

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“LÍNEA BASE PARA ESTUDIOS PALINOLÓGICOS EN LA FLORA
SALVADOREÑA, CASO *DEAMIA MONTALVOAE*”**

PRESENTADO POR:

MÓNICA GABRIELA PACAS MEJÍA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, MARZO DE 2023

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS

VICERRECTOR ACADÉMICO:

DOCTOR RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:

INGENIERO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

INGENIERO FRANCISCO ALARCÓN

FISCAL:

LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO

LICENCIADO MAURICIO HERNÁN LOVO

VICEDECANA:

M.Sc. ZOILA VIRGINIA GUERRERO MENDOZA

SECRETARIO

LICENCIADO JAIME HUMBERTO SALINAS ESPINOZA

DIRECTORA INTERINA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA:

M. Sc. ANA MARTA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



“LÍNEA BASE PARA ESTUDIOS PALINOLÓGICOS EN LA FLORA
SALVADOREÑA, CASO *DEAMIA MONTALVOAE*”

ASESORES DE PASANTÍA PROFESIONAL

M. Sc. José Gabriel Cerén López

Asesor externo.

Herbario Nacional del Museo de Historia Natural de El Salvador

Lic. Roberto Amado Vásquez Díaz

Docente asesor.

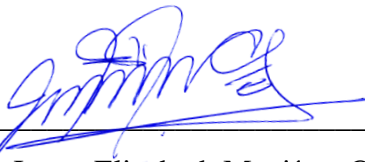
Escuela de Biología

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA




“LÍNEA BASE PARA ESTUDIOS PALINOLÓGICOS EN LA FLORA
SALVADOREÑA, CASO *DEAMIA MONTALVOAE*”
TRIBUNAL CALIFICADOR

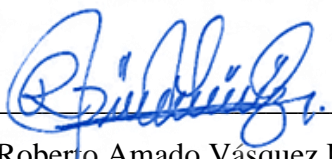


Licda. Jenny Elizabeth Menjívar Cruz

Herbario Nacional del Museo de Historia Natural de El Salvador



Ing. Carlos Enrique Ruano Iraheta
Facultad de Ciencias Agronómicas



Lic. Roberto Amado Vásquez Díaz
Escuela de Biología

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, MARZO DE 2023

DEDICATORIA

A todos los estudiantes, futuros y presentes profesionales en el área de las ciencias naturales, así como a todo el que tenga interés y quiera aportar al conocimiento del país.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, principalmente a mis padres, por su amor y apoyo incondicional. Quienes siempre me permitieron hacer lo que me apasiona y son la razón de lo que soy ahora.

A Luis Monterrosa, quien fue un gran apoyo emocional durante toda esta etapa y a quien agradeceré eternamente su compañía y su ayuda.

A mis amigos y compañeros de carrera Raúl, Fany, Fátima, Sofi y Milton quienes me acompañaron tanto dentro como fuera de la carrera, me escucharon, me hicieron reír y siempre me ayudaron en lo que estaba a su alcance.

A mis amigos del colegio, autoproclamados “El cardumen”, por mantener comunicación y divertirnos a pesar del tiempo que pase. Espero saber siempre de ustedes.

A mis asesores; Lic. Amado Vásquez por su disposición y amabilidad, M Sc. Gabriel Cerén por transmitir y reforzar conocimientos en el área botánica y por hacer posible la realización de mi pasantía.

A la Licda. Eunice Echeverría y Licda. Jenny Menjívar que junto al M Sc. Cerén me abrieron las puertas al MUHNES y al herbario nacional.

Al PhD. Marvin Núñez y al Lic. Ulises Castillo, por su interés y apoyo, por brindarme un espacio en el Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (FQF-UES) y los reactivos necesarios para el desarrollo del proyecto. A Gaby Mena, por acompañarme durante el proceso de laboratorio.

Al Ing. Carlos Ruano, del laboratorio de palinología de la UES, quien puso a disposición todo lo que estuviera a su alcance y resolvió todas mis dudas.

A los usuarios de las plataformas de ciencia ciudadana, quienes de forma muy entusiasta colaboran y proveen información valiosa, no solo para esta, sino para muchos tipos de investigaciones científicas.

A todos ustedes, les deseo éxitos, salud y felicidad en su vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. METODOLOGÍA.	5
3.1. Institución donde se realizó la pasantía.....	5
3.2. Actividades desarrolladas durante la pasantía.....	6
3.2.1. Creación de base datos bibliográficos sobre especies de plantas visitadas por aves en El Salvador:.....	6
3.2.2. Elaboración de guía para protocolos de análisis polen:.....	10
3.2.3. Extracción y preparación de muestras de polen de <i>Deamia montalvoae</i> :	10
3.2.4. Elaboración de catálogo de palinomorfos:	15
3.2.5. Informe mensual de actividades realizadas	16
3.3. Recursos humanos, materiales y naturales utilizados	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5. CONCLUSIONES.	35
6. RECOMENDACIONES.	36
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Filtro de búsqueda utilizado en iNaturalist.....	7
Figura 2. Filtro de búsqueda utilizado en eBird.....	8
Figura 3. Registro de <i>Pampa rufa</i> visitando a <i>Lobelia laxiflora</i>	9
Figura 4. Extracción de anteras para preparación de polen.....	11
Figura 5. Procesos de preparación de polen por medio de acetólisis.....	13
Figura 6. Resumen y estadísticas del proyecto para finales del mes de abril 2022.....	22
Figura 7. Mapa de ubicación de las observaciones del proyecto para finales del mes de abril 2022.....	23
Figura 8. Familias de plantas con importancia en la alimentación de aves nectarívoras de acuerdo al número de especies de aves que las visitaron y al número de especies pertenecientes a cada una.....	24
Figura 9. Especies representantes de las familias con importancia en la alimentación de aves nectarívoras y su número de especies de aves que las visitaron.	25
Figura 10. Entrega de láminas para conformación de palinoteca de la Escuela de Biología...32	
Figura 11. Ficha de informativa del polen de <i>Deamia montalvoae</i> disponible en el catálogo de palinomorfos.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplificación del formato para ingreso de información en la base de datos.....	6
Tabla 2. Vista previa del listado de observaciones individuales.....	9
Tabla 3. Pasos para realizar un procedimiento básico de acetólisis y montaje de muestras de polen para microscopía óptica.....	13
Tabla 4. Categorías utilizadas para el registro de láminas y muestras de polen de la colección o palinoteca.....	15
Tabla 5. Recursos humanos utilizados.....	16
Tabla 6. Recursos materiales utilizados.....	17
Tabla 7. Recursos naturales utilizados.....	19
Tabla 8. Registro y detalles de las láminas preparadas.....	28

1. RESUMEN.

La realización de la pasantía profesional en el Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES) durante el periodo de julio 2021 a abril 2022, cuyos objetivos fueron proponer una guía base de los diferentes pasos para realizar una investigación palinológica, identificar algunos de los principales grupos taxonómicos de plantas relacionados con la alimentación de las aves nectarívoras y a describir la morfología del polen de *Deamia montalvoae* (Cactaceae), se desarrolló mediante cuatro actividades; la “creación de una base de datos bibliográfica sobre especies de plantas visitadas por aves en El Salvador”, donde se obtuvo un listado de 204 especies de plantas (126 nativas, 77 exóticas y 1 no identificada) distribuidas en 61 familias e interactuando con 47 especies de aves. La “elaboración de guía para protocolos de análisis de polen”, que resultó en un documento que presenta información sobre la definición, estructuras y procesos relacionados a la formación del polen, así como los métodos de colecta, preparación y montaje de polen, incluyendo el equipamiento y protocolos de acuerdo al sustrato, tipo de polen y tipo de microscopía de interés, respectivamente, además de un apartado que detalla aspectos relevantes de identificación y morfología de polen, así como información para el área de la paleopalinología. La “extracción y preparación de muestras de polen de *Deamia montalvoae*” realizada en el Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (FQF-UES) utilizando el método de acetólisis y el montaje en gel glicerina sobre láminas portaobjetos, que resultó en la elaboración de 37 láminas semipermanentes de 14 especies (incluyendo a *D. montalvoae*), divididas en 9 familias. La “elaboración de catálogo de palinomorfos”, donde se tomaron fotografías de las láminas anteriores y se elaboró un documento describiendo aspectos morfológicos y metodológicos para cada especie.

Se concluyó que los insumos generados representan una guía base para realizar una investigación palinológica, se identificaron familias importantes para la alimentación de las aves nectarívoras: Fabaceae, Acanthaceae, Myrtaceae y sus respectivas especies *Inga oerstediana*, *Megaskepasma erythrochlamys* y *Callistemon viminalis*. El polen de *Deamia montalvoae* presentó características típicas de especies pertenecientes a la familia Cactaceae; de tipo tricolpado y con ornamentación equinada y perforada.

2. INTRODUCCIÓN

Los herbarios son de gran importancia al ser una herramienta para la identificación y actualización de la nomenclatura botánica. Sirven como banco de material de referencia, donde las colecciones representan la diversidad y distribución de la vegetación de la región y del país, por lo que son un verdadero caudal de información a través del tiempo y espacio (Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, 2021). Los mayores usuarios de herbarios son estudiantes e investigadores que desean identificar especímenes y que encuentran en el herbario una manera confiable para hacerlo. Otra de las funciones de los herbarios, a nivel general, es la elaboración de material didáctico-bibliográfico que permita al estudiante adquirir y promocionar conocimientos básicos de determinados grupos vegetales (Moreno, 2007). Tanto el MUHNES como el Herbario Nacional (MHES), tienen una importante misión al procesar y almacenar la información de las colecciones y dar soporte para el desarrollo de trabajos de investigación.

Enlazada a la botánica y por tanto a los herbarios, se encuentra la Palinología, definida como la ciencia que estudia el polen y las esporas que, en comparación con los esporofitos, han sido pobremente investigados (Erdtman, 1943). De 260,000 a 422,000 especies de plantas que existen en el planeta, solo el 10% han sido estudiadas con respecto a la morfología de sus granos de polen y aún menos porcentaje en cuanto a su ultraestructura, por lo que es importante dar continuidad tanto a los estudios palinológicos clásicos como a los avanzados (Halbritter et al., 2018). En este sentido, se ve la necesidad de enriquecer el conocimiento y el material disponible del herbario para estudios relacionados al polen, gametofito masculino de las plantas con semilla y componente esencial para la reproducción sexual y el flujo genético de las plantas (Kearns e Inouye, 1993).

La palinología es una de las ramas científicas que se está expandiendo, tanto en el campo de la ciencia pura, como en el de la ciencia aplicada. Al mismo tiempo, es especialmente útil como ciencia auxiliar para ramas aparentemente distantes entre sí, como la botánica, geología, climatología, arqueología, alergénica, medicina forense, entre otras (Erdtman, 1943; Manten, 1966).

Una de las principales razones que generan interés hacia la morfología de los granos de polen (palinomorfos) es que puede variar entre familias, géneros e inclusive especies de plantas (Roubik y Moreno, 2003; Lagos, 2008; De la Cruz et al., 2013). Debido a esta variación, los análisis palinológicos pueden ser de mucha utilidad para identificaciones taxonómicas y la sistemática de las plantas; el polen proporciona descriptores seguros, inclusive para definir taxones inter e infragenéricos (Barrios et al., 2005). *Deamia montalvoae*, cuya morfología de polen es desconocida, es una especie de la familia Cactaceae recientemente descrita en el país y separada de otras especies similares con base en caracteres morfológicos y genéticos, Cumple con criterios para catalogarse en peligro de extinción (EN) (IUCN, 2022), debido a que sus poblaciones ocupan áreas muy reducidas y aisladas entre sí; una de ellas ubicada en Metapán, Santa Ana, dentro del P.N. Montecristo y las otras dos en Huehuetenango, Guatemala y Chiapas, México (Cerén et al., 2018).

Existe una variedad de áreas de hacen uso de la palinología y el análisis de polen, entre ellas, la ecología de la polinización y la ecología evolutiva. Las plantas evolutivamente han desarrollado una serie de atributos morfológicos, fisiológicos y ecológicos que les permiten atraer a grupos taxonómicos específicos para su polinización, a tal fenómeno se le conoce como síndrome floral (Van der Pijl, 1961; Proctor et al., 1996; Patiny, 2012). Algunos grupos de aves han incluido el néctar de las flores como parte principal de su dieta, entre ellos destaca la familia Trochilidae que incluye a los colibríes, además de otras especies de diversas familias que también muestran dicho comportamiento (Cronk y Ojeda, 2008). De esta forma, muchas especies de flores silvestres han coevolucionado junto a las aves, mostrando características morfológicas y fenológicas que facilitan su interacción entre sí (Parker, 1977; Stiles, 1981; Diller et al., 2019). Cuando las plantas han adquirido características que facilitan su interacción con las aves, se dice que presentan el síndrome de ornitofilia, uno de los tipos de síndromes florales (Fenster et al., 2004; Rocca y Sazima, 2010).

Algunas capacidades de las aves, tales como vuelos a largas distancias y agudeza visual, las hace excelentes polinizadoras y especialmente valiosas cuando las condiciones climáticas no permiten que polinizadores como las abejas y otros insectos se mantengan activos, también cumplen un rol importante en hábitats con menor densidad poblacional de insectos, tales

como ecosistemas de zonas altas, ambientes secos y ciertos tipos de islas, así como para las plantas que florecen en el invierno (Cronk y Ojeda, 2008).

Muchas investigaciones han obtenido parte importante de sus resultados a través de análisis palinológicos, mediante la colecta de polen en campo y la revisión de muestras de polen disponibles en herbarios nacionales (Amaya et al., 2001; Gutiérrez y Rojas, 2001; Barrios et al., 2005; Gutiérrez-Zamora, 2008). La identificación de polen en estudios relacionados a polinizadores sirve no solo para determinar qué especies de plantas están siendo polinizadas sino también para determinar rutas migratorias de los polinizadores, las zonas de donde provienen tanto los mismos polinizadores como su fuente de alimentación, así como hábitats visitados, la diversidad de hábitats y de alimento, entre otras (Jones, 2012).

Gracias a dichas investigaciones se puede abordar la problemática llamada “crisis de los polinizadores” que hace referencia al declive global en el número y viabilidad de las especies animales que facilitan la reproducción de la gran mayoría de las plantas en las comunidades terrestres, que abarcan cerca de tres cuartos de las 240,000 especies de plantas identificadas a nivel mundial o bien el 90% de las plantas angiospermas (Committee on the Status of Pollinators in North America, 2007; Espino-Espino et al. 2014).

Debido a todo lo anterior, y a la escasez de este tipo de información a nivel del país, se planteó la realización de la pasantía denominada “Línea base para estudios palinológicos en la flora salvadoreña, caso *Deamia montalvoae*”, la cual tiene como objetivo proponer una guía base de los diferentes pasos para realizar una investigación palinológica, identificar algunos de los principales grupos taxonómicos de plantas relacionados con la alimentación de las aves nectarívoras y a describir la morfología del polen de *Deamia montalvoae* (Cactaceae).

3. METODOLOGÍA.

3.1. Institución donde se realizó la pasantía

El Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES) se encuentra ubicado en el Barrio San Jacinto Final Calle Los Viveros, dentro del Parque Saburo Hirao, Colonia Nicaragua, al sur de la ciudad de San Salvador. Con coordenadas 13° 40' 31.848" N, 89° 11' 50.426" W.

Es conocida como una institución de carácter científico, que tiene el fin de investigar la diversidad biológica y paleontológica del país, administrar las Colecciones Nacionales de Historia Natural, así como transmitir y compartir conocimientos sobre el patrimonio natural salvadoreño. Posee exhibiciones permanentes de Rocas y Minerales, Paleontología y Ecosistemas, en ellas se muestra el patrimonio natural actual y pasado. Entre sus objetivos está el administrar y manejar las diferentes Colecciones Nacionales de Historia Natural de mastozoología, ornitología, herpetología, ictiología, malacología, entomología, rocas y minerales, paleontología y es responsable del Herbario Nacional de El Salvador, conocido como MHES (Echeverría, 2013).

