Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nova Granada, Cajicá, Colombia. Su vida profesional y científica estuvo rodeada de abejas silvestres, especialmente el *Bombus* andino.

Sus intereses científicos son la polinización de cultivos, diversidad de abejas silvestres andinas, redes ecológicas, apicultura, actividades de extensión y estudios de abejas solitarias. Contribución: Coordinador del proyecto.

**Flávia Batista Gomes:** Embrapa Amazonas Occidental, Manaus, Amazonas, Brasil. Agrónoma de la Universidad Federal de Lavras (UFLA) y entomóloga (PhD en Ciencias con énfasis en Entomología Aplicada) en UFLA. Investigación: cultivos, entomología agrícola, Manejo Integrado de Plagas (MIP) e interacciones insecto-planta. Actualmente trabaja en Embrapa Amazônia Ocidental con plagas de insectos y polinizadores.

**Franciélli Cristiane Gruchowski-Woitowicz:** Laboratorio de Ecología de Polinización, Instituto de Biología, Universidad Federal de Bahía, Salvador, Bahía, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas y especialización en Biodiversidad: Conservación y Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Estatal de Paraná, Maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad Estatal del Medio Oeste (Wichita Falls, Texas), Doctorada en Ecología de la Universidad Federal de Bahía (UFBA). Trabaja con ecología de abejas, polinización, redes de interacción abeja-planta, análisis e identificación de granos de polen y educación ambiental.

**Francisco de Assis Ribeiro dos Santos:** Universidad Estatal de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahía, Brasil. Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad Federal de Bahía (UFBA), Magíster en Botánica por la Universidad Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) y Doctorado en Ciencias (Botánica) por la Universidad de São Paulo (USP). Catedrático de la Universidad Estatal de Feira de Santana. Desarrolla investigaciones en el campo de la palinología teórica y aplicada, en la que orienta a estudiantes de pregrado y posgrado. Actualmente es becario de productividad del CNPq.

**Gercy Soares Pinto:** Laboratorio de Abejas, Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Zootécnico de la Universidad Federal Rural del Amazonas - UFRA, Magíster en Ciencia Animal (UFPA) y Doctorada en Zootecnia (UFC / UFRPE / UFPB). Actúa en el manejo racional de abejas sociales y solitarias con énfasis en el diagnóstico social, análisis físico-químico de productos apícolas e interacciones con la flora a través del análisis palinológico.

**Gonzalo Javier Maquez:** Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. Doctor en Ciencias Naturales por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Profesor de Morfología Vegetal de la Universidad Nacional de La Plata. Campo especial: morfología, ultraestructura y desarrollo de esporas de helecho.

**Hugo A. Sanchez-Marroquín:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres, Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nova Granada, Cajicá, Colombia. Hugo es un biólogo que realmente cree en la fuerza y la interacción de los ecosistemas. Esta idea nació de estudios sobre polinización vegetal y agricultura-sociedad, desde los bosques altoandinos hasta los ecosistemas de bosque seco. Contribución: Recolección de material, organización vegetal y recolección de polen y fotografías de granos de polen.

**Isabel Alves dos Santos:** Departamento de Ecología, Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas (Universidad de São Paulo) y Doctora en Ciencias Naturales de la Universidad Eberhard-Karls Tübingen, Alemania. Actualmente es profesora del Departamento de

Ecología de la Universidad de São Paulo. Los intereses de investigación son: Historia natural de Apoidea; Ecología evolutiva; interacciones insecto-planta; polinización; morfología funcional; taxonomía de abejas; Ecología de Comunidades y Poblaciones; y Biología de la Conservación.

**Jaciara da Silva Pereira:** Universidad Federal Rural del Semiárido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. Licenciada en Ecología (2015) y Maestría en Ecología de la Conservación (2018) por la Universidad Federal Rural del Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN. Desarrolló investigaciones tanto en pregrado como en maestrías con énfasis en el comportamiento de alimentación en abejas de la especie *Melipona subnitida*, así como análisis de polen de néctar y polen transportado por forrajes.

**Jefferson Nunes Radaeski:** Universidad Luterana de Brasil, Laboratorio de Palinología, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil. Licenciado en Ciencias Biológicas con énfasis en Ecología de la Universidad Luterana de Brasil - ULBRA (2012). Magíster en Ciencias Biológicas de la Universidad Federal de Pampa - UNIPAMPA (2015). Técnico de nivel magíster de la Red de Catálogos Pollenicos en línea (RCPol) e Investigador del Laboratorio de Palinología ULBRA desarrollando trabajos en el campo de la morfología del polen de especies de la Pampa y Mata Atlántica en Rio Grande do Sul y Santa Catarina.

