



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias Marinas

“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL POLEN DE 62 ESPECIES DE PLANTAS DEL CHAPARRAL COSTERO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA”

TESIS

Que para obtener el grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

Diego Maldonado de la Torre

Ensenada, B. C., México, abril de 2025





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
CAMPUS ENSENADA**



**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL POLEN DE 62 ESPECIES DE
PLANTAS DEL CHAPARRAL COSTERO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA”**

TESIS

PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
PRESENTA:

**Diego Maldonado de la Torre
357446**

A quien el Comité de Tesis autoriza el trabajo terminal, después de haber efectuado una revisión minuciosa del mismo y de acuerdo con el Art. 19 del R.G.E.P.E.P, las y los señores profesores emiten los siguientes votos aprobatorios mediante rubrica:


**Dra. Alejandra Castañeda González
DIRECTORA**


**Dr. Hiram Rivera Huerta
SINODAL**


**Dra. Natalia Alejandra Rodríguez
Revelo
SINODAL**


**Dr. Oscar Alberto Jiménez
Orocio
SINODAL**

“Por la Realización Plena del Ser”

RESUMEN

Esta tesis describe la morfología polínica de 62 especies del chaparral bajacaliforniano, incluyendo 57 especies sin descripciones previas. Se analizaron 55 géneros de 30 familias y 19 órdenes, identificando patrones morfológicos dominantes como el polen tricolporado y la ornamentación espinosa en los Asterales. La metodología incluyó técnicas como Z-Stack para visualización tridimensional y el uso del medio de Beattie, aunque se recomienda la microscopía electrónica y la acetólisis para futuras investigaciones. Los resultados tienen aplicaciones en estudios ecológicos, paleopalinológicos y apícolas, además de contribuir a la creación de una palinoteca regional.

Palabras clave: polen, morfología, chaparral, microscopía

DEDICATORIA

A quienes han dedicado, dedican y dedicarán su esfuerzo al estudio y protección de la flora y fauna de Baja California.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, por ser siempre mi pilar y mi referencia en todo lo que hago.

A mi abuelita, por animarme a seguir con este trabajo y siempre estar pendiente de mí.

A mi directora de tesis, Alejandra, por guiarme en la composición de este trabajo, por siempre ofrecer su apoyo durante la elaboración de esta tesis y por despertar en mí el gusto por la investigación.

A Oscar, Natalia e Hiram, sinodales de esta tesis, por sus valiosas observaciones a este trabajo.

A Mario Salazar, por apoyar en la identificación de las plantas descritas en este trabajo y por transmitirme su pasión por la botánica.

A Anny, Jorge y todo el personal de Fauna del Noroeste A.C. por apoyarme en mi recorrido a través de la elaboración de esta tesis.

A Diana, por acompañarme en la escritura de esta tesis e inspirarme a concluir este trabajo.

A Jon P. Rebman y al equipo de botánica de la expedición de Rancho Ancón, por sus invaluable consejos para la escritura de esta tesis.

A todo el personal del departamento de Ciencias de la Vida de CICESE por ofrecer su ayuda cuando lo requerí.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	5
III.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	7
IV.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
V.	MÉTODOS	10
VI.	RESULTADOS	18
VII.	DISCUSIONES	25
VIII.	CONCLUSIONES	30
IX.	REFERENCIAS	31
X.	ANEXOS	38
XI.	GLOSARIO	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación y características ecológicas de los sitios de estudio.	11
Tabla 2	Rasgos morfológicos descriptibles con microscopía óptica.	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Localización de los sitios de muestreo	10
Figura 2	Gráfico de barras apiladas de familias dentro de órdenes	19
Figura 3	Frecuencia de los tipos morfológicos observados	20
Figura 4	Frecuencia de los tipos de ornamentación observados	21
Figura 5	Histograma del cociente de la medida polar y la medida ecuatorial (P:E)	22
Figura 6	Histograma de la medida ecuatorial de los pólenes estudiados (μm).	23
Figura 7	Diagrama de cajas de tamaño de medida ecuatorial de los órdenes estudiados.	24
Figura 8	Códigos QR de acceso a datos.	25
Figura 9	Polen de <i>Apiastrum angustifolium</i> Nutt. en medio Beattie	43
Figura 10	Polen de <i>Diplacus pusillus</i> Michx en medio Beattie	44
Figura 11	Polen de <i>Bahiopsis laciniata</i> (A. Gray) E.E. Schill. & Panero en medio Beattie	45
Figura 12	Polen de <i>Centaurea melitensis</i> L. en medio Beattie	46
Figura 13	Polen de <i>Chaenactis glabriuscula</i> DC. en medio Beattie	47
Figura 14	Polen de <i>Deinandra fasciculata</i> (DC.) Greene en medio Beattie	48
Figura 15	Polen de <i>Eriophyllum confertiflorum</i> (DC.) A. Gray en medio Beattie	49
Figura 16	Polen de <i>Helianthus gracilentus</i> A. Gray en medio Beattie	50
Figura 17	Polen de <i>Hypochaeris glabra</i> L. en medio Beattie	51
Figura 18	Polen de <i>Lasthenia gracilis</i> (DC.) Greene en medio Beattie	52
Figura 19	Polen de <i>Osmadenia tenella</i> Nutt. en medio Beattie	53
Figura 20	Polen de <i>Verbesina dissita</i> A. Gray en medio Beattie	54
Figura 21	Polen de <i>Amsinckia menziesii</i> (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr. en medio Beattie	55

Figura 22	Polen de <i>Emmenanthe penduliflora</i> Benth. en medio Beattie	56
Figura 23	Polen de <i>Eriodictyon sessilifolium</i> Greene. en medio Beattie	57
Figura 24	Polen de <i>Eriodictyon trichocalyx</i> A. Heller en medio Beattie	58
Figura 25	Polen de <i>Phacelia brachyloba</i> (Benth.) A. Gray en medio Beattie	59
Figura 26	Polen de <i>Phacelia distans</i> Benth. en medio Beattie	60
Figura 27	Polen de <i>Phacelia grandiflora</i> (Benth.) A. Gray en medio Beattie	61
Figura 28	Polen de <i>Raphanus raphanistrum</i> L. en medio Beattie	62
Figura 29	Polen de <i>Calandrinia ciliata</i> var. <i>menziesii</i> (Hook.) J.F. Macbr. en medio Beattie	63
Figura 30	Polen de <i>Mirabilis laevis</i> var. <i>crassifolia</i> (Choisy) Spellenb. en medio Beattie	64
Figura 31	Polen de <i>Chorizanthe procumbens</i> Nutt. en medio Beattie	65
Figura 32	Polen de <i>Eriogonum fasciculatum</i> Benth. en medio Beattie	66
Figura 33	Polen de <i>Pterostegia drymarioides</i> Fisch. & C.A. Mey. en medio Beattie	67
Figura 34	Polen de <i>Sambucus nigra</i> ssp. <i>cerulea</i> (Raf.) R. Bolli en medio Beattie	68
Figura 35	Polen de <i>Anagallis arvensis</i> L. en medio Beattie	69
Figura 36	Polen de <i>Allophyllum glutinosum</i> (Nutt.) A.D.Grant & V.E.Grant en medio Beattie	70
Figura 37	Polen de <i>Leptosiphon chrysanthus</i> subsp. <i>chrysanthus</i> J.M. Porter & R. Patt. en medio Beattie	71
Figura 38	Polen de <i>Lepechinia gandhi</i> Epling en medio Beattie	72
Figura 39	Polen de <i>Salvia apiana</i> Jeps. en medio Beattie	73

Figura 40	Polen de <i>Salvia clevelandii</i> (A. Gray) Greene en medio Beattie	74
Figura 41	Polen de <i>Salvia columbariae</i> Benth. en medio Beattie	75
Figura 42	Polen de <i>Fraxinus parryi</i> Moran en medio Beattie	76
Figura 43	Polen de <i>Diplacus brevipes</i> (Benth) G.L.Nesom en medio Beattie	77
Figura 44	Polen de <i>Sairocarpus pusillus</i> (Brandege) D.A. Sutton en medio Beattie	78
Figura 45	Polen de <i>Crocantemum scoparium</i> (Nutt.) Millsp. en medio Beattie	79
Figura 46	Polen de <i>Malacothamnus foliosus</i> (S.Watson) Kearney en medio Beattie	80
Figura 47	Polen de <i>Camissoniopsis hirtella</i> (Greene) W.L.Wagner & Hoch en medio Beattie	81
Figura 48	Polen de <i>Eulobus californicus</i> Nutt. ex Torr. & A.Gray en medio Beattie	82
Figura 49	Polen de <i>Neogaerrhinum strictum</i> (Hook. & Arn.) Rothm. en medio Beattie	83
Figura 50	Polen de <i>Navarretia hamata</i> Greene en medio Beattie	84
Figura 51	Polen de <i>Dendromecon rigida</i> Benth. en medio Beattie	85
Figura 52	Polen de <i>Platystemon californicus</i> Benth. en medio Beattie	86
Figura 53	Polen de <i>Romneya trichocalyx</i> Eastw. en medio Beattie	87
Figura 54	Polen de <i>Delphinium parryi</i> A. Gray en medio Beattie	88
Figura 55	Polen de <i>Ceanothus tomentosus</i> Parry en medio Beattie	89
Figura 56	Polen de <i>Adenostoma fasciculatum</i> Hook. & Arn. en medio Beattie	90
Figura 57	Polen de <i>Prunus ilicifolia</i> (Nutt. ex Hook. & Arn.) D. Dietr. en medio Beattie	91

Figura 58	Polen de <i>Rhus ovata</i> S. Watson en medio Beattie	92
Figura 59	Polen de <i>Aesculus parryi</i> A.Gray en medio Beattie	93
Figura 60	Polen de <i>Calystegia macrostegia</i> (Greene) Brummitt en medio Beattie	94
Figura 61	Polen de <i>Solanum douglasii</i> Dunal en medio Beattie	95
Figura 62	Polen de <i>Solanum wallacei</i> (A. Gray) Parish en medio Beattie	96
Figura 63	Polen de <i>Bloomeria crocea</i> (Torr.) Coville en medio Beattie	97
Figura 64	Polen de <i>Hooveria parviflora</i> (S.Wats.) D.W. Taylor & D.J. Keil en medio Beattie	98
Figura 65	Polen de <i>Nolina interrata</i> Gentry en medio Beattie	99
Figura 66	Polen de <i>Dichelostemma capitatum</i> (Benth.) Alph. Wood en medio Beattie	100
Figura 67	Polen de <i>Calochortus splendens</i> Douglas ex Benth en medio Beattie	101
Figura 68	Polen de <i>Calochortus weedii</i> Alph. Woodn en medio Beattie	102
Figura 69	Polen de <i>Toxicoscordion venenosum</i> (S. Watson) Rydb. en medio Beattie	103
Figura 70	Polen de <i>Gastridium phleoides</i> (Nees & Meyen) C.E. Hubb. en medio Beattie	104

I. INTRODUCCIÓN

La reproducción sexual es una característica casi universal entre los organismos eucariotas (Goodenough & Heitman, 2014). En términos generales, implica la fusión de los núcleos de dos células haploides, llamados gametos, formando un cigoto. Este se desarrollará para formar un nuevo organismo, mismo que se podrá reproducir de la misma forma (Maynard Smith & Szathmáry, 1998). Esta forma de reproducción promueve una mayor diversidad genética comparada con la reproducción asexual (Kirkpatrick & Jenkins, 1989).

Las plantas son organismos eucariotas y son capaces de reproducirse de manera sexual (Raven et al., 2013). En plantas, la reproducción sexual ocurre durante la fase haploide, dentro del ciclo de alternancia de generaciones. Este ciclo incluye una generación haploide (fase sexual) y una diploide (fase asexual) (Raven et al., 2013).

En pteridofitas, esta alternancia es fácil de visualizar: la generación diploide, llamada esporofito, se lleva a cabo la meiosis para formar esporas, con carga genética haploide. Estas esporas, al germinar, producen la generación haploide, organismos fotosintéticos de vida libre pero de corta duración, llamados protalos. Los protalos masculinos liberan células espermáticas en un medio acuoso, mientras que los protalos femeninos los reciben. Cuando se lleva a cabo la fecundación, se genera un nuevo esporofito, cerrando el ciclo (Raven et al., 2013).

En espermatofitas, los gametofitos disminuyen su tamaño y dejan de ser fotosintéticos. Los granos de polen, constituyen la generación gametofítica masculina y son responsables de producir las células espermáticas. Por otro lado, los gametos femeninos, llamadas oosferas, están alojadas dentro del saco embrionario. Esta reducción en tamaño y el alojamiento en estructuras protectoras, como la pared polínica (para el polen) o dentro del ovario (para la oosfera), permitieron a las espermatofitas (gimnospermas y angiospermas) no depender de

factores como la humedad o la cercanía a otras plantas para reproducirse (Halbritter et al., 2018; Raven et al., 2013).

El proceso de producción de polen comienza en las anteras, en dónde las células generadoras de polen (microsporocitos) llevan a cabo un proceso de meiosis (Halbritter et al., 2018). Como resultado de esta división, se generan cuatro microsporos, cada uno recubierto de calosa y rodeado de células diploides del tapetum, las cuales las nutrirán y esculpirán la exina (Halbritter et al., 2018). Cuando comienza el proceso de gametogénesis, en donde se forma la vacuola y el núcleo, los microsporos son desplazados de su posición central y finalmente se convierten en granos de polen, los cuales pueden desprenderse los unos de los otros formando mónadas o mantenerse unidos formando poliadas (Halbritter et al., 2018).

Todos los granos de polen poseen una pared polínica, también llamado esporoderma, la cual actúa como barrera entre sus contenidos y el medio externo (Halbritter et al., 2018). Está compuesta por dos partes, la intina (parte interna) y la exina (parte externa). La intina es en su mayoría celulosa y pectina mientras que la exina está compuesta por esporopolenina, un biopolímero resistente a la degradación ambiental (Halbritter et al., 2018).

Dispuestas en la pared se encuentran interrupciones de las capas del polen, llamadas aperturas, las cuales funcionan como sitio de germinación del tubo polínico, estructura que permite el transporte de las células espermáticas al ovario (Furness & Rudall, 2004). El número de aperturas varía con cada especie y pueden ir de estar ausentes a tener más de 100 de estas en un solo grano. Esta variación en el número de aperturas guarda una relación con la velocidad de germinación y tiempo de vida del grano (Dajoz et al., 1991). Existen de tres distintos tipos: poros, aperturas circulares ubicadas en la región ecuatorial; surcos, aperturas longitudinales situadas en los polos; y colpos, aperturas longitudinales localizadas en la región ecuatorial. A los granos de polen que carecen de aperturas se les conoce como

inaperturados. Además de poseer un rol en la germinación del grano, las aperturas también tienen una función en la harmomegata, la habilidad de hidratación y deshidratación del grano (Halbritter et al., 2018).

En angiospermas, se considera a una apertura surcada como una plesiomorfía presente en miembros basales de este grupo, estando presente en la mayoría de las monocotiledóneas (Halbritter et al., 2018). Los granos poliaperturados aparecen posteriormente en distintos clados como una sinapomorfía, confiriendo a los granos más sitios de germinación (Halbritter et al., 2018), lo cual incrementa la velocidad de germinación (Dajoz et al., 1991).

A nivel de especie, la morfología puede variar entre distintos individuos e incluso en un mismo organismo. Una de cada tres familias posee un género o especie con variación en el número de aperturas (Dajoz et al., 1991). Esta variación en el número de aperturas les otorga estrategias que pueden ser empleadas de manera paralela: granos de polen con pocos sitios de germinación pero longevos y granos de polen con más sitios de germinación pero efímeros (Dajoz et al., 1991).

Para asegurar el transporte exitoso de polen, existen distintos mecanismos de polinización, estando estos clasificados en dos grandes grupos: la polinización biótica y la abiótica (Pacini, 1992). La polinización biótica es aquella llevada a cabo por animales, como lo son insectos (destacando los himenópteros), aves (como colibríes), mamíferos (murciélagos), entre otros (Pacini, 1992). La polinización abiótica es llevada a cabo por dos medios distintos, el aire (polinización anemófila) y el agua (polinización hidrófila) (Cook et al., 1982, Pacini, 1992).

La relación entre plantas y animales es tan antigua como las angiospermas primitivas, las cuales eran esencialmente entomófilas (Endress, 1994), es decir, requerían de insectos para completar el proceso de polinización. Actualmente, alrededor del 87% de las especies de angiospermas son polinizadas por animales (Ollerton et al., 2011). Debido a esta relación tan

estrecha con los polinizadores, han surgido adaptaciones para facilitar el proceso de polinización. Los colores y formas de las flores de muchas especies de plantas resultan llamativas para los polinizadores, facilitando que se realice una interacción (Miller et al., 2011). Las plantas ofrecen distintas recompensas, como polen rico en nutrientes, néctar y ceras (ZariMan et al., 2022), las cuales constituyen la base alimenticia de muchos polinizadores. El *pollenkitt*, una sustancia pegajosa compuesta por lípidos neutros, flavonoides, carotenoides, proteínas y polisacáridos, se adhiere fácilmente en contacto con el polinizador lo cual facilita el transporte de los granos de una flor a otra (Halbritter et al., 2018). Los granos de polen con ornamentación espinosa se adhieren a los polinizadores y a otros granos de polen (Tanaka et al., 2004), con un mecanismo similar al *velcro*. En orquídeas (Orchidaceae), varios granos de polen son transportados en una masa llamada másula, la cual permite fertilizar varios óvulos en una sola acción. Incluso, se tiene registro de la generación de polen "real" (viable) y polen rico en nutrientes, como lo es el caso de los pólenes de distinta composición generados por *Lagerstroemia indica* (Nepi et al., 2003). Las adaptaciones son muy variadas y reflejan las relaciones coevolutivas con sus polinizadores (Jardine et al., 2022)

La morfología polínica, si bien está sujeta a selección natural y sexual (Lynn et al., 2020, Tanaka et al., 2004), puede mantenerse constante durante millones de años, abriendo múltiples posibilidades de estudio (Halbritter et al., 2018). Por un lado, su análisis permite establecer relaciones filogenéticas entre especies tanto actuales como extintas, siendo especialmente valioso en campos como la paleobotánica y la paleoclimatología (Chevalier et al., 2020). Por otro lado, el estudio de la morfología polínica también facilita la comprensión de las interacciones entre polinizadores y plantas, mediante el análisis de la carga polínica de los polinizadores para identificar las especies vegetales que visitan (Armas-Quiñonez, 2020).

A nivel de familia, la morfología del polen puede ser de dos tipos, estenopalina, en donde los pólenes de diferentes especies de una familia comparten una morfología común (por ejemplo, Poaceae, Lamiaceae, Asclepiadaceae, Brassicaceae y Asteroidae) y euripalina, en donde existe una gran variación de morfologías dentro de una misma familia (Araceae y Acantaceae) (Halbritter et al., 2018).

Estudiar todas estas características morfológicas de manera detallada permite describir a las especies con fines taxonómicos, evolutivos y ecológicos. En este trabajo, utilizando microscopía óptica, se compilan las descripciones de los granos de polen de 62 especies de plantas del chaparral de las inmediaciones de la ciudad de Ensenada, Baja California, México.

II. ANTECEDENTES

Las regiones con clima mediterráneo poseen más del 20% de la diversidad de plantas del mundo ocupando tan solo el 5% de la superficie de la Tierra (Cowling et al., 1996). El chaparral es uno de los tipos de vegetación que se pueden encontrar en la provincia florística de California, la cual es la predominante en la zona mediterránea de Baja California (Delgadillo, 1992). Se define como vegetación esclerófila perenne de baja estatura encontrada entre el matorral costero y los bosques de coníferas (Delgadillo, 1992). Este tipo de vegetación no es exclusivo de la provincia florística de California, por lo que recibe diferentes nombres en otras partes del mundo, como *maquis* en Europa, *matorral* en Chile, *fynbos* en Sudáfrica y *kwongan* en Australia.

En Baja California, los trabajos de palinología descriptiva de vegetación de chaparral son escasos y no abarcan al ecosistema de manera integral. Los temas de estos trabajos son variados, aunque el más común de ellos es el de la descripción de grupos taxonómicos específicos (familias, tribus o subgéneros) para establecer relaciones filogenéticas.

En 1986, Elisens describió 12 especies de la tribu Antirrhineae, de los cuáles se incluyen *Antirrhinum coulterianum*, *A. nuttallinum*, *Gambelia speciosa*, *Mohavea confertiflora* y *Pseudorontium cyathiferum*. Dos de estas especies (del género *Sairocarpus* sp.) se pueden encontrar en el chaparral bajacaliforniano. En 1995, Núñez-Pérez realizó una descripción de los granos de polen de 13 especies del género (entonces subgénero) *Cylindropuntia*, generando una clave dicotómica para discernir a las especies del subgénero. Por su parte, Daniel (1997) realizó una descripción de 24 especies de 10 géneros de la familia Acanthaceae de California y Baja California, incluyendo la descripción de sus granos de polen utilizando microscopía electrónica de barrido. Un año más tarde, publicaría una descripción de los pólenes de 39 especies de la misma familia de México, utilizando muestras de 324 de las aproximadamente 400 especies presentes en el país.

Hong & Son (2009) realizó una comparación entre la morfología de dos géneros (*Pterostegia* y *Harfordia*) de la tribu Pterostegieae utilizando microscopía óptica y electrónica de barrido, con el objetivo de establecer relaciones filogenéticas entre ellas. Se descubrió que ambos géneros eran muy similares y que podían ser diferenciados al observar su tamaño y los patrones de sexina. Se destacó que la presencia de un infatectum granular puede ser considerado una sinapomorfía que demuestra relación cercana entre Pterostegieae y Eriogoneae.

En 2002, Lozano-García y colaboradores se llevó a cabo un estudio paleopalinológico en la Laguna Seca de San Felipe, Baja California. Este estudio identificó polen con una antigüedad estimada de 44,000 a 13,000 años, correspondiente a la glaciación de Würm mediana y tardía. Lograron identificar la presencia de altas concentraciones de polen perteneciente a vegetación montañosa y de chaparral. Esto contrasta con la vegetación actual del sitio, la cual es predominantemente desértica.

El trabajo más reciente en la región está enfocado en melisopalinología, en donde se describen las especies de plantas visitadas por *Apis mellifera* en el Valle de Mexicali (Alaniz-Gutierrez, 2017). Este trabajo menciona la presencia de los pólenes de algunos géneros también presentes en el chaparral como lo son *Adenostoma*, *Baccharis*, *Eriogonum*, *Quercus*, entre otros.

Los estudios que tratan la diversidad de polen de un ecosistema en particular son muy escasos. Recientemente, se ha propuesto comenzar a estudiar al polen ambiental debido a su importancia como un elemento vital de los ecosistemas y de gran relevancia para los humanos y el desarrollo sostenible (Hornick et al., 2022).

III.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo es la morfología del polen de las plantas entomófilas del chaparral de Baja California?

III.2 HIPÓTESIS

Los granos de polen de distintas especies de plantas del chaparral presentarán morfologías distintas.

III.3 OBJETIVO GENERAL

Describir las características morfológicas del polen de plantas entomófilas presentes en el chaparral costero de Ensenada, Baja California, a través de técnicas especializadas de laboratorio, que sirva de base para la identificación y determinación de especies de flora a través de la morfología comparada y contribuya a un mejor entendimiento de la heterogeneidad florística de este ecosistema.

III.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las técnicas de procesamiento de polen a través de preparaciones semi-permanentes y microscopía óptica.
- Describir las características particulares polínicas de las especies de flora seleccionadas.
- Proveer de un catálogo polínico de las especies de flora representativas del chaparral costero.

IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Baja California (BC) está ubicado en la península del mismo nombre, en el extremo noroeste de México. Colinda al norte con Estados Unidos, al este con el Golfo de California, al sur con el estado de Baja California Sur y al oeste con el Océano Pacífico. Se ubica entre los meridianos 112° y 117° longitud Oeste y los paralelos 28° y 32° latitud Norte (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2022). En BC, se puede encontrar una diversidad de ecosistemas que propician el crecimiento de distintos tipos de vegetación, de las cuales destaca la vegetación mediterránea. Esta región está compuesta por vegetación de matorral costero, chaparral y bosques de coníferas, en las sierras de Juárez y San Pedro Martir (Delgadillo, 1992). El clima en esta área se caracteriza por inviernos templados y veranos secos y cálidos. La lluvia es escasa, generalmente de entre los 100 y 300 mm de precipitación anuales, presentándose entre los meses de septiembre a febrero.

La vegetación de chaparral se limita al noroeste de BC, exceptuando secciones de la zona costera. El chaparral se caracteriza por arbustos de baja estatura que colindan con el occidente de las serranías de California y Baja California. Por su parte, de acuerdo con su ubicación, el chaparral se subdivide en cuatro tipos (i.e., costero, desértico, montañoso e

isleño), siendo el costero el objeto de este estudio (Delgadillo 1992). El chaparral costero se encuentra desde la línea internacional hasta el poblado de Colonet, con una altitud de 20 hasta 500 m.s.n.m. y de la línea costera hasta los 25 km tierra adentro. Este tipo de vegetación está sometido a condiciones climáticas similares a las del matorral costero, llegando a compartir distintos taxones (Delgadillo, 1992). La vegetación predominante es el chamizo (*Adenostoma fasciculatum*), acompañado por otras especies arbustivas como *Ceanothus* spp., *Arctostaphylos* spp., *Rhus* spp. y especies del matorral costero como *Malosma laurina*, *Aesculus parryi* y *Eriogonum fasciculatum* (Delgadillo, 1992).

Un factor determinante en las dinámicas ecológicas de este ecosistema es el fuego. Se estima que comenzó a tener mayor influencia en la zona después del cuaternario tardío, debido a la orogénesis de las laderas que incrementaron notablemente la frecuencia de los incendios, dando forma al chaparral que conocemos en nuestra época (Axelrod, 1989).

El origen natural de los incendios proviene de la caída de rayos, especialmente en altitudes altas, lejos de la costa. Recientemente, las actividades humanas han propiciado un incremento en la frecuencia de estos (Keeley & Keeley, 1982). La alternancia de inviernos húmedos y veranos secos, la continuidad de la vegetación, la exposición de ladera y el tiempo transcurrido desde el último incendio son factores que favorecen la ocurrencia de los incendios (Bowman et al., 2009).

La fauna del chaparral es variada y rica, y de entre los cuales se encuentran distintas especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, e invertebrados (Jennings, 2018). Con respecto a los visitantes florales, se han reportado 728 especies de abejas en la península, de las cuales se han reportado 613 solo en el estado de BC (de Pedro, 2024). Dicha riqueza posiciona a BC como el estado con mayor número de especies de México y una de las regiones con mayor potencial de biodiversidad de abejas en el mundo (Ayala et al., 1998; Orr et al, 2021).

V. MÉTODOS

Con el fin de caracterizar la diversidad polínica de la región, se realizó un muestreo de flores de manera simultánea con el trabajo de Castañeda-González y colaboradores (2024). Las muestras fueron tomadas durante la primavera temprana, entre el 19 de abril y el 13 de mayo del 2022 en los sitios de la Tabla 1. Se cortaron flores que tuvieran estambres en anthesis y se colocaron en bolsas de papel estrasa. Se identificaron y etiquetaron para su posterior manipulación. Para evitar la propagación de organismos patógenos, las muestras se secaron en el horno a 70°C durante 48 horas continuas, para después almacenar a 4°C por 10 días.

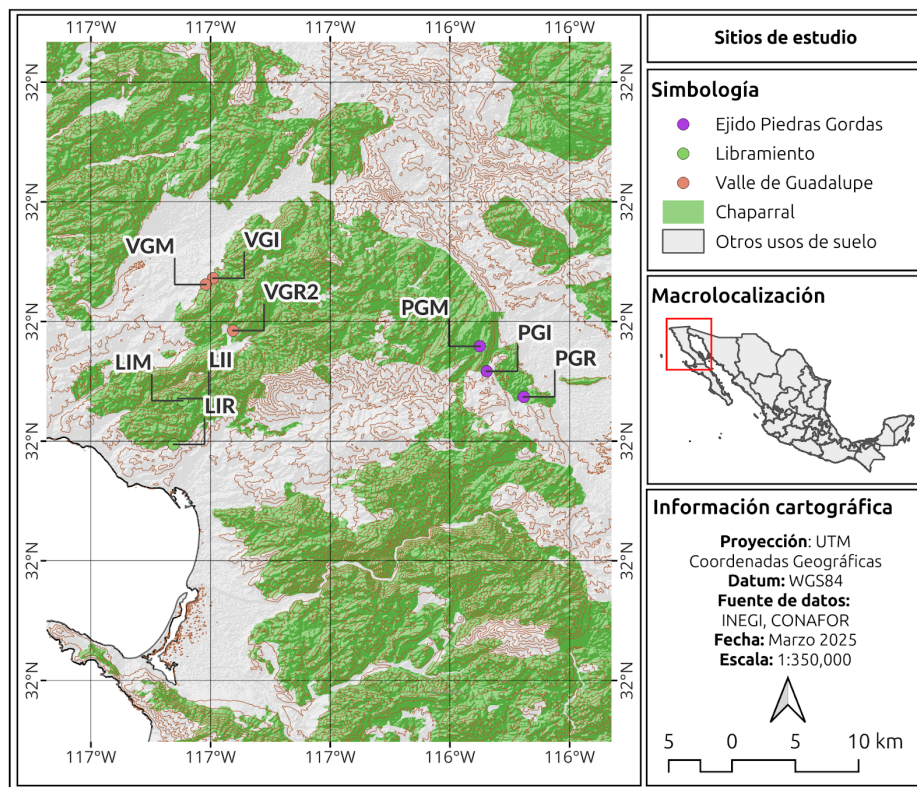


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo. Cada punto indica el sitio de muestreo. La localidad Valle de Guadalupe (VG) se indica en naranja, Libramiento (LI) en verde y Piedras Gordas (PG) con azul. Las siglas corresponden con los sitios de muestreo, siendo Valle de Guadalupe (VG), Libramiento (LI), y Piedras Gordas (PG) I = Intermedia M = Maduro R= Recién incendiado.

Tabla 1. Ubicación y características ecológicas de los sitios de estudio. Extraído de Castañeda-González et al., 2024.

Localidad	Sitio de muestreo	Estado de sucesión ecológica	Nombre del Sitio	Año de incendio	Elevación (m.s.n.m.)	Coordenadas (WGS, 84)	Año de muestreo
VG	Rancho Bakarta	Reciente	VGR2	2021	381	31.9923, -116.5811	2022
	El Mogor	Intermedio	VGI	2010	346	32.0361, -116.5978	2022
	El Mogor	Maduro	VGM	1989	404	32.0308, -116.604	2022
LI	Terranova	Reciente	LIR	2020	210	31.8972, -116.6308	2022
	Rancho Los Pinales	Intermedio	LII	2003	494	31.9355, -116.6274	2022
	Rancho Los Pinales	Maduro	LIM	> 1980	449	31.9337, -116.6233	2022
PG	Piedras Gordas	Reciente	PGR	2019	714	31.9369, -116.3383	2022
	Piedras Gordas	Intermedio	PGI	2005	891	31.9583, -116.3692	2022
	Piedras Gordas	Maduro	PGM	> 1980	894	31.9792, -116.3750	2022

Nota. Todos los muestreo fueron realizados en primavera.

La vegetación de los sitios varía de acuerdo a su estado de sucesión, con una dominancia de plantas herbáceas de vida corta en sitios recién incendiados (Rundel, 2018). Estas plantas herbáceas anuales o bienales, como *Eschscholzia californica* o *Dichelostemma capitatum*, aprovechan la disponibilidad de luz y riqueza de nutrientes del suelo para crecer y generar semillas, las cuales se almacenan en el suelo, permaneciendo en dormancia hasta el próximo incendio. Con el paso de algunos años, los arbustos esclerófilos como *Adenostoma* spp. o *Ceanothus* spp. comienzan a brotar, ya sea desde su germinación a partir de semillas o por crecimiento vegetativo de organismos que sobrevivieron a los incendios (Delgadillo, 1992) completando así el dosel característico del chaparral.

V.1 Enumeración de variables

Para describir los caracteres morfológicos de los pólenes, se describieron con base en las siguientes variables, de acuerdo con Halbritter y colaboradores (2018) (Tabla 2).

Tabla 2. Rasgos morfológicos descriptibles con microscopía óptica.

Nombre de la variable	Descripción / Categoría
Unidad de dispersión	<ul style="list-style-type: none"> ● Mónada ● Tetrada ● Poliada
Diámetro polar	En micrómetros. Distancia de polo a polo. Tomada desde la vista ecuatorial. Esta medida será tomada en granos de polen hidratados.
Diámetro ecuatorial	En micrómetros. Tomada desde la vista ecuatorial.
Relación diámetro polar/diámetro ecuatorial (P:E)	Proporción. Medida del diámetro polar sobre el diámetro ecuatorial.
Forma polar	<ul style="list-style-type: none"> ● Circular ● Elíptica ● Triangular <ul style="list-style-type: none"> ○ Convexa

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cóncava ○ Recta ● Cuadrangular ● Pentagonal ● Hexagonal ● Lobulada <ul style="list-style-type: none"> ○ Trilobulada ○ Tetralobulada ○ Pentalobulada ● Otra
Forma ecuatorial	<ul style="list-style-type: none"> ● Oblata ● Suboblata ● Circular ● Subprolada ● Prolada ● Perprolada ● Rectangular <ul style="list-style-type: none"> ○ Alta ○ Ancha ● Romboidal <ul style="list-style-type: none"> ○ Alta ○ Ancha ● Otra
Polaridad	<ul style="list-style-type: none"> ● Isopolar ● Heteropolar Apolar
Tipo de aperturas	<ul style="list-style-type: none"> ● Colpada ● Porada ● Colpoporada ● Surcada ● Inaperturada
Número de aperturas	Se registra el número de aperturas observadas en toda la superficie del polen. Se anota >10 en especies que cuenten con más de 10 aperturas.
Variación en el número de aperturas	En caso de que una misma especie presente una variación en el número de aperturas, se anotarán todos los tipos de aperturas encontradas.
Posición de aperturas	<ul style="list-style-type: none"> ● Esquina ● Punto medio
Alcance de colpos	Fracción de los meridianos que son cubiertos por los colpos.
Ápice del colpo	<ul style="list-style-type: none"> ● Agudo ● Obtuso

Opérculo del colpo	<ul style="list-style-type: none"> ● Presente ● Ausente
Margo en colpo	<ul style="list-style-type: none"> ● Presente ● Ausente
Annulus alrededor del poro	<ul style="list-style-type: none"> ● Presente ● Ausente
Relación colpo-poro (en pólenes colporados)	<ul style="list-style-type: none"> ● Colpo dividido por poro ● Colpo intersectando poro ● Poro dentro de colpo ● Colpo linear con constricción dentro de poro inconspicuo ● Colpo constreñido con poro inconspicuo ● Colpo constreñido dividido por poro ● Colpo constreñido con poro intersectante ● Colpo delgado extendido alrededor de poro ● Margo en incremento dividido por poro.
Tamaño de aperturas	En especies con morfología similar, se registra altura y ancho de las aperturas.
Ornamentación	<ul style="list-style-type: none"> ● Baculada ● Escudada ● Patrón de crotón ● Claviforme ● Espinosa ● Fosulada ● Foveolada ● Brocada <ul style="list-style-type: none"> ○ Heterobrocada ○ Homobrocada ● Granulada ● Lofada/lacunada ● Plicada ● Psilada/Suave ● Reticulada <ul style="list-style-type: none"> ○ Bireticulada ○ Reticulada cristada ● Estriada <ul style="list-style-type: none"> ○ Estriadoreticulada ● Escabrosa ● Verrugada
Ornamentación secundaria	Se anota si existe alguna ornamentación de menor tamaño que la principal.
Tamaño de ornamentación	En el caso de polen con ornamentación equidada, se registra el tamaño promedio de las protuberancias.
Comentario de	Se registran particularidades de la ornamentación con el fin de

ornamentación	facilitar la diferenciación entre las especies. Se registra supraescultura y ornamentación secundaria en caso de estar presente.
Uniformidad de la pared	<ul style="list-style-type: none"> ● Uniforme ● No uniforme
Tamaño	<ul style="list-style-type: none"> ● Muy pequeña: <10 μm ● Pequeña: 10 - 25 μm ● Mediana: 50 - 100 μm ● Grande: 50 - 100 μm ● Muy grande: 100 - 200 μm ● Gigante: >200 μm
Otras estructuras de la pared polínica	<ul style="list-style-type: none"> ● Pollenkitt ● Cuerpos de ubisch ● Fibras de viscina

V.2 Elaboración del catálogo de polen

Para la caracterización adecuada del polen, es necesario el uso de varias técnicas de microscopía que permitan observar distintas características distintivas. Las técnicas comúnmente utilizadas son la microscopía óptica, para observaciones generales sobre las aperturas, tamaño y clase del polen; microscopía electrónica de barrido, para describir la ornamentación y detalles finos de la escultura del grano y microscopía electrónica de transferencia, para observar las distintas capas de la pared polínica (Halbritter et al., 2018).

Para crear el catálogo de pólenes del chaparral, se utilizó el medio de Beattie (Kearns & Inouye, 1993) una preparación de gelatina de glicerina, adicionada con fucsina (30 ml glicerina, 7 g grenetina Duché®, 0.5 g fucsina y 35 ml de agua destilada). Para la obtención del polen, se utilizó un cubo de 2 mm³ del medio de Beattie, el cual se presionó contra las anteras del espécimen de manera que se adhieran los granos de polen a la misma. La gelatina con polen adherido se colocó sobre un portaobjetos y se dejó sobre una plancha de calentamiento a una temperatura de ~40°C, hasta derretirse. Una vez derretido, se colocó un cubreobjetos y se selló la muestra con esmalte.

Se colocaron las preparaciones en el microscopio Nikon Eclipse e200, y, con ayuda de una cámara Infinity 1 de Lumenera(R), se tomaron microfotografías de los granos de polen. Para mayor precisión, se tomaron fotografías a distintos enfoques, así como un video Z-stack con el objetivo 40X y/o 100X, dependiendo del tamaño del espécimen y sus detalles. En los pólenes con simetría radial, se capturan tanto la cara polar como la ecuatorial. En los pólenes con simetría bilateral, se registraron las caras polar distal y proximal, así como las caras ecuatoriales corta y larga.

Para documentar los granos de polen desde diferentes perspectivas, los videos de Z-stack (Jurabe-Martínez et al., 2017) se procesaron segmentándolos en 20 fotogramas. Este procedimiento se llevó a cabo mediante un script en Bash, utilizando la paquetería FFmpeg 7.0 'Dijkstra'. Las microfotografías y videos Z-stack se organizaron en una base de datos con la información siguiente: especie, microscopio y magnificación utilizada, fecha de toma de fotografía y parámetros descritos.

V.3 Descripción de especies

Se elaboró una tabla complementaria en la que se registraron, para cada especie, las características enumeradas en la Tabla 2. Posteriormente, se redactó un párrafo descriptivo para cada especie, mencionando todas aquellas características que se lograron describir, siguiendo la estructura de Daniel (1998). Además, se incluyeron cuatro microfotografías por especie: dos en vista ecuatorial y dos en vista polar. Tanto en la vista ecuatorial como en la vista polar, se tomó una imagen con un enfoque intermedio para mostrar las capas del tectum y otra con un enfoque extremo para resaltar los elementos esculturales y las aperturas de la pared polínica. Se añadieron imágenes adicionales en los casos en que hubieron polimorfismos, como en el número de aperturas, o se quiso destacar alguna característica. Para determinar la clase de ornamentación en los pólenes, se utilizó “Lux

Obscuritas-analysis”, el cual permite diferenciar elementos escultóricos elevados de los hundidos (Erdtman, 1969).