El MHES tiene como objetivo investigar, catalogar y resguardar la diversidad florística salvadoreña. Es por ello que se realizan diferentes investigaciones de los recursos con los que cuenta el país. Desde el año 2007, se encuentra inscrito en el Index herbariorum y posee más de veinte mil muestras botánicas, de las cuales más de siete mil pueden ser consultadas de manera digital. Esta colección se nutre de la recolección directa de especímenes en diversos puntos del país, así como de intercambios y donaciones con herbarios nacionales y extranjeros.

Además de lo anterior, el herbario mantiene una constante labor científica que le ha permitido el descubrimiento de nuevas especies para la ciencia, siendo las más recientes *Disocactus salvadorensis* (Cerén et al., 2017) y *Deamia montalvoae* (Cerén et al., 2018) las cuales fueron descubiertas en los bosques del Parque Nacional Montecristo.

3.2. Actividades desarrolladas durante la pasantía

3.2.1. Creación de base de datos bibliográficos sobre especies de plantas visitadas por aves en El Salvador:

El 5 de julio de 2021, correspondiente al primer día de la pasantía profesional, se inició con la elaboración de una base de datos en Microsoft Excel 2016 denominada “Especies de plantas visitadas por aves nectarívoras”. En una de las hojas de cálculo, se elaboró una tabla de doble entrada, ubicando las especies de aves en la sección de las filas y las especies de plantas en la de las columnas, de modo que, en las celdas internas, se ubicara un “1” si se identificaba interacción entre una especie de ave con una planta o se dejara en blanco para representar la ausencia de interacción. A este cuadro se adicionaron columnas para ingresar información adicional sobre el origen y familia de la planta, categoría de la identificación (basada en la confirmación de un especialista en botánica), así como la sumatoria de las especies de aves que visitaron cada especie de planta (Tabla 1).

Tabla 1

Ejemplificación del formato para ingreso de información en la base de datos.

Origen	Categoría	Familia	Especies	Ave 1	Ave 2	Ave 3	...	Ave n	#visitantes	Tipo visitante
N (Nativa)	C* (Confirmada)	Familia A	Planta 1		1	1	...		2	Aves 2 y 3
E (Exótica)	D (Descononida)	Familia A	Planta 2	1			...		1	Ave 1
...	P (Pendiente)	Familia B	Planta 3	1	1	1	...		3	Aves 1, 2 y 3
...
...	...	Familia N	Planta n	1	1	1	...	1	4	Aves 1, 2, 3, y n

Una vez definido el formato de ingreso de datos, se procedió a la búsqueda de información, iniciando con la revisión de trabajos de tesis que contenían cuadros similares al descrito anteriormente, donde enlistaban las especies de plantas y las aves nectarívoras que se observaron directamente interactuando (Morán, 2019), o bien, se confirmaba su interacción a través de colectas de polen adherido a los picos de las aves (Abrego y Bonilla, 2014). Asimismo, se hizo uso de información sin publicar, sobre el uso de la vegetación por las aves en el Campus de la Universidad de El Salvador; colectada por Molina-Fuentes y Pacas-Mejía a través de observaciones directas en 2019.

Simultáneamente, se visitaron las plataformas de ciencia ciudadana eBird (Cornell University, 2022) e iNaturalist (2022), la primera posee una base de datos con contenido

multimedia (fotos, grabaciones de audio, etc.) de observaciones de aves a nivel mundial llamada Macaulay Library, la segunda posee registros de todos los seres vivos y se basa principalmente en fotografías de los mismos, con la ventaja de incluir una herramienta digital de identificación de especies y la capacidad de que otros usuarios enriquezcan o validen la información. Además, se visitaron grupos y sitios web de redes sociales (p.e: Facebook, Instagram), donde se publican fotografías relacionadas a la información necesaria. Siendo una de las principales fuentes un grupo llamado “Fauna Silvestre de El Salvador” en Facebook.

Para cada plataforma, se realizaron filtros de búsqueda (Fig. 1 y 2) para obtener fotografías provenientes de todos los registros disponibles, inicialmente enfocados en 33 especies de aves en El Salvador cuya dieta está parcialmente o en su mayoría compuesta de néctar, luego se optó por adicionar búsquedas para todos los datos de aves, debido a que se encontraron varias especies que realizaban el comportamiento esperado, pero de manera menos frecuente.

Figura 1

Filtro de búsqueda utilizado en iNaturalist

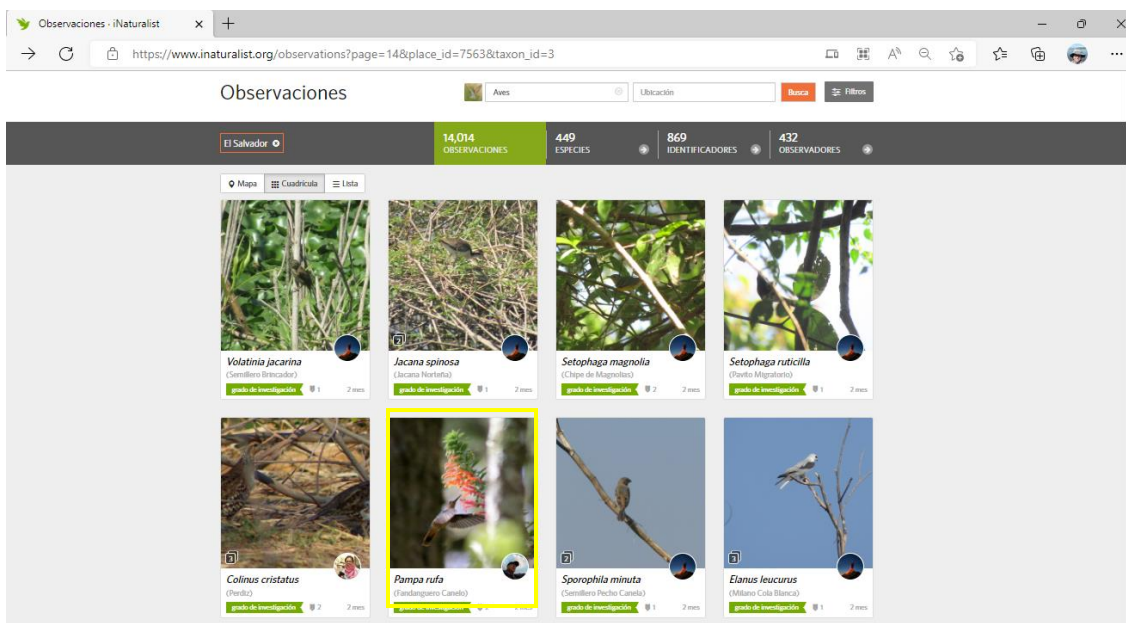
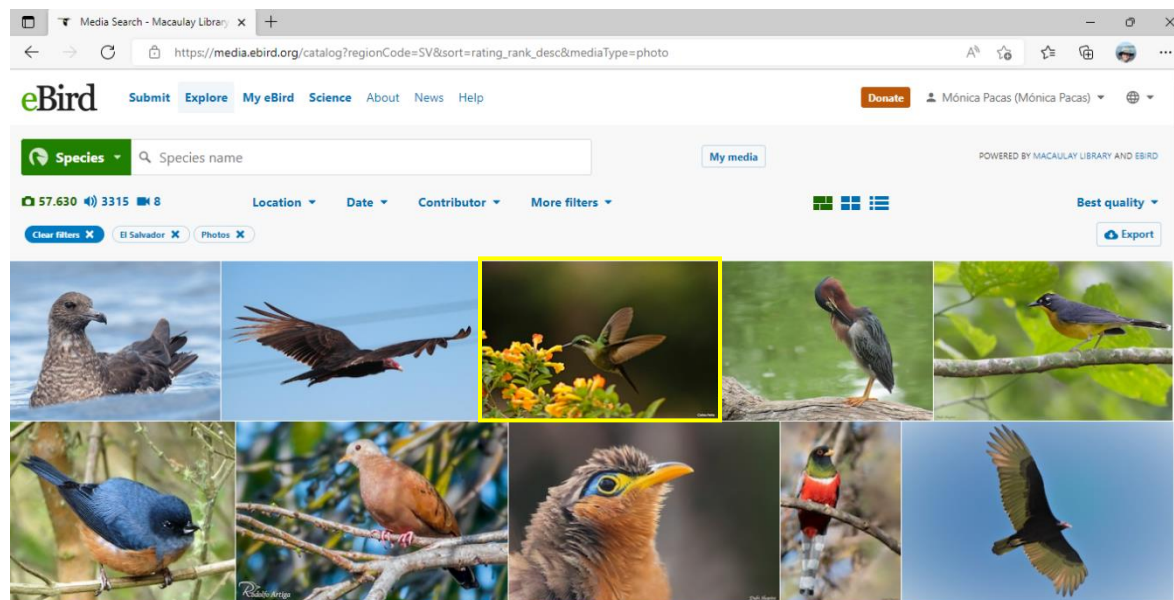


Figura 2

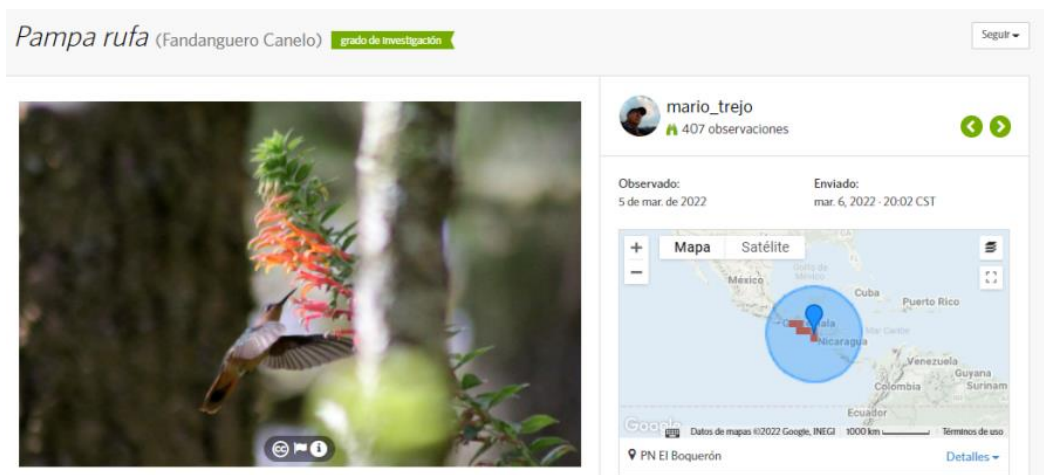
Filtro de búsqueda utilizado en eBird



A partir de esta búsqueda se seleccionaron fotografías donde los individuos interactuaran con la flor, ya sea de forma legítima (introduciendo su pico dentro de esta para tomar néctar, haciendo contacto con las anteras), o bien de forma ilegítima (perchadas o revoloteando sobre una estructura floral en busca de insectos, robando néctar, etc) y a la vez mostraran características morfológicas de las plantas que permitieran su identificación, como el tipo de flor, colores, estructuras especializadas, tallo, hojas, etc (Fig. 3) De esta manera, con ayuda de la herramienta de identificación de iNaturalist, la consulta con especialistas y fuentes de información digital sobre las plantas como Cheung et al. (2015) y Trópicos (2022) así como el conocimiento previo disponible, se identificaron las plantas y se continuó enriqueciendo la base de datos, anexando para cada registro la fuente de su obtención por medio del uso de hipervínculos.

Figura 3

Registro de *Pampa rufa* visitando a *Lobelia laxiflora*



Nota: Fotografía de Mario Trejo (<https://www.inaturalist.org/observations/108078670>)

A partir de los registros encontrados en la plataforma iNaturalist, el 8 de julio de 2021, se creó un proyecto público de ciencia ciudadana llamado “Flores visitadas por Aves (El Salvador)” donde se almacenó y consultó de manera más óptima la información relevante para la base de datos que estuviera disponible en la plataforma. Los datos obtenidos a partir de este proyecto fueron ingresados a la base de datos desde la fecha de su creación, hasta abril del 2022.

Para complementar la información de la base de datos general, se elaboraron cuadros detallando la información de cada registro (familia, ave, planta, fecha, departamento, localidad, tipo de interacción (legítima, posible incidental o robo de néctar) y el link de acceso a la fotografía (Fig. 5).

Tabla 2

Vista previa del listado de observaciones individuales

Fam planta	Ave	Planta	Fecha	Departamento	Localidad	Tipo de interacción	Link
Asclepiaceae	Abeillia abeillei	Asclepias curassavica	2/10/2007	Ahuachapán	Laguna de Las Ranas	Legítima	https://macaulaylibrary.org/asset/31857351
Agavaceae	Eugenes fulgens	Agave americana?	1/3/2010	Ahuachapán	El Imposible	Legítima	https://macaulaylibrary.org/asset/39790031
Verbenaceae	Saucerottia beryllina	Stachytarpheta frantzii	11/7/2011	Ahuachapán	El Imposible	Legítima	https://macaulaylibrary.org/asset/171230551
Asclepiaceae	Abeillia abeillei	Asclepias curassavica	6/8/2011	Ahuachapán	Laguna Verde	Legítima	https://macaulaylibrary.org/asset/27611721
Fabaceae	Leiothlypis peregrina	Inga oerstediana	11/10/2013	La Libertad	PN El Boquerón	Legítima	https://macaulaylibrary.org/asset/36525431
Lamiaceae	Saucerottia beryllina	Salvia involucrata	16/12/2013	La Libertad	Plaza Volcán	Legítima	https://macaulaylibrary.org/asset/38588491

Luego de recopilar la información con los métodos anteriores, se procedió a crear un cuadro resumen con el listado de plantas obtenido. Este fue ordenado por familias taxonómicas,

detallando número de especies por familia, origen de cada especie (exótica o nativa), así como el número y tipo de especies de aves visitantes, tanto por especie como por familia.

3.2.2. Elaboración de guía para protocolos de análisis polen:

Durante los primeros tres meses de pasantía, período comprendido entre julio y septiembre 2021, se buscaron y almacenaron diversas fuentes bibliográficas relacionadas con estudios de palinología, tales como artículos científicos y libros introductorios sobre el análisis, morfología y terminología de polen, así como manuales con procedimientos y técnicas para estudios relacionados al mismo. Luego de ese periodo se llevó a cabo una depuración, traducción y ordenamiento de dicha información para la elaboración de la guía, la cual, fue trabajada en un documento virtual haciendo uso del programa Microsoft Word 2016.

Para septiembre 2021 se obtuvo la primera versión del documento, que luego de pasar por una revisión se trabajó nuevamente durante el periodo de enero a marzo 2022 con el fin de enriquecer la información de la misma y superar las correcciones indicadas.

3.2.3. Extracción y preparación de muestras de polen de *Deamia montalvoae*:

Para iniciar, se evaluaron las metodologías propuestas por diversos autores y se tomó como base la guía para protocolos de análisis de polen elaborada previamente. De esta manera se definió que la técnica de preparación de polen que se utilizaría sería el método de acetólisis (Erdtman, 1943; Kearns e Inouye, 1993; Home, 2012).

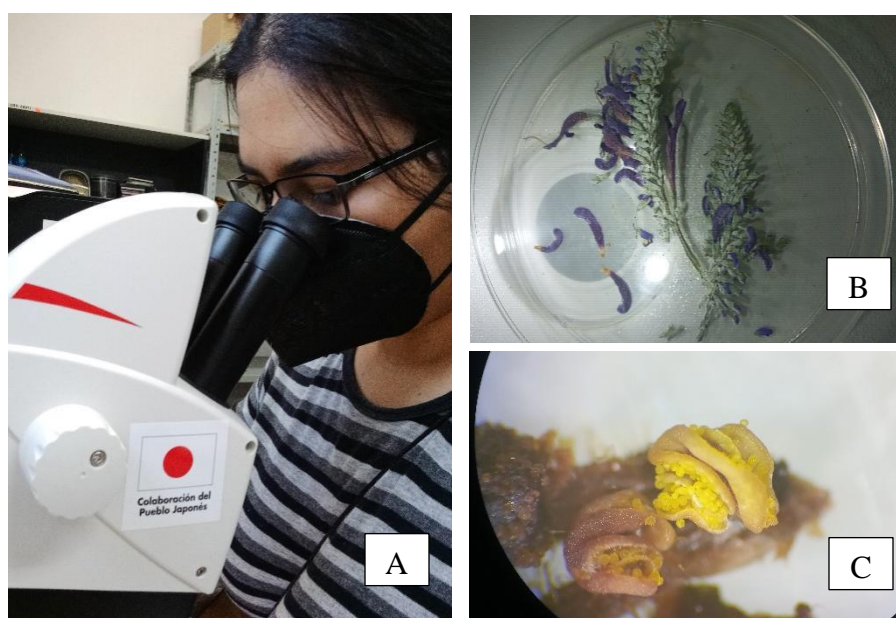
En septiembre 2021 se inició la gestión del lugar para la realización de los procedimientos de laboratorio, así como la gestión de reactivos y otros materiales necesarios para los mismos. Para ello, se estableció comunicación con el Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (FQF-UES).

Con el fin de practicar y afinar la técnica de preparación de polen, antes de utilizar las muestras de *Deamia montalvoae*, se acordó la realización de pruebas previas, con muestras de polen provenientes del herbario MHES pertenecientes a otras especies de la familia Cactaceae. Además, el 15 de octubre durante un viaje a El Limo, Metapán, se colectaron

flores provenientes de diversas especies y familias relacionadas con la base de datos de plantas visitadas por aves para disponer de muestras frescas. Asimismo, otras especies de flores fueron colectadas en distintas zonas ubicadas dentro del campus de la UES. Las muestras, se depositaron en viales de vidrio y se trasladaron al herbario MHES. Posteriormente, se extrajo las anteras de las flores colectadas y se traspasaron a sobres de papel para evitar que se dañaran por la humedad y adquirieran hongos.

Figura 4

Extracción de anteras para preparación de polen



Nota: A) Pasante observando anteras a través de estereoscopio B) Muestra de *Salvia polystachya* C) Muestra de *Malva* sp.

El 18 de octubre se realizó una visita para reconocer el área de trabajo e iniciar con las primeras pruebas. Sin embargo, debido a la detección de casos positivos de covid-19 se tuvo que suspender y reprogramar la actividad. De modo que, el periodo de noviembre a diciembre 2021, fue el utilizado para visitar periódicamente el FQF-UES y realizar ensayos de preparación de polen.

Se trabajó con 14 muestras de 13 especies de plantas relacionadas a la base de datos de flores visitadas por aves nectarívoras, con muestras de herbario de dos especies de cactáceas y, finalmente, con una muestra de herbario de *Deamia montalvoae*.

Se elaboró una solución stock de Safranina O y tres tipos de gel glicerina para el montaje de muestras en láminas para microscopio:

Para la solución de safranina O, se utilizó 1g de cristales de Safranina O y se diluyó en 100 ml de solución de Etanol al 50% y 50 ml de agua destilada, dejándolo reposar por 2-5 minutos (Jones, 2012).

Los tipos de gel glicerina que se prepararon fueron los siguientes:

Fórmula clásica: Se disolvió 7 g de gelatina en polvo en un beaker con 42 ml de agua destilada, se calentó todo hasta disolver por completo la gelatina (se sugiere a una temperatura de 40-50°C). Una vez disuelta, se integró 50 ml de glicerina. Luego con precaución, se agregó 0.5 g de cristales de fenol (también se puede utilizar 10 gotas de solución al 80%), asegurando que la mezcla no sobrepase los 70°C (punto de ebullición del fenol) (Kearns e Inouye, 1993).

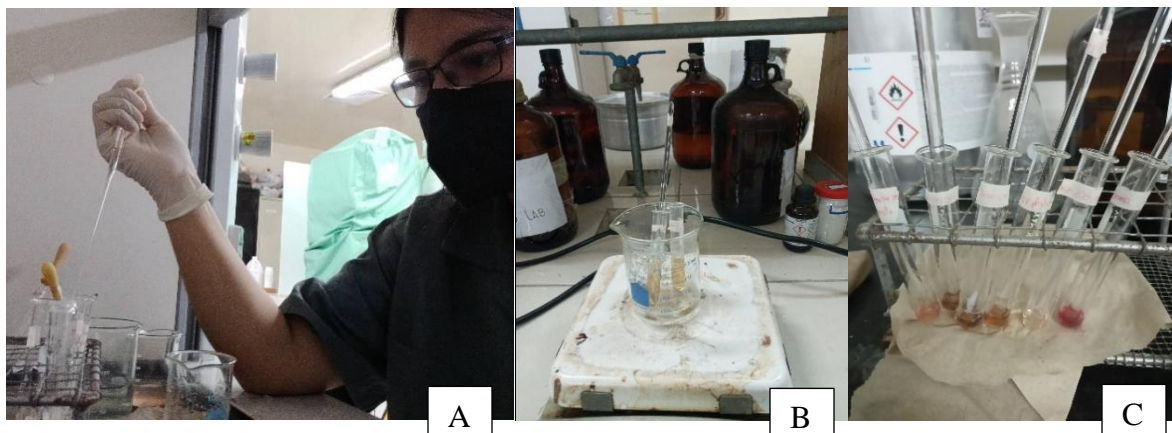
Glicerina-safranina O: Se mezcló 10 ml de gel glicerina (fórmula clásica) con 2 a 5 gotas de solución stock de safranina O con una varilla de madera o de pincho (Jones, 2012).

Fórmula de Kaiser: En un beaker, se mezcló 21 ml agua con 12 ml de glicerina hasta que se integró por completo, se espolvoreó 7 g de gelatina sobre la mezcla y se dejó remojar durante un mínimo de cinco minutos. Luego, se puso a derretir a fuego lento (la gelatina se derrite alrededor de 40°C). Se añadió 2 ml de Listerine (enjuague bucal) lejos del fuego y se removió muy lentamente para evitar burbujas de aire. Se dejó reposar el beaker en agua tibia durante un rato y en pocos minutos para desaparecer las posibles burbujas que se formaran (Dioni, 2003).

Para la preparación y montaje de las muestras (Fig. 5) se elaboró una marcha de laboratorio con los principales pasos a realizar (Tabla 3).

Figura 5

Proceso de preparación de polen por medio de acetólisis



Nota: A) Adición de solución de acetólisis B) Calentado en baño maría C) Enfriado y agitado posterior a acetólisis.

Tabla 3

Pasos para realizar un procedimiento básico de acetólisis y montaje de muestras de polen para microscopía óptica

Acetólisis	
1	Poner en un beaker 9 partes (45 ml, para 50 ml de solución) de anhídrido acético, ubicarlo dentro de un recipiente con agua fría
2	Agregar gota a gota 1 parte (5 ml para 50 ml de solución) de ácido sulfúrico concentrado al beaker con anhídrido.
3	Colar anteras con embudo y malla metálica usando gotas de solución de acetólisis para traspasar el contenido a un tubo de centrifuga
4	Una vez transferido, terminar de llenar el tubo hasta 5 ml con más solución de acetólisis
5	Agitar con varilla de vidrio y traspasar a baño maría, continuar agitación (Erdtman 1943; Kearns e Inouye 1993: 12 min a 100°C. Home 2012: 4 minutos a 63-70°C. Halbritter et al 2018: 4-10 min a 80-100°C)
6	Dejar enfriar y centrifugar y decantar sobrenadante (Erdtman 1943; Kearns e Inouye 1995: 2400 rpm. Home 2012: 2500-3000 rpm por 4 min)
7	Agregar 5 ml de agua destilada, mezclar y agregar otros 5 ml de agua
8	Centrifugar y decantar sobrenadante
9	Agregar agua destilada, agitar y filtrar, transfiriendo el material a un tubo limpio
10	Centrifugar y decantar sobrenadante
11	De ser posible, verificar calidad de preparación en microscopio
11a	Si aún hay partículas extrañas, agregar solución KOH 5% y seguir pasos 5 y 6

11b Si los granos se oscurecen demasiado, agregar 2ml de AAC, 23 gotas de clorato de sodio y 13 gotas de HCl, mezclar por un minuto y hacer dos lavados con agua destilada (pasos 6-9)

12 Agregar 12 gotas de solución glicerina:agua (1:1) y dejar reposando 15 min.

Montaje de muestra

- 13 Por cada muestra, limpiar dos láminas portaobjetos y dos cubreobjetos con detergente y enjuagando con etanol 70%
 - 14 Colocar una gota de suspensión de polen con glicerina sobre el portaobjetos
 - 15 Dejar reposar por 10 min
 - 16 Con una aguja esterilizada, tomar un trozo de gel de glicerina (2ml³ o 2 mm³)
 - 17 Topar el trozo de gel con la mezcla de polen y glicerina de la lámina
 - 18 Trasladar el resultado a una lámina limpia
 - 19 Calentar la lámina en un hotplate o en mechero hasta que el gel se derrita, evitar que llegue a ebullición
 - 20 De ser posible, ubicar la lámina bajo un estereoscopio. Revolver el gel y esparcir el polen con una aguja limpia
 - 21 Volver a calentar levemente la lámina y colocar un cubreobjetos sobre el gel derretido
 - 22 Presionar el cubreobjetos con cuidado hasta obtener un círculo de 23 mm de diámetro (aprox.)
 - 23 Para sellar, ubicar un pedazo pequeño de parafina en las orillas del cubreobjetos, calentar hasta derretir y esparcir en todas las orillas
 - 24 Mientras sigue caliente, poner la lámina boca abajo para que el polen se asiente en la superficie (evitar que el área del cubreobjetos tenga contacto con otras superficies)
 - 25 Dejar reposar, observar en el microscopio si es posible y almacenar.
-

Las láminas preparadas fueron revisadas y descartadas de ser necesario, las restantes fueron almacenadas de forma vertical en una caja para láminas para protegerlas de la luz y la suciedad.

Las muestras fueron registradas en una base de datos elaborada en Microsoft Excel 2016 para almacenar información de los procesos aplicados en estas, fechas, entre otros aspectos relacionados (Anexo 3). Las categorías fueron pensadas para que este formato se pueda seguir en caso de adicionar otros tipos de muestras en un futuro (Tabla 4).

Tabla 4

Categorías utilizadas para el registro de láminas y muestras de polen de la colección o palinoteca

Descripción de las categorías de información presentes en la base de datos		*Códigos para tipos de muestra	
Código	Cada lámina tendrá un código único, compuesto por...	FRESC	Polen fresco extraído de
Familia	Familia a la que pertenece la muestra y preparación permanente	HERBO	Polen de planta herborizada
Especie	Especie a la que pertenece la muestra y preparación permanente	EPOLI	polinizador de forma externa
Tipo*	Tipo de muestra, forma u objetivo para el que se colectó	HPOLI	partir de sus heces
Colector	Nombre de la persona que colectó la planta o muestra de polen	PALEO	(paleopalinológico)
Fecha de colecta	Día, mes y año en el que se colectó la planta o muestra de polen	AERO	Polen extraído del aire
Lugar de colecta	Localidad específica, ciudad y departamento donde se colectó la muestra	MIEL	Polen presente en mieles
Coordenadas	Coordenadas geográficas en formato decimal correspondientes a la ubicación donde se colectó la muestra		
Prep muestra	Día, mes y año de preparación previa al montaje de la muestra de polen		
Prep lamina	Día, mes y año en el que se elaboró la preparación permanente		
Lugar de prep	Nombre y ubicación del laboratorio donde se elaboró la preparación permanente		
Técnica de prep	Tipo de técnica previa al montaje de la muestra (acetólisis, cloración, ebullición en KOH, tinción con safranina, etc.)		
Preparador	Nombre de la persona encargada de la preparación permanente		
Medio de montaje	Describe de qué forma fue montada la muestra (p.e. gel glicerina, aceite de silicona, etc)		
Anotaciones	Detalles que provean mayor información sobre la muestra y preparación. Ejemplo: Si la muestra es de tipo EPOL o HPOL se indica la especie de polinizador, si es MIEL se puede indicar el código único de apicultor y el número de cosecha		
Estado	En el caso de la base de datos de muestras, describe de qué forma está almacenada la muestra (lámina permanente, en tubo con glicerina, con ácido		

3.2.4. Elaboración de catálogo de palinomorfos:

Las láminas preparadas en la actividad anterior fueron trasladadas al herbario del MUHNES, en diciembre 2021 para su observación, revisión y toma de fotografías. Utilizando un microscopio óptico con un adaptador para cámara fotográfica se instaló un sistema para la realización de fotografías de los palinomorfos en distintos ángulos (vista polar y/o ecuatorial) y magnificaciones (25X, 40X, 100X). Las fotografías resultantes fueron organizadas en carpetas y se almacenaron en un computador presente en el herbario, se elaboraron copias para almacenarlas en un disco duro externo.

Luego, durante el periodo de enero a marzo 2022, utilizando la herramienta Microsoft Publisher 2013 y las mejores fotografías obtenidas de las láminas, se elaboró un catálogo fotográfico que incluyó portada, índice, introducción y las fotografías de cada especie de polen que logró observarse exitosamente.

Las imágenes fueron organizadas por familia, en orden alfabético y a cada una se le adicionó información sobre la técnica de preparación de polen, medio de montaje, magnificación del microscopio, ampliación digital, modelo de la cámara con la que se fotografió. Asimismo, se agregó información relacionada a su morfología: vista del grano de polen (p.e: ecuatorial,

polar, polar oblicua, etc.), número y tipo de aperturas que presentó y ornamentación de la exina. Finalmente, se agregó la localidad donde fue tomada la muestra de polen.

3.2.5. Informe mensual de actividades realizadas.

Con el fin de mantener al tanto a los responsables y de dar seguimiento a las actividades que se llevaron a cabo durante el período de estancia de la pasante, se realizaron informes mensuales, en donde se resumió de manera concisa las actividades más importantes, su nivel de avance y los principales logros conseguidos.

3.3. Recursos humanos, materiales y naturales utilizados

Aparte del rol cumplido por la pasante mediante la realización de las actividades descritas, se obtuvo asistencia de varias personas para el cumplimiento de ciertas funciones (Tabla 5). También fue necesaria la utilización de diversos materiales, equipo y reactivo, de los cuales, algunos debieron ser adquiridos por la pasante y otros fueron provistos por las entidades relacionadas a la pasantía (Tabla 6). Además, se ocuparon muestras de polen de diversas especies para la actividad de preparación de polen (Tabla 7).

Tabla 5

Recursos humanos utilizados

Nombre	Descripción
M. Sc. Gabriel Cerén	Asesor externo de la pasante. Contribuyó en la generación de ideas y propuestas para la realización de la pasantía. Compartió su experiencia en colecta e identificación botánica. Realizó observaciones para cada insumo elaborado durante la pasantía.
Lic. Roberto Amado Vázquez	Docente asesor de la pasante. Brindó conocimientos, estuvo pendiente de los procesos administrativos asociados a la pasantía y realizó observaciones para cada insumo elaborado en la misma.
Lic. Jenny Menjívar	Ayudó con la identificación de plantas de las fotografías utilizadas para la base de datos.
Wilber Umaña	Acompañó y guio durante la colecta de polen y especímenes en El Limo, Metapán.

PhD. Marvin Núñez	Dieron acceso para trabajar en el Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (FQF-UES). Proporcionaron equipo, cristalería y reactivos para la realización del protocolo de preparación de polen
Lic. Ulises Castillo	
Br. Gabriela Mena	Asistió y supervisó las primeras pruebas de preparación de polen, Mantuvo disponible el equipo, cristalería y reactivos necesarios.
Ing. Carlos Ruano	Brindó su conocimiento técnico en el área de la palinología y respecto a protocolos de preparación de polen.
Usuarios de plataformas virtuales	Se unieron al proyecto de ciencia ciudadana y subieron fotografías indispensables para la colecta de información y enriquecimiento de la base de datos.