**Jocélia Gonçalves da Silva:** Departamento de Protección Vegetal, Universidad Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Graduado en Agronomía por la Universidad Federal de Paraíba (UFPB), Campus II (2008), desarrollando investigación con control biológico. Máster en Tecnología Agroalimentaria de la UFPB, Campus III (2011) desarrollando investigación en el área de poscosecha de frutas y control de plagas de insectos. Actualmente es estudiante de doctorado en Agronomía en la Universidad Federal de Santa María (UFSM), desarrollando investigación en el área de polinizadores, más específicamente con *Bombus* spp.

**José Ricardo Cure:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres (BEAS), Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nova Granada, Cajicá, Colombia. Doctorado en Entomología (Ecología y Taxonomía de Abejas Silvestres) y Postdoctorado en Modelado Ecológico en la Universidad de California, Berkeley, California. Trabaja con abejas silvestres (ecología, taxonomía y biodiversidad, ecología y modelado de poblaciones, ecología de polinización), análisis de sistemas cafetaleros y control biológico. Amplia experiencia en investigación en ecología de campo en varios sistemas agrícolas. Contribución: Líder del Grupo BEAS (1998-2019) y coordinador de los 4 proyectos a partir de los cuales se construyeron PBEAS y HBEAS.

**Kevin Farouk Miranda Deluque:** Grupo de Investigación Fitotécnica del Trópico, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. Ingeniero Agrónomo por la Universidad del Magdalena. Actualmente es profesor de la Corporación Nacional Unificada (CUN) de Santa Marta y trabaja en el Herbario de la Universidad del Magdalena (UTMC), dedicado a la organización de exsiccatae. Tiene experiencia en la identificación de plantas de bosque seco en la región del Caribe.

**Luiz Wilson Lima-Verde:** Herbário Prisco Bezerra, Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Graduado en Agronomía de la UFC (1970), especialización en Fitotecnia de la UFC (1982), especialización en Botánica de la UFC (1992), maestría en Biología Vegetal de la Universidad Federal de Pernambuco (2004) y doctorado en Zootecnia (Estudio con abejas nativas de Ceará) de UFC (2011).

**Marcelo Casimiro Cavalcante:** Instituto de Desarrollo Rural-IDR, Universidad de Integración Internacional de la Lusofonía Afrobrasileña, Redenção-Ceará, Brasil. Doctor en Zootecnia en el área de Abejas y Polinización, Profesor Adjunto del Instituto de Desarrollo Rural de la Universidad de Integración Internacional de Lusofonía Afrobrasileña (IDR / UNILAB), trabajando en las áreas de Agroecología y Permacultura, con enfoque en la creación y manejo de abejas.

**Marcia Motta Maués:** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil. Investigadora de la Corporación Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa Amazônia Oriental), tiene un doctorado en Ecología de la Universidad de Brasilia (2006), una maestría en Entomología de la Universidad de São Paulo (1991) y una licenciatura en Ciencias Biológicas de la Universidad Federal de Pará (1986). Tiene experiencia en interacciones planta-polinizador en áreas naturales y modificadas por humanos en la Amazonía y es miembro del Comité Directivo de la Red Brasileña de Interacciones Planta-Polinizador (REBIPP).

**Marcio Luiz de Oliveira:** Coordinación de Biodiversidad, Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía, Manaus, Amazonas, Brasil. Es licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad Federal de Juiz de Fora (1988), tiene una maestría en Entomología por el Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas - INPA (1994), un doctorado en Entomología por la Universidad de São Paulo (2000) y un posdoctorado por el Departamento de Geografía de la Universidad de Kansas (2011). Es curador de la Colección de Invertebrados, investigador de tiempo completo, profesor y asesor del Programa de Postgrado en Entomología del INPA. Experiencia en Zoología, con énfasis en Taxonomía, Biogeografía, Ecología y Conservación de Abejas.

**Maria Iracema Bezerra Loiola:** Herbário Prisco Bezerra, Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Bióloga con una maestría en Biología Vegetal de la Universidad Federal de Pernambuco y un Doctorado en Botánica de la Universidad Federal Rural de Pernambuco. Actualmente es profesora titular de la Universidad Federal de Ceará y curadora del Herbario EAC. Trabaja con taxonomía de fanerógamas, florística, patrones de distribución de especies y etnobotánica. Coordina el proyecto "Flora do Ceará: saber conservar".

**Arena Mariana Victorino Nicolosi:** Universidad Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad Federal de São Carlos - UFSCar (2013) y maestría en Sostenibilidad en Gestión Ambiental de la UFSCar (2018). Trabaja con Biología de la Conservación, Ecología, Ecología del paisaje y abejas nativas sin aguijón.