V.4 Conteo de número aproximado de especies

Se elaboró un listado de la vegetación de chaparral a partir de una base de datos de observaciones de plantas del estado de Baja California. Para delimitar las especies asociadas al chaparral, se empleó el software de sistemas de información geográfica QGIS 3.40 ‘Bratislava’ (QGIS.org, 2024). Con esta herramienta, se realizó un recorte geoespacial de observaciones de plantas de Baja California, obtenidas de GBIF (2024), que se encuentren dentro de los polígonos clasificados como "Chaparral", según la capa vectorial de uso de suelo y vegetación Serie VII de la Comisión Nacional Forestal (2022).

V.5 Análisis estadísticos

Para evaluar la distribución de las características morfológicas del polen y analizar su variabilidad entre las especies estudiadas, se realizaron pruebas estadísticas en R (R Core Team, 2024). Todos los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y pruebas de normalidad.

Se evaluó la distribución de las medidas morfológicas del polen utilizando histogramas y diagramas de caja. Para determinar si los datos seguían una distribución normal, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk. Para explorar la variabilidad del tamaño del polen entre los órdenes botánicos, se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (rango intercuartílico).

Se generaron diagramas de caja para visualizar diferencias en el tamaño de los granos de polen entre los órdenes, ordenados alfabéticamente para facilitar la interpretación.

Se determinó la frecuencia relativa de los tipos morfológicos del polen y de la ornamentación. Estos datos fueron representados en gráficos de barras para facilitar su visualización.

Se evaluó la relación entre el tamaño ecuatorial de los granos de polen y la clasificación taxonómica de las especies, utilizando estadística descriptiva. Se identificaron los órdenes con los valores extremos de tamaño y se comparó la variabilidad dentro de cada grupo.

Todos los análisis se realizaron en R (R Core Team, 2024), utilizando paquetes especializados para visualización de datos y pruebas estadísticas, incluyendo ggplot2 (Wickham, 2016) para la generación de figuras.

VI. RESULTADOS

En total, se describió el polen de 62 especies de plantas que corresponden a 55 géneros de 30 familias y 19 órdenes (Anexo 1). De estas especies, solo 6 ya contaban con una descripción previa (Alaniz-Gutiérrez, 2017, Halbritter y Auer, 2020, Halbritter y Auer, 2021, Hong et al., 1998). Estas especies representan un 3.0% de las 2,046 especies de plantas encontradas en el chaparral bajacaliforniano (GBIF, 2024).

Se representan 54 géneros de 799 presentes en la región (6.75%), el 16.0% de las 187 familias y el 26.0% de los 73 órdenes (GBIF, 2024). Un listado completo de las especies descritas en este trabajo se encuentra en el Anexo 1.

Se procesaron 128 muestras de polen en total, de las cuales solo 62 fueron exitosas (48.3%). Este porcentaje de éxito se atribuye a diversos factores, como (1) la ausencia de polen en las anteras (disección anterior a la anthesis), (2) el bajo volumen de polen en la muestra y (3) la contaminación por otras fuentes.

VI.1 Características de la flora analizada

El orden mejor descrito fueron los Asterales, con 10 especies descritas (17.8% del total), seguido por los Boraginales y los Lamiales, con siete especies descritas cada uno (10.7%) (Figura 2).

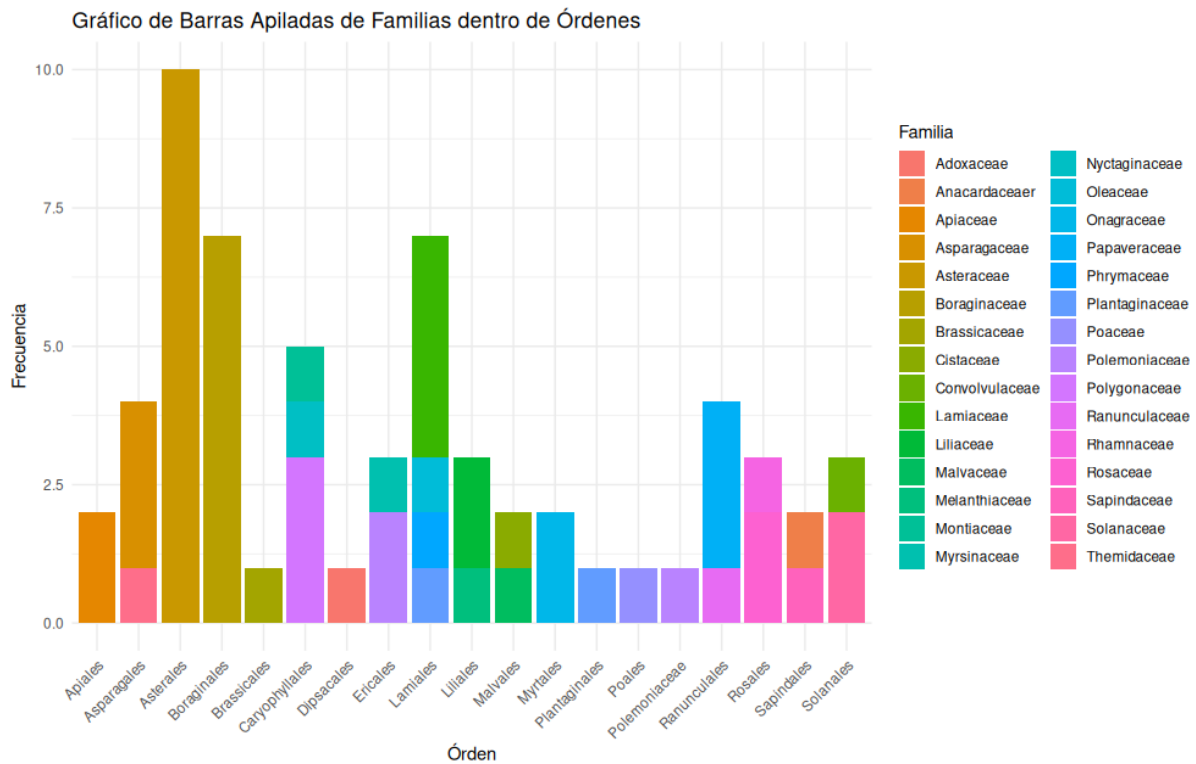


Figura 2. Gráfico de barras apiladas de familias dentro de órdenes. Cada color representa una familia diferente.

El hábito más frecuente fue el herbáceo anual, representado por 30 especies, lo que equivale al 48.3% del total. Le sigue el hábito arbustivo, con 19 especies (30.6%), y el herbáceo perenne, con 11 especies (17.7%). Finalmente, los hábitos herbáceo bienal y arborescente estuvieron representados por una sola especie cada uno, lo que corresponde al 1.6% del total en cada caso. Estas estadísticas pueden ser explicadas por la naturaleza de los sitios estudiados, ya que las muestras de flores fueron recolectadas en sitios con incendios recientes.

VI.2 Características morfológicas del polen

Todos los granos estudiados presentaron una dispersión por mónadas. No se encontró ninguna especie que se disperse en forma de diada, tétrada, poliada, másula, pollinium o pollinarium.

VI.2.1 Tipo morfológico

El tipo morfológico más común en los pólenes fue el tricolporado, presente en 27 especies (43.5%). Le siguió la morfología sulcada, con 7 especies (11.2%), y luego las morfologías tricolpada y periporada, con 6 especies cada una (9.6%). La morfología menos frecuente fue la ulcerada, encontrada en solo una especie (1.61%) (Figura 3).

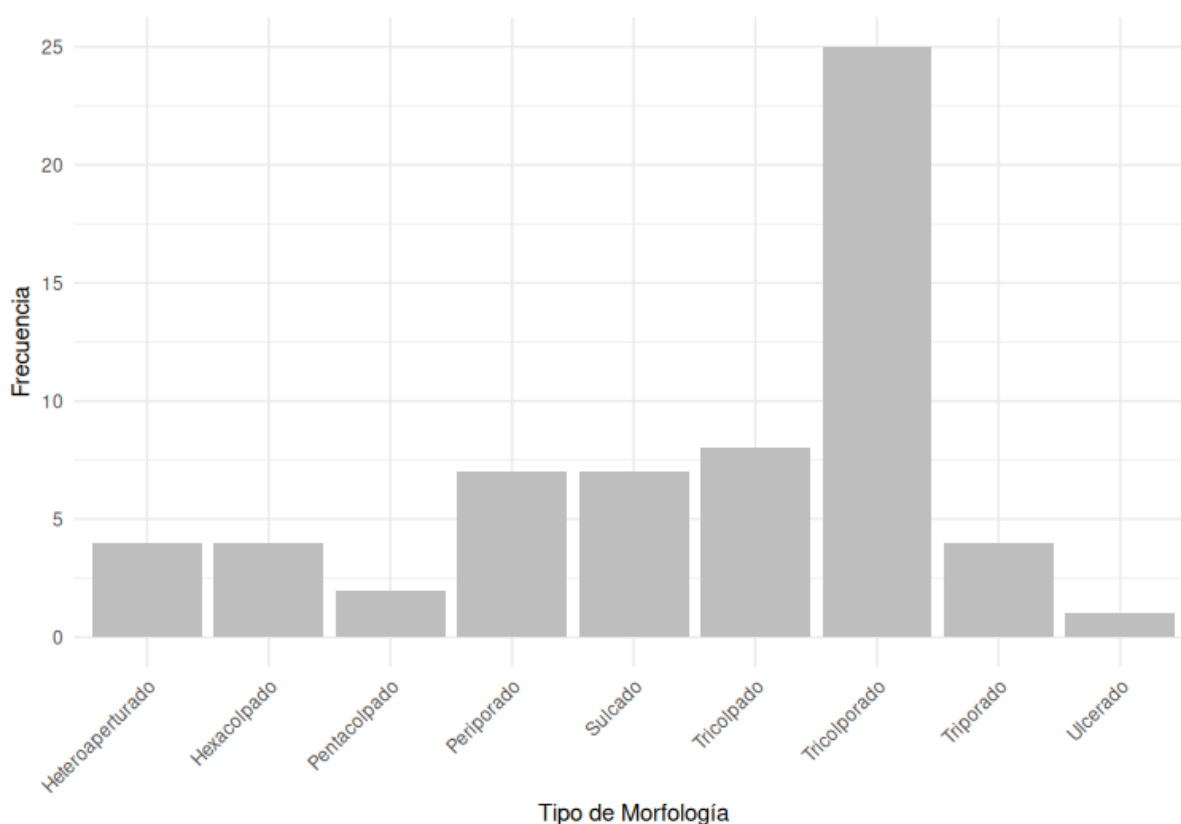


Figura 3. Frecuencia de los tipos morfológicos observados

VI.2.2 Ornamentación y otros elementos externos

La ornamentación más común en los pólenes fue la granulada, presente en 18 especies (29.0%). Le siguió ornamentación reticulada, con 12 especies (19.3%), y luego la ornamentación perforada con nueve especies (14.5%). Las ornamentaciones menos frecuentes fueron la lofada y la verruga, encontradas en una especie cada una (1.61%). Se describieron tres especies con ornamentación escabrosa (4.8% del total), debido a que la ornamentación real no pudo ser definida con el uso de microscopía óptica (Figura 4).

De los pólenes estudiados, ocho (12.9%) presentaron pollenkitt, dos (3.22%) presentaron hilos de viscina y ninguno presentó cuerpos de ubisch.

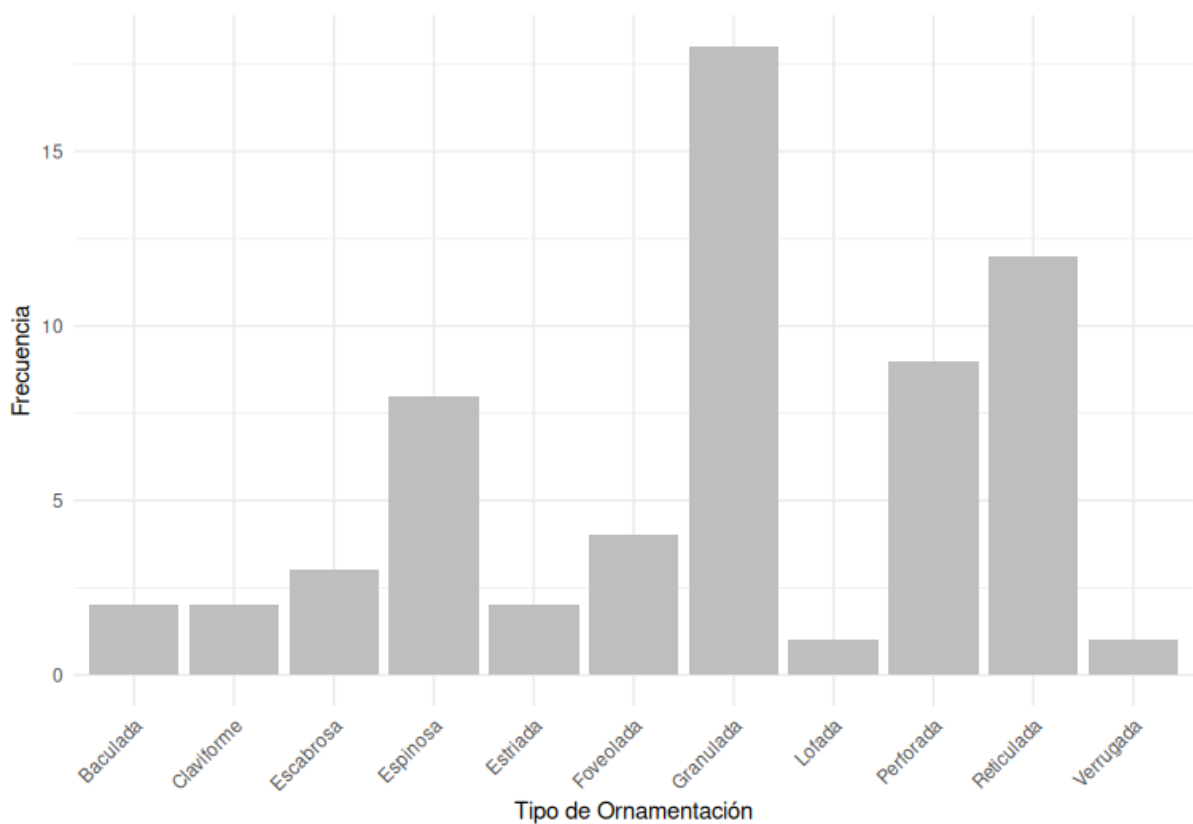


Figura 4. Frecuencia de tipos de ornamentación observados.

VI.2.3 Morfometría

La relación medida polar a medida ecuatorial (P:E) mediana fue de 0.945, indicando una morfología más o menos esférica en la mayoría de los granos de polen (Figura X). La relación mínima fue de 0.32 mientras que la máxima de 1.58. La distribución de las mediciones no siguió una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk ($W = 0.92719$, $p < 0.005$).

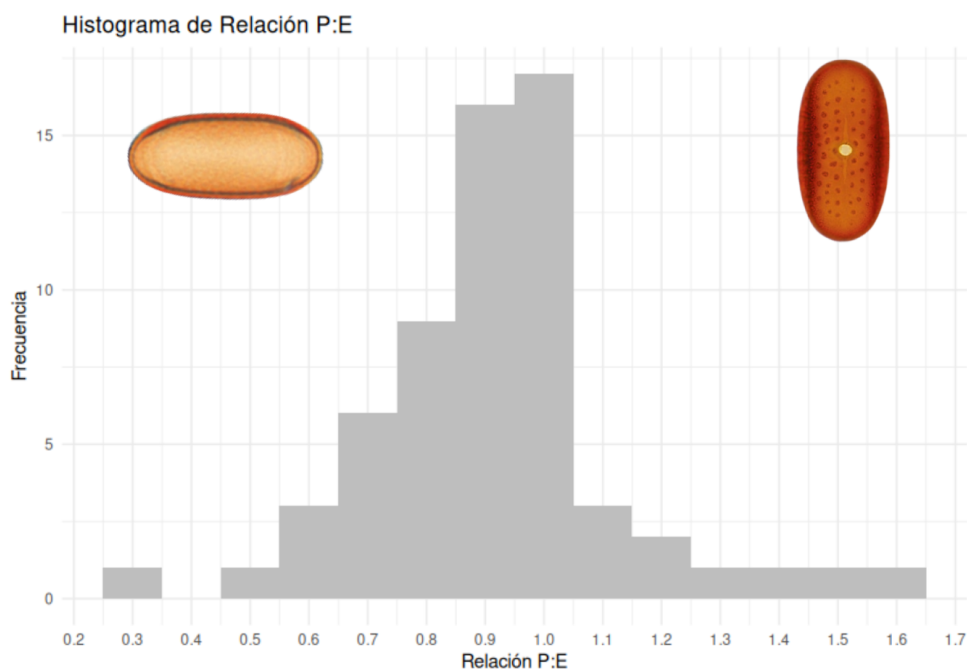


Figura 5. Histograma del cociente de la medida polar y la medida ecuatorial (P:E)

La medida ecuatorial (con la cual se calcula la medida del grano del polen) tuvo una mediana de $27.42 \mu\text{m}$ y un rango intercuartílico de 19.3 , con valores que oscilan entre $12.0 \mu\text{m}$ (*Daucus pusillus*) hasta $112.0 \mu\text{m}$ (*Mirabilis laevis var. crassifolia*). La distribución de las mediciones no siguió una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk ($W = 0.7992$, $p < 0.005$).

Siguiendo la clasificación de Erdtman (1945), el tamaño de grano más común fue el mediano, con 32 especies descritas (51.61%), seguido de un tamaño pequeño, con 26 especies (41.9%), tres de tamaño grande (4.8%) y solo un polen de tamaño muy grande (1.61%).

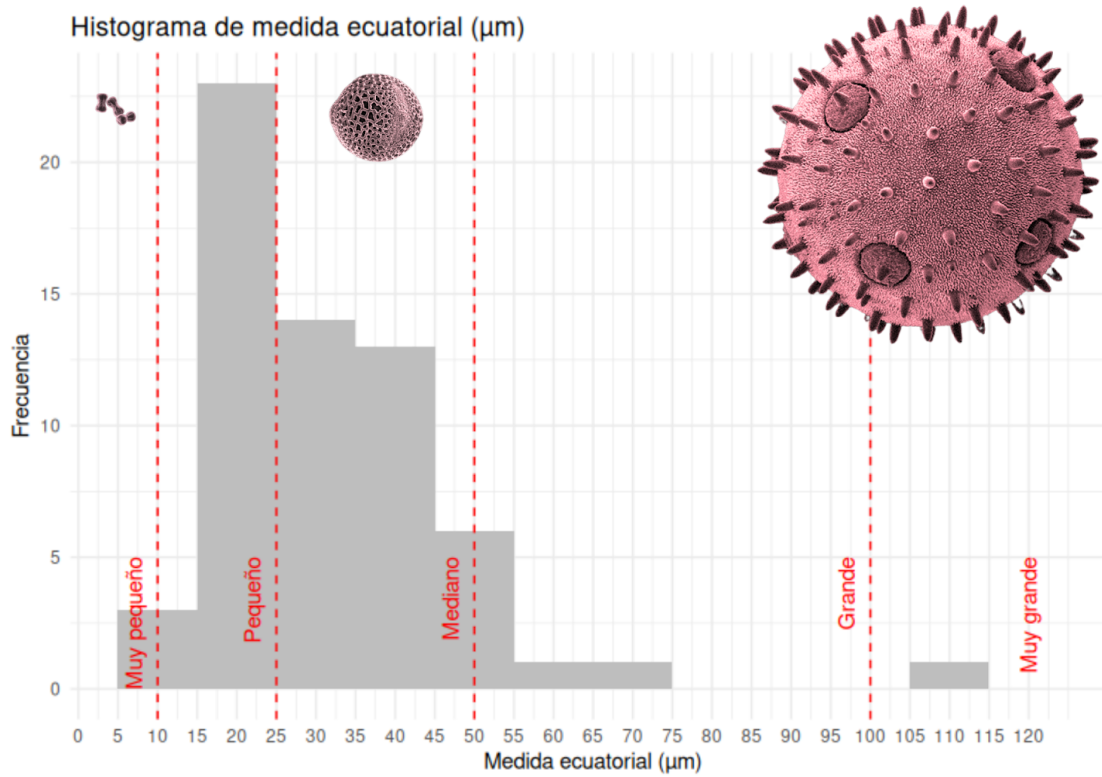


Figura 6. Histograma de la medida ecuatorial de los pólenes estudiados (µm). Las líneas punteadas rojas indican las categorías de tamaño según Erdtman (1945).

Por orden, el grupo con granos de polen más grande fueron los Liliales, con un tamaño promedio de 47.21 ± 9.4 , mientras que el orden con los granos de polen con menor tamaño fueron los Dipsicales, con un solo registro de $16.88 \mu\text{m}$ (Figura).

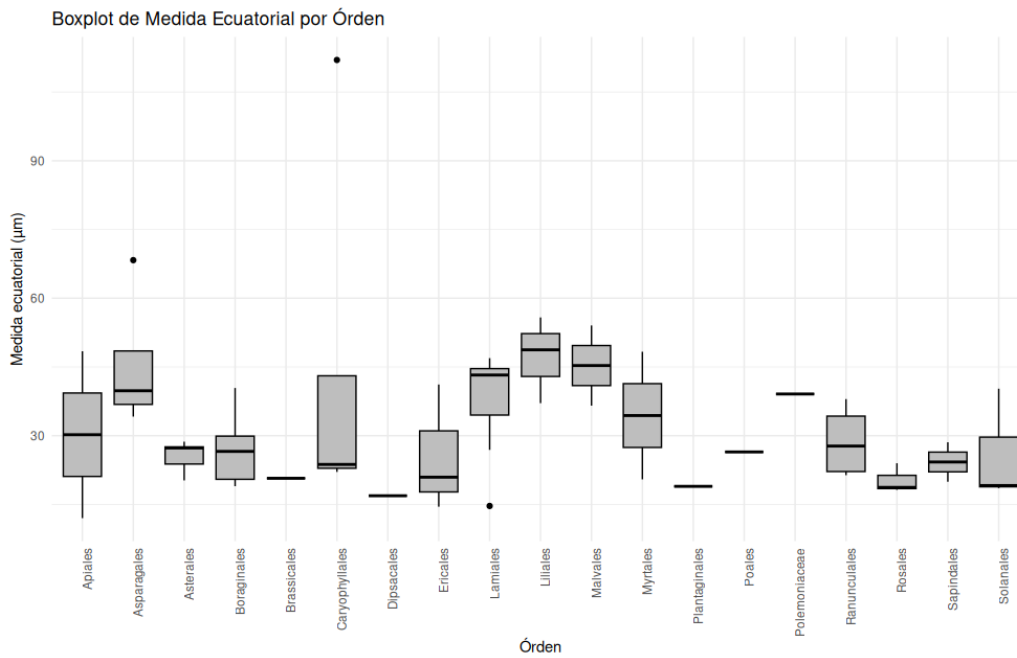


Figura 7. Diagramas de caja de tamaño de medida ecuatorial de los órdenes estudiados. Ordenados alfabéticamente.

VI.3 Acceso a datos

Las imágenes y videos recopilados están disponibles en este enlace de [Google Drive](#). Para mayor comodidad, se incluye un código QR que puede ser escaneado (Figura 8). Asimismo, se proporciona acceso a la tabla de características morfológicas de los pólenes descritos a través del siguiente enlace a [Google Drive](#). También se ha generado un código QR para facilitar su consulta. En el Anexo 2, se presentan las descripciones de las especies estudiadas, ordenadas taxonómicamente.



Figura 8. Códigos QR de acceso a datos. Izquierda. Código QR con acceso al catálogo palinológico. Derecha. Código QR con acceso a tabla de caracteres morfológicos descritos por especie.

VII. DISCUSIONES

El presente trabajo es el primero en describir la morfología del polen de 57 especies de plantas. Las únicas especies descritas con anterioridad son *A. fasciculatum*, *E. fasciculatum* (Alaniz-Gutiérrez, 2017), *R. raphaniastrum* (Halbritter y Auer, 2021), *S. nigra ssp. cerulea* (Halbritter y Auer, 2020) y *P. drymarioides* (Hong et al., 1998). Anteriormente, se habían descrito 30 especies de los géneros estudiados en este trabajo, la mayoría de estos de especies encontradas en Europa (Society for the Promotion of Palynological Research in Austria [AutPal], 2025).

La descripción de las 62 especies de pólenes presentes en este trabajo representan una contribución significativa para el conocimiento de la biodiversidad regional. Este trabajo descriptivo abre la puerta a distintos tipos de investigación. Debido a que en su mayoría, se trata con especies de plantas zoófilas, se pueden conocer las especies visitadas por polinizadores observando su carga polínica (Armas-Quiñonez, 2020; Fang et al., 2024). Asimismo, esta contribución puede sumar a distintos estudios paleopalinológicos, en donde

se compare la composición actual de la vegetación de chaparral con polen en depósitos sedimentarios, similar al trabajo de Lozano-García y colaboradores (2002). Además, la caracterización del origen de las mieles por medio de la identificación del polen presente en ellas ha sumado relevancia para el sector apícola (Alaniz-Gutiérrez, 2017).

Debido a que la morfología polínica está sometida a menores presiones evolutivas que su contraparte diploide, esta permanece relativamente inalterada por más tiempo comparada con la del esporofito. Autores como Daniel (1998) describen la morfología del polen a nivel de género y no especie debido a la baja variabilidad en la morfología en este nivel taxonómico. Con esto en mente, es posible dar identidad a especies cuyo género esté representado en el catálogo, aunque se aconseja precaución con familias euripalinas, como lo son Acanthaceae y Araceae (Harley y Baker, 2001).

La ornamentación espinosa fue casi exclusiva de los Asterales, siendo la única excepción *Malacothamnus foliosus* del orden de los malvales. Se reconoce el papel de esta ornamentación como facilitadora del proceso de polinización, esto debido a su capacidad de adhesión a los polinizadores, en especial a las corbículas de algunas abejas (Konzmann et al., 2019). Este factor se suma a que se ha documentado que los principales polinizadores para los asterales son las abejas y las mariposas (Vogel, 2015)

El tamaño promedio de los granos fue de $31.86 \pm 15.75 \mu\text{m}$. Este tamaño, considerado de pequeño a mediano por Kearns & Inouye (1993) es ideal para ser transportado por una gran variedad de abejas en sus corbículas, debido a que estos tamaños coinciden con el espacio entre los pelos de estas (Konzmann et al., 2019). Una gran excepción a esta media fue *Mirabilis laevis* var. *crassifolia*, de $112 \mu\text{m}$ de diámetro, perteneciente a un género conocido por poseer granos de pólenes excepcionalmente grandes (Kearns & Inouye, 1993) y que podría poseer un modo de polinización similar al descrito por Konzmann y colaboradores

(2019), en donde pólenes de grandes dimensiones son colectados de manera incidental por especies nectaríferas que no buscan la colecta de polen. Un estudio caso por caso podría correlacionar el tamaño de los granos con el tamaño de los espacios disponibles en las corbículas de los polinizadores.

Se registró la presencia y ausencia de pseudocolpos en diversos miembros de la familia Boraginaceae, documentado anteriormente por Halbritter et al. (2018). En particular, estos pseudocolpos están ausentes en *Emmenanthe penduliflora*, *Eriodictyon sessilifolium* y *Phacelia brachyloba*, mientras que se encuentran presentes en *Amsinckia menziesii*, *Phacelia distans* y *Phacelia grandiflora*. Esto sugiere que podría tratarse de un carácter plesiomórfico perdido en las tres primeras especies. Si bien estas plesiomorfias pueden contribuir al establecimiento de relaciones filogenéticas, los avances en genética han proporcionado herramientas más precisas para su análisis (Zou et al., 2024).

Las monocotiledóneas presentaron tipos morfológicos diferentes a los de las dicotiledóneas: seis especies mostraron una morfología sulcada y una presentó una morfología ulcerada. Esto concuerda con lo descrito por Nadot et al. (2006), quienes señalan que la morfología sulcada es una plesiomorfía en angiospermas basales. Además, mencionan que la morfología tricolporada es exclusiva de las eudicotiledóneas, lo cual coincide con los resultados de este estudio.

De acuerdo con Dajoz (1991), una en cada 3 familias presenta géneros o especies con variación en el número de aperturas (33%). Este hecho contrasta con lo obtenido en este trabajo, en donde solo la especie *Bahiopsis laciniata* presentó polimorfismo en el número de aperturas, lo cual representa a solo una familia de las 22 que fueron estudiadas (4.5%). Una búsqueda más exhaustiva en otros individuos de la misma especie podría revelar más de estos polimorfismos, acercando más el porcentaje a uno de cada tres.

La morfología del polen se estudia mediante diversas herramientas, como la microscopía óptica y la microscopía electrónica. En general, la microscopía electrónica permite observar detalles clave, como las capas de la pared polínica (tectum, infratectum, capa basal, endexina e intina) y estructuras de tamaño menor a un micrómetro (Halbritter et al., 2018). Aunque la microscopía óptica dificulta la visualización de estructuras más pequeñas, lo que limita la cantidad de caracteres descriptibles por especie, sigue siendo útil para observar rasgos generales como la ornamentación, el tipo morfológico y las dimensiones del polen, entre otras características analizadas en este estudio.

Un carácter que sólo puede ser descrito de manera adecuada con microscopía electrónica es la ornamentación. En el presente trabajo, tres de las especies descritas presentan una ornamentación escabrosa, un término acuñado para su uso específico en microscopía óptica para definir superficies con dicha apariencia, pero que puede poseer elementos escultóricos solo identificables con otra técnica de microscopía. En este caso, es aconsejable que, para futuros trabajos, se haga uso de otras técnicas de microscopía para obtener la mayor resolución posible.

Si bien el medio de Beattie representa una forma rápida de procesar polen para ser visualizado en el microscopio óptico, éste método no permite la observación clara de la exina y sus características, las cuales poseen importancia taxonómica (Halbritter et al., 2018). Una mejor alternativa es el proceso de acetólisis (Erdtman, 1960), un proceso en donde, utilizando un ácido fuerte (ácido sulfúrico) se remueve el contenido celular y la intina. Halbritter y colaboradores (2018) sugieren un procedimiento reducido y más rápido de la acetólisis, la cual consiste en llevar a cabo las reacciones de la acetólisis directamente en un portaobjetos, sin la necesidad de utilizar cristalería o volúmenes grandes de reactivos.

El medio de Beattie no permite que los granos de polen se hidraten de manera adecuada antes de ser procesados. Por esto, las mediciones de tamaño de aperturas y de granos ofrecidas en este catálogo no representan una medición en granos hidratados o deshidratados y, por lo tanto, estas deben ser utilizadas solo como una guía del tamaño general de los granos. Una característica que no debería cambiar de forma considerable debido al efecto harmomegático es el tamaño de los elementos escultóricos, teniendo como ejemplo a las espinas presentes en la mayoría de las especies de Asteraceae en este catálogo.

Un aspecto en el que este método si resulta ser favorable es en el estudio del *pollenkitt*. Se encontró esta sustancia en ocho de las especies estudiadas, la cual es responsable de la adherencia de los granos de polen a los polinizadores (Amador et al., 2017). A diferencia de la acetólisis, el uso del medio de Beattie puede resultar adecuado para la visualización de *pollenkitt*, debido a que la glicerina utilizada en la preparación es polar, incapaz de solubilizar el *pollenkit*, compuesto principalmente por lípidos .

Comparado con otros trabajos con objetivos anteriores, el presente trabajo hizo uso de la técnica de *Z-Stack* (Jurabe-Martínez et al., 2017) el cual permite observar los granos de polen en tres dimensiones. Esto facilita tener una mejor idea de las dimensiones del grano y como es que sus estructuras están acomodadas. El acceso a estos videos puede permitir un análisis posterior de elementos del grano que no fueron estudiados en este trabajo.

Aunque se encuentra fuera del alcance de este trabajo, una oportunidad de aglomeración de datos está en la construcción de una palinoteca, un acervo de conocimiento sobre la morfología polínica de las especies presentes en un sitio determinado (Arrazola-Bonilla, 2014). Una palinoteca que contemple una proporción considerable de especímenes en relación a las especies presentes puede ser de gran utilidad para conocer la identidad de granos de polen colectados en campo cuya identidad se desconoce.

Se pretende publicar los resultados de este trabajo en una base de datos global, como lo es *PalDat — Palynological database* (AutPal, 2025), esto para que la información encontrada aquí esté disponible para la mayor cantidad de personas interesadas.

VIII. CONCLUSIONES

Este trabajo proporciona un avance significativo en la caracterización de la morfología polínica de especies del chaparral ensenadense, describiendo por primera vez el polen de 57 especies. La alta diversidad taxonómica que abarca 55 géneros, 30 familias y 19 órdenes, permite establecer una base de referencia para futuros estudios palinológicos en la región.

Los resultados muestran la predominancia de ciertos tipos morfológicos, como el polen tricolporado en dicotiledóneas, polen monoaperturado en monocotiledóneas, patrones de ornamentación específicos en familias y órdenes (como la presencia casi exclusiva de espinas en Asterales). La variabilidad en el tamaño de los granos sugiere posibles adaptaciones al tipo de polinización.

A nivel metodológico, la implementación de la técnica de Z-Stack permitió una visualización tridimensional de los polens, la cual fue clave en el proceso de descripción. El uso de medio de Beattie facilitó la identificación del pollenkitt, aunque con limitación para la observación de la exina. Se sugiere complementar futuros estudios con otras técnicas de microscopía, como lo es la acetólisis.

Este trabajo no solo proporciona información valiosa para la identificación polínica en estudios ecológicos y paleopalinológicos, sino que también tiene aplicaciones potenciales en la melisopalinología y la construcción de una palinoteca. La integración de la información a una base de datos global como lo es Pal Dat facilitará el acceso a la información, para que esta pueda ser utilizada en toda clase de trabajos.

IX. REFERENCIAS

- Abrol, D. P. (2012). Non Bee Pollinators-Plant Interaction. En D. P. Abrol, *Pollination Biology* (pp. 265–310). Springer Netherlands.
- Arrazola Bonilla, J. C. (2014). *Descripción Morfológica del Polen de 13 especies de Plantas de Importancia Alergénica Presentes en la Zona Urbana de la Ciudad de Puebla* [Licenciatura]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Armas-Quñonez, G. (2020). Diversidad de Abejas y Polinización Durante la Sucesión Vegetal del Bosque Latifoliado en el Municipio de San Lucas Toliman, Sololá, Guatemala [Doctorado]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alaniz-Gutiérrez, L. A., Ail-Catzim, C. E., Villanueva-Gutiérrez, R., Delgadillo-Rodríguez, J., Ortíz-Acosta, M. E., García-Moya, E., & Medina Cervantes, T. S. (2017). Caracterización palinológica de mieles del Valle de Mexicali, Baja California, México. *Polibotánica*, 0(43).
- Amador, G. J., Matherne, M., Waller, D., Mathews, M., Gorb, S. N., & Hu, D. L. (2017). Honey bee hairs and pollenkitt are essential for pollen capture and removal. *Bioinspiration & Biomimetics*, 12(2), 026015.
- Axelrod, I. D. (1989). Age and Origin of Chaparral. En C. K. Sterling, *The California Chaparral: Paradigms Reexamined*. Natural History Museum of Los Angeles.
- Beattie, A. J. (1971). A technique for the study of insect-borne pollen. *The Pan-Pacific Entomologist*, 47(1), 82.

Bowman, D. M. J. S., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., D'Antonio, C. M., DeFries, R. S., Doyle, J. C., Harrison, S. P., Johnston, F. H., Keeley, J. E., Krawchuk, M. A., Kull, C. A., Marston, J. B., Moritz, M. A., Prentice, I. C., Roos, C. I., Scott, A. C. y ... Pyne, S. J. (2009). Fire in the earth system. *Science*, 324 (5926), 481–484.

Chevalier, M., Davis, B. A. S., Heiri, O., Seppä, H., Chase, B. M., Gajewski, K., Lacourse, T., Telford, R. J., Finsinger, W., Guiot, J., Köhl, N., Maezumi, S. Y., Tipton, J. R., Carter, V. A., Brussel, T., Phelps, L. N., Dawson, A., Zanon, M., Vallé, F., ... Kupriyanov, D. (2020). Pollen-based climate reconstruction techniques for late Quaternary studies. *Earth-Science Reviews*, 210, 103384.

Comisión Nacional Forestal. (2022). Continuo Uso de Suelo y Vegetación Baja California [archivo .shp]. Recuperado de: https://idefor.cnf.gob.mx/layers/geonode%3A_4326_baja_california_usyv

Cook, C. (1982). Pollination mechanisms in the Hydrocharitaceae. En J. Symoens, S. Hooper, & P. Compere (Eds.), *Studies on aquatic vascular plants* (pp. 1–15). Royal Botanical Society of Belgium.

Cowling, R. M., Rundel, P. W., Lamont, B. B., Kalin Arroyo, M., & Arianoutsou, M. (1996). Plant diversity in mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(9), 362–366.

Dajoz, I., Till-Bottraud, I., & Gouyon, P.-H. (1991). Evolution of Pollen Morphology. *Science*, 253(5015), 66–6.

de Pedro, D., Ceccarelli, F. S., Sagot, P., López-Reyes, E., Mullins, J. L., Mérida-Rivas, J. A., Falcon-Brindis, A., Griswold, T., Ascher, J. S., Gardner, J., Ayala, R., Vides-Borrell,

- E., & Vandame, R. (2024). Revealing the Baja California Peninsula's Hidden Treasures: An Annotated checklist of the native bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). *Zootaxa*, 5522(1), 1–391.
- Daniel, T. (1997) The Acanthaceae of California and the Peninsula of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 49(10), 309-403.
- Daniel, T. (1998). Pollen Morphology of Mexican Acanthaceae: Diversity and Systematic Significance. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 50(8), 217–256.
- Delgadillo, J. (1992). *Florística y Ecología del Norte de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Elisens, W. J. (1986). Pollen Morphology and Systematic Relationships Among New World Species in Tribe Antirrhineae (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany*, 73(9), 1298–1311.
- Erdtman, G. 1945. Pollen morphology and plant taxonomy. II. *Morina* L. with an addition on pollen morphological terminology. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39:187-191. [89]
- Erdtman, G. (1960) The Acetolysis Method—A Revised Description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54, 561-564.
- Erdtman, G. (1969). Handbook of palynology. Hunksgaard. Copenhagen.
- Fang, Q., Wu, J., Zhang, T., Ba, S., Zhao, C., & Dai, P. (2024). Flower visits and pollinator pollen load networks reveal the effects of pollinator sharing on heterospecific pollen transfer in a subalpine plant community. *Ecology and Evolution*, 14(4), e11244.

Furness, C. A., & Rudall, P. J. (2004). Pollen aperture evolution – a crucial factor for eudicot success? *Trends in Plant Science*, 9(3), 154–158.

GBIF.org (11 November 2024) GBIF Occurrence Download.
<https://doi.org/10.15468/dl.95y7vs>

Goodenough, U., & Heitman, J. (2014). Origins of Eukaryotic Sexual Reproduction. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 6(3), a016154–a016154.

Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., & Frosch-Radivo, A. (2018). *Illustrated Pollen Terminology*. Springer International Publishing.