Tabla 6

Recursos materiales utilizados

Cantidad	Recurso	Valoración monetaria		Proveedores
		Unidad (\$)	Total (\$)	
-	Muestras herborizadas y de polen	Valor científico		
20	Sobres de cartulina	\$0.15	\$3.00	
6	Viales de vidrio (4 dram)	\$1.00	\$6.00	
1	Estereomicroscopio	\$680.00	\$680.00	
1	Canon EOS DIGITAL REBEL Xsi (EOS 450D)	\$328.87	\$328.87	MUHNES
1	Adaptador de cámara para microscopio	\$56.00	\$56.00	
1	Microscopio	\$1,200.00	\$1,200.00	
Subtotal provisto por MUHNES			\$2,273.87	
2	Tijeras	\$2.00	\$4.00	
1	Tirro	\$0.50	\$0.50	
1	Microscopio	\$1,200.00	\$1,200.00	
1	Centrífuga	\$850.00	\$850.00	Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (FQF-UES)
1	Hotplate	\$90.00	\$90.00	
1	Cámara de gases	\$30,000.00	\$30,000.00	
6	Tubos de ensayo	\$4.00	\$24.00	
10	Pipetas Pasteur	\$0.15	\$1.50	
5	Beakers	\$15.00	\$75.00	
3	Probetas	\$30.00	\$90.00	

6	Agitadores de vidrio	\$4.00	\$24.00	
1 (4 L)	Alcohol absoluto (100%)	\$55.60	\$55.60	
1 (20 L)	Agua destilada	\$116.00	\$116.00	
1 (100 ml)	Etanol	\$71.84	\$71.84	
1 (25 g)	Safranina O	\$73.04	\$73.04	
1 (1 galón)	Glicerina	\$40.00	\$40.00	
1 (1 L)	Anhídrido acético	\$98.68	\$98.68	
1 (2.5 L)	Ácido sulfúrico concentrado	\$360.45	\$360.45	
Subtotal provisto por FQF-UES			\$33,174.61	
1	Lápiz	\$0.20	\$0.20	
1	Computadora	\$750.00	\$750.00	
1	Acceso a internet	\$50.00	\$50.00	
1	Estuche de disección	\$20.00	\$20.00	
1	Cámara Nikon P900	\$599.00	\$599.00	
1 (70 u)	Láminas portaobjetos	\$9.04	\$9.04	
1 (70 u)	Láminas cubreobjetos	\$3.95	\$3.95	
1	Caja para láminas	\$22.60	\$22.60	
1	Frasco ámbar	\$5.85	\$5.85	
2	Goteros de vidrio	\$1.13	\$2.26	Mónica Pacas (Pasante)
1	Kit dental	\$1.25	\$1.25	
1 (3 u)	Frascos de vidrio	\$1.50	\$1.50	
1 (6 u)	Frascos de plástico (medianos)	\$1.00	\$1.00	
1 (6 u)	Frascos de plástico (pequeños)	\$1.50	\$1.50	
1 (500 ml)	Listerine	\$6.75	\$6.75	
1 (30 g)	Gelatina	\$0.85	\$0.85	
Subtotal provisto por pasante			\$1,475.75	
Total			\$36,924.23	

Tabla 7*Recursos naturales utilizados*

Familia	Especie	Colector	Fecha de colecta	Lugar de colecta	Coordenada
	<i>Aphelandra</i> sp.	Mónica Pacas	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.411253, -89.394936
Acanthaceae	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	Mónica Pacas	23/11/21	Bosquecito entrada peatonal, UES, San Salvador, San Salvador	13.716564, -89.203158
	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	Mónica Pacas	26/11/21	Santa Tecla, La Libertad	13.680689, -89.297006
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Mónica Pacas	22/11/21	Parqueo Agronomía UES, San Salvador, San Salvador	13.719969, -89.200319
	<i>Deamia montalvoae</i> (herborizada)	Jenny Menjívar	26/3/14	Farallón límite Las Huertas. P.N. Montecristo, Metapán, Santa Ana	14.3880556, -89.3677777
Cactaceae	<i>Hylocereus guatemalensis</i> (herborizada)	Gabriel Cerén	6/6/18	Ribera del río grande de Lislique, cantón Las Pilas, La Unión	13.82, -87.9
	<i>Epiphyllum crenatum</i> (herborizada)	Jenny Menjívar	-	-	-
Convolvulaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i>	Mónica Pacas	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409900, -89.405417

Fabaceae	<i>Bauhinia purpurea</i>	Mónica Pacas	22/11/21	Local de investigaciones meteorológicas, Agronomía UES, San Salvador, San Salvador	13.720425, -89.200158
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Mónica Pacas	22/11/21	CENSALUD, UES, San Salvador, San Salvador	13.717589, -89.202075
	<i>Calliandra surinamensis</i>	Mónica Pacas	23/11/21	Bosquecito entrada peatonal, UES, San Salvador, San Salvador	13.716783, -89.203244
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i>	Mónica Pacas	22/11/21	Local de investigaciones meteorológicas, Agronomía UES, San Salvador, San Salvador	13.720286, -89.200325
Lamiaceae	<i>Salvia polystachya</i>	Mónica Pacas	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409769, -89.404875
	<i>Salvia sp</i>	Mónica Pacas	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409764, -89.404877
Malvaceae	<i>Malva sp.</i>	Mónica Pacas	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409805, -89.405009
Plantaginaceae	<i>Russelia equisetiformis</i>	Mónica Pacas	26/11/21	Santa Tecla, La Libertad	13.681006, -89.297881
Polygalaceae	<i>Polygala sp</i>	Mónica Pacas	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409804, -89.405007

Scrophulariaceae	<i>Russelia sarmentosa</i>	Mónica Pacas	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409806, -89.405006
	<i>Duranta erecta</i>	Mónica Pacas	22/11/21	Facultad de Odontología UES, San Salvador, San Salvador	13.717317, -89.201650
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	Mónica Gabriela Pacas Mejía	15/10/21	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.412417, -89.396678
	<i>Arachnothryx leucophylla</i>	Mónica Gabriela Pacas Mejía	25/11/21	MUHNES, San Salvador	13.675225, -89.197514

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Creación de base datos bibliográfica sobre especies de plantas visitadas por aves en El Salvador

A partir de los datos recopilados en todas las plataformas utilizadas, se obtuvieron 1068 registros que van desde octubre 2007 hasta abril del 2022 (Anexo 1), la gran mayoría de los datos se obtuvieron de las plataformas de ciencia ciudadana. La plataforma eBird cuenta con 608 registros pertenecientes a 56 usuarios. El proyecto iNaturalist “Flores visitadas por Aves (El Salvador)” recopiló 281 registros pertenecientes a 48 usuarios de los cuales 11 son miembros colaboradores, el mapa muestra que hay predominancia de registros ubicados en la zona central y noroeste del país (Fig. 6 y 7).

Figura 6

Resumen y estadísticas del proyecto para finales del mes de abril 2022

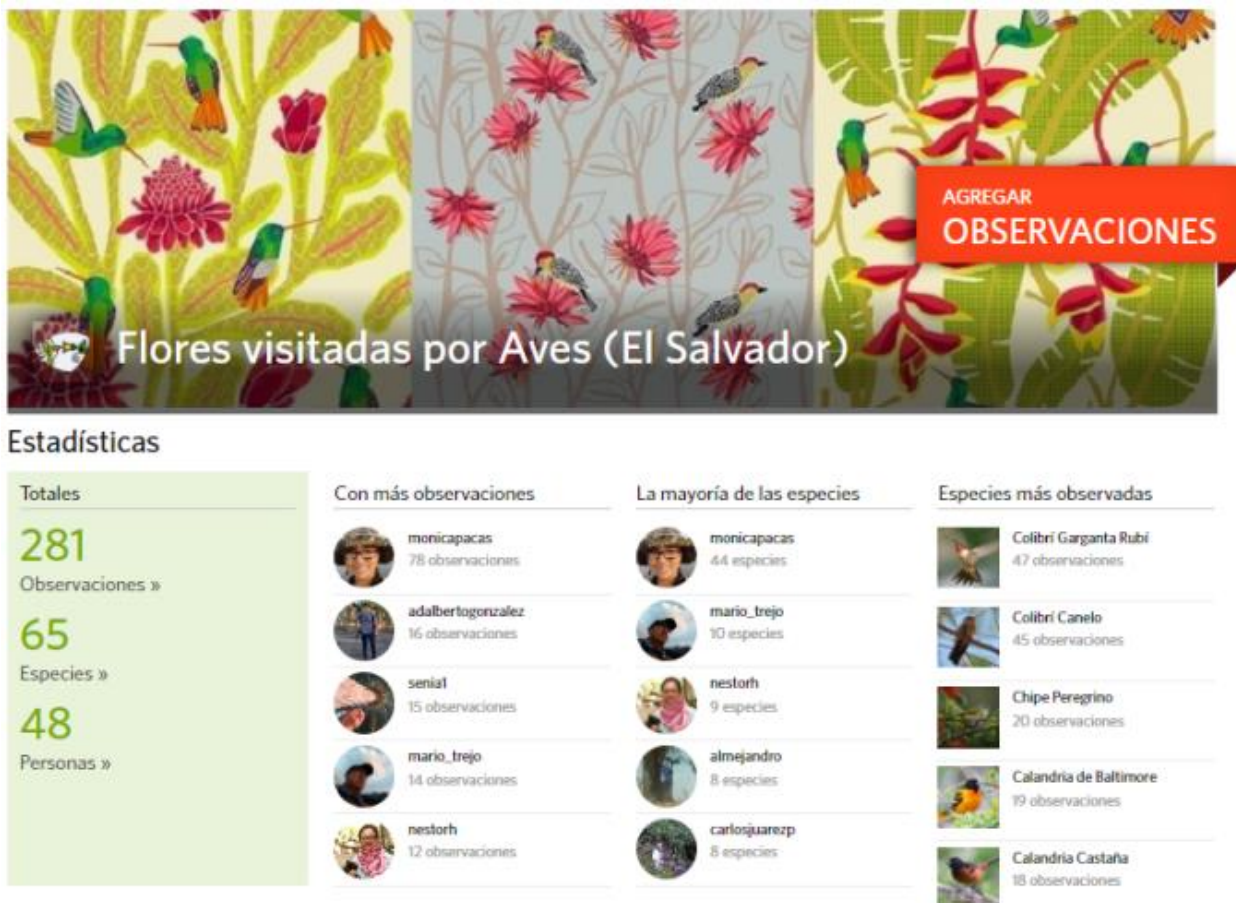
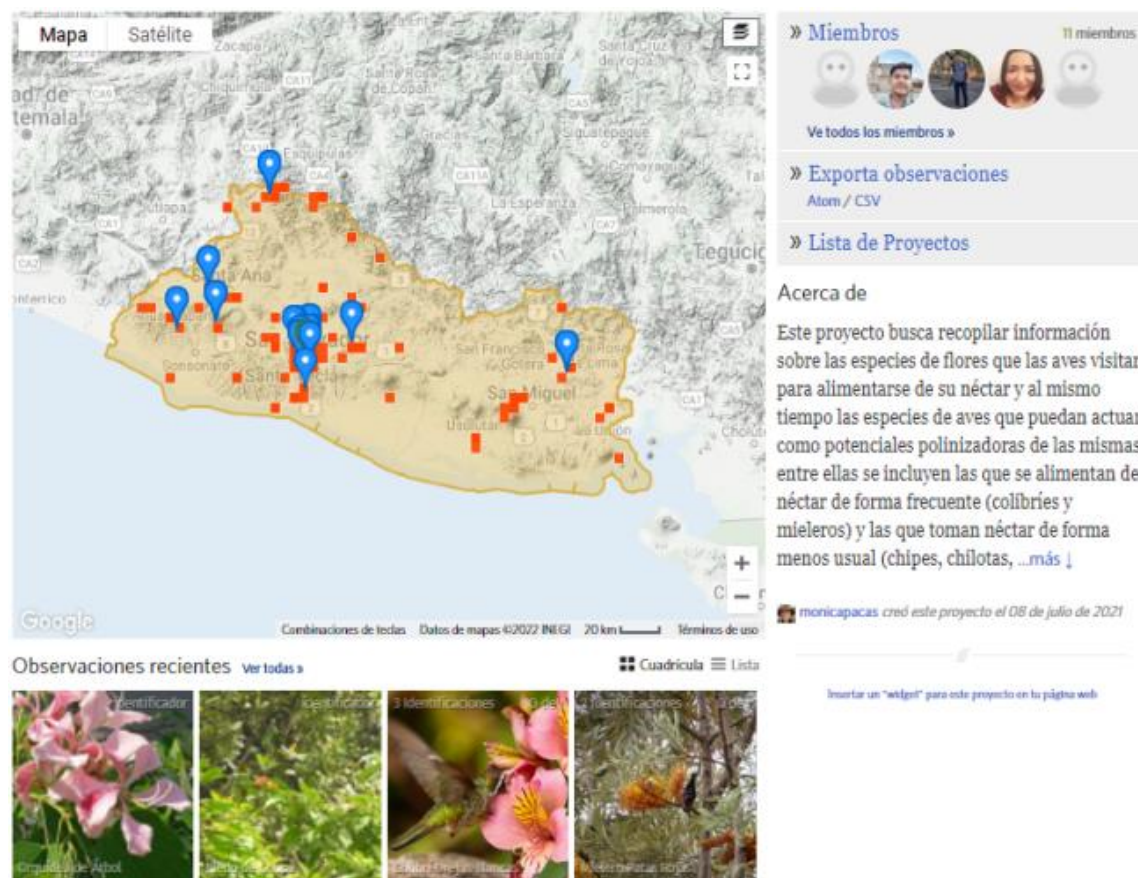


Figura 7

Mapa de ubicación de las observaciones del proyecto para finales del mes de abril 2022



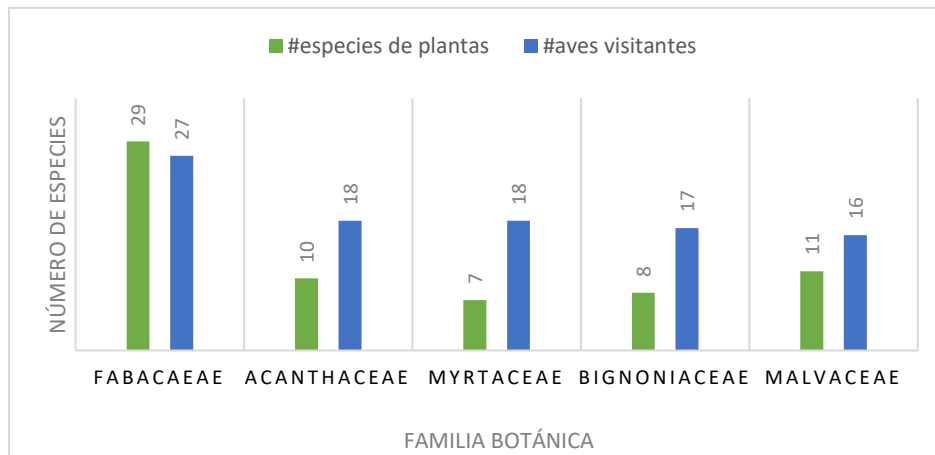
Nota: Disponible en: <https://www.inaturalist.org/projects/flores-visitadas-por-aves-el-salvador>

Con la información recopilada se obtuvo un listado de 204 especies de plantas (126 nativas, 77 exóticas y 1 no identificada) distribuidas en 61 familias e interactuando con 47 especies de aves (Anexo 2).

Las familias que destacan por el número total de especies de aves que las visitaron fueron Fabaceae (29 especies de plantas y 27 especies de aves), Acanthaceae (10 especies de plantas y 18 especies de aves), Myrtaceae (7 especies de plantas y 18 especies de aves), Bignoniaceae (8 especies de plantas y 17 especies de aves) y Malvaceae (11 especies de plantas y 16 especies de aves) (Fig. 8).

Figura 8

Familias de plantas con importancia en la alimentación de aves nectarívoras de acuerdo al número de especies de aves que las visitaron y al número de especies pertenecientes a cada una

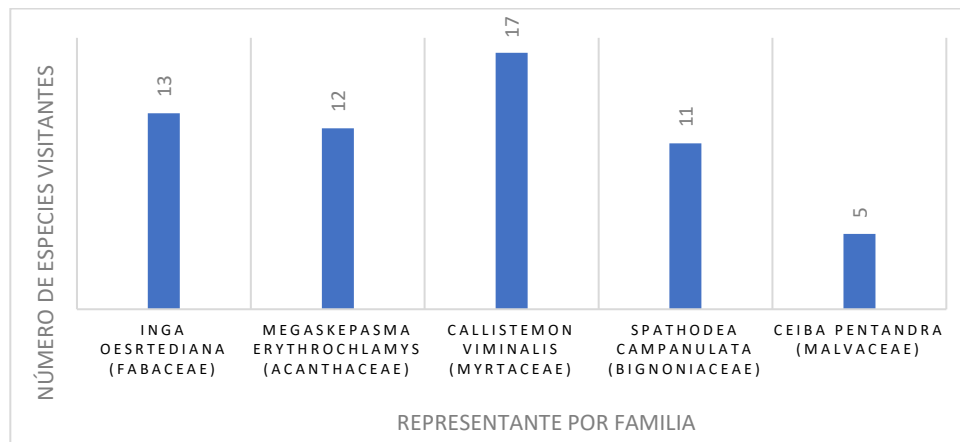


A partir del número de especies de aves visitantes que cada planta presentó se determinó que las que fueron utilizadas por la mayor variedad de aves nectarívoras, y por tanto son representativas de sus respectivas familias son *Callistemon viminalis* (Myrtaceae), con 17 especies visitantes, *Inga oerstediana* (Fabaceae), con 13 especies visitantes y *Megaskepsma erythrochlamys* (Acanthaceae), con 12 especies visitantes (Fig. 9).

Otras especies que también destacaron fueron *Combretum farinosum* (Combretaceae), *Erythrina poeppigiana* (Fabaceae) y *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae), ya que cada una fue visitada por 11 especies de aves. La planta con mayor representatividad para la familia Malvaceae fue *Ceiba pentandra*, con 5 especies de aves visitantes.

Figura 9.

Especies representativas de las familias con importancia en la alimentación de aves nectarívoras y su número de especies de aves que las visitaron



En la actualidad existen pocos estudios relacionados a los recursos florísticos y las aves nectarívoras que los utilizan, y esta base de datos fue un resultado de la información disponible para El Salvador. A nivel de Centroamérica, se ha generado información sobre las redes de interacción colibrí-planta y los factores que afectan su funcionamiento en Costa Rica (Maglianesi et al., 2015; Hadley et al., 2017;) y Guatemala (Bustamante-Castillo et al., 2019), también se ha generado información sobre los recursos florales utilizados por una especie de colibrí endémica de Honduras (Ferrufino-Acosta et al., 2021). Las especies de plantas y aves registradas por estas investigaciones son difíciles de comparar con la base de datos debido a la variabilidad de los ecosistemas en cada una.

Los resultados preliminares de la base de datos muestran que las plantas *Callistemon viminalis*, *Inga oerstediana* y *Megaskepasma erythrochlamys* presentaron mayor número de especies de aves visitantes. Todas, a excepción de *I. oerstediana*, presentan una o más características asociadas al síndrome de ornitofilia (Faegri y Van Der Pijl, 1979; Cronk y Ojeda, 2008); colores cálidos como rojo y naranja en alguna de sus estructuras, flores tubulares, sin olor, entre otras. Además, las dos son especies exóticas, lo que lleva a preguntarse si existe alguna relación entre estas variables y preferencia de las aves hacia dichas especies y el por qué *I. oerstediana* sería la excepción a ese patrón.

Si bien hay estudios que reflejan una preferencia por las plantas ornitófilas (Andrade-Lagos, 2018), es importante tener en cuenta que los comportamientos de algunas aves nectarívoras no siempre se asocian con el color, sino también con la disponibilidad del alimento (Toledo y Donatelli, 2010; Tinoco et al., 2016). El volumen, concentración y composición del néctar también juegan un papel importante (Martínez-Meneses y Torres-González, 2020).

Maruyama et al. (2013) confirmó que los colibríes de hábitats tropicales estacionales y secos hacen uso de las plantas con flores no ornitófilas con el fin de lograr sus requerimientos energéticos. Las especies de colibríes parecen lograr estos requerimientos adoptando un comportamiento de forrajeo generalista, visitando todo el recurso floral que encuentren y puedan acceder, independientemente de la disponibilidad de flores ornitófilas. Se sugiere que este comportamiento podría incluso contribuir a la reproducción de las plantas ornitófilas. Dicho fenómeno generalista es frecuente en muchos sistemas naturales (Gómez, 2022).

Por otro lado, se dice que las preferencias de las aves nectarívoras hacia ciertas especies de plantas, podrían estar relacionadas al origen de la planta; una afirmación popular es que hay preferencia por las plantas nativas, sin embargo, esto aún necesita ser comprobado. Cardona Londoño y Cardona Jiménez (2012) no encontraron diferencias significativas entre visitas a plantas exóticas y nativas en un área urbana de Colombia. French et al. (2005) evidenciaron que las plantas exóticas pueden no ser el mejor recurso para las aves nectarívoras nativas, pero pueden jugar un rol de soporte para las mismas. Identificaron otro factor influyente; el número de unidades florales por planta, ya que se correlacionaba positivamente con el tiempo y número de visitas que las aves realizaban, otros factores relacionados podrían ser ciertas características de la producción y composición del néctar (Nicolson y Fleming, 2003), la configuración del recurso y la habilidad de las aves de reconocer este recurso (Frech et al., 2005; Cardona Londoño y Cardona Jiménez, 2012). Tomando en cuenta la cantidad de variables que podrían estar afectando en la preferencia y el correcto funcionamiento de estas interacciones, es necesario realizar más investigaciones al respecto, haciendo uso de la información generada en esta base de datos y tomando en cuenta la diversidad de ecosistemas presentes en el país.

4.2. Elaboración de guía para protocolos de análisis polen

Resultó en un documento estructurado con apartados esenciales para investigaciones con polen (Anexo 3). Presenta información sobre la definición, estructuras y procesos relacionados a la formación del polen (UNAM, s.f.; Wodehouse, 1935; Sáenz Lain, 2004; Punt et al., 2007; Samuribe, 2010; Vieira y Fonseca, 2014; Pintos et al., 2014; Pacini, 2015; Canavire, 2017; Simpson, 2019; Thakor, 2019; Britannica, 2020; Breygina, 2021; Sarmiento, 2021; University of Vienna, 2021) así como los métodos de colecta según el medio donde se encuentren, como directamente de la planta, aire, polinizadores, etc. (Shivanna y Rangaswamy, 1992; Belmonte, 2003; Jones, 2012, Mercado y Pérez, 2013; Robledo, 2013; Knutie y Gotanda, 2018; Walker y Sánchez, 2021), técnicas de preparación de polen, como la acetólisis (Erdtman, 1943; Kearns e Inouye, 1993; Halbritter et al., 2018) y otros métodos alternativos (Fischer, 1890; Wodehouse, 1932; Whitney y Needham, 2014; O'Keefe y Wymer, 2015) y técnicas de montaje, así como una variedad de fórmulas para preparar medios (FloridaTech, s.f., Vides et al., s.f.; Andersen, 1960; Cushing, 2011; Bush, 2015; Holt y Holt, 2017; Neuhaus et al., 2017; Strother, 2017; Tirlea, 2019), incluyendo el equipamiento y protocolos de acuerdo al sustrato, tipo de polen y tipo de microscopía de interés (Lynch y Webster, 1975; Jones y Bryant Jr., 2007; Scientifica, 2021). Además, posee un apartado que detalla aspectos relevantes de identificación y morfología de polen (Erdtman, 1957; Moore y Webb, 1978; Hesse y Ehrendorfer, 1990; Bradley, 1999; Juarbe-Martinez et al., 2017a, 2017b, 2017c, 2017d, 2017e; Martin y Harvey, 2017; Zobaa, 2017), así como información para el área de la paleopalinología (Viéitez, 1950, Burjachs i Casas, 2006; Traverse, 2007; Barragán-Cupido et al., 2011; Ibarra-Morales y Fernández-Galán, 2012).

Algunas investigaciones sobre polen presentan información teórica sobre su colecta, preparación y montaje (Rose y Barthlott, 1995; Kress et al., 1978; Espinoza-Cifuentes, 2004; Hof, 2004; Barrientos-Juárez, 2006; Vásquez-Soto 2007; Alarcón-Sorto e Ibáñez-Salazar, 2008; Garralla et al., 2008; Torres-Colin et al., 2010 Morales-Pantoja, 2015). A pesar de esto, no se tiene conocimiento de una recopilación o guía traducida que haya sido elaborada previamente a esta actividad. La gran mayoría utiliza y proporciona información sobre la técnica de acetólisis, montaje sobre gel glicerina y técnicas de observación con microscopía óptica (MO). Además de lo anterior, la guía elaborada proporciona diversas técnicas de

colecta de polen, métodos alternativos o complementarios a la acetólisis (cloración, método de Von Post, Fischer y de Wodehouse) y diferentes técnicas y protocolos de montaje tanto para microscopía óptica como para microscopía electrónica de barrido (MEB) y de transmisión (MET).

4.3. Extracción y preparación de muestras de polen de *Deamia montalvoae*

Se elaboraron un total de 44 láminas de 12 especies de plantas, de estas posteriormente se descartaron 7, ya que al revisarlas no se encontró polen en ellas, por lo que el resultado final fue de 37 láminas semipermanentes (Tabla 8). Estas láminas se distribuyeron y utilizaron para conformar las primeras colecciones de referencia palinológica (palinotecas) de la Escuela de Biología (Fig. 10) y el Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES). Se elaboró una base de datos digital con su ubicación, detalles de preparación y de las muestras (Anexo 4).

Tabla 8

Registro y detalles de las láminas preparadas

No.	Especie	Prep muestra	Prep lamina	Lugar de prep	Técnica de prep	Medio de montaje
1	<i>Deamia montalvoae</i>	8/12/2021	9/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser
2	<i>Deamia montalvoae</i>	8/12/2021	9/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser
3	<i>Tecoma stans</i>	23/11/2021	8/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con pre-gel (sin antiséptico)
4	<i>Tecoma stans</i>	23/11/2021	9/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser

5	<i>Duranta erecta</i>	22/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser
6	<i>Duranta erecta</i>	22/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel clásico
7	<i>Duranta erecta</i>	22/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina
8	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	O En lámina con gel Kaiser
9	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel clásico
10	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina
11	<i>Salvia polystachya</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	O En lámina con gel Kaiser
12	<i>Salvia polystachya</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel clásico
13	<i>Salvia polystachya</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina
14	<i>Aphelandra sp.</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	O En lámina con gel Kaiser

15	<i>Aphelandra sp.</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel clásico
16	<i>Aphelandra sp.</i>	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina O
17	<i>Deamia montalvoae</i>	8/12/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser
18	<i>Deamia montalvoae</i>	8/12/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel clásico
19	<i>Arachnothryx leucophylla</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser
20	<i>Arachnothryx leucophylla</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel clásico
21	<i>Arachnothryx leucophylla</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina O
22	<i>Arachnothryx leucophylla</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina O
23	<i>Alpinia zerumbet</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina O

24	<i>Russelia equisetiformis</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser
25	<i>Russelia equisetiformis</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina
26	<i>Megaskepassa erythrochlamys</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	O En lámina con gel Kaiser
27	<i>Megaskepassa erythrochlamys</i>	30/11/2021	13/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina
28	<i>Deamia montalvoae</i>	9/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	O En lámina con gel Kaiser
29	<i>Deamia montalvoae</i>	9/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina
30	<i>Hylocereus guatemalensis</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	O En lámina con gel Kaiser
31	<i>Hylocereus guatemalensis</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina
32	<i>Epiphyllum crenatum</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	O En lámina con gel Kaiser

33	<i>Epiphyllum crenatum</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina O
34	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser En lámina con gel fenol-safranina O
35	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser En lámina con gel fenol-safranina O
36	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel Kaiser En lámina con gel fenol-safranina O
37	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	8/12/2021	16/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina O

Figura 10

Entrega de láminas para conformación de palinoteca de la Escuela de Biología



En cuanto a la morfología de *Deamia montalvoae*, se identificaron características típicas de especies pertenecientes a la familia Cactaceae (Kurtz Jr., 1963; Almaraz Abarca, 2003; Lattar

y Cuadrado, 2010; Home 2012; De la Cruz et al. 2013; Cancelli et al. 2016; García et al., 2017; Rodrigues Cancelli et al., 2017; Ruiz-Domínguez et al., 2019), sus granos poseen tres aperturas de tipo colpus (tricolpado) y la ornamentación de su exina es de tipo equinada y perforada.

4.4. Elaboración de catálogo de palinomorfos

Se utilizó un total de 56 imágenes para representar la morfología de polen de 15 especies de plantas, distribuidas en 10 familias botánicas (Anexo 5). Entre estas especies se incluyó a *Deamia montalvoae* (Fig. 10) y algunas especies que se prepararon y fotografiaron únicamente en fresco.

Figura 11

Ficha informativa del polen de Deamia montalvoae disponible en el catálogo de palinomorfos



Actualmente existen algunos esfuerzos en cuanto a la realización de catálogos y colecciones de referencia para estudios palinológicos, en el país se cuenta con colecciones elaboradas por Hof (2004), Abrego y Bonilla (2014), Morales (2016) y Vásquez y Araya (2021). Sin embargo, estas colecciones están dispersas en diversos sitios del país y no se tiene conocimiento del estado de las muestras físicas, a pesar de esto, cada publicación cuenta con una serie de fotografías de sus resultados.

A nivel de Centroamérica se destacan los esfuerzos en Guatemala (Espinoza-Cifuentes, 2004; Barrientos-Juárez, 2006; Vásquez-Soto, 2007), Honduras (Méndez, 2006), Nicaragua (Sáenz y Torreggiani, 2021), Costa Rica (UCR, 2022) y Panamá (Roubik y Moreno, 2003).

4.5. Informe mensual de actividades realizadas.

Se realizó un total de 8 informes mensuales, donde se presentó los avances tal y como se solicitó. Mediante esta actividad, la pasante mejoró su capacidad de redacción y puso en práctica la comunicación del desarrollo y seguimiento de sus ocupaciones.

5. CONCLUSIONES.

Los insumos generados por la pasante representan una guía base de los diferentes pasos para realizar una investigación palinológica.

Tomando como base datos fotográficos y bibliográficos sobre las interacciones entre aves nectarívoras y la flora de El Salvador desde el año 2007 hasta abril 2022, se identificó que los principales grupos taxonómicos de plantas relacionados con la alimentación de las mismas son las familias Fabaceae, Acanthaceae y Myrtaceae y sus respectivas especies: *Inga oerstediana*, *Megaskepasma erythrochlamys* y *Callistemon viminalis*. Siendo esta última la que presentó mayor número de especies de aves visitantes entre todas.

Se lograron avances en cuanto a la identificación de la morfología del polen de *Deamia montalvoae*. Las muestras preparadas presentaron características típicas de especies pertenecientes a la familia Cactaceae; sus granos poseen tres aperturas de tipo colpus (tricolpado) y la ornamentación de su exina es de tipo equinada y perforada.

6. RECOMENDACIONES.

Continuar enriqueciendo la base de datos mediante el monitoreo de las plataformas de ciencia ciudadana como eBird e iNaturalist y la realización de estudios de polinizadores, principalmente en la zona oriente del país y departamentos como La Paz, Sonsonate y Cabañas. Asimismo, abordar otros taxones de potenciales polinizadores (abejas, moscas, mariposas, murciélagos, etc.). Realizar investigaciones sobre las redes de interacciones ecológicas y evaluar su relación con variables como la disponibilidad de recurso, morfología de las flores, características del néctar, número de unidades florales, origen, entre otras.

Realizar una evaluación de todas las técnicas de preparación y montaje de polen, descritas en la guía de protocolos, para así elegir lo que se ajuste mejor a las necesidades y disponibilidad de insumos de la institución.

Desarrollar manuales de métodos de preparación de polen especializados en la flora local, que aborden de manera focalizada las metodologías a seguir de acuerdo a diferentes ramas de la palinología (melissopalínología, ecología de la polinización, aeropalínología, etc).

El uso de la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), herramientas de medición y microscopio óptico con cámara integrada, proveen imágenes e información de gran utilidad para enriquecer los análisis morfológicos e identificaciones de polen, en este caso de *Deamia montalvoae*. Si bien, en la actualidad las instituciones donde se trabajó no poseen dichas herramientas, se recomienda que en un futuro se logre disponer de estas.

Desarrollar más alianzas y colaboraciones institucionales como la que se tuvo con FQF-UES y MUHNES, con el fin de intercambiar conocimientos, compartir insumos y equipamiento, determinar metas comunes y generar información clave para el abordaje de problemáticas de interés para el país y las instituciones participantes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrego, J. E., y Bonilla, M. F. (2014). *Interacciones colibrí-planta en dos tipos de hábitat (Sub-caducifolio y Ripario) del Área Protegida Trinacional Montecristo, departamento de Santa Ana, El Salvador* [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9976/>
- Alarcón-Sorto, R.C., e Ibáñez-Salazar, L.C. (2008). *Determinación de las características fisicoquímicas de la miel producida por las especies de abejas sin aguijón: Melipona beecheii (Jicota) y Tetragonisca angustula (Chumelo) de meliponicultores de la zona norte del departamento de Chalatenango* [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/2892>
- Almaraz Abarca, N. (2003). *Estudio palinológico, citológico, y de variabilidad genética de las cactáceas del estado de Durango* [Tesis de posgrado, Instituto Politécnico Nacional]. http://www.sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20030313_1218.pdf
- Amaya, M., Stiles, G., y Rangel, O. (2001). Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. *Caldasia*, 23(1), 301-322.
- Andersen, S. (1960). Silicone Oil as a Mounting Medium for Pollen Grains. *Danmarks Geologiske Undersøgelse IV. Række*, 4(1), 1-24.
- Andrade-Lagos, M., L. (2018). *Estudio preliminar de las plantas que usan las aves nectarívoras para su alimentación en tres áreas verdes de Bogotá* [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/10238/AndradeLagosMarthaLiliana2018.pdf?sequence=1>
- Barragán-Cupido, H., Burelo-Ramos, C. M., y Salvador-Esperanza, R. M. (2011). Metodología para estudios palinológicos y su aplicación en especies del estado de Tabasco, México. In C. M. Burelo Ramos, *Anonáceas: Plantas Antiguas, Estudios Recientes* (pp. 93-100). Chiapas, México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Barrientos-Juárez, M.E. (2006). *Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá* [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/B151.pdf>
- Barrios, A. L., Caetano, C. M., Carlos, I., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Arroyave, J. A., y Olaya, C. A. (2005). Caracterización del polen de especies de los géneros Passiflora y Dilkea. *Acta Agronómica*, 54(3).
- Belmonte, J. (2003). *Técnicas para captar e identificar los pólenes*. Obtenido de P.I.A Punto de Información Aerobiológica:

https://aerobiologia.cat/pia/general/pdf/altres/Tecnica_captar_identificar_polenes.pdf

- Bradley, R. S. (1999). 9 Pollen Analysis. En R. S. Bradley, *International Geophysics* (Vol. 68, págs. 357-296). Academic Press.
- Breygina, M. (20 de Julio de 2021). *Pollen Germination in Gymnosperms | Encyclopedia MDPI*. Obtenido de E Scholarly Community Encyclopedia: <https://encyclopedia.pub/13268>
- Britannica. (2 de junio de 2020). *pollen |Description, Characteristics, & Facts|*. Obtenido de Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/science/pollen>
- Burjachs i Casas, F. (2006). Palinología y restitución paleoecológica. *Ecosistemas*, 15(1), 7-16.
- Bush, M. (2015). *Re: What technique do you prefer to make permanent modern pollen slides?* Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/post/What-technique-do-you-prefer-to-make-permanent-modern-pollen-slides/553e0d68d5a3f2ee578b45e3/citation/download>.
- Bustamante-Castillo, M., Hernández-Baños, B.E., & Arizmendi, M.D. (2019). Hummingbird-plant visitation networks in agricultural and forested areas in a tropical dry forest region of Guatemala. *Journal of Ornithology*, 161, 189-201.
- Canavire, V. B. (2017). La ciencia como práctica social: etnografía de un Laboratorio de Palinología. *Conexão Ciência*, 12(1), 54-63.
- Cardona Londoño, J y Cardona Jiménez, P. (2012). Uso de recursos florales por el ensamble de aves nectarívoras en el campus de la Universidad del Quindío, Colombia.
- Cerén, G., Menjívar, J., y Arias, S. (2017). A New Species of *Disocactus* (Cactaceae) from El Salvador. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature*, 25(2), 139-144.
- Cerén, G., Cruz, M. Á., Menjívar, J., y Arias, S. (2018). A new species of *Deamia* (Cactaceae) from the Mesoamerican region. *Phytotaxa*, 369(4), 251-259.
- Cheung, N. M., Lau, T. L., Tsui, L. W., Wong, S. Y., y Wong, K. M. (2015). Searching for Nature Stories. *The stories behind Bauhinia 'Blakeana' ant its parents*.
- Committee on the Status of Pollinators in North America. (2007). *Status of Pollinators in North America*. Washington, D.C: The National Academies Press.
- Cornell University. (2022). *Buscar multimedia eBird y Macaulay Library*. Obtenido de eBird: https://ebird.org/media/catalog?sort=obs_date_desc&dsu=7®ionCode=SV
- Cronk, Q., y Ojeda, I. (2008). Bird-pollinated flowers in an evolutionary and molecular context. *Journal of Experimental Botany*, 59(4), 715-727.

- Cushing, E. J. (2011). Longevity of reference slides of pollen mounted in silicone oil. *Review of Paleobotany and Palynology*, 164(1-2), 121-131.
- De la Cruz, L., Chirinos, L., Aquino, W., Puchuri, P., Pajuelo, E., Ubidia, R., y Ventura, K. (2013). Pollen morphology of five species of Cactoideae subfamily (fam: Cactaceae), from de Lima province (Perú). *The Biologist*, 11(1), 1-7.
- Diller, C., Castañeda-Zárate, M., y Johnson, S. D. (2019). Generalist birds outperform specialist sunbirds as pollinators on an African Aloe. *Biology Letters*, 15, 1-5.
- Dioni, W. (2003). *I- Mounting microscopic subjects. Part 4 – The Glycerin Jellies*. Obtenido de Safe microscopic techniques for amateurs: <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artaug03/wdpart4.html>
- Echeverría, E.E. (2013). Museo de Historia Natural de El Salvador: Inicio, evolución y futuro. San Salvador: Secretaría de Cultura de la Presidencia, Dirección de Publicaciones e Impresos.
- Erdtman, G. (1943). *An introduction to pollen analysis* (Vol. 7). (F. Verdoorn, Ed.) Waltham, Massachusetts, U.S.A: Chronica Botanica Company.
- Erdtman, G. (1957). *Pollen and spore morphology/plant taxonomy: Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta*. New York: The Ronald Press Company.
- Espino-Espino, J., Rosas, F., y Cuevas-García, E. (2014). Variación temporal de visitantes florales en dos especies simpátricas de Salvia con floración simultánea y síndrome de polinización contrastante. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 161-166.
- Espinoza-Cifuentes, N.A. (2004). *Caracterización del a flora apícola visitada por cinco especies de abejas sin aguijón en el meliponario Sinai, Aldea San Antonio Las Flores, Pajapita, San Marcos* [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
https://www.academia.edu/23431144/Caracterizaci%C3%B3n_de_la_flora_visitada_por_5_especies_de_abejas_sin_aguij%C3%B3n
- Faegri, K., y Van der Pijl, L. (1979). *The principles of pollination ecology* (3rd ed.). Oxford, U.K: Pergamon Press.
- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., y Thomson, J. D. (2004). Pollination Syndromes and Floral Specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35(1), 375-403.
- Ferrufino-Acosta, L., Rodríguez-Vásquez, F., Cruz, S.Y., Mejía Ordóñez, T., Argüjijo Escoto, D., & Larkin, J.L. (2021). Recurso floral utilizado por el Colibrí Esmeralda Hondureño (*Amazilia luciae*) en el Valle de Agalta, Honduras. *Acta Botanica Mexicana*.

- Fischer, H. (1890). *Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner* [Thesis, Breslau].
- FloridaTech. (s.f.). *Pollen Slide mounting protocol*. Obtenido de <https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/applied-biogeography/documents/protocols/Slide-Mounting-Protocol.pdf>
- French, K., Major, R., & Hely, K. (2005). Use of native and exotic garden plants by suburban nectarivorous birds. *Biological Conservation*, 121(4), 545–559.
- García, M. E., Reyes, N. J., Espeche, M. L., Muruaga, N. B., y Parrado, M. F. (2017). Distribución geográfica y morfología de *Rebutia tarijensis* (Cactaceae, Cactoideae). *Lilloa*, 54(2), 170-178.
- Garralla, S., Muruaga, N. B., y Cuadrado, G. (2008). Morfología polínica de especies argentinas de *Rebutia* S. Str. (Cactaceae, Cactoideae). *Darwiniana*, 46(2), 270-278.
- Gómez, J. M. (2002). Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, 105-116.
- Gutiérrez, A, y Rojas, S. (2001). *Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos del volcán Galeras, sur de Colombia*. [Tesis de grado, Universidad de Colombia].
https://www.researchgate.net/publication/266396094_Dinamica_anual_de_la_interaccion_colibri_flor_en_ecosistemas_altoandinos_del_volcan_Galeras_sur_de_Colombia/link/54321c4b0cf277d58e983a4c/download
- Gutiérrez-Zamora, A. (2008). Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana*(7), 17-42.
- Hadley, A. S., Frey, S. J. K., Robinson, W. D., & Betts, M. G. (2017). Forest fragmentation and loss reduce richness, availability, and specialization in tropical hummingbird. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/btp.12487>
- Halbritter, H., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., . . . Frosch-Radivo, A. (2018). *Illustrated Pollen Terminology*. Cham, Switzerland: Springer.
- Hesse, M., y Ehrendorfer, F. (1990). Supplement 5. Morphology, Development, and Systematic Relevance of Pollen and Spores. *Plant Systematics and Evolution*, 1-123.
- Hof, K. (2004). Tree selection by the stingless bee *Melipona beecheii*, Chalatenango, El Salvador [Teiss de grado, Wageningen University].
https://anouschkahof.weebly.com/uploads/2/6/5/8/26586003/hof_el_salvador_tree_selection_by_the_stingless_bee_melipona_beecheii_chalatenango_el_salvador.pdf

- Holt T, y Holt J [Thomas Holt]. (2017, 27 de junio). Pollen mounting [Video]. YouTube.
https://youtu.be/Wy2fIR_DSCg
- Home, J. K. (2012). *Caracterización y variabilidad palinológica de ocho especies de cactáceas de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y de la Universidad del Valle sede Meléndez* [Tesis de grado, Universidad del Valle].
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/8077?msclid=e1742c50b20811ec9950c7761f8bff4a>
- Ibarra-Morales, E., y Fernández-Galán, B. S. (2012). El estudio del polen antiguo: Problemas y estrategias de laboratorio. *Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 15(1), 62-66.
- iNaturalist. (2022). *Observaciones Aves El Salvador*. Obtenido de iNaturalist:
https://www.inaturalist.org/observations?place_id=7563&taxon_id=3
- IUCN. (2022). *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria*. Obtenido de IUCN Red List : <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines>
- Jones, G. D. (2012). Pollen analyses for pollination research, unacetolyzed pollen. *Journal of Pollination Ecology*, 9(13), 96-107.
- Jones, G. D., y Bryant Jr, V. M. (2007). A comparison of pollen counts: Light versus scanning electron microscopy. *Grana*, 46(1), 20-33.
- Juarbe-Martinez J, Ward N, y Bush M [Florida Tech]. (2017a, 31 de agosto). Pollen Morphology Training – Part 1: Shapes and Orientations [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/OFx7CFvi21A>
- Juarbe-Martinez J, Ward N, y Bush M [Florida Tech]. (2017b, 31 de agosto). Pollen Morphology Training – Part 2: Apertures [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/G6Qf8jdTfO4>
- Juarbe-Martinez J, Ward N, y Bush M [Florida Tech]. (2017c, 31 de agosto). Pollen Morphology Training – Part 3: Morphological Types [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/QEdNQSQD-HE>
- Juarbe-Martinez J, Ward N, y Bush M [Florida Tech]. (2017d, 31 de agosto). Pollen Morphology Training – Part 4: Surface Patterns [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/0v0fCLz9rS4>
- Juarbe-Martinez J, Ward N, y Bush M [Florida Tech]. (2017e, 31 de agosto). Pollen Morphology Training – Part 5: Other information [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/SU01Uck3TPg>
- Kearns, C. A., e Inouye, D. W. (1993). *Techniques for Pollination Biologists*. Niwot, Colorado: University Press of Colorado.

- Knutie, C. A., y Gotanda, K. M. (2018). A Non-invasive Method to Collect Fecal Samples from Wild Birds for Microbiome Studies. *Microbial Ecology*, 851–855.
- Kress, W. J., Stone, D. E., y Sellers, S. C. (1978). Ultrastructure of exine-less pollen: Heliconia (Heliconiaceae). *American Journal of Botany*, 65(10), 1064-1076.
- Kurtz Jr, E. B. (1963). Pollen Morphology of the Cactaceae. *Grana Palynologica*, 4(3), 367-372.
- Lagos, J. A. (2008). *Pólenes anemófilos de El Salvador* (2a ed.). San Salvador, El Salvador: Universidad Pedagógica de El Salvador.
- Lattar, E., y Cuadrado, G. (2010). Estudios palinológicos de especies argentinas de los géneros Cereus, Cleistocactus, Denmoza, Echinopsis, Monvillea (Cactaceae, Cactoideae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45(1-2), 93-107.
- Lynch, S. P., y Webster, G. L. (1975). A New Technique of Preparing Pollen for Scanning Electron Microscopy. *Grana*, 15(1-3), 127-136.
- Maglianesi, M.A., Böhning-Gaese, K., y Schleuning, M. (2015). Different foraging preferences of hummingbirds on artificial and natural flowers reveal mechanisms structuring plant-pollinator interactions. *Journal of Animal Ecology*, 84, 655-664.
- Manten, A. (1966). Half a century of modern palynology. *Earth-Science Reviews*, (2), 277-316.
- Martin, A. C., y Harvey, W. J. (2017). The Global Pollen Project: a new tool for pollen identification and the dissemination of physical reference collections. *Methods in Ecology and Evolution*, 8, 892-897.
- Martínez-Meneses, A. L., y Torres-González, A. M. (2020). Polinización efectiva de flores ornitófilas en un bosque de niebla de Colombia. *Ciencia en Desarrollo*, 11(2), 53-63.
- Maruyama, P.K., Oliveira, G.M., Ferreira, C.D., Dalsgaard, B., & Oliveira, P.E. (2013). Pollination syndromes ignored: importance of non-ornithophilous flowers to Neotropical savanna hummingbirds. *Naturwissenschaften*, 100, 1061-1068.
- Méndez, K. L. (2006). *Análisis melisopalinológico de mieles de cinco departamentos de Honduras* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano].
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d4e2c29b-416c-4e5f-9f01-ccb2368ca54f/content#:~:text=An%C3%A1lisis%20melisopalinol%C3%B3gico%20de%20mieles%20de%20cinco%20departamentos%20de,y%20Ambiente%20en%20el%20grado%20Acad%C3%A9mico%20de%20Licenciatura>

- Mercado, J., y Pérez, A. (2013). Una nueva metodología para el análisis palinológico de muestras coprológicas en vertebrados polinizadores. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 5(1), 165-170.
- Moore, P. D., y Webb, J. A. (1978). *An illustrated guide to pollen analysis*. London: Hodder and Stoughton. Obtenido de https://archive.org/details/illustratedguide0000moor_t8n0/page/n5/mode/2up
- Morales, A. E. (2016). *Dieta, actividad y reproducción de los murciélagos Anoura geoffroyi y Sturnina hondurensis en el bosque Nublado del Parque Nacional Montecristo* [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11704/>
- Morales-Pantoja, C. R. (2015). *Palinología de la flora actual del refugio de vida silvestre Los Pantanos de Villa (Lima-Perú)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/_data/102.pdf
- Morán, G. M. (2019). *Importancia de las áreas verdes para la conservación de la avifauna en ecosistemas urbanos del área metropolitana de los municipios de San Salvador y Antiguo Cuscatlán, El Salvador*. [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20371/>
- Moreno, E. J. (2007). El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica. *Acta Botánica Venezuelica*, 30(2), 415-427.
- Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. (2021). *Botánica – Importancia del Herbario (USZ)*. Obtenido de Museo de Historia Natural: <https://museonoelkempff.org/museo/botanica-importancia-del-herbario-usz/>
- Neuhaus, B., Schmid, T., y Riedel, J. (2017). Collection management and study of microscope slides: Storage, profiling, deterioration, restoration procedures, and general recommendations. *Zootaxa*, 4322(1), 001-173.
- Nicolson, S. W., y Fleming, P. A. (2003). Nectar as food for birds: the physiological consequences of drinking dilute sugar solutions. *Plant Systematics and Evolution*, 238, 139-153.
- O'Keefe, J. M., y Wymer, C. L. (2015). An alternative to acetolysis: application of an enzyme-based method for the palynological preparation of fresh pollen, honey samples and bee capsules. *Palynology*, 1-4.
- Pacini, E. (2015). Pollination. En *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* (págs. 1-5). Elsevier.
- Parker, S. A. (1977). Bird as Pollinators. *Bird Watcher*, 124-133.
- Patiny, S. (2012). *Evolution of Plant-Pollinator Relationships* (Vol. 81). Cambridge: Cambridge University Press.

- Pintos, B., Martín, L., y Gómez, A. (2014). Embriogénesis del polen (embriogénesis gamética). *Serie Botánica*, 7(2), 19-33.
- Proctor, M., Yeo, P., y Lack, A. (1996). *The Natural History of Pollination*. London: Collins New Naturalist Library.
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., y Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143, 1-81.
- Robledo, T. (2013). *Establecimiento del calendario polínico de la atmósfera del Bosque de Chapultepec y detección de las proteínas de Fraxinus spp. en muestras de aire*. México D.F [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000706813
- Rocca, M. A., y Sazima, M. (2010). Beyond hummingbird-flowers: The other side of ornithophily in the Neotropics. *Oecologia Australis*, 14(1), 67-99.
- Rodrigues Cancelli, R., Cabral Meneses, I., y Alves Souza, P. (2017). Morfología polínica de especies epífitas de Cactaceae Juss. do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Serie Botánica*, 72(2), 181-189.
- Rose, M.-J., y Barthlott, W. (1995). Pollen-connecting threads in Heliconia (Heliconiaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 195, 61-65.
- Roubik, D., y Moreno, J. (2003). *Pollen and spores of Barro Colorado Island*. Obtenido de STRI Research: David Roubik: <https://striresearch.si.edu/roubik/>
- Ruiz-Domínguez, C., Vovides, A. P., y Sosa, V. (2019). Systematic relevance of pollen morphology in tribe Hylocereeae (Cactaceae). *PhytoKeys*, 128, 121-140.
- Sáenz Laín, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 25, 93-112.
- Sáenz, L. C., y Torreggiani, I. (2021). The Pollen Atlas of Nicaragua: A tool to understand the past and present anthropic and climatic impacts on the Dry Tropical Forest [Discurso principal]. AASP-TPS 53rd annual meeting.
- Samuribe. (10 de Mayo de 2010). *CIENCIAS NATURALES: REPRODUCCIÓN EN GIMNOSPERMAS*. Obtenido de Blogger: <http://samuribe.blogspot.com/2010/05/reproduccion-en-gimnospermas.html>
- Sarmiento, A. (Marzo de 2021). *DOCPLAYER*. Obtenido de Tema: LA FLOR. Prof. Aneth Sarmiento. Fisiología Vegetal (Botánica): <http://docplayer.es/196959089-Tema-la-flor-prof-aneth-sarmiento-fisiologia-vegetal-botanica.html>
- Scientifica. (2021). *A guide to Differential Interference Contrast (DIC)*. Obtenido de Scientifica Learning Zone: <https://www.scientifica.uk.com/learning-zone/differential-interference-contrast>
- Shivanna, K. R., y Rangaswamy, N. S. (1992). *Pollen Biology*. Berlin: Springer-Verlag.

- Simpson, M. G. (2019). Palynology. En M. G. Simpson, *Plant Systematics* (págs. 583-593). Academic Press.
- Stiles, F. G. (1981). Geographical Aspects of Bird-Flower Coevolution, with Particular Reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68, 323-351.
- Strother, P. (2017). *Re: Does the fuchsine-jelly method work for preserving pollen on slides long term?* Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/post/Does_the_fuchsine-jelly_method_work_for_preserving_pollen_on_slides_long_term/5900a213eeae39f62d725f4a/citation/download.
- Thakor, M. (24 de Septiembre de 2019). *SlideShare*. Obtenido de Male gametophyte morphology: <https://www.slideshare.net/MaitriThakor/male-gametophyte-morphology>
- Tinoco, B.A., Graham, C.H., Aguilar, J.M., y Schleuning, M. (2016). Effects of hummingbird morphology on specialization in pollination networks vary with resource availability. *Oikos*, 126(1), 52-60.
- Tirlea, D. (2019). *Re: What technique do you prefer to make permanent modern pollen slides?* Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/post/What-technique-do-you-prefer-to-make-permanent-modern-pollen-slides/5d30a70a11ec732c2b3969e8/citation/download>
- Toledo, M., y Donatelli, R. (2010). Spectral analysis of flowers used by nectar-feeding birds in an urban area in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70(3), 729-735.
- Torres-Colin, L., Fuentes-Soriano, S., y Delgado-Salinas, A. (2010). Estudio palinológico del género *Macroptilium* (Benth.) Urb. (Leguminosae) en México y Centroamérica. *Acta Botánica Mexicana*, 91, 51-69.
- Traverse, A. (2007). *Paleopalynology* (Vol. 28). (N. A. Landman, y D. S. Jones, Edits.) Berlin: Springer.
- UCR (10 de octubre de 2022). CATÁLOGO DE POLEN DE PLANTAS POLINIZADAS POR COLIBRÍES DE ZONAS ALTAS DE COSTA RICA. Sigpro: Sistema de Información y Gestión de Proyectos, Progrmas y actividades. <https://vinv.ucr.ac.cr/sigpro/web/projects/C0706>
- UNAM. (s.f.). *Facultad de Ciencias, UNAM*. Obtenido de Polinización: Glosario de Plantas - Laboratorio de Plantas Vasculares: <http://biologia.fcencias.unam.mx/plantasvasculares/GlosarioPlantas/Gimnospermas/index.html>

- University of Vienna. (2021). *Palynology*. Consultado en Abril 20, 2021, from Division of Structural and Functional Botany: <https://sfb.univie.ac.at/en/research/palynology/>
- Van der Pijl, L. (1961). Ecological Aspects of Flower Evolution. II. Zoophilous Flower Classes. *Evolution*, 15, 44-59.
- Vásquez, J. E., y Araya, C. Y. (2020). *Caracterización palinológica de las mieles de abejas melíferas (Apis mellifera) de doce municipios del departamento de La Libertad* [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/21941/>
- Vásquez-Soto, M. A. (2007). *Recursos polínicos utilizados por la abeja nativa Shuruya (Scaptotrigona pectoralis) Apidae: Meliponini en un meliponario de la parte baja de los cipresales en pachalum, quiche, durante la época seca y lluviosa* [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://www.biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/B167.pdf>
- Vides, M., Oviedo, M., Alas, S., y Funes, K. (s.f.). Melisopalinología en El Salvador.
- Vieira, M. F., y Fonseca, R. S. (2014). *Biología reproductiva em angiospermas: síndromes florais, polinização e sistemas reprodutivos sexuados*. Viçosa: UFV.
- Viéitez, E. (1950). Algunas técnicas usadas en las investigaciones palinológicas. *Anales de edafología y fisiología vegetal*, 9(1), 83-93.
- Walker, F., y Sanchez, D. (Enero de 2021). *Standard Operating Procedure: Fecal Collection for Genetics*. Obtenido de Northern Arizona University: https://in.nau.edu/wp-content/uploads/sites/51/2021/02/Fecal-Collection-SOP_NAU-Bat-Team_January-2021.pdf
- Whitney, B. S., y Needham, T. (2014). Isopropyl alcohol: A replacement for tertiary-butyl alcohol in pollen preparations. *Review of Paleobotany and Palynology*, 203, 9-11.
- Wodehouse, R. (1932). Tertiary pollen, I. Pollen from the living representatives of the Green River flora. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*.
- Wodehouse, R. P. (1935). *Pollen Grains: Their structure, identification and significance in science and medicine* (1st ed.). New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Zobaa, M. (2017). *Palinology (Spore-Pollen Morphology)*. Obtenido de Benha University: [https://www.bu.edu.eg/portal/uploads/Science/Geology/3523/crs-11568/Files/Mohamed%20K%20Zobaa_Palynology%20\(Spore-Pollen%20Morphology\).pdf](https://www.bu.edu.eg/portal/uploads/Science/Geology/3523/crs-11568/Files/Mohamed%20K%20Zobaa_Palynology%20(Spore-Pollen%20Morphology).pdf)

ANEXOS

Anexo 1. Vista preliminar de los componentes presentes en la base de datos

A	B	C	D	E	F	G
1						
2	Familia	Especie de ave	Código		Fuente de obtención	Color de celda
3	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Amru		iNaturalist	
4		<i>Saucerottia beryllina</i>	Sabe		Ebird	
5		<i>Archilochus colubris</i>	Arco		Facebook	
6		<i>Anthracothorax prevostii</i>	Anpr		Morán 2019	
7		<i>Cyananthus canivetii</i>	Cyca		Molina y Pacas 2020	
8		<i>Heliomaster longirostris</i>	Helo		Bonilla y Abrego 2014	
9		<i>Heliomaster constantii</i>	Heco		Instagram	
10		<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Cahe			
11		<i>Pampa rufa</i>	Paru		Categorías	Códigos
12		<i>Colibri thalassinus</i>	Coth		Desconocida	D
13		<i>Colibri delphinae</i>	Code		Confirmada	C*
14		<i>Eugenes fulgens</i>	Eufu		Pendiente	P
15		<i>Chlorestes eliciae</i>	Chel		Exótica	E
16		<i>Basilinna leucotis</i>	Bale		Nativa	N
17		<i>Selasphorus ellioti</i>	Seet		No Identificada	NI
18		<i>Lampornis amethystinus</i>	Laam			
19		<i>Lampornis viridipallens</i>	Lavi			
20	<i>Lamprolaima rhami</i>	Larh				
21	<i>Tilmatura dupontii</i>	Tidu				
22	<i>Abeillia abellei</i>	Abab				
23	<i>Saucerottia cyanura</i>	Sacyanu				

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
2	Origen	Categori	Familia	Especie	Am	Sal	Arc	An	Cyc	He	He	Ca	Pa	Co	Co	Eul	Ch
3	N	C*	Bignoniaceae	Tecoma stans	1	1	1	1									
4	N	C*	Fabaceae	Gliricidia sepium	1		1		1								
5	E	C*	Acanthaceae	Acanthus mollis	1											1	
6	N	P	Acanthaceae	Aphelandra scabra			1										
7	N	C*	Acanthaceae	Justicia aurea											1		
8	E	C*	Acanthaceae	Justicia betonica			1		1								
9	E	C*	Acanthaceae	Megaskepasma erythrochlamys	1	1			1			1				1	1
10	N	C*	Acanthaceae	Odontonema tubaeforme	1			1									
11	E	C*	Acanthaceae	Pachystachys lutea	1	1			1								
12	N	C*	Acanthaceae	Sanchezia parvibracteata									1				
13	E	C*	Acanthaceae	Thunbergia erecta					1								
14	E	C*	Acanthaceae	Thunbergia mysorensis					1			1					
15	E	C*	Alstroemeriaceae	Alstroemeria aurea												1	
16	N	C*	Alstroemeriaceae	Bomarea edulis					1								
17	E	C*	Amaryllidaceae	Zephyranthes lindleyana	1												
18	E	C*	Anacardiaceae	Anacardium occidentale													
19	E	C*	Anacardiaceae	Mangifera indica	1	1							1				
20	N	C*	Anacardiaceae	Spondias cf purpurea				1									
21	E	C*	Annonaceae	Cananga odorata													
22	N	C*	Apocynaceae	Asclepias curassavica	1												
23	N	C*	Apocynaceae	Blepharodon mucronatum													
24	N	C*	Apocynaceae	Mandevilla subsagittata		1											
25	N	C*	Apocynaceae	Prestonia mexicana		1			1								
26	N	C*	Apocynaceae	Tabernaemontana donnell-smiithii									1				
27	N	C*	Apocynaceae	Thevetia ahouai									1				
28	N	C*	Apocynaceae	Thevetia peruviana	1												
29	E	C*	Araliaceae	Schefflera actinophylla													
30	E	C*	Araceae	Dypsis sp. lutescens o decaryi													
31	N	C*	Araceae	Dyostegia sp.		1											

Anexo 2. Cuadro resumen de la base de datos de plantas visitadas por aves nectarívoras.

Familia	Especies	Origen	# spp. aves visitantes
Acanthaceae (10)	<i>Acanthus mollis</i>	E	2
	<i>Aphelandra scabra</i>	N	1
	<i>Justicia aurea</i>	N	1
	<i>Justicia betonica</i>	E	2
	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	E	12
	<i>Odontonema tubaeforme</i>	N	2
	<i>Pachystachys lutea</i>	E	3
	<i>Sanchezia parvibracteata</i>	N	1
	<i>Thunbergia erecta</i>	E	1
	<i>Thunbergia mysorensis</i>	E	3
Alstroemeriaceae (2)	<i>Alstroemeria aurea</i>	E	2
	<i>Bomarea edulis</i>	N	1
Amaryllidaceae (1)	<i>Zephyranthes lindleyana</i>	E	1
Acacardiaceae (3)	<i>Anacardium occidentale</i>	E	1
	<i>Mangifera indica</i>	E	5
	<i>Spondias cf purpurea</i>	N	6
Annonaceae (1)	<i>Cananga odorata</i>	E	1
Apocynaceae (7)	<i>Asclepias curassavica</i>	N	2
	<i>Blepharodon mucronatum</i>	N	1
	<i>Mandevilla subsagittata</i>	N	1
	<i>Prestonia mexicana</i>	N	2
	<i>Tabernaemontana donnell-smiithii</i>	N	2
	<i>Thevetia ahouai</i>	N	1
	<i>Thevetia peruviana</i>	N	1
Araliaceae (1)	<i>Schefflera actinophylla</i>	E	2
Arecaceae (2)	<i>Dyopsis lutescens</i>	E	2
	<i>Roystonea regia</i>	N	1
	<i>Arecaceae sp.</i>	E	1
Asparagaceae (2)	<i>Agave cf americana</i>	N	2
	<i>Sansevieira trifasciata</i>	N	1
Asphodelaceae (2)	<i>Aloe maculata</i>	E	4
	<i>Aloe vera</i>	E	9
Asteraceae (10)	<i>Asteraceae sp1.</i>	N	1
	<i>Asteraceae sp2.</i>	N	1
	<i>Asteraceae sp3.</i>	N	1

	<i>Cirsium mexicanum</i>	N	1
	<i>Onoseris onoseroides</i>	N	1
	<i>cf Perymenium grande var. nelsonii</i>	N	1
	<i>Pseudogynoxys chenopodioides</i>	N	2
	<i>Tithonia diversifolia</i>	N	3
	<i>Verbesina fraseri</i>	N	2
	<i>Zinnia peruviana</i>	N	1
Balsaminaceae (1)	<i>Impatiens sodenii</i>	E	1
	<i>Podranea ricasoliana</i>	N	1
	<i>Pyrostegia venusta</i>	E	1
	<i>Spathodea campanulata</i>	E	11
Bignoniaceae (8)	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	N	3
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	N	1
	<i>Tabebuia rosea</i>	N	8
	<i>Tecoma stans</i>	N	9
	<i>Tecomaria capensis</i>	E	1
Bixaceae (1)	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	N	1
	<i>Cordia alba</i>	N	1
Boraginaceae (3)	<i>Cordia alliodora</i>	N	3
	<i>Wigandia urens</i>	N	2
	<i>Pitcairina imbricata</i>	N	3
	<i>Pitcairnia heterophylla</i>	N	1
Bromeliaceae (6)	<i>Tillandsia caput-medusae</i>	N	1
	<i>Tillandsia flabellata</i>	N	1
	<i>Tillandsia guatemalensis</i>	N	2
	<i>Tillandsia sp.</i>	N	1
	<i>Opuntia cochenillifera</i>	E	1
Cactaceae (3)	<i>Opuntia dejecta</i>	N	1
	<i>Pereskia bleo</i>	N	1
	<i>Pereskia lychnidiflora</i>	N	1
Campanulaceae (1)	<i>Lobelia laxiflora</i>	N	8
Caricaceae (1)	<i>Carica papaya</i>	N	1
Combretaceae (1)	<i>Combretum farinosum</i>	N	11
Convolvulaceae (2)	<i>Ipomoea sp.</i>	N	2
	<i>Ipomoea cf. ramosissima</i>	N	1

Costaceae (1)	<i>Costus pictus</i>	N	1
Cucurbitaceae (1)	<i>Sicyos sp.</i>	N	1
Cupressaceae (1)	<i>Taxodium mucronatum</i>	N	1
Ericaceae (1)	<i>Rhododendron simsii (indicum)</i>	E	1
Euphorbiaceae (1)	<i>Jatropha multifida</i>	E	1
	<i>Bauhinia cf variegata</i>	E	1
	<i>Bauhinia monandra</i>	E	1
	<i>Bauhinia unguolata</i>	N	2
	<i>Brownea macrophylla</i>	E	2
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	N	2
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	N	2
	<i>Calliandra haematocephala</i>	E	4
	<i>Calliandra houstoniana</i>	N	1
	<i>Calliandra surinamensis</i>	N	3
	<i>Calopogonium caeruleum</i>	N	3
	<i>Centrosema cf molle</i>	N	1
	<i>Crotalaria sp.</i>	N	2
	<i>Delonix regia</i>	E	1
	<i>Diphysa americana</i>	N	3
Fabaceae (29)	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	N	2
	<i>Erythrina berteroana</i>	N	9
	<i>Erythrina fusca</i>	N	4
	<i>Erythrina poeppigiana</i>	E	11
	<i>Gliricidia sepium</i>	N	8
	<i>Inga inicuil</i>	N	1
	<i>Inga oerstediana</i>	N	13
	<i>Inga punctata</i>	N	1
	<i>Inga spp.</i>	N	6
	<i>Inga vera</i>	N	9
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	E	1
	<i>Pithecellobium dulce</i>	N	5
	<i>Poepigia procera</i>	N	2
	<i>Samanea saman</i>	N	2
	<i>Schizolobium parahyba</i>	N	1
Fagaceae (2)	<i>Quercus peduncularis</i>	N	1
	<i>Quercus sp.</i>	N	1
	<i>Chrysothemis pulchella</i>	N	1
Gesneriaceae (3)	<i>Drymonia serrulata</i>	N	1
	<i>Seemania sylvatica</i>	E	1
Heliconiaceae (5)	<i>Heliconia collinsiana</i>	N	4

	<i>Heliconia latisphata</i>	N	2
	<i>Heliconia psittacorum</i>	E	1
	<i>Heliconia rostrata</i>	E	2
	<i>Heliconia wagneriana</i>	E	1
Iridaceae (2)	<i>Crocasmia x crocosmiiflora</i>	E	1
	<i>Watsonia borbonica</i>	E	1
	<i>Clerodendrum kaempferi</i>	E	1
	<i>Clerodendrum speciosum</i>	E	1
	<i>Clerodendrum thomsoniae</i>	E	1
	<i>Cornutia pyramidata</i>	N	2
	<i>Holmskioldia sanguinea</i>	E	1
Lamiaceae (12)	<i>Salvia purpurea</i>	N	4
	<i>Mesosphaerum suaveolens</i>	E	1
	<i>Salvia cinnabarina</i>	N	3
	<i>Salvia involucrata</i>	N	7
	<i>Salvia leucantha</i>	E	1
	<i>Salvia polystachya</i>	N	1
	<i>Salvia splendens</i>	N	2
Lauraceae (1)	<i>Persea americana</i>	N	1
Lecytidae (1)	<i>Couropita guianensis</i>	E	1
Loranthaceae (1)	<i>Psittacanthus calyculatus</i>	N	4
Malpighiaceae (1)	<i>Byrsonyma crassifolia</i>	N	1
	<i>Abutilon x hybridum</i>	E	1
	<i>Callianthe picta</i>	E	3
	<i>Ceiba pentandra</i>	N	5
	<i>Dombeya wallichii</i>	E	5
	<i>Helicteres guazumifolia</i>	N	1
Malvaceae (11)	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	E	4
	<i>Luehea candida</i>	N	1
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	N	4
	<i>Ochroma pyramidale</i>	N	1
	<i>Pavonia sp.</i>	N	1
	<i>Phymosia umbellata</i>	N	1
Marantaceae (1)	<i>Thalia geniculata</i>	N	1
Moraceae (1)	<i>Castilla elastica</i>	N	2
Moringaceae (1)	<i>Moringa oleifera</i>	E	4
Muntingiaceae (1)	<i>Muntingia calabura</i>	N	1
Musaceae (2)	<i>Musa velutina</i>	E	2

	<i>Musa x paradisiaca</i>	E	4
	<i>Callistemon viminalis</i>	E	17
Myrtaceae (7)	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	E	3
	<i>Eucalyptus deglupta</i>	E	2
	<i>Eucalyptus lanceolatus</i>	E	2
	<i>Syzygium cumini</i>	E	3
	<i>Syzygium jambos</i>	E	1
	<i>Syzygium malaccense</i>	E	6
	Nyctaginaceae (3)	<i>Bougainvillea x buttiana</i>	E
<i>Bougainvillea glabra</i>		E	1
<i>Mirabilis jalapa</i>		N	1
Onagraceae (3)	<i>Fuchsia microphylla</i>	N	2
	<i>Fuchsia paniculata</i> subsp. <i>paniculata</i>	N	3
	<i>Hauya elegans</i> subsp. <i>lucida</i>	N	1
Passifloraceae (2)	<i>Passiflora adenopoda</i>	N	1
	<i>Passiflora vitifolia</i>	N	5
Plantaginaceae (2)	<i>Ruellia sarmentosa</i>	N	1
	<i>Ruellia equisetiformis</i>	E	4
Polygonaceae (2)	<i>Antigonon guatimalense</i>	N	2
	<i>Triplaris melanodendron</i>	N	2
Proteaceae (2)	<i>Grevillea banksii</i>	E	1
	<i>Grevillea robusta</i>	E	6
Rosaceae (3)	<i>Prunus persica</i>	E	1
	<i>Rubus cf costaricanus</i>	N	1
	<i>Rubus rosifolius</i>	E	1
Rubiaceae (11)	<i>Coffea arabica</i>	E	1
	<i>Genipa americana</i>	N	1
	<i>Hamelia patens</i>	N	6
	<i>Ixora coccinea</i>	E	3
	<i>Mussaenda erythrophylla</i>	E	1
	<i>Mussaenda philippica</i>	E	2
	<i>Pentas lanceolata</i>	E	4
	<i>Pogonopus exsertus</i>	N	1
	<i>Posoqueria latifolia</i>	N	1
	<i>Rubiaceae sp.</i>	NI	1
	<i>Psychotria sp.</i>	N	1
Rutaceae (1)	<i>Citrus sp.</i>	E	1
Salicaceae (2)	<i>Casearia corymbosa</i>	N	1

	<i>Prockia crucis</i>	N	1
Sapindaceae (1)	<i>Serjania racemosa</i>	N	1
Simaroubaceae (1)	<i>Simarouba glauca</i>	N	1
Solanaceae (2)	<i>Brugmansia suaveolens</i>	E	1
	<i>Streptosolen jamesonii</i>	E	8
Styracaceae (1)	<i>Styrax warscewiczii</i>	N	1
Verbenaceae (5)	<i>Duranta erecta</i>	N	4
	<i>Lantana camara</i>	N	3
	<i>Petrea volubilis</i>	N	3
	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	N	1
	<i>Stachytarpheta mutabilis</i>	N	1
Vitaceae (2)	<i>Cissus biformifolia</i>	N	2
	<i>Cissus verticillata</i>	N	3
Xanthorrhoeaceae (2)	<i>Gasteria sp. carinata</i>	E	1
	<i>Kniphofia uvaria</i>	E	7
Zingiberaceae (3)	<i>Alpinia purpurata</i>	E	1
	<i>Etilingera elatior</i>	E	1
	<i>Zingiber spectabile</i>	E	2

Anexo 3. Temas y subtemas abordados en la guía de protocolos de análisis de polen.

1 Introducción (Palinología: historia y aplicaciones)

2 Generalidades sobre el polen

3 Métodos de colecta de polen

Polen anemófilo
Desde las anteras
A partir de polinizadores

4 Métodos de preparación de polen

Equipamiento general de laboratorio
Protocolos para preparación de muestras de polen
Método de acetólisis
Métodos alternativos

5 Montaje de polen para observación en microscopio

Microscopía óptica (MO) o LM
Gel de glicerina
Medios de montaje alternativos
Microscopía electrónica de barrido (MEB) o SEM
Microscopía electrónica de transmisión (MET)

6 Identificación y morfología de polen

7 Paleopalinología: Aspectos generales

Clasificación de palinomorfos y estructuras de importancia
Métodos de colecta y preparaciones paleopalinológicas
Equipamiento
Colecta de muestras
Preparación de muestras

8 Bibliografía

Anexo 4. Vista preliminar de base de datos para muestras de polen colectado y láminas preparadas.

Especie	Tipo	Colector	Fecha de colecta	Lugar de colecta	Coordenada	Prep muestra	Lugar de prep	Técnica de prep	Preparador	Anotación
<i>Deamia montalvoae</i>	HERBO	Jenny Menjivar	26/3/2014	Farallón límite Las Huertas, P.N. Montecristo, Metapán, Santa Ana	14.3880556, -89.3677777	8/12/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	Lamina preparada el 09-12
<i>Tecoma stans</i>	FRESC	Mónica Gabriela Pacas Mejía	22/11/2021	Parqueo Agronomía UES, San Salvador, San Salvador	13.719969, -89.200319	23/11/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	Lamina preparada el 08-12
<i>Duranta erecta</i>	FRESC	Mónica Gabriela Pacas Mejía	22/11/2021	Facultad de Odontología UES, San Salvador, San Salvador	13.717317, -89.201650	22/11/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	
<i>Bauhinia cf purpurea</i>	FRESC	Mónica Gabriela Pacas Mejía	22/11/2021	Local de investigaciones meteorológicas, Agronomía UES, San Salvador, San Salvador	13.720425, -89.202158	24/11/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	
<i>Heliconia psittacorum</i>	FRESC	Mónica Gabriela Pacas Mejía	22/11/2021	Local de investigaciones meteorológicas, Agronomía UES, San Salvador, San Salvador	13.720286, -89.200325	24/11/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	FRESC	Mónica Gabriela Pacas Mejía	22/11/2021	CENSALUD, UES, San Salvador, San Salvador	13.717589, -89.202075	24/11/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	
<i>Salvia polystachya</i>	FRESC	Mónica Gabriela Pacas Mejía	15/10/2021	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409769, -89.404875	24/11/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	
<i>Russelia sarmentosa</i>	FRESC	Mónica Gabriela Pacas Mejía	15/10/2021	El Limo, Metapán, Santa Ana	14.409806, -89.405006	24/11/2021	Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, UES, San Salvador	Acetólisis	Mónica Gabriela Pacas Mejía	

No.	Familia	Especie	Tipo	Prep muestra	Prep lamina	Lugar de prep	Técnica de prep	Medio de montaje	Preparador	Colección	Anotaciones
1	Cactaceae	<i>Deamia montalvoae</i>	HERBO	8/12/2021	9/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel glisterine	Mónica Gabriela Pacas Mejía	EB-UES	
2	Cactaceae	<i>Deamia montalvoae</i>	HERBO	8/12/2021	9/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel glisterine	Mónica Gabriela Pacas Mejía	MHES	
3	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	FRESC	23/11/2021	8/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con pre-gel (sin antiséptico)	Mónica Gabriela Pacas Mejía	EB-UES	
4	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	FRESC	23/11/2021	8/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel glisterine	Mónica Gabriela Pacas Mejía	MHES	
5	Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i>	FRESC	22/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel glisterine	Mónica Gabriela Pacas Mejía	EB-UES	
6	Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i>	FRESC	22/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel glicerina-fenol	Mónica Gabriela Pacas Mejía	MHES	
7	Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i>	FRESC	22/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel fenol-safranina O	Mónica Gabriela Pacas Mejía	MHES	
8	Fabaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	FRESC	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel glisterine	Mónica Gabriela Pacas Mejía	EB-UES	
		<i>Caesalpinia</i>	FRESC	24/11/2021	11/12/2021	FQF-UES	Acetólisis	En lámina con gel glisterine	Mónica Gabriela Pacas Mejía	MHES	

Anexo 5. Índice del catálogo de palinomorfos y vista previa de algunas fichas.

ÍNDICE

Introducción.....	4	Familia Heliconiaceae	
Familia Acanthaceae		<i>Heliconia psittacorum</i>	41
<i>Aphelandra</i> sp.....	6	Familia Lamiaceae	
<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	10	<i>Salvia polystachya</i>	43
Familia Bignoniaceae		Familia Plantaginaceae	
<i>Tecoma stans</i>	13	<i>Russelia equisetiformis</i>	48
Familia Cactaceae		<i>Russelia sarmentosa</i>	49
<i>Deamia montalvoae</i>	18	Familia Rubiaceae	
<i>Epiphyllum crenatum</i>	23	<i>Arachnothryx leucophylla</i>	52
<i>Hylocereus guatemalensis</i>	26	Familia Verbenaceae	
Familia Fabaceae		<i>Duranta erecta</i>	56
<i>Bauhinia purpurea</i>	30		
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	33		

PALINOMORFOS DE EL SALVADOR

PAGE 6

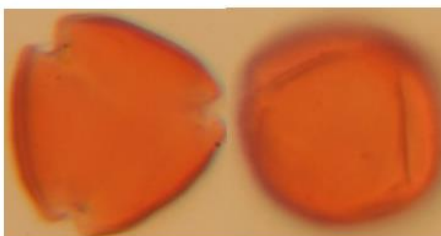


Aphelandra sp.

Técnica de preparación: Acetólisis
Medio de montaje: Agua destilada
Magnificación del microscopio: 100X
Ampliación digital: 60%
Cámara: Samsung A10s
Vista: Ecuatorial
Número y tipo de aperturas: 2 colpi (Dicolpado)
Ornamentación de exina: Microrreticulado
Localidad: El Limo, Metapán (Santa Ana, El Salvador).

PALINOMORFOS DE EL SALVADOR

PAGE 57

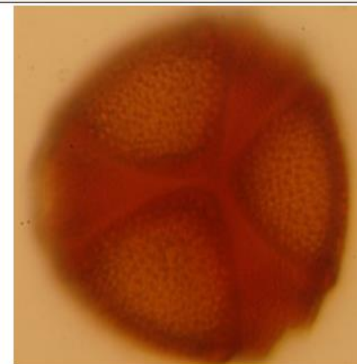


Duranta erecta

Técnica de preparación: Acetólisis
Medio de montaje: Gel glicerina
Magnificación del microscopio: 40X
Ampliación digital: 30%
Cámara: Canon EOS DIGITAL REBEL XSi
Vista: Polar (izq) y Ecuatorial (der.)
Número y tipo de aperturas: 3 colpori (tricolporado)
Ornamentación de exina: Perforado (Observable en MEB)
Localidad: Universidad de El Salvador (San Salvador, El Salvador).

PALINOMORFOS DE EL SALVADOR

PAGE 38



Caesalpinia pulcherrima

Técnica de preparación: Acetólisis
Medio de montaje: Gel glicerina
Magnificación del microscopio: 40X
Ampliación digital: -
Cámara: Canon EOS DIGITAL REBEL XSi
Vista: Polar
Número y tipo de aperturas: 3 colpori (tricolporado, synaperturado)
Ornamentación de exina: Escabrido, Verrugoso y Gemmado
Localidad: Universidad de El Salvador (San Salvador, El Salvador).