**Matheus Montefusco de Oliveira:** Coordinación de Biodiversidad, Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía, Manaus, Amazonas, Brasil. Biólogo (Ciencias Biológicas - Centro Universitário do Norte, UNINORTE) y entomólogo (Magíster en Ciencias Biológicas con énfasis en Entomología por el Instituto Nacional de Investigaciones en la Amazonía, INPA). Tiene experiencia en el área de entomología / ecología en la región amazónica, enfocándose en los temas: comunidad de visitantes de flores, polinización e interacción planta-abeja.

**Mauro Ramalho:** Laboratorio de Ecología de Polinización, Instituto de Biología, Universidad Federal de Bahía, Salvador, Bahía, Brasil. Magíster (Ecología) y Doctor (Zoolo-gía) de la Universidad de São Paulo - USP. Profesor Asociado de la Universidad Federal



de Bahía, donde coordinó la carrera de pregrado en ecología y actualmente coordina la maestría profesional (2015). Realiza investigaciones sobre ecología y sistemas de polinización, el papel del intercambio de recursos en la organización de comunidades ecológicas, la fragmentación del hábitat y la conectividad funcional.

**Melissa Guerrero:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres (BEAS), Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nova Granada, Cajicá, Colombia. Bióloga y docente, trabaja en Colombia con polen, abejas silvestres y sus nidos. Está interesada en redes de interacción, apicultura y modelos para predecir usos florales. Contribución: Recolección de materiales, construcción y organización de las colecciones de plantas y polen, identificación de plantas y polen.

**Mercedes di Pasquo:** Laboratorio de Palinoestratigrafía y Paleobotánica, CICYTTP (CONICET-ER-UADER), Diamante, Entre Ríos, Argentina. Doctorado en la Universidad de Buenos Aires, Argentina (1999). Investigadora permanente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) desde 2002. Postdoctorados en UBA (2000-2002), Universidad de Idaho (USA, 2009) y UFRGS (POA, Brasil, 2013-2014). Investigadora senior responsable del Laboratorio de Palinoestratigrafía y Paleobotánica, Centro de Investigación Científica y Transferencia de Tecnología para la Producción - CICYTTP (2010). Presidente de la ALPP (2009-2020). Investigación en palinofloras y floras del Fanerozoico de América del Sur, Paleozoico de USA, Cretácico-Cenozoico de Antártida, Patagonia Argentina e India, Holoceno de Entre Ríos y Corrientes. Supervisora de estudiantes de doctorado de América. Consultora de la industria petrolera fanerozoica.

**Michael Hrnčir:** Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Licenciado en Biología por la Universidad de Viena, Austria (1996). Maestría (1998) y doctorado (2003) en Ciencias Biológicas en la Universidad de Viena. Investigador postdoctoral en la Universidad de Viena (2004-2006) y en la Universidad de São Paulo (2006-2010). Profesor universitario de la Universidad Federal Rural del Semiárido (2010-2019) y, actualmente, de la Universidad de São Paulo (IBUSP). Su investigación se centra en la ecología del comportamiento y la fisiología ambiental de las abejas sociales.

**Patrícia Nunes-Silva:** Universidad de Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas (2004), Maestría en Ecología (2007) y Doctora en Entomología (2011) por la Universidad de São Paulo (USP). Sus principales temas de investigación son la biología y ecología de las abejas, la ecología de la polinización y la polinización de cultivos agrícolas. Actualmente trabaja como becaria postdoctoral en el Programa de Posgrado en Biología de la Universidad de Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) y tiene como principal proyecto de investigación la polinización del arándano.

**Paula Andrea Sepúlveda-Cano:** Grupo de Investigación Fitotécnica del Trópico, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. Coordinadora de proyecto e identificación de abejas. Agrónoma por la Universidad de Caldas y entomóloga (doctorado) por la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es Profesora Asociada e Investigadora de la Universidad del Magdalena. Paula tiene experiencia en las áreas de interacción planta-abeja, diversidad de abejas en agroecosistemas, colecciones biológicas y control biológico de plagas agrícolas.

**Peter G. Kevan:** Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Guelph, Guelph, Ontario, Canadá. Fue director científico de la Red Estratégica Canadiense de Iniciativas de Polinización y profesor emérito de la Facultad de Ciencias Ambientales de la

Universidad de Guelph. Ha publicado más de 250 artículos revisados por pares, capítulos de libros, entradas de enciclopedias y muchos artículos populares. Es miembro de la Royal Society of Canada.