Halbritter H., Diethart B., Auer W. 2020. *Sambucus nigra*. In: PalDat - A palynological database. https://www.paldat.org/pub/Sambucus_nigra/304546; accessed 2024-11-26

Halbritter H., Auer W. 2021. *Raphanus raphanistrum*. In: PalDat - A palynological database. https://www.paldat.org/pub/Raphanus_raphanistrum/306357 ; accessed 2024-11-26

Harley MM, Baker WJ (2001) Pollen aperture morphology in Arecaceae: application within phylogenetic analyses, and a summary of the fossil record of palm-like pollen. *Grana* 40: 45–77

Hong, S., Oh, I., & Son, S. (1998). Pollen morphology of the tribe Pterostegieae (Polygonaceae: Eriogonoideae). *Grana*, 37(1), 15–21.

Hornick, T., Richter, A., Harpole, W. S., Bastl, M., Bohlmann, S., Bonn, A., Bumberger, J., Dietrich, P., Gemeinholzer, B., Grote, R., Heinold, B., Keller, A., Luttkus, M. L., Mäder, P., Motivans Švara, E., Passonneau, S., Punyasena, S. W., Rakosy, D., Richter, R., ... Dunker, S. (2022). An integrative environmental pollen diversity assessment

and its importance for the Sustainable Development Goals. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 4(2), 110–121.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022) Áreas geoestadísticas estatales, 2022, escala 1:250000. INEGI.

Jardine, P. E., Palazzesi, L., Tellería, M. C., & Barreda, V. D. (2022). Why does pollen morphology vary? Evolutionary dynamics and morphospace occupation in the largest angiosperm order (Asterales). *New Phytologist*, 234(3), 1075–1087.

Jennings, M. K. (2018). Faunal Diversity in Chaparral Ecosystems. En E. C. Underwood, H. D. Safford, N. A. Molinari, & J. E. Keeley (Eds.), *Valuing Chaparral* (pp. 53-77). Springer International Publishing.

Jurabe Martínez, P., Ward, N., & Bush, M. (2017). *Pollen Morphology Training*. Florida Institute of Technology. https://www.youtube.com/watch?v=OFx7CFvi21A&list=PLZXDtO_InNtNoFkzQHpi_oXJ6aGoWdiQrk

Kearns, C. A., & Inouye, D. W. (1993). *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado.

Kirkpatrick, M., & Jenkins, C. (1989). Genetic segregation and the maintenance of sexual reproduction. *Nature*, 339, 300-301.

Konzmann, S., Koethe, S., & Lunau, K. (2019). Pollen grain morphology is not exclusively responsible for pollen collectability in bumble bees. *Scientific Reports*, 9(1), 4705.

- Lozano-García, M. S., Ortega-Guerrero, B., & Sosa-Nájera, S. (2002). Mid- to Late-Wisconsin Pollen Record of San Felipe Basin, Baja California. *Quaternary Research*, 58(1), 84–92.
- Maynard Smith, J., & Szathmáry, E. (1998). *The major transitions in evolution*. Oxford University Press.
- Miller, R., Owens, S. J., & Rørslett, B. (2011). Plants and colour: Flowers and pollination. *Optics & Laser Technology*, 43(2), 282–294.
- Nadot S, Forchioni A, Penet L, Sannier J, Ressayre A. (2006). Links between early pollen development and aperture pattern in monocots. *Protoplasma* 228:55–64
- Nepi, M., Guarnieri, M., & Pacini, E. (2003). “Real” and Feed Pollen of *Lagerstroemia indica*: Ecophysiological Differences. *Plant Biology*, 5(3), 311–314.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326.
- Orr, M. C., Hughes, A. C., Chesters, D., Pickering, J., Zhu, C.-D., & Ascher, J. S. (2021). Global Patterns and Drivers of Bee Distribution. *Current Biology*, 31(3), 451-458.e4.
- Pacini, E. (1992). Transport Mechanisms of Pollen—A Short Review. En M. Cresti & A. Tiezzi (Eds.), *Sexual Plant Reproduction* (pp. 69–79). Springer Berlin Heidelberg.
- Rundel, P. W. (2018). California Chaparral and Its Global Significance. En E. C. Underwood, H. D. Safford, N. A. Molinari, & J. E. Keeley (Eds.), *Valuing Chaparral* (pp. 1–27). Springer International Publishing.

- R Core Team (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> .
- Society for the Promotion of Palynological Research in Austria (2025) PalDat — a palynological database. <https://www.paldat.org>
- Tanaka, N., Uehara, K., & Murata, J. (2004). Correlation between pollen morphology and pollination mechanisms in the Hydrocharitaceae. *Journal of Plant Research*, 117(4).
- Vogel, S. (2015). Vertebrate Pollination in Compositae: Floral Syndromes and Field Observations. *Stapfia*, 103: 5–26
- Wickham, H. (with Sievert, C.). (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (Segunda edición). Springer international publishing.
- ZariMan, N. A., Omar, N. A., & Nurul Huda, A. (2022). Plant Attractants and Rewards for Pollinators: Their Significant to Successful Crop Pollination. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 5(2), 270–293. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.1069254>
- Zou, Y., Zhang, Z., Zeng, Y., Hu, H., Hao, Y., Huang, S., & Li, B. (2024). Common Methods for Phylogenetic Tree Construction and Their Implementation in R. *Bioengineering*, 11(5), 480.

X. ANEXOS

Anexo 1. Especies incluidas en el catálogo de pólenes ordenadas en orden taxonómico.

Taxa	Orden	Familia	Especie	Descripción previa
Dicot	Apiales	Apiaceae	<i>Apiastrum angustifolium</i> Nutt.	No
Dicot	Apiales	Apiaceae	<i>Daucus pusillus</i> Michx	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Bahiopsis laciniata</i> (A. Gray) E.E. Schill. & Panero	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Centaurea melitensis</i> L.	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Chaenactis glabriuscula</i> DC.	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Deinandra fasciculata</i> (DC.) Greene	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Eriophyllum confertiflorum</i> (DC.) A. Gray	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Helianthus gracilentus</i> A. Gray	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i> L.	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Lasthenia gracilis</i> (DC.) Greene	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Osmadenia tenella</i> Nutt.	No
Dicot	Asterales	Asteraceae	<i>Verbesina dissita</i> A. Gray	No
Dicot	Boraginales	Boraginaceae	<i>Amsinckia menziesii</i> (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	No
Dicot	Boraginales	Boraginaceae	<i>Emmenanthe penduliflora</i> Benth.	No
Dicot	Boraginales	Boraginaceae	<i>Eriodictyon sessilifolium</i> Greene	No
Dicot	Boraginales	Boraginaceae	<i>Eriodictyon trichocalyx</i> A. Heller	No
Dicot	Boraginales	Boraginaceae	<i>Phacelia brachyloba</i> (Benth.) A. Gray	No

Dicot	Boraginales	Boraginaceae	<i>Phacelia distans</i> Benth.	No
Dicot	Boraginales	Boraginaceae	<i>Phacelia grandiflora</i> (Benth.) A. Gray	No
Dicot	Brassicales	Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Si (Halbritter y Auer, 2021)
Dicot	Caryophyllales	Montiaceae	<i>Calandrinia ciliata</i> var. <i>menziesii</i> (Hook.) J.F. Macbr.	No
Dicot	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis laevis</i> var. <i>crassifolia</i> (Choisy) Spellenb.	No
Dicot	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Chorizanthe procumbens</i> Nutt.	No
Dicot	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Eriogonum fasciculatum</i> Benth.	Si (Alaniz-Gutiérrez, 2017)
Dicot	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Pterostegia drymarioides</i> Fisch. & C.A. Mey.	Si (Hong et al., 1998)
Dicot	Dipsacales	Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i> ssp. <i>cerulea</i> (Raf.) R. Bolli	Si (Halbritter y Auer, 2020)
Dicot	Ericales	Myrsinaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	No
Dicot	Ericales	Polemoniaceae	<i>Allophyllum glutinosum</i> (Nutt.) A.D.Grant & V.E.Grant	No
Dicot	Ericales	Polemoniaceae	<i>Leptosiphon chrysanthus</i> subsp. <i>chrysanthus</i> J.M. Porter & R. Patt.	No
Dicot	Lamiales	Lamiaceae	<i>Lepechinia ganderi</i> Epling	No
Dicot	Lamiales	Lamiaceae	<i>Salvia apiana</i> Jeps.	No
Dicot	Lamiales	Lamiaceae	<i>Salvia clevelandii</i> (A. Gray) Greene	No
Dicot	Lamiales	Lamiaceae	<i>Salvia columbariae</i> Benth.	No
Dicot	Lamiales	Oleaceae	<i>Fraxinus parryi</i> Moran	No
Dicot	Lamiales	Phrymaceae	<i>Diplacus brevipes</i> G.L.Nesom	No
Dicot	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Sairoparpus pusillus</i> (Brandege) D.A. Sutton	No
Dicot	Malvales	Cistaceae	<i>Crocanthemum scoparium</i> (Nutt.) Millsp.	No

Dicot	Malvales	Malvaceae	<i>Malacothamnus foliosus</i> (S.Watson) Kearney	No
Dicot	Myrtales	Onagraceae	<i>Camissoniopsis hirtella</i> (Greene) W.L.Wagner & Hoch	No
Dicot	Myrtales	Onagraceae	<i>Eulobus californicus</i> Nutt. ex Torr. & A.Gray	No
Dicot	Plantaginales	Plantaginaceae	<i>Neogaerrhinum strictum</i> (Hook. & Arn.) Rothm.	No
Dicot	Polemoniaceae	Polemoniaceae	<i>Navarretia hamata</i> Greene	No
Dicot	Ranunculales	Papaveraceae	<i>Dendromecon rigida</i> Benth.	No
Dicot	Ranunculales	Papaveraceae	<i>Platystemon californicus</i> Benth.	No
Dicot	Ranunculales	Papaveraceae	<i>Romneya trichocalyx</i> Eastw.	No
Dicot	Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Delphinium parryi</i> A. Gray	No
Dicot	Rosales	Rhamnaceae	<i>Ceanothus tomentosus</i> Parry	No
Dicot	Rosales	Rosaceae	<i>Adenostoma fasciculatum</i> Hook. & Arn.	Si (Alaniz-Gutiérrez, 2017)
Dicot	Rosales	Rosaceae	<i>Prunus ilicifolia</i> (Nutt. ex Hook. & Arn.) D. Dietr.	No
Dicot	Sapindales	Anacardaceae	<i>Rhus ovata</i> S. Watson	No
Dicot	Sapindales	Sapindaceae	<i>Aesculus parryi</i> A.Gray	No
Dicot	Solanales	Convolvulaceae	<i>Calystegia macrostegia</i> (Greene) Brummitt	No
Dicot	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum douglasii</i> Dunal	No
Dicot	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum wallacei</i> (A. Gray) Parish	No
Dicot	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum xanti</i> A. Gray	No
Monocot	Asparagales	Asparagaceae	<i>Bloomeria crocea</i> (Torr.) Coville	No
Monocot	Asparagales	Asparagaceae	<i>Hooveria parviflora</i> (S.Wats.) D.W. Taylor & D.J. Keil	No
Monocot	Asparagales	Asparagaceae	<i>Nolina interrata</i> Gentry	No
Monocot	Asparagales	Themidaceae	<i>Dichelostemma capitatum</i> (Benth.) Alph. Wood	No

Monocot	Liliales	Liliaceae	<i>Calochortus splendens</i> Douglas ex Benth.	No
Monocot	Liliales	Liliaceae	<i>Calochortus weedii</i> Alph. Wood	No
Monocot	Liliales	Melanthiaceae	<i>Toxicoscordion venenosum</i> (S. Watson) Rydb.	No
Monocot	Poales	Poaceae	<i>Gastridium phleoides</i> (Nees & Meyen) C.E. Hubb.	No

Anexo 2. Catálogo palinológico

DICOTILEDÓNEAS

Orden: Apiales

Apiastrum angustifolium Nutt.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen circular (P:E = 0.91), 3-colpado, P = 43.9 μ m, E = 48.4 μ m; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos. El ápice de los colpos es redondo, miden 1.5 μ m de ancho por 17.2 μ m de alto, y poseen una ornamentación verrugada. La superficie es verrugada y uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

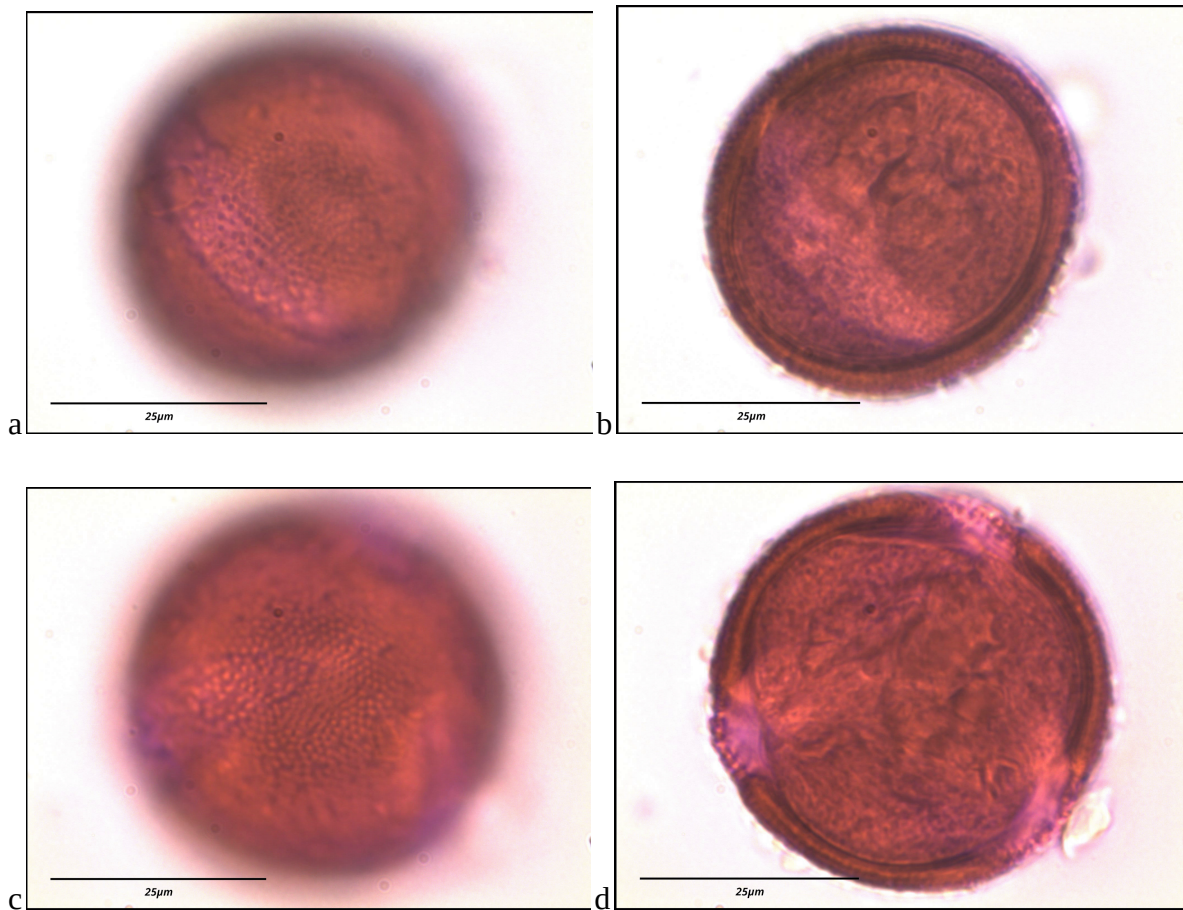


Figura 9. Polen de *Apiastrum angustifolium* Nutt. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque distal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Daucus pusillus Michx.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen prolado (P:E = 1.58), 3-colporado planapaerturado, P = 18.9 μm , E = 12.0 μm ; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos. El ápice de los colpos es agudo. Los colpos interceptan a los poros. La sección transversal de la pared polínica sobre los poros está engrosada. Los colpos miden 1.5 μm de ancho por 17.2 μm de alto. Los poros miden 2.7 μm de ancho por 3.1 μm de alto. La superficie es granulada y uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

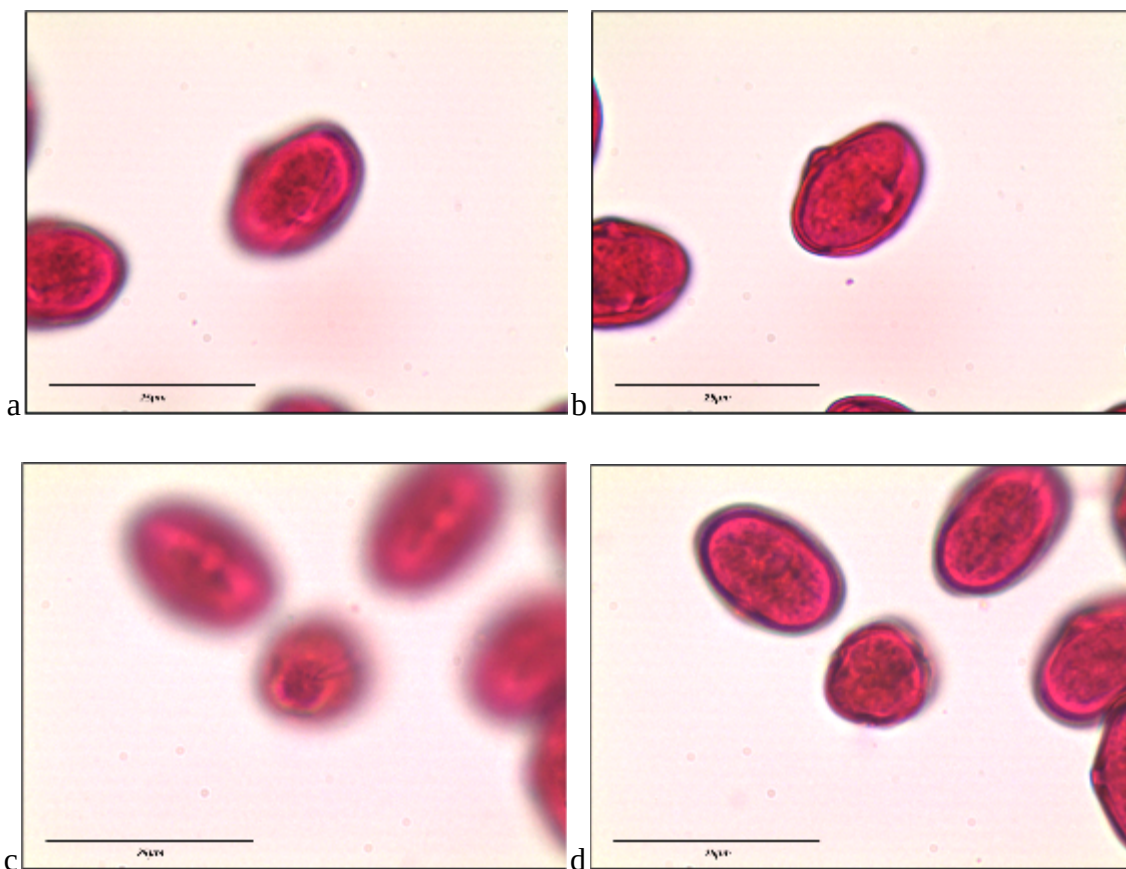


Figura 10. Polen de *Diplacus pusillus* Michx en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Asterales

Bahiopsis laciniata (A. Gray) E.E. Schill. & Panero

Localidad tipo: El Mogor. 32.0361N, -116.5978O

Polen circular (P:E = 0.95), 3(-4)-colporado, P = 23.6 μm , E = 24.8 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 2.48 μm de ancho por 20.86 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros se encuentran contenidos en los colpos y miden 3.8 μm de ancho por 4.3 μm de alto. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 3.1 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

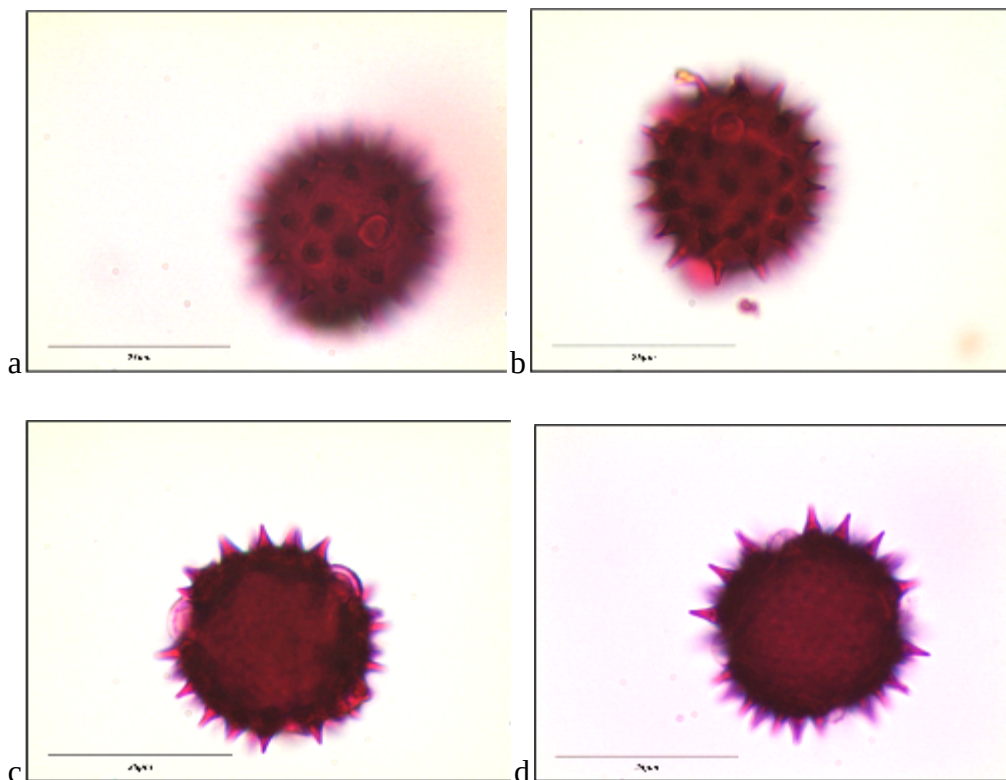


Figura 11. Polen de *Bahiopsis laciniata* (A. Gray) E.E. Schill. & Panero en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque intermedio. Polen tricolporado. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Polen tetracolporado. Barra = 25 μm .

Centaurea melitensis L.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923N, -116.5811O

Polen circular (P:E = 0.97), 3-colporado anguloaperturado, P = 27.6 μm , E = 28.6 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 6.5 μm de ancho por 26.6 μm de alto. Ápices de los colpos agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 7.4 μm de ancho por 9.7 μm de alto. Superficie foveolada, con foveas de tamaño homogéneo. Pared polínica de grosor uniforme.

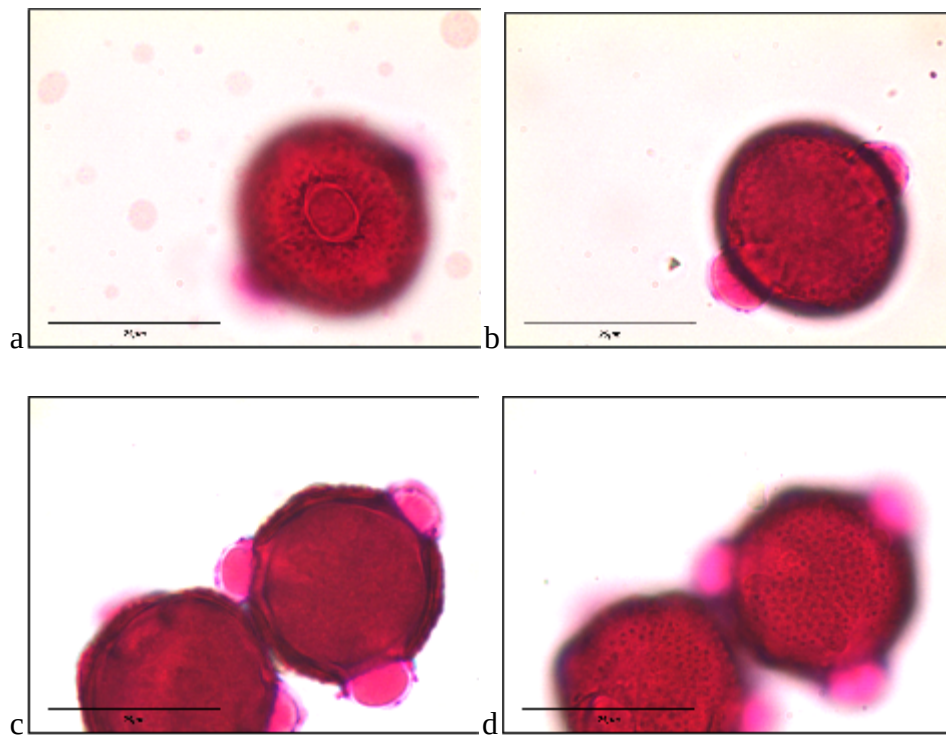


Figura 12. Polen de *Centaurea melitensis* L. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque intermedio. (d) Vista polar, enfoque distal. Barra = 25 μm .

Chaenactis glabriuscula DC.

Localidad tipo: El Mogor. 32.0361°N, -116.5978°O

Polen circular (P:E = 0.94), 3-colporado, P = 26.1 μm , E = 27.8 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 6.9 μm de ancho por 20.3 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros se encuentran contenidos en los colpos y miden 5.9 μm de ancho por 4.6 μm de alto. La sección transversal de la pared polínica sobre los poros es continua. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 3.8 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

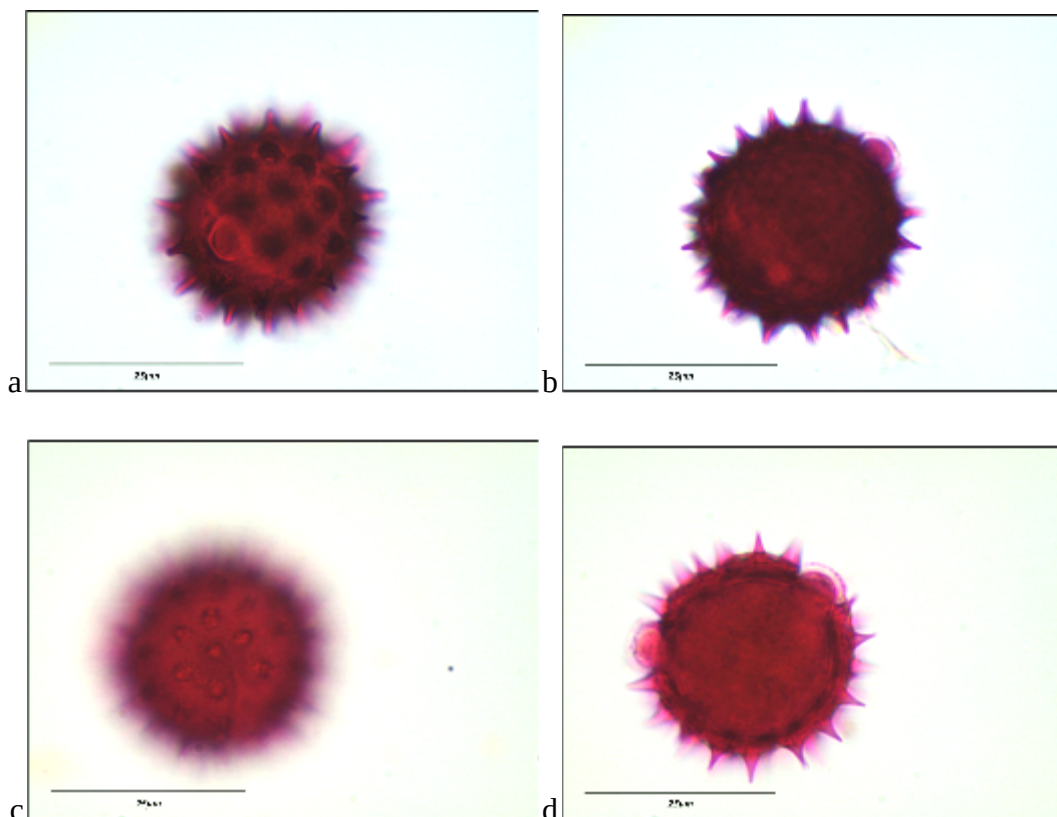


Figura 13. Polen de *Chaenactis glabriuscula* DC. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Deinandra fasciculata (DC.) Greene

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9355°N, -116.6274°O

Polen circular (P:E = 0.99), 3-colporado, P = 27.2 μm , E = 27.0 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 4.9 μm de ancho por 21.3 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros se encuentran contenidos en los colpos y miden 5.9 μm de ancho por 4.6 μm de alto. La sección transversal de la pared polínica sobre los poros es continua. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 4.1 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

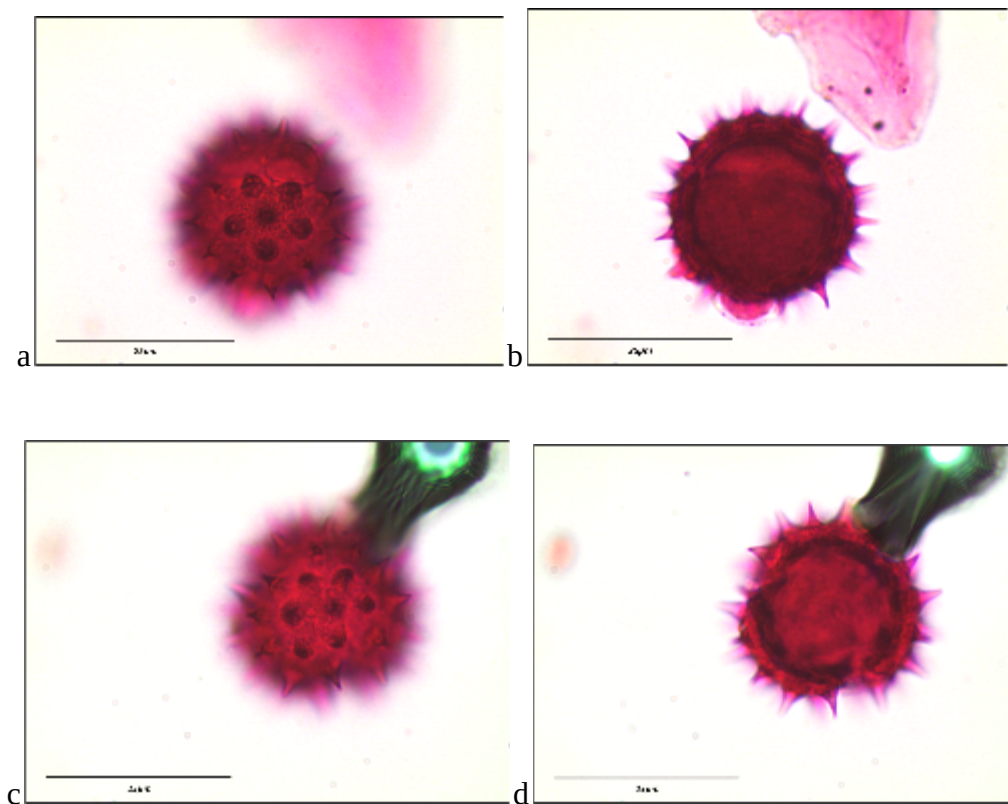


Figura 14. Polen de *Deinandra fasciculata* (DC.) Greene en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Eriophyllum confertiflorum (DC.) A. Gray

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen circular (P:E = 0.90), 3-colporado, P = 24.8 μm , E = 27.5 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 4.4 μm de ancho por 22.9 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros se encuentran contenidos en los colpos y miden 3.9 μm de ancho por 3.7 μm de alto. La sección transversal de la pared polínica sobre los poros es continua. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 3.8 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

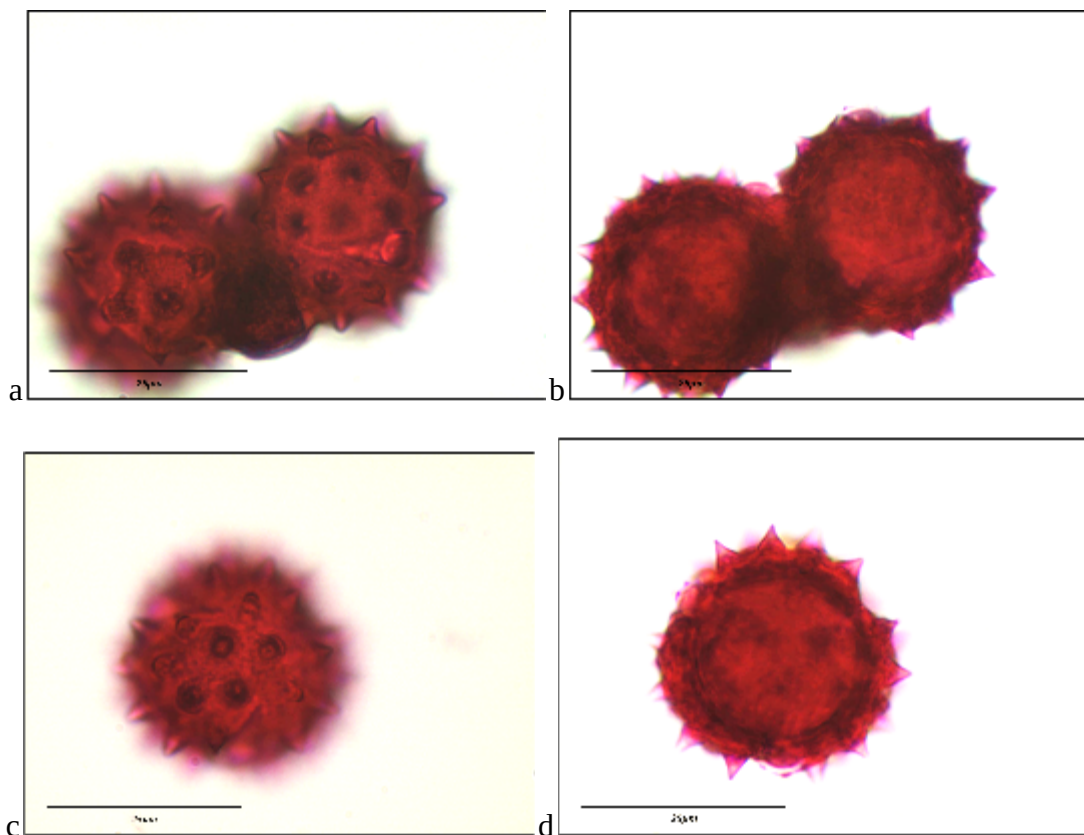


Figura 15. Polen de *Eriophyllum confertiflorum* (DC.) A. Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal (dos granos). (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio (dos granos). (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Helianthus gracilentus A. Gray

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9583°N, -116.3692°O

Polen circular (P:E = 0.99), 3-colporado, P = 23.0 μm , E = 23.4 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 6.0 μm de ancho por 23.0 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros se encuentran contenidos en los colpos y miden 5.4 μm de ancho por 5.4 μm de alto. La sección transversal de la pared polínica sobre los poros es continua. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 5.0 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

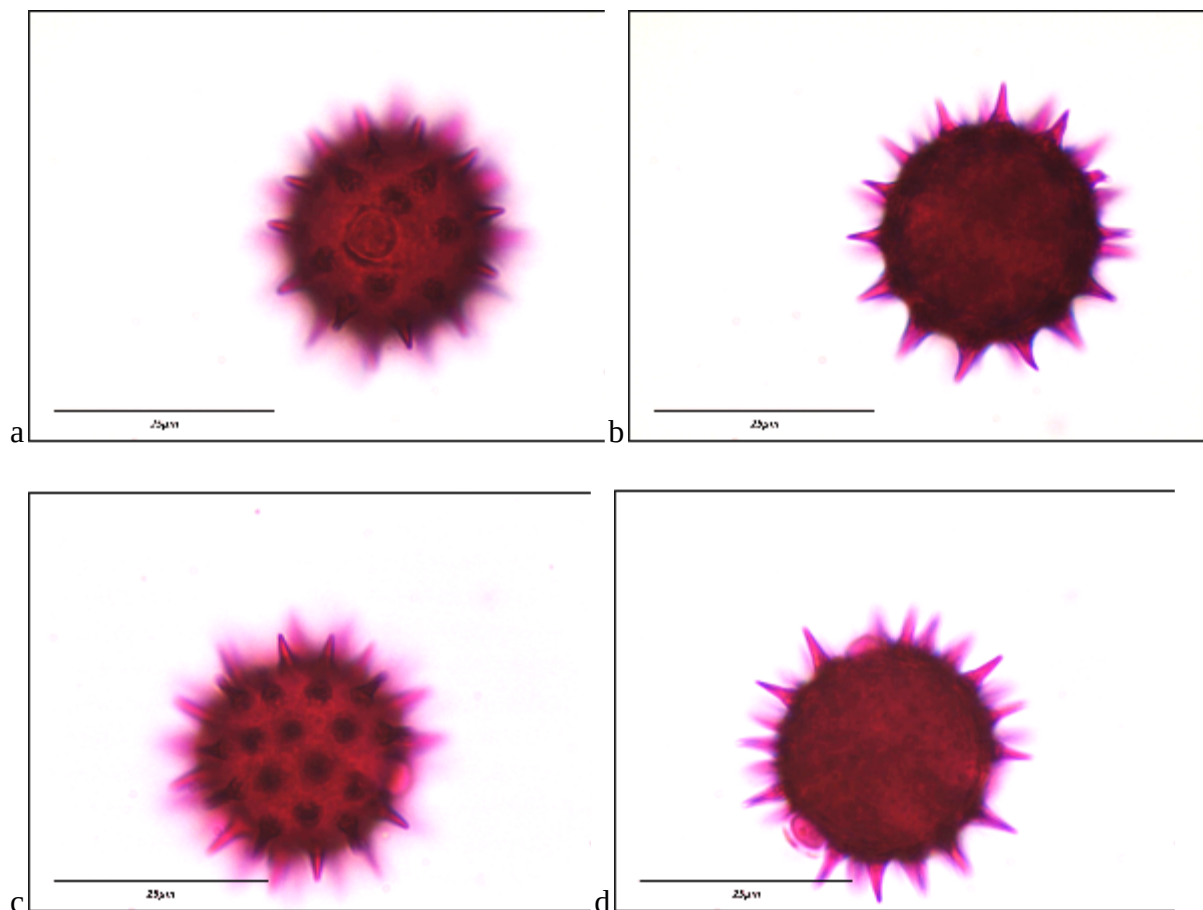


Figura 16. Polen de *Helianthus gracilentus* A. Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal (dos granos). (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio (dos granos). (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Hypochaeris glabra L.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen circular (P:E = 1.04), 3-porado, P = 23.5 μm , E = 22.6 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los poros miden 5.1 μm de ancho por 5.1 μm de alto. La superficie es lofada, con espinas en las crestas. La profundidad promedio de las lofas es de 2.5 μm , el tamaño promedio de las espinas es de 2 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

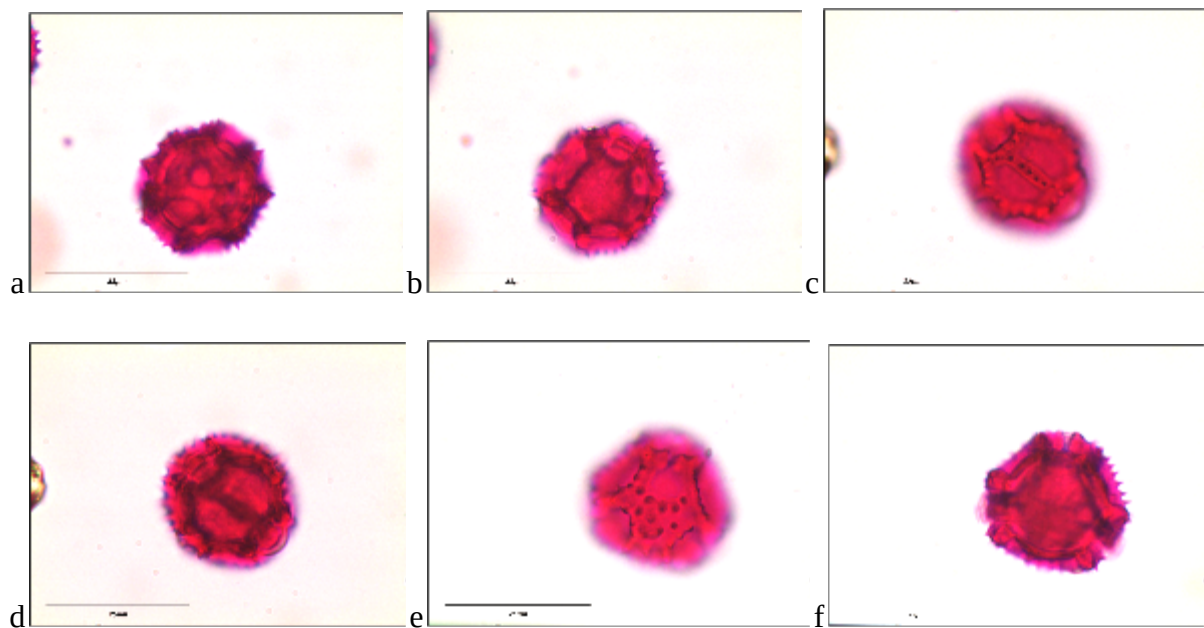


Figura 17. Polen de *Hypochaeris glabra* L. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista intercolpal, enfoque proximal. (d) Vista intercolpal, enfoque intermedio. (e) Vista polar, enfoque proximal. (f) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Lasthenia gracilis (DC.) Greene

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen circular (P:E = 0.95), 3-colporado, P = 19.3 μm , E = 20.2 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 3.0 μm de ancho por 15.6 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 3.5 μm de ancho por 4.4 μm de alto. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 2.9 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

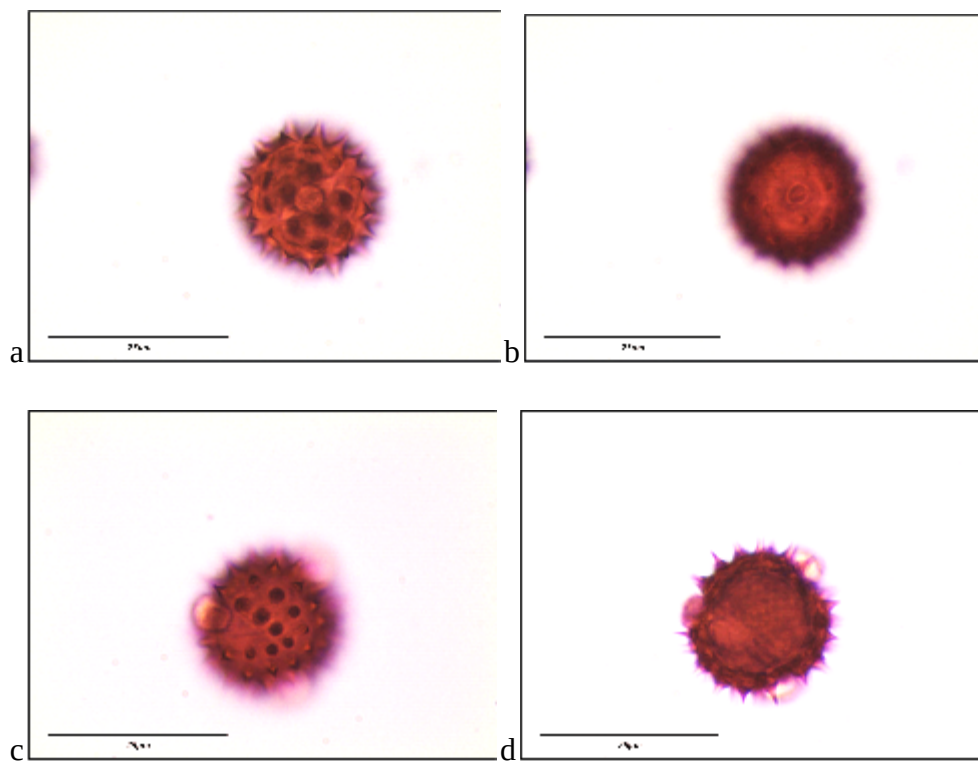


Figura 18. Polen de *Lasthenia gracilis* (DC.) Greene en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Osmadenia tenella Nutt.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen circular (P:E = 0.85), 3-colporado, P = 23.3 μ m, E = 27.4 μ m; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 6.0 μ m de ancho por 21.3 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 5.0 μ m de ancho por 5.4 μ m de alto. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 3.1 μ m. Pared polínica de grosor uniforme.

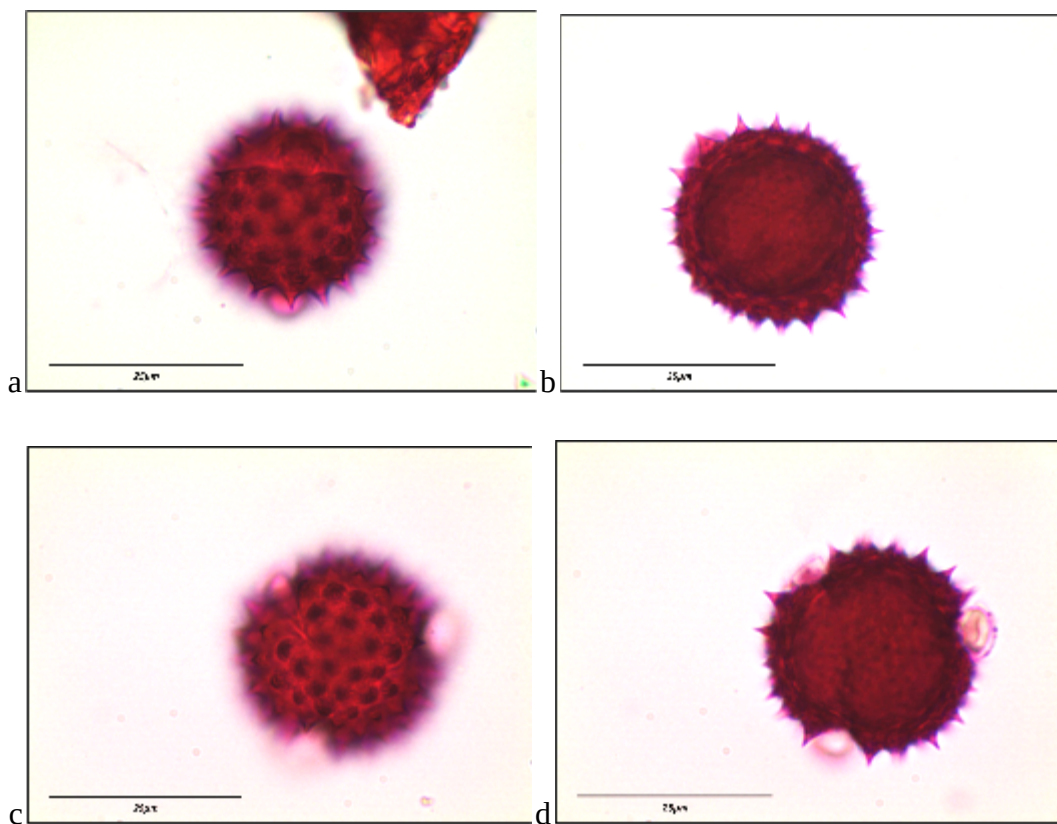


Figura 19. Polen de *Osmadenia tenella* Nutt. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Verbesina dissita A. Gray

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen circular (P:E = 0.99), 3-colporado, P = 27.1 μm , E = 27.3 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 5.0 μm de ancho por 19.6 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 5.8 μm de ancho por 5.0 μm de alto. La superficie es espinosa, siendo el tamaño promedio de sus espinas de 5.0 μm . Pared polínica de grosor uniforme.

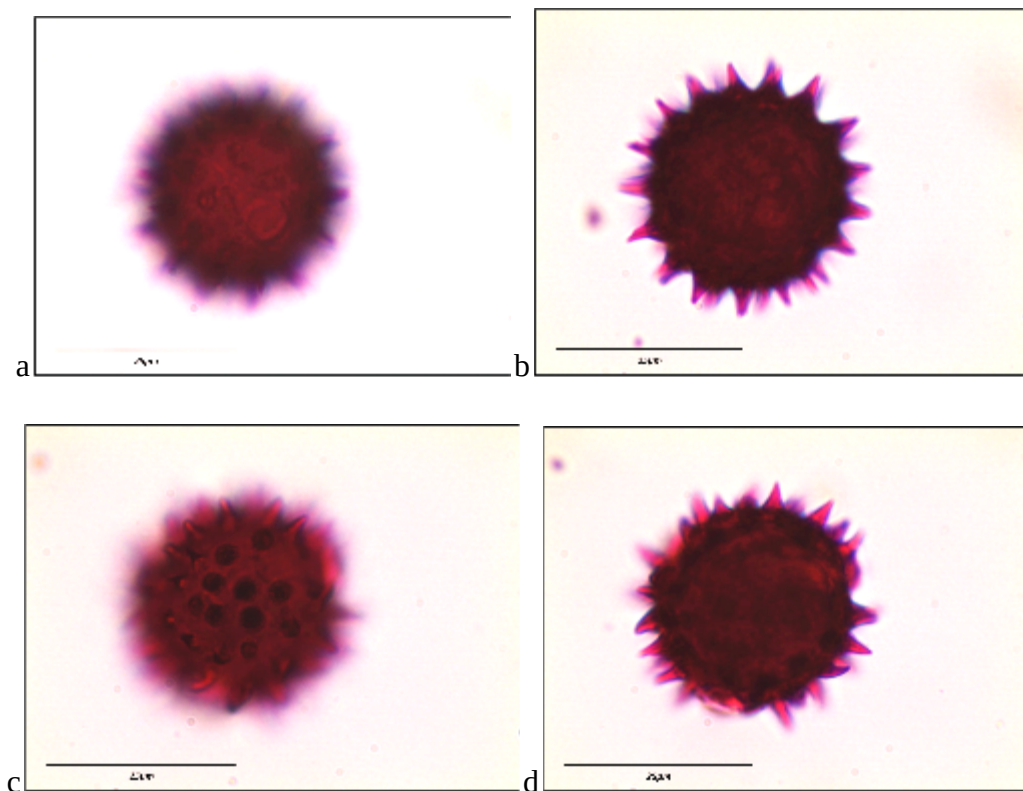


Figura 20. Polen de *Verbesina dissita* A. Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Boraginales

Amsinckia menziesii (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.

Localidad tipo: CICESE. 31.8705°N 116.6663°O

Polen subprolado (P:E = 1.06), 3(-4)-colpado, 3-pseudocolpado, P = 32.4 μm , E = 30.6 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 3.6 μm de ancho por 29.0 μm de alto. Sus ápices son agudos. Un pseudocolpo pos mesocolpo. Los pseudocolpos miden 8.4 μm de ancho por 11.6 μm . La superficie es claviforme. Pared polínica de grosor uniforme.

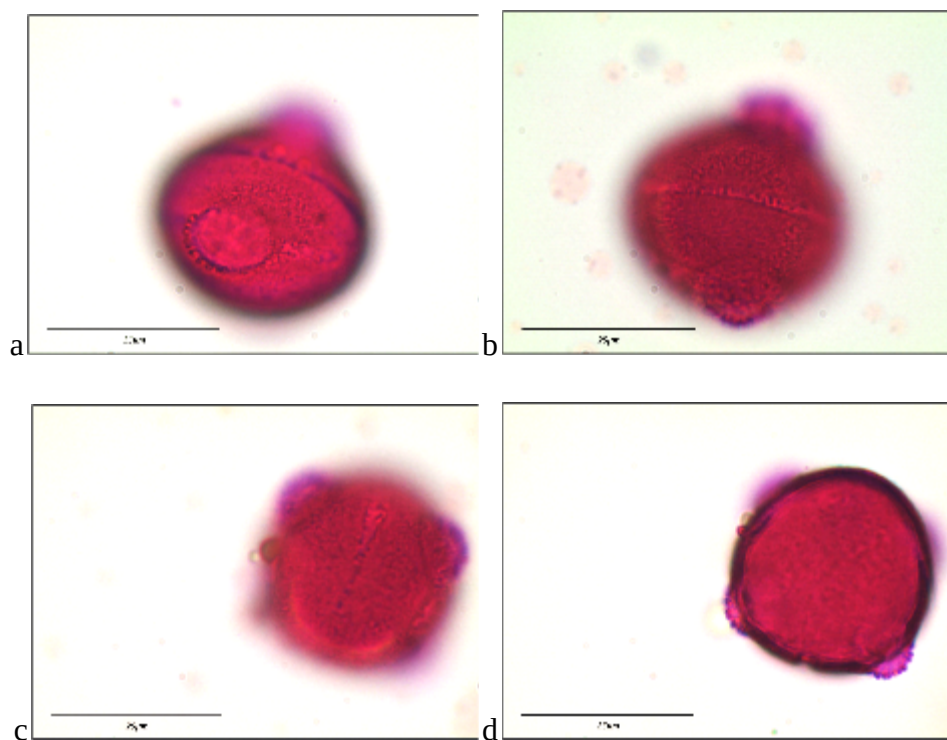


Figura 21. Polen de *Amsinckia menziesii* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial-oblicua, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar-oblicua, enfoque proximal. (d) Vista polar-oblicua, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Emmenanthe penduliflora Benth.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen suboblato (P:E = 0.80), 3-colpado anguloaperturado, P = 32.5 μm , E = 40.4 μm ; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 12.2 μm de ancho por 23.5 μm de alto. Están definidos por un margo rugoso discontinuo. Sus ápices son redondos. La superficie es granulada. Pared polínica de grosor uniforme.

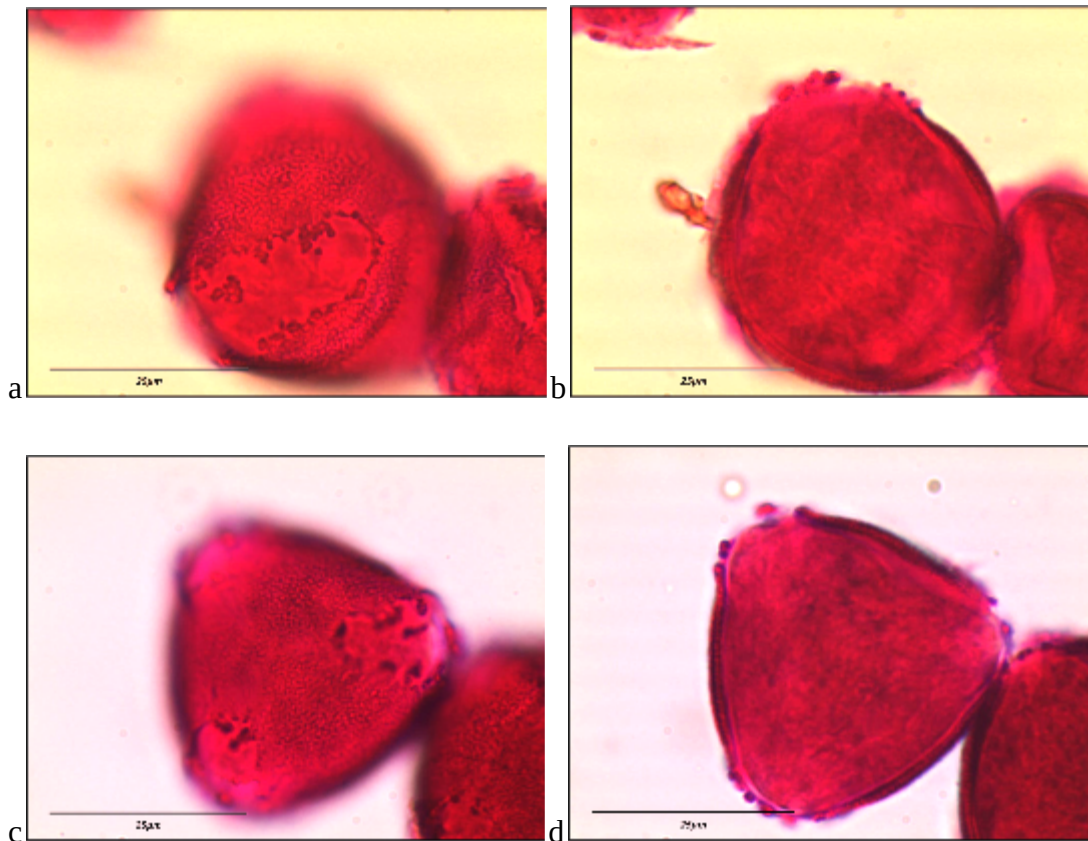


Figura 22. Polen de *Emmenanthe penduliflora* Benth. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Eriodictyon sessilifolium Greene

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen suboblato (P:E = 0.91), 3-colporado anguloaperturado, P = 17.5 μ m, E = 19.3 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 5.0 μ m de ancho por 15.4 μ m de alto. Sus ápices son redondos. Los poros miden 5.1 μ m de ancho por 6.2 μ m de alto. La superficie es granulada. Pared polínica de grosor uniforme. Pollenkitt presente.

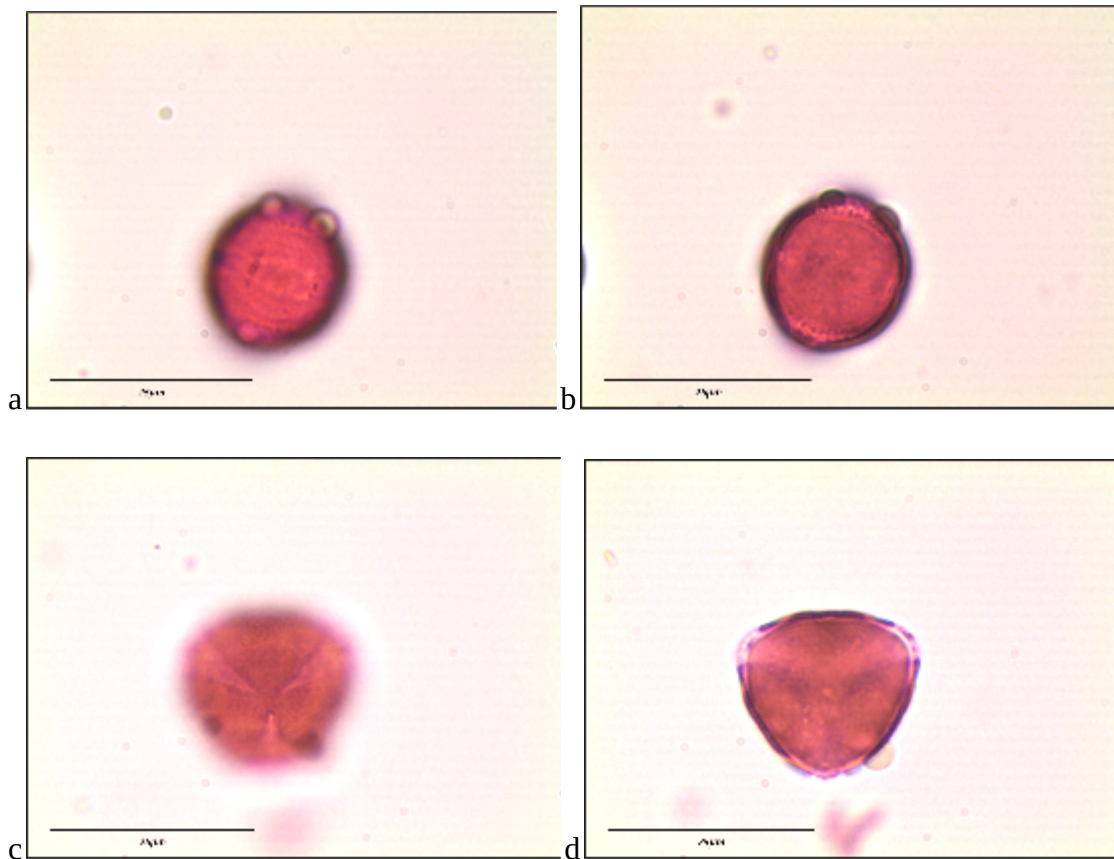


Figura 23. Polen de *Eriodictyon sessilifolium* Greene. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Eriodictyon trichocalyx A. Heller

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen suboblato (P:E = 0.86), 3-colporado anguloaperturado, P = 22.8 μ m, E = 26.5 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 5.3 μ m de ancho por 21.39 μ m de alto. Sus ápices son redondos. Los poros ovalados y miden 8.1 μ m de ancho por 11.5 μ m de alto. La superficie es granulada. Pared polínica de grosor uniforme. Pollenkitt presente.

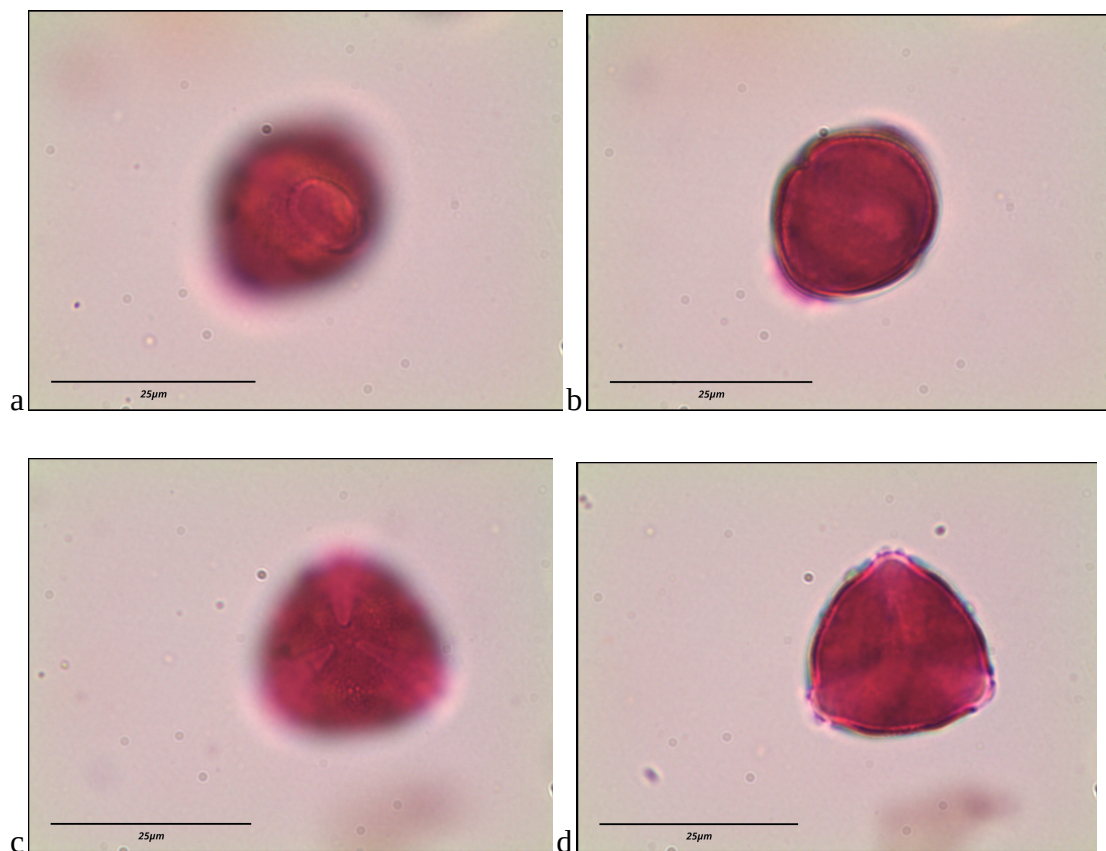


Figura 24. Polen de *Eriodictyon trichocalyx* A. Heller en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Phacelia brachyloba (Benth.) A. Gray

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen suboblato (P:E = 1.09), 3-colpado anguloaperturado, P = 23.5 μ m, E = 21.6 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 5.4 μ m de ancho por 18.6 μ m de alto. Sus ápices son agudos. La superficie es granulada. Pared polínica de grosor uniforme. Pollenkitt presente.

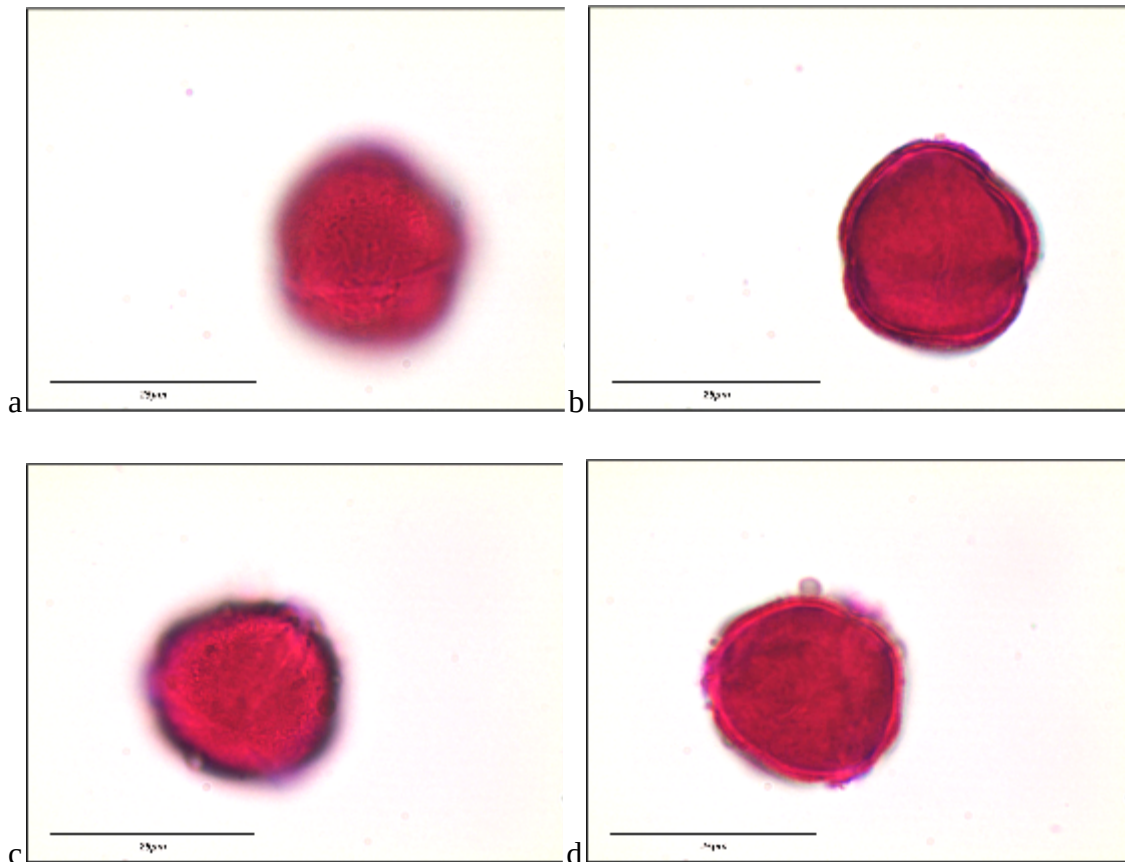


Figura 25. Polen de *Phacelia brachyloba* (Benth.) A. Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Phacelia distans Benth.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen suboblato (P:E = 0.93), 3-colpado, 3-pseudocolpado, anguloaperturado, P = 27.0 μm , E = 29.1 μm ; forma polar hexagonal. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 5.1 μm de ancho por 22.8 μm de alto. Sus ápices son agudos. Un pseudocolpo por mesocolpo. Los pseudocolpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.9 μm de ancho por 13.8 μm de alto. La superficie es granulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme, con cuerpos de ubisch dispersos de manera heterogénea.

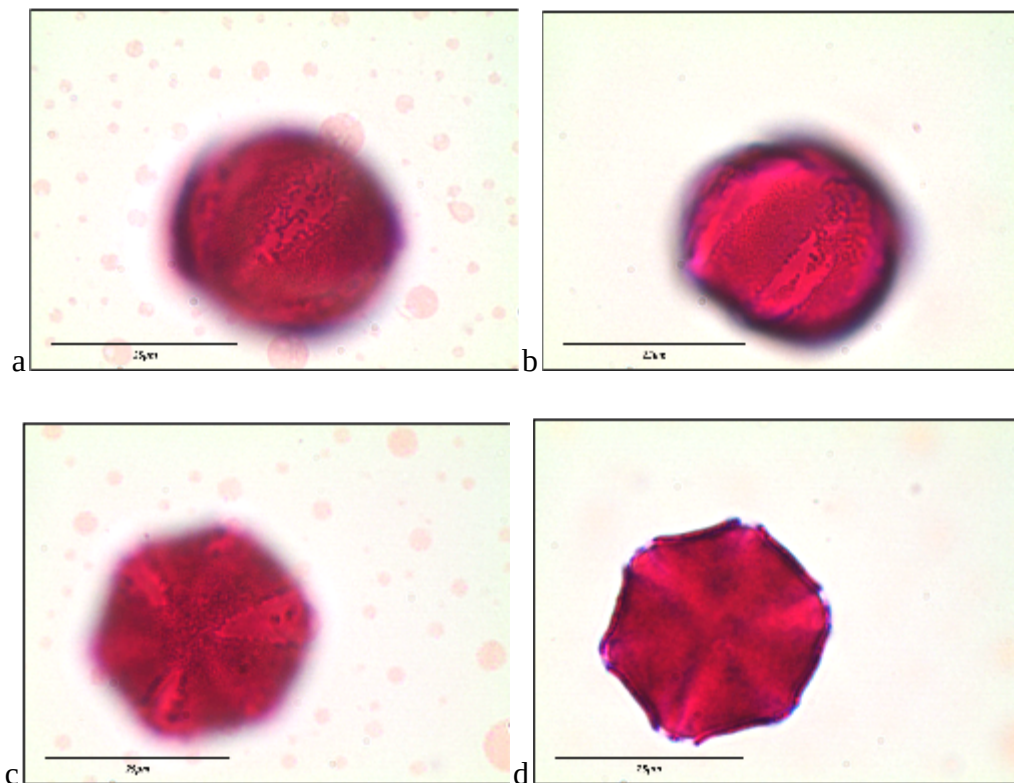


Figura 26. Polen de *Phacelia distans* Benth. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque distal. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Phacelia grandiflora (Benth.) A. Gray

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen suboblato (P:E = 0.90), 3-colpado, 3-pseudocolpado, anguloaperturado, P = 17.1 μm , E = 18.9 μm ; forma polar lobulada. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.0 μm de ancho por 13.4 μm de alto. Sus ápices son agudos. Un pseudocolpo por mesocolpo. Los pseudocolpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.9 μm de ancho por 7.3 μm de alto. La superficie es granulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

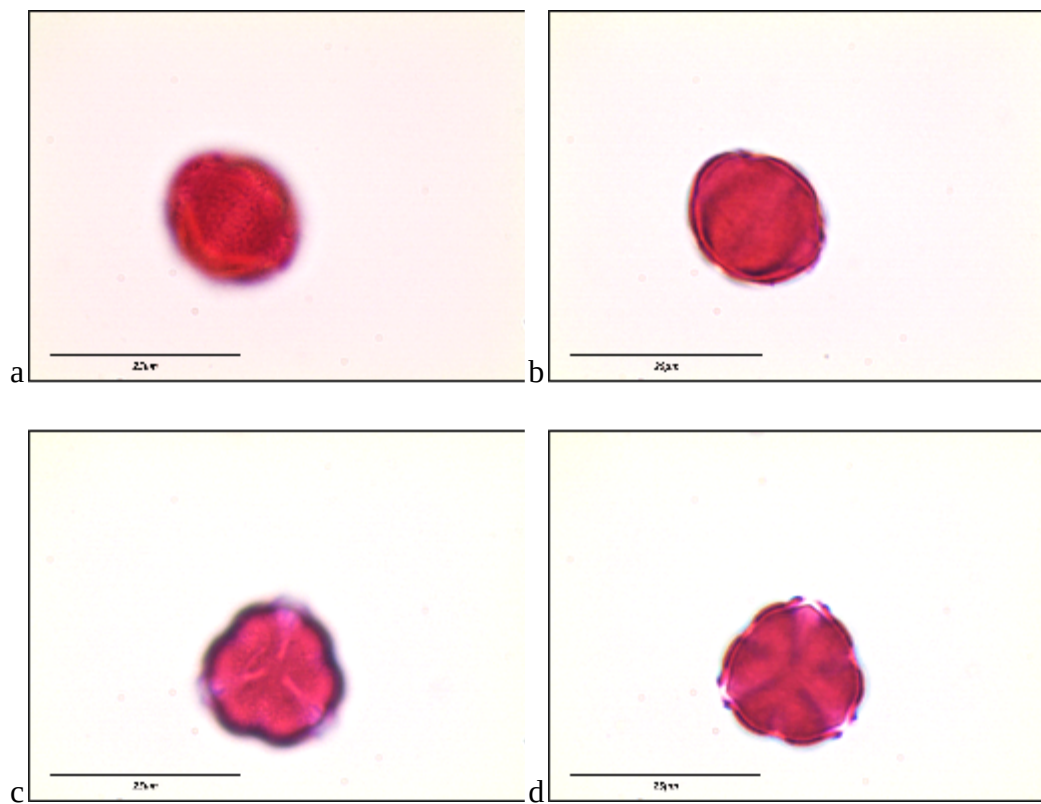


Figura 27. Polen de *Phacelia grandiflora* (Benth.) A. Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque distal. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Brassicales

Raphanus raphanistrum L.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9583°N, -116.3692°O

Polen suboblato (P:E = 0.87), 3-colpado, P = 20.7 μm , E = 17.9 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 6.1 μm de ancho por 16.4 μm de alto. Sus ápices son agudos. La superficie es reticulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

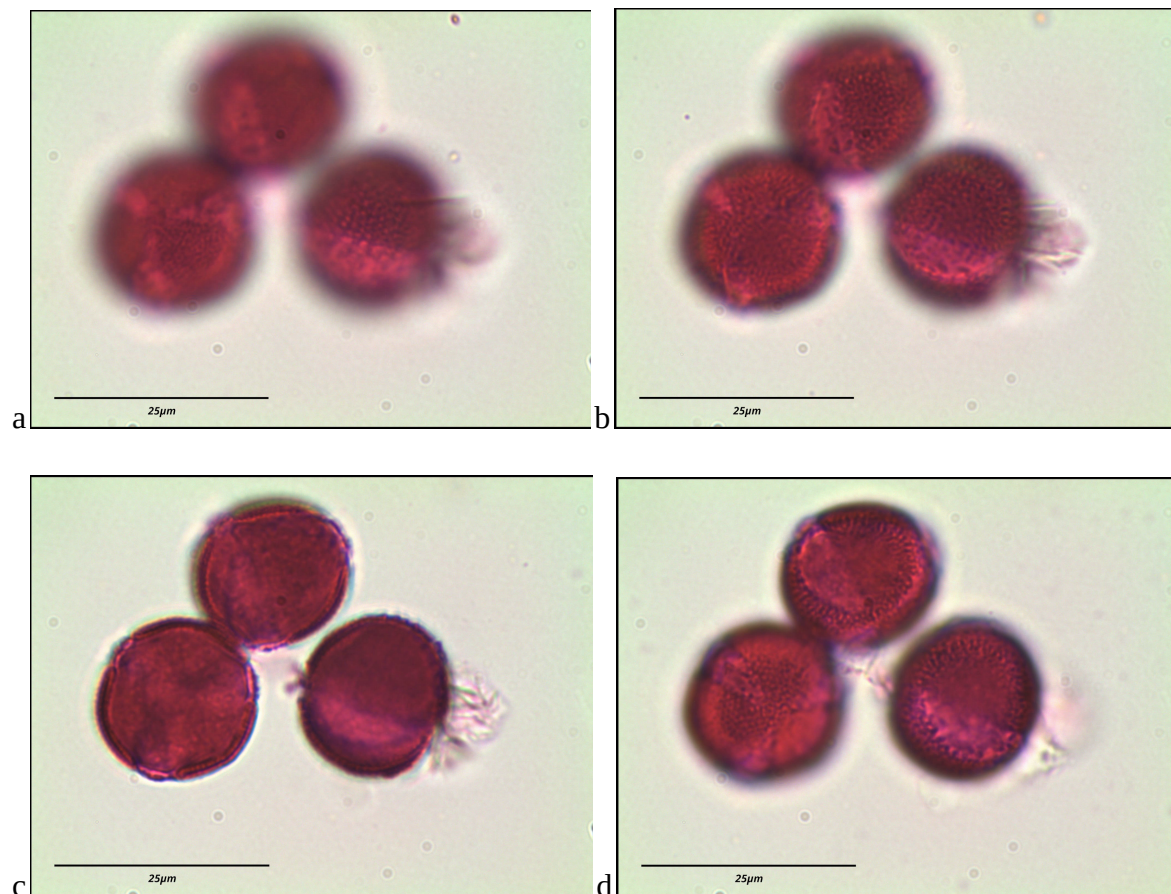


Figura 28. Polen de *Raphanus raphanistrum* L. en medio Beattie. De izquierda a derecha: Vistas polar, oblicua y ecuatorial. (a) Enfoque proximal. (b) Enfoque intermedio. (c) Enfoque intermedio. (d) Enfoque distal. Barra = 25 μm .

Orden: Caryophyllales

Calandrinia ciliata var. *menziesii* (Hook.) J.F. Macbr.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen esférico (P:E = 0.90), periporado, D = 43.0 μm ; Isopolar. Los poros miden 9.3 μm de diámetro y poseen una superficie con depresiones dispuestas de manera irregular, de tamaños variados. La superficie del grano es baculada uniforme. La pared polínica se engrosa alrededor de los poros.

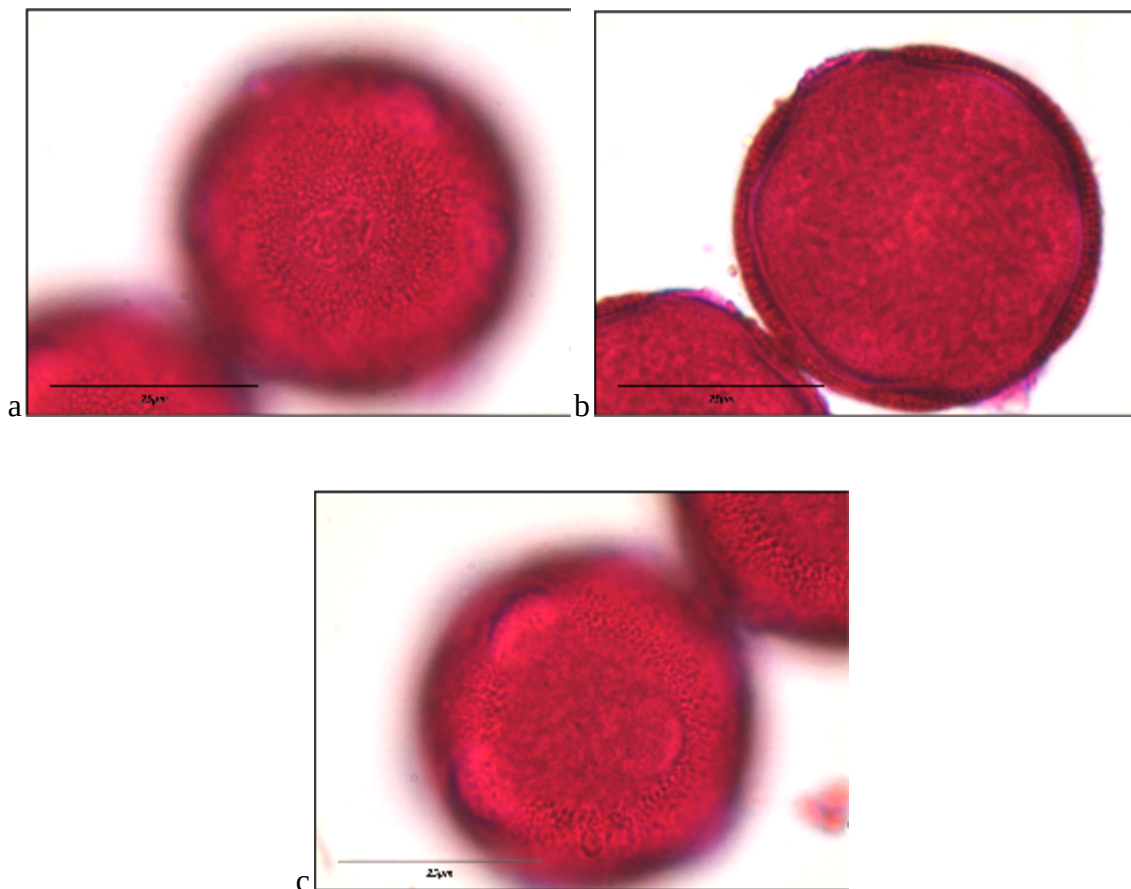


Figura 29. Polen de *Calandrinia ciliata* var. *menziesii* (Hook.) J.F. Macbr. en medio Beattie.

(a) Enfoque proximal. (b) Enfoque intermedio. (c) Enfoque distal.. Barra = 25 μm .

Mirabilis laevis var. *crassifolia* (Choisy) Spellenb.

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen esférico (P:E = 1.0), D = 112 μ m, periporado, con alrededor de 50 poros dispuestos de manera uniforme, con un diámetro promedio de 7.2 μ m. Ornamentación principal claviforme y ornamentación secundaria espinosa con espinas de 3.4 μ m. Pollenkitt presente.

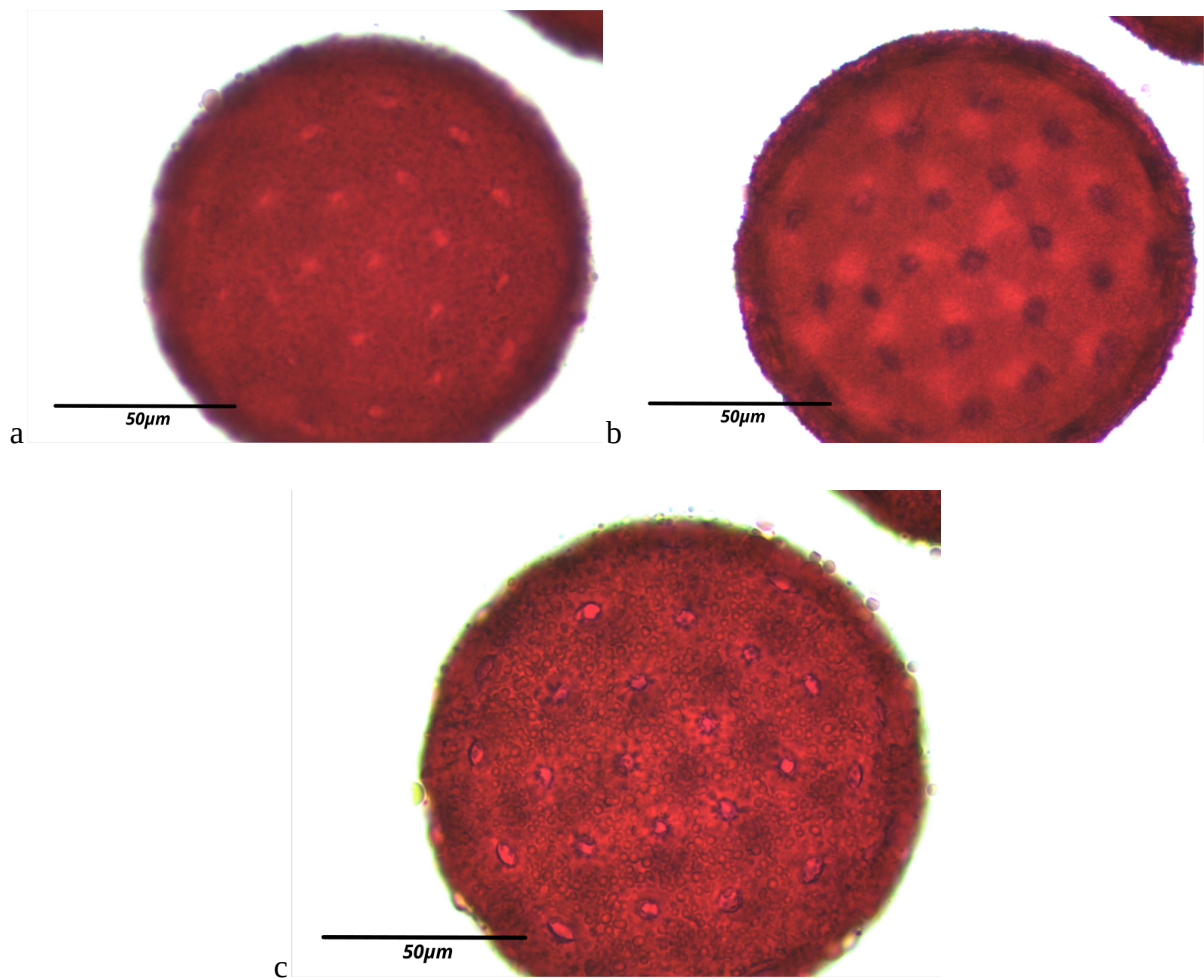


Figura 30. Polen de *Mirabilis laevis* var. *crassifolia* (Choisy) Spellenb. en medio Beattie.

(a) Enfoque proximal. (b) Enfoque intermedio. (c) Enfoque distal. Barra = 50 μ m.

Chorizanthe procumbens Nutt.

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9355°N, -116.6274°O

Polen prolado (P:E = 1.54), 3-colporado, planaperturado P = 36.4 μm , E = 23.7 μm ; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos intersectan a los poros, cubren la mitad de sus meridianos y miden 2.0 μm de ancho por 34.5 μm de alto. Sus ápices son redondos. Los poros miden 2.7 μm de ancho por 4.3 μm de alto. La superficie es perforada y uniforme. Pared polínica de grosor uniforme; la sexina posee un patrón columnado distintivo.

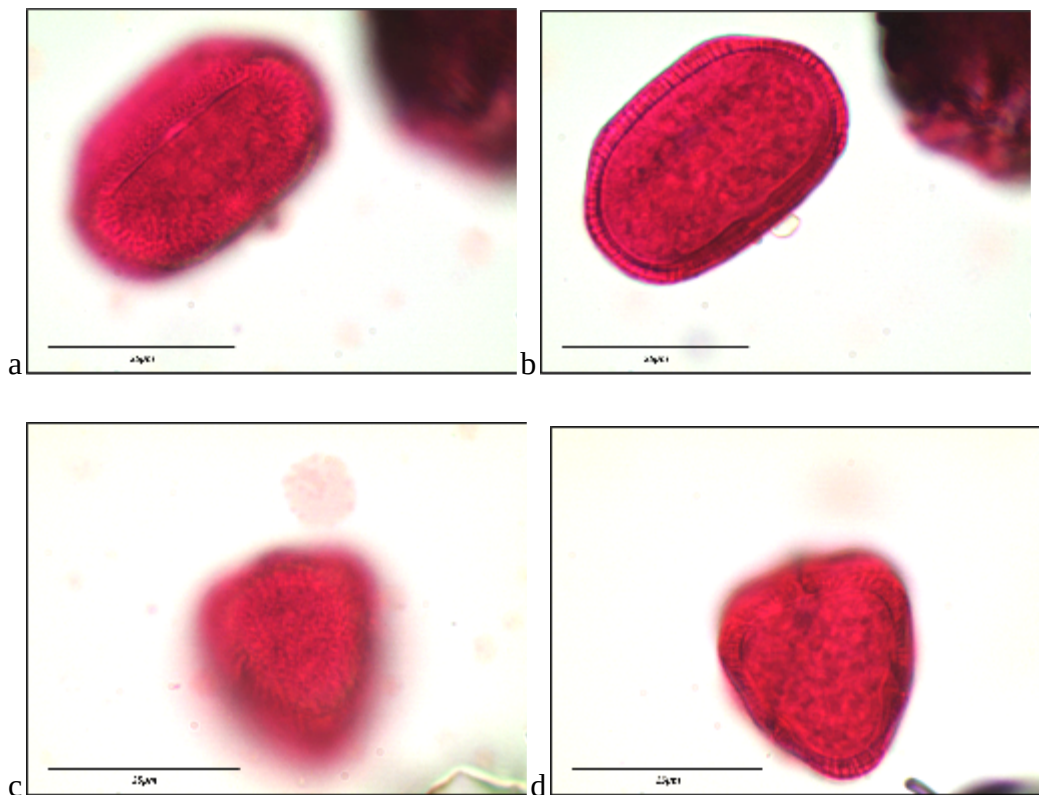


Figura 31. Polen de *Chorizanthe procumbens* Nutt. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Eriogonum fasciculatum Benth.

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen suboblato (P:E = 0.76), 3-colporado, anguloaperturado P = 16.8 μ m, E = 22.0 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 7.4 μ m de ancho por 15.9 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 5.7 μ m de ancho por 7.7 μ m de alto. La superficie es foveolada, con lúmenes más grandes cerca del ecuador. Pared polínica de grosor uniforme.

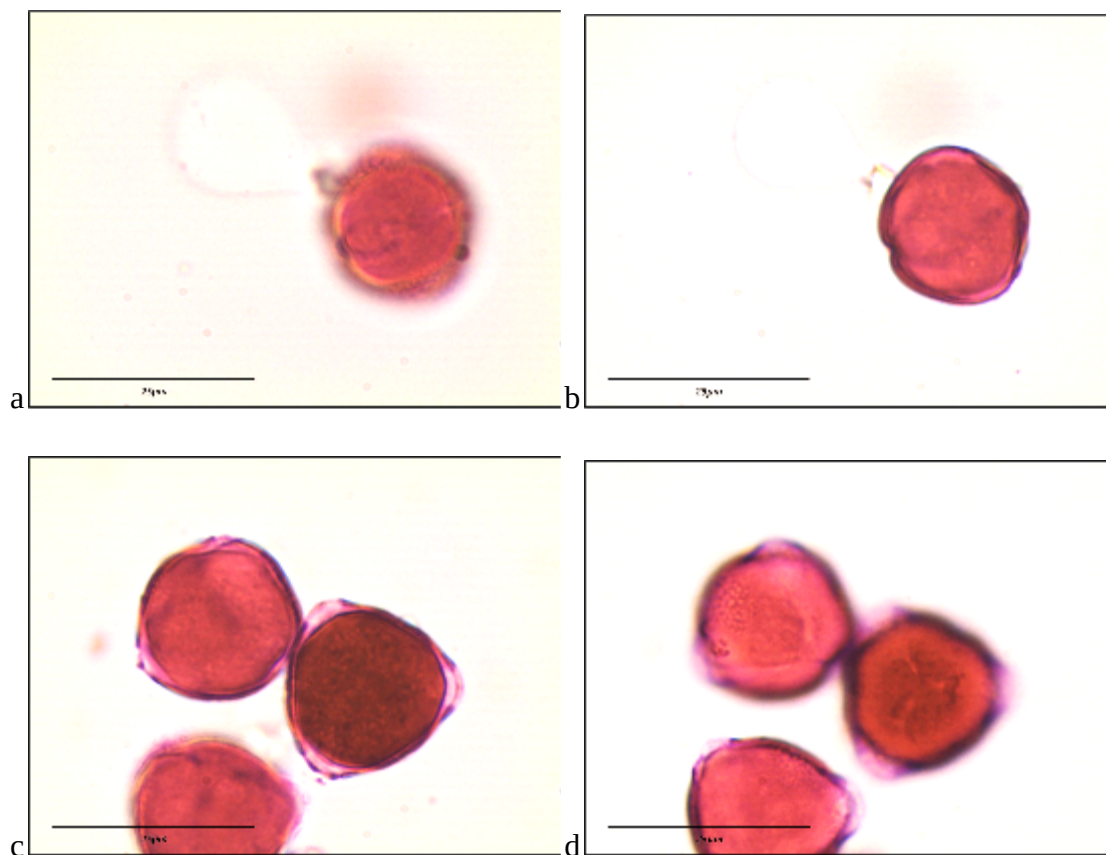


Figura 32. Polen de *Eriogonum fasciculatum* Benth. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Izquierda: Vista polar oblicua; Derecha: vista polar, enfoque proximal. (d) Izquierda: Vista polar oblicua; Derecha: vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Pterostegia drymarioides Fisch. & C.A. Mey.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen prolado (P:E = 1.26), 3-colporado, planaperturado. P = 28.7 μm , E = 22.8 μm ; forma polar lobulada. Isopolar. Los colpos intersectan a los poros, cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 2.3 μm de ancho por 27.1 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros miden 4.8 μm de ancho por 6.5 μm de alto. La superficie es granulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

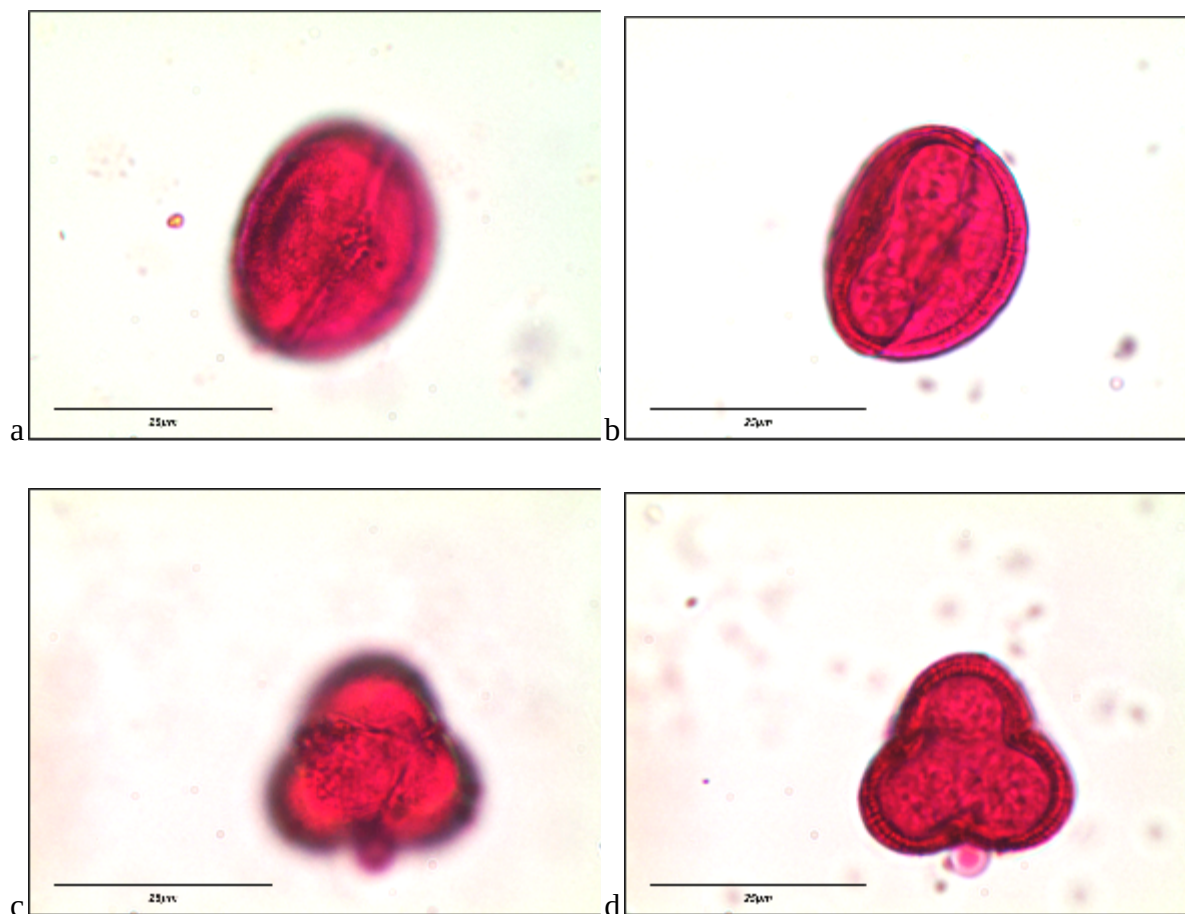


Figura 33. Polen de *Pterostegia drymarioides* Fisch. & C.A. Mey. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Dipsacales

Sambucus nigra ssp. *cerulea* (Raf.) R. Bolli

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen subprolado (P:E = 0.94), 3-colporado. P = 15.9 μ m, E = 16.8 μ m; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 1.6 μ m de ancho por 15.0 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 6.2 μ m de ancho por 6.0 μ m de alto. La sexina se adelgaza alrededor de los poros. La superficie es foveolada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

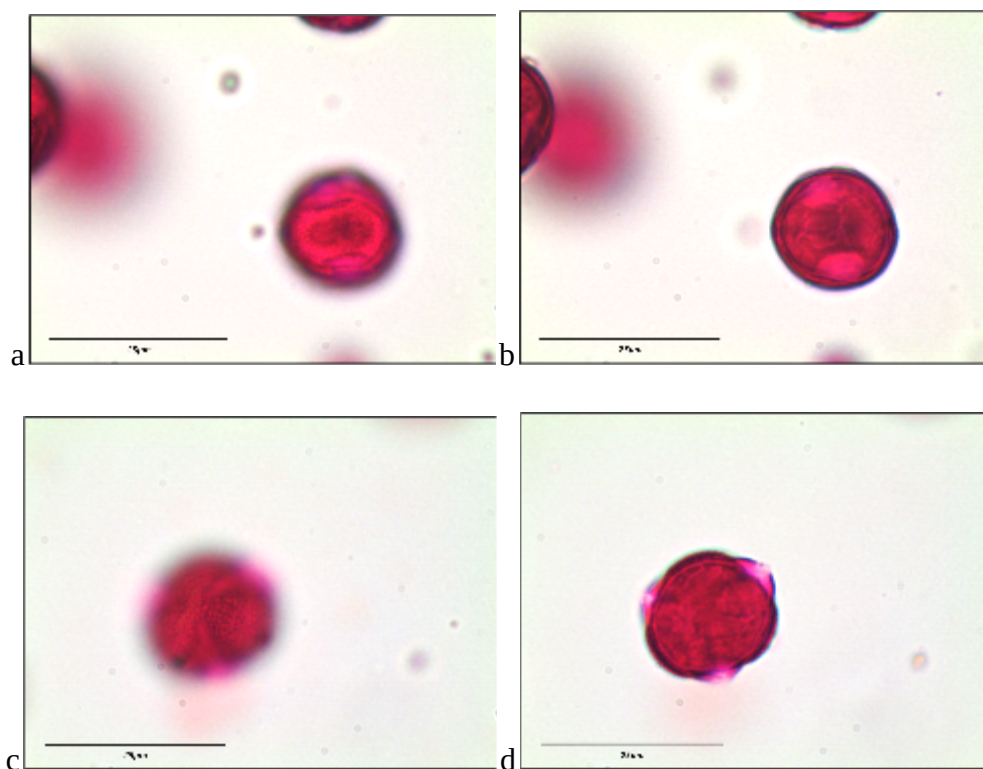


Figura 34. Polen de *Sambucus nigra* ssp. *cerulea* (Raf.) R. Bolli en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Orden: Ericales

Anagallis arvensis L.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen circular (P:E = 1.03), 3-colporado. P = 21.4 μm , E = 20.9 μm ; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos intersectan a los poros, cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 3.5 μm de ancho por 19.8 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros miden 8.2 μm de ancho por 6.7 μm de alto. La sexina se engrosa alrededor de los poros. La superficie es perforada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

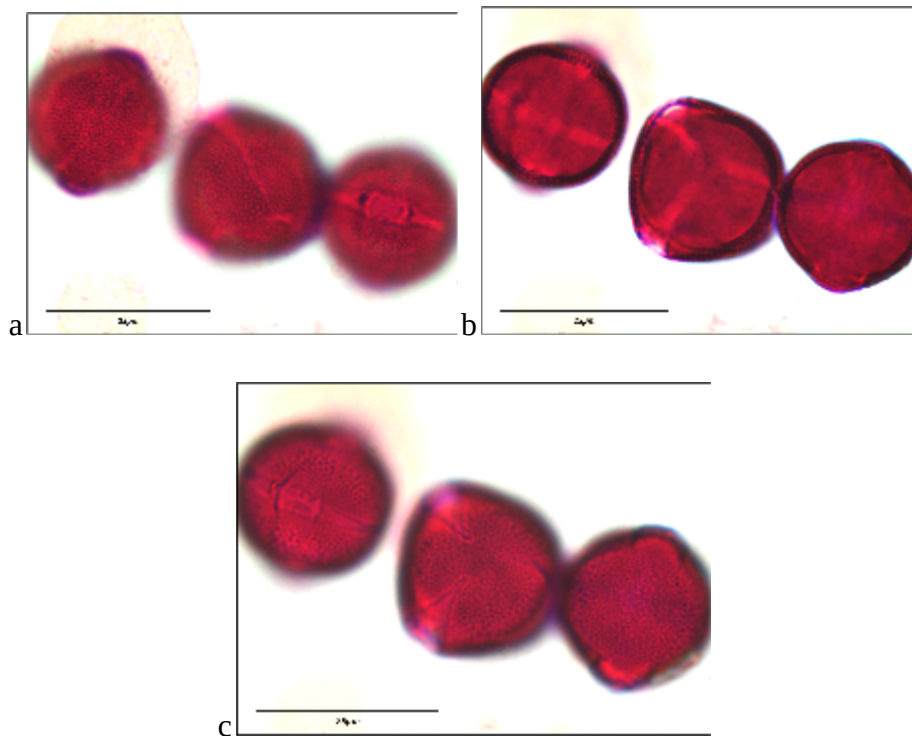


Figura 35. Polen de *Anagallis arvensis* L. en medio Beattie. De izquierda a derecha: Vista ecuatorial, polar y ecuatorial. (a) Enfoque proximal. (b) Enfoque intermedio. (c) Enfoque distal. Barra = 25 μm .

Allophyllum glutinosum (Nutt.) A.D.Grant & V.E.Grant

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen esférico (P:E = 1.00), periporado (6-8). D = 14.5 μ m. Isopolar. Los poros miden 2.1 μ m de diámetro. La sexina se engrosa alrededor de los poros. La superficie es perforada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme. Pollenkit presente.

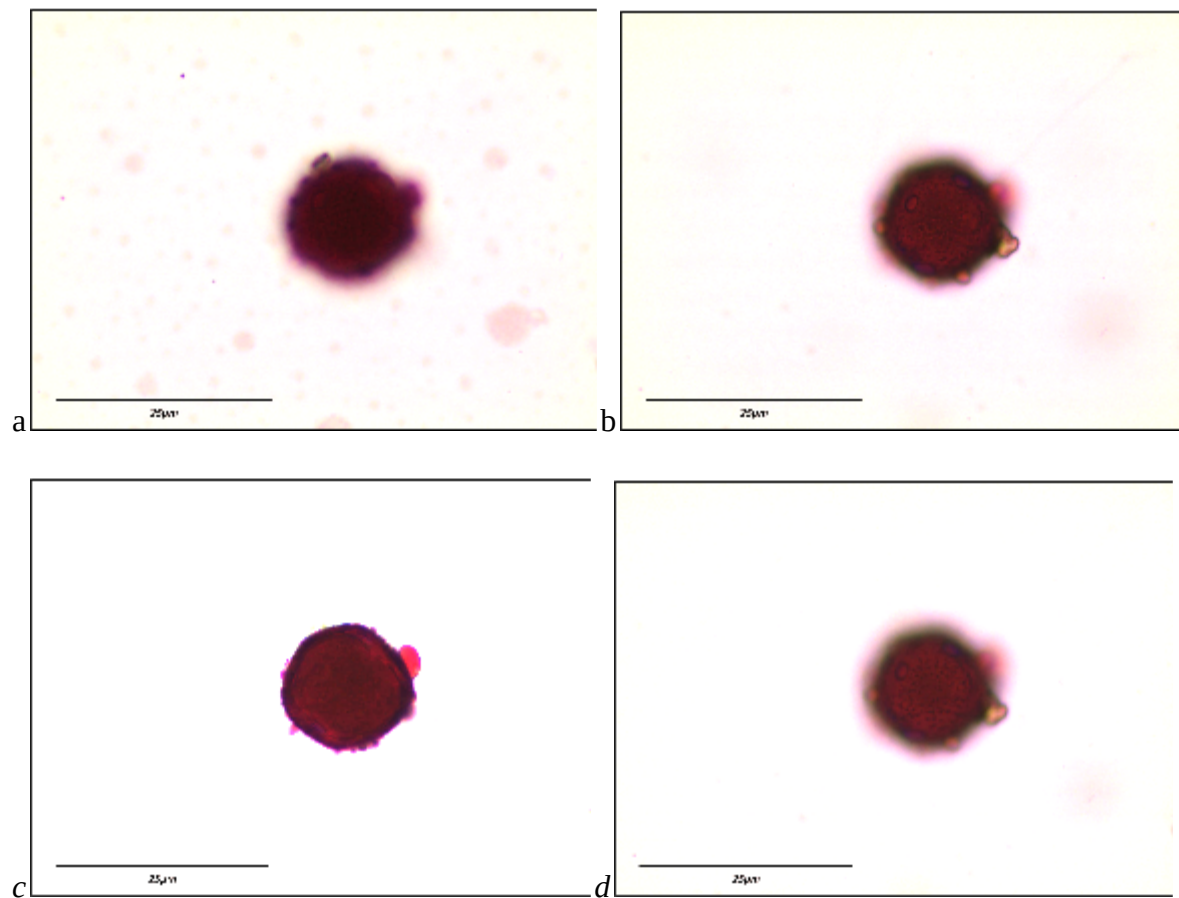


Figura 36. Polen de *Allophyllum glutinosum* (Nutt.) A.D.Grant & V.E.Grant en medio Beattie. (a) Enfoque proximal. (b) Enfoque intermedio. (c) Enfoque intermedio (d) Enfoque distal. Barra = 25 μ m.

Leptosiphon chrysanthus subsp. *chrysanthus* J.M. Porter & R. Patt.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen esférico (P:E = 1.00), periporado (10-12). D = 41.1 μ m. Isopolar. Los poros miden 4 μ m de diámetro. La sexina se engrosa alrededor de los poros. La superficie es perforada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

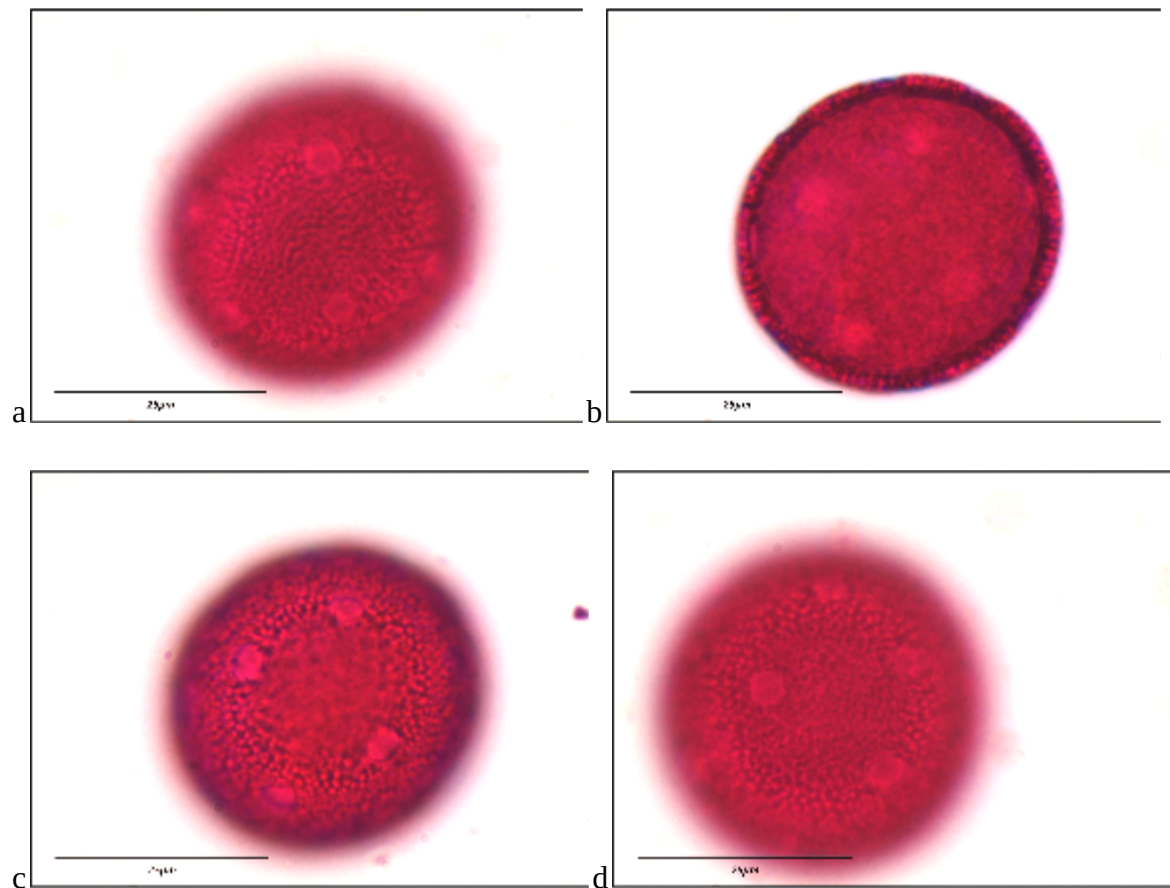


Figura 37. Polen de *Leptosiphon chrysanthus* subsp. *chrysanthus* J.M. Porter & R. Patt. en medio Beattie. (a) Grano 1: Enfoque proximal. (b) Grano 1: Enfoque intermedio. (c) Grano 2: Enfoque proximal (d) Grano 2: Enfoque distal. Barra = 25 μ m.

Orden: Lamiales

Lepechinia ganderi Epling

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9337°N, -116.6233°O

Polen circular (P:E = 1.16), 6-colpado, planaperturado. P = 48.6 μm , E = 42.0 μm ; forma polar hexalobulada. Isopolar. Los colpos cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.4 μm de ancho por 39.0 μm de alto. Sus ápices son agudos. La superficie es perforada, uniforme. La sexina posee un patrón columnado distintivo. Pared polínica de grosor uniforme.

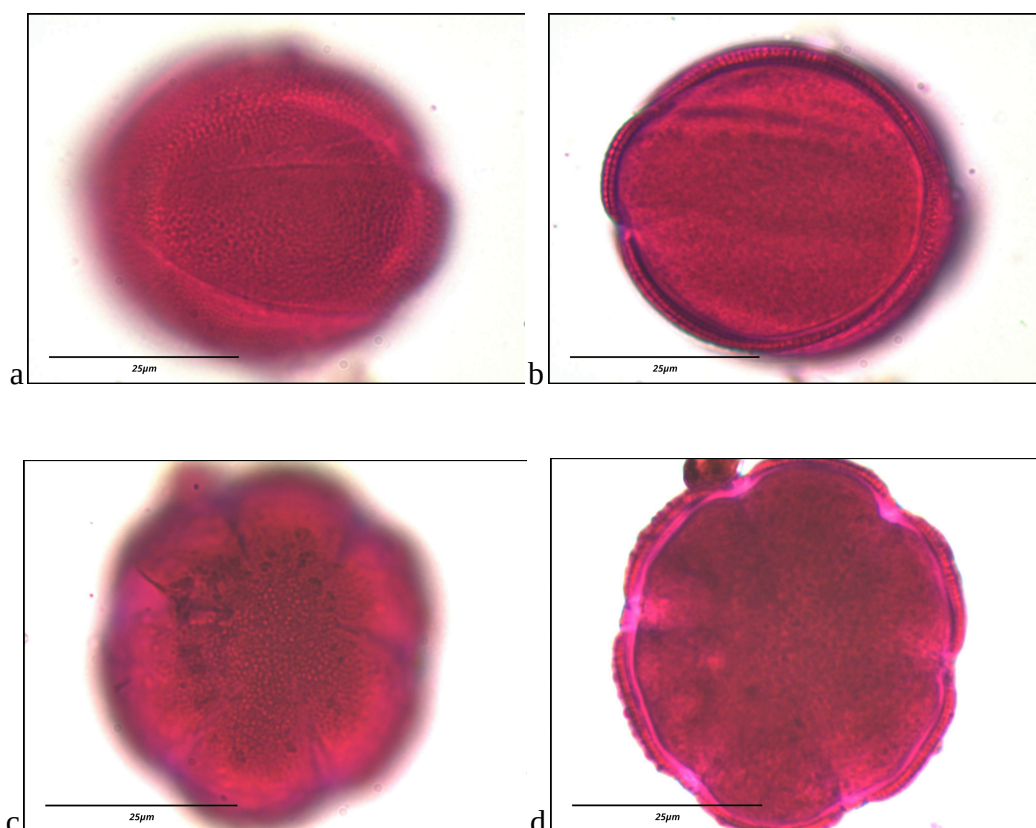


Figura 38. Polen de *Lepechinia ganderi* Epling en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Salvia apiana Jeps.

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen oblato (P:E = 0.73), 6-colpado. P = 33.0 μm , E = 45.0 μm ; forma polar elíptica. Isopolar. Los colpos están operculados, cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 3.1 μm de ancho por 32.0 μm de alto. Sus ápices son agudos. La superficie es reticulada en el ecuador, con retículos que se van haciendo más pequeños cerca de los polos. Pared polínica de grosor uniforme.

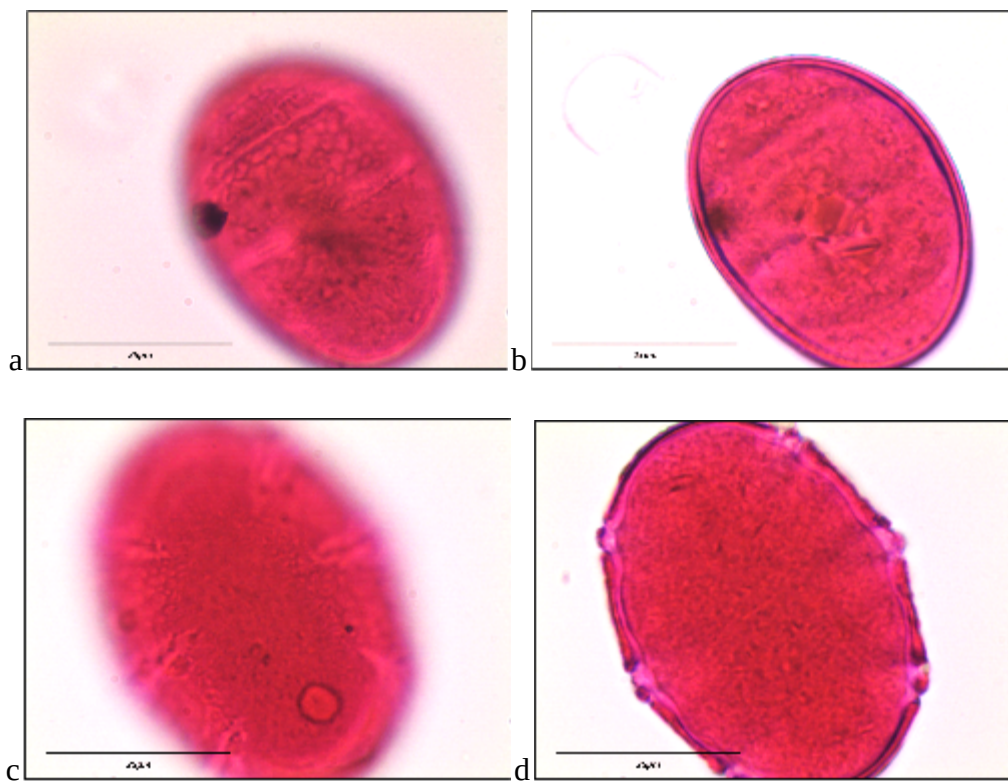


Figura 39. Polen de *Salvia apiana* Jeps. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Salvia clevelandii (A. Gray) Greene

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen oblato (P:E = 0.73), 6-colpado. P = 31.0 μm , E = 47.0 μm ; forma polar elíptica. Isopolar. Los colpos cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 6.2 μm de ancho por 28.2 μm de alto. Sus ápices son agudos. La superficie es reticulada en el ecuador, con retículos que se van haciendo más pequeños cerca de los polos. Pared polínica de grosor uniforme.

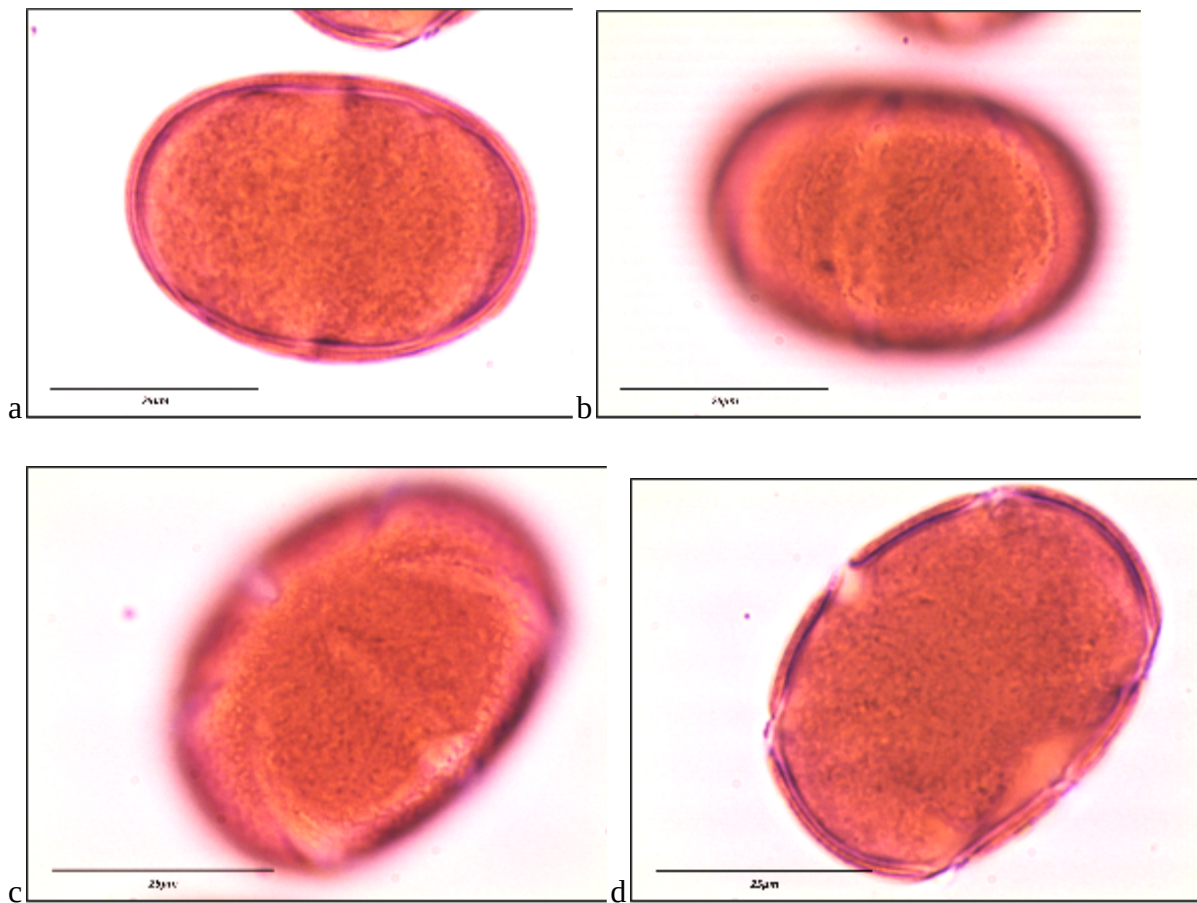


Figura 40. Polen de *Salvia clevelandii* (A. Gray) Greene en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Salvia columbariae Benth.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen oblato (P:E = 0.67), 6-colpado. P = 28.3 μ m, E = 43 μ m; forma polar elíptica. Isopolar. Los colpos cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.7 μ m de ancho por 25.8 μ m de alto. Sus ápices son agudos. La superficie es reticulada en el ecuador, con retículos que se van haciendo más pequeños cerca de los polos. Pared polínica de grosor uniforme.

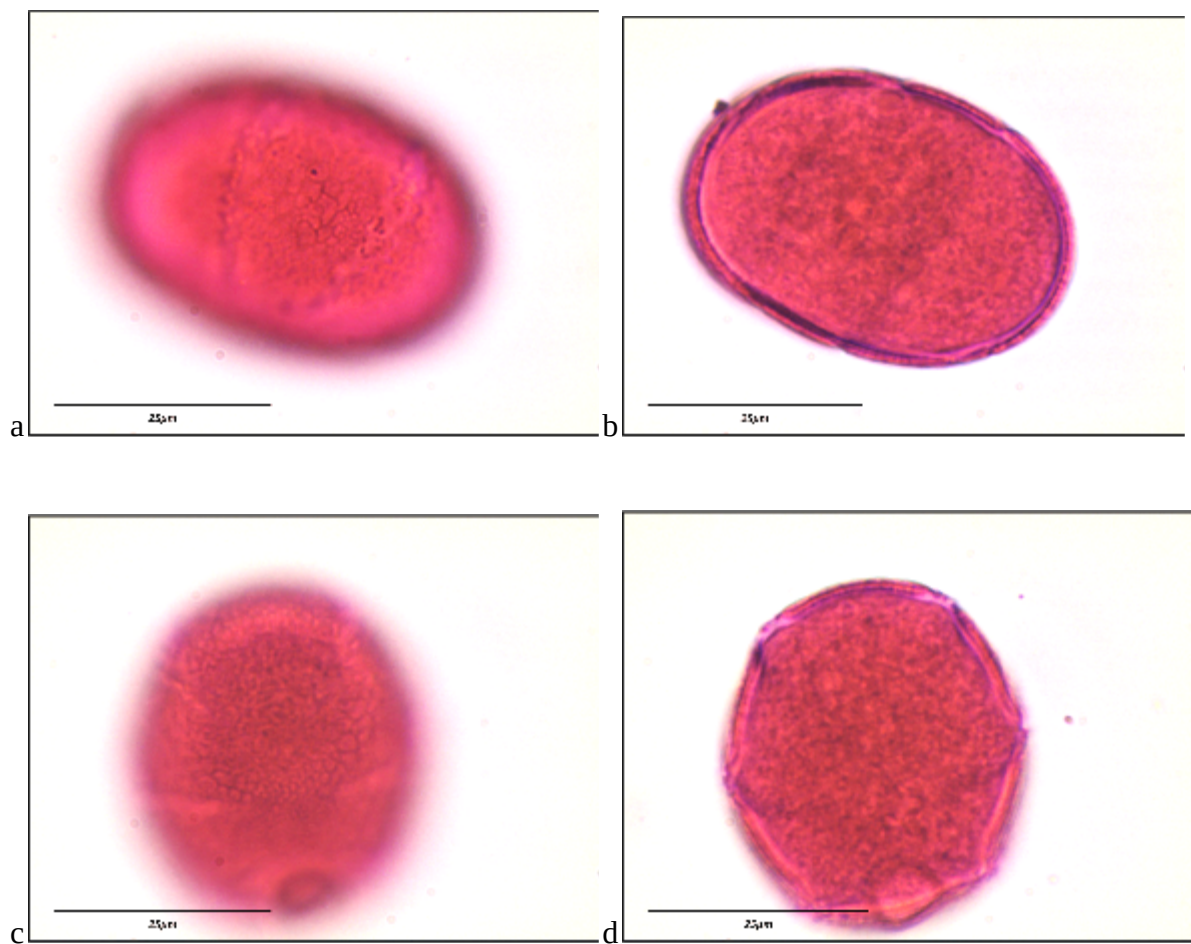


Figura 41. Polen de *Salvia columbariae* Benth. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Fraxinus parryi Moran

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen oblato (P:E = 0.82), 3-colpado. P = 22.1 μ m, E = 26.9 μ m; forma polar triangular convexa. Heteropolar. Los colpos cubren alrededor de dos terceras partes de sus meridianos y miden 3.4 μ m de ancho por 18.8 μ m de alto. Sus ápices son agudos. La superficie es reticulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

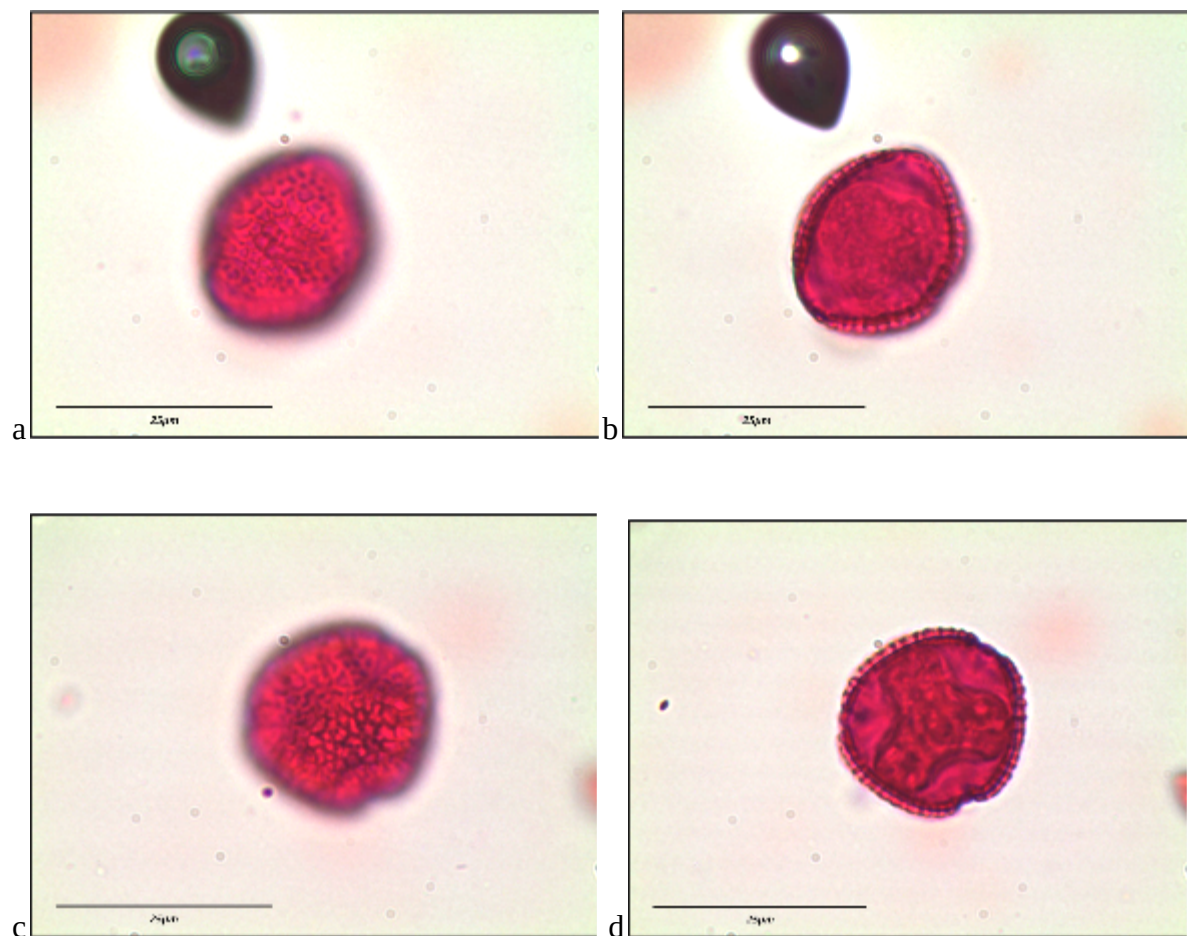


Figura 42. Polen de *Fraxinus parryi* Moran en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Diplacus brevipes (Benth) G.L.Nesom

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen oblato (P:E = 0.84), 5-colpado. P = 36.0 μm , E = 43.0 μm ; forma polar pentagonal. Isopolar. Los colpos están operculados, cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 5.6 μm de ancho por 29.7 μm de alto. Sus ápices son obtusos. La superficie es perforada uniforme, incluyendo los opérculos. Pared polínica de grosor uniforme.

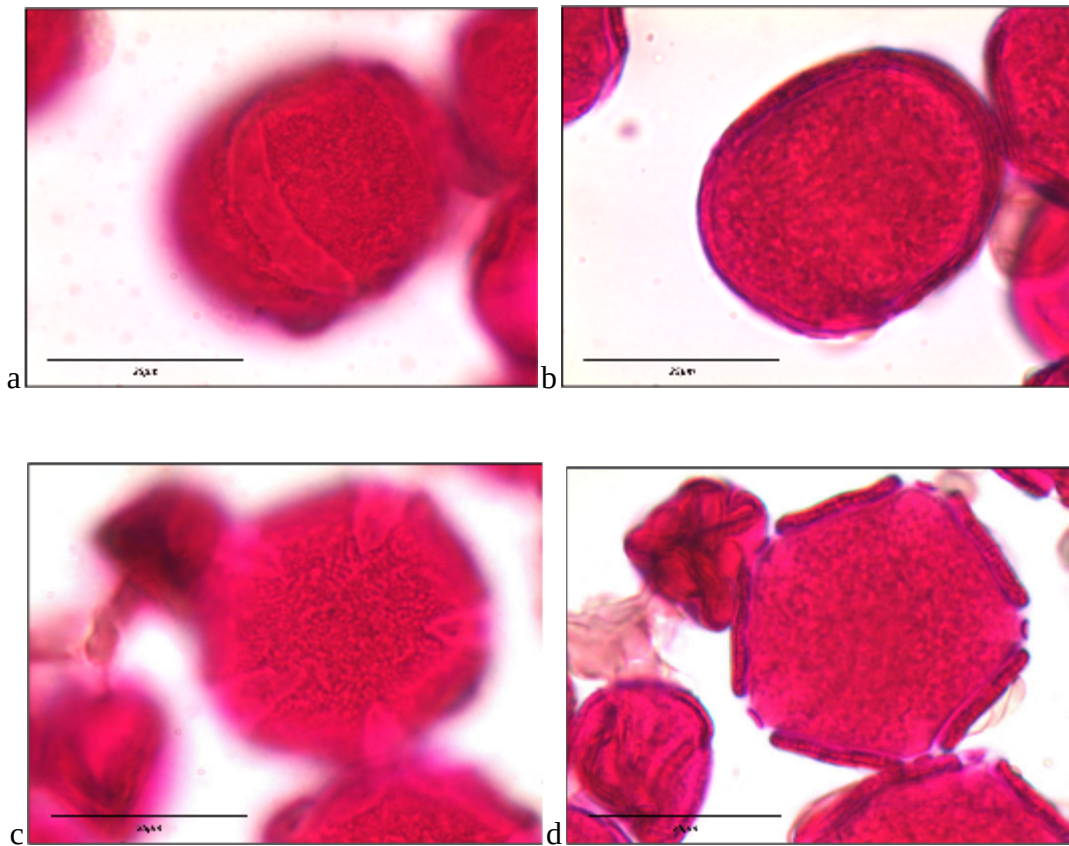


Figura 43. Polen de *Diplacus brevipes* (Benth) G.L.Nesom en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Sairocarpus pusillus (Brandege) D.A. Sutton

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen circular (P:E = 1.02), 3-colporado, anguloaperturado. P = 14.9 μ m, E = 14.6 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.7 μ m de ancho por 10.4 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 4.8 μ m de ancho por 3.8 μ m. La superficie es perforada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

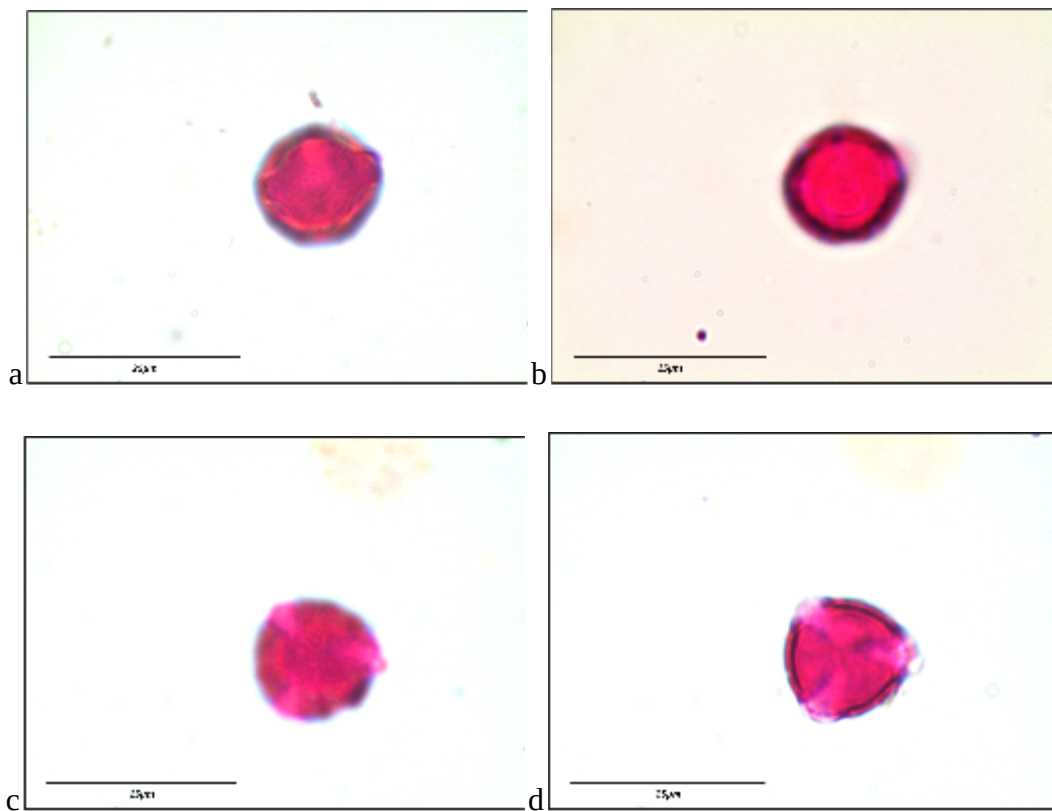


Figura 44. Polen de *Sairocarpus pusillus* (Brandege) D.A. Sutton en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Orden: Malvales

Crocantemum scoparium (Nutt.) Millsp.

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen circular (P:E = 1.01); 3-colporado, anguloaperturado. P = 36.9 μ m, E = 36.5 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 8.6 μ m de ancho por 29.1 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 8.6 μ m de ancho por 7.5 μ m de alto. La superficie es reticulada uniforme. La sexina posee un patrón columnado distintivo. Pared polínica de grosor uniforme.

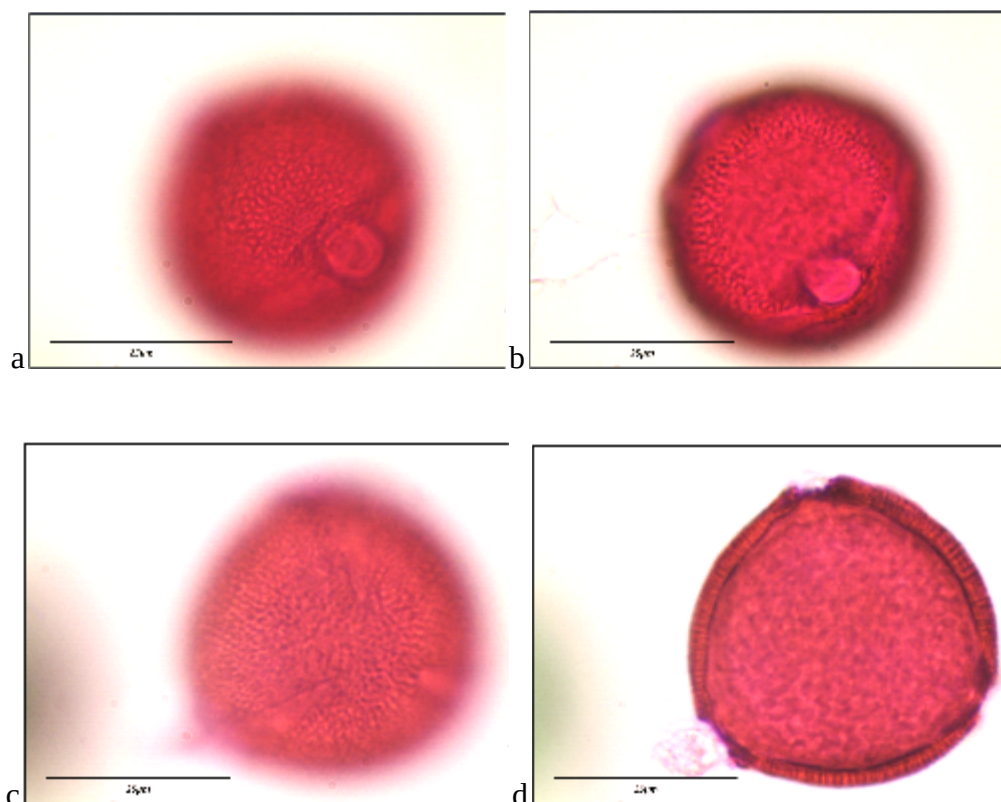


Figura 45. Polen de *Crocantemum scoparium* (Nutt.) Millsp. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Malacothamnus foliosus (S.Watson) Kearney

Localidad tipo: Terranova. 31.8972°N, -116.6308°O

Polen esférico (P:E = 1.0); D = 54 μm ; periporado, con alrededor de 70 poros dispuestos de manera uniforme por la superficie. Isopolar. Los poros miden 1.8 μm de diámetro. La superficie posee dos tipos de ornamentación: perforada uniforme y espinosa. El tamaño promedio de sus espinas es de 3.7 μm . Pared polínica de grosor uniforme. Pollenkit presente.

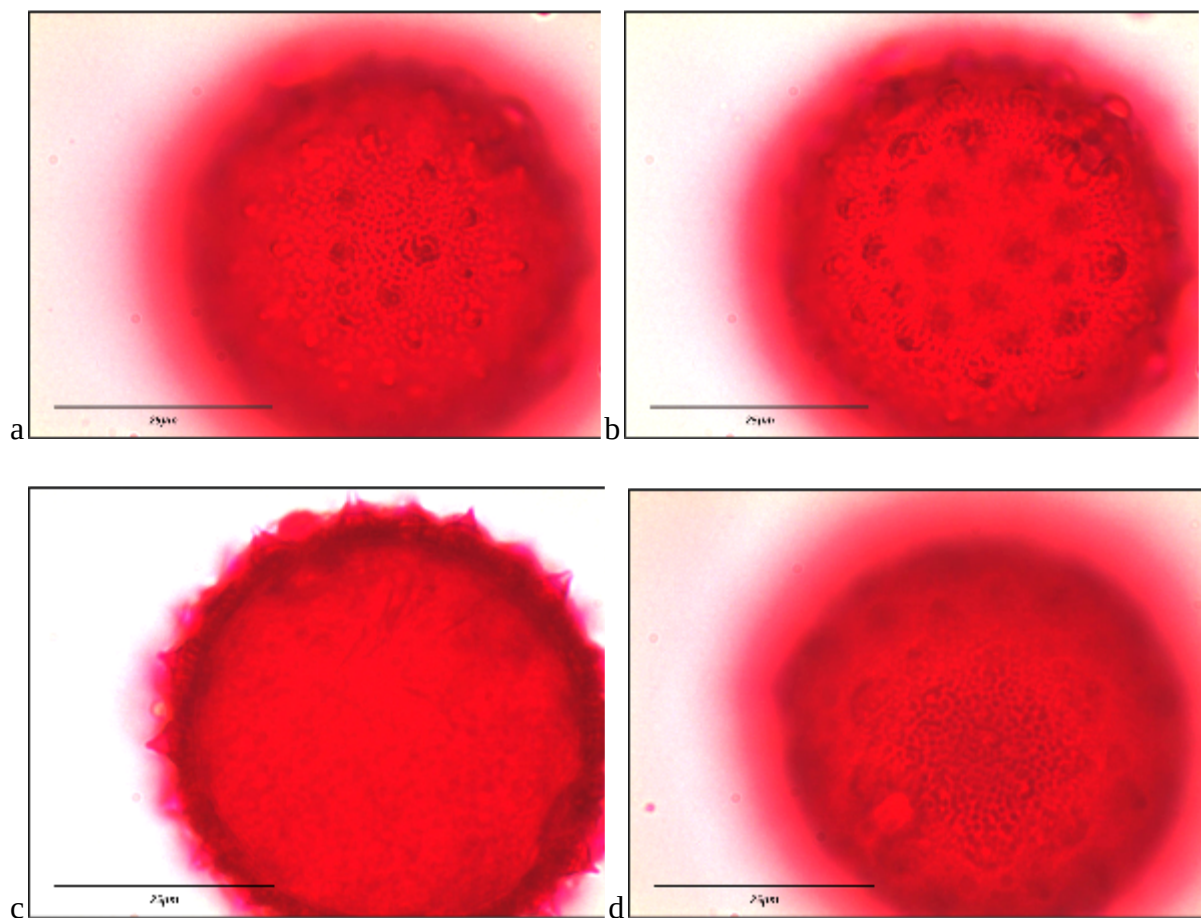


Figura 46. Polen de *Malacothamnus foliosus* (S.Watson) Kearney en medio Beattie. (a) Enfoque proximal. (b) Enfoque intermedio. (c) Enfoque intermedio. (d) Enfoque distal. Barra = 25 μm .

Orden: Myrtales

Camissoniopsis hirtella (Greene) W.L.Wagner & Hoch

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen circular (P:E = 0.98); 3-porado. P = 48.0 μ m, E = 49.8 μ m; forma polar triangular. Heteropolar. Los poros miden 24.9 μ m de ancho por 23.7 μ m de alto y están rodeados por un annulus. Poseen una ornamentación escabrosa. La superficie es granulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme. La sexina se encuentra extruída alrededor de los poros, cubriéndolos de manera parcial. Hilos de viscina presentes.

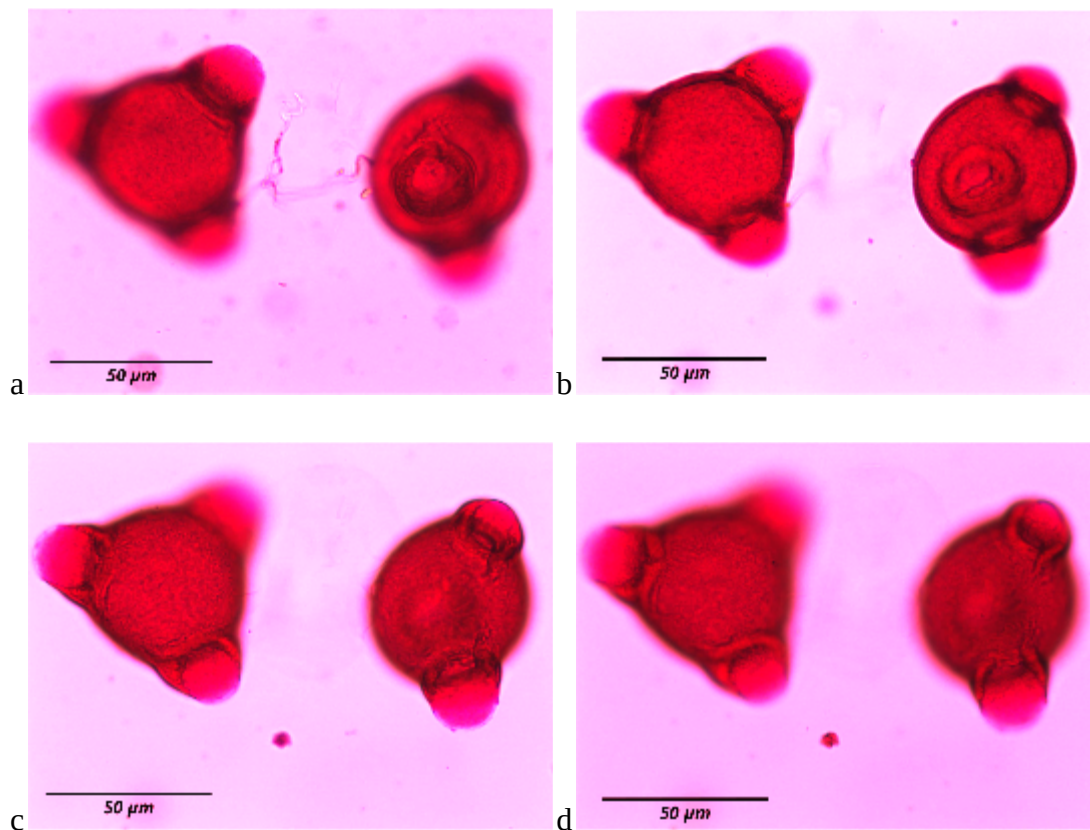


Figura 47. Polen de *Camissoniopsis hirtella* (Greene) W.L.Wagner & Hoch en medio Beattie.

(a) Vista polar y ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista polar y ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar y ecuatorial, enfoque intermedio. (d) Vista polar y ecuatorial, enfoque distal. Barra = 50 μ m.

Eulobus californicus Nutt. ex Torr. & A.Gray

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923N, -116.5811O

Polen circular (P:E = 0.98); 3-porado. P = 48.3 μ m, E = 49.2 μ m; forma polar triangular. Isopolar. Los poros miden 35.6 μ m de ancho por 36.8 μ m de alto. La superficie es granulada uniforme. La sexina se encuentra extruída alrededor de los poros, cubriéndolos de manera parcial. Hilos de viscina presentes.

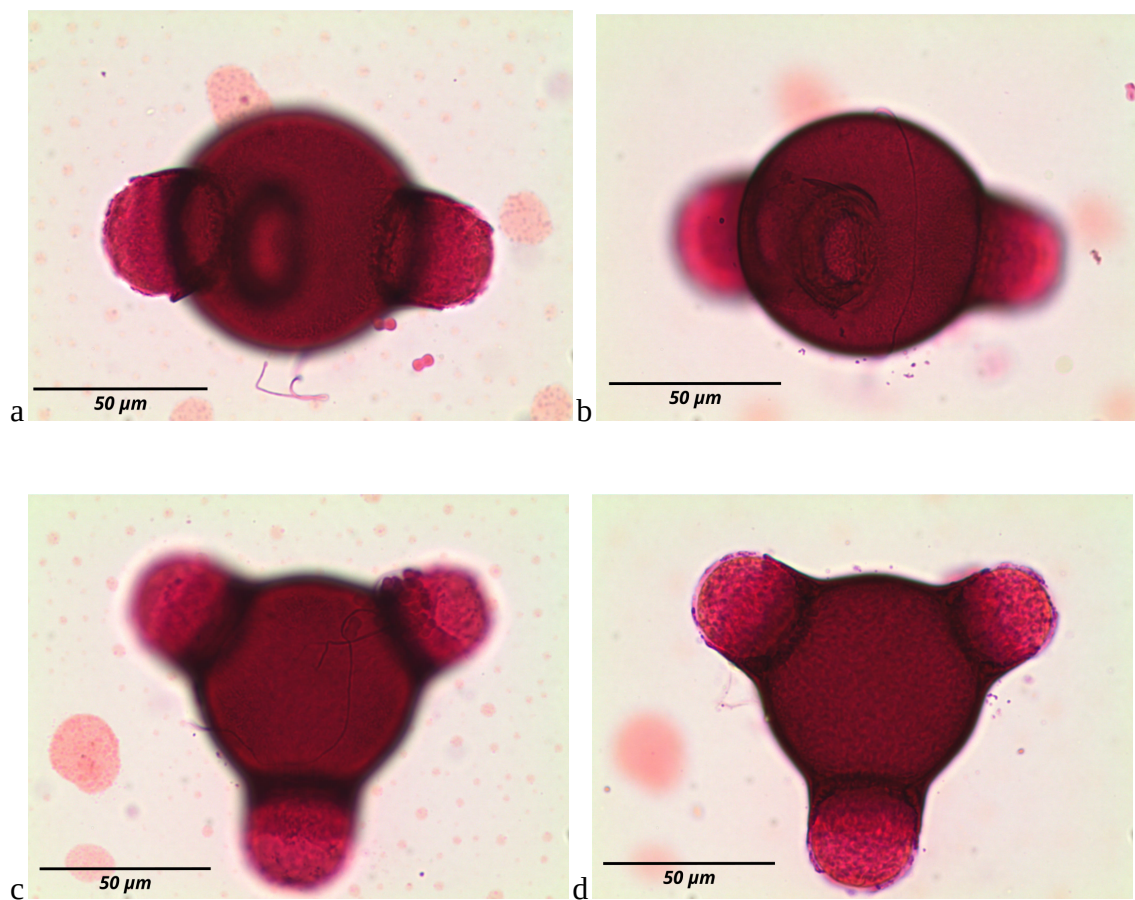


Figura 48. Polen de *Eulobus californicus* Nutt. ex Torr. & A.Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Vista polar, enfoque proximal. (d) Vista polar, enfoque intermedio. Barra = 50 μ m.

Orden: Plantaginales

Neogaerrhinum strictum (Hook. & Arn.) Rothm.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen circular (P:E = 0.95); 3-colporado. P = 17.9 μm , E = 18.9 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.1 μm de ancho por 18.4 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros intersectan a los colpos y miden 4.7 μm de ancho por 7.4 μm de alto. La superficie es baculada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

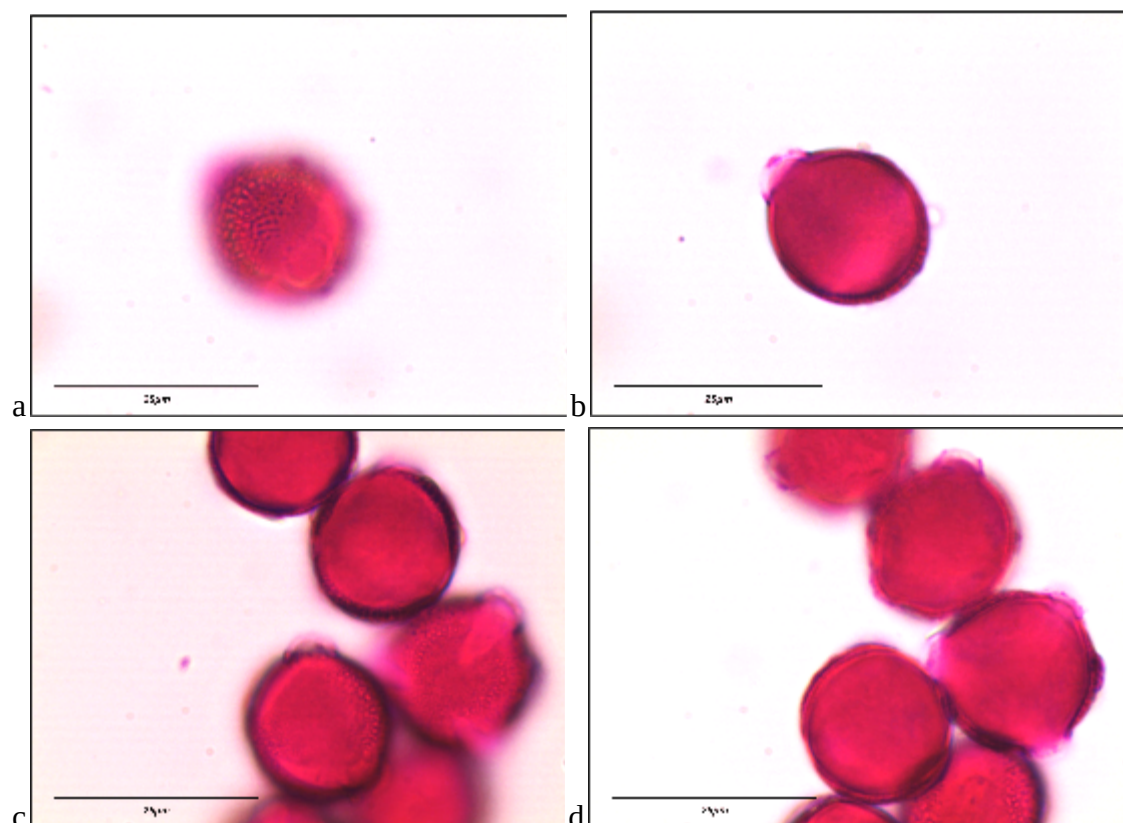


Figura 49. Polen de *Neogaerrhinum strictum* (Hook. & Arn.) Rothm. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (c) Múltiples granos en distintas orientaciones, enfoque proximal (d) Múltiples granos en distintas orientaciones, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Polemoniaceae

Navarretia hamata Greene

Localidad tipo: El Mogor. 32.0361°N, -116.5978°O

Polen esférico (P:E = 1.00); periporado. D = 39.1 μm . Isopolar. Los poros miden 4.1 μm de diámetro. La superficie es estriada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme. Pollenkit presente.

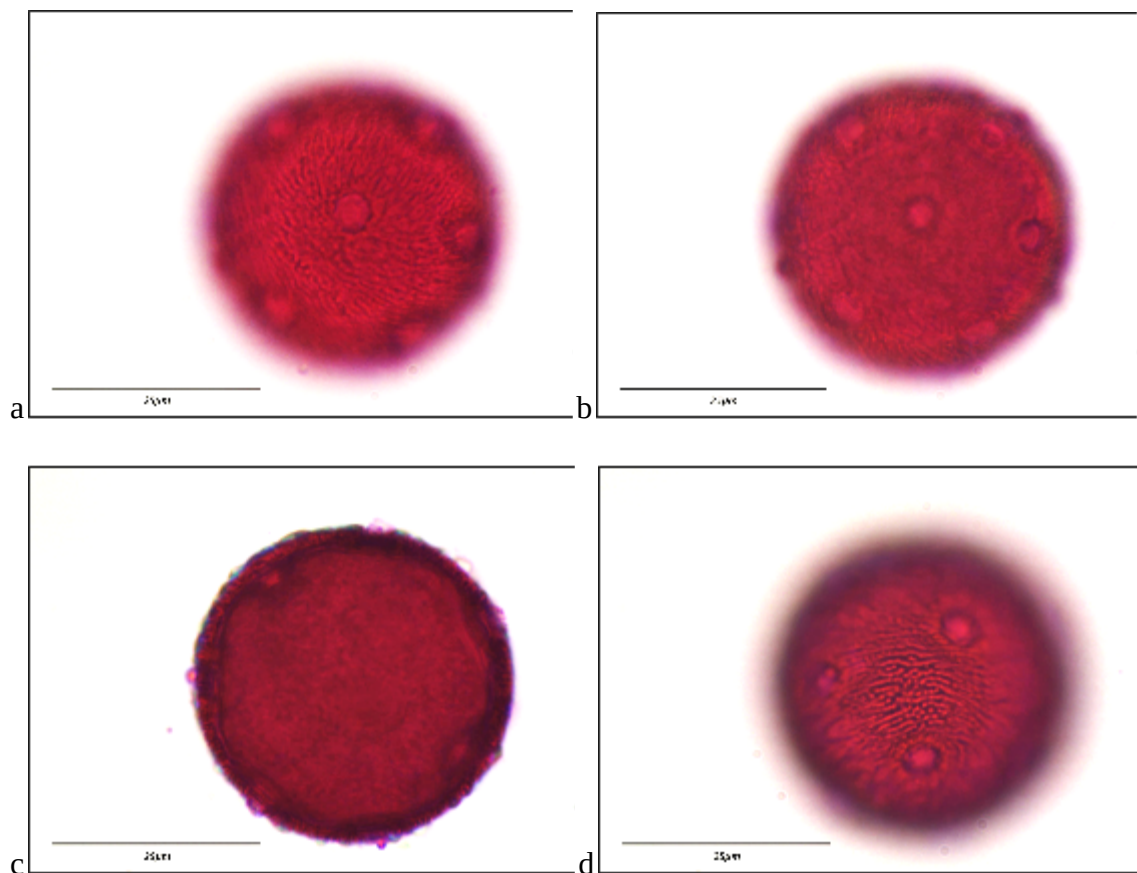


Figura 50. Polen de *Navarretia hamata* Greene en medio Beattie. (a) Enfoque proximal. (b) Enfoque intermedio. (c) Enfoque intermedio. (d) Enfoque distal. Barra = 25 μm .

Orden: Ranunculales

Dendromecon rigida Benth.

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9337°N, -116.6233°O

Polen suboblato (P:E = 0.82); 5-colpado. P = 31.2 μm , E = 37.9 μm ; forma polar pentagonal. Isopolar. Los colpos cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 7.4 μm de ancho por 23.5 μm de alto. Sus ápices son obtusos. La superficie es reticulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

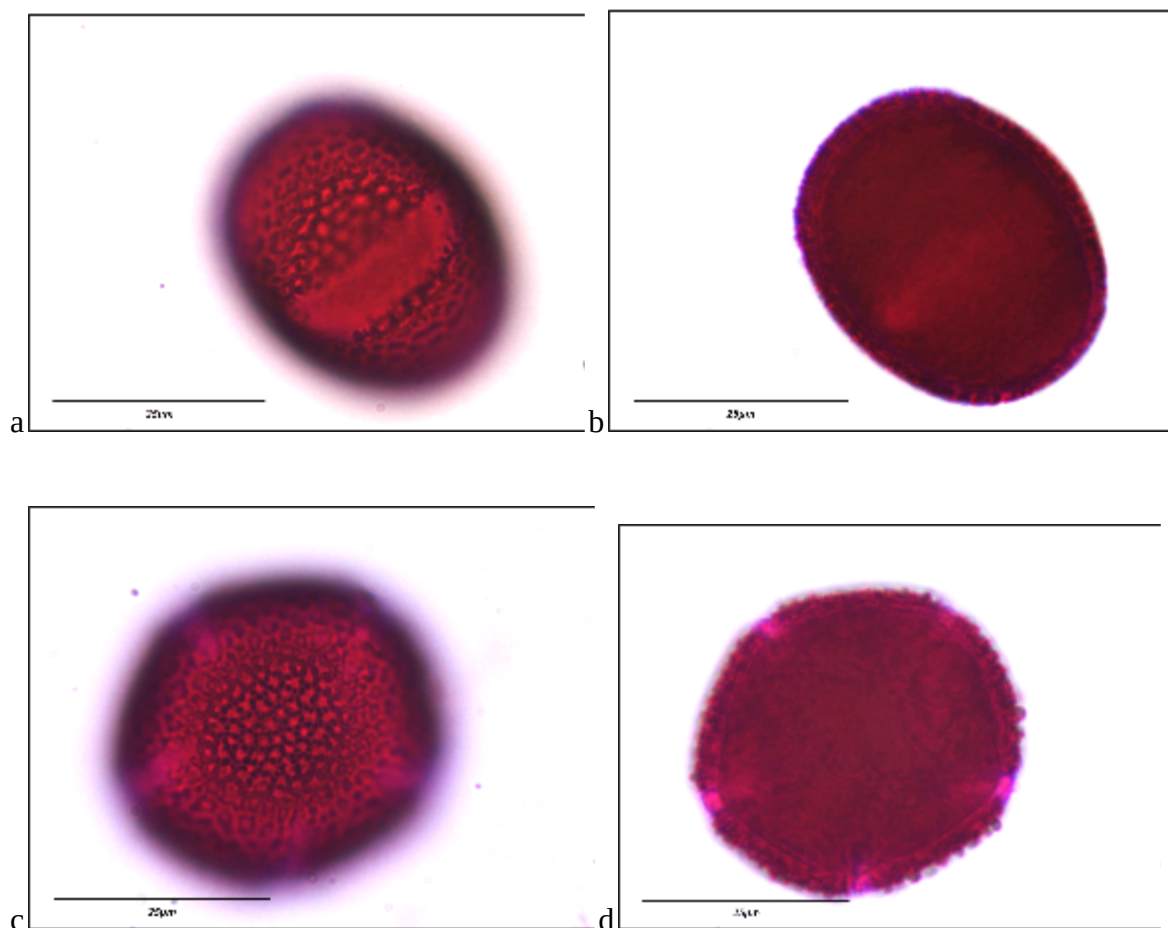


Figura 51. Polen de *Dendromecon rigida* Benth. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Platystemon californicus Benth.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen suboblato (P:E = 0.85); 3-colpado. P = 18.1 μm , E = 21.3 μm ; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren la mitad de sus meridianos y miden 4.4 μm de ancho por 15.3 μm de alto. Están . Sus ápices son obtusos. La superficie es granulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

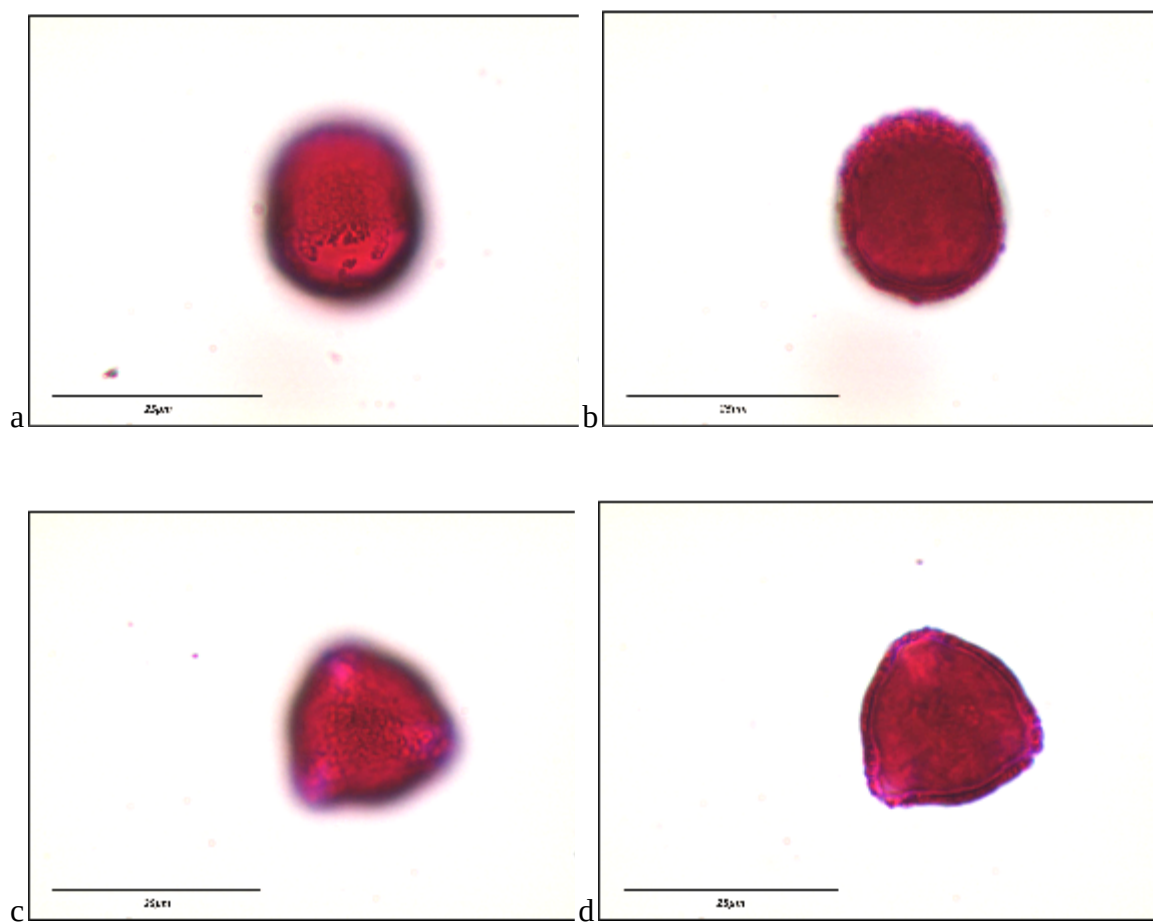


Figura 52. Polen de *Platystemon californicus* Benth. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Romneya trichocalyx Eastw.

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen suboblato (P:E = 0.90); 3-colpado. P = 29.7 μ m, E = 33.0 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos, están operculados y miden 7.1 μ m de ancho por 30.5 μ m de alto. Sus ápices son agudos. La superficie, incluyendo los opérculos, es reticulada uniforme. Pared polínica de grosor uniforme.

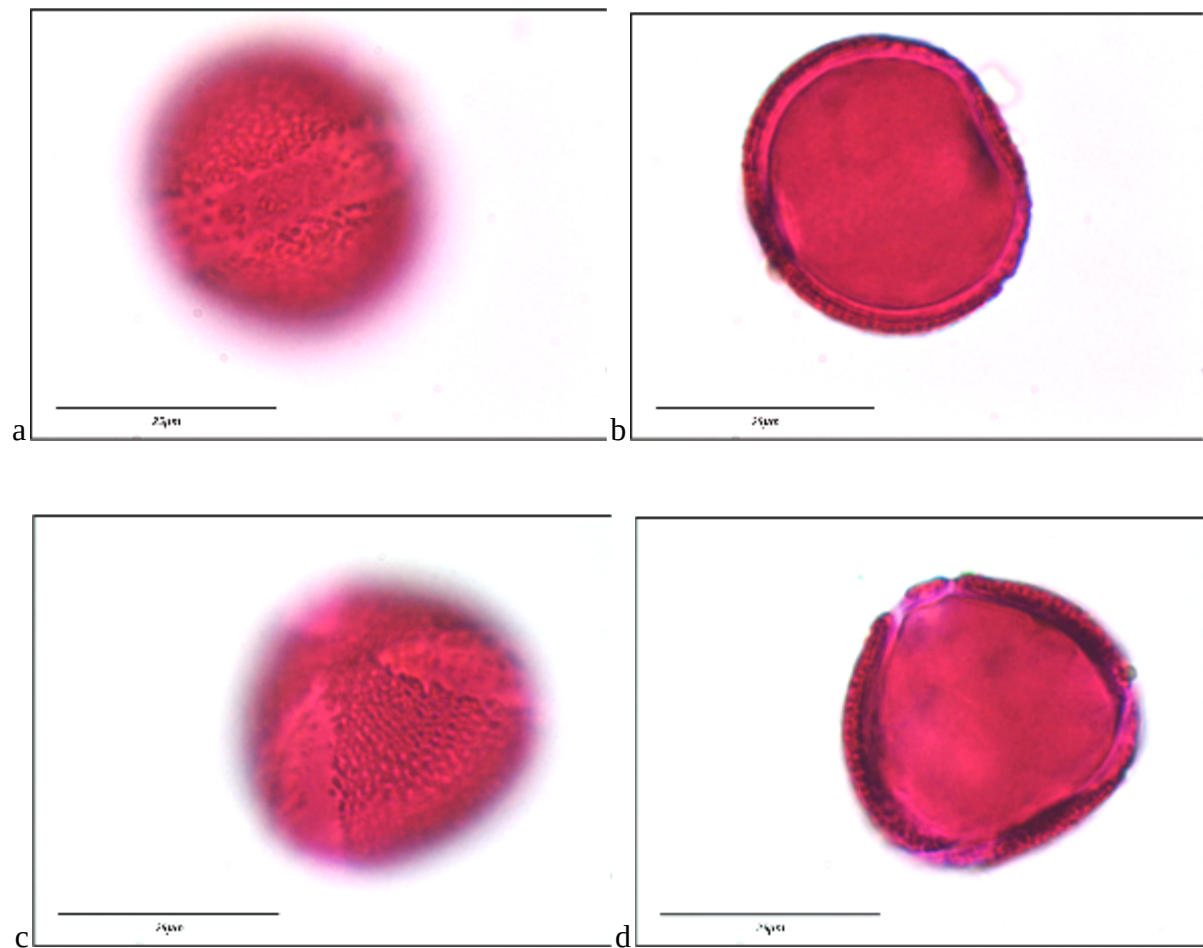


Figura 53. Polen de *Romneya trichocalyx* Eastw. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Delphinium parryi A. Gray

Localidad tipo: El Mogor. 32.0361°N, -116.5978°O

Polen suboblato (P:E = 0.94); 3-colpado. P = 21.0 μm , E = 22.4 μm ; forma polar circular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 10.3 μm de ancho por 20.0 μm de alto. Sus ápices son agudos. La superficie de la pared polínica es escabrosa, a excepción de los colpos, que tienen una ornamentación foveolada. Pared polínica de grosor uniforme.

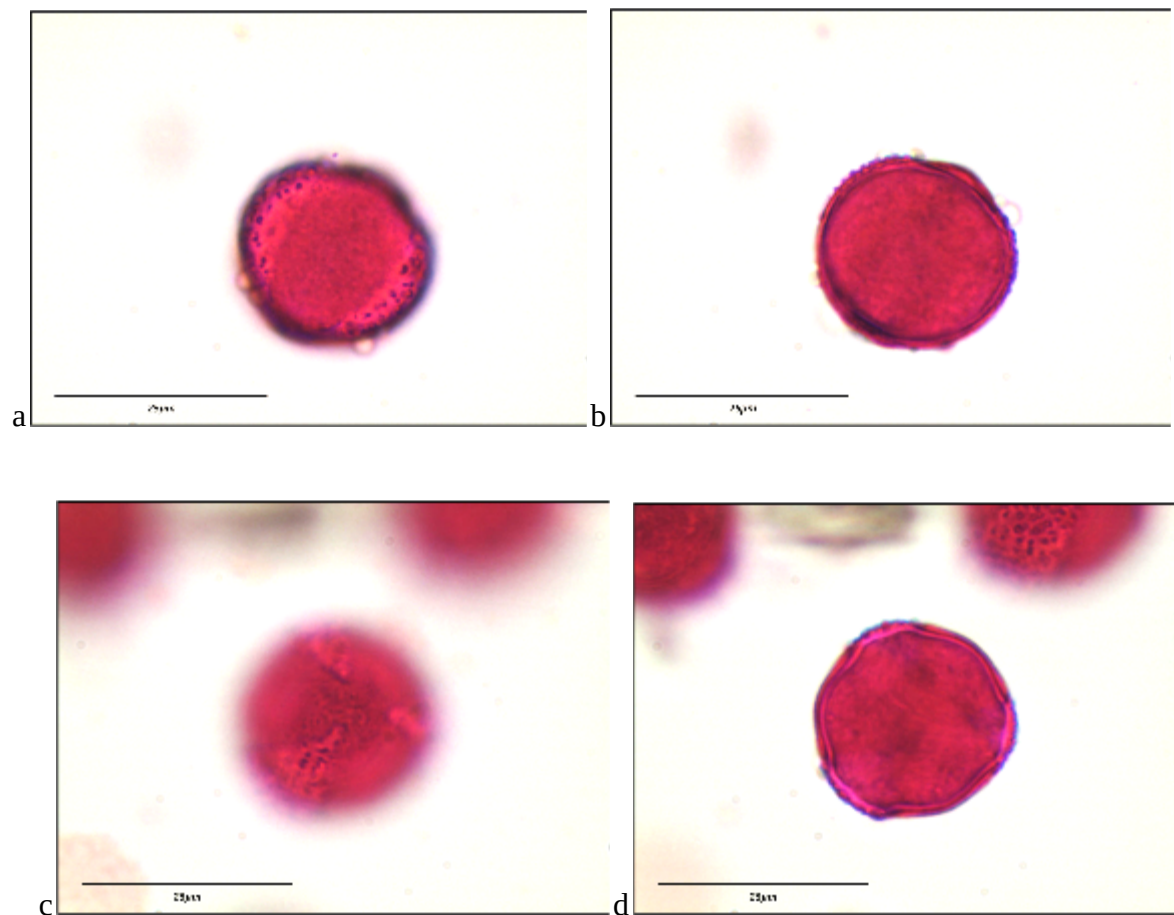


Figura 54. Polen de *Delphinium parryi* A. Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Rosales

Ceanothus tomentosus Parry

Localidad tipo: Terranova. 31.8972°N, -116.6308°O

Polen subprolado (P:E = 1.21); 3-colporado, planaperturado. P = 22.7 μ m, E = 18.7 μ m; forma polar trilobulada. Isopolar. Los colpos intersectan a los poros, cubren dos terceras partes de sus meridianos y miden 4.1 μ m de ancho por 22.2 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros miden 4.1 μ m de ancho por 4.1 μ m. La superficie de la pared polínica es foveolada. Pared polínica de grosor uniforme.

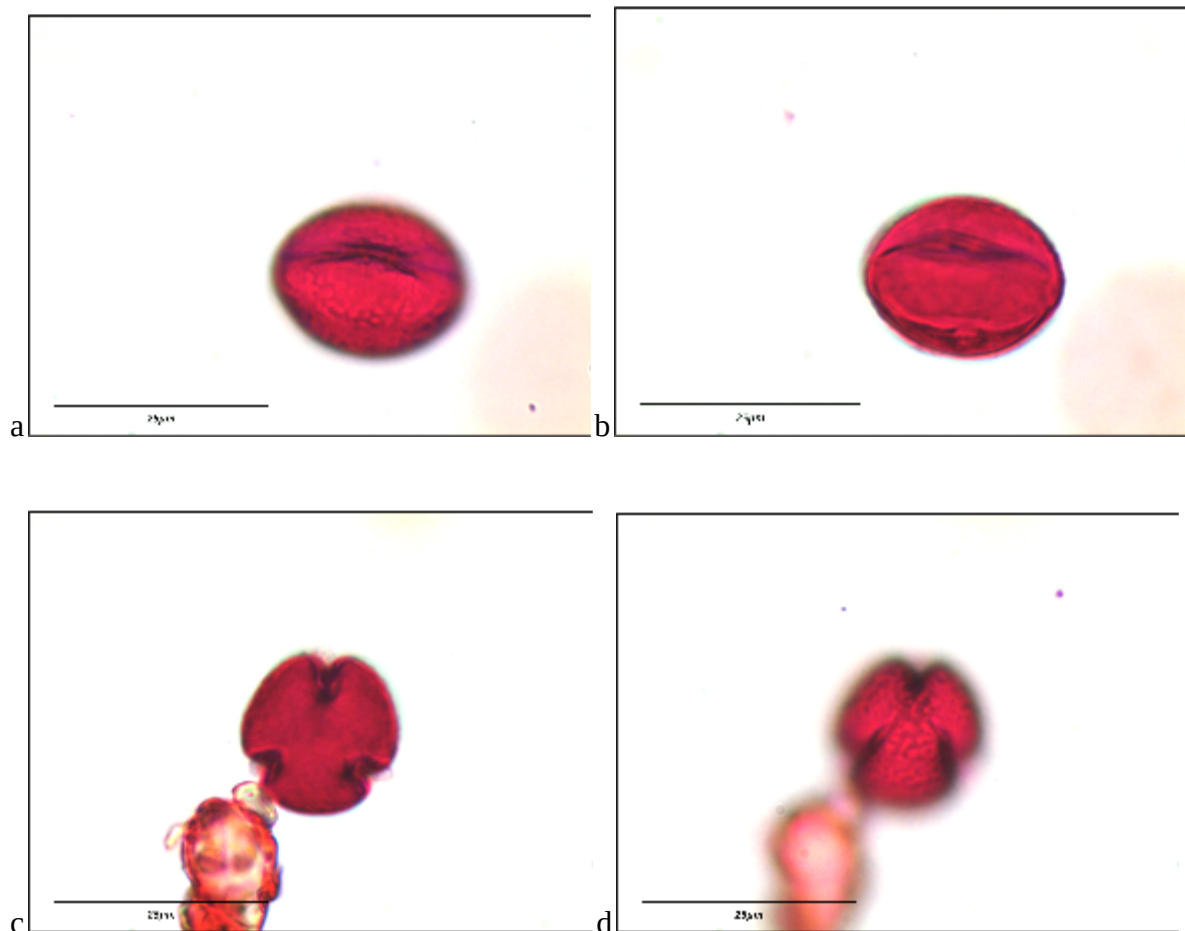


Figura 55. Polen de *Ceanothus tomentosus* Parry en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Adenostoma fasciculatum Hook. & Arn.

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9355°N, -116.6274°O

Polen circular (P:E = 0.95); 3-colporado, anguloaperturado. P = 17.2 μm , E = 18.1 μm ; forma polar triangular. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 2.4 μm de ancho por 17.0 μm de alto. Sus ápices son obtusos. Los poros dividen a los colpos y miden 5.9 μm de ancho por 3.7 μm de alto. La superficie es granulada. Pared polínica de grosor uniforme.

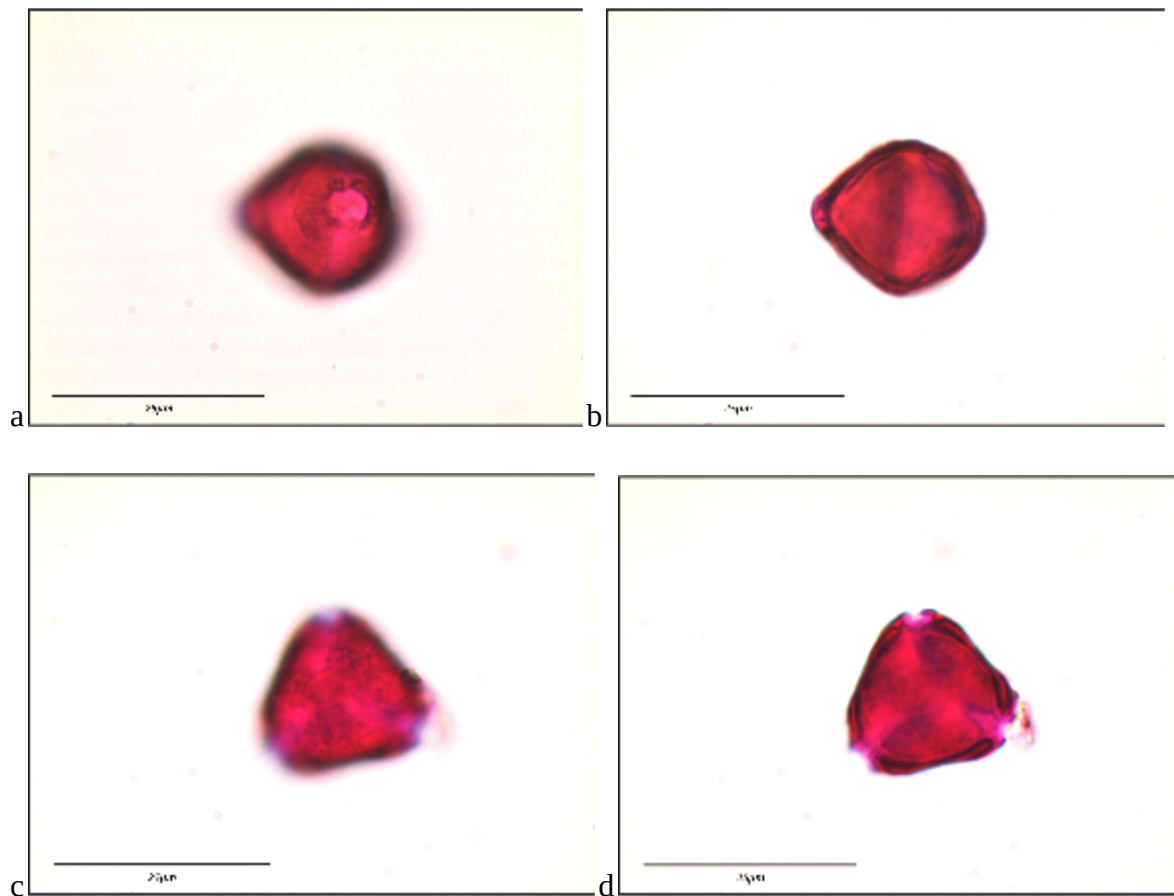


Figura 56. Polen de *Adenostoma fasciculatum* Hook. & Arn. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Prunus ilicifolia (Nutt. ex Hook. & Arn.) D. Dietr.

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9583°N, -116.3692°O

Polen suboblato (P:E = 0.74); 3-colporado, anguloaperturado. P = 17.7 μm , E = 23.9 μm ; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 7.0 μm de ancho por 16.5 μm de alto. Sus ápices son agudos. Los poros dividen a los colpos y miden 6.9 μm de ancho por 8.6 μm de alto. La superficie es granulada. La sexina se adelgaza alrededor de los poros.

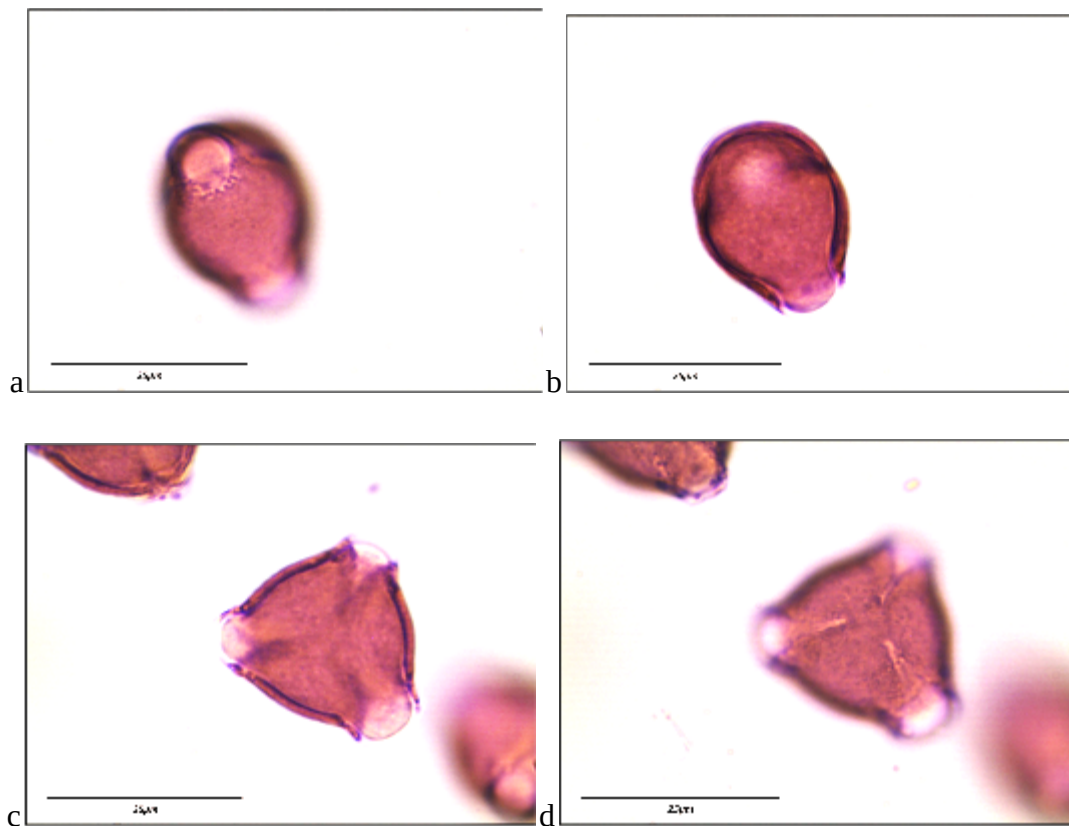


Figura 57. Polen de *Prunus ilicifolia* (Nutt. ex Hook. & Arn.) D. Dietr. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Sapindales

Rhus ovata S. Watson

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9369°N, -116.3383°O

Polen subprolado (P:E = 1.06); 3-colporado, planaperturado. P = 30.4 μ m, E = 28.5 μ m; forma polar trilobulada. Isopolar. Los colpos intersectan a los poros, cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 2.3 μ m de ancho por 36.0 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros miden 10.9 μ m de ancho por 4.0 μ m de alto. Cuentan con bordes prominentes paralelos al ecuador. La superficie es estriada uniforme, con las estrías orientadas hacia los polos.

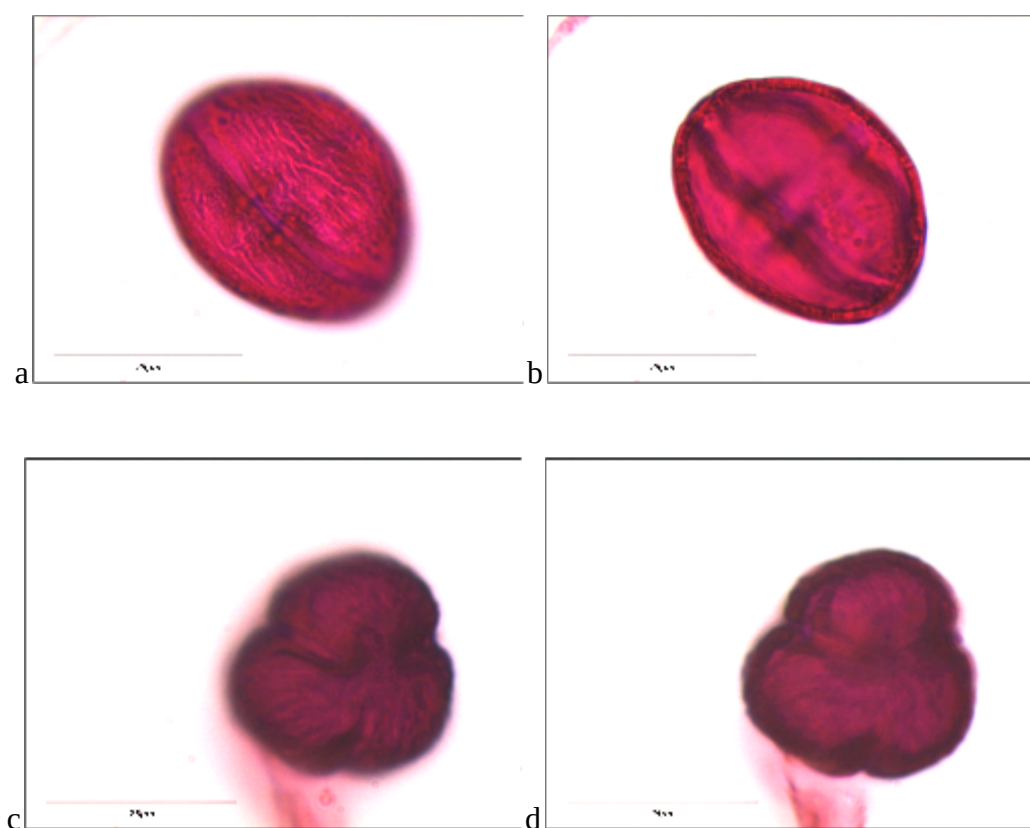


Figura 58. Polen de *Rhus ovata* S. Watson en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Aesculus parryi A.Gray

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9355°N, -116.6274°O

Polen subprolado (P:E = 1.39); 3-colporado, planaperturado. P = 27.7 μ m, E = 19.9 μ m; forma polar trilobulada. Isopolar. Los colpos intersectan a los poros, cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 3.5 μ m de ancho por 27.5 μ m de alto. Sus ápices son agudos. Los poros miden 6.2 μ m de ancho por 6.1 μ m de alto. La superficie es granulada uniforme. Pollenkit presente. A diferencia de otras especies de la familia, no presenta tenuitas.

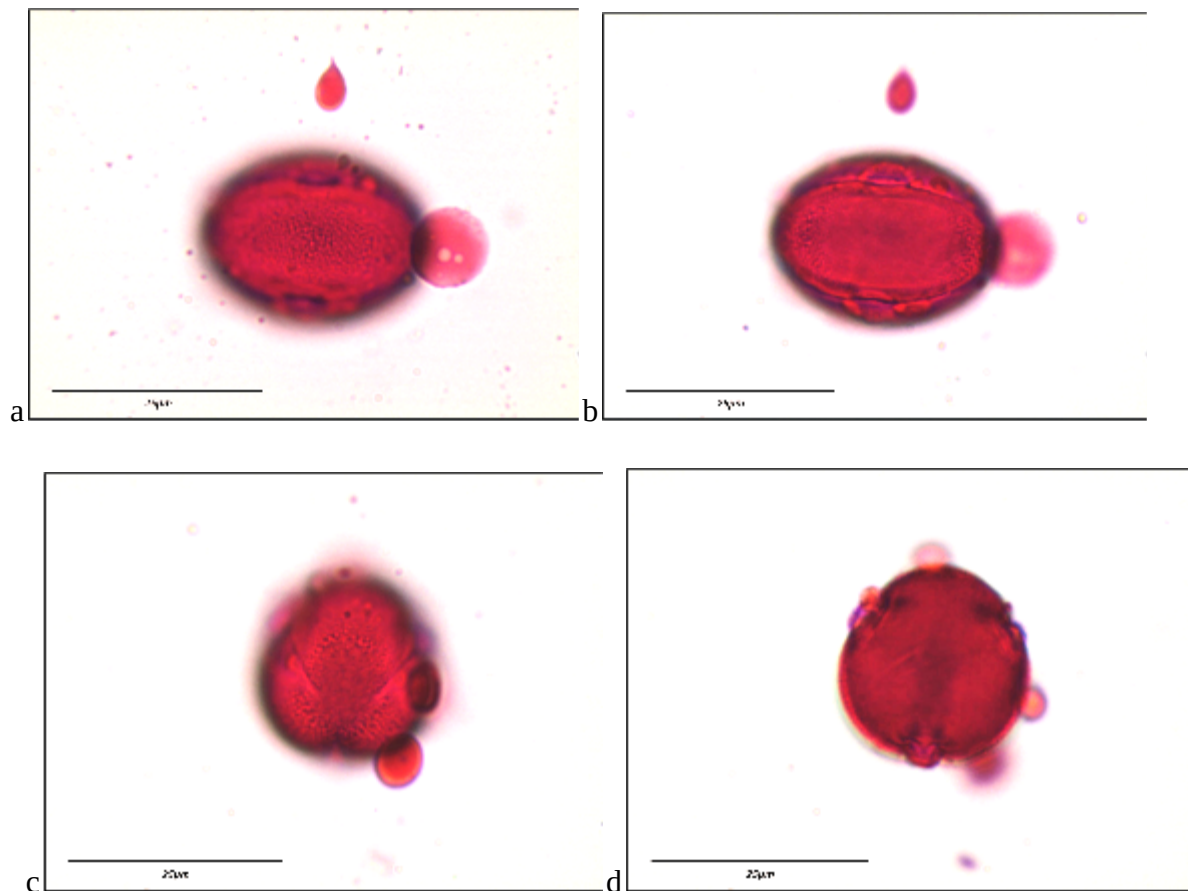


Figura 59. Polen de *Aesculus parryi* A.Gray en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Orden: Solanales

Calystegia macrostegia (Greene) Brummitt

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen esférico (P:E = 1.00); periporado (34). D = 40.2 μm . Isopolar. Los poros miden 5.3 μm de diámetro y poseen alrededor de 11 perforaciones distribuídas de manera más o menos circular. La superficie es perforada uniforme. La exina se adelgaza cerca de los poros.

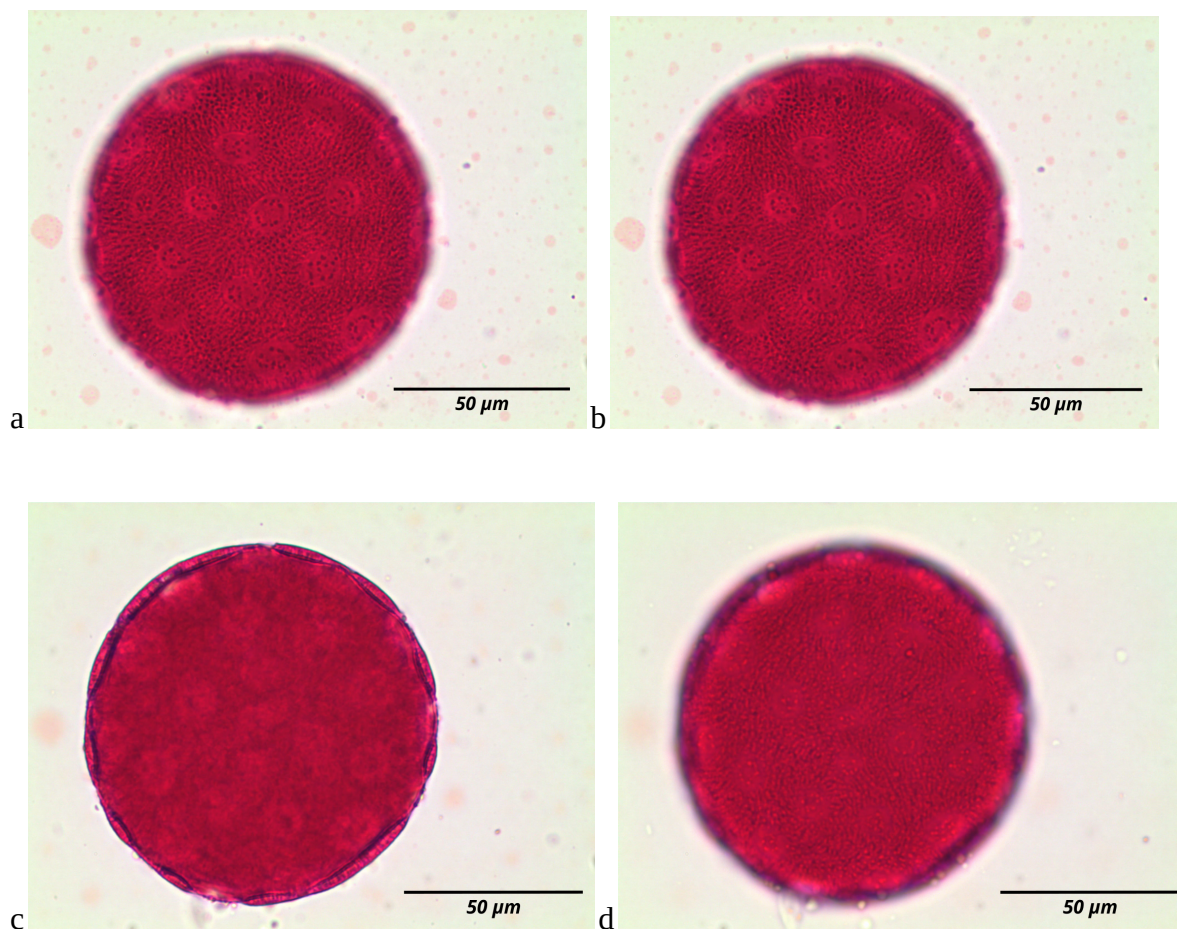


Figura 60. Polen de *Calystegia macrostegia* (Greene) Brummitt en medio Beattie. (a) Enfoque proximal (b) Enfoque intermedio (c) Enfoque intermedio. (d) Enfoque distal. Barra = 50 μm .

Solanum douglasii Dunal

Localidad tipo: El Mogor. 32.0361°N, -116.5978°O

Polen circular (P:E = 0.95); 3-colporado, anguloaperturado. P = 18.2 μ m, E = 19.1 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 3.8 μ m de ancho por 16.8 μ m de alto. Sus ápices son obtusos. Los poros dividen a los colpos y miden 5.8 μ m de ancho por 6.4 μ m de alto. La superficie es escabrosa. La sexina se encuentra ligeramente extruida alrededor de los poros.

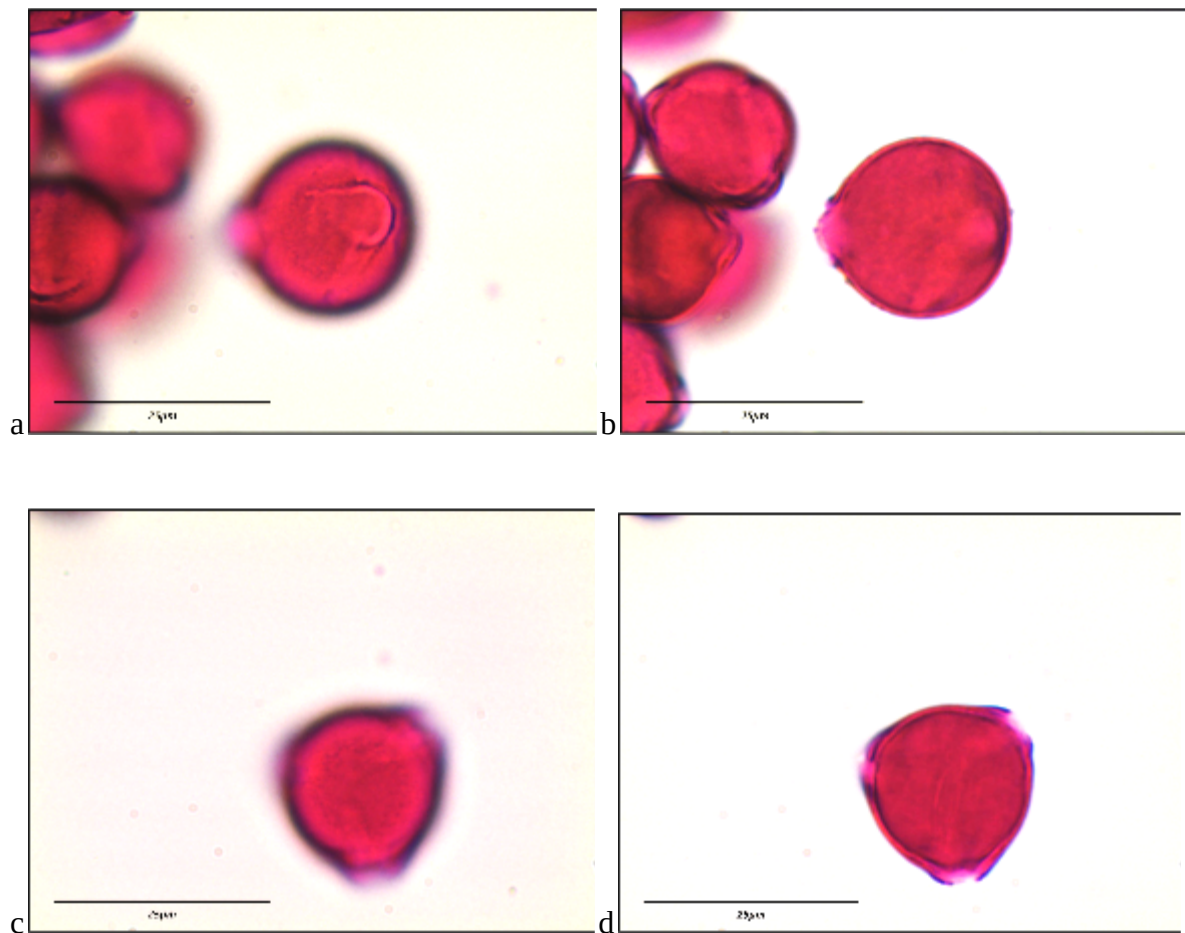


Figura 61. Polen de *Solanum douglasii* Dunal en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

Solanum wallacei (A. Gray) Parish

Localidad tipo: El Mogor. 32.0308°N, -116.604°O

Polen circular (P:E = 0.84); 3-colporado, anguloaperturado. P = 15.6 μ m, E = 18.5 μ m; forma polar triangular convexa. Isopolar. Los colpos cubren más de dos terceras partes de sus meridianos y miden 2.3 μ m de ancho por 14.5 μ m de alto. Sus ápices son obtusos. Los poros dividen a los colpos y miden 5.6 μ m de ancho por 5.8 μ m de alto. La superficie es granulada. La sexina se encuentra extruida alrededor de los poros.

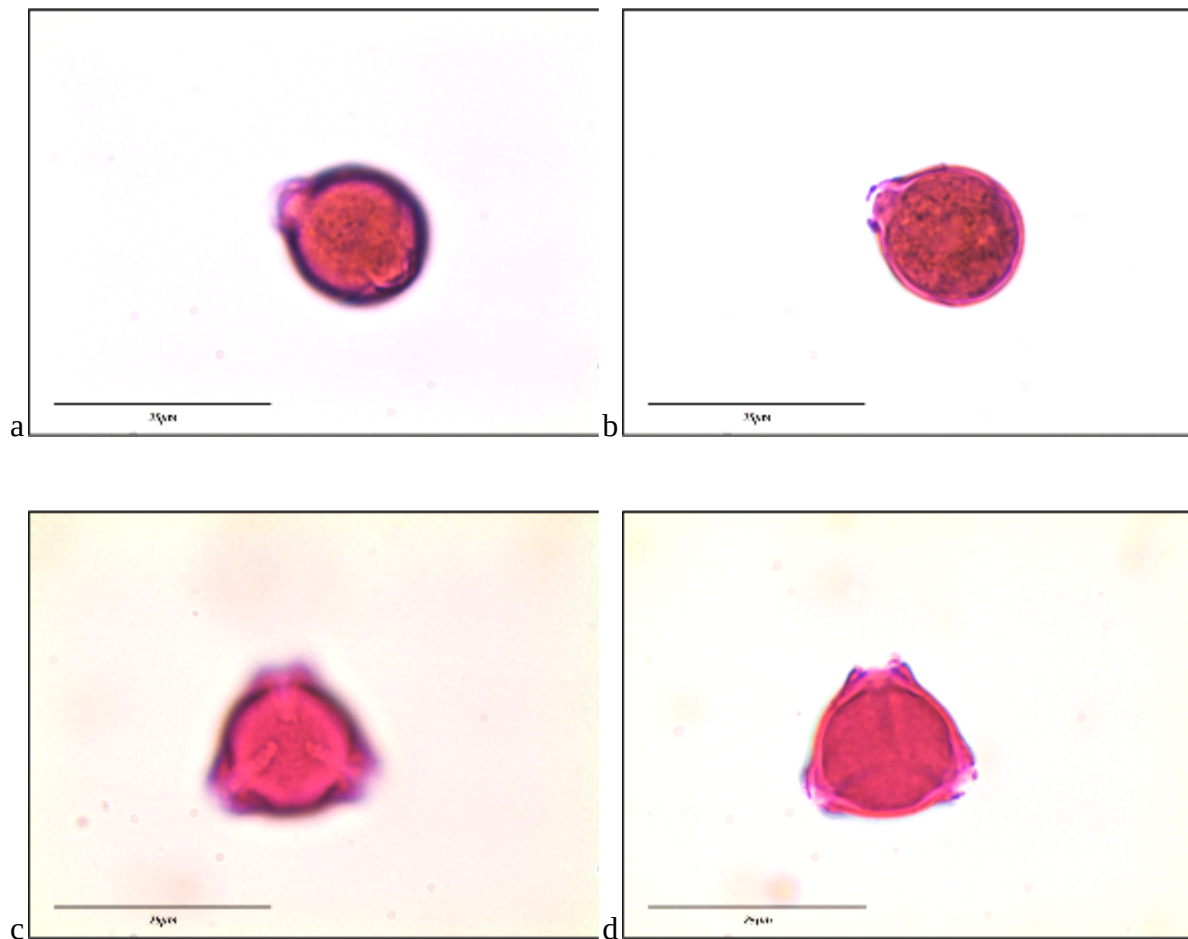


Figura 62. Polen de *Solanum wallacei* (A. Gray) Parish en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial. Enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial. Enfoque intermedio. (c) Vista polar. Enfoque proximal. (d) Vista polar. Enfoque intermedio. Barra = 25 μ m.

MONOCOTILEDÓNEAS

Orden: Asparagales

Bloomeria crocea (Torr.) Coville

Localidad tipo: Piedras Gordas. 31.9583°N, -116.3692°O

Polen oblato (P:E = 0.65); sulcado. E (eje corto) = 43.7 μm , E (eje largo) = 67.1 μm ; forma polar elíptica. El surco mide 17.2 μm en su lado más corto por 58.6 μm en su lado más largo. Ápices agudos. Su superficie es reticulada, con retículos más pequeños en el polo proximal.

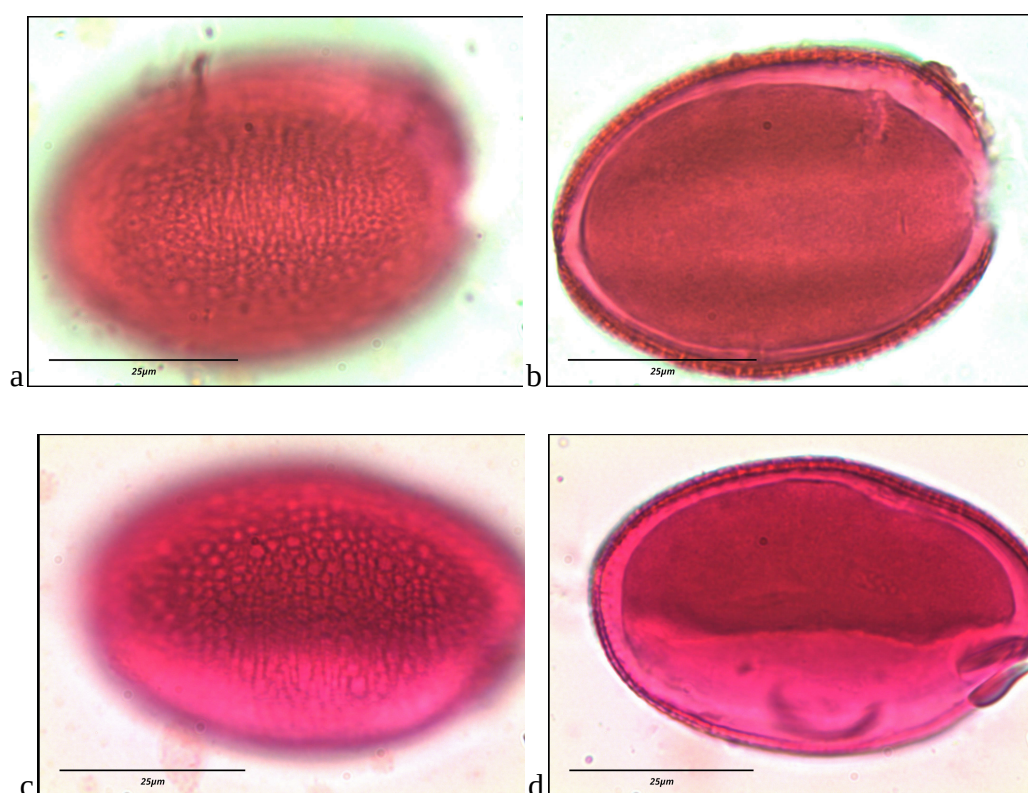


Figura 63. Polen de *Bloomeria crocea* (Torr.) Coville en medio Beattie. (a) Vista polar proximal, enfoque proximal. (b) Vista polar proximal, enfoque intermedio. (c) Vista ecuatorial, eje largo, enfoque proximal. (d) Vista ecuatorial, eje largo, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Hooveria parviflora (S.Wats.) D.W. Taylor & D.J. Keil

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen oblato (P:E = 0.71); sulcado. E (eje corto) = 21.3 μm , E (eje largo) = 38.4 μm ; forma polar elíptica. El surco mide 8.1 μm en su lado más corto por 38.0 μm en su lado más largo. Ápices agudos. Su superficie es reticulada uniforme.

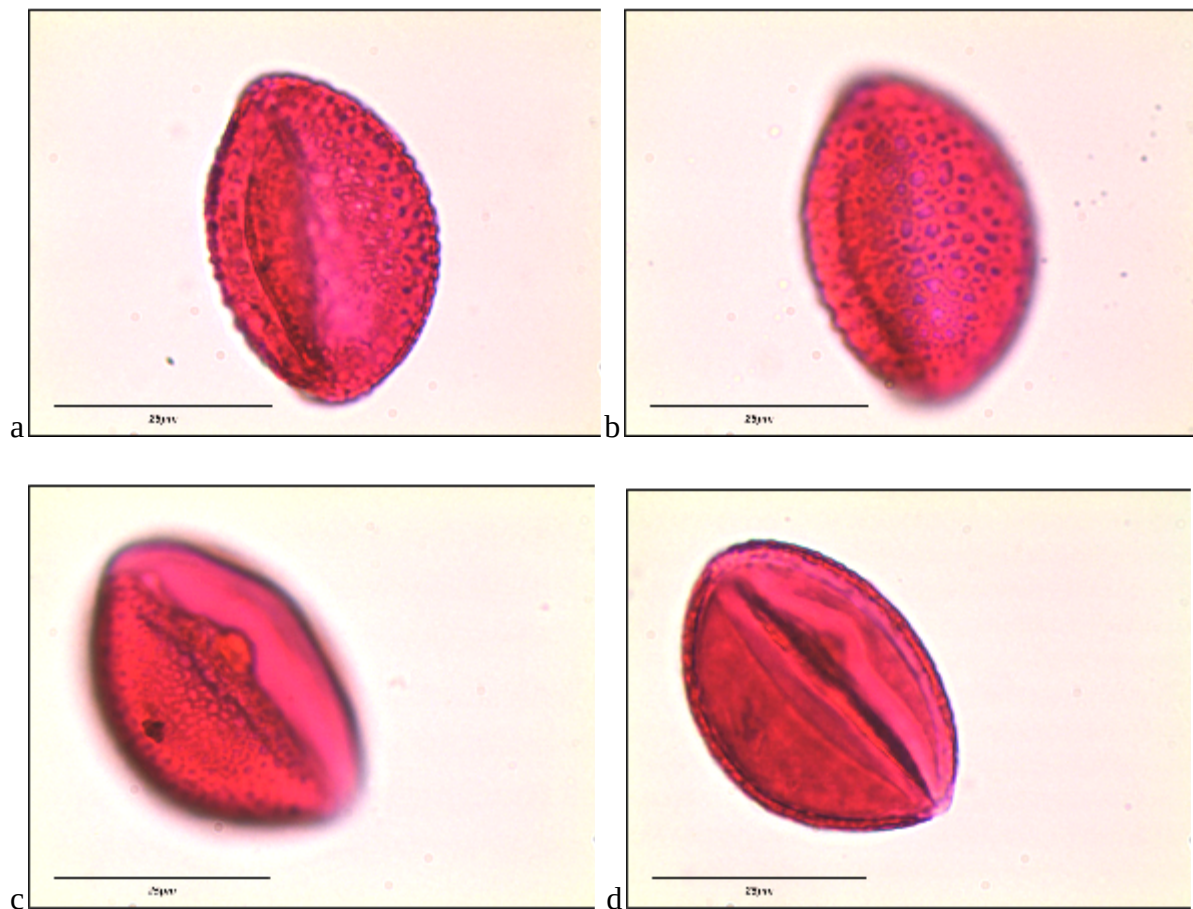


Figura 64. Polen de *Hooveria parviflora* (S.Wats.) D.W. Taylor & D.J. Keil en medio Beattie. (a) Vista polar proximal, enfoque proximal. (b) Vista polar proximal, enfoque distal. (c) Vista oblicua, eje largo. Enfoque proximal. (d) Vista oblicua, eje largo. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Nolina interrata Gentry

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923N, -116.5811O

Polen oblato; sulcado. E (eje corto) = 23.7 μm , E (eje largo) = 34.1 μm ; forma polar elíptica.

El surco posee una ornamentación reticulada y mide 14.1 μm en su lado más corto por 33.0 μm en su lado más largo. Ápices agudos. Su superficie es reticulada uniforme.

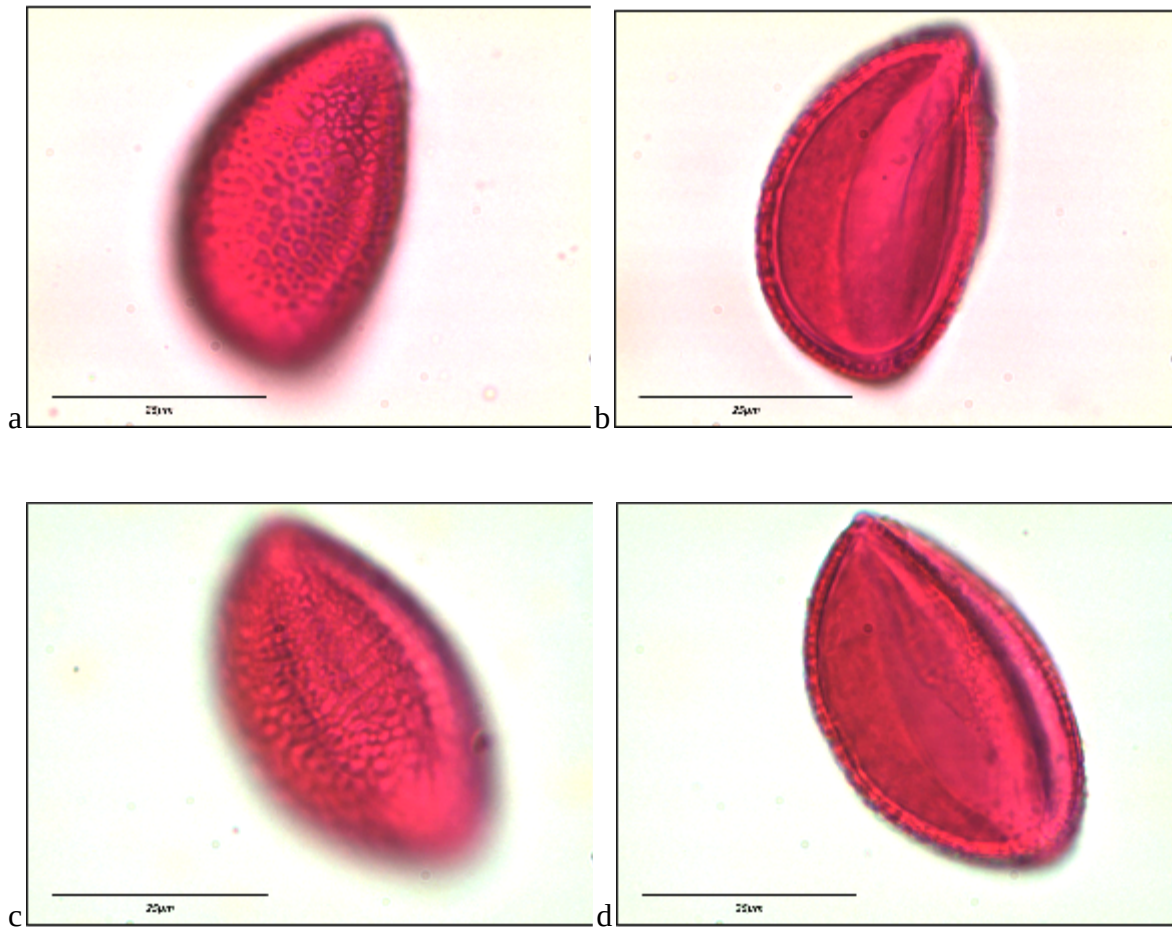


Figura 65. Polen de *Nolina interrata* Gentry en medio Beattie. (a) Vista polar proximal, enfoque proximal. (b) Vista polar proximal, enfoque intermedio. (c) Vista polar proximal, enfoque proximal. (d) Vista polar proximal, enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Dichelostemma capitatum (Benth.) Alph. Wood

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen oblato (P:E = 0.68); sulcado. E (eje corto) = 20.3 μm , E (eje largo) = 37.7 μm ; P = 25.7; forma polar elíptica. El surco posee una ornamentación reticulada y mide 17.2 μm en su lado más corto por 58.6 μm en su lado más largo. Ápices agudos. Su superficie es granulada uniforme.

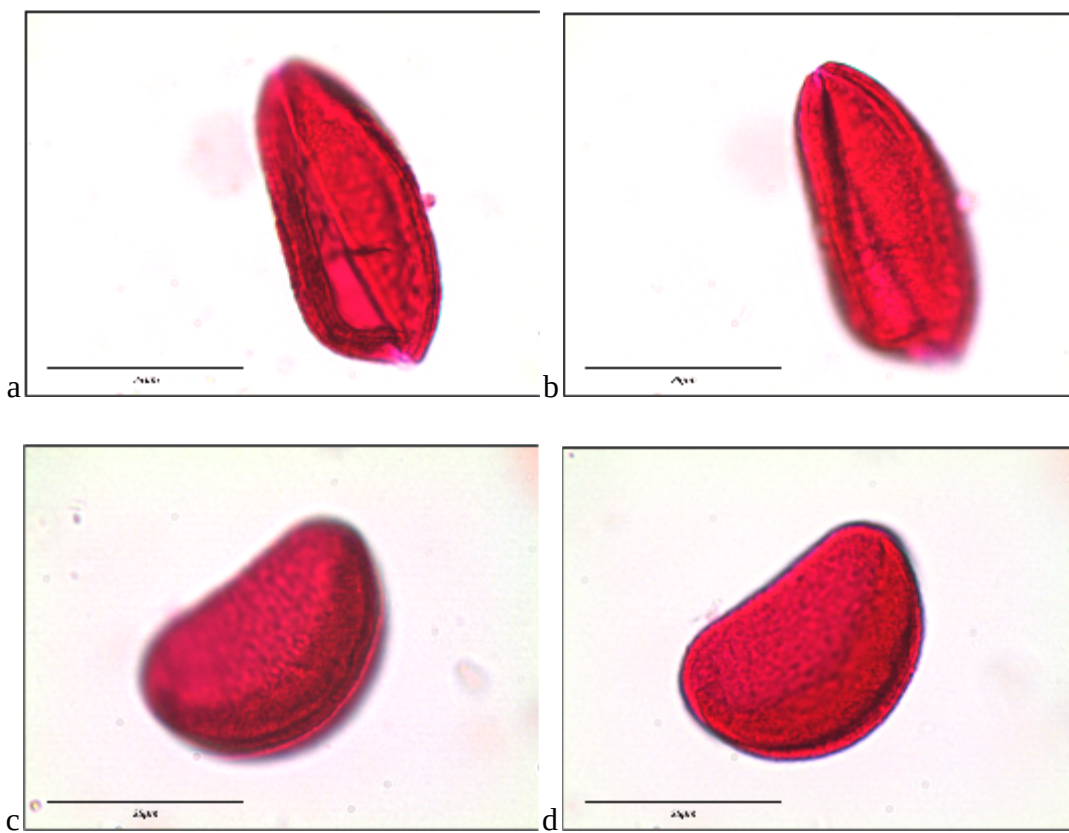


Figura 66. Polen de *Dichelostemma capitatum* (Benth.) Alph. Wood en medio Beattie. (a) Vista polar proximal, enfoque proximal. (b) Vista polar proximal, enfoque intermedio. (c) Vista ecuatorial, eje largo. Enfoque proximal. (d) Vista ecuatorial, eje largo. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Liliales

Calochortus splendens Douglas ex Benth.

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9355°N, -116.6274°O

Polen oblato (P:E = 0.70); sulcado. E (eje corto) = 35.4 μm , E (eje largo) = 47.2 μm , P = 33.2 μm ; forma polar elíptica. El surco mide 8.6 μm en su lado más corto por 39.5 μm en su lado más largo. Su superficie es granulada uniforme.

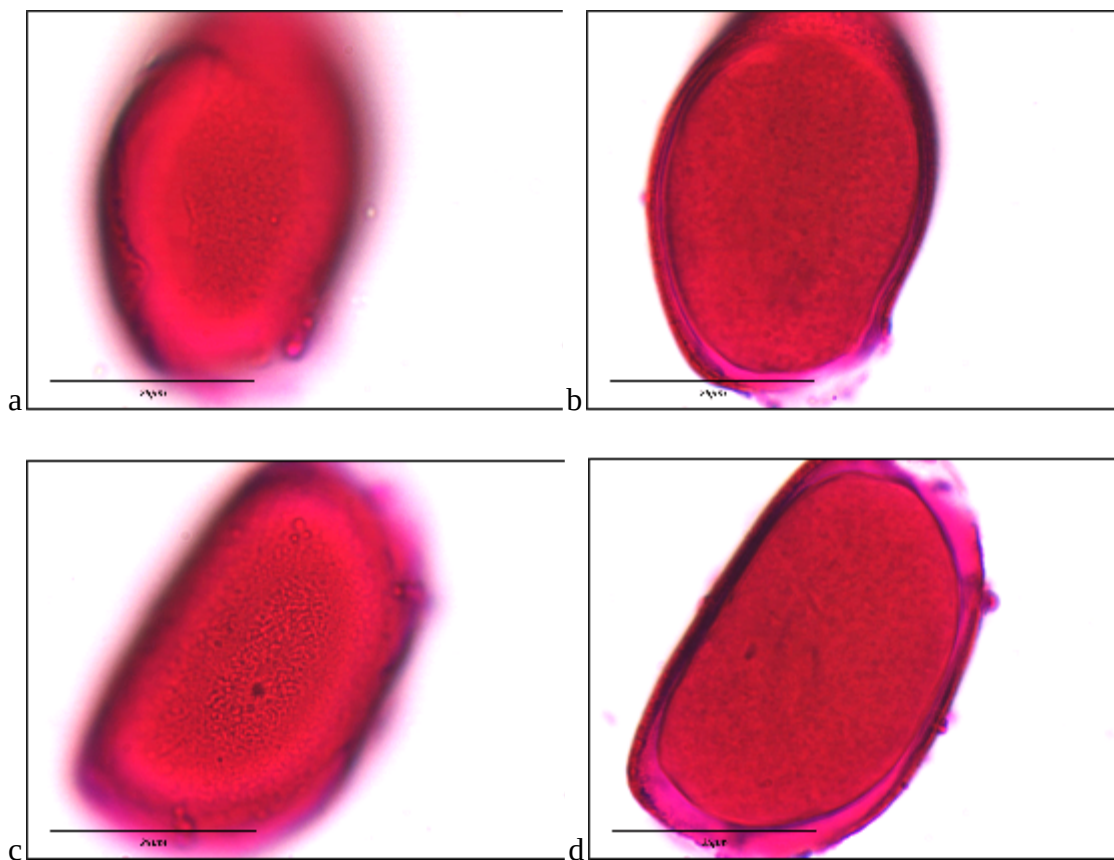


Figura 67. Polen de *Calochortus splendens* Douglas ex Benth en medio Beattie. (a) Vista polar proximal, enfoque proximal. (b) Vista polar proximal, enfoque intermedio. (c) Vista ecuatorial, eje largo. Enfoque proximal. (d) Vista ecuatorial, eje largo. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Calochortus weedii Alph. Wood

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen oblato (P:E = 0.74); sulcado. E (eje corto) = 26.0 μm , P (eje largo) = 38.4 μm , P = 28.5 μm ; forma polar elíptica. El surco mide 8.1 μm en su lado más corto por 38.0 μm en su lado más largo. Ápices agudos. Su superficie es granulada.

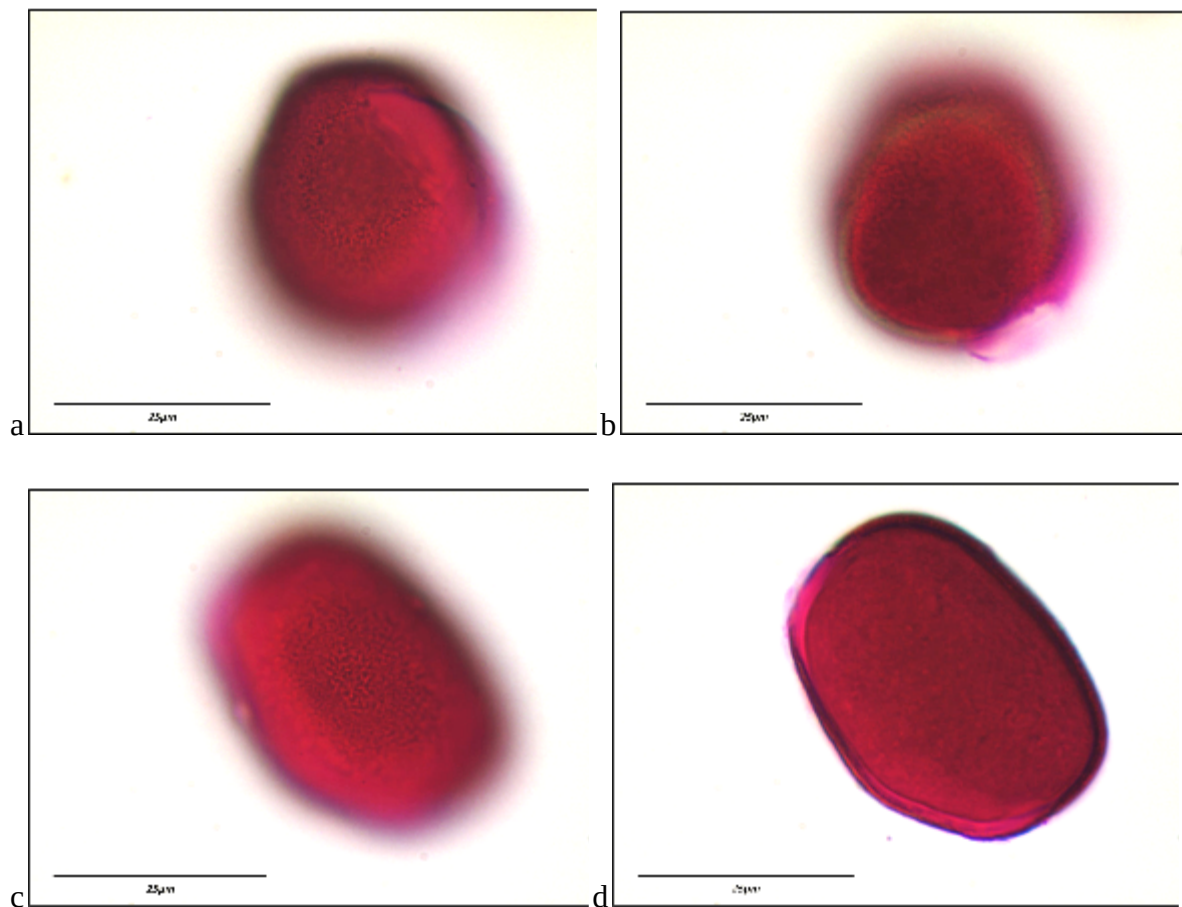


Figura 68. Polen de *Calochortus weedii* Alph. Woodn en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, eje corto, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, eje corto, enfoque intermedio. (c) Vista ecuatorial, eje largo. Enfoque proximal. (d) Vista ecuatorial, eje largo. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Toxicoscordion venenosum (S. Watson) Rydb.

Localidad tipo: Rancho Los Pinales. 31.9337°N, -116.6233°O

Polen oblato (P:E = 0.61); sulcado. E (eje corto) = 29.2 μm , E (eje largo) = 46.3 μm , P = 28.3 μm ; forma polar elíptica. El surco mide 8.1 μm en su lado más corto por 50.5 μm en su lado más largo. Ápices agudos. Su superficie es reticulada uniforme.

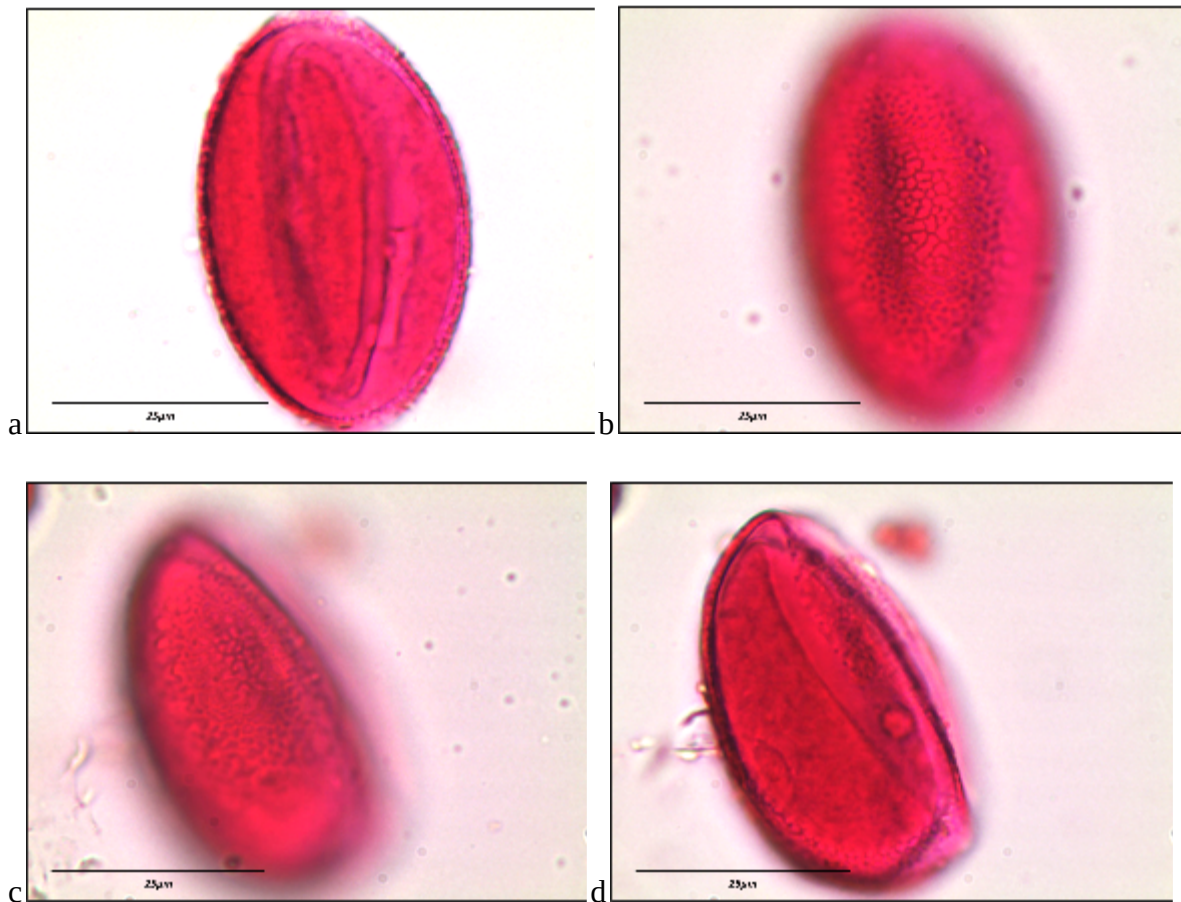


Figura 69. Polen de *Toxicoscordion venenosum* (S. Watson) Rydb. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, eje corto, enfoque proximal. (b) Vista ecuatorial, eje corto, enfoque intermedio. (c) Vista polar oblicua, eje largo. Enfoque proximal. (d) Vista polar oblicua, eje largo. Enfoque intermedio. Barra = 25 μm .

Orden: Poales

Gastridium phleoides (Nees & Meyen) C.E. Hubb.

Localidad tipo: Rancho Bakarta. 31.9923°N, -116.5811°O

Polen esférico; ulcerado; $D = 25 \mu\text{m}$. La úlcera mide $3.6 \mu\text{m}$ de diámetro y está bien definida por un annulus. Su ornamentación es escabrosa, siendo esta más o menos densa en distintas partes del grano.

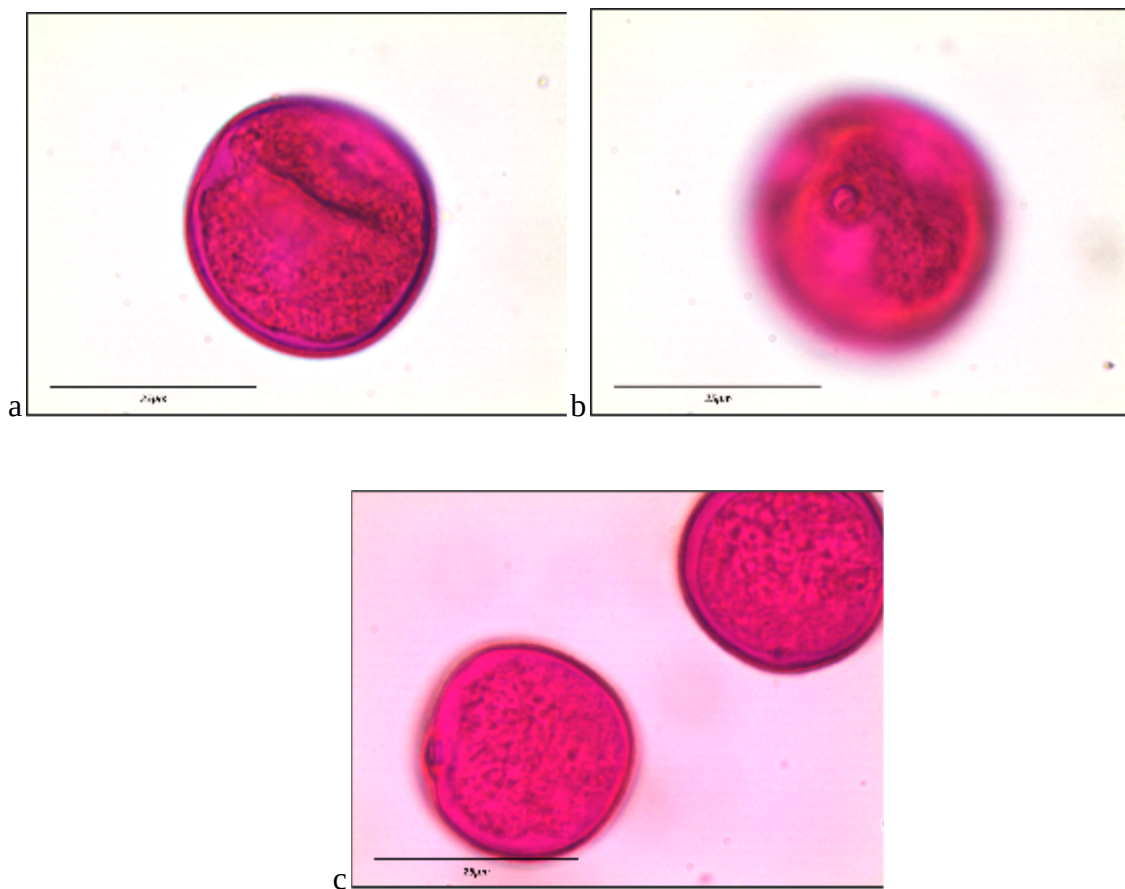


Figura 70. Polen de *Gastridium phleoides* (Nees & Meyen) C.E. Hubb. en medio Beattie. (a) Vista ecuatorial, enfoque intermedio. (b) Vista polar distal. (c) A la izquierda, vista ecuatorial, enfoque intermedio. A derecha, vista polar proximal, enfoque intermedio. Barra = $25 \mu\text{m}$.

XI. GLOSARIO

Anguloaperturado: Grano de polen con margen angular cuyas aperturas se encuentran en los ángulos.

Annulus: Estructura de la exina similar a un anillo que rodea a un poro o úlcera.

Apolar: Polen sin un eje polar aparente.

Baculada: Ornamentación en donde la pared polínica está cubierta con estructuras similares a varas, nunca terminadas en punta.

Calosa: Polisacárido complejo sintetizado en la membrana plasmática y depositado entre la membrana plasmática y la pared celular. Constituyente común del tubo criboso.

Claviforme: Ornamentación en la que la pared polínica está cubierta de estructuras en forma de maza.

Colpo: Apertura alargada (relación largo/ancho >2), situada en el ecuador o globalmente distribuida.

Colporo: Apertura compuesta de un colpo (ectoapertura) combinada con una endoapertura de tamaño y forma variable.

Cuerpos de Ubisch: Elemento polimórfico de sporopolenina producida por el tapetum.

Escabrosa: Término utilizado en microscopía óptica para elementos escultóricos de forma indefinida y tamaño cercano a la resolución del microscopio óptico.

Escudada: Ornamentación en la que la pared polínica está subdividida en escudos.

Espermatofita: Planta con semilla.

Espinosa: Ornamentación en la que la pared polínica está recubierta por espinas más largas o anchas que $1\mu\text{m}$.

Estenopalino: Taxa de plantas caracterizado por ligeras variaciones en su morfología polínica.

Estriada: Ornamentación en la que la pared polínica posee elementos alargados separados por surcos dispuestos de forma paralela.

Estriadoreticulada: Ornamentación intermedia entre estriada y reticulada.

Euripalino: Taxa de plantas caracterizado por una gran variación en la morfología polínica.

Fibras de viscina: Hilo resistente a la acetólisis proveniente de la exina.

Fosulada: Ornamentación en la que la pared polínica presenta surcos de forma irregular.

Foveolada: Ornamentación en la que la pared polínica presenta lúmenes de forma más o menos redondeada de más de 1 μm de diámetro; la distancia entre dos lúmenes adyacentes es mayor que su diámetro.

Gametofito: En plantas con alternancia de generaciones, es la fase haploide generadora de gametos.

Granulada: Ornamentación en la que la pared polínica posee gránulos, proyecciones de forma indefinible igual o más pequeños a 0.1 μm .

Hábito: Aspecto general y modo de crecimiento de una planta.

Heterobrocada: Ornamentación en la que la pared polínica presenta retículos con lúmenes de distintos tamaños.

Heteropolar: Grano de polen con caras proximales y distales distintas.

Homobrocada: Ornamentación en la que la pared polínica presenta retículos con lúmenes del mismo tamaño.

Inaperturado: Grano de polen sin aperturas aparentes.

Isopolar: Grano de polen con caras proximales y distales idénticas.

Lofada: Ornamentación en la que la pared polínica tiene un patrón de malla gruesa formado por lophae (crestas masivas de exina) y lacunae (depresiones rodeadas por crestas).

Margo: Estructura de la exina con ornamentación distinta rodeando una apertura.

Microsporo: En plantas heterosporadas, es una espora que se desarrolla en un gametofito masculino.

Mónada: Unidad de dispersión que consiste de un solo grano de polen.

Opérculo: Estructura de la exina que cubre una apertura.

Planaperturado: Grano de polen con margen angular cuyas aperturas se encuentran entre los ángulos.

Plicada: Ornamentación en la que la pared polínica posee crestas paralelas gruesas.

Poliada: Unidad de dispersión que consiste de más de cuatro granos de polen unidos.

Pollenkitt: Cobertura del polen compuesta de sustancias pegajosas, principalmente lípidos.

Poro: Apertura más o menos circular.

Psilado: Grano de polen con superficie plana.

Reticulada: Ornamentación en la que la pared polínica posee retículos, un patrón similar a una red consistente de muri (crestas) y lumia (depresiones).

Sulco: Apertura elongada ubicada distalmente.

Tapetum: Capa de células especializadas que cubren al lóculo y participan en la nutrición de los granos de polen, formación de la pared y síntesis de recubrimientos del polen.

Tétrada: Unidad de dispersión que consiste de cuatro granos de polen unidos (usualmente provenientes de la división del mismo microsporocito).

Verrugada: Ornamentación caracterizada por proyecciones similares a verrugas más anchas de lo que son largas.