**Priscilla Baruffaldi Bittar:** Departamento de Ecología, Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas en la Universidad de São Paulo (USP), fue estudiante de Iniciación Científica en el Laboratorio de Abejas del mismo Instituto. Estudio de nidos de *Euglossa annectans*.

**Ruben D. Martín-Rojas:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres, Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad de Nova Granada, Cajicá, Colombia. Durante su licenciatura, estudió la diversidad de abejas silvestres en un bosque tropical seco y un bosque altoandino. Sus intereses de investigación son la diversidad y ecología de las abejas silvestres colombianas, taxonomía, redes sistemáticas y redes de interacción. Contribución: Recolección de materiales, construcción y organización de colecciones de insectos, plantas y polen, fotografías de granos de polen e identificación de polen.

**Rubens Teixeira de Queiroz:** Departamento de Sistemática y Ecología, Universidad Federal de Paraíba, João Pessoa, Pernambuco, Brasil. Doctorado en Biología Vegetal por la Universidad Estatal de Campinas - UNICAMP (2012) y postdoctorado por la Universidad de Brasilia - UNB / EMBRAPA (2013). Actualmente es profesor del Departamento de Sistemática y Ecología de la Universidad Federal de Paraíba - UFPB / DSE. Tiene experiencia en Botánica, con énfasis en temas: *Chamaecrista*, *Tephrosia*, *Arachis*, Fabaceae (Leguminosae), estudios florísticos con herbáceas y conocimiento de flora en la Mata Atlántica, Cerrado y Caatinga.

**Sandy C. Padilla-Báez:** Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres, Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad de Nova Granada, Cajicá, Colombia. Bióloga de la Universidade Nova Granada, se incorporó al grupo de investigación BEAS en 2012, cuando inició su máster en Biología Aplicada. Actúa en la creación de la abeja nativa *Bombus* spp. Contribuciones: construcción, organización e identificación de las colecciones de plantas y granos de polen.

**Soraia Girardi Bauermann:** Universidad Luterana de Brasil, Laboratorio de Palinología, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas por la PUCRS, Magíster en Botánica y Doctora en Geociencias por la UFRGS. Además de ser profesora e investigadora de ULBRA, también es Coordinadora de la Oficina de Proyectos de la Institución en el Campus Canoas / RS. Su área de actividad es la morfología del polen, además de la reconstrucción de la vegetación y el clima a través de granos de polen y esporas.

**Vera Lucia Imperatriz-Fonseca:** Departamento de Ecología, Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Licenciada en Ciencias Biológicas por la Facultad de Filosofía, Ciencias y Letras de la Universidad de São Paulo - USP (1968), con maestría (1970) y doctorado (1975) en el área de Zoología en el Instituto de Biociencias de la Universidad de São Paulo (IB- USP). Un referente en la investigación con abejas nativas, sus publicaciones incluyen estudios sobre las abejas en sus diferentes enfoques, uso sostenible y conservación de los recursos naturales.



El libro “Atlas de granos de polen y plantas utilizadas por las abejas” fue elaborado con sumo cuidado con los datos de investigadores de Argentina, Brasil, Canadá y Colombia, quienes son colaboradores de RCPol - Red de Catálogos de Polen Online. RCPol se estructuró durante el desarrollo del proyecto titulado “Estudio de la flora y los granos de polen de las abejas para la inserción de datos en la Red de Catálogos de Polen en Línea: subsidio para el manejo y conservación de las abejas”, coordinado por los investigadores Dra. Cláudia Inês da Silva y Dr. Antônio Mauro Saraiva. En el sitio web de RCPol se encuentran datos sobre más de 2.560 especímenes de plantas distribuidos en diferentes tipos de vegetación y, en este libro, se presenta información sobre 43 familias, 101 géneros y 126 especies de nueve colecciones. Los organizadores y autores de este libro agradecen a Bayer por el apoyo financiero para la publicación de este trabajo y a la Fundación para el Desarrollo Tecnológico de la Ingeniería (FDTE - 001505) por el apoyo logístico. También queremos agradecer a la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología por el sello de este libro, al Departamento de Ecología del IBUSP (2015-2019), al Centro de Estudio de Insectos Sociales de la UNESP - campus Rio Claro (2019) y al Departamento de Ciencias Ambientales en el Centro de Ciencia y Tecnología para la Sustentabilidad de la UFSCar - campus Sorocaba (2019-2020) por haber recibido el proyecto durante su desarrollo. Agradecemos a todas las Instituciones involucradas en la adquisición, procesamiento y análisis de los datos presentados en este Atlas.

Venta prohibida

Financiación:

Realización:

Apoyo:

