



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BOTÁNICA**



TESIS

*“Morfología polínica de las especies en floración del Bosque
Upaypíteq, Distrito de Kañaris, Departamento de
Lambayeque (Febrero - Mayo, 2015)”*

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA - BOTÁNICA**

AUTORAS

Br. RUTH MAGALI CAVERO CONTRERAS

Br. STEFANY LIAU KANG GOICOCHEA

LAMBAYEQUE – PERÚ

2017

**“Morfología polínica de las especies en floración del
Bosque Upaypíteq, distrito de Kañaris, departamento de
Lambayeque (Febrero - Mayo, 2015)”**

PRESENTADO POR:

**Br. Ruth Magali Caveró Contreras
Br. Stefany Liau Kang Goicochea**

APROBADO POR:

Dr. Guillermo Eduardo Delgado Paredes
PRESIDENTE DE JURADO

Dr. César Alfredo Vargas Rosado
MIEMBRO SECRETARIO

MSc. Josefa Ecurra Puicón
MIEMBRO VOCAL

MSc. Consuelo Rojas Idrogo
PATROCINADORA

Lambayeque, mayo de 2017

DEDICATORIA

RUTH:

Dedico este trabajo a mi familia por haberme dado todo su apoyo incondicional en cada etapa importante de mi vida. A mis amigos y hermanos a los que siempre llevaré en mi corazón, gracias por enseñarme lo importante que es vivir y disfrutar de lo que más te apasiona, a mi profesora y asesora Consuelo, por su ayuda y apoyo en realizar cada proyecto.

STEFANY:

A Luis, Nilda y Katherin, por continuar creyendo en mí en cada paso que doy; A mis cuatro abuelitos: Francisco, Celina, Ludo y Armando, que directa o indirectamente me enseñaron el amor por la naturaleza y la pasión por los viajes; a Diego, por la paciencia desmedida, amor y apoyo constante e incondicional; a Emma por acompañarme pacientemente en todo el proceso y animarme siempre con una sonrisa. A nuestra querida asesora Consuelo por su ayuda y al profesor Santos, gran taxónomo de nuestra región.

AGRADECIMIENTOS

Al Mayor. Blgo. Max Siaden por el apoyo en el uso de las instalaciones del laboratorio de Biología forense de DIVINCRI., para la captación y medición de imágenes en microscopía óptica, además de todo el equipo de Biología Forense que nos acompañaba con sus anécdotas del día a día haciendo entretenido nuestro trabajo.

A la Msc. Josefa Escurra, Br. Rodrigo Rijalba y Br. Alex Díaz, por el apoyo en el uso de las instalaciones del Herbario PRG para la captación y medición de imágenes de microscopía óptica.

Al Dr. Guillermo Delgado por permitirnos usar las instalaciones del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales y consultar libros de su biblioteca personal para ejecutar la segunda mitad de nuestra tesis y al Dr. Pedro Chimoy por los materiales para la colecta de polen en campo.

Al Dr. Santos Llatas (+), por el apoyo en la identificación taxonómica de las especies colectadas para el presente trabajo y a Br. Luis García Llatas por su ayuda en la identificación de las especies y apoyo en los viajes a campo.

Al Dr. Richard Garratt (USP, Brasil) por el apoyo con la microscopía electrónica de barrido y al MSc. Diego Leonardo por el apoyo constante, paciencia y amistad incondicional.

Al Dr. Maximilliam Weigend (Univerdidad de Bonn, Alemania) por el apoyo económico en la primera salida y a Msc. Tim Böhnert y Msc. Conny, por compartir sus conocimientos y su compañía en campo, a Msc. Diego Paredes por su ayuda incondicional en la identificación de las especies colectadas, facilitarnos bibliografía, responder pacientemente todas nuestras dudas y ser una excelente compañía en campo.

Al Blgo. Edevaly Puse, por ayudarnos a desarrollar los mapas en ArcGIS y prestarnos los equipos GPS.

A nuestra asesora Msc. Consuelo Rojas, por su paciencia y apoyo en todo el proceso de elaboración de este trabajo.

A nuestras familias y amigos que constantemente preguntaban por los avances de nuestro trabajo y esperaban ansiosamente nuestra sustentación, gracias a cada uno de ustedes por su apoyo.

RESUMEN

Los bosques relictos en las laderas andinas del Perú, son ecosistemas frágiles e importantes, considerados hábitats con alta diversidad vegetal y con una tasa muy alta de endemismo debido a su complicada topografía y ecología. En el departamento de Lambayeque, los bosques montanos de Kañaris (2300msnm) tienen significación biológica, como representantes de lo que alguna vez fue un bosque con un área más extensa en el pasado. Actualmente no hay ningún trabajo realizado sobre la morfología polínica de especies en estos bosques, por lo que son necesarios los estudios en esta área. El objetivo de este trabajo fue describir y comparar la morfología polínica de las especies en floración durante los meses febrero a mayo, época de lluvias en el bosque Upaypíteq - Kañaris. Fueron colectadas 84 muestras polínicas, las mismas que fueron tratadas con el método de acetólisis y las observaciones en microscopía óptica. En el caso de las muestras más pequeñas, fueron observadas en microscopía electrónica de barrido. Fue utilizada la base de datos Genbank, para correlacionar la filogenia y morfología polínica entre 47 géneros disponibles. Como resultado se obtuvo que de las 84 muestras analizadas, taxonómicamente, correspondieron a 67 géneros en 39 familias y 23 órdenes. La familia más abundante en esta colección fue Asteraceae con 15 especies, seguido de Melastomataceae y Solanaceae con 6 especies cada uno. La forma polínica de mayor presencia fue oblado-esferoidal; Según unidades de polen, la más abundante fue la mónada, en menor cantidad: tétradas (Ericaceae y Pentaphragmataceae); Según sus aberturas, el polen tricolporado se encuentra en 12 familias, el polen inaperturado lo encontramos en la especie *Siparuna muricata* Ruiz & Pav A. DC. (Siparunaceae) y el género *Palicourea* (Rubiaceae); El polen monosulcado está presente en el género *Bomarea* (Alstromeriaceae). Con 47 géneros fue construido el árbol filogenético que ha permitido tener información sobre las relaciones evolutivas entre los géneros del presente trabajo; 17 géneros no fueron incluidos en la construcción del árbol por no encontrarse secuencias de nucleótidos de la subunidad larga de la enzima Rubisco disponibles en la base de datos.

Palabras clave: Bosque relictos, Morfología polínica, Noroeste del Perú, Kañaris, Granos de polen

ABSTRACT

Relict forests in the northwestern Andean slopes of Peru, are fragile and important ecosystems, considered habitats with high plant diversity and a very high rate of endemism because of the complicated topography and ecology. In the department of Lambayeque, Kañaris relict montane forest (2300msnm) have biological significance, as representatives of what was once a forest with a larger area in the past. Currently there are not work done on the pollen morphology of species in these forests, so studies are needed in this area. The objective of this work was to describe and compare the pollen morphology of flowering species during the months February to May (rainy season in Upaypíteq - Kañaris forest). 84 pollen samples were collected, which were processed them through the acetolysis method and observed with optical microscopy. In the case of the smaller samples, they were observed in scanning electron microscopy. The Genebank database was used to correlate phylogeny and pollen morphology among 47 available genera. Thus, it was obtained that of the 84 samples analyzed, taxonomically, corresponded to 67 genera in 39 families and 23 orders. The most abundant family in this collection was Asteraceae with 15 species, followed by Melastomataceae and Solanaceae with 7 species each. The most common pollen form was oblated - spheroidal; Per pollen units, the most abundant was the monad, in smaller quantity: tetrads (Ericaceae and Pentaphragmaceae); Per its apertures, tricolporate pollen is found in 12 families, inaperturate pollen we found in the species *Siparuna muricata* Ruiz & Pav A. DC. (Siparunaceae) and the genus *Palicourea* (Rubiaceae); Monosulcado pollen is present in the genus *Bomarea* (Alstromeriaceae). With 47 genera, the phylogenetic tree was constructed that allowed to have information on the evolutionary relations between the genera of the present work; 17 genera were not included in the tree construction because there are not nucleotide sequences of the long subunit of the Rubisco enzyme available in the database.

Keywords: Relict forest, Pollen morphology, Norwest of Peru, Kañaris, Pollen grains

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. GENERALIDADES	3
2.1. El Polen	3
2.2. Forma.....	3
2.3. Tamaño.....	5
2.3.1. Simetría y Polaridad	5
2.3.2. Aperturas.....	6
2.3.3. Esporodermis	8
2.3.4. Elementos esculturales.....	9
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
3.1. Aspectos taxonómicos	11
3.1.1. Aspectos palinológicos	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. Material	15
4.1.1. Material vegetal.	15
4.1.2. Material Químico.....	15
4.2. Metodología.....	15
4.2.1. Área de estudio	15
4.2.2. Obtención de material vegetal	18
4.2.3. Tratamiento de la muestra	18
4.2.4. Montaje de muestras	19
4.2.5. Sistema de Observación y Medida	19
4.3. Microscopía electrónica (IQSC-USP)	19
4.3.1. Análisis Filogenético	20
V. RESULTADOS.....	22
5.1. Especies colectadas	22
5.2. Ubicación taxonómica.....	25
5.4. DESCRIPCIÓN PALINOLÓGICA	28
5.4.1. ORDEN ALISMATALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)	28
5.4.2. ORDEN APIALES Nakai (1930).....	30
5.4.3. .ORDEN ASTERALES Link (1829).....	31
5.4.4. ORDEN BRUNALES Dumort. (1829)	38

5.4.5. ORDEN CARYOPHYLLALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	39
5.4.6. ORDEN CHLORANTHALES R.Br.	40
5.4.7. ORDEN COMMELINALES Mirb. ex Bercht. & J.Presl (1820)	41
5.4.8. ORDEN CUCURBITALES Dumort (1829)	43
5.4.9. ORDEN DIPSACALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	45
5.4.10. ORDEN ERICALES Bercht. & J.Presl (1820)	46
5.4.11. ORDEN FABALES Bromhead (1820)	51
5.4.12. ORDEN GENTIANALES Juss. ex Bercht. & J.Presl	54
5.4.13. ORDEN LAMIALES Bromhead (1838) -	56
5.4.14. ORDEN LAURALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	63
5.4.15. ORDEN LILIALES Perleb (1826)	64
5.4.16. ORDEN MALPIGHIALES Juss. ex Bercht. & J.Presl	67
5.4.17. ORDEN MYRTALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820) -	71
5.4.18. ORDEN POALES Small (1903)	77
5.4.19. ORDEN RANUNCULALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	78
5.4.20. ORDEN ROSALES Bercht. & J.Presl (1820)	82
5.4.21. ORDEN SANTALALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)	84
5.4.22. ORDEN SOLANALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	86
5.4.23. ORDEN VITALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	90
5.5. RELACION FILOGENÉTICAS DE LOS GÉNEROS EN ESTUDIO	91
VI. DISCUSIÓN	93
6.1.1. Familia Araceae	93
6.2.1. Familia Araliaceae	94
6.3.1. Familia Asteraceae	94
6.3.2. Familia Campanulaceae	95
6.4.1. Familia Desfontainiaceae	96
6.5.1. Familia Amaranthaceae	96
6.6.1. Familia Chloranthaceae	96
6.7.1. Familia Commelinaceae	97
6.8.1. Familia Begoniaceae	97
6.9.1. Familia Caprifoliaceae	97
6.10.1. Familia Ericaceae	97
6.10.2. Familia Pentaphragmaceae	98
6.11.1. Familia Fabaceae	98
6.11.2. Familia Polygalaceae	98

6.12.1. Familia Rubiaceae	99
6.13.1. Familia Acanthaceae.....	99
6.13.2. Familia Calceolariaceae.....	100
6.13.3. Familia Gesneriaceae.....	100
6.13.4. Familia Lamiaceae.....	100
6.13.5. Familia Scrophulariaceae.....	100
6.13.6. Familia Verbenaceae	100
6.14.1. Familia Siparunaceae.....	101
6.15.1. Familia Alstromeriaceae.....	101
6.16.1. Familia Clusiaceae.....	101
6.16.2. Familia Hypericaceae	102
6.16.3. Familia Malpighiaceae.....	102
6.17.1. Familia Lythraceae	102
6.17.2. Familia Melastomataceae	103
6.17.3. Familia Onograceae	103
6.17.4. Familia Myrtaceae	103
6.18.1. Familia Bromeliaceae	104
6.19.1. Familia Papaveraceae	104
6.19.2. Familia Ranunculaceae	104
6.20.1. Familia Rosaceae	105
6.20.2. Familia Urticaceae	105
6.21.1. Familia Loranthaceae.....	105
6.22.1. Familia Convolvulaceae	105
6.22.2. Familia Solanaceae	106
6.23.1. Familia Vitaceae	107
VII. CONCLUSIONES	111
VIII. RECOMENDACIONES	112
IX. BIBLIOGRAFÍA	113

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1. Forma del grano de polen de acuerdo a la relación entre el eje polar y ecuatorial	4
Cuadro 2. Tamaño del grano de polen de acuerdo a las medidas en vista ecuatorial.....	5
Cuadro 3. Zonas referenciales de colecta de las especies en el bosque de Upaypiteq- Cañaris.	16
Cuadro 4. Ubicación taxonómica de las especies colectadas, según APG IV.....	25
Cuadro 5. Características palinológicas de las especies pertenecientes al Orden ALISMATALES	28
Cuadro 6. Características palinológicas de las especies pertenecientes al Orden APIALES	30
Cuadro 7. Características palinológicas de las especies pertenecientes al Orden ASTERALES	34
Cuadro 8. Características palinológicas de las especies pertenecientes al Orden BRUNALES	38
Cuadro 9. Características palinológicas pertenecientes a especies del Orden CARYOPHYLLALES	39
Cuadro 10. Características palinológicas de las especies del Orden CHLORANTHALES	40
Cuadro 11. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden COMMELINALES.....	42
Cuadro 12. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden CUCURBITALES	44
Cuadro 13. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden DIPSACALES	45
Cuadro 14. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden ERICALES....	47
Cuadro 15. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden FABALES	51
Cuadro 16. Características palinológicas de especies del Orden GENTIANALES	54
Cuadro 17. Características palinológicas de especies del Orden LAMIALES	57
Cuadro 18. Características palinológicas de especies del Orden LAURALES.....	63
Cuadro 19. Características palinológicas de especies del Orden LILIALES.....	65
Cuadro 20. Características palinológicas del especies del Orden MALPHIGIALES.....	67
Cuadro 21. Características palinológicas de especies del Orden MYRTALES.....	72
Cuadro 22. Características palinológicas de especies el Orden POALES.	77
Cuadro 23. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden RANUNCULALES.....	79
Cuadro 24. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden ROSALES....	82
Cuadro 25. Características palinológicas de especies del Orden SANTALES.....	84
Cuadro 26. Características palinológicas de especies del Orden SOLANALES. (Punt W. e., 2007).....	87
Cuadro 27. Características palinológicas de especies del Orden VITALES.....	90

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Formas y tamaño de polen.	4
Figura 2: Posibles combinaciones de la polaridad.....	5
Figura 3: Aperturas (A). 1. Colporada lolongada; 2, colporada lalongada; 3, pororada; 4-5, apocolpo; 6-7, apoporo; 8-9, mesocolpo; 10-11, mesoporo; 12-13, ectoapertura; 14-15, endoapertura; 16-17, porada; 18-19, sulcada; 10-21, zonoporado; 22-23, tricolpado; 24, pantoporado; 25, tricotomocolpado.	7
Figura 4: Aperturas (B). 1, vestíbulo; 2, margen; 3, anillo; 4-5, opérculo; 6-7, costilla; 8-9, áspide; 10, oncos; 11, foraminado; 12, fenestrado; 13, cribelado; 14-15, sincolpado; 16, geniculado; 17, sinaperturado; 18, fosiaperturado; 19-20, hilo; 21, labro.	8
Figura 5: Elementos esculturales en sección Transversal	9
Figura 6: Vista superficial de los principales tipos de ornamentación.	10
Figura 7: Mapa referencial de las zonas de colecta realizadas en el bosque de Upaypíteq-Cañaris.	17
Figura 8: Número total de Familias identificadas por Orden.	22
Figura 9: Número total de géneros identificados por familia.	23
Figura 10: Número total de especies por Familia.....	24
Figura 11: Ubicación de las especies estudiadas siguiendo el Sistema de Clasificación APGIII (2009) y APGIV (2016)	27
Figura 12: a. Vista polar de grano de polen de <i>Anthurium</i> sp.; b. Vista panorámica de grano de polen de <i>Anthurium</i> sp.	29
Figura 13: 1a vista polar de <i>Hydrocotyle humboldtii</i> ; 1b-1d Vista ecuatorial de <i>Hydrocotyle humboldtii</i> (1000x).....	31
Figura 14: Vista polar y ecuatorial de <i>Baccharis genistelloides</i> (1a, 1b). Vista polar y ecuatorial de <i>Ageratina azangaroensis</i> (2a, 2b). Vista polar y ecuatorial de <i>Chromolaena laevigata</i> (3a, 3b). Vista polar y ecuatorial de <i>Paracalia</i> sp. (4a, 4b). Vista polar y ecuatorial de <i>Bidens andicola</i> (5a, 5b). Vista polar y ecuatorial de <i>Mikania aschersonii</i> (6a, 6b). Vista polar y ecuatorial de <i>Schistocarpha sinforosi</i> (7a, 7b). Vista polar y ecuatorial de <i>Aristeguietia</i> sp. (8a, 8b). Vista polar y ecuatorial de <i>Cacosmia rugosa</i> . (9a, 9b). Vista polar y ecuatorial de <i>Critoniopsis</i> sp. (10a, 10b). Vista polar y ecuatorial de <i>Gnaphalium</i> sp. (11a, 11b). Vista polar y ecuatorial de <i>Monactis</i> sp. (12a, 12b). (1000x)	35
Figura 15: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Siphocampylus angustifolius</i> ., 2a-2b Vista polar y ecuatorial de <i>Siphocampylus cutervensis</i> ., 3a- 3b Vista polar y ecuatorial de <i>Centropogon</i> sp.	36
Figura 16: a. Vista polar de grano de polen de <i>Siphocampylus cutervensis</i> ; b. Vista panorámica de grano de polen de <i>Siphocampylus cutervensis</i>	37
Figura 17: 1a-1b Vista polar y Vista ecuatorial de <i>Desfontainia spinosa</i> (1000x).....	38
Figura 18: 1a-1b Vista polar y Vista ecuatorial de <i>Alternanthera porrigens</i> .(1000x).....	39
Figura 19: 1a-1b distintas posiciones de vista polar de <i>Hedyosmum scabrum</i>	41

Figura 20: 1a-1b Vista polar y vista ecuatorial de <i>Commelina</i> sp1.; 2a-2b Vista polar y ecuatorial <i>Commelina</i> sp2.....	43
Figura 21: 1a-1b Vista ecuatorial y polar de <i>Begonia</i> sp1.; 2a -2b Vista polar y ecuatorial de <i>Begonia</i> sp2 (1000x).	44
Figura 22: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Viburnum</i> sp.	46
Figura 23: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Bejaria</i> sp.; 2a-2b Vista polar y ecuatorial de polen de <i>Gaultheria tomentosa</i>	48
Figura 24: a. Vista polar de grano de polen de <i>Ternstroemia jelskii</i> ; b. Vista panorámica de polen de <i>Ternstroemia jelskii</i>	49
Figura 25: a. Vista polar de polen de <i>Bejaria</i> sp.; b. Vista panorámica de polen de <i>Bejaria</i> sp.	50
Figura 26: 1a-1b Vista ecuatorial y vista polar de <i>Lupinus</i> sp.; 2a-2b Vista polar y ecuatorial de polen de <i>Dalbergia</i> sp.; 3a-3b Vista polar y ecuatorial de <i>Polygala nemoralis</i>	52
Figura 27: a. Vista polar de polen de <i>Otholobium mexicanum</i> ; b. Vista ecuatorial de grano de polen de <i>Otholobium mexicanum</i>	53
Figura 28: 1a-1b Vista general de diámetro mayor y diámetro menor de <i>Palicourea amethystina</i> ; 2a-2b vista general de diámetro mayor y diámetro menor de <i>Palicourea tectoneura</i> ; 3a-3b Vista polar y ecuatorial de polen de <i>Galium</i> sp.	55
Figura 29: 1a-1b Distintos ángulos de Vista ecuatorial de grano de polen de <i>Aphelandra acanthifolia</i>	58
Figura 30: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Calceolaria</i> sp.; 2a.-2b Vista polar y ecuatorial de <i>Alonsoa</i> sp.; 3a-3b. Vista ecuatorial y Vista polar de <i>Calceolaria nivalis</i> ; 4a-4b Vista polar y vista ecuatorial de <i>Mythostachys tomentosa</i> ; 5a-5b. Vista polar y vista ecuatorial de <i>Besleria</i> sp.; 6a- 6b vista polar y ecuatorial de polen de <i>Duranta sprucei</i>	59
Figura 31: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Verbena</i> sp.; 2a -2b Vista polar y vista ecuatorial de <i>Hyptis eriocephala</i>	60
Figura 32: a. Vista polar de grano de polen de <i>Calceolaria pavonii</i> .; b. Vista ecuatorial de grano de polen de <i>Calceolaria pavonii</i>	61
Figura 33: a. Vista polar de grano de polen de <i>Alloplectus</i> sp.; b. Vista ecuatorial de grano de polen de <i>Alloplectus bolivianus</i>	62
Figura 34: 1a-1b Distintos ángulos de vista ecuatorial () de <i>Siparuna</i> sp. 2a-2b distintos ángulos de vista ecuatorial de <i>Siparuna muricata</i>	64
Figura 35: 1a- 1b Distintos ángulos de vista ecuatorial de <i>Bomarea distichifolia</i> ; 2a- 2b distintos ángulos de vista ecuatorial de <i>Bomarea superba</i> . 3a-3b Distintos ángulos de vista ecuatorial de <i>Bomarea purpurea</i>	66
Figura 36: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Vismia pozuzoensis</i> . 2a-2b Vista polar y ecuatorial de <i>Dalbergia</i> sp.	68
Figura 37: a. Vista polar de grano de polen de <i>Clusia</i> sp.; b. Vista ecuatorial de grano de polen de <i>Clusia</i> sp.	69
Figura 38: a. Vista polar de polen de <i>Clusia clusioides</i> ; b. Vista ecuatorial de polen de <i>Clusia clusioides</i>	70

Figura 39: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Cuphea</i> sp.(); 2a-2b Vista polar y ecuatorial de <i>Monochaetum lineatum</i> ; 3a-3b Vista polar y ecuatorial de <i>Axinaea nítida</i> ; 4a-4b Vista polar y ecuatorial de <i>Brachyotum figeroae</i> .; 5a-5b Vista polar y <i>Tibouchina mariae</i> .; 6a-6b Vista polar de <i>Myrteola</i> sp; 7a-7b Vista ecuatorial polar de <i>Miconia</i> sp1.; 8a-8b Vista polar y ecuatorial de <i>Brachyotum cutervoanum</i> 9a-9b Vista polar y ecuatorial de <i>Fuchsia</i> sp. 10a-10b (1000x)	73
Figura 40: a. Vista polar de polen de <i>Brachyotum figeroae</i> ; b. Vista ecuatorial de polen de <i>Brachyotum figeroae</i>	74
Figura 41: Vista ecuatorial de polen de <i>Miconia</i> sp.; b. Vista panorámica del polen de <i>Miconia</i> sp.....	75
Figura 42: a. Vista ecuatorial de polen de <i>Miconia denticulata</i> .; b. Vista panorámica de polen de <i>Miconia denticulata</i>	76
Figura 43: 1a -1b distintos ángulos de vista ecuatorial de <i>Tillandsia</i> sp.; 2a-2b distintos ángulos de vista ecuatorial de <i>Tillandsia complanata</i>	78
Figura 44: 1a-2b Vista general de polen de <i>Bocconia integrifolia</i>	80
Figura 45: a. Vista polar de polen de <i>Ranunculus praemorsus</i> .; b. Vista panorámica de polen de <i>Ranunculus praemorsus</i>	81
Figura 46: 1a-1b vista polar y ecuatorial de <i>Phoenix</i> sp.; 2a-2b Distintos ángulos de vista polar de <i>Rubus adenothallus</i> (1000x).....	83
Figura 47: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de <i>Aetanthus coriaceus</i>	85
Figura 48: 1a- 1b Vista polar y ecuatorial de <i>Cuscuta</i> sp1.; 2a- 2b Vista polar y ecuatorial de <i>Solanum</i> sp2.; 3a- 3b Vista polar y ecuatorial de <i>Cuscuta</i> sp2.; 4a- 4b Vista polar de <i>Solanum</i> sp3.; 5a- 5b Vista ecuatorial y polar de <i>Lycium</i> sp.; 6a-6b Vista polar y ecuatorial de <i>Streptosolen jamesonii</i>	88
Figura 49: a. Vista ecuatorial de polen de <i>Lycianthes radiata</i> ; b. Vista panorámica de polen de <i>Lycianthes radiata</i>	89
Figura 50: 1a-1b Vista polar y ecuatorial de grano de polen de <i>Cissus</i> sp.	91
Figura 51.- Árbol filogenético representativo de 47 géneros mencionados en la tabla 2.....	92

I. INTRODUCCIÓN

El Perú está considerado entre los países tropicales de mayor diversidad vegetal. La región norte alberga un gran porcentaje de esta diversidad, entre los cuales figuran los bosques relictos del flanco occidental de la Cordillera de Los Andes en la zona norte del Perú (región Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad), considerados uno de los más endémicos del mundo.

Los bosques relictos en las vertientes andinas noroccidentales del Perú, son frágiles ecosistemas, que tienen mucha importancia como refugios y hábitats, con poca dinámica en su compleja diversidad florística y endemismos como consecuencia de la complicada topografía y ecología de sus hábitats (Weigend et al, 2006) (Weigend et al, 2005) (Llatas et al., 2005) (Llatas, 2002). En el norte del Perú existen alrededor de 20 fragmentos de bosques, siendo los de mayor importancia el bosque La Oscurana (Cajamarca) y Kañaris (Lambayeque).

Son escasos los esfuerzos dedicados al estudio de la dinámica, caracterización, evaluación y divulgación de su gran biodiversidad y cómo puede lograrse su conservación inmediata, además del gran valor en el sistema de captación de agua para los ríos y quebradas que son fuente prioritaria para la agricultura y vida urbana en la costa norte. Así mismo, es ausente estudios palinológicos de las especies vegetales componentes de los bosques relictos, por lo tanto, es necesario ampliar los estudios complementarios a la identificación, valoración y conservación de la diversidad florística de los bosques, hoy en día fragmentados por la actividad antrópica de estas zonas de vida. Actualmente los bosques relictos se encuentran vulnerables ante factores antropogénicos, los cuales amenazan la presencia de las especies que los conforman, siendo estas muy importantes ya que intervienen como moduladores climáticos de la zona, logrando el ciclo hidrológico y conservando los suelos.

Los escasos estudios realizados en estas zonas se refieren a la diversidad vegetal; sin embargo, no hay estudios realizados sobre morfología polínica de las especies existentes, estos estudios que, de manera complementaria, ayudarían a conocer y ampliar la información de las especies que se desarrollan en esta zona, así como ayudar en la correcta determinación taxonómica de las mismas (entre las cuales pueden figurar especies endémicas y/o en peligro de extinción).

La escasa literatura de estudios realizados en el bosque relicto Upaypíteq, trata sobre la importancia de la zona como elemento modulador climático en el ciclo hidrológico y conservación de los suelos (Weigend et al, 2006) (Weigend et al, 2005) (Llatas, 2002) (Llatas, et al, 2005). El estudio tiene un enfoque ecológico, mostrando que el bosque forma parte del

corredor biológico Amotape-Huancabamba, por sus recursos fitogenéticos y belleza paisajística; así como, refugio de vida silvestre de especies endémicas del Perú y probablemente del mundo.

Hasta la actualidad, no hay reportes de trabajos realizados sobre morfología polínica de las especies vegetales del bosque relicto Upaypiteq, por lo que sin duda resulta de extrema necesidad realizar estos estudios, que en primer lugar permitan ser utilizados como herramienta auxiliar en la correcta determinación taxonómica de las especies vegetales, como lo demuestra la Angiosperm Phylogeny Group (APG III 2009 y APG IV 2016) y segundo, incrementar el conocimiento acerca de la diversidad morfológica de los palinomorfos correspondientes a la vegetación de la zona de vida correspondiente a los bosques montanos.

En este sentido, es que se trazaron como objetivos para el presente estudio; Contribuir a la primera descripción palinológica de las especies en floración (mayo-junio de 2015) del Bosque Relicto Upaypiteq, y Determinar qué familias son más abundantes en floración en esta época del año en el área de estudio; así mismo, dar inicio a una serie de trabajos a nivel palinológico de la flora regional.

II. GENERALIDADES

2.1. El Polen

Es la microspora o gametofito joven de las plantas con semilla. Estos se encuentran contenidos en los sacos polínicos o microsporangios, donde cada célula madre de las microsporas sufre las dos divisiones sucesivas de la meiosis formando casi siempre cuatro granos de polen (Soltis & Soltis, 2004)

El grano de polen, posee una envoltura externa llamada exina o pared celular externa, de mayor grosor con respecto a la intina o capa media compuesta por celulosa y péctidos que rodean el protoplasma. (Juárez, 2006)

La exina está compuesta de polímeros esporopolínicos resistentes al agua y algunos químicos, por lo que son de difícil digestión para los animales. Esta capa externa posee aberturas con carácter funcional u ornamental, en el primer caso para la formación del tubo polínico en la germinación; reciben un nombre según su forma: colpos (alargada), poros (circular) o colporos (combinadas) (Mauseth, 1998).

2.2. Forma

La forma está basada fundamentalmente en la polaridad y para poder comprender y describir el grano de polen, hay que tener en cuenta que es una estructura tridimensional que ocupa un volumen en el espacio. Si trazamos un eje imaginario desde el centro de la cara próxima al interior de la tétrada o polo proximal, a la cara opuesta o polo distal, tenemos el llamado EJE POLAR o eje de simetría de la elipse imaginaria con la cual se compara al grano de polen para su descripción. La línea perpendicular a dicho eje polar es denominado EJE ECUATORIAL y atraviesa el grano de polen por su zona media.

Erdtman G.(1943), en sus trabajos de palinología ha usado una serie de términos relacionados con la polaridad, así, por ejemplo:

- Apolar: en un grano de polen aislado donde no se puede distinguir la polaridad original.
- Criptopolar: Si la polaridad se distingue con dificultad.
- Isopolar: Si el grano de polen se puede dividir en dos mitades iguales por el plano ecuatorial
- Heteropolar: SI el grano de polen no se puede dividir en dos mitades iguales por el plano ecuatorial

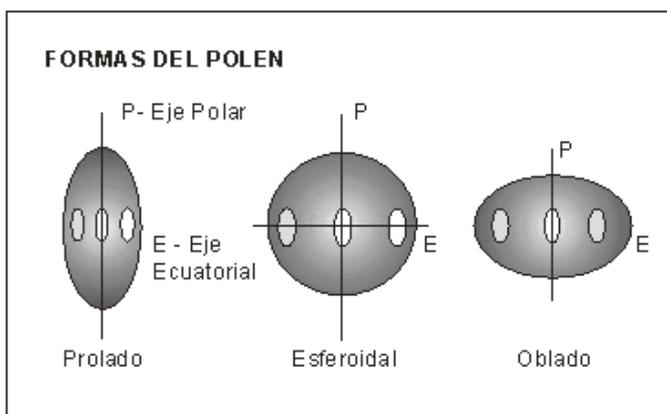
- Subisopolar: si el grano de polen es dividido en dos mitades iguales por un plano ecuatorial y entre estas dos mitades hay pocas diferencias.

Además, propone las siguientes formas generales del polen, basándose en la relación del eje polar (P) y el eje ecuatorial (E) P/E.

Por lo tanto, la forma se define por la relación del eje polar/eje ecuatorial. Este sistema es el que se usa ampliamente en los estudios de palinología.

Cuadro 1. Forma del grano de polen de acuerdo a la relación entre el eje polar y ecuatorial

FORMA	RELACIÓN P/E(μm)
Perprolado	Mayor a 2
Prolado	1.34 –2
Sub-prolado	1.15-1.33
Prolado esferoidal	1.01-1.14
Esferoidal	1
Oblado esferoidal	0.88 - 0.99
Sub-oblado	0.75 - 0.87
Oblado	0.50 - 0.74
Peroblado	Menor a 0.50



TAMAÑO DEL POLEN

En función de la longitud del eje más largo:

< 10 μm	- Muy pequeño
10 - 25 μm	- Pequeño
25 - 50 μm	- Mediano
50 - 100 μm	- Grande
100 - 200 μm	- Muy grande
> 200 μm	- Gigante

Figura 1: Formas y tamaño de polen.

Fuente: <http://lap.uab.cat/aerobiologia/es/pollen#r1> (Universidad Autónoma de Barcelona)

2.3. Tamaño

El tamaño del grano de polen está definido por las longitudes de sus ejes polar y ecuatorial, en las siguientes medidas según (Erdtman G. , 1943)

Cuadro 2. Tamaño del grano de polen de acuerdo a las medidas en vista ecuatorial.

TAMAÑO	MEDIDAS (μm)
Muy pequeño	Menor a 10
Pequeño	10-25
Mediano	25-50
Grande	50-100
Muy grande	100-200

2.3.1. Simetría y Polaridad

a) Simetría

La simetría de un grano de polen es estudiada observándolo en vista polar y ecuatorial, pudiendo ser un grano asimétrico o con simetrías: radial y bilateral.

b) Polaridad

Según la polaridad que presente, un grano de polen puede ser:

- Apolar cuando no presenta una polaridad definida,
- Isopolar cuando el plano ecuatorial divide el polen en dos mitades idénticas, y
- heteropolar cuando el plano ecuatorial divide el polen en dos mitades desiguales.

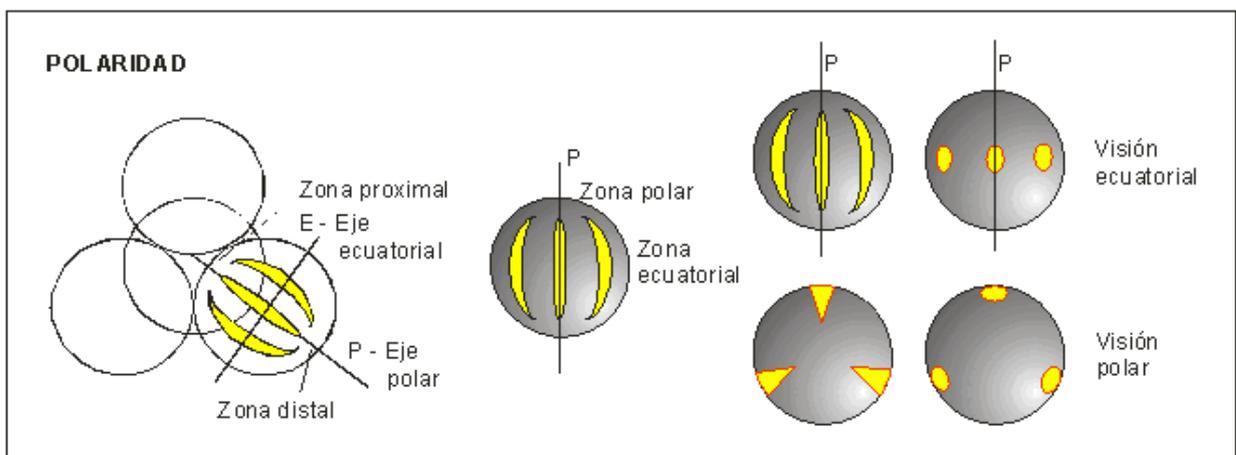


Figura 2: Posibles combinaciones de la polaridad

Fuente: <http://lap.uab.cat/aerobiologia/es/pollen#r1> (Universidad Autónoma de Barcelona)

2.3.2. Aperturas

Son áreas Delgadas y especialmente delimitadas de la exina, a través de los cuales no necesariamente emerge el tubo polínico; existen de forma alargada denominándose colpos o de forma circular, llamadas poros, cuando se encuentra una combinación de ambas se denominan colporos. Esta característica modifica la apariencia externa de los granos de polen, dependiendo de su presencia o ausencia (o del tipo de abertura), lo que permite clasificarlos en inaberturados o aberturados. Según el tipo de abertura, longitud o ubicación que permiten estas aperturas, existen varias denominaciones, los números que cuantifican carácter taxonómico para las especies vegetales.

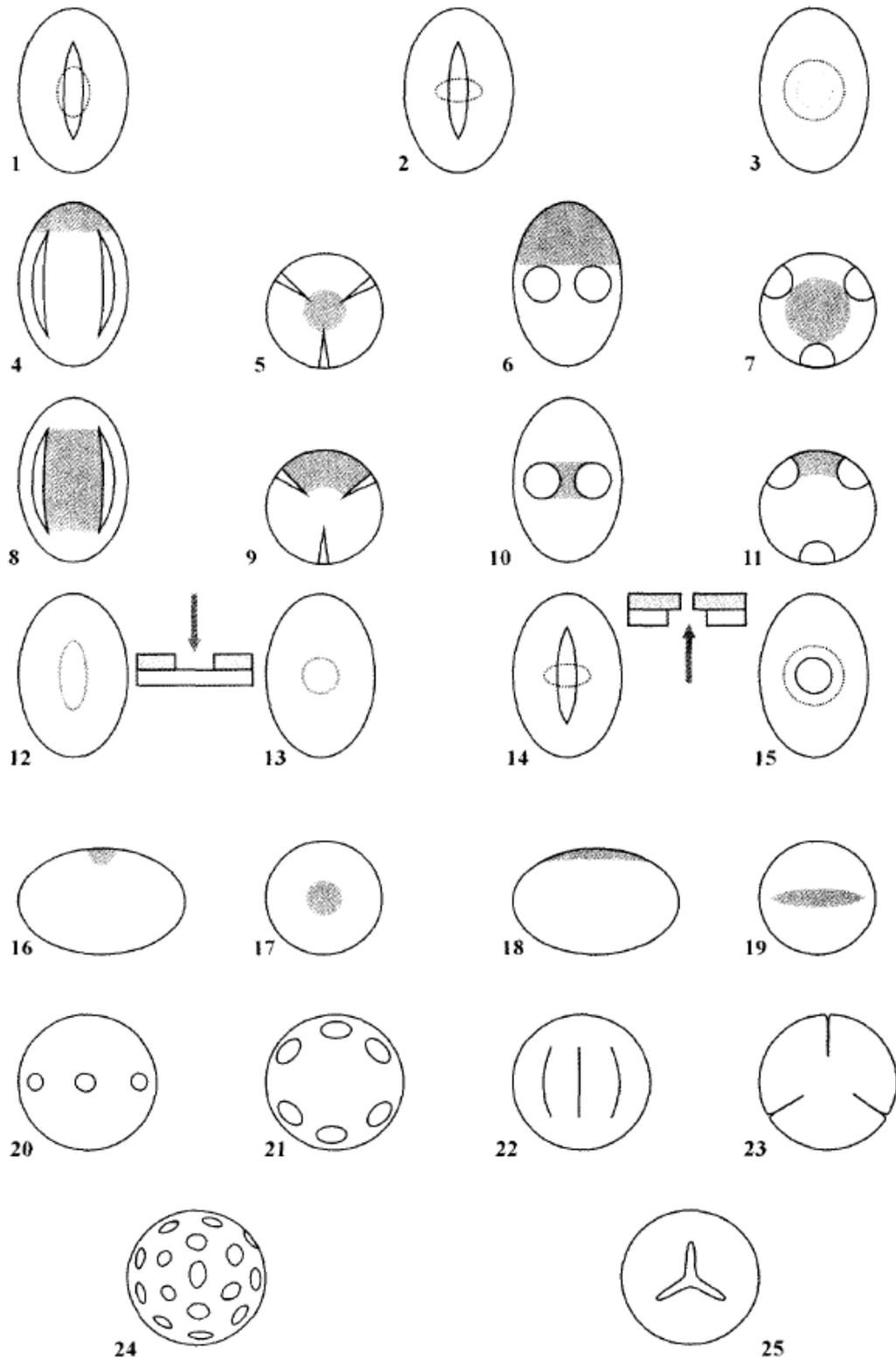


Figura 3: Aperturas (A). 1. Colporada lolongada; 2, colporada lalongada; 3, pororada; 4-5, apocolpo; 6-7, apoporo; 8-9, mesocolpo; 10-11, mesoporo; 12-13, ectoapertura; 14-15, endoapertura; 16-17, porada; 18-19, sulcada; 10-21, zonoporado; 22-23, tricolpado; 24, pantoporado; 25, tricotomocolpado.

Fuente: (Sáenz Laín, 2004)

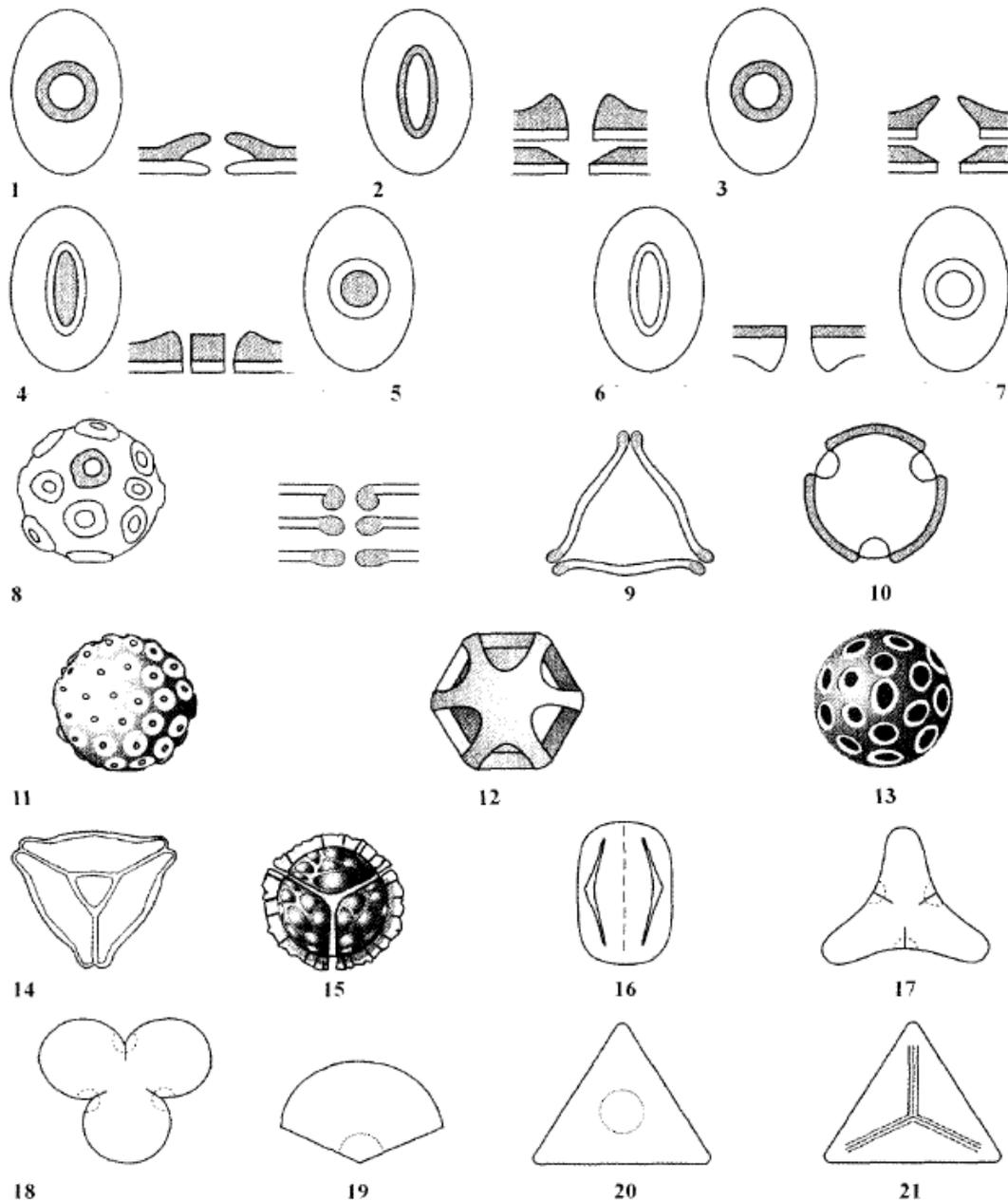


Figura 4: Aperturas (B). 1, vestíbulo; 2, margen; 3, anillo; 4-5, opérculo; 6-7, costilla; 8-9, áspide; 10, oncos; 11, foraminado; 12, fenestrado; 13, cribelado; 14-15, sincolpado; 16, geniculado; 17, sinaperturado; 18, fosiaperturado; 19-20, hilo; 21, labro.

Fuente: (Sáenz Laín, 2004)

2.3.3. Esporodermis

La esporodermis, según el diccionario de Font Quer (1953), es “La membrana que rodea y protege la espora”. Esta estructura está constituida a su vez por dos cubiertas concéntricas denominadas Intina y Exina (Fritzsche, 1837).

Según los acuerdos del “Simposio APLF, Paris 1975” en la esporodermis se distinguen paredes, capas y estratos. Las paredes son la exina y la intina. La pared externa o exina, está formada a su vez por dos capas diferenciadas morfológicamente: Sexina y Nexina (Ertman, 1948). Faegri (1956) considera la exina formada por dos capas de distinta naturaleza química: Ectexina y Endexina. La diferencia fundamental entre las nomenclaturas de Faegri y Ertman estriban en que la Ectexina incluye, además de la sexina, una parte de la Nexina, la llamada base (“foot layer”, “pedium” y “sole”, en inglés y francés respectivamente). La Ectexina, cuando presenta su morfología más compleja está formada por tres estratos: Téctum (Con o sin supractum), Infractum y base (Saenz de Rivas, 1976). La exina caracterizada por su consistencia, gracias a la impregnación con esporopolenina sintetizada por las células del tapete, en su composición química incluiría cadenas largas de ácidos alifáticos y la presencia de fenoles, en conjunto denominado actualmente como un biopolímero.

2.3.4. Elementos esculturales

El téctum que viene a ser la zona más externa de la exina presenta frecuentemente un relieve superficial o supractum debido a los denominados elementos esculturales.

Estos adoptan diversas formas y cuyo eje mayor generalmente no sobrepasa los 5 μm de longitud. Estos elementos son variados y permanecen constantes dentro de la misma especie.

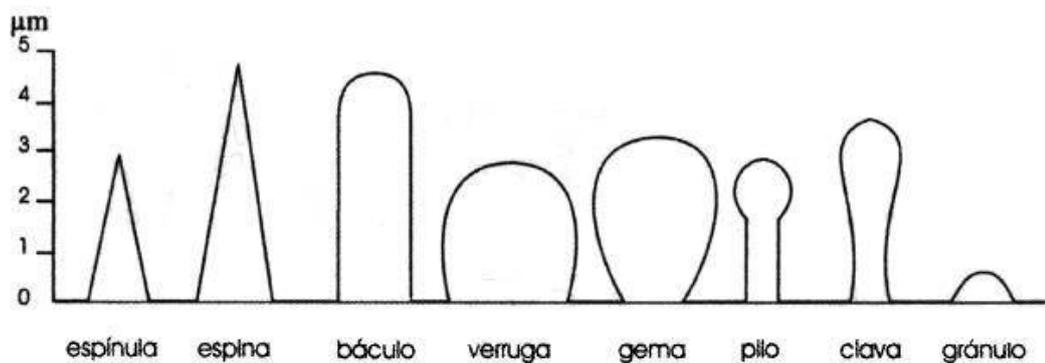


Figura 5: Elementos esculturales en sección Transversal

Fuente:(Sáenz Laín, 2004)

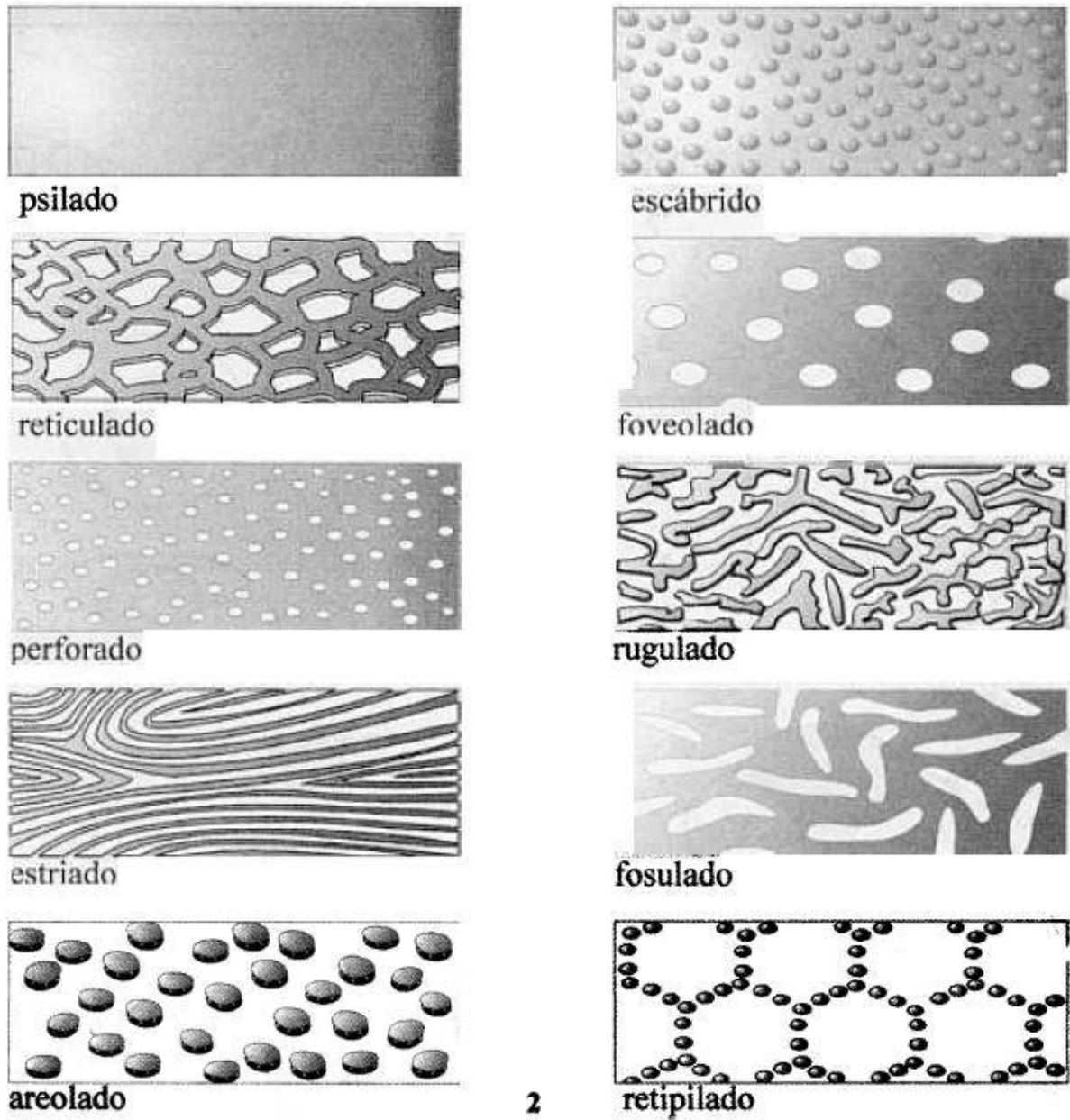


Figura 6: Vista superficial de los principales tipos de ornamentación.

Fuente: (Sáenz Laín, 2004)

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos taxonómicos

Los bosques relictos, de la vertiente occidental de los Andes en el norte de Perú y del sur de Ecuador, son considerados hábitats con alta diversidad vegetal y con un índice de endemismo muy elevado (Weigend et al., 2006).

Los bosques de neblina del norte peruano, distribuidos en torno a la zona de la deflexión Huancabamba (Piura, Cajamarca y Amazonas), son ampliamente reconocidos como una fuente de diversidad primaria en muchos grupos de plantas (Torres Guevara, 2013). En esta zona de la deflexión se cuenta con no menos de 715 especies endémicas, que representan cerca del 10% del endemismo para todo el país, pero en menos de un 8% de superficie. Asimismo, se concentran 126 especies endémicas más en Ayabaca y Huancabamba.

Se conocen aproximadamente 23 bosques relictos presentes en las vertientes noroccidentales del Perú (Llatas et al., 2005), extendiéndose en forma de remanentes fuertemente fragmentados a lo largo de los bosques grandes y continuos. Actualmente, muy poco se sabe sobre el valor económico de estos bosques y de sus recursos fitogenéticos. El aspecto más importante de estos bosques es el papel que cumple en la captación hídrica de donde nacen las cuencas de los ríos que alcanzan el plano costero, proporcionando el agua potable a las ciudades del norte y agua para la irrigación de tierras agrícolas (constituyendo el complejo más grande de tierras irrigadas en Perú). Debido a su relativa accesibilidad (cerca de la costa), belleza escénica y elevada biodiversidad, existe un potencial para el desarrollo de centros del ecoturismo. La producción de madera de estos bosques es de importancia limitada, por otro lado, la rica flora de la región representa recursos fitogenéticos considerables, incluyendo plantas ornamentales potenciales en muchos géneros.

Estos bosques montanos del flanco oriental de los Andes constituyen uno de los ecosistemas más ricos del mundo. Los endemismos regionales y locales son comunes para una amplia variedad de taxa, por lo que se le considera sobresaliente a nivel global. La región está severamente amenazada por la deforestación intensa, la conversión agrícola y la extracción forestal. Estas amenazas se agravan por la construcción de vías y la colonización. La Ecorregión está considerada en peligro teniendo la máxima prioridad a nivel regional, por lo que dentro del plan maestro de desarrollo regional se ha establecido como una de las prioridades la protección del bosque relicto Upaypíteq o lo que aún queda de este bosque (Llatas, 2002).

Estudios realizados en el Bosque Montano Neotropical de Lanchurán (4°38'S, 79°42'W), provincia de Ayabaca (región Piura), determinaron que las familias presentes con mayor valor ecológico son comunes a la mayoría de los bosques montanos del norte y noroeste del Perú, entre ellas: Asteraceae, Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Solanaceae (muestreos realizados en los meses de febrero a marzo). Así mismo, se considera como un denominador común la agresiva actividad antrópica sobre la diversidad florística de este tipo de bosques frágiles (Rasal et al. , 2012).

En el departamento de Lambayeque, los bosques montanos de Kañaris tienen importancia biológica y florística, como representantes de lo que fue un bosque de mayor área en el pasado. La ubicación geográfica del territorio de Kañaris en la deflexión de Huancabamba, ha facilitado el trasvase de vientos cargados con humedad atlántica, al ingresar desde el este y sureste, originando precipitaciones pluviales intensas. Estos vientos cargados de humedad, impactan en la cordillera y son impedidos de alcanzar la vertiente occidental. Así, generan una gran humedad en los bosques sobre el Abra de Upaypíteq y las altas cimas de la cordillera de Tembladera, donde inclusive existen humedales de montaña, como las zonas de Shin Shin, San Lorenzo, Huacapampa, Pandachí, Gramalote, Walte, Mollepampa, entre los 1500 a 3000 metros sobre el nivel del mar, en el distrito de Kañaris (2300 m) y los bosques de Chiñama y Luto en la vertiente del Pacífico.

3.1.1. Aspectos palinológicos

Con respecto a los estudios de caracterización palinológica, en el Perú y aún en la región, son escasos los trabajos y de los cuales podemos mencionar como pionero al realizado por Delgado (1982) quien elaboró un modelo preliminar de la flora palinológica macrotérmica-xerófito, arbórea y arbustiva del departamento de Lambayeque, describiendo las especies: *Psittacanthus obovatus* Benth. Ex Eichl., *Cryptocarpus pyriformis* H. B. K., *Capparis angulata* Ruiz & Pavon., *Capparis cordata* Ruiz & Pavon., *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz., *Acacia macracantha* Humboldt & Bonpland ex Willdenow., *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pavon., *Parkinsonia aculeata* L., *Maytenus octogona* (L'Héritier) DC., *Cordia lutea* Lamarck. y *Grabowskia boerhaaviaefolia* (L. F.) Schlechtendal. Los granos de polen de estas especies presentan características muy variadas. Asimismo, el autor hace un estudio morfológico de los granos de polen de la especie *Batis maritima* L., especie que ha sido considerada como el mejor indicador biológico de ambientes halófitos. Esta especie presenta granos de polen prolado, tricolpado y reticulado (Delgado, 1982). Por otro lado, demuestra una diferencia fundamental en el tamaño del grano de polen, cuando estudia morfológicamente tres especies del género

Capparis: *C. angulata.*, *C. cordata.*, *C. ovalifolia.*, concluyendo que las tres especies presentan los granos de polen, prolado, tricolporado y reticulado.

En la misma década, fueron analizadas muestras polínicas de 50 especies de angiospermas de la costa norte del Perú, entre ellas destaca la especie *Prosopis pallida* y *Prosopis* spp., donde se muestra que las dos especies del género *Prosopis* presentan las mismas características polínicas: monadas, isopolar y radiosimétricas (Delgado, 1984). Los granos de polen estudiados presentaron características morfológicas muy variables, tanto en forma, ornamentación y aperturas. En cuanto a la forma predominó, la triangular, prolado-esferoidal; aperturas tricolporada y tricolpada; ornamentaciones equinadas, equinuladas, granuladas y estriadas (Sirlopú, 1986).

Esporas de 48 especies de Pteridophytas del departamento de Lambayeque y regiones aledañas fueron estudiadas morfológicamente. Entre las especies que fueron estudiadas se encontraron: *Lycopodium complanatum.*, *L. clavatum.*, *Equisetum giganteum.*, *Pelaea ovata.*, *Adiantum concinnum.*, *Asplenium monathes.*, *Polypodium* spp. Fueron caracterizadas como tipos: trilete, monolete, y alete; en cuanto a las ornamentaciones se encontró lisas, granulares, microgranulares, escabrosas, verrugosas, reticuladas y muchas otras formas intermedias, con gran valor taxonómico para el grupo vegetal (Palacios, 1987). Otro estudio de la morfología polínica de 36 especies de plantas del departamento de Lambayeque (79° 27' - 80° 00' longitud oeste y 5o 03' - 6o 09' latitud sur), destaca los caracteres de los granos descritos en el orden de importancia para su identificación. Así se tiene también que para la descripción de esporas y granos de polen en primer lugar deben tomarse en cuenta las aberturas, luego, el tipo escultural seguido por las medidas, espesor de la exina, características del poro y colpas y forma del contorno ecuatorial (Isayama, 1988).

En los últimos años en el Perú, la palinología ha cobrado importancia, no sólo como auxiliar de la taxonomía en la determinación de especies, variedades y las relaciones evolutivas de los grupos vegetales (APG III y APG IV), si no también dentro del contexto de la filogeografía para un determinado género, como es mencionado en el estudio realizado en el género *Prosopis* para el Perú. Aquí se demostró que las diferencias en la morfología del polen de las especies de *Prosopis* presentan una ligera variación en cuanto a tamaño y forma, en todos los casos se manifiesta el mismo patrón, pero tomando alto significado diferencial las ornamentaciones y tamaño de aperturas indicando que sólo se podrían establecer de manera contundente utilizando microscopia electrónica de barrido (Bravo, 2014).

Otra contribución del estudio palinológico en la taxonomía, es lo referente a la representación polínica de los distintos taxones identificados de turberas. López-Merino L. et al (2006), realizó

la secuencia polínica de 33 muestras de Turbera “Las Dueñas”, y como resultado se obtuvo la descripción de un área bajo la influencia de un clima atlántico, que apunta a describir que hubo un paisaje abierto de carácter graminoide en las inmediaciones de la turbera y por ello del mar, ayudando así a determinar la flora preexistente en la zona. También se puede identificar la asociación de las distintas biozonas y la edad correspondiente, como el análisis palinológico realizado en 3 tipos de microflora de la parte alta de la precordillera Central Sanjuanina (Argentina) utilizando 84 especies de esta zona (Balarino M. et al, 2012).

Otro rubro de información en palinología está en el campo del análisis polínico con interés nutricional, ya sea como componente de mieles o como polen independiente. Uno de los trabajos que datan de la década de los 80, lo constituye el realizado en muestras de polen obtenidas de la Universidad Nacional Agraria la Molina, donde se realizaron análisis para determinar su valor nutritivo, encontrando un alto valor proteico equivalente al 25,31% de proteína total, un contenido armónico de vitamina tiamina (B1), riovflavina (B2) y ácido ascórbico, y la presencia de microorganismos pueden ser reducidos en la medida del nivel de disecación en estufa. (M. Briceño et al., 1988).

Además, existen estudios realizados en polen colectado en colmenas y su relación con especies poliníferas del valle de Oxapampa, con la finalidad de dar un mejor manejo a la producción de mieles (Sayas R. et al., 2009). De igual manera en pan de polen, fueron determinadas las características polínicas y la composición química del polen apícola, colectado en El Cafetal, Cayaltí (Lambayeque, Perú), un área rural del bosque estacionalmente seco (Saavedra et al., 2014).

En el campo de la paleontología en el Perú, recientemente incursionado, el trabajo realizado por Velásquez (2013) en las lomas de Tacahuay Tacna , establece una comparación sobre la flora actual y antigua, donde se determinó un total de 58 especies, 45 géneros y 23 familias y en los análisis palinológicos 56 tipos de pólenes de 34 géneros y 27 familias. Así, en el estudio es mostrado que las familias Asteraceae, Malvaceae, Solanaceae y Amaranthaceae han sido las más representativas desde finales del Pleistoceno tardío hasta la actualidad y las familias Betulaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Onagraceae, Podocarpaceae y Rosaceae, en la actualidad ya no forman parte de este ecosistema. Las lomas de Tacahuay con la composición florística que conocemos, se desarrolló a mediados del Holoceno siendo las especies *Caesalpinia spinosa*, *Fuertesimalva peruviana*, *Nolana* sp., *Baccharis* sp., *Althernanthera* sp., *Bidens* sp., *Grindelia* sp., *Conyza* sp., *Senecio* sp. y *Croton* sp., las que ocuparon estas lomas por periodos de tiempo más largos.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Material

4.1.1. Material vegetal.

El material vegetal estuvo constituido por las muestras palinológicas de las anteras de flores de los especímenes colectados en el bosque de Upaypíteq.

4.1.2. Material Químico.

Microscopía óptica:

- Ácido acético glacial
- Ácido acético anhido
- Ácido sulfúrico
- Agua destilada
- Etanol 96%
- Resina
- Glicerina

Microscopía electrónica:

- Agua ultra pura (Agua MiliQ)
- Agua destilada
- Etanol 70%
- Sales de Oro-Paladio

4.2. Metodología

4.2.1. Área de estudio

Bosque de Upaypíteq, de la Vertiente Oriental de Kañaris, específicamente el área del Abra de Upaypíteq, distrito de Kañaris, provincia de Ferreñafe, región Lambayeque.

- **Clima.**- Según C. W. Thornthwaite, a la zona en estudio le corresponde el tipo climático C(o, ip) B'2H3, perteneciente a una zona semiseca, caracterizada como templada, deficiencias de lluvias en otoño, invierno y primavera. Este tipo climático también se relaciona con una zona de humedad relativa calificada como muy húmeda (Llatas, S. & López, M., 2005).
- **Suelo.**- Kañaris se ubica sobre el macizo tectogénico de la cordillera occidental de los Andes. Existen predominantes estructuras rocosas intrusivas: diorita, tonalita, dacita. La topografía es muy accidentada, con estratigrafía predominantemente mesozoica y cenozoica; pero con áreas precámbricas en la base oeste. (Llatas, S. & López, M., 2005).

- Zonas referenciales de colecta.- se tomó datos de ubicación geográfica de 34 especies como referencia general para todas las especies colectadas y la delimitación de la altura a la que fueron colectadas (Cuadro 3 y Figura 7).

Cuadro 3. Zonas referenciales de colecta de las especies en el bosque de Upaypíteq-Cañaris.

N° de especie	Coordenadas WGS 84		Altura (msnm)
1	S6 18.306	W79 27.154	1072 m
2	S6 04.260	W79 15.155	2708 m
3	S6 04.393	W79 15.368	2709 m
4	S6 04.329	W79 15.248	2711 m
5	S6 04.298	W79 15.159	2712 m
6	S6 04.315	W79 15.176	2712 m
7	S6 04.324	W79 15.240	2712 m
8	S6 04.181	W79 15.157	2714 m
9	S6 04.196	W79 15.158	2714 m
10	S6 04.316	W79 15.176	2714 m
11	S6 04.315	W79 15.177	2714 m
12	S6 04.181	W79 15.157	2715 m
13	S6 04.208	W79 15.161	2718 m
14	S6 04.459	W79 15.374	2734 m
15	S6 04.460	W79 15.375	2735 m
16	S6 04.465	W79 15.370	2735 m
17	S6 04.460	W79 15.373	2735 m
18	S6 04.459	W79 15.368	2735 m
19	S6 04.472	W79 15.384	2735 m
20	S6 04.528	W79 15.403	2735 m
21	S6 04.481	W79 15.391	2737 m
22	S6 04.490	W79 15.393	2742 m
23	S6 04.490	W79 15.393	2744 m
24	S6 04.553	W79 15.413	2759 m
25	S6 04.577	W79 15.404	2762 m
26	S6 04.577	W79 15.404	2762 m
27	S6 04.585	W79 15.404	2762 m
28	S6 04.575	W79 15.395	2779 m
29	S6 04.573	W79 15.331	2806 m
30	S6 04.574	W79 15.330	2808 m
31	S6 04.574	W79 15.329	2809 m
32	S6 04.575	W79 15.346	2810 m
33	S6 04.667	W79 15.421	2812 m
34	S6 04.567	W79 15.329	2820 m

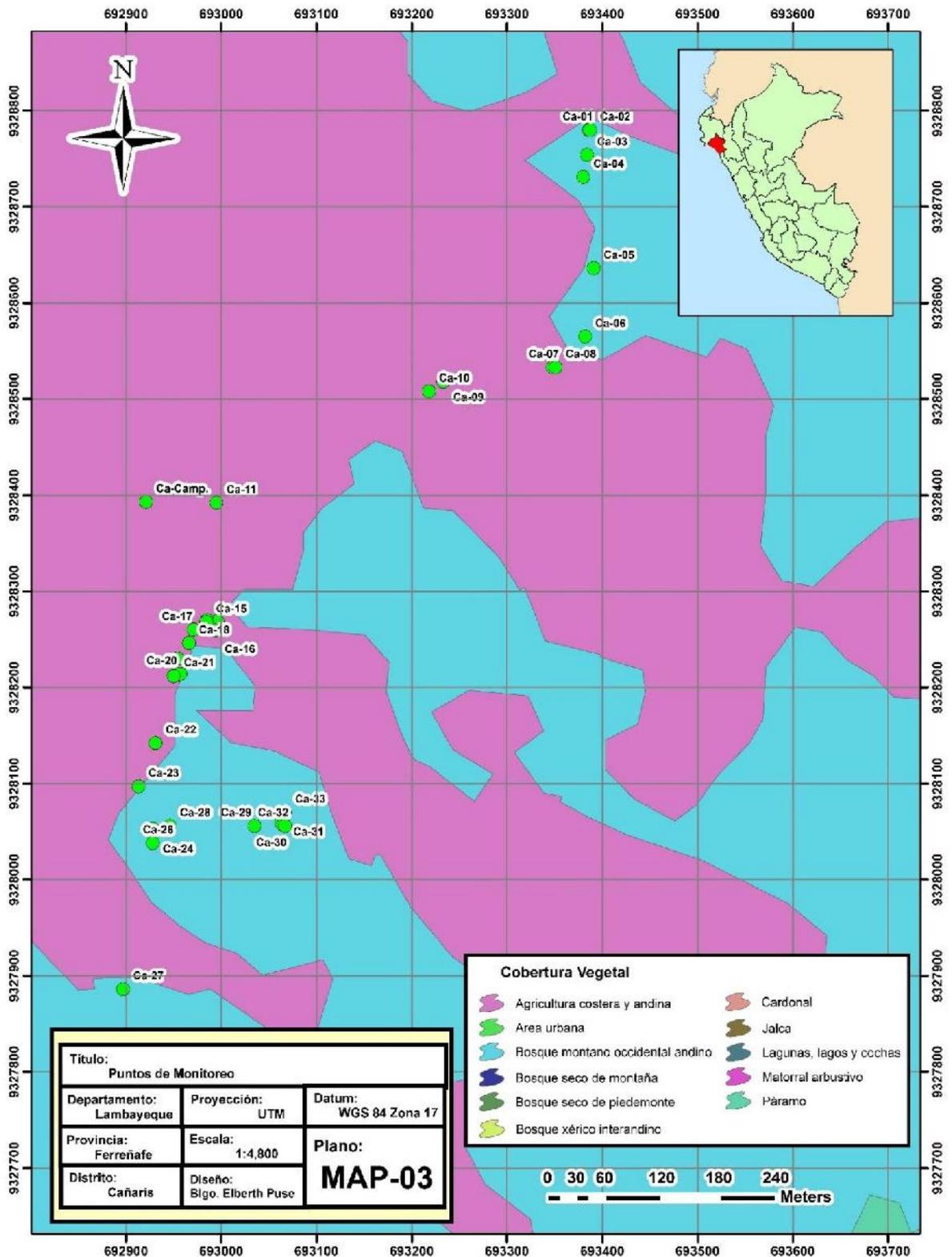


Figura 7: Mapa referencial de las zonas de colecta realizadas en el bosque de Upaypiteq-Cañaris.

4.2.2. Obtención de material vegetal

Las colectas del material polínico de las especies en estudio, fueron obtenidas en 3 expediciones al Bosque de Upaypíteq durante los meses de febrero a mayo. Se lograron coleccionar muestras polínicas de 84 especies (taxones) que corresponden a 40 familias y estas a la vez a 24 órdenes. El material polínico fue transportado del bosque al laboratorio en ependorfs. Luego de colectada la muestra se le adicionó 5 gotas de ácido acético glacial.

4.2.3. Tratamiento de la muestra

El material coleccionado fue transferido de los ependorfs a frascos de vidrio (viales) a los que se colocó su respectiva identificación donde figuró: Nombre de la especie; Número de muestra y fecha de colección de muestra.

A cada muestra se le adicionó ácido acético glacial, en un volumen adecuado de manera que cubra la muestra, para su fijación y conservación adecuada.

Estas muestras fueron procesadas en el laboratorio según el Método de Erdtman o “Método de Acetólisis” (Erdtman, 1960).

a) Procesamiento de muestras

- A cada muestra polínica, se adicionó la solución acetólica, constituida por 4.5 mL de ácido acético anhidro y 0.5 de mL de ácido sulfúrico concentrado. En este caso, la solución fue preparada inmediatamente antes de agregar a cada una de las muestras polínicas, en un volumen determinado para todo el material a procesar.
- Luego se colocó en baño María a una temperatura promedio de 70 °C, se agitó periódicamente con una bagueta de manera individual (una para cada muestra), hasta observar cualquier cambio de color en las muestras e inmediatamente fueron retiradas del baño maría y se dejó en reposo hasta enfriar.
- Cada una de las muestras fueron centrifugadas a 1000 rpm durante 5 minutos.
- Se decantó el sobrenadante y las muestras fueron lavadas por tres veces consecutivas con agua destilada y centrifugación (1000 rpm por 5 minutos)
- En la última lavada se les adicionó unas gotas de etanol a cada muestra, para eliminar cualquier residuo de grasa.
- Finalmente, se les adicionó 0.5 ml de una solución glicerina - etanol en proporción 1:1, para conservar mejor las muestras, toda vez que tuvieron que ser fijadas de manera paulatina.

4.2.4. Montaje de muestras

Utilizando una pipeta Pasteur, se colocó una gota de cada muestra sobre una lámina portaobjetos, estas láminas fueron colocadas en una plancha a 40 °C de temperatura hasta el secado completo de las muestras. Luego se adicionó una gota de resina sobre la muestra y finalmente se colocó la laminilla cubreobjetos, se dejó secar completamente por 24 horas antes de proceder a las observaciones y lecturas.

4.2.5. Sistema de Observación y Medida

Las observaciones para la caracterización morfológica de las muestras polínicas fueron realizadas utilizando un microscopio óptico binocular marca Labomed-CxL.

- Sistema de Medida

Se consideró evaluar 25 granos de polen por especie, distribuidos en cinco cuadrantes y cinco granos en cada cuadrante del área de la laminilla, uno en cada ángulo y uno en el centro.

Las micrografías fueron tomadas con una cámara Infinity 2 incorporada al microscopio y la toma de medidas se realizó con el Programa Infinity y TSView, el mismo que fue calibrado con el campo de observación de la muestra fijada (1000x); utilizando el sistema de medición en micrómetros (μm).

Al realizar la medición se consideraron medidas de las siguientes características palinológicas: Grosor de exina, Longitud de colpa; apertura de poro; Vista Polar (eje polar) y en Vista Ecuatorial medidas del eje polar (P) y eje ecuatorial (E).

4.3. Microscopía electrónica (IQSC-USP)

a) Remoción de la solución acetólica:

Las muestras fueron centrifugadas 10 000 rpm por 5 min y luego se eliminó el sobrenadante.

Posteriormente se agregó 700 μl de agua ultra pura (Agua MiliQ) y se volvió a suspender el pellet cuidadosamente dejando reposar en agua por 3 min.

Luego se centrifugó a 10 000 rpm por 5 min y posteriormente se removió el sobrenadante y se lavó con agua destilada tres veces consecutivas y las mismas condiciones de centrifugación.

b) Lavado con etanol 70%

Después de lavar con agua, fue resuspendido el pellet en etanol 70% y se dejó por tres minutos en reposo.

Luego se centrifugó a 10 000 rpm por 5 min y se removió el sobrenadante, fue lavada la muestra con etanol y las mismas condiciones de centrifugación.

c) Remoción total de etanol 70%

Una vez removida la solución de etanol 70% de las muestras (sobrenadante), estas fueron centrifugadas en evaporador SpeedVac (Concentrator plus/Vacufuge plus, Eppendorf) por 30 minutos a temperatura ambiente, esto permitió la evaporación total de etanol.

d) Montaje de las muestras sobre fibra de carbono

Para el montaje fue utilizada una lámina de fibra de carbono, la misma que fue colocada sobre soportes circulares para microscopio electrónico.

Luego las muestras fueron inmovilizadas sobre la fibra de carbono, para esto una pequeña cantidad de la muestra se dejó caer en la superficie de la fibra de carbono, finalizada la inmovilización, las muestras fueron bañadas en sales de oro-paladio.

e) Análisis en el microscopio electrónico de barrido.

Las muestras bañadas en sales de oro-paladio fueron analizadas en un Microscopio electrónico de Barrido Zeiss Sigma, se tomaron micrografías y se realizaron medidas de los granos de polen con el software incorporado del microscopio.

f) Análisis Estadístico

Con los datos de medidas registrados para los ejes polar y ecuatorial de los granos de polen, tomando en cuenta la presencia o no de aperturas, se realizó un análisis de varianza (ANAVA).

Los resultados cuantitativos se analizaron estadísticamente mediante el cálculo de la media aritmética (promedio) y desviación estándar promedio.

4.3.1. Análisis Filogenético

Con el objetivo de complementar adicionalmente una comparación entre la distribución taxonómica obtenida en el presente trabajo, basado en la morfología polínica, y la distribución taxonómica utilizando datos moleculares (secuencias de ADN), fue realizado un análisis filogenético de los géneros representativos en el presente trabajo.

Así, la secuencia de nucleótidos del gen de la subunidad larga de la enzima RuBisCo (rbcL) de 47 géneros fueron obtenidos a partir de la base de datos del GenBank.(de libre acceso).

Las secuencias en formato FASTA fueron extraídas y guardadas en un block de notas debidamente nombrados. Luego, ellas fueron insertadas en el programa Jalview y fueron alineadas usando el algoritmo del CULTALW2.

El alineamiento múltiple de secuencias de todos los géneros fue evaluado en términos de su porcentaje de identidad. Una vez identificado el grado de identidad entre las secuencias, el alineamiento fue guardado en formato de extensión aln. Alineadas las secuencias, ellas fueron insertadas en la interface de alineamiento del programa MEGA7.0 y revisadas por una segunda vez para confirmar la validez de todas las secuencias.

El alineamiento múltiple fue sometido a análisis filogenético utilizando el algoritmo Neighbor-joining con los parámetros predeterminados del programa. El árbol fue observado con la interface editora de imágenes del programa MEGA7.0 y sometido a análisis de interpretación visual.

V. RESULTADOS

5.1. Especies colectadas

Como resultado de las colectas realizadas en el área de estudio, durante los meses Febrero-Mayo 2015, se obtuvieron 23 Órdenes, 39 familias, 67 géneros y 84 especies en total; destacándose, el orden Lamiales con el mayor número de familias, 6 en este caso; la familia Asteraceae con mayor cantidad de géneros, en total 16 géneros como se observan en las figuras 8, 9 y 10.

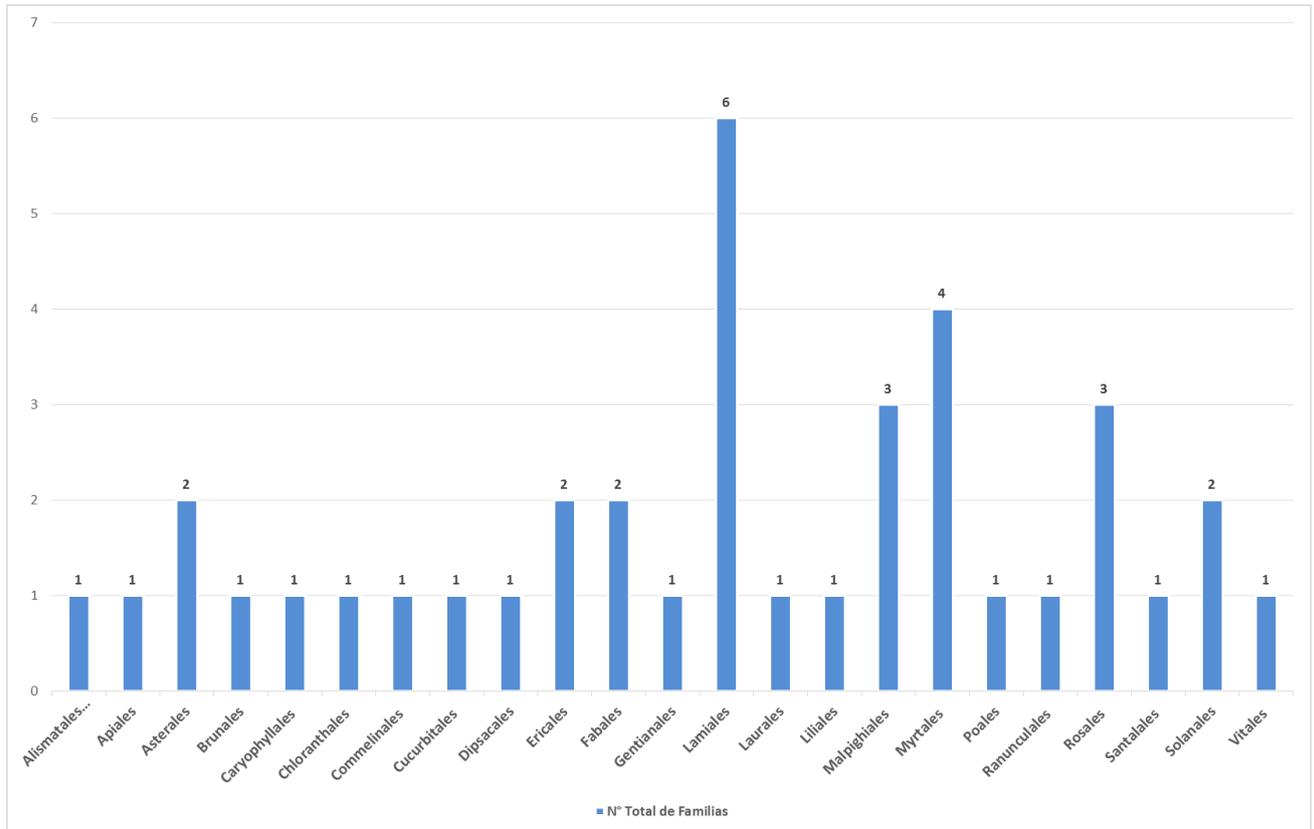


Figura 8: Número total de Familias identificadas por Orden.

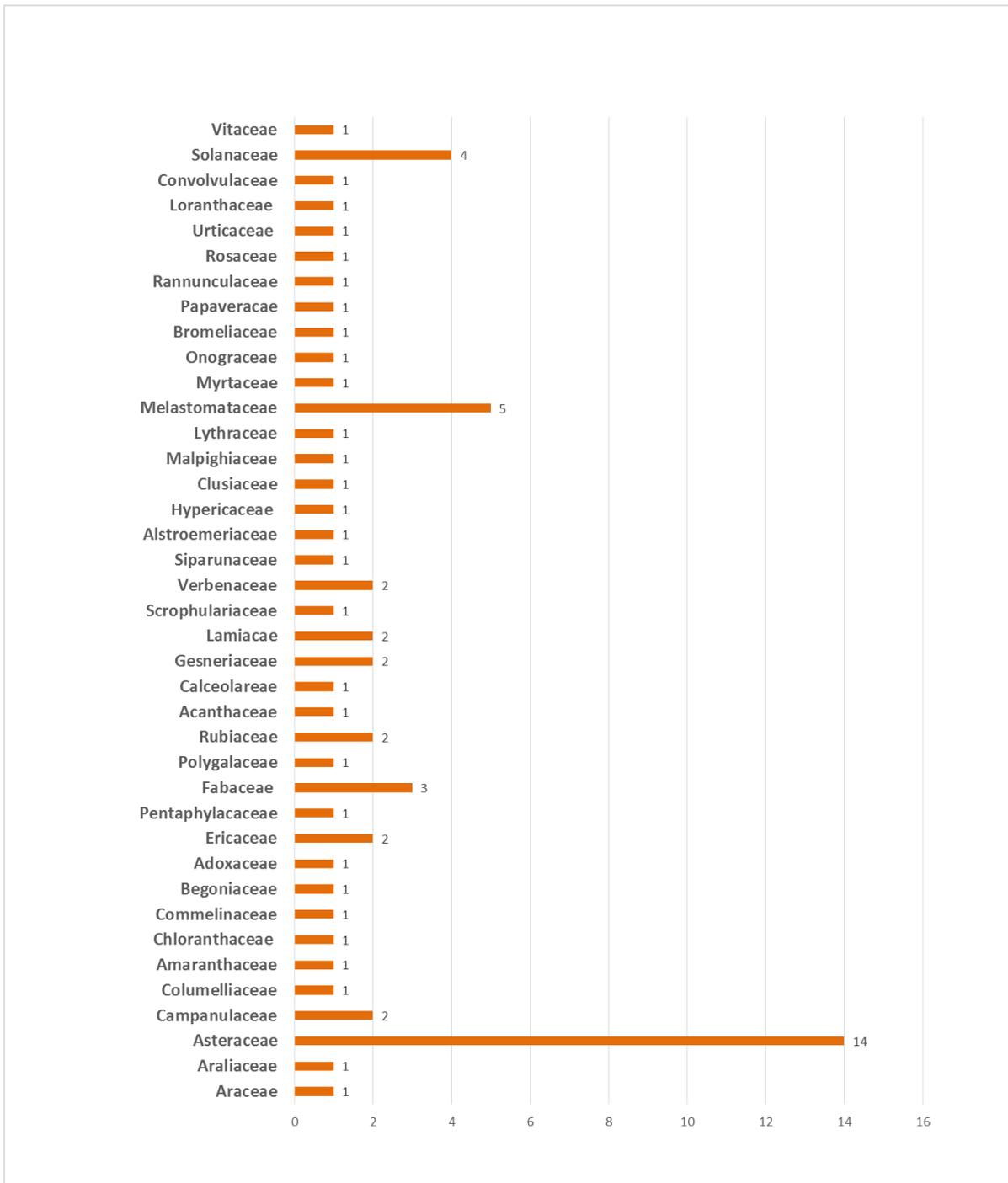


Figura 9: Número total de géneros identificados por familia.

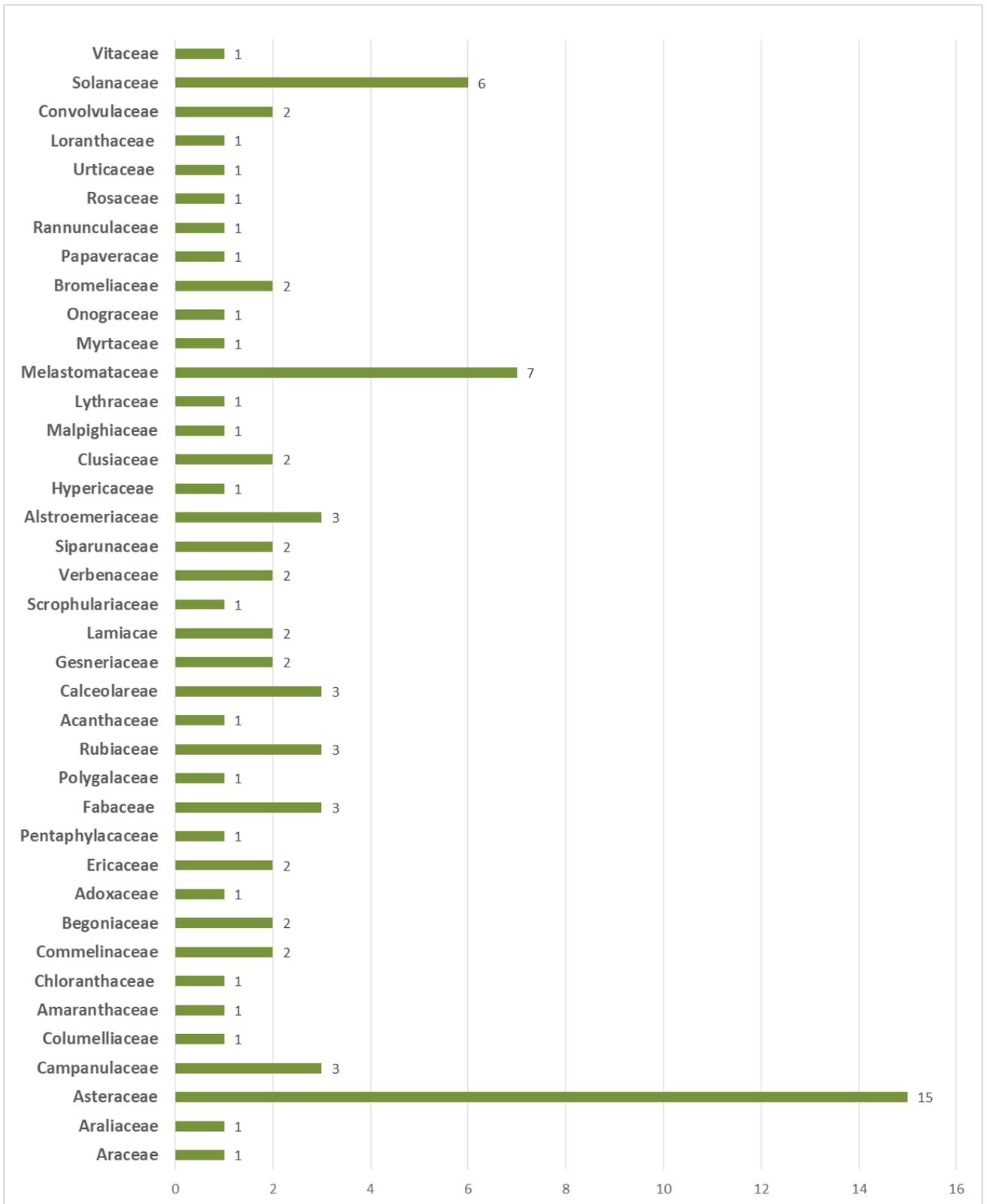


Figura 10: Número total de especies por Familia

5.2. Ubicación taxonómica

Ubicando en orden alfabético se tiene la siguiente distribución taxonómica, como se puede observar en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Ubicación taxonómica de las especies colectadas, según APG IV

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	
Alismatales R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	
Apiales Nakai (1930)	Araliaceae	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	
Asterales Link (1829)	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	
		<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	
		<i>Ageratina azangaroensis</i> (Sch.Bip. ex Wedd.) R.M.King & H.Rob.	
		<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	
		<i>Paracalia</i> sp.	
		<i>Monactis</i> sp.	
		<i>Bidens andicola</i> Kunth	
		<i>Mikania aschersonii</i> Hieron	
		<i>Schistocarpha sinforosi</i> Cuatrec.	
		<i>Critoniopsis</i> sp.	
		<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	
		<i>Aristeguetia</i> sp.	
		<i>Cacosmia</i> sp.	
		<i>Gnaphalium</i> sp.	
		<i>Stevia</i> sp.	
		Campanulaceae	<i>Centropogon</i> sp.
			<i>Siphocampylus cutervensis</i> Zahlbr.
<i>Siphocampylus angustiflorus</i> Schltr. & Zahlbr.			
Brunales Dumort (1829)	Columelliaceae	<i>Desfontainia</i> sp.	
Caryophyllales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Amaranthaceae	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	
Chloranthales R.Br. (1835)	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i> sp.	
Commelinales Mirb. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp1	
		<i>Commelina</i> sp2	
Cucurbitales Juss. ex Bercht. & J.Pr	Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp1	
		<i>Begonia</i> sp2	
Dipsacales Juss. ex Bercht. & J.Presl	Adoxaceae	<i>Viburnum</i> sp.	
Ericales Bercht. & J.Presl (1820)	Ericaceae	<i>Bejaria</i> sp.	
	Ericaceae	<i>Gaultheria</i> sp.	
	Pentaphragaceae	<i>Ternstroemia jelskii</i> (Szyszyl.) Melch.	
Fabales Bromhead (1838)	Fabaceae	<i>Otholobium mexicanum</i> (L. f.) J.W. Grimes	
		<i>Lupinus</i> sp.	
		<i>Dalbergia</i> sp.	
	Polygalaceae	<i>Polygala nemoralis</i> A.W. Benn.	
Gentianales Juss. ex Bercht. & J.Presl	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	
		<i>Palicourea tectoneura</i> K.Schum. & K.Krause	
		<i>Galium</i> sp.	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Lamiales Bromhead (1838)	Acanthaceae	<i>Aphelandra acanthifolia</i> Hook.
	Calceolareae	<i>Calceolaria</i> sp.
		<i>Calceolaria pavonii</i> Benth. <i>Calceolaria nivalis</i> Kunth
	Gesneriaceae	<i>Besleria</i> sp.
		<i>Alloplectus</i> sp.
	Lamiaceae	<i>Hyptis eriocephala</i> Benth
		<i>Minthostachys tomentosa</i> (Benth.) Epling
Scrophulariaceae	<i>Alonsoa</i> sp1	
Verbenaceae	<i>Verbena</i> sp.	
	<i>Duranta</i> sp.	
Laurales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp. <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.
Liliales Perleb(1826)	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i> sp1
		<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.
		<i>Bomarea superba</i> Herb.
Malpighiales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Hypericaceae	<i>Vismia pozuzoensis</i> Engl.
	Clusiaceae	<i>Clusia clusioides</i> (Griseb.) D'Arcy
		<i>Clusia</i> sp.
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp.	
Myrtales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.
	Melastomataceae	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin
		<i>Brachyotum figueroae</i> J.F. Macbr.
		<i>Brachiatum</i> sp.
		<i>Tibouchina mariae</i> Wurdack
		<i>Miconia</i> sp.
	<i>Axinaea nitida</i> Cogn.	
<i>Miconia</i> sp.		
Myrtaceae	<i>Myrteola</i> sp.	
Onograceae	<i>Fuchsia</i> sp.	
Poales Small (1903)	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.
		<i>Tillandsia complanta</i> Benth.
Ranunculales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i> Bonpl.
	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> sp.
Rosales Bercht. & J.Presl (1820)	Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.
	Urticaceae	<i>Phoenax</i> sp.
Santalales R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Loranthaceae	<i>Aetanthus coriaceus</i> Patsch.
Solanales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i> sp1
		<i>Cuscuta</i> sp2
	Solanaceae	<i>Lycianthes</i> sp.
		<i>Solanum</i> sp1.
		<i>Solanum</i> sp2.
		<i>Lycium</i> sp.
<i>Solanum</i> sp3.		
<i>Streptosolen jamesonii</i> (Benth.) Miers		
Vitales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)	Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.

5.3. Ubicación en el Sistema de Clasificación APGIII y APGIV (The Angiosperm Phylogeny Group).

De acuerdo a uno de los últimos sistemas de clasificación, considerado el más completo y el que más se utiliza actualmente, las angiospermas colectadas en el presente trabajo estarían agrupadas de la siguiente manera (Fig. 11).

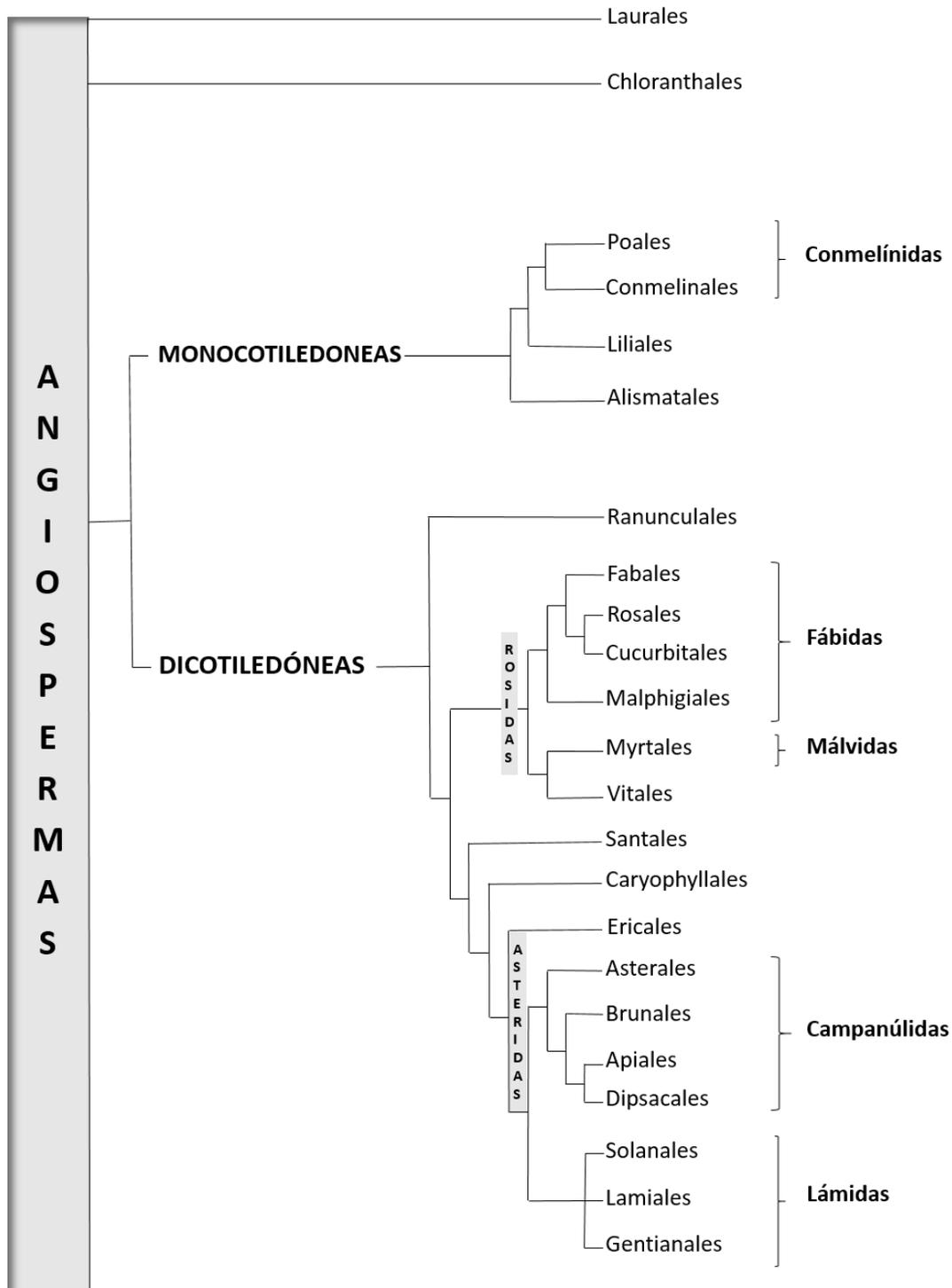


Figura 11: Ubicación de las especies estudiadas siguiendo el Sistema de Clasificación APGIII (2009) y APGIV (2016)

5.4. DESCRIPCIÓN PALINOLÓGICA

5.4.1. ORDEN ALISMATALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Araceae

Como representante de la familia Araceae se tiene a *Anthurium* sp., caracterizado por presentar polen tricolporado, reticulado, sub-prolado, P/E=1.15 Vista polar circular, pequeño, con exina de $0.95 (\pm 0.12) \mu\text{m}$, como se puede observar en el cuadro 5, además de otras características.

Cuadro 5. Características palinológicas de las especies pertenecientes al Orden ALISMATALES

ORDEN: ALISMATALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)				
Familia			Araceae	
Especie			<i>Anthurium</i> sp.	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Tricolporado	
	Ornamentación		reticulado	
	Polaridad		isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	Eje polar	16.52
			Desv. Estándar	± 0.62
		Vista ecuatorial	Eje Polar	17.59
			desv. Estándar	± 0.99
			Eje Ecuatorial	15.28
			desv. Estándar	± 0.69
	Relación P/E		1.15	
	Forma	P/E	Sub-prolado	
Amb		Circular		
Tamaño		Pequeño		

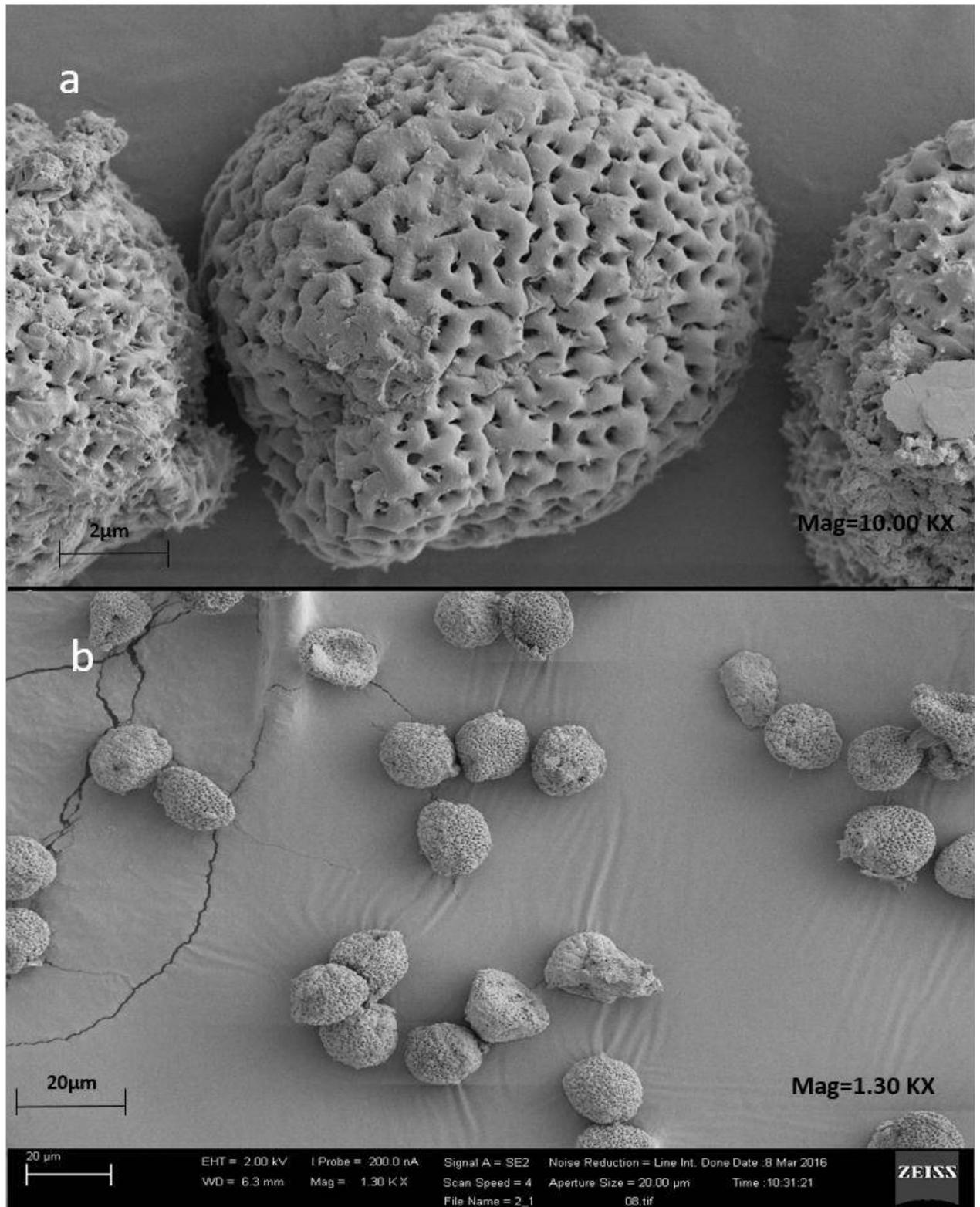


Figura 12: a. Vista polar de grano de polen de *Anthurium* sp.; b. Vista panorámica de grano de polen de *Anthurium* sp.

5.4.2. ORDEN APIALES Nakai (1930)

a) Familia Araliaceae

- *Hydrocotyle humboldtii* – Polen tricolporado, rugulado, isopolar, prolado, Amb elíptico, P/E= 1.35 μm , pequeño, exina 0.84 (± 0.14) μm .

Cuadro 6. Características palinológicas de las especies pertenecientes al Orden APIALES

ORDEN: APIALES Nakai (1930)				
Familia				Araliaceae
Especie				<i>Hydrocotyle humboldtii</i>
C A R A C T E R Í S T I C	Tipo			Tricolporado
	Ornamentación			rugulado
	Polaridad			Isopolar
	Simetría			Radiosimétrico
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	Eje polar	13.26
			desv. Estándar	± 0.12
		Vista ecuatorial	Eje Polar	16.00
			desv. Estándar	± 1.46
			Eje Ecuatorial	11.88
			desv. Estándar	± 0.98
	Relación P/E			1.35
	Forma	P/E		Prolado
Amb		Elíptico		
Tamaño			Pequeño	

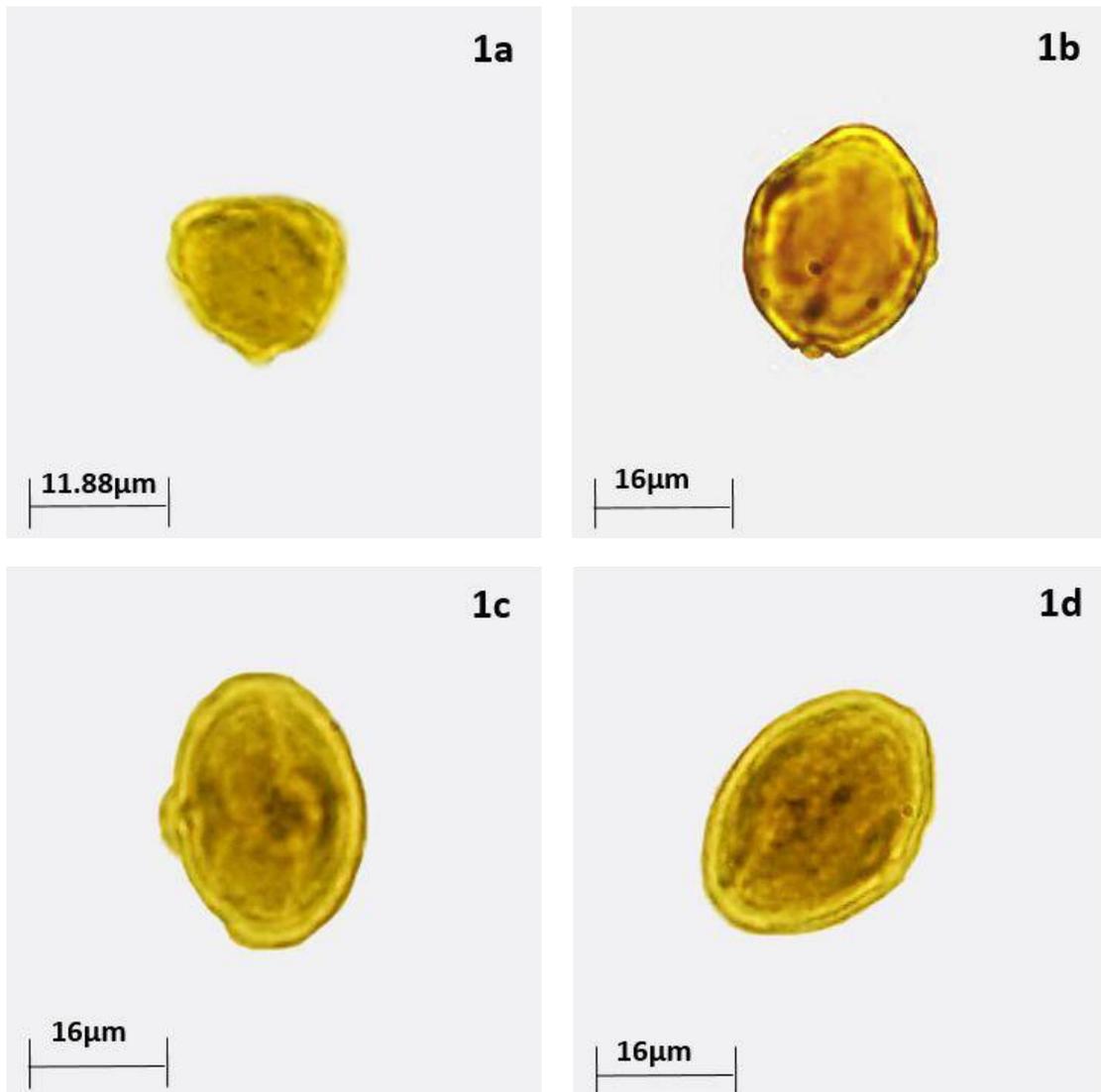


Figura 13: **1a** vista polar de *Hydrocotyle humboldtii*; **1b-1d** Vista ecuatorial de *Hydrocotyle humboldtii* (1000x)

5.4.3. .ORDEN ASTERALES Link (1829)

a) Familia Asteraceae

- *Ageratina azangaroensis*. - Polen tricolporado, espinoso, isopolar, oblado esferoidal, Amb circular, P/E=1.35 μm, diámetro de 10.04 μm, pequeño, exina 2.12 (±0.21) μm.
- *Aristeguietia* sp.- Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado esferoidal, Amb circular, P/E=1.05 μm, diámetro de 12.65 μm, pequeño, exina 1.29 (±0.25) μm, longitud de colpa 2.11 (±0.23) μm.
- *Baccharis Genistelloides*. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado esferoidal, Amb circular, P/E= 1.09 μm, diámetro de 12.62 μm, pequeño, exina 1.3 (±0.3) μm, longitud de colpa 3.26 (±0.68) μm.

- *Bidens Andicola*. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado esferoidal, Amb circular, P/E=1.03 μm , diámetro de 11.66 μm , pequeño, exina 0.9 (± 0.3) μm , longitud de colpa 2.78 (± 1.4) μm .
- *Bidens Pilosa*. - Polen tricolporado, espinoso, isopolar, oblado esferoidal, Amb circular, P/E= 0.89 μm , diámetro de 19.9 μm , pequeño, exina 0.66 μm .
- *Cacosmia rugosa*. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, oblado esferoidal, Amb circular, P/E=0.94 μm , diámetro de 18.14 μm , pequeño, exina 1.51 μm .
- *Chromolaena laevigata*. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, oblado esferoidal, Amb circular, P/E= 0.97 μm , diámetro de 13.18 (± 0.81) μm , pequeño, exina 0.59 (± 0.09) μm .
- *Critoniopsis* sp.- Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado esferoidal, Amb circular, P/E=1.05, diámetro de 17.91($\pm 0.75\mu\text{m}$), pequeño, exina 1.07($\pm 0.1\mu\text{m}$), longitud de colpa 3.38 ($\pm 0.48\mu\text{m}$)
- *Gnaphalium* sp. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado esferoidal, Amb circular, P/E=1.07, diámetro de 13.91($\pm 1.10\mu\text{m}$), pequeño, exina 1.09($\pm 0.12\mu\text{m}$), longitud de colpa 3.77($\pm 0.54\mu\text{m}$)
- *Paracalia* sp.- Polen tricolporado, equinado, isopolar, oblado esferoidal, Amb circular, P/E=0.95, diámetro de 14.55($\pm 1.38\mu\text{m}$), pequeño, exina 1.74($\pm 0.18\mu\text{m}$), longitud de colpa 2.61 ($\pm 0.36\mu\text{m}$)
- *Mikania aschersonii*. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado esferoidal, Amb circular, P/E=1.10, diámetro de 14.85($\pm 2.04\mu\text{m}$), pequeño, longitud de colpa 2.49($\pm 0.34\mu\text{m}$)
- *Monactis* sp.- Polen tricolporado, equinado, isopolar, oblado, Amb circular, P/E=0.74, diámetro de 15.92($\pm 0.59\mu\text{m}$), pequeño, exina 0.65($\pm 0.11\mu\text{m}$), longitud de colpa 3.1($\pm 0.17\mu\text{m}$)
- *Munnozia senecionidis*- Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado, Amb circular, P/E=1.4, diámetro de 21.36 μm , pequeño, exina 0.85 μm .
- *Schistocarpha Sinforosi*. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, prolado esferoidal, Amb circular, P/E=1.05, diámetro de 13.86 ($\pm 0.1\mu\text{m}$), pequeño, exina 1.08 ($\pm 0.7\mu\text{m}$).

- *Stevia* sp. - Polen tricolporado, equinado, isopolar, subprolado, Amb circular, P/E=1.32, diámetro de 10.23 ($\pm 1.41\mu\text{m}$), pequeño, exina 0.59 ($\pm 0.12\mu\text{m}$), longitud de colpa 2.23.

b) Familia Campanulaceae

- *Centropogon* sp.- Polen Tricolporado, granuloso, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.13, Prolado esferoidal, Circular, Pequeño. Grosor de exina= 0.98 (± 0.16).
- *Siphocampylus angustiflorus*.- Polen tricolporado, ornamentación granulosa, Isopolar, Radiosimétrico, 1.16, Sub-prolado, Circular, Pequeño.
- *Siphocampylus cutervensis*.- Polen tricolporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.12, Prolado esferoidal, Circular, Pequeño.

Cuadro 7. Características palinológicas de las especies pertenecientes al orden ASTERALES

ORDEN : ASTERALES Link (1829)																					
Familia		Asteraceae														Campanulaceae					
Especie		<i>Ageratina azangaroensis</i>	<i>Bidens Andicola</i>	<i>Bidens Pilosa</i>	<i>Cacosmia rugosa</i>	<i>Chromolaena laevigata</i>	<i>Paracalia sp.</i>	<i>Mikania aschersonii</i>	<i>Monactis sp.</i>	<i>Munnozia senecionidis</i>	<i>Schistocarpha Sinforosi</i>	<i>Critoniopsis sp.</i>	<i>Gnaphalium sp.</i>	<i>Baccharis genistelloides</i>	<i>Stevia sp.</i>	<i>Aristeguieta sp.</i>	<i>Centropogon sp1.</i>	<i>Siphocampylus angustiflorus</i>	<i>Siphocampylus cutervensis</i>		
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado		
	Ornamentación	espinoso	Equinado	espinoso	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	Equinado	granuloso	granuloso	reticulado		
	Polaridad	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Heteropolar	
	Simetría	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimension promedio (µm)	Vista polar	eje polar	10.07	12.33	19.46	—	14.89	16.14	15.32	22.74	19.13	13.82	18.04	14.28	12.67	8.98	13.32	21.12	20.32	19.04
			desv. Estándar	±0.45	±0.77	—	—	±1.38	±0.86	±1.02	±0.94	±0.30	±1.52	±0.76	±0.66	±0.81	±0.42	±0.87	±2.77	±0.96	±1.32
		Vista ecuatorial	Eje Polar	10.04	11.66	19.93	18.14	13.18	14.55	14.85	15.92	21.36	13.86	17.91	13.91	12.62	10.23	12.65	23.31	17.78	19.27
			desv. Estándar	±2.05	±0.46	—	—	±0.81	±1.38	±2.04	±0.59	—	±0.10	±0.75	±1.10	±0.74	±1.41	±1.15	±2.44	±2.39	±1.34
			Eje Ecuatorial	11.17	11.37	22.47	19.24	13.55	15.24	13.47	21.57	15.23	13.24	17.05	13.06	11.56	7.73	12.04	20.64	15.29	17.25
		desv. Estándar	±0.56	±0.63	—	—	±0.88	±0.82	±2.42	±1.37	±2.92	±0.67	±0.94	±0.54	±0.70	±1.26	±0.90	±2.45	±1.81	±1.93	
		Relación P/E	0.90	1.03	0.89	0.94	0.97	0.95	1.10	0.74	1.40	1.05	1.05	1.07	1.09	1.32	1.05	1.13	1.16	1.12	
		Grosor de exina (µm)	2.12 (±0.21)	0.90(0.30)	0.66	1.51	0.59 (0.09)	0.74(0.18)	—	0.65(0.11)	0.85	1.08(0.70)	1.07(0.10)	1.09(0.12)	1.30(0.30)	0.59(0.12)	1.29(0.25)	0.98(0.16)	1.06(0.17)	0.99(0.28)	
		Longitud de Colpe (µm)	—	2.78(1.40)	—	—	—	2.61(0.36)	2.49(0.34)	3.095(0.17)	—	—	3.38(0.48)	3.77(0.54)	3.26(0.68)	2.33	2.11(0.43)	—	—	—	
		Apertura de poro (µm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.95(1.16)	—	—	
Forma	P/E	Oblado esferoidal	Prolado esferoidal	Oblado esferoidal	Oblado esferoidal	Oblado esferoidal	Oblado esferoidal	Prolado esferoidal	Oblado	Prolado	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Sub-prolado	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Sub-prolado	Prolado esferoidal		
	Amb.	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	
	Tamaño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Muy pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño		

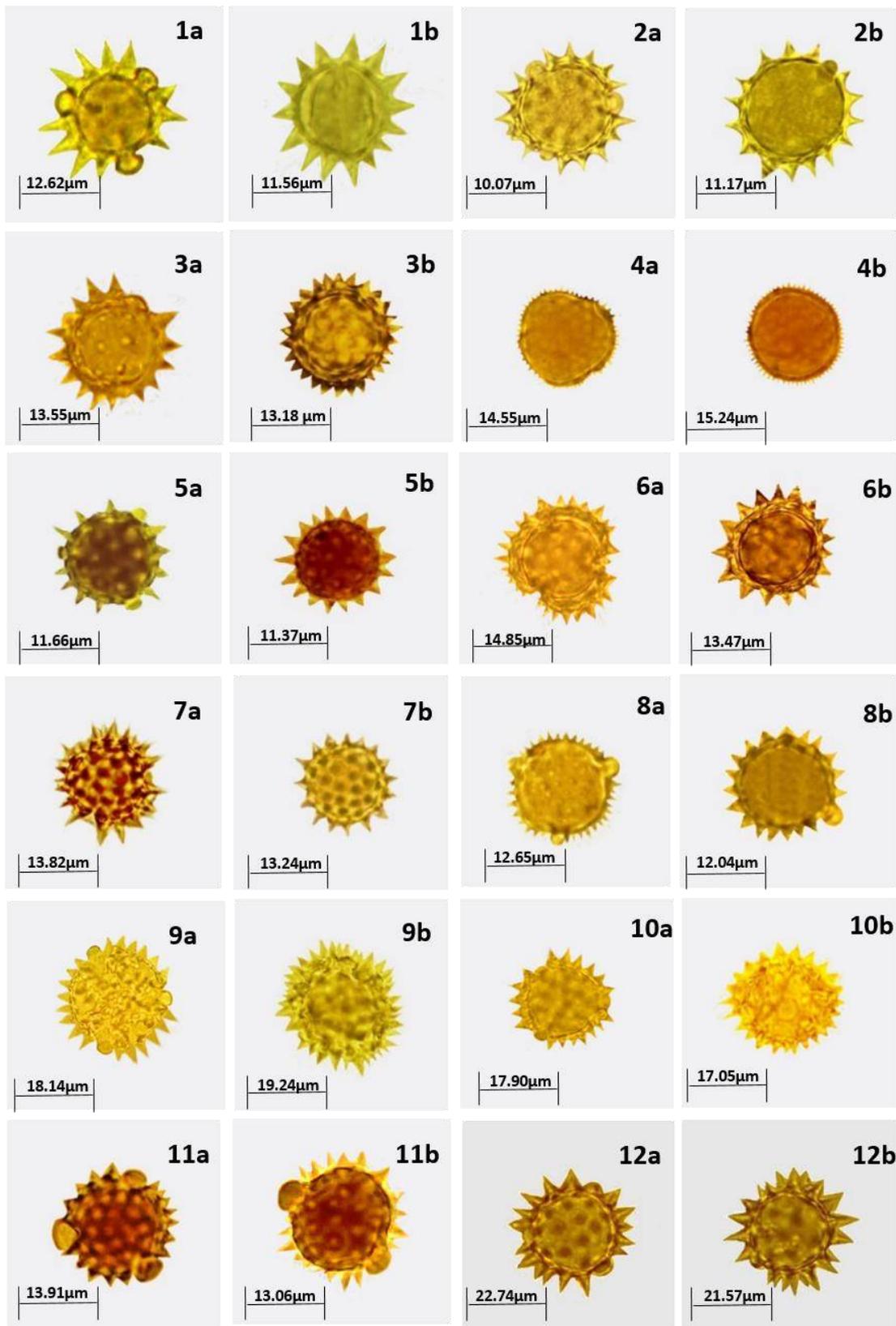


Figura 14: Vista polar y ecuatorial de *Baccharis genistelloides* (1a, 1b). Vista polar y ecuatorial de *Ageratina azangaroensis* (2a, 2b). Vista polar y ecuatorial de *Chromolaena laevigata* (3a, 3b). Vista polar y ecuatorial de *Paracalia sp.* (4a, 4b). Vista polar y ecuatorial de *Bidens andicola* (5a, 5b). Vista polar y ecuatorial de *Mikania aschersonii* (6a, 6b). Vista polar y ecuatorial de *Schistocarpha sinforosi* (7a, 7b). Vista polar y ecuatorial de *Aristeguetia sp.* (8a, 8b). Vista polar y ecuatorial de *Cacosmia rugosa*. (9a, 9b). Vista polar y ecuatorial de *Critoniopsis sp.* (10a, 10b). Vista polar y ecuatorial de *Gnaphalium sp.* (11a, 11b). Vista polar y ecuatorial de *Monactis sp.* (12a, 12b). (1000x)

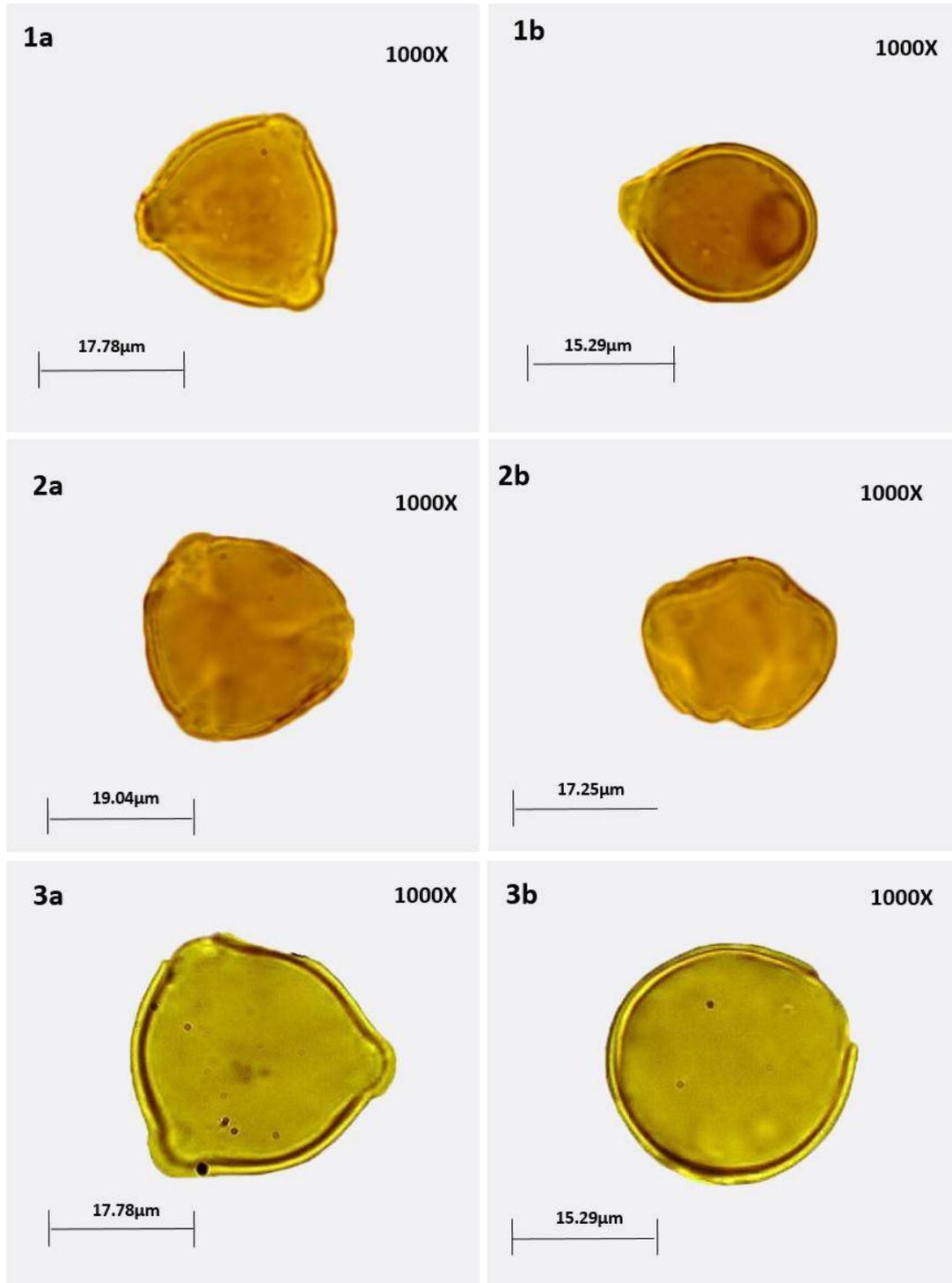


Figura 15: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de *Siphocampylus angustifolius*., **2a-2b** Vista polar y ecuatorial de *Siphocampylus cutervensis*., **3a- 3b** Vista polar y ecuatorial de *Centropogon* sp.

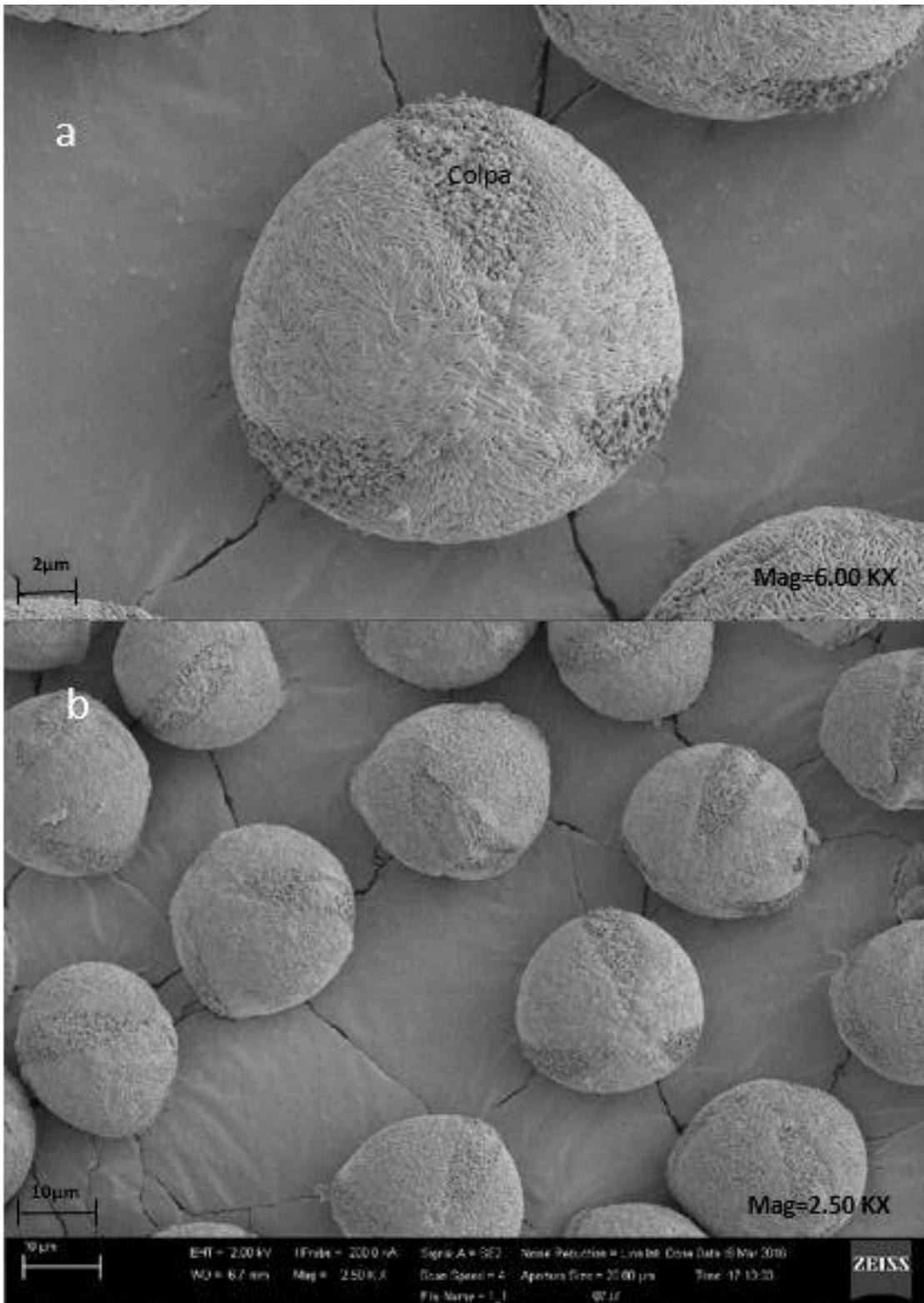


Figura 16: a. Vista polar de grano de polen de *Siphocampylus cutervensis*; b. Vista panorámica de grano de polen de *Siphocampylus cutervensis*.

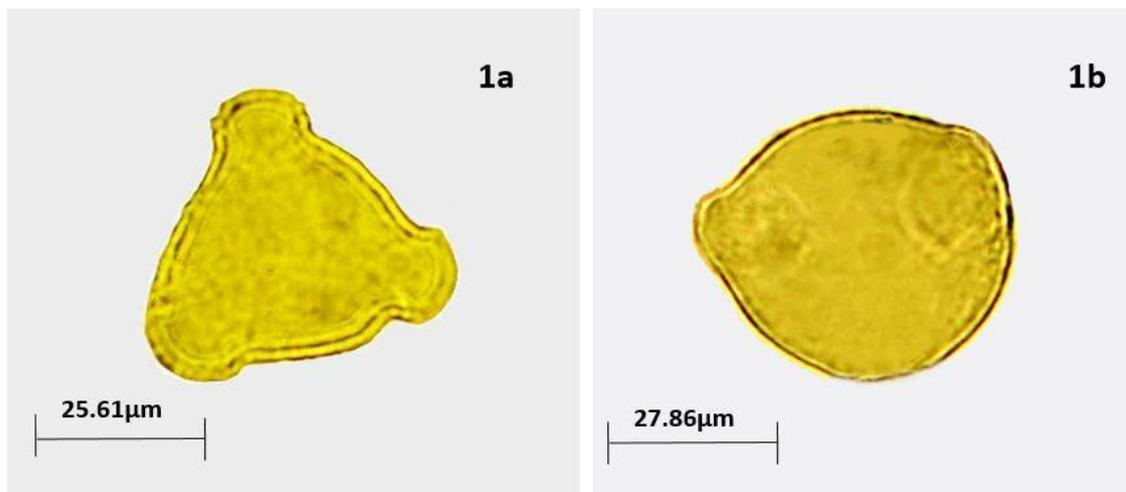
5.4.4. ORDEN BRUNALES Dumort. (1829)

a) Familia Columelliaceae

- *Desfontainia spinosa*.- polen tricolporado, reticulado, mediano, Isopolar, Radiosimétrico, P/E=0.92, Oblado esferoidal, Amb. Angular.

Cuadro 8. Características palinológicas de las especies pertenecientes al Orden BRUNALES

ORDEN:BRUNALES Dumort. (1829)				
Familia			Columelliaceae	
Especie			<i>Desfontainia spinosa</i>	
C A R A C T E R Í S T	Tipo		Tricolporado	
	Ornamentación		reticulado	
	Polaridad		Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	Eje polar	25.61
			Desv. Estándar	25.60
		Vista ecuatorial	Eje Polar	27.86
			Desv. Estándar	±0.96
	P/E		0.92	
	Forma	P/E		Oblado esferoidal
Amb		Angular		
Tamaño		Mediano		

Figura 17: **1a-1b**Vista polar y Vista ecuatorial de *Desfontainia spinosa*(1000x)

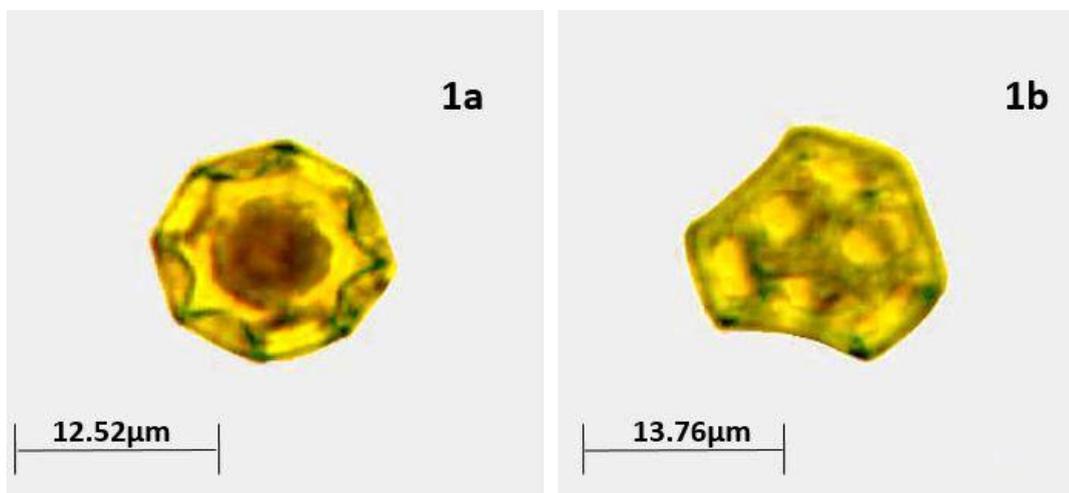
5.4.5. ORDEN CARYOPHYLLALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Amaranthaceae

- *Alternanthera porrigens* .- Polen pantoporado y/o fenestrado, Isopolar, pequeño, radiosimétrico de ornamentación reticulada/perforada, Ámb. Circular, P/E=0.91, Oblado esferoidal.

Cuadro 9. Características palinológicas pertenecientes a especies del Orden CARYOPHYLLALES

ORDEN: CARYOPHYLLALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)				
Familia			Amaranthaceae	
Especie			<i>Alternanthera porrigens</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Fenestrado / Pantoporado	
	Ornamentación		reticulado-perforado	
	Polaridad		Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	Eje polar	12.52
			Desv. Estándar	±0.67
		Vista ecuatorial	Eje Polar	12.52
			Desv. Estándar	±0.74
			Eje Ecuatorial	13.76
			Desv. Estándar	±0.69
	Relación P/E			0.91
	Grosor de exina (µm)			0.66(±0.06)
	Longitud de Colpa (µm)			—
	Apertura de poro (µm)			0.70(±0.03)
Forma	P/E		Oblado esferoidal	
	Ámb.		Circular	
Tamaño			Pequeño	

Figura 18: **1a-1b** Vista polar y Vista ecuatorial de *Alternanthera porrigens*.(1000x)

5.4.6. ORDEN CHLORANTHALES R.Br.

a) Familia Chloranthaceae

- *Hedyosmum scabrum*.- Polen Policolpado con tendencia a Sincolpado, ornamentación pilado, P/E=0.91, Heteropolar, Radiosimétrico, oblado esferoidal, Amb. elíptico, pequeño, con exina de $1.30\mu\text{m}$ (± 0.12).

Cuadro 10. Características palinológicas de las especies del Orden CHLORANTHALES

ORDEN:CHLORANTHALES R.Br. (1835)				
Familia			Chloranthaceae	
Especie			<i>Hedyosmum scabrum</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Forma		Policolpado /Sincolpado	
	Ornamentación		clavado/Pilado	
	Polaridad		Heteropolar	
	Simetría		Radiosimétrico	
	Dimension promedio (μm)	Vista polar	eje polar	15.28
			desv. Estándar	± 1.00
		Vista ecuatorial	Eje Polar	15.28
			desv. Estándar	± 1.00
			Eje ecuatorial	16.73
			desv. Estándar	± 0.77
	Relación P/E		0.91	
	Forma	P/E		Oblado esferoidal
Amb		Elíptico		
Tamaño		Pequeño		

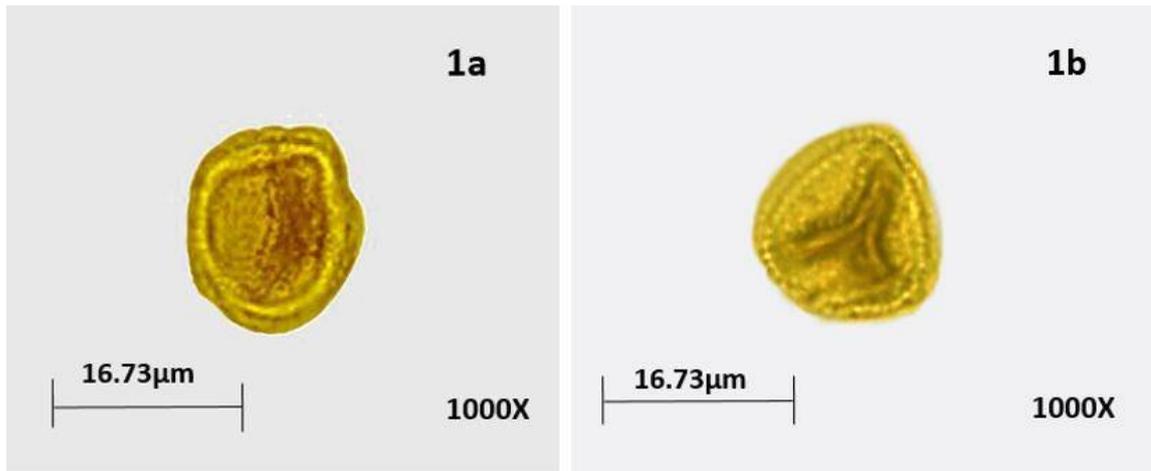


Figura 19: **1a-1b** distintas posiciones de vista polar de *Hedyosmum scabrum*

5.4.7. ORDEN COMMELINALES Mirb. ex Bercht. & J.Presl (1820)

Del Orden Commelinales, solo se tiene especies de familia Commelinaceae, las cuales presentan características de polen monosulcado, baculado, Heteropolar, Bilateral, Oblado y de tamaño mediano.

a) Familia Commelinaceae

- *Commelina* sp1.- polen de forma monosulcado, con ornamentación baculada, oblado, de 28.66 de diámetro, P/E=0.63, en vista polar de forma circular.
- *Commelina* sp2.- Polen monosulcado, ornamentación baculado, P/E=0.63, oblado, de 28.80 μm de diámetro, mediano, con exina de 0.75 μm (± 0.16), Longitud de colpa 9.27 (± 1.07), Apertura de poro de 1.43 (± 0.19)

Cuadro 11. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden
COMMELINALES

ORDEN:COMMELINALES Mirb. ex Bercht. & J.Presl (1820)					
Familia			Commelinaceae		
Especie			<i>Commelina</i> sp1	<i>Commelina</i> sp2	
C A R A C T E R Í S T I C	Tipo			Monosulcado	Monosulcado
	Ornamentación			Baculado	baculado
	Polaridad			heteropolar	heteropolar
	Simetría			Bilateral	Bilateral
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	eje polar	35.78	17.90
			desv. Estándar	±2.61	±0.19
		Vista ecuatorial	Eje Polar	17.99	18.08
			desv. Estándar	±2.39	±1.01
			Eje Ecuatorial	28.66	28.80
			desv. Estándar	±2.26	±1.99
	Relación P/E			0.63	0.63
	Forma	P/E		Oblado	Oblado
		Amb		Circular	Elíptico
Tamaño			Mediano	Pequeño	

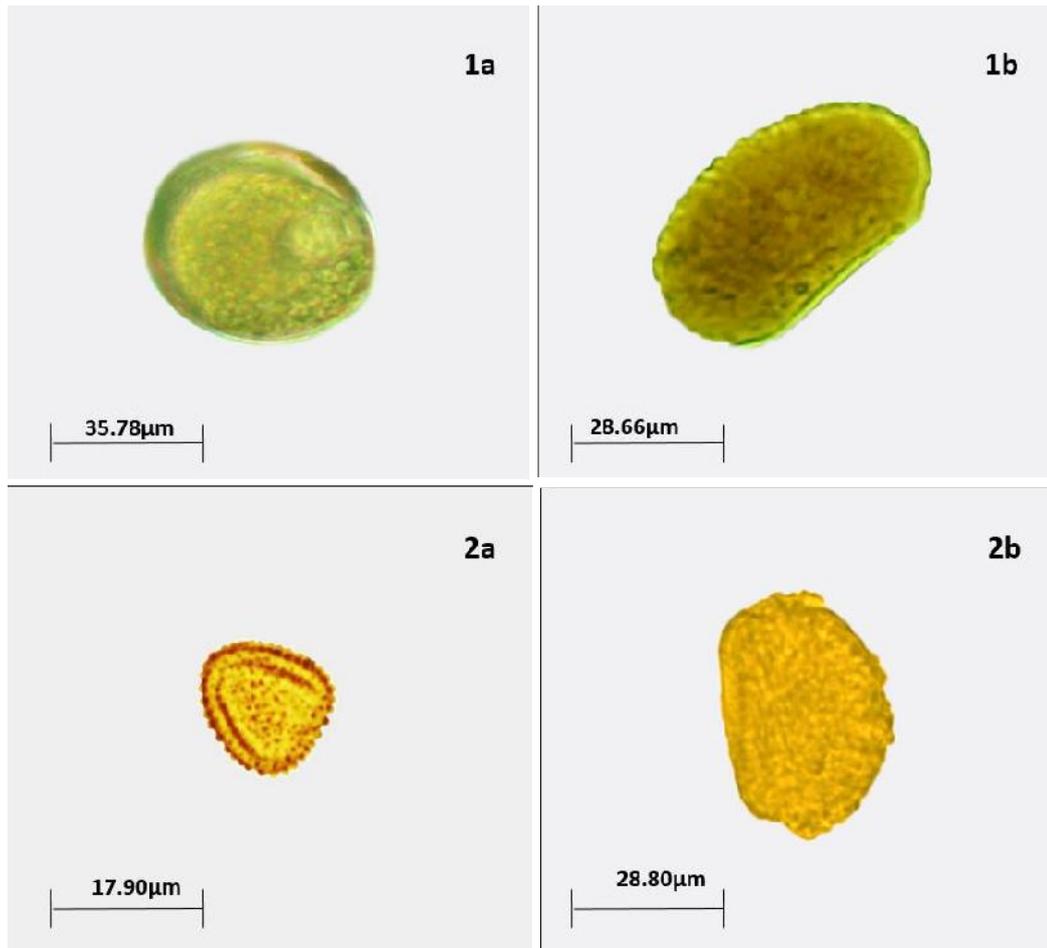


Figura 20: **1a-1b** Vista polar y vista ecuatorial de *Commelina* sp1.; **2a-2b** Vista polar y ecuatorial *Commelina* sp2

5.4.8. ORDEN CUCURBITALES Dumort (1829)

a) Familia Begoniaceae

- *Begonia* sp1.- Monada, Polen tricolporado, estriado, P/E= 1.15, Subprolado, 8.11 μm de diámetro, muy pequeño y exina de 1.12 μm (±0.15).
- *Begonia* sp2.- Monada, tricolporado, estriado, P/E= 1.41, prolado, 6.50 μm de diámetro, muy pequeño y exina de 0.83 (±0.3).

Cuadro 12. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden CUCURBITALES

ORDEN: CUCURBITALES Dumort (1829)						
Familia			Begoniaceae			
Especie			<i>Begonia acerifolia</i>	Begonia sp2		
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Tricolporado	Tricolporado		
	Ornamentación		estriado	estriado		
	Polaridad		Isopolar	Isopolar		
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico		
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	eje polar	8.58	8.63	
			desv. Estándar	—	±0.34	
		Vista ecuatorial	Eje Polar	12.32	11.16	
			desv. Estándar	±0.76	±0.72	
			Eje Ecuatorial	8.11	6.50	
			desv. Estándar	±0.57	±2.35	
	Relación P/E			1.52	1.72	
Forma	P/E		Prolado	Prolado		
	Amb		Circular	Circular		
Tamaño			Muy pequeño	Muy pequeño		

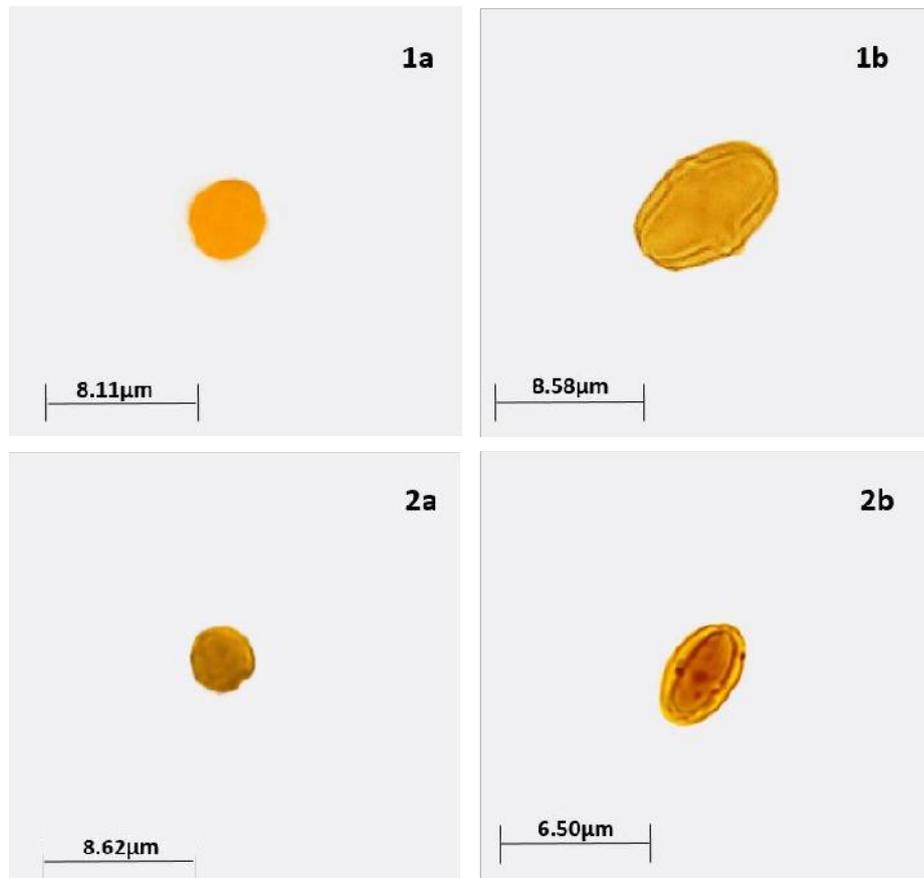


Figura 21: **1a.-1b** Vista ecuatorial y polar de *Begonia sp1*.; **2a -2b** Vista polar y ecuatorial de *Begonia sp2* (1000x).

5.4.9. ORDEN DIPSACALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Adoxaceae

- *Viburnum* sp.- Monada de forma trizonocolporado, foveolado, P/E= 1.06, prolado esferoidal, Amb elíptico, con exina de 1.19 (± 0.1).

Cuadro 13. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden DIPSACALES

ORDEN:DIPSACALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)				
Familia			Adoxaceae	
Especie			<i>Viburnum</i> sp.	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Trizonocolpado	
	Ornamentación		foveolado	
	Polaridad		Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	eje polar	15.54
			desv. Estándar	± 0.21
		Vista ecuatorial	Eje Polar	15.99
			desv. Estándar	± 0.40
			Eje Ecuatorial	15.04
			desv. Estándar	± 0.85
	Relación P/E		1.06	
Forma	P/E	Prolado esferoidal		
	Amb	Elíptico		
Tamaño		Pequeño		

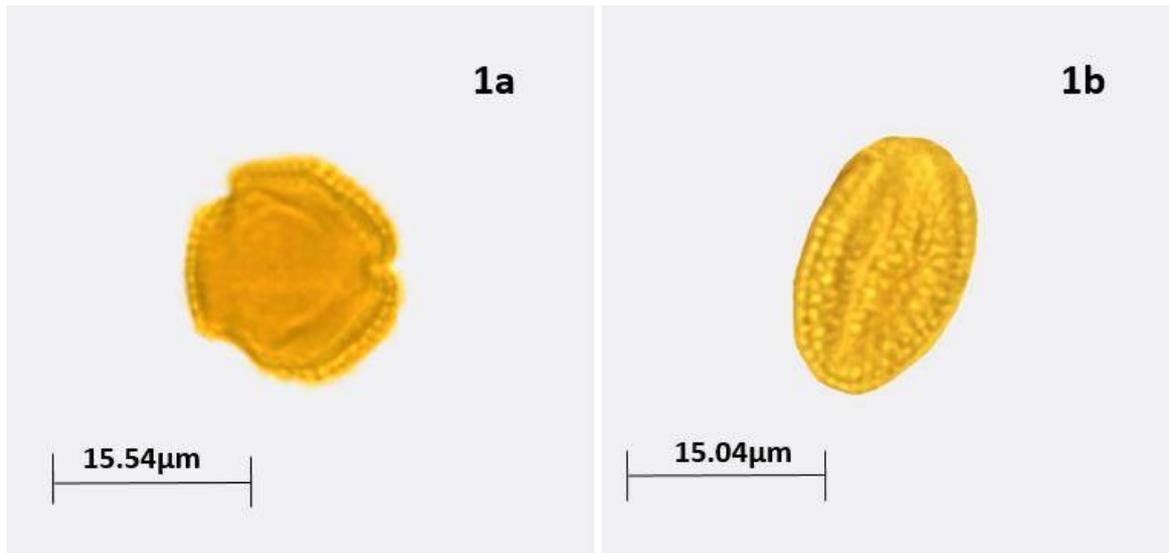


Figura 22: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de *Viburnum* sp.

5.4.10. ORDEN ERICALES Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Ericaceae

- *Bejaria* sp.- forma tetrada, ornamentación psilado, $P/E=0.85$, Sub-oblado, de $28.80 \mu\text{m}$ de diámetro, mediano, con un grosor de exina de $1.38 \mu\text{m} (\pm 0.21)$.
- *Gaultheria tomentosa*.- Polen tétrada trizonocolporado. psilado, $P/E=0.93 \mu\text{m}$, oblado esferoidal, radiosimétrico, con un grosor de exina de $1.10 \mu\text{m} (\pm 0.14)$ y pequeño.

b) Familia Pentaphragaceae

- *Ternstroemia jelskii*.- polen de forma tetracolporado, Pequeño, psilado, Isopolar, Radiosimétrico, oblado esferoidal, $P/E=0.97$ Amb. circular.

Cuadro 14. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden ERICALES

ORDEN: ERICALES Bercht. & J.Presl (1820)						
Familia			Ericaceae		Pentaphylacaceae	
Especie			<i>Bejaria</i> sp.	<i>Gaultheria tomentosa</i>	<i>Ternstroemia jelskii</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Tetrada trizonal	Tetrada trizonal	Tetracolporado	
	Ornamentación		psilado	psilado	Psilado	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	eje polar	36.85	22.83	8.45
			desv. Estándar	±1.32	±1.22	±0.32
		Vista ecuatorial	Eje Polar	31.78	22.59	8.55
			desv. Estándar	±3.75	±1.54	±0.34
			Eje Ecuatorial	37.29	24.41	8.79
			desv. Estándar	±3.76	±1.35	±0.45
	Relación P/E		0.85	0.93	0.97	
	Forma	P/E		Sub-oblado	Oblado esférico	Oblado esferoidal
Amb		Tétrada	Tétrada	Circular		
Tamaño		Mediano	Pequeño	Muy pequeño		

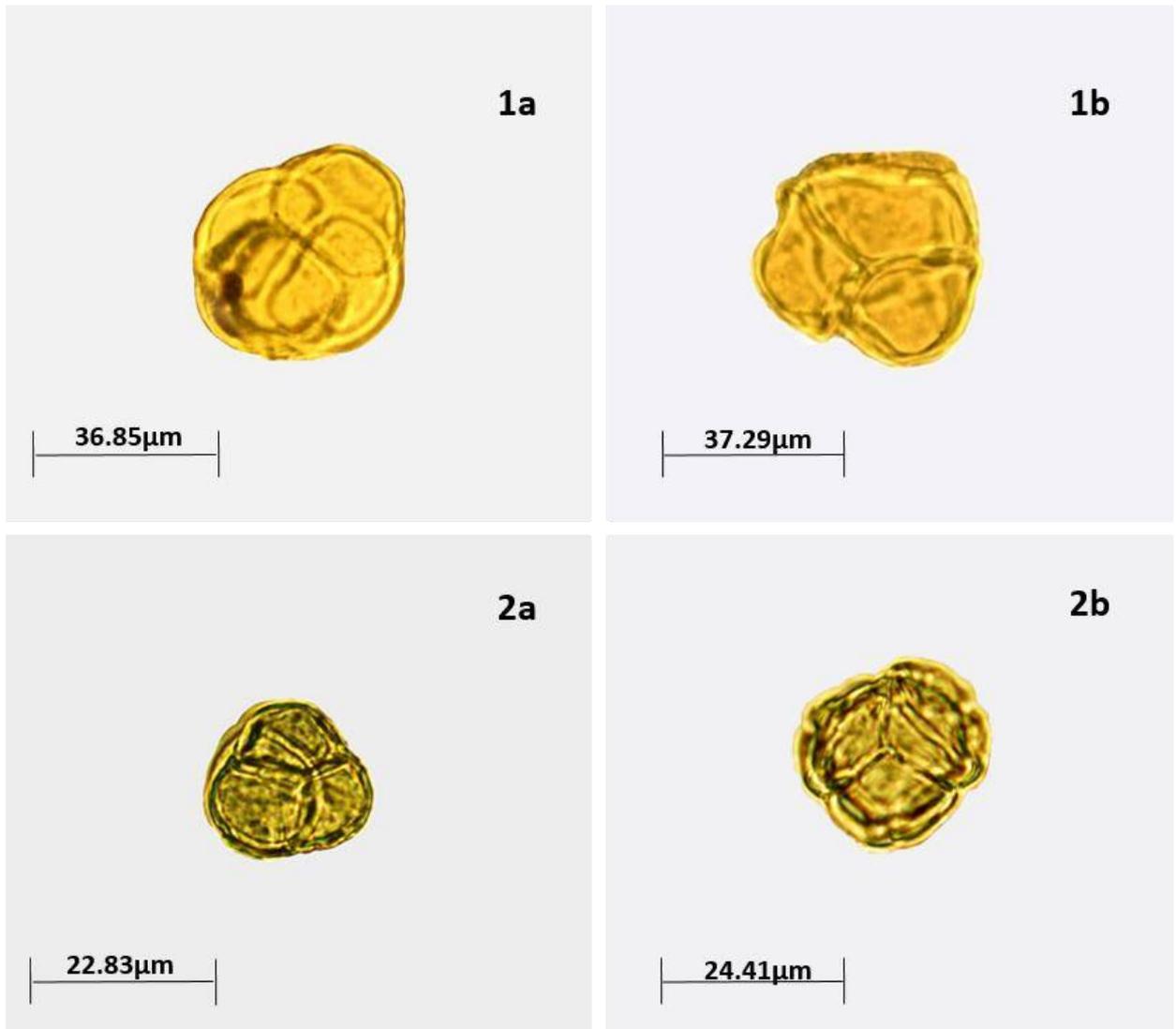


Figura 23: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de *Bejaria* sp.; **2a-2b** Vista polar y ecuatorial de polen de *Gaultheria tomentosa*.

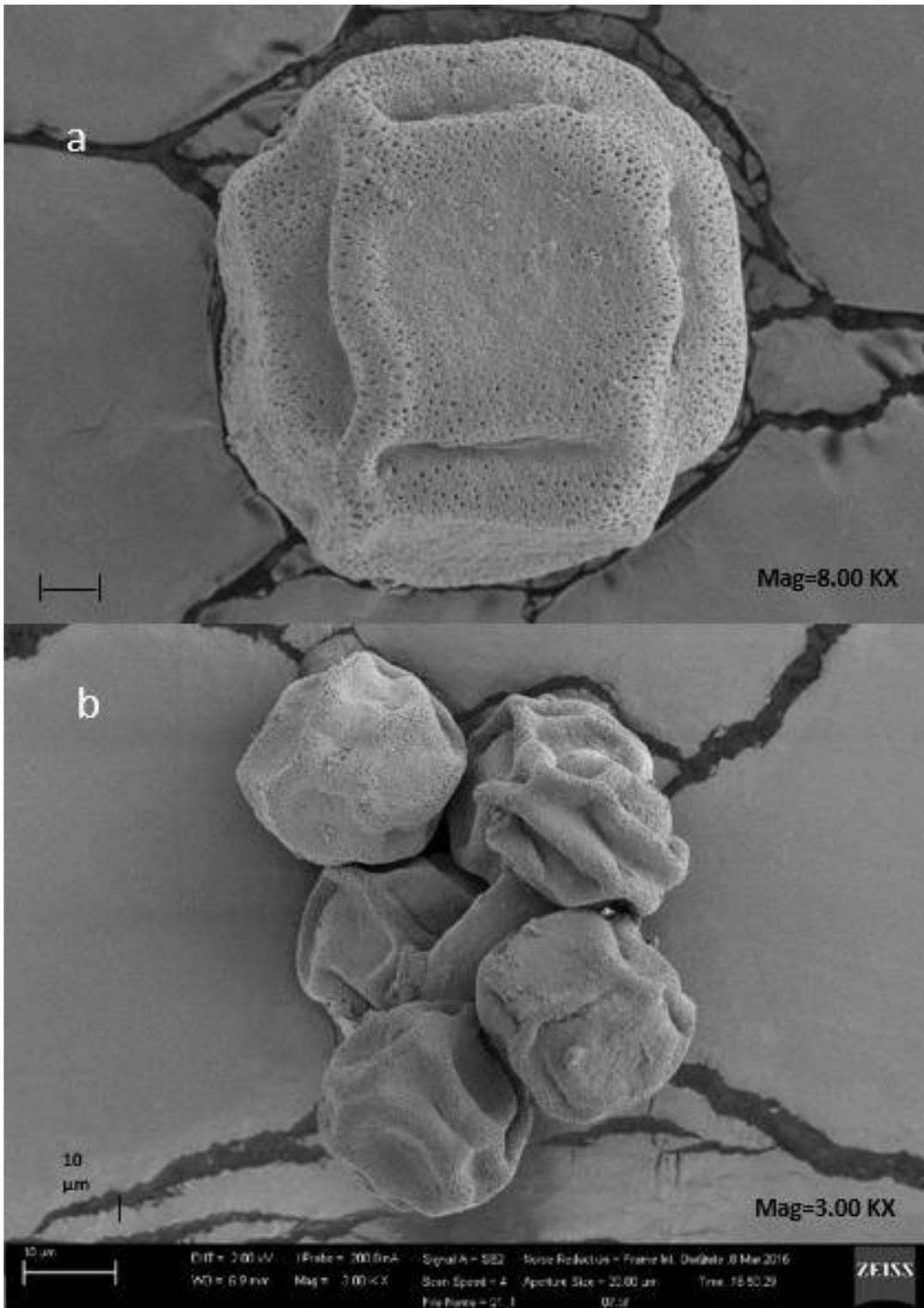


Figura 24: **a.** Vista polar de grano de polen de *Ternstroemia jelskii*; **b.** Vista panorámica de polen de *Ternstroemia jelskii*.

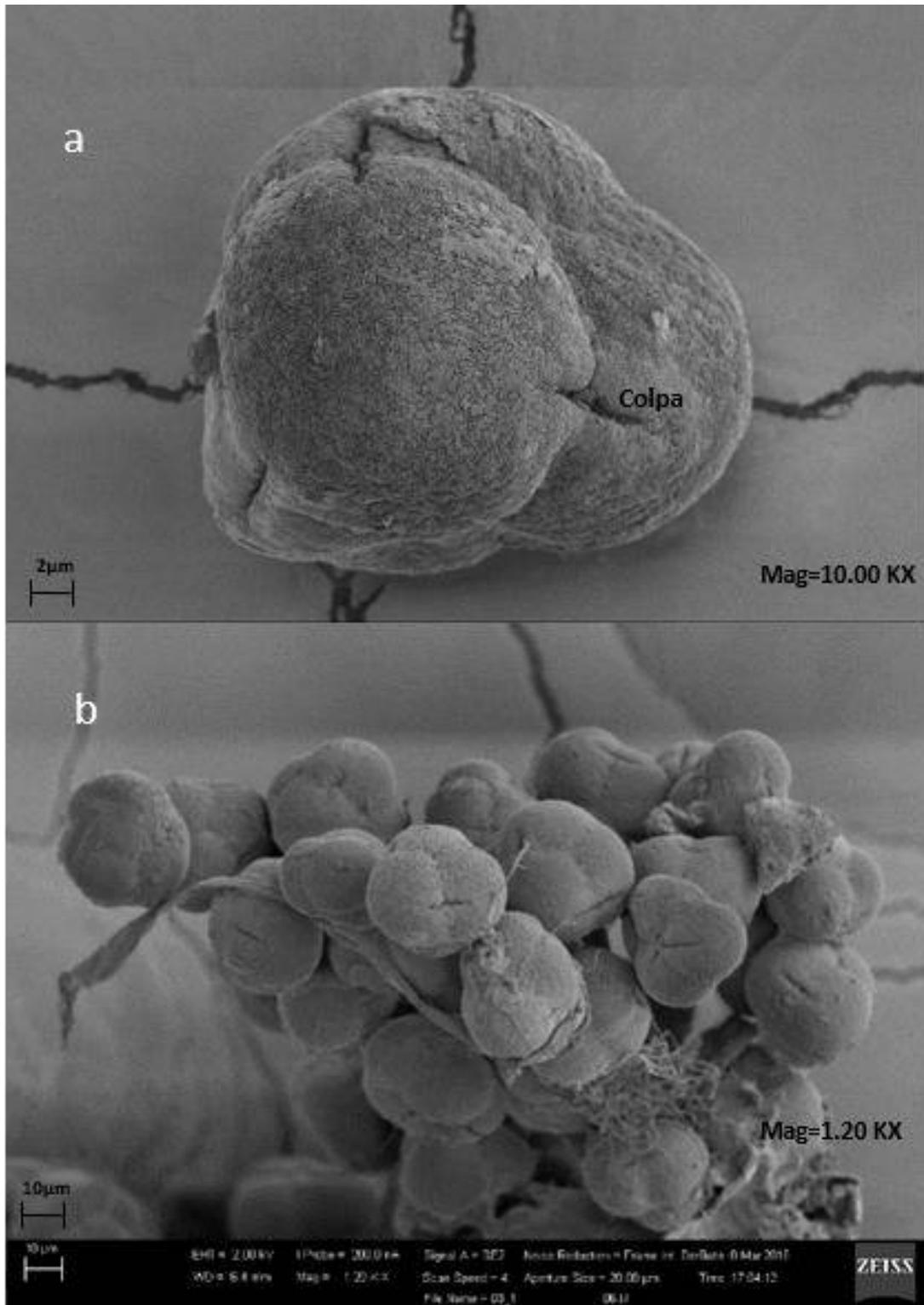


Figura 25: **a.** Vista polar de polen de *Bejaria* sp.; **b.** Vista panorámica de polen de *Bejaria* sp.

5.4.11. ORDEN FABALES Bromhead (1820)

a) Familia Fabaceae

- *Dalbergia sp.*- Polen Zonocolporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E=1.04, Prolado esferoidal, Circular, Pequeño.
- *Lupinus sp.*- Polen Tricolporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.05, Prolado esferoidal, Circular, Pequeño
- *Otholobium mexicanum.*- Polen Tricolporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.11, Prolado esferoidal, circular, pequeño. Grosor de exina 1.25 (± 0.28), Apert. de Poro= 3.54 (± 0.38).

b) Familia Polygalaceae

- *Polygala nemoralis.*- Polen 11-13 colporado, Escabrado, Isopolar, Radiosimétrico, Sub-prolado, Circular, Pequeño.

Cuadro 15. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden FABALES

ORDEN: FABALES Bromhead (1820)							
Familia		Fabaceae			Polygalaceae		
Especie		<i>Otholobium mexicanum</i>	<i>Lupinus sp.</i>	<i>Dalbergia sp.</i>	<i>Polygala nemoralis</i>		
CARACTERÍSTICAS	Tipo		Tricolporado	Tricolporado	Zonocolporado	11-13 colporado	
	Ornamentación		reticulado	reticulado	reticulado	Escabrado	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	eje polar	18.60	21.33	24.81	19.49
			desv. Estándar	± 1.69	± 1.04	± 1.68	± 1.48
		Vista ecuatorial	Eje Polar	18.98	21.17	24.41	20.86
			desv. Estándar	± 2.36	± 0.76	± 1.39	± 1.14
			Eje Ecuatorial	17.17	20.15	23.38	17.53
			desv. Estándar	± 2.18	± 0.70	± 2.51	± 0.57
	Relación P/E		1.11	1.05	1.04	1.19	
	Forma	P/E	Prolado esferoidal	Prolado esfe	Prolado esfe	Sub-prolado	
		Amb	Circular	Circular	Circular	Circular	
Tamaño		Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño		

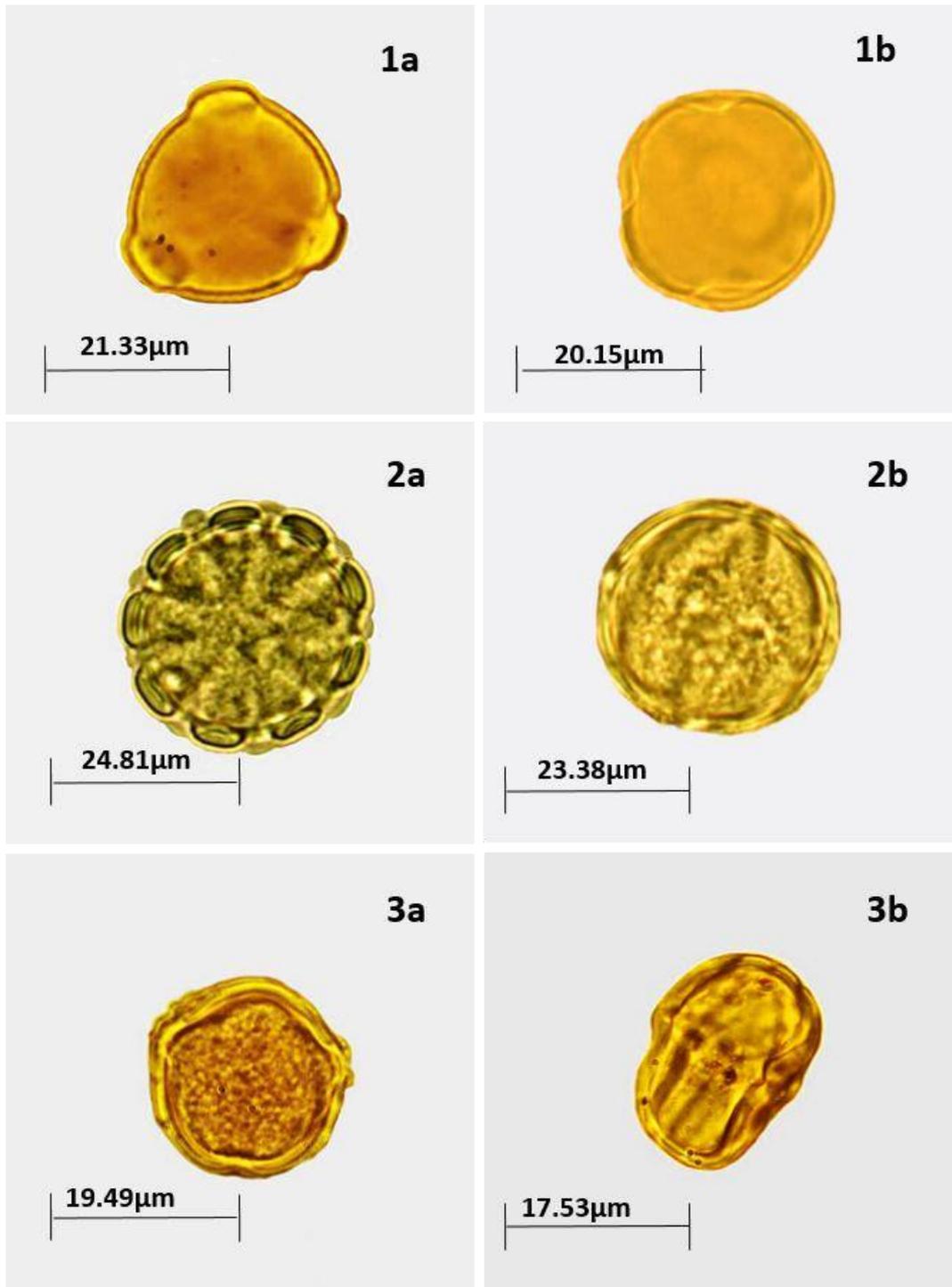


Figura 26: **1a-1b** Vista ecuatorial y vista polar de *Lupinus* sp.; **2a-2b** Vista polar y ecuatorial de polen de *Dalbergia* sp.; **3a-3b** Vista polar y ecuatorial de *Polygala nemoralis*.

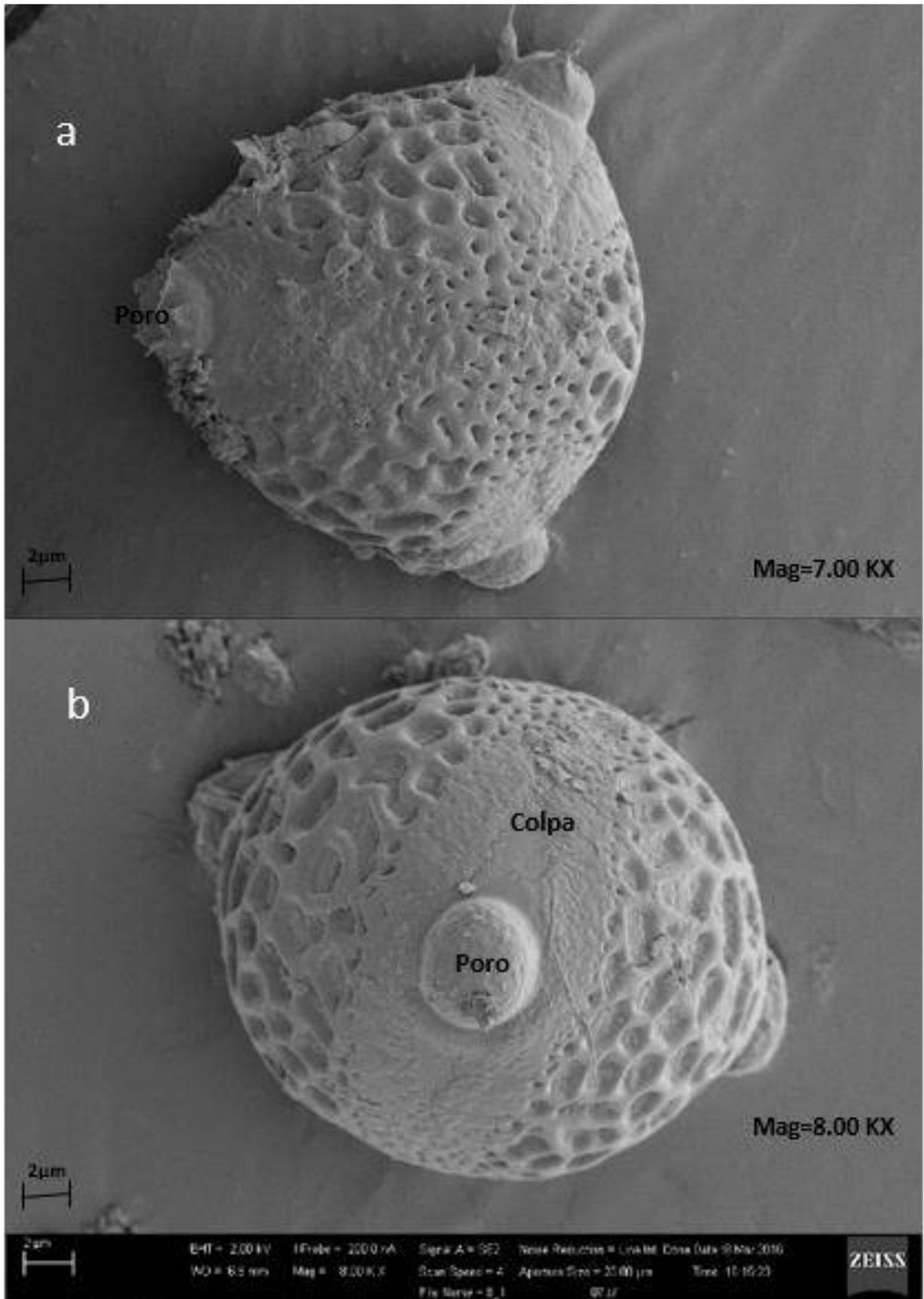


Figura 27: **a.** Vista polar de polen de *Otholobium mexicanum*; **b.** Vista ecuatorial de grano de polen de *Otholobium mexicanum*.

5.4.12. ORDEN GENTIANALES Juss. ex Bercht. & J.Presl

a) Familia Rubiaceae

- *Galium* sp. polen Zonocolpado, de tamaño pequeño, espinado, Isopolar, radiosimétrico, Prolado esferoidal, P/E=1. 05 μ m, radiosimétrico, Amb. Circular. Grosor de exina de 1.87 μ m (\pm 0.87).
- *Palicourea amethystina*.- polen Inaperturado, reticulado, apolar, radiosimétrico, prolado esferoidal. Grosor de exina de 1.58 μ m (\pm 0.34).
- *Palicourea tectoneura*.- polen Inaperturado, reticulado, apolar, radiosimétrico, esferoidal, P/E=1. 14 μ m, radiosimétrico, Amb. Circular. Grosor de exina de 1.58 μ m (\pm 0.55).

Cuadro 16. Características palinológicas de especies del Orden GENTIANALES

ORDEN: GENTIANALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)							
Familia		Rubiaceae			Rubiaceae	Rubiaceae	
Especie		<i>Galium</i> sp.			<i>Palicourea amethystina</i>	<i>Palicourea tectoneura</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Zonocolpado			Inaberturado	Inaperturado
	Ornamentación		espinado			Reticulado	Reticulado
	Polaridad		Isopolar			Apolar	Apolar
	Simetría		Radiosimétrico			Radiosimétrico	Radiosimétrico
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	Eje polar	15.64		—	—
			desv. Estándar	\pm 1.08		—	—
		Vista ecuatorial	Eje Polar	16.52	diámetro mayor	40.94	50.11
			desv. Estándar	\pm 0.88		\pm 5.89	\pm 4.16
			Eje Ecuatorial	15.76	diámetro menor	39.93	43.94
			desv. Estándar	\pm 0.09		\pm 6.13	\pm 4.03
	Relación P/E		1.05			1.03	1.14
	Grosor de exina (μm)		1.87(\pm 0.87)			1.58(\pm 0.34)	1.85(\pm 0.55)
	Longitud de Colpa (μm)		—			—	—
	Apertura de poro (μm)		—			—	—
Forma	P/E		Prolado esferoid			Prolado esferoidal	Prolado esferoidal
	Amb		Circular				
Tamaño		Pequeño			Mediano	Mediano	

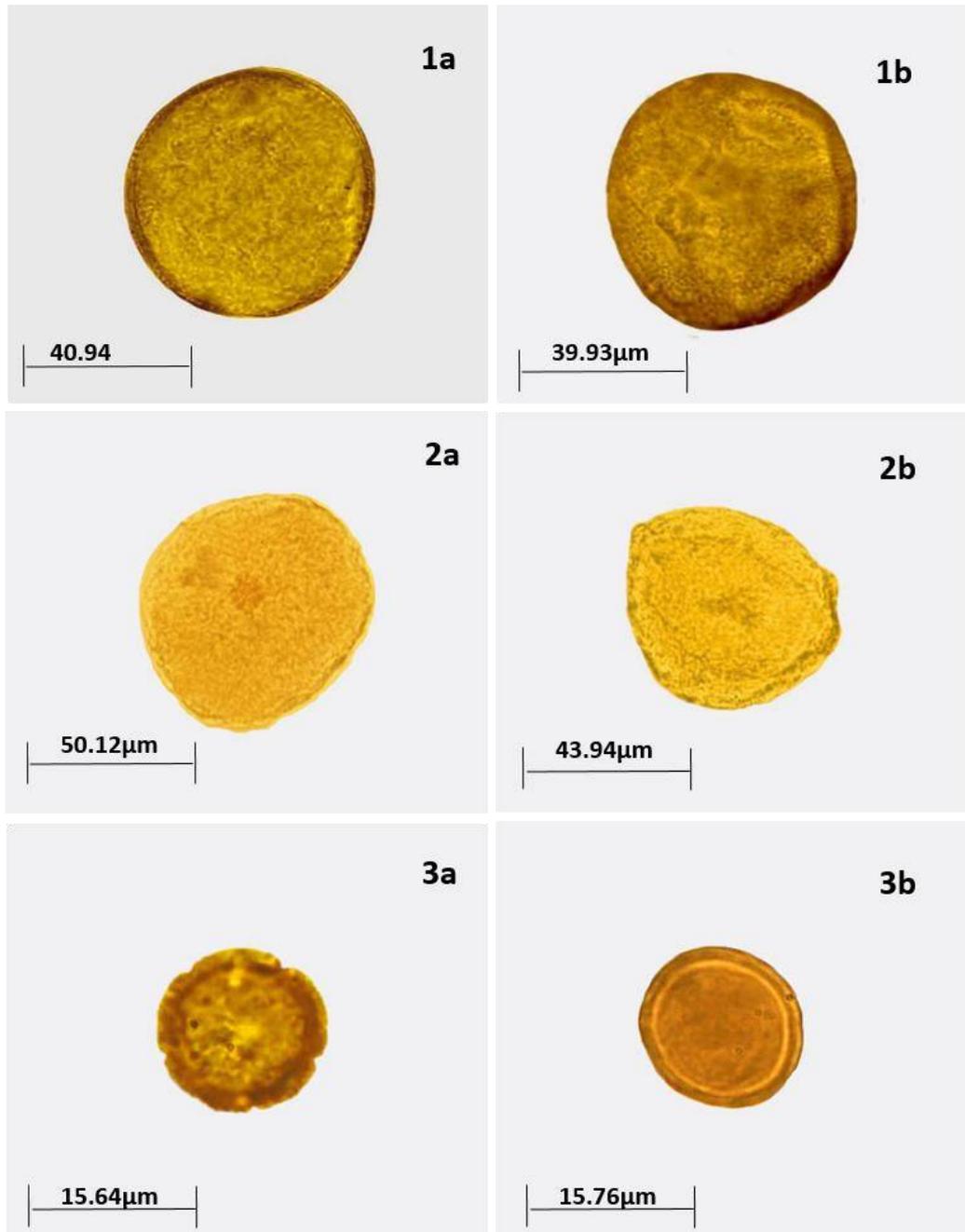


Figura 28: **1a-1b** Vista general de diámetro mayor y diámetro menor de *Palicourea amethystina*; **2a-2b** vista general de diámetro mayor y diámetro menor de *Palicourea tectoneura*; **3a-3b** Vista polar y ecuatorial de polen de *Galium* sp.

5.4.13. ORDEN LAMIALES Bromhead (1838) -

a) Familia Acanthaceae

- *Aphelandra acanthifolia*.- Polen monosulcado, reticulado, Bilateral, grande, P/E=2.55, Perolado.

b) Familia Calceolareaceae

- *Calceolaria* sp.- polen Tricolporado, pequeño, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=1.05µm, Suboblado, Amb. Circular.
- *Calceolaria pavonii*.- polen Tricolporado, muy pequeño, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=1.04µm, Prolado esferoidal, Amb. Circular.
- *Calceolaria nivalis*.- polen Tricolporado, muy pequeño, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=1.07µm, Prolado esferoidal, Amb. Circular.

c) Familia Gesneriaceae

- *Besleria* sp. polen Tricolporado, pequeño, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=0.92, Oblado esferoidal, Amb. Circular.
- *Alloplectus bolivianus*.- Polen Tricolporado, pequeño, psilado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=0.91, Oblado esferoidal, Amb. Circular.

d) Familia Lamiaceae

- *Hyptis eriocephala*.- Zonocolporado, Mediano, reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=0.79, Sub-oblado, Amb. Circular.
- *Minthostachys tomentosa* - polen Zonocolporado, Mediano, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=0.87, Sub-oblado, Amb. circular.

e) Familia Scrophulariaceae

- *Alonsoa* sp. polen Tricolporado, pequeño, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=1.193, Sub-prolado, Amb. Circular.

f) Familia Verbenaceae

- *Duranta sprucei* Briq. polen tricolporado, reticulado, Isopolar, pequeño, radiosimétrico, P/E=0.89, oblado esferoidal, Amb. Angular.
- *Verbena* sp. polen Zonocolporado, Mediano, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=0.75, Sub-oblado, Amb. Eliptico.

Cuadro 17. Características palinológicas de especies del Orden LAMIALES

ORDEN: LAMIALES Bromhead (1838)														
Familia		Acanthaceae	Calciolariaceae			Gesneriaceae		Lamiaceae	Scrophularia	Verbenaceae				
Especie		<i>Aphelandra acanthifolia</i>	<i>Calceolaria sp.</i>	<i>Calceolaria pavonii</i>	<i>Calceolaria nivalis</i>	<i>Besleria sp.</i>	<i>Alloplectus bolivianus</i>	<i>Hyptis eriocephala</i>	<i>Alonsoa sp</i>	<i>Minthostachys tomentosa</i>	<i>Verbena sp.</i>	<i>Duranta sprucei</i>		
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Monosulcado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Zonocolpado	Tricolporado	Zonocolporado	Zonocolporado	Tricolporado	
	Ornamentación		reticulado	reticulado	reticulado	reticulado	reticulado	psilado	reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Bilateral	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	Eje polar	—	10.84	9.66	7.76	16.99	19.95	30.22	13.46	15.97	29.66	21.10
			Desv. Estándar	—	±0.55	±0.44	±1.18	±1.31	±0.83	±1.49	±1.01	±0.86	±1.93	±0.56
		Vista ecuatorial	Eje Polar	54.45	10.55	9.50	8.43	16.48	19.29	26.05	13.75	13.16	23.46	20.92
			Desv. Estándar	±1.81	±1.17	±0.25	±0.27	±0.73	±0.66	±2.35	±1.49	±1.46	±2.12	±0.14
			Eje Ecuatorial	21.39	12.42	9.14	7.88	17.92	21.21	32.95	11.52	15.20	31.08	23.47
			Desv. Estándar	±2.29	±0.83	±0.29	±0.50	±1.27	±0.65	±2.30	±0.96	±1.87	±2.73	±0.08
	Relación P/E		2.55	0.85	1.04	1.07	0.92	0.91	0.79	1.193	0.87	0.75	0.89	
	Grosor de exina (µm)		1.32(±0.30)	0.72(0.06)	0.74(0.11)	0.9(0.3)	1.01(±0.10)	0.99(±0.13)	0.91(±0.18)	0.71(±0.12)	0.88(±0.15)	0.81(±0.09)	0.81(±0.10)	
	Longitud de Colpa (µm)		5.39(±1.09)	5.06(0.54)	—	2.47(±0.34)	—	—	9.38(±1.28)	—	2.66(0.27)	14.65(±0.24)	—	
	Apertura de poro (µm)		1.10(±0.26)	2.43(0.28)	1.24(0.25)	—	2.04(±0.19)	1.70(±0.16)	1.73(±0.13)	1.16(±0.15)	0.73(±0.04)	1.22(±0.18)	3.97(±0.29)	
Forma	P/E	Perprolado	Sub-oblado	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Oblado esferoidal	Oblado esferoidal	Sub-oblado	Sub-prolado	Sub-oblado	Sub-oblado	Oblado esferoidal		
	Amb.	—	Circular	Circular	Circular	Circular	circular	Circular	Circular	Elíptico	Elíptico	Angular		
Tamaño		Grande	Pequeño	Muy pequeño	Muy pequeño	Pequeño	Pequeño	Mediano	Pequeño	Pequeño	Mediano	Pequeño		

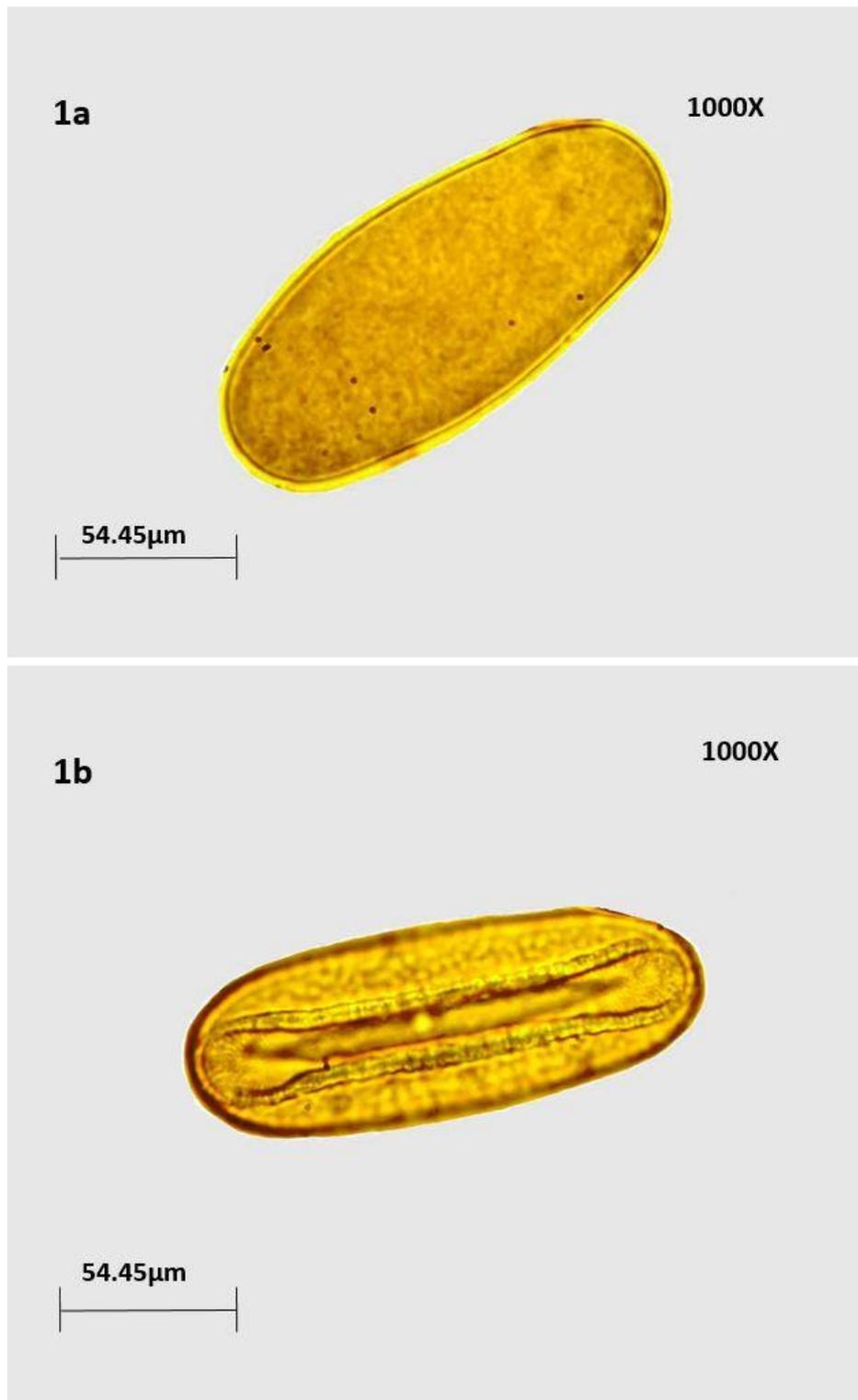


Figura 29: **1a-1b** Distintos ángulos de Vista ecuatorial de grano de polen de *Aphelandra acanthifolia*

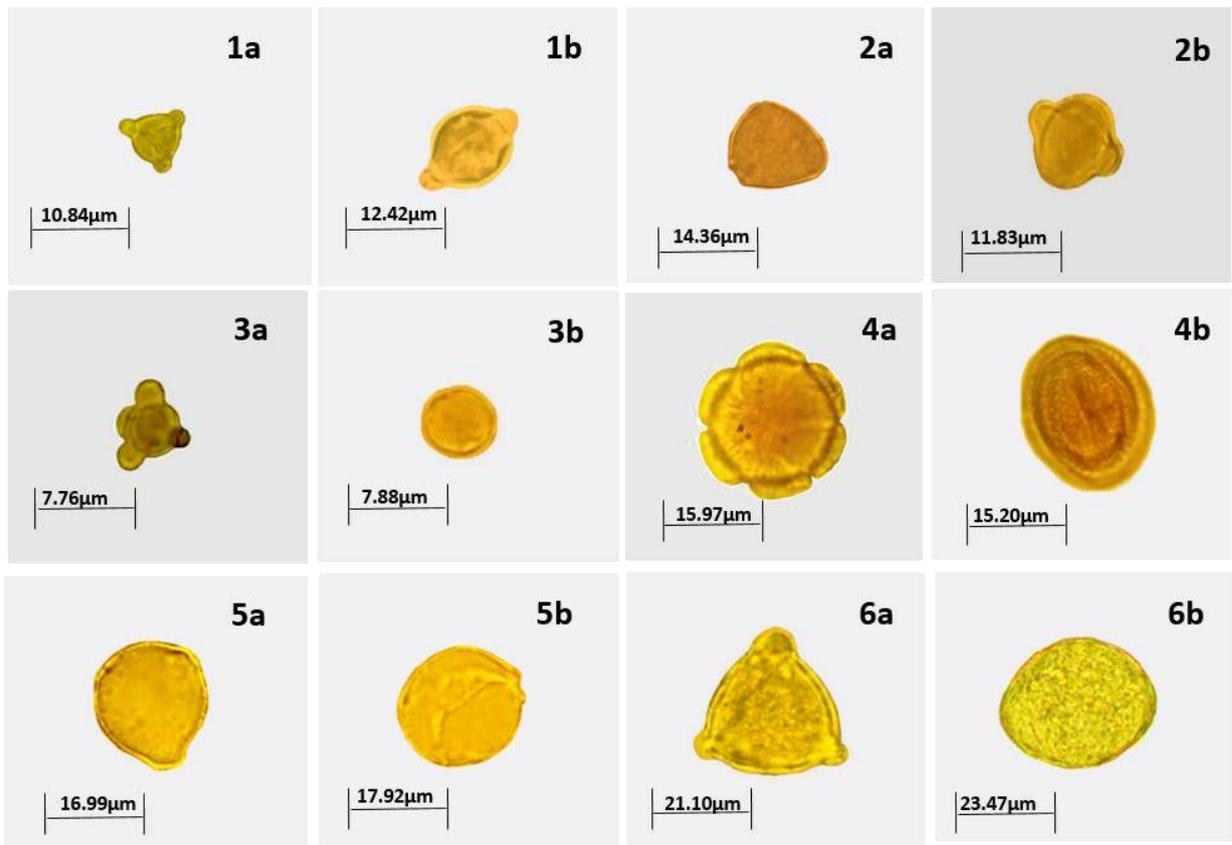


Figura 30: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de *Calceolaria* sp.; **2a.-2b** Vista polar y ecuatorial de *Alonsoa* sp.; **3a-3b**. Vista ecuatorial y Vista polar de *Calceolaria nivalis*; **4a-4b** Vista polar y vista ecuatorial de *Mythostachys tomentosa*; **5a-5b**. Vista polar y vista ecuatorial de *Besleria* sp.; **6a- 6b** vista polar y ecuatorial de polen de *Duranta sprucei*.

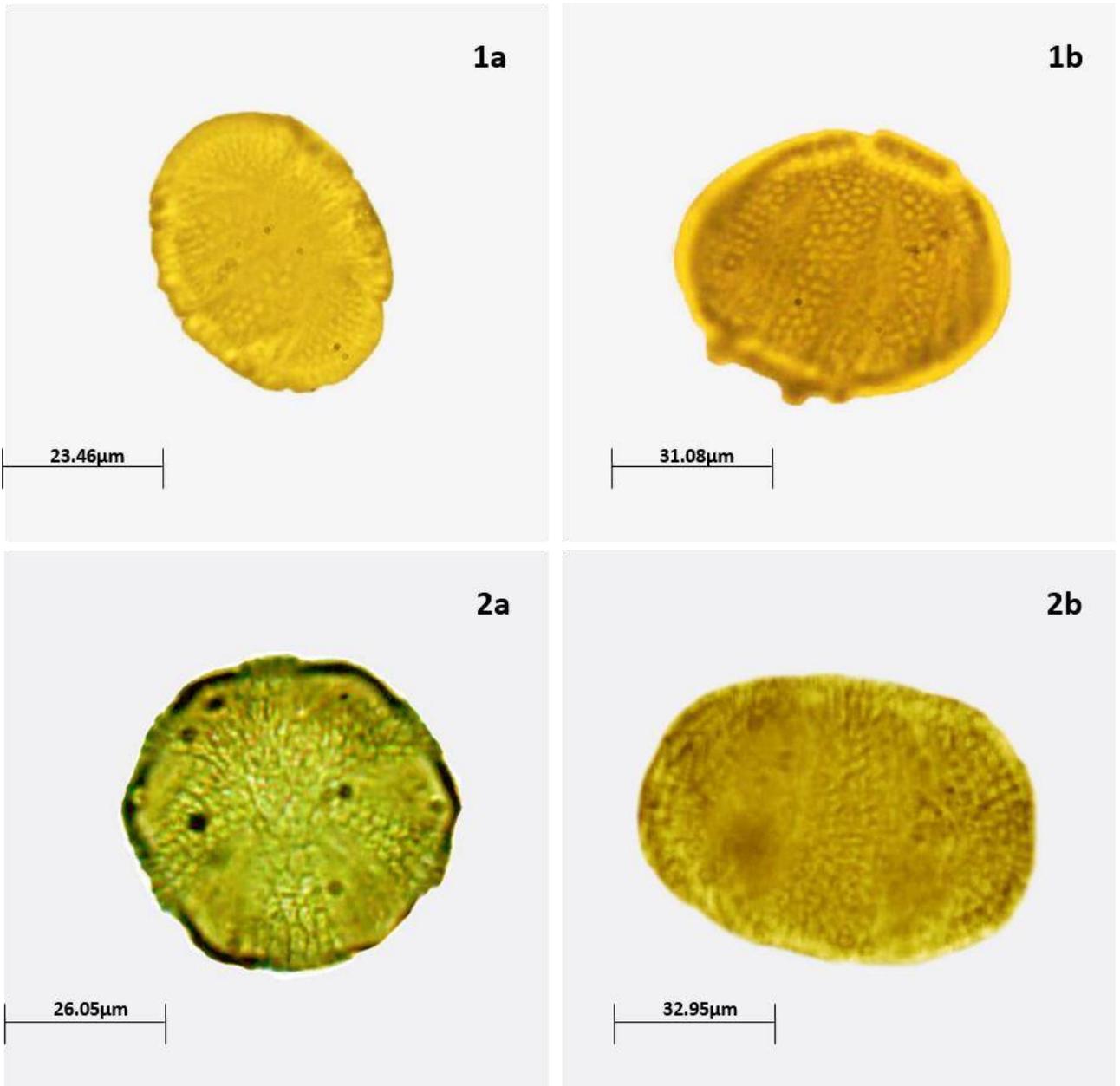


Figura 31: **1a-1b** Vista polar yecuatorial de *Verbena* sp.; **2a -2b** Vista polar y vista ecuatorial de *Hyptis eriocephala*.

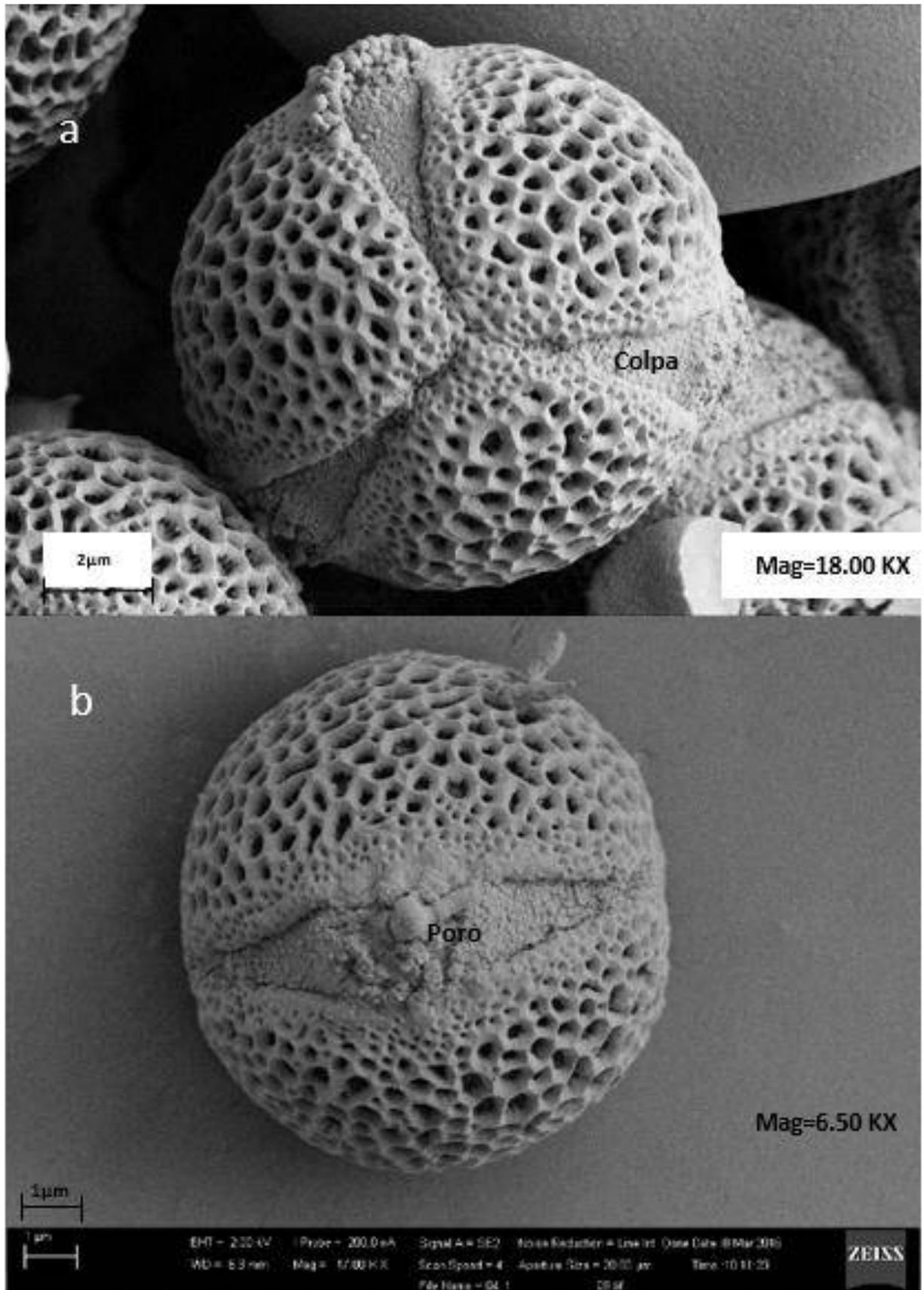


Figura 32: **a.** Vista polar de grano de polen de *Calceolaria pavonii*.; **b.** Vista ecuatorial de grano de polen de *Calceolaria pavonii*.

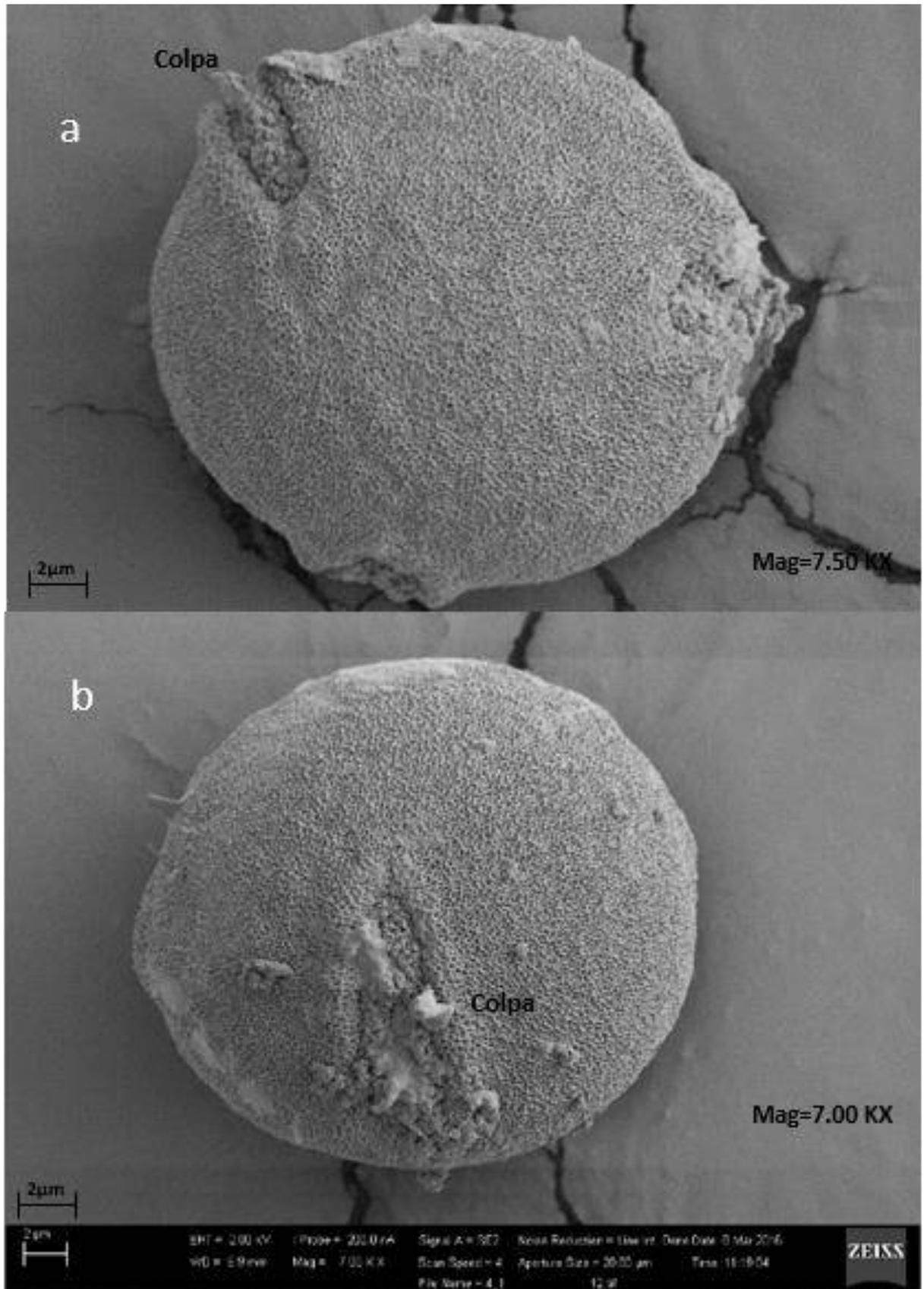


Figura 33: **a.** Vista polar de grano de polen de *Alloplectus sp.*; **b.** Vista ecuatorial de grano de polen de *Alloplectus bolivianus*.

5.4.14. ORDEN LAURALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Siparunaceae

- *Siparuna* sp.- polen Dicolpado, Pequeño, Reticulado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=0.75, Sub-oblado, Amb.Eliptico.
- *Siparuna muricata*.- polen Inaperturado, Pequeño, microespinado, Isopolar, radiosimétrico, P/E=0.90, Oblado esferoidal, Amb. Circular.

Cuadro 18. Características palinológicas de especies del Orden LAURALES

ORDEN: LAURALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)					
Familia			Siparunaceae		
Especie			<i>Siparuna</i> sp.	<i>Siparuna muricata</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo			Dicolpado	Inaperturado
	Ornamentación			Reticulado	microespinado
	Polaridad			Isopolar	Isopolar
	Simetría			Radiosimétrico	Radiosimétrico
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	Eje polar	13.52	14.90
			Desv. Estándar	±0.46	±0.71
		Vista ecuatorial	Eje Polar	13.09	14.11
			Desv. Estándar	±1.44	±0.85
			Eje Ecuatorial	17.34	15.62
			Desv. Estándar	±1.35	±1.19
	Relación P/E			0.75	0.90
	Grosor de exina (µm)			0.86(±0.13)	0.98(±0.17)
	Longitud de Colpa (µm)			11.15(±0.77)	—
	Apertura de poro (µm)			1.96(±0.27)	0.91(±0.10)
	Forma	P/E		Sub-oblado	Oblado esferoidal
Amb		Eliptico	Circular		
Tamaño			Pequeño	Pequeño	

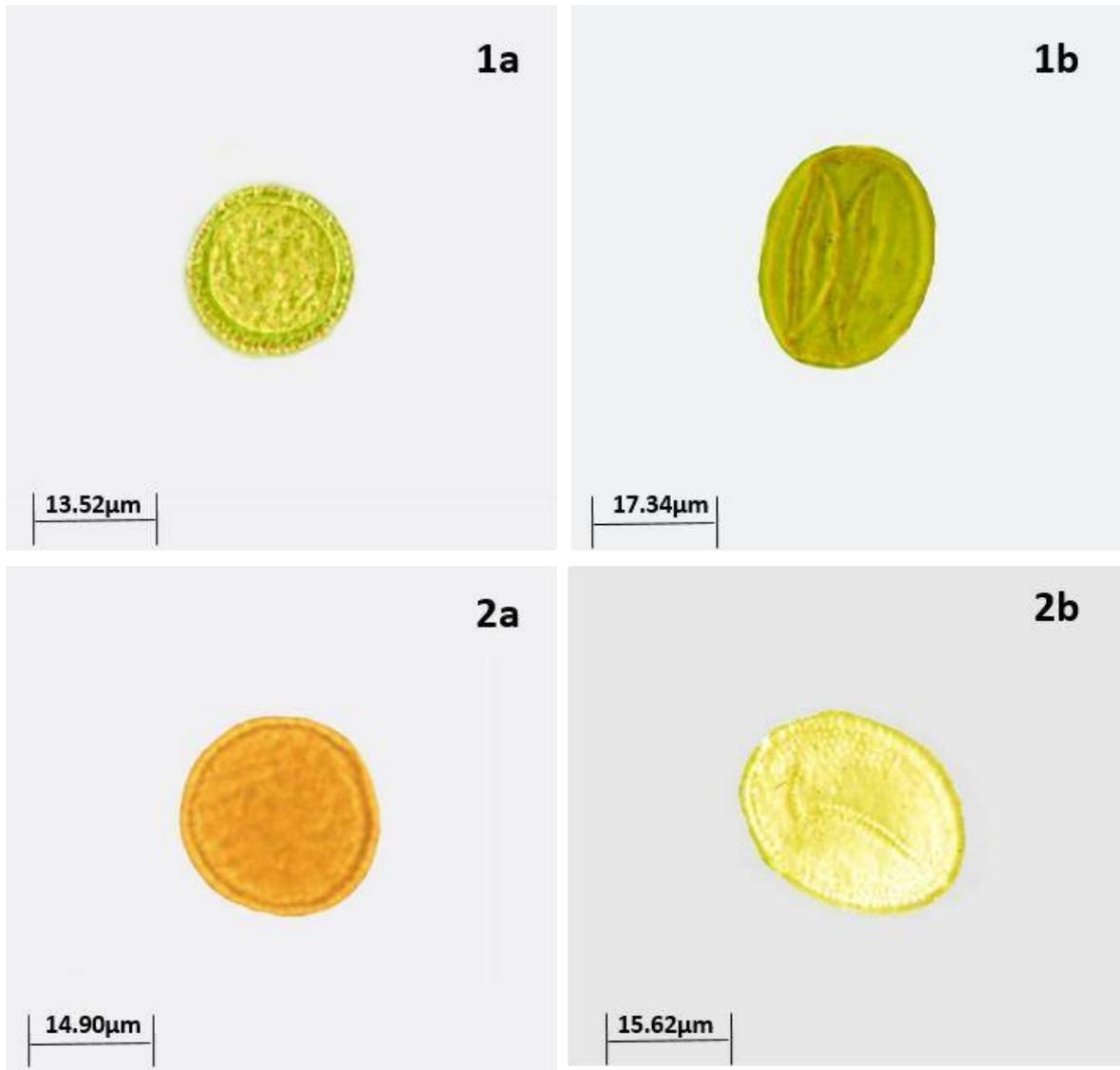


Figura 34: **1a-1b** Distintos ángulos de vista ecuatorial () de *Siparuna* sp. **2a-2b** distintos ángulos de vista ecuatorial de *Siparuna muricata*

5.4.15. ORDEN LILIALES Perleb (1826)

a) Familia Alstroemeriaceae

- *Bomarea superba*.- Polen Monosulcado, Reticulado, mediano, Isopolar, Bilateral, P/E=2.20, Perprolado.
- *Bomarea distichifolia*.- Polen Monosulcado, Reticulado, Isopolar, Bilateral, Mediano P/E=1.53, Prolado.
- *Bomarea purpurea*.- Polen Monosulcado, Mediano, Reticulado, Isopolar, Bilateral, P/E= 1.63, Prolado,

Cuadro 19. Características palinológicas de especies del Orden LILIALES.

ORDEN: LILIALES Perleb(1826)						
Familia			Alstroemeriaceae			
Especie			<i>Bomarea superba</i>	<i>Bomarea distichifolia</i>	<i>Bomarea purpurea</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Monosulcado	Monosulcado	Monosulcado	
	Ornamentación		Reticulado	Reticulado	Reticulado	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Bilateral	Bilateral	Bilateral	
	Dimensión promedio (μ m)	Vista polar	eje polar	==	==	==
			desv. Estándar	==	==	==
		Vista ecuatorial	Eje Polar	45.19	46.26	46.52
			desv. Estándar	± 1.45	± 1.87	± 3.85
			Eje Ecuatorial	20.57	30.18	28.57
			desv. Estándar	± 1.94	± 2.48	± 2.32
	Relación P/E		2.20	1.53	1.63	
	Grosor de exina (μ m)		1.10(± 0.21)	1.05(± 0.13)	1.36(± 0.27)	
	Forma	P/E	Perprolado	Prolado	Prolado	
Amb		Eliptico	Eliptico	Eliptico		
Tamaño		Mediano	Mediano	Mediano		



Figura 35: **1a- 1b** Distintos ángulos de vista ecuatorial de *Bomarea distichifolia*; **2a- 2b** distintos ángulos de vista ecuatorial de *Bomarea superba*. **3a-3b** Distintos ángulos de vista ecuatorial de *Bomarea purpurea*..

5.4.16. ORDEN MALPIGHIALES Juss. ex Bercht. & J.Presl

a) Familia Clusiaceae

- *Clusia clusioides* .- Polen tricolporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.09, Prolado esferoidal, Circular, Pequeño.
- *Clusia* sp.- Polen tricolporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.17, Subprolado, Elíptico, Pequeño.

b) Familia Hypericaceae

- *Vismia pozuzoensis* .- Polen tricolporado, reticulado, Heteropolar Radiosimétrico, P/E= 1.13, Prolado esferoidal, Angular, Pequeño

c) Familia Malpighiaceae

- *Banisteriopsis* sp.- Polen Pantoporado, rugoso, Apolar, Radiosimétrico, Oblado esferoidal, circular, Mediano.

Cuadro 20. Características palinológicas del especies del Orden MALPIGHIALES.

ORDEN: MALPIGHIALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)							
Familia		Hypericaceae	Clusiaceae		Malpighiaceae		
Especie		<i>Vismia pozuzoensis</i>	<i>Clusia clusioides</i>	<i>Clusia</i> sp.	<i>Banisteriopsis</i> sp.		
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Tricolporado	Tricolporado	Tricolporado	Pantoporado	
	Ornamentación		reticulado	reticulado	reticulado	rugoso	
	Polaridad		Heteropolar	Isopolar	Isopolar	Apolar	
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimension promedio (µm)	Vista polar	eje polar	13.56	20.67	25.29	23.48
			desv. Estándar	±1.45	±2.47	±0.97	±1.50
		Vista ecuatorial	Eje Polar	13.73	19.88	27.89	24.45
			desv. Estándar	±0.75	±1.98	±1.65	±1.67
			Eje Ecuatorial	12.11	18.32	23.86	26.50
			desv. Estándar	±2.11	±2.26	±1.10	±1.44
	Relación P/E		1.13	1.09	1.17	0.92	
	Grosor de exina (µm)		1.24(0.21)	8.39	1.63(0.36)	2.66(±0.35)	
	Longitud de Colpa (µm)		—	6.31	2.86(0.08)	—	
	Apertura de poro (µm)		2.31(0.51)	3.3	—	—	
	Forma	P/E	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Sub-prolado	Oblado esferoidal	
Amb		Angular	Circular	Elíptico	circular		
Tamaño		Pequeño	Pequeño	Pequeño	Mediano		

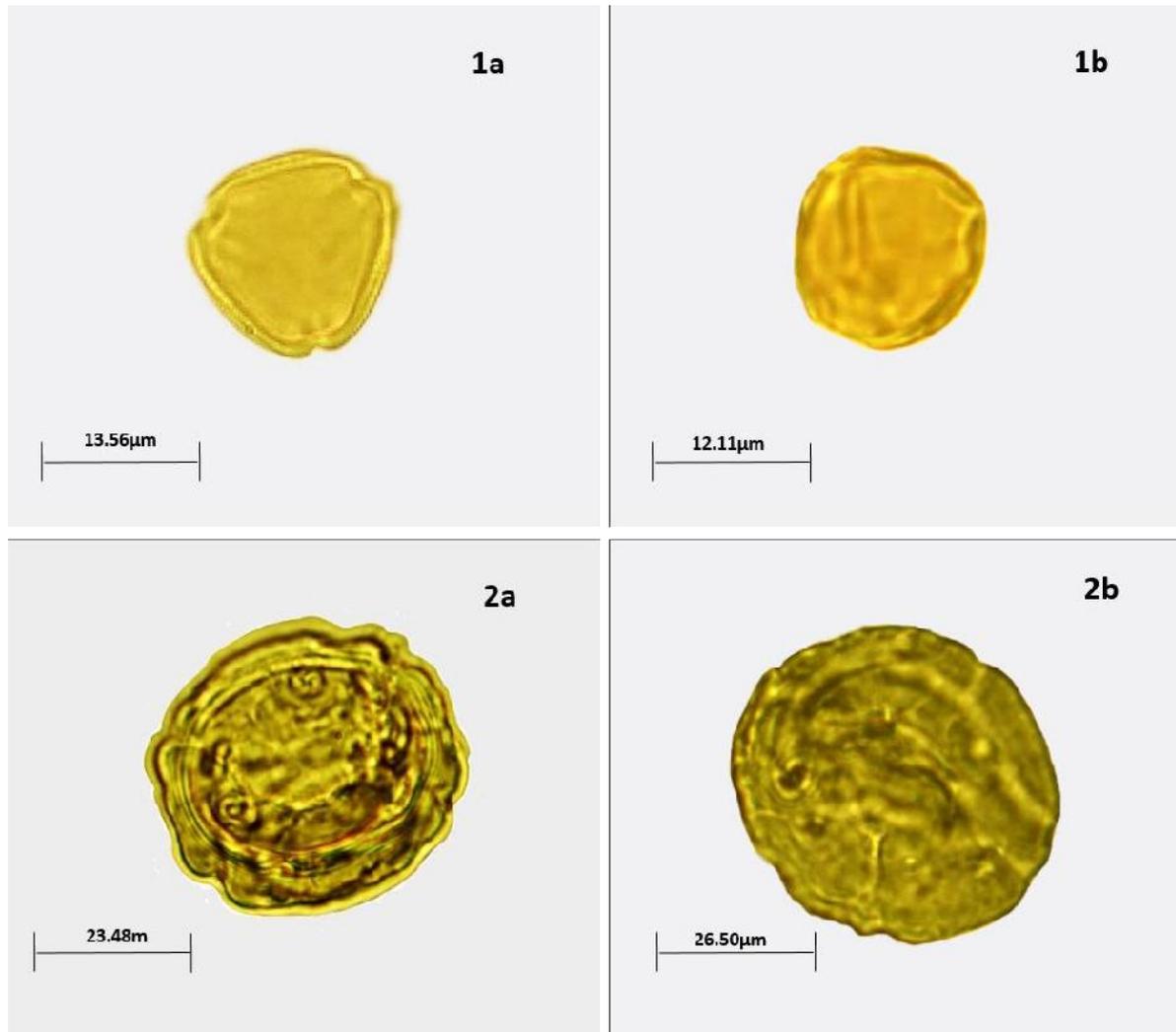


Figura 36: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de *Vismia pozuzoensis*. **2a-2b** Vista polar y ecuatorial de *Dalbergia* sp.

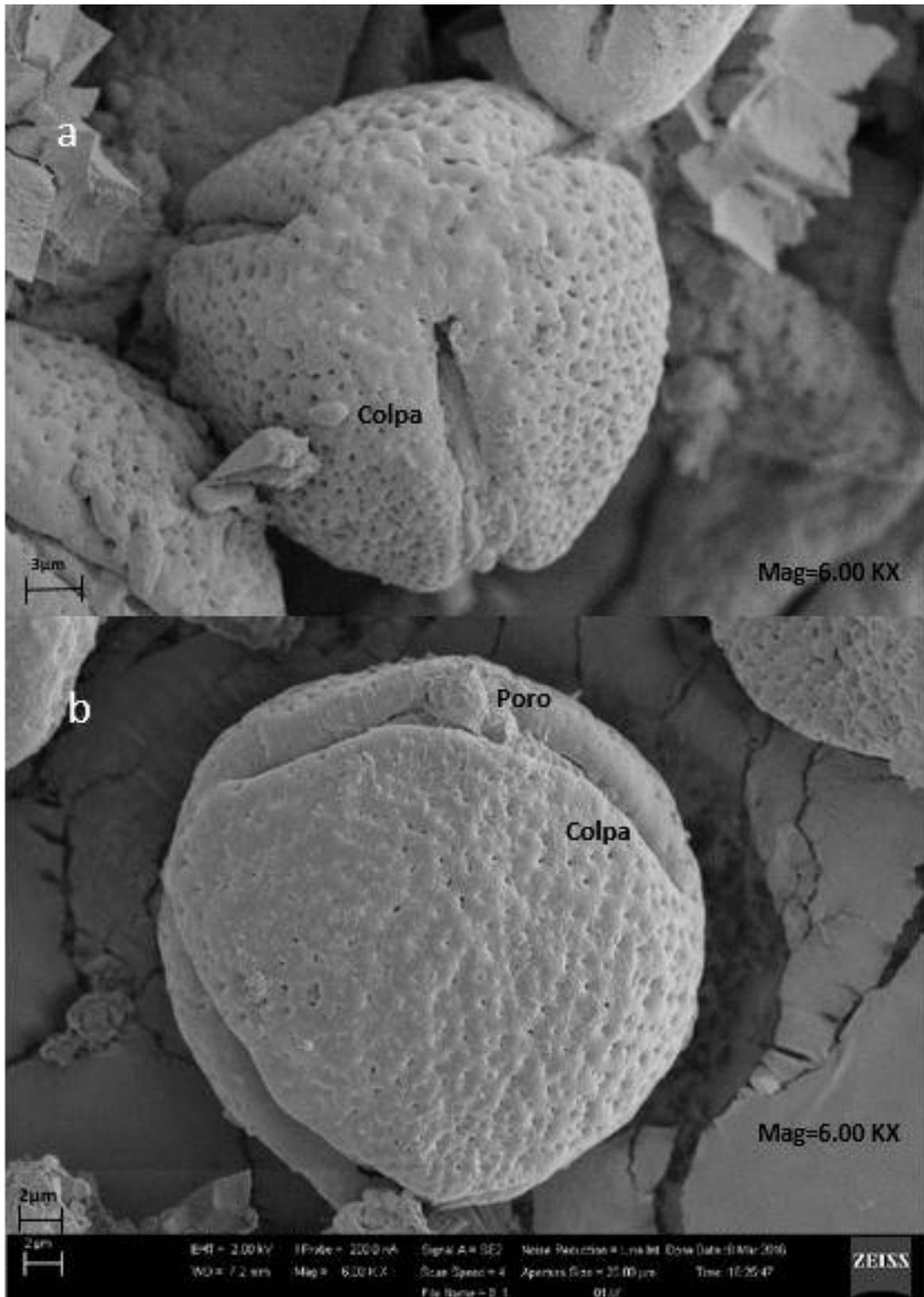


Figura 37: **a.** Vista polar de grano de polen de *Clusia sp.*; **b.** Vista ecuatorial de grano de polen de *Clusia sp.*

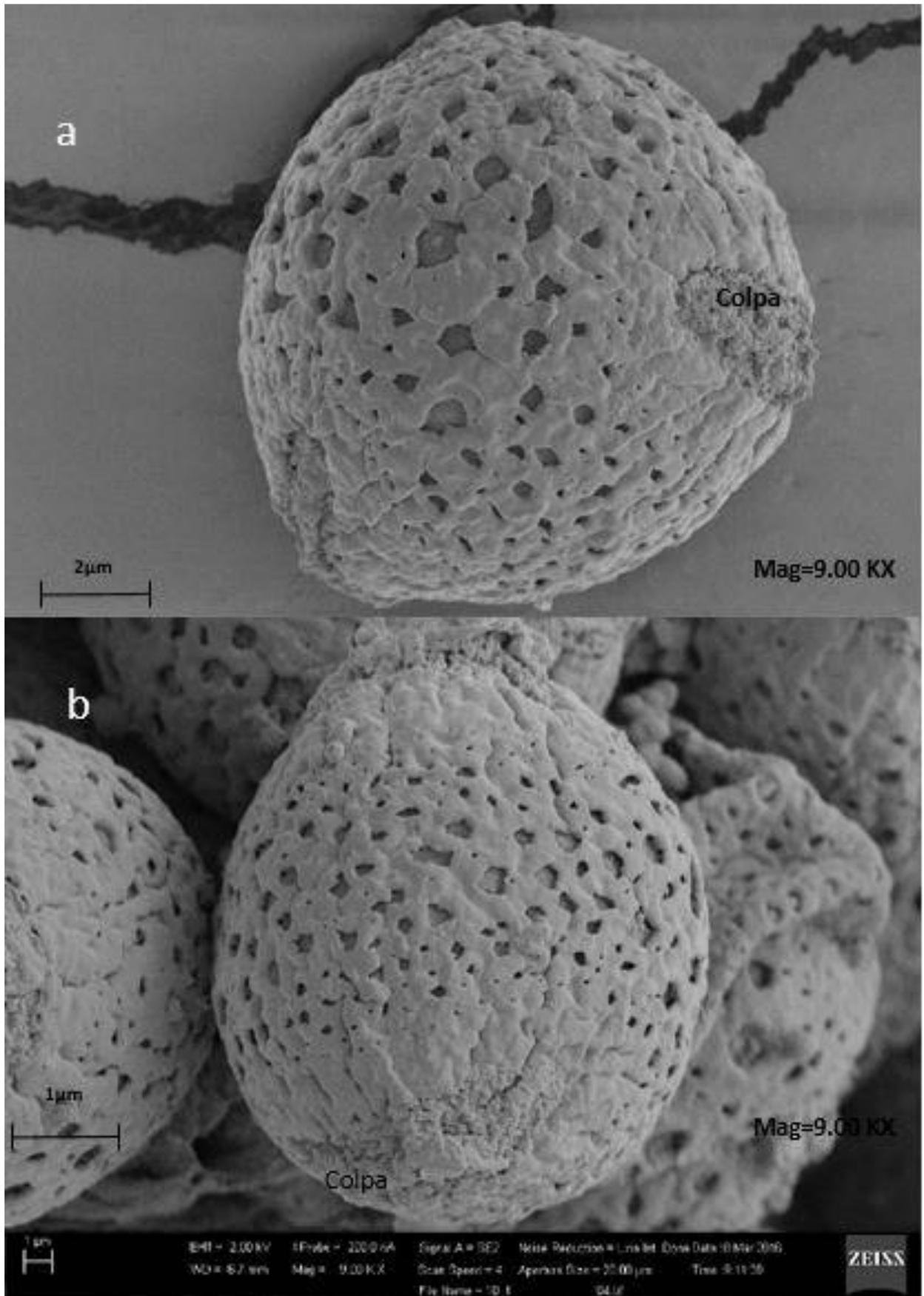


Figura 38:**a.** Vista polar de polen de *Clusia clusioides*; **b.** Vista ecuatorial de polen de *Clusia clusioides*.

5.4.17. ORDEN MYRTALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820) -

a) Familia Lythraceae

- *Cuphea* sp.- Polen Tricolporado, estriado, Pequeño, Isopolar, Radiosimétrico, $P/E=0.78$, Sub-oblado, Angular.

b) Familia Melastomataceae

- *Axinaea nitida*.- Polen Zonocolporado, scabrado, pequeño, Isopolar, radiosimétrico, $P/E=0.91$, Oblado esferoidal, Amb. circular,
- *Brachiatum figueroae*.- Polen Zonocolporado, scabrado, muy pequeño, Isopolar, radiosimétrico, $P/E=1.11$, Prolado esferoidal, Amb. hexagonal.
- *Brachyotum cutervoanum*.- Polen Zonocolporado, scabrado, muy pequeño, Isopolar, radiosimétrico, $P/E=1.44$, Prolado, Amb. hexagonal.
- *Monochaetum lineatum*.- Polen Zonocolporado, scabrado, pequeño, Isopolar, radiosimétrico, $P/E=1.05$, Prolado esferoidal, Amb. angular.
- *Miconia* sp1.- Polen Zonocolporado, scabrado, muy pequeño, Isopolar, radiosimétrico, $P/E=1.64$, Prolado, Amb. Hexagonal.
- *Miconia denticulata*.- Polen Zonocolporado, scabrado, muy pequeño, Isopolar, radiosimétrico, $P/E=1.03$, Prolado esferoidal, Amb. Hexagonal.
- *Tibouchina mariae*. Polen Zonocolporado, Escabrado, pequeño, Isopolar, radiosimétrico, $P/E=1.09$, Prolado esferoidal, Amb. circular

c) Familia Myrtaceae

- *Myrteola* sp.- Polen Tricolporado, psilado, Isopolar, Radiosimétrico, Pequeño, $P/E=0.89$, Oblado esferoidal, Amb. Angular.

d) Familia Onograceae

- *Fuchsia* sp.- Polen Triporado, verrucado, Isopolar, Radiosimétrico, pequeño, $P/E=0.62$, Oblado, Amb.Triangular, apert. poro= $6.51\mu\text{m}$.

Cuadro 21. Características palinológicas de especies del Orden MYRTALES.

ORDEN: MYRTALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)													
Familia		Lythraceae	Melastomataceae						Myrtaceae	Onograceae			
Especie		<i>Cuphea</i> sp.	<i>Axinaea nitida</i>	<i>Tibouchina mariae</i>	<i>Miconia denticulata</i>	<i>Monochaetum lineatum</i>	<i>Miconia</i> sp.	<i>Brachyotum cutervoanum</i>	<i>Brachyotum figueroae</i>	<i>Myrteola</i> sp.	<i>Fuchsia</i> sp.		
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Tricolporado	Zonocolporado	Zonocolporado	Zonocolporado	Zonocolporado	Zonocolporado	Zonocolporado	Tricolporado	Trizonocolporado		
	Ornamentación		estriado	escabrada	Escabrado	escabrado	escabrado	escabrado	escabrado	escabrado	psilado	verrucado	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	eje polar	11.21	12.59	13.25	9.63	14.86	12.79	10.72	11.34	15.96	29.87
			desv. Estándar	±0.01	±0.84	±1.17	±1.45	±0.90	±1.19	±1.05	±0.59	±0.98	±0.78
		Vista ecuatorial	Eje Polar	11.09	12.66	13.17	9.47	14.72	14.09	12.24	11.07	20.34	30.43
			desv. Estándar	±1.50	±1.08	±1.47	±0.55	±1.91	±0.98	±0.81	±1.04	±1.10	±2.74
			Eje Ecuatorial	14.28	13.85	12.08	9.15	14.04	8.58	8.51	9.97	22.94	49.06
		desv. Estándar	±0.96	±0.77	±1.32	±0.57	±2.24	±1.03	±1.31	±0.91	±1.00	±3.31	
	Relación P/E		0.78	0.91	1.09	1.03	1.05	1.64	1.44	1.11	0.89	0.62	
	Grosor de exina (µm)		0.67(±0.07)	1.11(±0.13)	0.70 (0.14)	1.05(0.19)	1.1(0.15)	1.26(0.26)	0.74(0.22)	0.62(0.1)	1.17(±0.18)	1.39 (±0.28)	
	Longitud de Colpa (µm)		—	2.58(±0.28)	3.15(0.23)	4.03	3.1(0.63)	—	—	2.2(0.3)	—	—	
Apertura de poro (µm)		1.37(±0.03)	2.02(±0.33)	—	—	—	—	—	—	0.87(±0.15)	6.51 (±0.85)		
Forma	P/E	Sub-oblado	Oblado esferoidal	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Prolado esferoidal	Prolado	Prolado	Prolado esferoidal	Oblado esferoidal	Oblado		
	Amb	Angular	Circular	Hexagonal	Hexagonal	Angular	Hexagonal	Hexagonal	Hexagonal	Angular	Triangular		
Tamaño		Pequeño	Pequeño	Pequeño	Muy pequeño	Pequeño	Muy pequeño	Muy pequeño	Muy pequeño	Pequeño	Mediano		

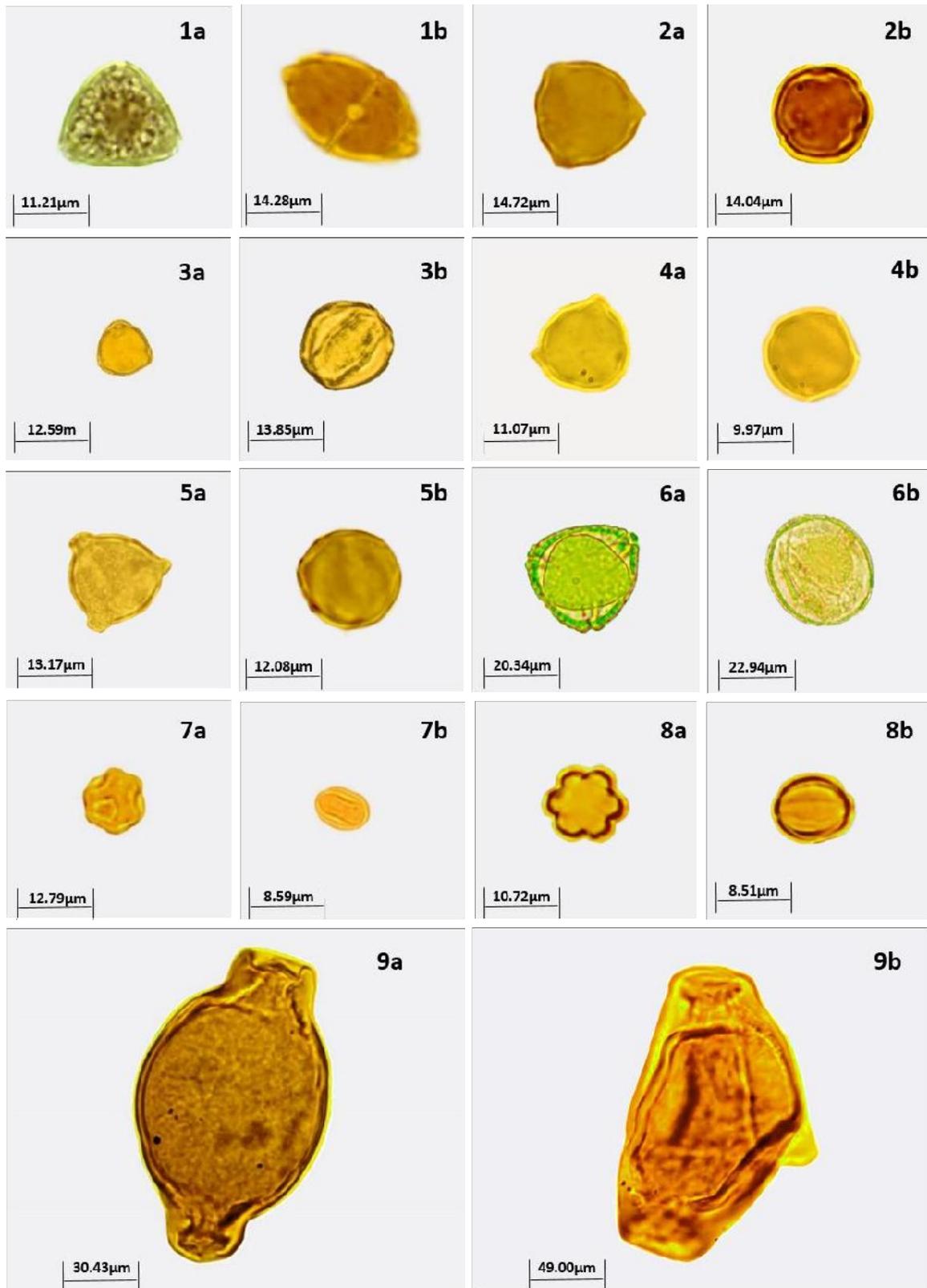


Figura 39: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de *Cuphea* sp.; **2a-2b** Vista polar y ecuatorial de *Monochaetum lineatum*; **3a-3b** Vista polar y ecuatorial de *Axinaea nítida*; **4a-4b** Vista polar y ecuatorial de *Brachyotum figueroae*.; **5a-5b** Vista polar y *Tibouchina mariae*.; **6a-6b** Vista polar de *Myrteola* sp; **7a-7b** Vista ecuatorial polar de *Miiconia* sp.; **8a-8b** Vista polar y ecuatorial de *Brachyotum cutervoanum* **9a-9b** Vista polar y ecuatorial de *Fuchsia* sp. **10a-10b** (1000x)

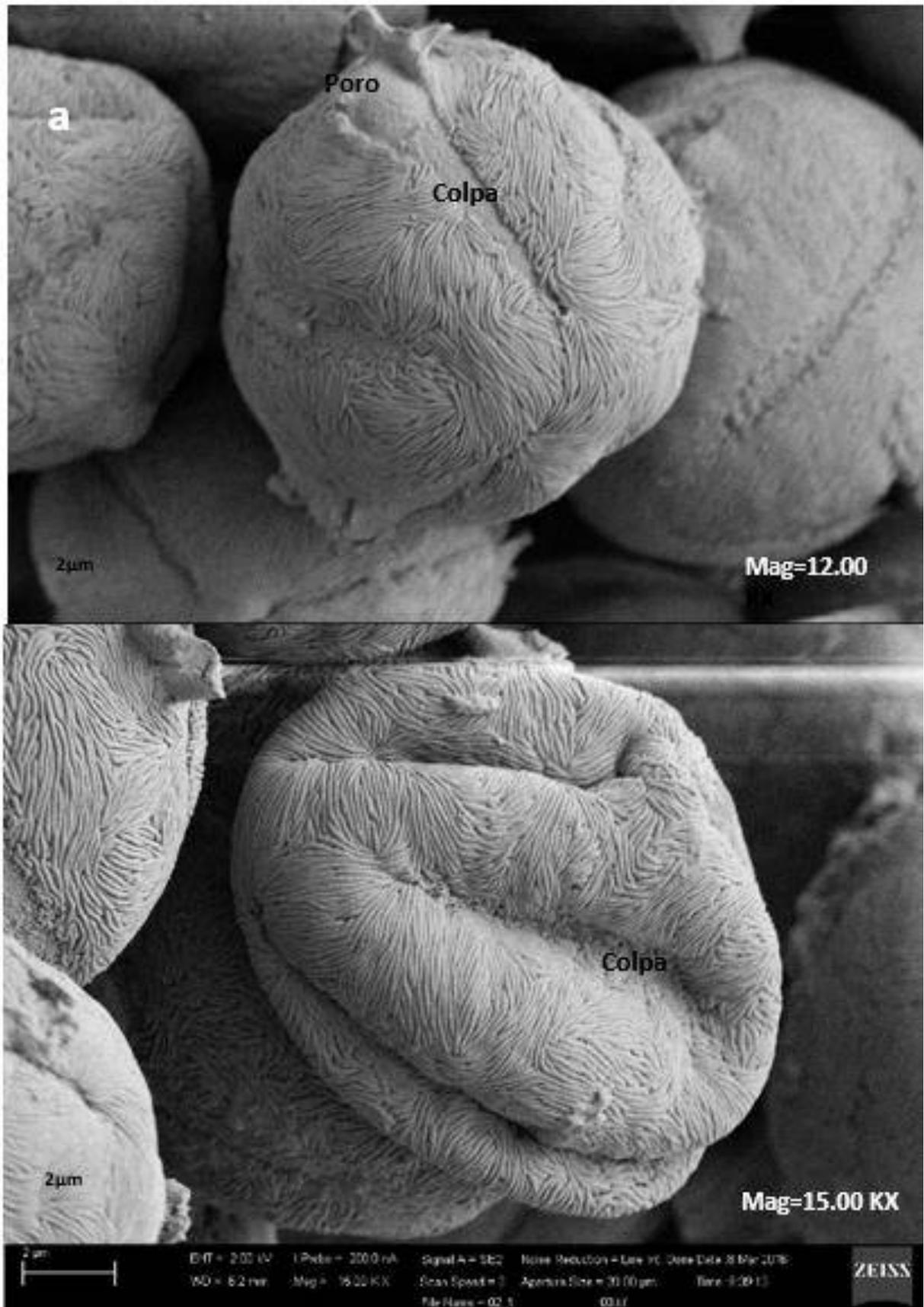


Figura 40: **a.** Vista polar de polen de *Brachyotum figeroae*; **b.** Vista ecuatorial de polen de *Brachyotum figeroae*.

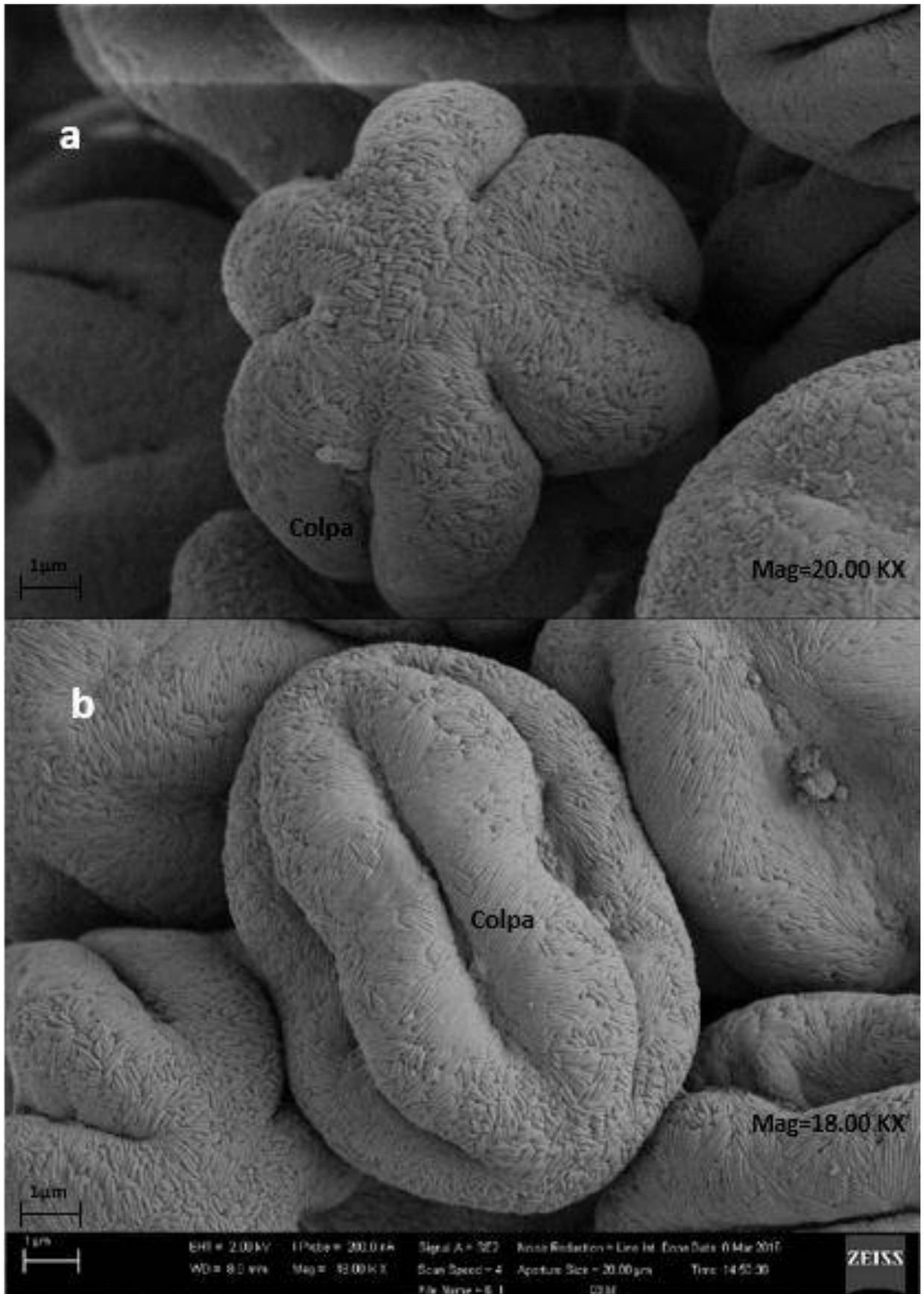


Figura 41: Vista ecuatorial de polen de *Miconia* sp.; **b.** Vista panorámica del polen de *Miconia* sp.

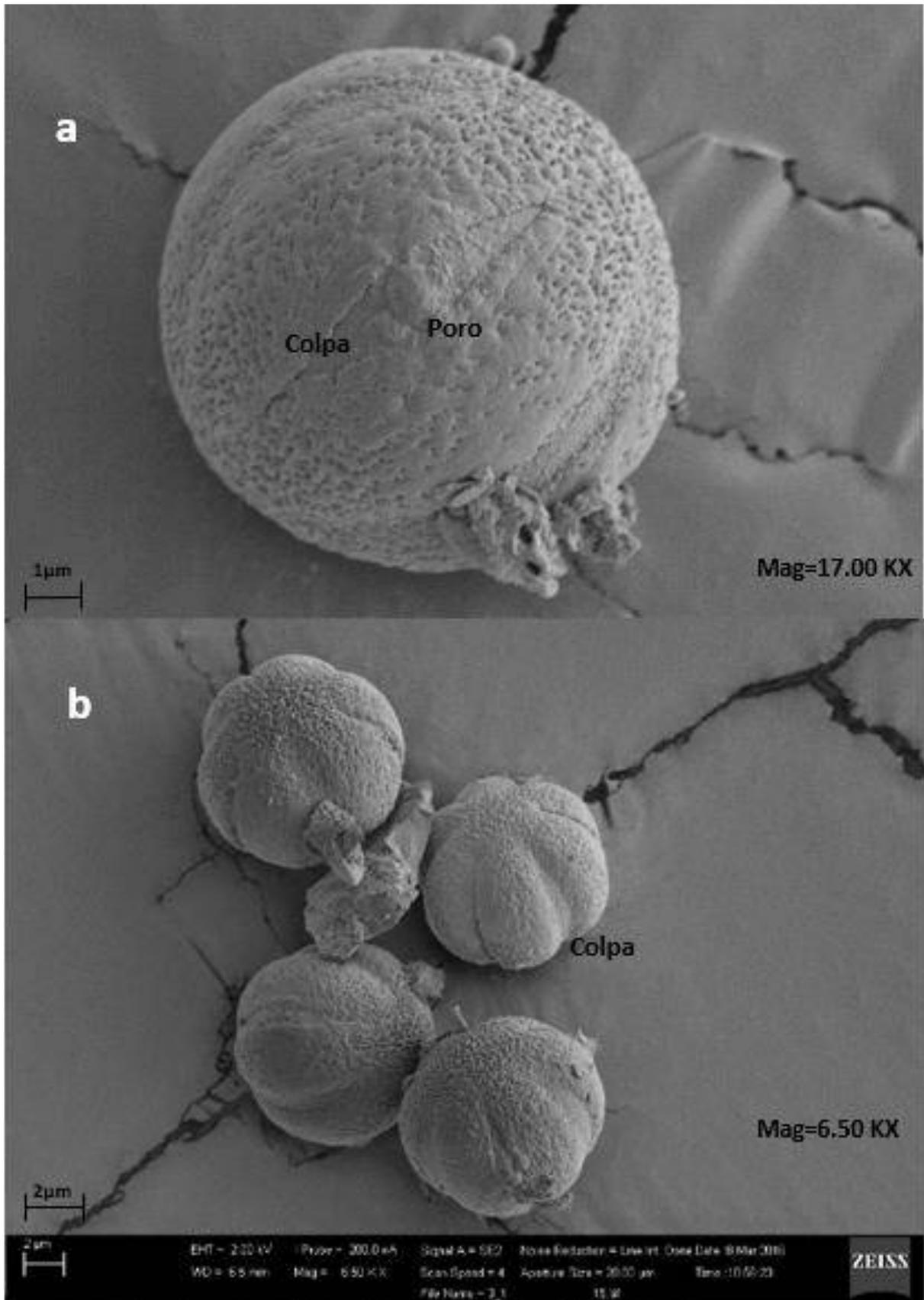


Figura 42: **a.** Vista ecuatorial de polen de *Miconia denticulata*.; **b.** Vista panorámica de polen de *Miconia denticulata*.

5.4.18. ORDEN POALES Small (1903)

a) Familia Bromeliaceae

- *Tillandsia complanata*.- Polen monosulcado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E=1.52, Prolado, Elipsoide, Pequeño.
- *Tillandsia sp.*- Polen monado, escabrado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.23, Sub-prolado, Circular, Pequeño. Grosor de exina= 1.29 (± 0.27).

Cuadro 22. Características palinológicas de especies el Orden POALES.

ORDEN: POALES Small(1903)					
Familia			Bromeliaceae		
Especie			<i>Tillandsia sp.</i>	<i>Tillandsia complanata</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo			monado	Monosulcado
	Ornamentación			escabrado	reticulado
	Polaridad			Isopolar	Isopolar
	Simetría			Radiosimétrico	Radiosimétrico
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	Eje polar	-	-
			Desv. Estándar	-	-
		Vista ecuatorial	Eje Polar	26.49	26.33
			Desv. Estándar	± 2.38	± 1.57
			Eje Ecuatorial	21.57	17.36
			Desv. Estándar	± 2.27	± 1.33
	Relación P/E			1.23	1.52
	Grosor de exina (μm)			1.29(± 0.27)	0.78(± 0.10)
	Forma	P/E		Sub-prolado	Prolado
Amb		Circular	Elipsoide		
Tamaño			Mediano	Mediano	

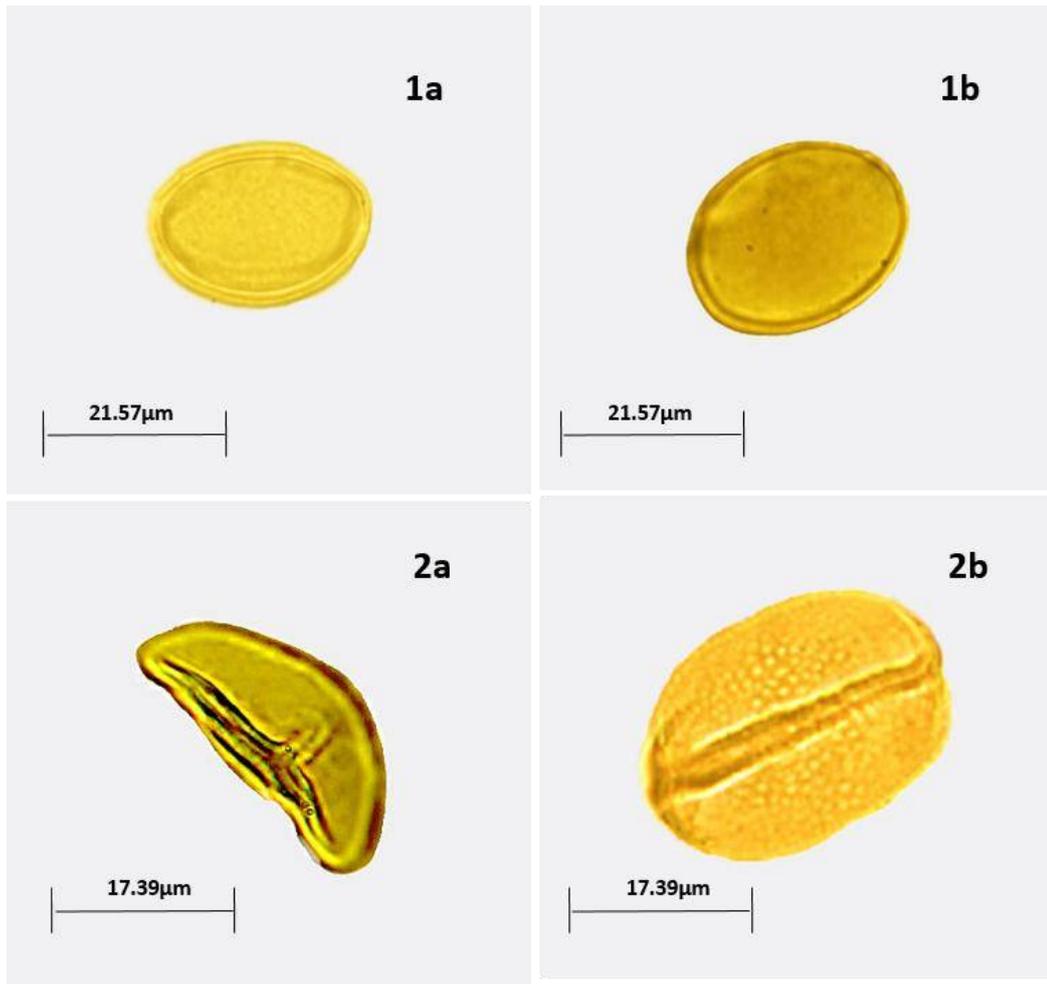


Figura 43: **1a -1b** distintos ángulos de vista ecuatorial de *Tillandsia* sp.; **2a-2b** distintos ángulos de vista ecuatorial de *Tillandsia complanata*

5.4.19. ORDEN RANUNCULALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Papaveraceae

- *Boconia integrifolia*.- Polen Triporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.98, Oblado esferoidal, Circular, Pequeño.

b) Familia Rannunculaceae

- *Rannunculus praemorsus*.- Polen periporado, Reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.89, Oblado esferoidal, Circular, Mediano.

Cuadro 23. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden RANUNCULALES.

Ranunculales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)					
Familia		Papaveraceae		Ranunculaceae	
Especie		<i>Bocconia integrifolia</i> .		<i>Ranunculus praemorsus</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Poliporado	periporado	
	Ornamentación		reticulado	Reticulado	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimension promedio (μm)	Vista polar	eje polar	21.19	22.73
			desv. Estándar	± 1.00	± 0.31
		Vista ecuatorial	Eje Polar	21.19	23.28
			desv. Estándar	± 1.07	± 1.33
			Eje Ecuatorial	21.63	26.02
		desv. Estándar	± 0.91	± 1.59	
	Relación P/E		0.98	0.89	
	Grosor de exina (μm)		1.00 (± 0.22)	0.98(± 0.11)	
	Longitud de Colpa (μm)		—	—	
	Apertura de poro (μm)		2.18(± 0.43)	2.92(± 0.21)	
	Forma	P/E		Oblado esferoid	Oblado esferoidal
Amb		Circular	Circular		
Tamaño		Pequeño	Mediano		

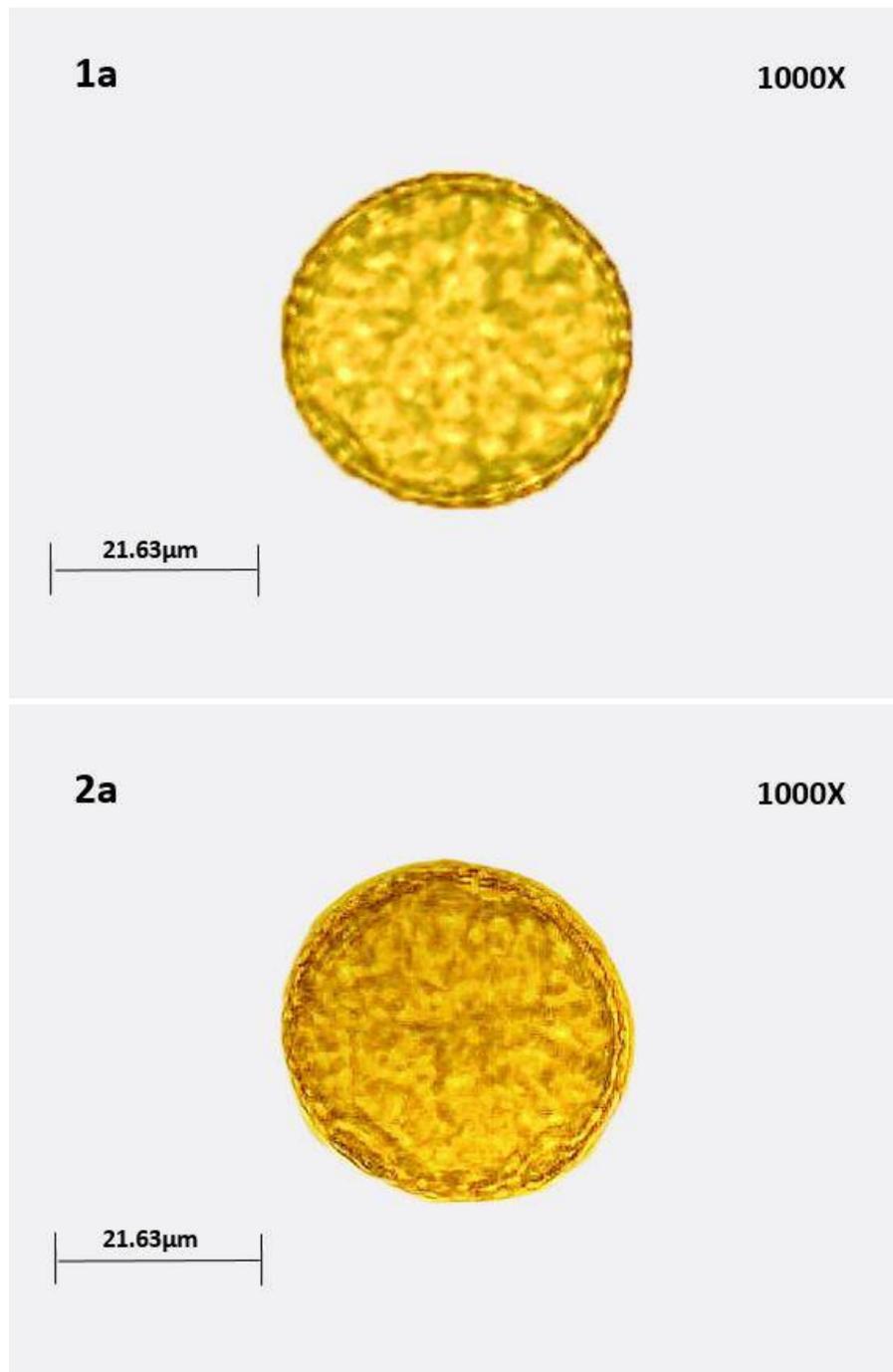


Figura 44: **1a-2b**Vista general de polen de *Bocconia integrifolia*

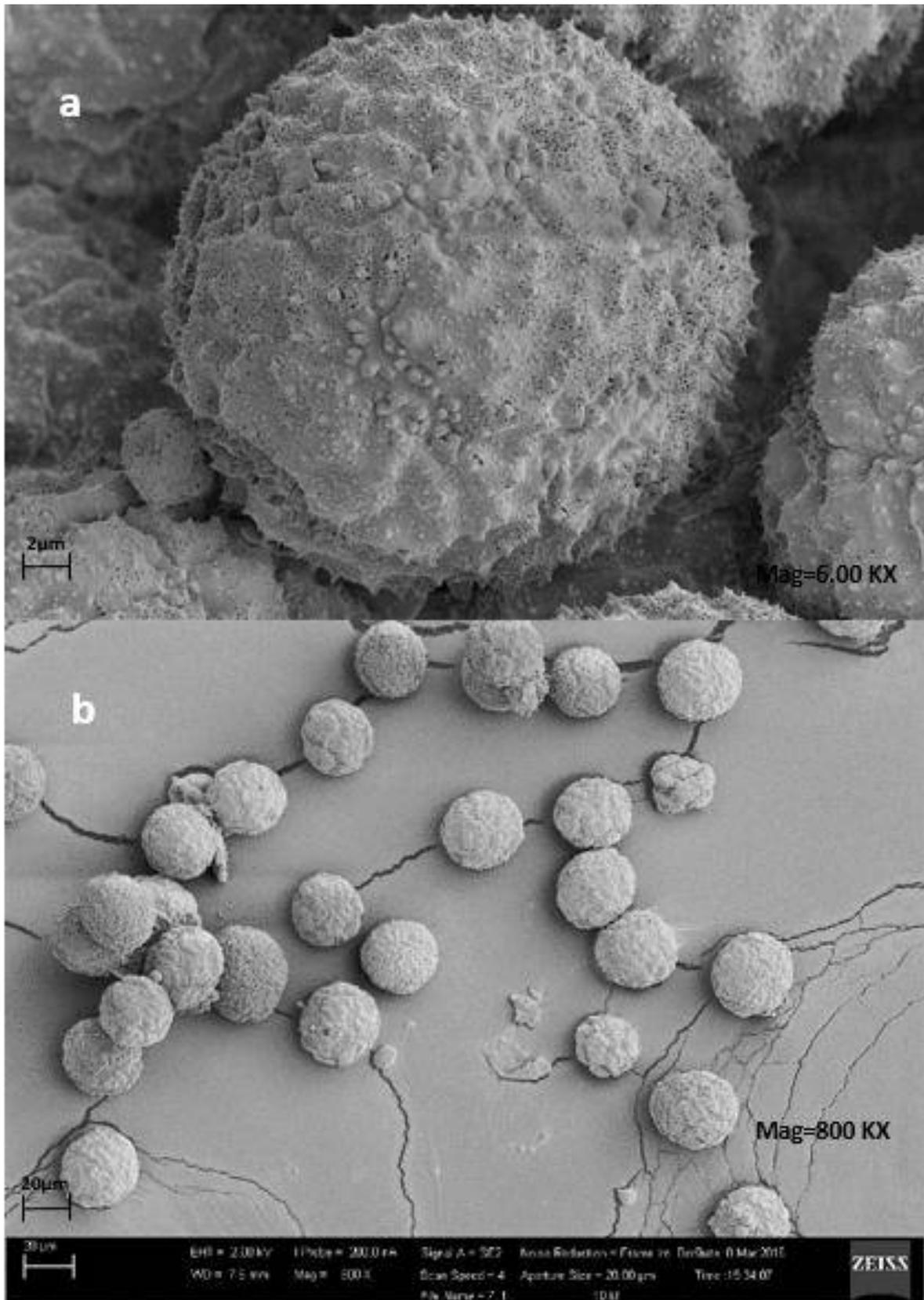


Figura 45: **a.** Vista polar de polen de *Ranunculus praemorsus.*; **b.** Vista panorámica de polen de *Ranunculus praemorsus.*

5.4.20. ORDEN ROSALES Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Rosaceae

- *Rubus adenothallus*.- Polen triporado, Reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.94, Oblado esferoidal, Amb.Circular, Pequeño, Apertura de poro= 2.29 (± 0.34).

b) Familia Urticaceae

- *Phoenix sp.*- Polen triporado, exina tectada, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.92, Oblado esferoidal, Amb. elíptico, Pequeño. Grosor de exina= 1.23 (± 0.59).

Cuadro 24. Características palinológicas de especies pertenecientes al Orden ROSALES.

ORDEN: ROSALES Bercht. & J.Presl (1820)					
Familia			Rosaceae	Urticaceae	
Especie			<i>Rubus adenothallus</i>	<i>Phoenix sp</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Triporado	Triporado	
	Ornamentación		Reticulado	exina tectada	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	Eje polar	19.80	22.81
			Desv. Estándar	± 1.14	± 1.68
		Vista ecuatorial	Eje Polar	18.48	19.12
			Desv. Estándar	± 1.09	± 1.07
			Eje Ecuatorial	19.58	20.78
			Desv. Estándar	± 1.12	± 0.88
	Relación P/E		0.94	0.92	
	Grosor de exina (μm)		1.20(± 0.18)	1.23(± 0.59)	
	Longitud de Colpa (μm)		—	—	
	Apertura de poro (μm)		2.29(± 0.34)	2.47(± 0.25)	
	Forma	P/E		Oblado esferoidal	Oblado esferoidal
Amb.		Circular	Elíptico		
Tamaño		Pequeño	Pequeño		

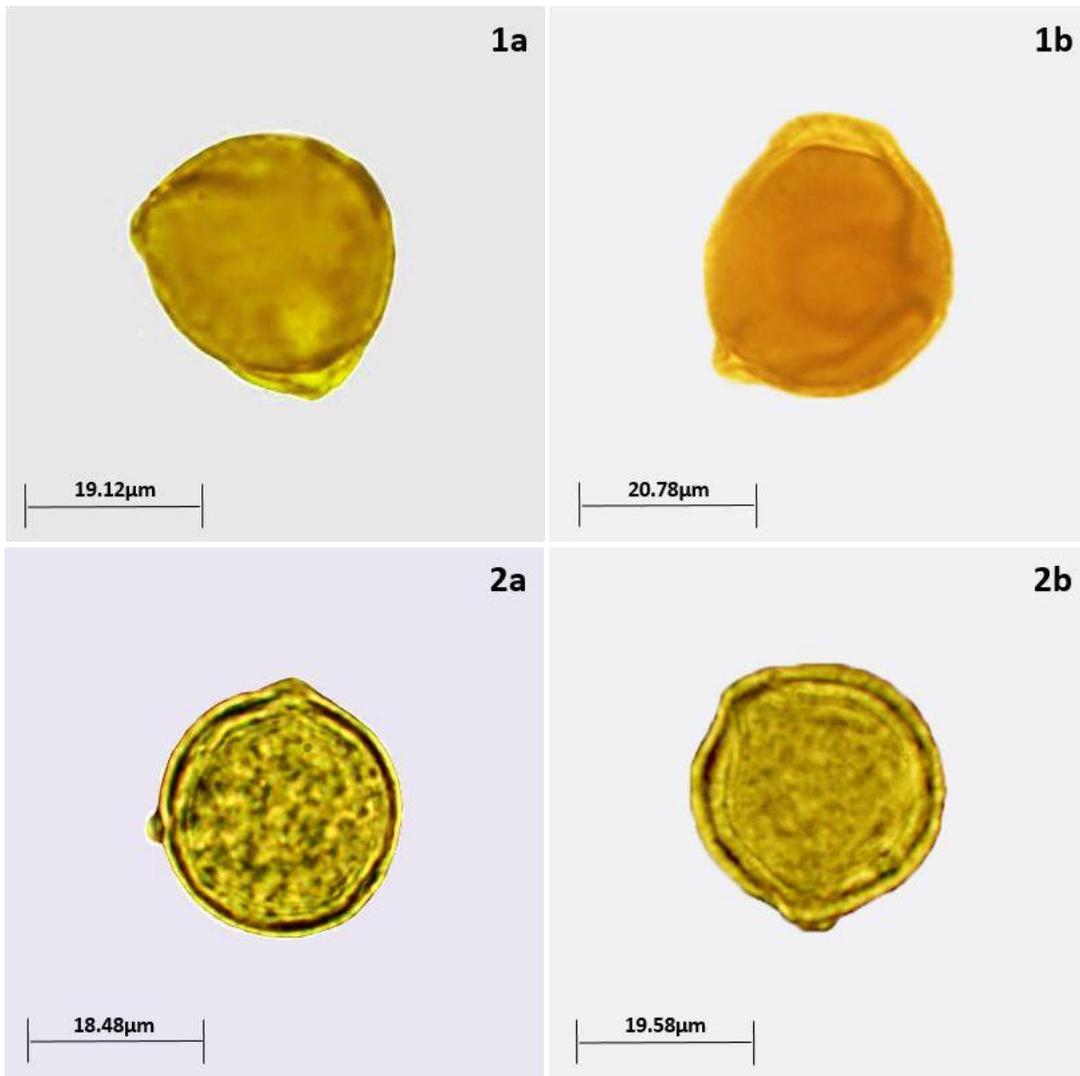


Figura 46: **1a-1b** vista polar y ecuatorial de *Phoenix* sp.; **2a-2b** Distintos ángulos de vista polar de *Rubus adenothallus* (1000x)

5.4.21. ORDEN SANTALALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Lorantheaceae

- *Aetanthus coriaceus* .-Polen Tricolporado, reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.60, Oblado, Amb. triangular, Mediano. Apertura de poro= 0.99 (± 0.09).

Cuadro 25. Características palinológicas de especies del Orden SANTALES.

ORDEN: SANTALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)				
Familia			Lorantheaceae	
Especie			<i>Aetanthus coriaceus</i> Patsch.	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Tricolporado	
	Ornamentación		Psilado	
	Polaridad		Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	Eje polar	24.83
			Desv. Estándar	± 0.69
		Vista ecuatorial	Eje Polar	18.45
			Desv. Estándar	± 4.20
			Eje Ecuatorial	30.74
			Desv. Estándar	± 0.47
	Relación P/E		0.60	
	Grosor de exina (μm)		0.91 (± 0.13)	
	Longitud de Colpa (μm)		15.24 (± 0.50)	
	Apertura de poro (μm)		0.99(± 0.09)	
	Forma	P/E		Oblado
Amb.		Triangular		
Tamaño		Mediano		

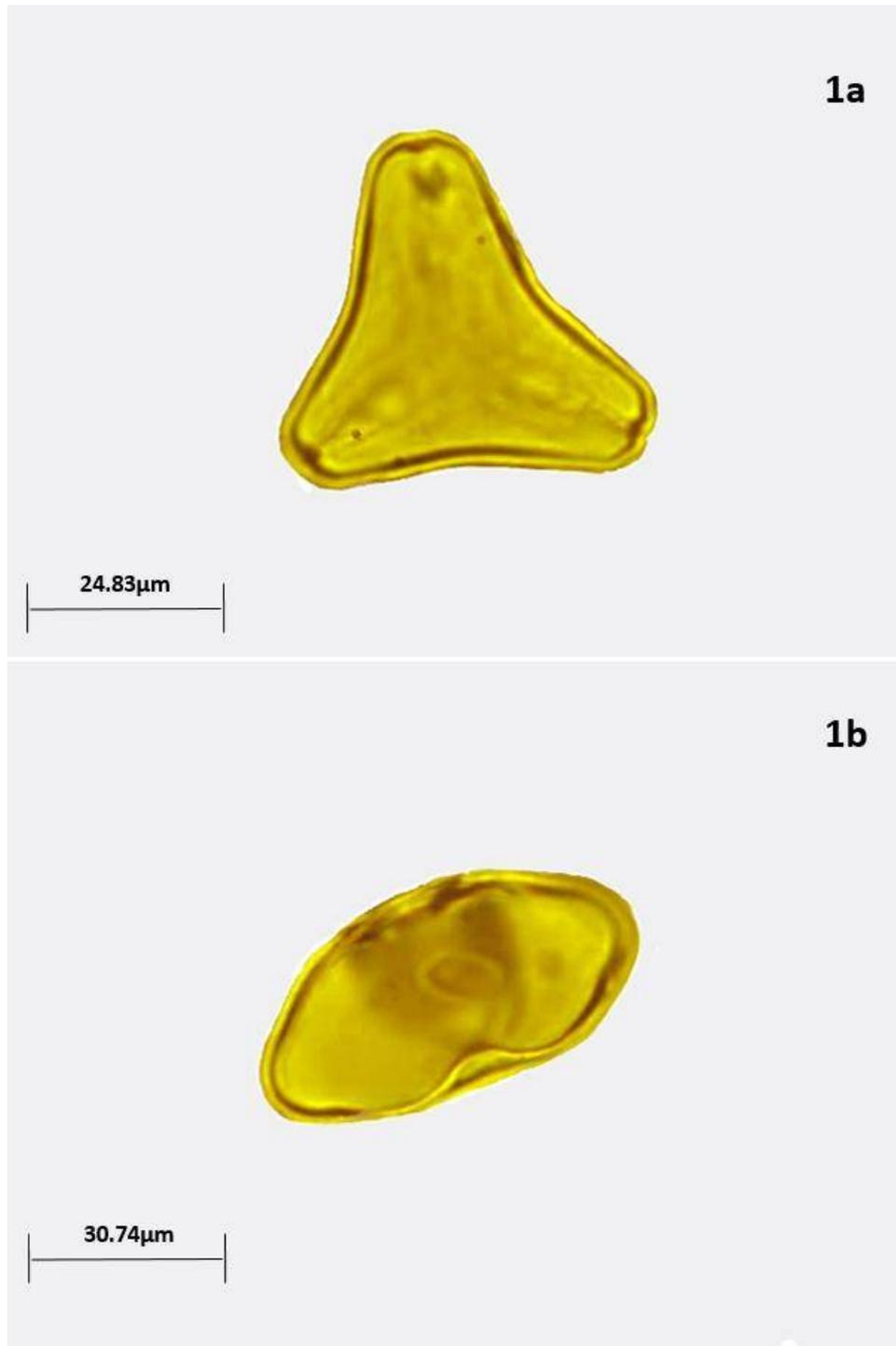


Figura 47: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de *Aetanthus coriaceus*

5.4.22. ORDEN SOLANALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Convolvulaceae

- *Cuscuta sp1.*- Polen Trizonocolporado, Baculado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.92, Oblado esferoidal, Eliptico. Pequeño Grosor de exina= 1.31(\pm 0.15)
- *Cuscuta sp2.*- Polen tricolporado, Baculado, Isopolar, Radiosimétrico, Sub-oblado, Circular, Pequeño. Grosor de exina= 1.01 (\pm 0.16).

b) Familia Solanaceae

- *Lycianthes radiata* - Polen tricolporado, Reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.01, Prolado, esferoidal, Circular, Pequeño. Grosor de exina= 0.69(\pm 0.06)
- *Solanum sp1.*- Polen tricolporado, Reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.92, Oblado esferoidal, Circular, Pequeño. Grosor de exina= 0.71(\pm 0.08)
- *Solanum sp2.*- Polen trizonocolporado, Reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E=0.97, Oblado esferoidal, Amb. Circular, Pequeño. Grosor de exina=0.73 (\pm 0.13).
- *Solanum Sp3.*- Polen tricolporado, Reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.96, Oblado esferoidal, Amb.Circular, Pequeño. Grosor de exina= 0.70 (\pm 0.11).
- *Lycium sp.*- Polen tricolporado, Reticulado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E=1.46, Prolado, Amb.Circular, muy pequeño. Grosor de exina= 0.77(\pm 0.13)
- *Streptosolen jamesonii* .- Polen Poligonal/Heptacolporado, Estriado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 0.94, Oblado esferoidal, Amb.Circular, Pequeño. Grosor de exina=1.03 (\pm 0.13).

Cuadro 26. Características palinológicas de especies del Orden SOLANALES. (Punt W. e., 2007)

Solanales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)											
Familia		Convolvulaceae			Solanaceae						
Especie		<i>Cuscuta</i> sp1	<i>Cuscuta</i> sp2	<i>Lycianthes radiata</i>	<i>Solanum</i> sp1.	<i>Solanum</i> sp2	<i>Solanum</i> sp3.	<i>Lycium</i> sp.	<i>Streptosolen j amesonii</i>		
C A R A C T E R Í S T I C A	Tipo		Trizonocolpado	Tricolpado	Tricolporado	Tricolporado	Trizonocolpado	Tricolporado	Tricolporado	Heptacolporado	
	Ornamentación		Baculado	Baculado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Estriado	
	Polaridad		Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (µm)	Vista polar	Eje polar	20.89	15.88	12.49	12.84	15.37	10.38	10.18	22.76
			Desv. Estándar	±0.64	±0.78	±0.29	±0.39	±0.55	±0.39	±0.44	±0.82
		Vista ecuatorial	Eje Polar	18.41	14.19	13.16	12.61	15.48	10.14	11.57	21.61
			Desv. Estándar	±1.04	±1.09	±0.48	±0.75	±0.43	±0.49	±0.38	±0.21
		Eje Ecuatorial	19.92	16.46	12.98	13.66	15.92	10.53	7.93	22.96	
		Desv. Estándar	±1.05	±0.78	±0.34	±0.33	±0.48	±0.69	±0.81	±0.44	
Relación P/E		0.92	0.86	1.01	0.92	0.97	0.96	1.46	0.94		
Forma	P/E	Oblado esferoidal	Sub-oblado	Prolado esferoidal	Oblado esferoidal	Oblado esferoidal	Oblado esferoidal	Prolado	Oblado esferoidal		
	Amb	Eliptico	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular		
Tamaño		Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Muy pequeño	Pequeño		

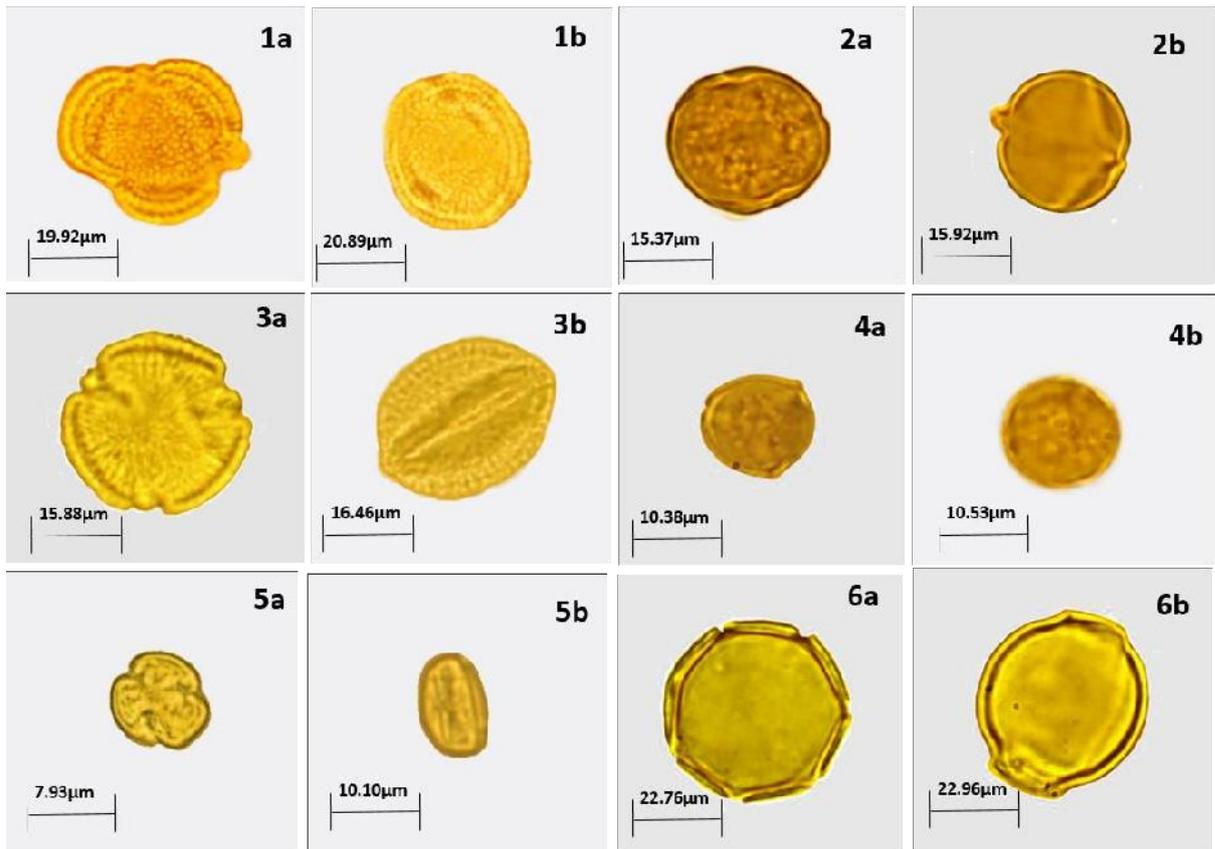


Figura 48: **1a- 1b** Vista polar y ecuatorial de *Cuscuta* sp1.; **2a- 2b** Vista polar y ecuatorial de *Solanum* sp2.; **3a- 3b** Vista polar y ecuatorial de *Cuscuta* sp2.; **4a- 4b** Vista polar de *Solanum* sp3.; **5a- 5b** Vista ecuatorial y polar de *Lycium* sp.; **6a-6b** Vista polar y ecuatorial de *Streptosolen jamesonii*.

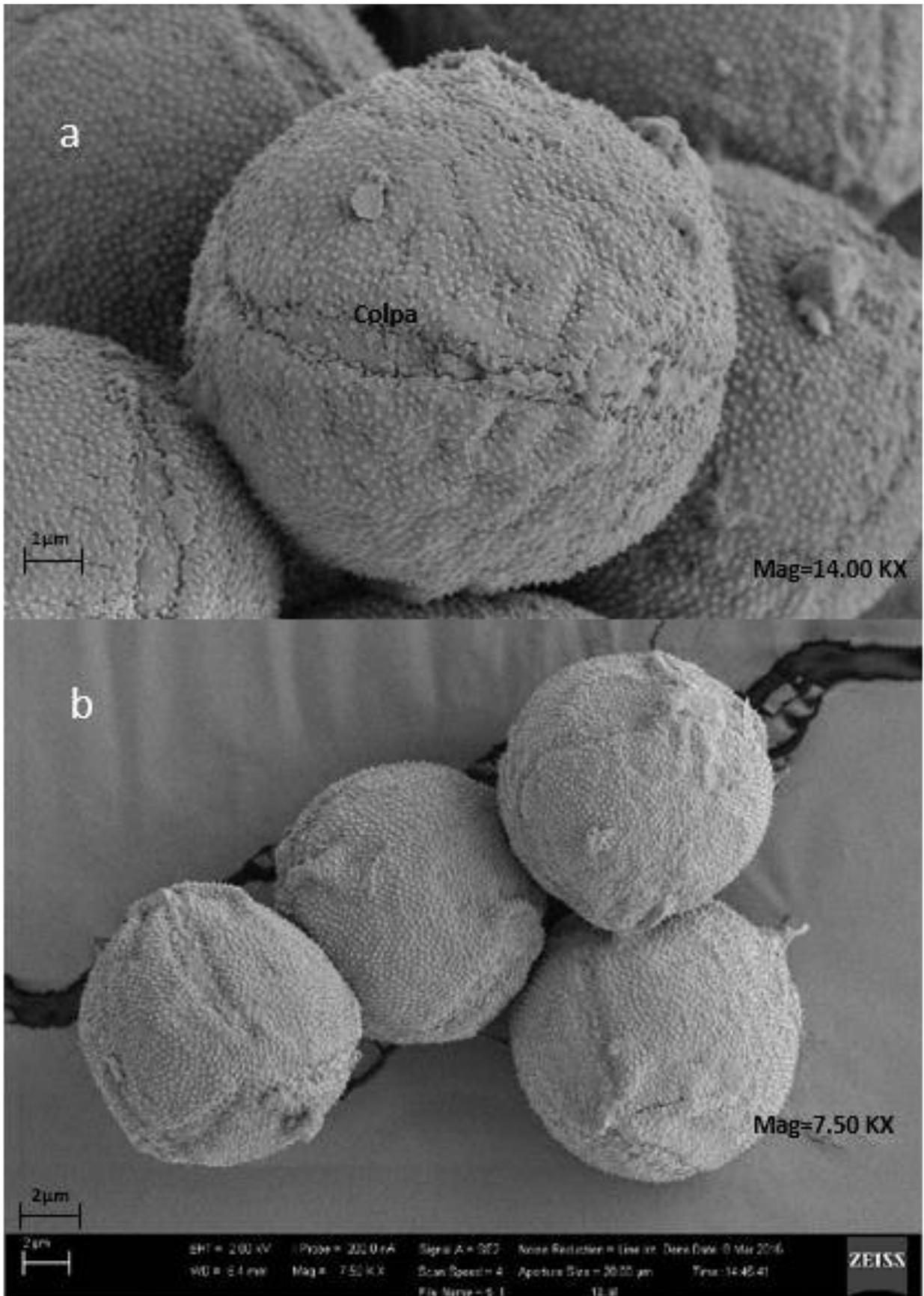


Figura 49: a. Vista ecuatorial de polen de *Lycianthes radiata*; b. Vista panorámica de polen de *Lycianthes radiata*.

5.4.23. ORDEN VITALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

a) Familia Vitaceae

- *Cissus sp.*- Polen tricolporado, Psilado, Isopolar, Radiosimétrico, P/E= 1.61, Prolado, Elíptico, pequeño. Grosor de exina= 1.00 (± 0.13).

Cuadro 27. Características palinológicas de especies del Orden VITALES.

ORDEN: VITALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)				
Familia			Vitaceae	
Especie			<i>Cissus sp.</i>	
C A R A C T E R Í S T I C A S	Tipo		Tricolporado	
	Ornamentación		Psilado	
	Polaridad		Isopolar	
	Simetría		Radiosimétrico	
	Dimensión promedio (μm)	Vista polar	Eje polar	12.50
			Desv. Estándar	± 0.54
		Vista ecuatorial	Eje Polar	31.70
			Desv. Estándar	± 3.88
			Eje Ecuatorial	19.66
			Desv. Estándar	± 3.13
	Relación P/E		1.61	
	Grosor de exina (μm)		1.00(± 0.13)	
	Longitud de Colpa (μm)		17.24(± 2.57)	
	Apertura de poro (μm)		1.00(± 0.13)	
	Forma	P/E		Prolado
Amb.		Elíptico		
Tamaño		Pequeño		



Figura 50: **1a-1b** Vista polar y ecuatorial de grano de polen de *Cissus* sp.

5.5. RELACION FILOGENÉTICAS DE LOS GÉNEROS EN ESTUDIO.

Los análisis de filogenia como los realizados en el APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group), se basan en estudios que emplean técnicas en biología molecular para la obtención de la secuencia de nucleótidos de marcadores moleculares (como el gen *rbcL* – subunidad larga de la enzima Rubisco) y así obtener las relaciones de parentesco entre las especies de estudio.

Usando la base de datos del GeneBank, se obtuvieron secuencias disponibles para 47 de los géneros colectados en el presente trabajo y así fueron aprovechados para elaborar el árbol

filogenético que nos permite obtener información sobre sus relaciones evolutivas, el mismo que fue corroborado con la morfología polínica correspondiente a cada uno de los géneros del presente trabajo (fig.51). Los 17 géneros restantes no han sido incluidos en la construcción del árbol debido a no encontrarse secuencias disponibles en la base de datos del Genebank.

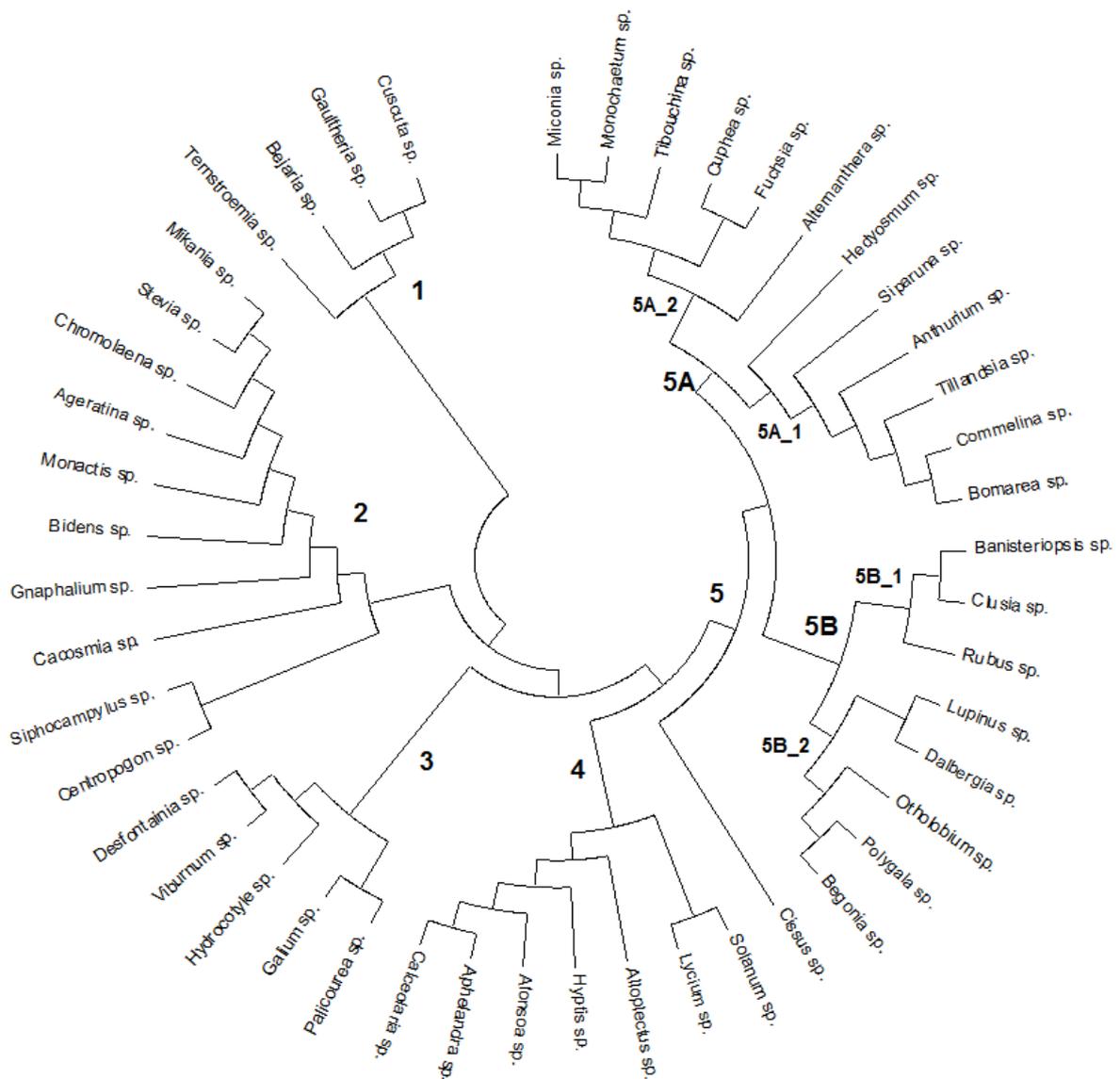


Figura 51.- Árbol filogenético representativo de 47 géneros mencionados en la tabla 2

Basándonos en la secuencia de nucleótidos de la subunidad larga de la enzima RuBisCo (*rbcL*), utilizando el programa Jalview (con el algoritmo de CULTALW2) para generar el alineamiento y el programa MEGA 7.0 para los análisis filogenéticos, los géneros fueron agrupados según su grado de parentesco lo cual es comparable con el nivel taxonómico obtenido de acuerdo a su morfología polínica, como se muestra en la Cuadro2.

VI. DISCUSIÓN

El presente trabajo desarrollado ha permitido no solamente estudiar la morfología polínica de las especies colectadas, si no también contribuir al estudio de la biodiversidad vegetal existente en los bosques relicto, especialmente en el bosque Upaypíteq en el distrito de Kañaris. Estos bosques relicto aún no han sido estudiados en toda su dimensión, en cuanto a vegetales, existe apenas el trabajo realizado por Llatas y Mesones (Llatas, S. & López, M., 2005), donde se aborda un estudio muy general de la composición florística. Generalmente las colectas de muestras vegetales se realizan en la época de buenas condiciones climáticas; sin embargo, en esta oportunidad se ha comprobado que existe un alto número de especies cuya floración se realiza en épocas de lluvia.

En este estudio pionero se describe la morfología polínica de 84 especies vegetales, a pesar de haber sido colectadas 121 especies, 37 no fueron procesadas debido a la contaminación que presentaron las muestras polínicas a causa de las lluvias intensas y constantes de la época. Cabe indicar que la Familia **Orchidaceae** con 15 especies y el Género *Gonolobus* de la familia **Apocinaceae** no fueron incluidos, debido a la fragilidad de su estructura polínica, la cual exige un tratamiento especial en fresco y bajo vacío, o fijación en Glutaraldehído al 3%, deshidratación en alcoholes y montaje en cinta de carbón conductivo, el cual se cubre con una capa de oro-paladio en un equipo de vacío para luego hacer la observación en Microscopio electrónico de barrido con sistema de imagen digital, haciendo imposible abordar su estudio en esta oportunidad.

Los mecanismos propios de autorregulación debido a estructura propia de los granos de polen, hace que la morfología no se ve afectada por las condiciones ambientales; por lo tanto, ha sido aceptada como un marcador fiable en la identificación taxonómica de las plantas superiores (Gunes et al, 2010).

6.1. ORDEN ALISMATALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.1.1. Familia Araceae

Dentro del orden Alismatales sólo se estudió la especie *Anthurium sp.*, perteneciente a la familia Araceae. *Anthurium sp.*, presentó características de polen reticulado y triporado, similares a las observadas para la especie *Anthurium andraeanum*, descrita por Erdtman G. (1986).

Así mismo, el género *Anthurium* registra valores promedio de diámetro entre 14 – 29 μm según reportado por (Van der Ham et al, 1998). En este trabajo, las observaciones del diámetro promedio para *Anthurium sp.* fue de 15.28 μm , encontrándose dentro de los valores reportados para este género.

6.2. ORDEN APIALES Nakai (1930)

6.2.1. Familia Araliaceae

La especie colectada *Hydrocotyle humboldtii* A. Rich presenta exina con ornamentación reticulada la misma que puede apreciarse en microscopio óptico, sin embargo la especie *Hydrocotyle bonplandii* A. Rich reporta una exina microreticulada, perceptible bajo microscopía electrónica, demostrando tener el mismo patrón de ornamentación variando en el tamaño de la ornamentación.

6.3. ORDEN ASTERALES Link (1829)

Las características observadas para el orden Asterales, de las 18 muestras estudiadas, son: granos de polen de forma tricolporado, isopolar, radiosimétrico y circular. Presentan tamaño pequeño, excepto *Stevia sp.* que es de tamaño muy pequeño.

En la familia Asteraceae presentan: forma tricolporado, con una ornamentación mayormente equinado y otros espinosos; especies de Familia Campanulaceae, poseen una ornamentación granulosa y en algunos casos reticulada.

6.3.1. Familia Asteraceae

La morfología polínica de la familia Asteraceae muestra que poseen granos de polen tricolporados (tres colporos) con escultura exínica equinada (Barrientos, 2006).

En el presente trabajo fueron estudiadas 15 especies (enlistadas en la tabla 3 de anexos), presentando forma tricolporada, 13 con ornamentación equinada y 2 espinosas, isopolares, radiosimétricas y presentando tamaño pequeño.

Algunos campos del cuadro resumen (como el margen de error), se encuentran vacíos y esto se debe a que se realizó medida a un solo espécimen en el ángulo requerido, por lo tanto, no habría rango de medidas que permita realizar esta actividad; Las causas para que suceda lo antes mencionado son numerosas, entre ellas tenemos, por ejemplo, que el número de granos de polen con vistas del mismo lado fueron insuficientes.

La morfología observada para la especie *Ageratina azangaroensis* presenta pequeñas diferencias en relación a la ornamentación cuando es comparada con *Ageratina gynoxoides* (Wedd) RM. King & H. Rob, donde esta última tiene exina con espinas muy pequeñas (casi imperceptibles a 1000X, la longitud de las espinas = 1.70 ± 0.48 , (Velasquez R., 1999).

Para la especie *Baccharis genistelloides*, se observó que presenta forma tricolporada y ornamentación equinada, mientras que la especie *Baccharis hogotensis* Kunth cuenta con granos oblato-esferoidales y exina espinosa (Velasquez R., 1999).

Fueron estudiadas dos especies del género *Bidens*: *B. andicola* y *B. pilosa*, ambas presentan granos de polen tricolporados e isopolares pero diferenciándose en su ornamentación, donde la primera presenta polen equinado, prolado esferoidal y la segunda ligeramente espinoso, oblado esferoidal. Comparando estos resultados con los observados por otros autores, para *Bidens triplinervia* Kunth var. *macralltha* (Wedd.) Sherff., observamos forma esferoidal y exina espinosa (espinas puntiagudas con columelas prominentes en sus bases) para esta especie (Velasquez R., 1999). Basado en estas observaciones, tanto la forma como la ornamentación podrían ser características utilizadas para la clasificación de las especies.

Los granos de polen de la especie *Munnozia senecionidis* son de forma tricolporado, con ornamentación equinado, isopolar, prolado y ámbito circular. Por otro lado, la especie *Munnozia jussieui* (Cass.) H. Rob; & Brettell presenta granos de forma oblato – esferoidales, con ornamentación espinosa y con ámbito triangular de lados convexos (Velasquez R., 1999).

Para *Stevia sp.* encontramos polen con forma tricolporado, ornamentaciones equinadas, isopolar esubprolado. A diferencia de la especie estudiada, *Stevia lucida* Lag. que posee granos de polen prolato-esferoidales y espinosos (espinas puntiagudas) (Velasquez R., 1999).

Como mostrado en el presente trabajo, observamos que las características morfológicas del polen varían (en diferente grado) de una especie a otra, permitiendo utilizarlas como marcadores complementares para la identificación de especies de la familia Asteracea. Las especies colectadas y no descritas en esta sección son especies reportadas por primera vez, motivo por el cual no son discutidas con otros trabajos de investigación.

6.3.2. Familia Campanulaceae

Fueron colectadas y estudiadas tres especies de la familia Campanulaceae, *Centropogon sp.*, *Siphocampylos angustiflorus* Schltr. & Zahlbr y *Siphocampylus cutervensis* Zahlbr. Estas presentan granos de polen tricolporados, isopolares, radiosimétricos, circulares y pequeños; diferenciándose en su ornamentación, donde *Centropogon sp* y *Siphocampylus angustiflorus* Schltr. & Zahlbr son granuloso mientras que *S. cutervensis* Zahlbr es reticulado.

Según estas características, *Centropogon sp.* se diferencia de *Centropogon ferrugineus* (L.f) Gleason en el formato prolado y con un ámbito esferoidal para este último (Velasquez R., 1999).

Las dos especies de *Siphocampylus* estudiadas se diferencian sólo en la ornamentación y polaridad del polen, siendo granulada e isopolar para *S. angustiflorus* y reticulado para *S. cutervensis*. Al ser comparadas con *S. retrorsus* Vatke, esta última se diferencia por presentar polen con forma prolada esferoidal y exina microreticulada (Velasquez R., 1999), mientras que con *S. funckeanus* Planch se diferencian no sólo en la forma prolada esferoidal sino también en la exina fina, tectada y rugulada (Forcone, A. et al., 2006). Con estas observaciones mostramos que tanto la forma y ornamentación pueden ser utilizadas para la identificación de especies del género *Siphocampylus*.

6.4. ORDEN BRUNALES Dumort. (1829)

6.4.1. Familia Desfontainiaceae

La única especie estudiada, *Desfontainia spinosa.*, presenta granos de polen tricolporados, oblados esferoidales y ámbito angular. Esta especie presenta diferencias con *D. spinosa* (Punt W. et al, 1966) en la forma, siendo oblado u oblado esferoidal y además presenta un ámbito angular o triangular.

6.5. ORDEN CARYOPHYLLALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.5.1. Familia Amaranthaceae

Dentro de las características observadas para la especie *Alternanthera porringes*, comparadas con las observadas para el género según lo reportado por (Chin , E.H.S. ; Lim, A.L., 2011), *A. porringes* presenta similitud de forma, simetría y polaridad con otras especies del mismo género, distinguiéndose de ellas en el número de aperturas (12 poros), forma (oblado esferoidal), tamaño y diámetro del grano.

6.6. ORDEN CHLORANTHALES R.Br.

6.6.1. Familia Chloranthaceae

La morfología de granos de polen de 7 especies de *Hedyosmum* (*H. bonplandianum*, *H. correanum*, *H. costarricense*, *H. goudotianum*, *H. racemosum*, *H. scaberrimum* y *H. brasiliense*) tiene como características generales y comunes: granos monados, heteropolares, radiosimétricos, de tamaño medio y con un diámetro que varía de 20 a 48µm (Martínez C. et al, 2013) (Monika Barth & Ferreria Barbosa , 1975). De los trabajos citados podemos decir que la especie *H.* presenta las mismas características para comparar con

nuestras observaciones y concluir que *Hedyosmum scabrum* posee características similares a *H. brasiliense*

6.7. ORDEN COMMELINALES Mirb. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.7.1. Familia Commelinaceae

Del Orden Commelinales, fueron colectadas sólo dos especies: *Commelina sp.*(1) y *Commelina sp.*(2). Estas especies presentan la siguiente morfología polínica: polen monosulcado, baculado, heteropolar, bilateral, oblado y tamaño mediano; Estas características están dentro de las esperadas para la familia Commelinaceae, diferenciándose sólo en las medidas (Poole & Hunt, 1980).

6.8. ORDEN CUCURBITALES Dumort (1829)

6.8.1. Familia Begoniaceae

Dos especies del género *Begonia*, de la familia Begoniaceae del orden Cucurbitales, fueron colectadas y estudiadas 2 especies (*Begonia sp1*, *Begonia sp2*). Estas presentaron en su morfología polínica granos tricolporados, estriados, prolados y siendo de tamaño muy pequeño. Estas características morfológicas fueron también observadas para *Begonia antioquiensis* Rusby, diferenciándose sólo en el ámbito trilobulado de esta (Velasquez R., 1999). Como observamos, la morfología polínica de este género persiste entre las tres especies a pesar de una de ellas ser de ambiente con un alto grado de humedad, lo cual confirma que el ambiente no es un factor que inflencie en la morfología.

6.9. ORDEN DIPSACALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.9.1. Familia Caprifoliaceae

La especie *Viburnum sp.*, de la familia XX, fue la única colectada y estudiada del orden Dipsacales. Ésta presenta granos de polen trizonocolpados, prolados, esferoidales, ámbito elíptico y de tamaño pequeño. Cuando comparamos estas características con *Viburnum anahaptista* Graebner, observamos diferencias en la forma (subprolatos y tricolporado) y el ámbito (esferoidal) (Velasquez R., 1999).

6.10. ORDEN ERICALES Bercht. & J.Presl (1820)

6.10.1. Familia Ericaceae

La familia Ericaceae se caracteriza por presentar granos de polen con morfología tetraedral y trizonocolporados (Perveen et al, 2013). De las dos especies descritas en el presente trabajo, *Bejaria sp.* y *Gaultheria tomentosa*, ambas poseen las características mencionadas anteriormente. Las diferencias entre estos géneros están en la ornamentación, en la forma de la vista ecuatorial y el tamaño del polen.

6.10.2. Familia Pentaphragaceae

Para la única especie estudiada de la familia Pentaphragaceae, *Ternstroemia jelskii*, observamos granos tetracolporados, con ornamentación psilada, isopolar, radiosimétrico y ámbito circular. Por el contrario, para la especie *Ternstroemia meridionalis* mutis ex L.f. son observados granos trocolporados, subprolatos y de ámbito triangular (Velasquez R., 1999). Podemos mencionar, con cautela debido al mínimo número de especies, que las características morfológicas polínicas para *Ternstroemia* complementarían la identificación de especies.

6.11. ORDEN FABALES Bromhead

6.11.1. Familia Fabaceae

La familia Fabaceae muestra granos de polen comúnmente tricolporados y reticulados (Gunes et al, 2010) (Ventura, Karen et al 2008). Fueron estudiadas tres especies de esta familia (*Otholobium mexicanum*, *Lupinus sp.*, *Dalbergia sp.*), observando estas características y además similitud en la polaridad, simetría, ámbito y tamaño entre las especies estudiadas. La única diferencia observada fue para *Dalbergia sp.*, la cual presentó granos zonocolporados en lugar de tricolporados.

Comparando estas observaciones con otras especies, notamos que hay diferencias significativas entre *Lupinus sp.* y *Lupinus polyphyllus*, la cual presenta granos prolado-esferoidales, subprolatos o prolatos y además son de mayor tamaño (entre 22 a 36 μm) (Forcone, A. et al., 2006). Con *Lupinus microphyllus* Desv., la diferencia continua en la forma (subprolatos) y además en la ornamentación (exina microreticulada o heteroreticulada) (Velasquez R., 1999). Finalmente en *Lupinus angustifolius*, fueron observados características similares en forma y ornamentación. (Cornell University, 2015).

Comparaciones entre especies de los géneros *Otholobium* y *Dalbergia* no fueron posibles de realizar por la falta de literatura.

6.11.2. Familia Polygalaceae

El polen de la familia Polygalaceae se caracteriza por ser: monado, isopolar o heteropolar, con simetría radial o bilateral, zonocolporado, variando desde pequeños a grandes y pudiendo ser oblados o peroblados. Además, puede tener una superficie psilada en el mesocolpium (Krachai P. et al. , 2009).

Dentro de esta familia, estudios de caracterización morfológica del polen se ha realizado en mayor grado en especies del género *Polygala*. Estas presentan gran variabilidad en su morfología, siendo: isopolar a heteropolar, de prolado a oblado en la vista ecuatorial, con ornamentación psilada, subpsilada o granular, desde 8 a 30 aperturas, policolporados o zonocolporados (Villanueva E. et al, 1986) (Banks, Hannah; Klitgaard, Bente B.; Claxton, Frances; Forest, Felix & Crane Peter B., 2008) (Krachai P. , 2009) (Perveen A. et al, 2001). La especie estudiada, *Polygala nermoralis*, presentó características peculiares como ornamentación escabrada, ámbito circular, 11-13 colporado; las otras características del género se mantienen.

6.12. ORDEN NALES Juss. ex Bercht. & J.Presl

6.12.1. Familia Rubiaceae

Los granos de polen de la Familia Rubiaceae se caracterizan por ser isopolares, radiosimétricos, de sub-prolado a prolado esferoidal (raramente oblado esferoidal, suboblado o prolado). Además, pueden ser colpados a pantocolpados, rugulado-reticulado y presentando una superficie espinulada o escabrada. (Perveen & Muhammad, 2007).

Fueron estudiadas tres especies de la familia Rubiaceae, dos del género *Palicourea* (*P. amethystina* y *P. tectoneura*) y una del género *Galium*. Las especies del género *Palicourea* presentan granos inaperturados, reticulados, apolares, radiosimétricos, prolados esferoidales, de ámbito circular y tamaño mediano; características también observadas para la especie *P. rigida* (Silveira J. et al, 2012).

Por otro lado, la especie *Galium sp.* se diferencia de estas en la forma zonocolpada, ornamentación espinada, isopolar y de tamaño pequeño; características que coinciden con lo reportado por Nazim. & Ehrend para la especie *G. tetraphyllum*.

6.13. ORDEN LAMIALES Bromhead (1838)

Fueron estudiadas 6 familias del orden Lamiales: Acanthaceae, Calciolariaceae, Gesneriaceae, Lamiaceae, Scrophulariaceae y Verbenaceae. Estas mostraron como características generales en la morfología de del grano de polen ser reticuladas, isopolar, radiosimétricos y presentando variación en la vista ecuatorial, ámbito y tamaño.

6.13.1. Familia Acanthaceae

Un estudio muestra que los granos de polen de la familia Acanthaceae son generalmente radiosimétricos, isopolares, raramente colpado o porados y presentando exina con ornamentación reticulada (Anjum & M., 2010). La única especie estudiada de esta familia,

Aphelandra acanthifolia, resultó ser un raro caso presentando polen monosulcado y bilateral.

6.13.2. Familia Calceolariaceae

Velasquez (2009) describe el polen de *Calceolaria* colombiana Pennell de forma prolato esferoidal, tricolporado y amb. Circular. En este trabajo se describe 3 especies de calceolarias (*C. pavonii*, *C. nivalis*, *C. sp.*), las cuales coinciden con las características descritas por Velásquez (2009)

6.13.3. Familia Gesneriaceae

De nuestras especies estudiadas como características generales observamos que son “pequeños” de forma tricolporado, isopolar, radiosimétrico y oblado esferoidal y amb. circular. En estudios realizados por da Silva et al (2010) para la familia Gesneriaceae describe como características generales que son isopolar, 3-colpado o 3 colporado y la forma de su polen va de desde sub oblado hasta prolado. Para el caso del género *Besleria* describe que las especies estudiadas fueron homogéneas en cuanto a su morfología (tricolpado) y forma (prolado) a excepción de *B. umbrosa* que posee forma tricolporado. De nuestras observaciones de *Besleria* sp, se diferencia solo en forma (tricolporado y oblado esferoidal), y en el caso de *Allopectus* sp los datos se corroboran con las características generales descritas para la familia.

6.13.4. Familia Lamiaceae

El polen de la familia Lamiaceae presenta granos tricolpados y hexacolpados, variando en forma desde oblato a prolato y en tamaño desde 25 a 60 μm ; existiendo casos excepcionales de 8 colpos. También presentan una ornamentación generalmente reticulada (Orsini G. et al, 2006). En nuestras observaciones de *Hyptis* sp. se observó polen zonocolpado (6poros) y de ornamentación reticulada, coincidiendo así con las características generales descritas para la

6.13.5. Familia Scrophulariaceae

En nuestro trabajo se estudió dos especies del género *Alonsoa* (*A. meridionalis*, *A.sp.*), ambas presentando polen tricolporado, reticulado, isopolar, radiosimétrico, sub-prolado, de ámbito circular y tamaño pequeño. Estas características están dentro de las descritas para la familia Scrophulariaceae (Velasquez R., 1999).

6.13.6. Familia Verbenaceae

Fueron estudiados los granos de polen de tres especies de la familia Verbenaceae: *Minthostachys* sp.1, *M. sp.2* y *Duranta sprucei*. Las características del género

Minthostachys muestran diferencias relevantes en la forma (Zonocolporado), vista ecuatorial (sub-oblado) y ámbito (elíptico) cuando es comparado con *Duranta sprucei* (tricolporado, oblado esferoidal, angular). Mientras que estudio hecho en 4 especies de *Duranta*: *D. coriacea*, *D. repens*, *D. skottsbergiana*, *D. serratifolia*, y *D. triacantha*, nos muestra que los valores de su forma varían desde Sub-Oblado hasta Oblado esferoidal. (Bhoj, 1983)

6.14. ORDEN LAURALES

6.14.1. Familia Siparunaceae

Estudiamos dos especies del género *Siparuna*, perteneciente a la familia Siparunaceae, las cuales presenten diferencias significativas en su morfología polínica. *Siparuna muricata* tiene forma inaperturada, ornamentación microespinada, isopolar radiosimétrico, oblado esferoidal y ámbito circular. Por otro lado, *Siparuna sp.1* presenta forma dicolada, ornamentación reticulada, sub-oblado y ámbito elíptico. Comparando la morfología polínica con la especie *Siparuna macrophyla* DC, esta presenta similitud en la forma inaperturada y esferoidal (con *S. muricata*) pero diferenciándose de ambas en la ornamentación granulosa con columelas ligeramente visibles a 100x (Velasquez R., 1999) (Scherer & Absy, 2011).

6.15. ORDEN LILIALES Perleb (1826)

6.15.1. Familia Alstromeriaceae

El género *Bomarea*, representante de la familia Alstromeriaceae, fue estudiado mostrando características morfológicas comunes entre las tres especies colectadas. Dentro de estas características están forma monosulcado, ornamentación reticulada, isopolar y bilateral, y ámbito elíptico; la única diferencia observada fue en la vista ecuatorial perprolada para *B. superba* mientras que *B. ditichifolia* y *B. purpurea* tienen vista ecuatorial prolada. Las características generales observadas para este género fueron también vistas en diversas especies (Golam Sarwar et al, 2015).

6.16. ORDEN MALPIGHIALES Juss. ex Bercht. & J.Presl

6.16.1. Familia Clusiaceae

Las dos especies del género *Clusia* estudiadas, de la familia Clusiaceae, presentan granos de polen tricolporados, reticulados, isopolares, radiosimétricos y tamaño pequeño. Las diferencias son observadas en la forma desde la vista ecuatorial y ámbito, donde *C.*

clusioides presenta granos prolados esferoidal y circulares mientras que *C. sp.* tiene granos sub-prolados y de ámbito elíptico. Estas observaciones están dentro de las reportadas como características de la especie (pequeños o medianos, isopolares, triporados o tricolporados, con exina rugulada o reticulada) (Vania G. & et al, 2001).

6.16.2. Familia Hypericaceae

Los granos de polen en esta familia se caracterizan por ser mónados, isopolares, tricolporadas, de exina tectada o semitectada, con ornamentación reticulada y estriada. (Velasquez R., 1999) (Mercado-Gómez, Jorge D., Jiménez-Bulla, Luis Carlos & Sánchez-Montaño, Luis Roberto, 2013). La especie estudiada *Vismia pozuzoensis Engl.* presentó granos con características muy similares a las anteriormente mencionada, diferenciándose en la polaridad (heteropolar) y además mostrando granos de ámbito angular (característica que la diferencia con las otras especies de las familias estudiadas en este orden)

6.16.3. Familia Malpighiaceae

La familia Malpighiaceae se caracteriza por exhibir granos monadas, apolares o isopolares, variando su tamaño de pequeños a largos, con ámbito circular o cuadrangular, oblado esferoidales o prolado esferoidales, tricolporadas con una colpa larga y endoapertura alongada o hexaporado (hepta- u octa- en algunos casos), con ornamentación psilado rugulado, rugulado o microreticulado. (Belonsi et al. , 2015) (Sousa, Saulo M. et al., 2010). La única especie estudiada, *Banisteriopsis sp.*, se diferenció por presentar granos pantoporados y con ornamentación rugosa; las otras características estuvieron dentro de las esperadas para especies de esta familia.

6.17. ORDEN MYRTALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

Estudiamos cuatro familias del orden Myrtales (siendo 10 especies colectadas en su totalidad): Lythraceae, Melastomataceae, Myrtaceae y Onograceae. La morfología polínica observada para este orden presenta granos en su mayoría Zonocolporados (7 de 10 especies), siendo todos isopolares y radiosimétricos pero presentando gran variación en su vista ecuatorial y ámbito.

6.17.1. Familia Lythraceae

La única especie estudiada de esta familia, *Cuphea sp.*, presentó granos de polen tricolporados (diferenciándose con lo mencionando en la descripción del orden), ornamentación estriada, sub-oblado y de ámbito angular, características similares ya observadas (Graham & Graham, 1966).

6.17.2. Familia Melastomataceae

La morfología del polen de esta familia presenta una gran variabilidad, sin embargo, a nivel de género es más conservada mostrando polen radialmente simétrico y pudiendo encontrar heterocolpados, sincolpados o estefanocolpados, la exina puede presentar ornamentación psilada, escábrida o rugosa. Debido a esta gran variabilidad en la morfología polínica, esta familia es considerada como eurinopalinológicas (que ocupan un largo número de hábitats y biomas) (Mercado-Gómez et al, 2013).

Basado en las observaciones de las 7 especies estudiadas, podemos mencionar como características de la familia granos zonocolporados y de ornamentación escabrada. De las especies estudiadas, *Axinaea nitida* se caracteriza por tener granos oblado esferoidales y de ámbito circular; tanto *Miconia sp.* como *M. denticulata* presentan granos de ámbito hexagonal, pero diferenciando en la forma prolada y oblado esferoidal, respectivamente; *Brachyotum cutervoanum.* y *B. figueroae* presentan también ámbito hexagonal, pero diferenciando en granos prolados para *B. cutervoanum.* y prolados esferoidal para *B. figueroae.* La especie *Tibouchina mariae* presenta granos prolado esferoidal y de ámbito hexagonal mientras que la especie *Monochaetum lineatum* se caracteriza por granos prolado esferoidal y de ámbito angular.

6.17.3. Familia Onograceae

La familia Onograceae se caracteriza por presentar granos en forma de tetradas o monadas, de simetría radial e isopolares, siendo mayormente de forma oblada y trizonocolpados (Brown, 1967).

El género *Fuchsia* presenta polen como hilos viscin (peculiar en el género) y aberturas que sobresalen. Los granos son comúnmente biaperturado y con simetría bilateral, aunque un número de especies presentan granos tricolporados y radiosimétricos. Como resultado de estos estudios, los caracteres taxonómicos más útiles dentro del género han demostrado ser el número de aberturas, la morfología hilos viscin y el tamaño de grano de polen. (Berry, 1985).

La especie estudiada, *Fuchsia sp.*, presentó algunas de las características antes mencionadas como granos triporados, simetría isopolar, radiosimétricos y oblados, presentando además ornamentación verrucada y ámbito triangular.

6.17.4. Familia Myrtaceae

Una especie de la familia Myrtaceae, *Myrteola nummularia* O, Berg., mostró tener granos de forma tricolporado, con 3 o 4 aberturas, ornamentación verrucada, ámbito triangular y vista ecuatorial de forma oblado (Haberle, 1994). Comparado con estas

observaciones, la especie estudiada *Myrteola sp.* muestra diferencias en la ornamentación (psilado), en la forma oblado esferoidal y ámbito angular.

6.18. ORDEN POALES Small

6.18.1. Familia Bromeliaceae

Los granos de polen del género *Tillandsia* pueden presentarse en monadas de formas esferoidales, elípticas, subcirculares u oblatos, sulcados y en menores casos inaberturados, heteropolares y bilaterales, ornamentación reticulada (que va de heteroreticulada a microreticulada) y además son simplibaculados (Velasquez R., 1999) (Heussler, 1971). De las dos especies estudiadas, *T. sp.* y *T. complanata Benth.*, podemos observar que ambas presentan simetría radial, son isopolares y de tamaño pequeño. Las diferencias son vistas en la forma monada para *T. sp.* mientras que *T. complanata Benth.* es monosulcada, en la ornamentación escabrada y reticulada, respectivamente y en la forma sub-prolada y ámbito circular para *T. sp.* mientras que *T. complanata Benth.* cuenta con granos prolados y elipsoides.

6.19. ORDEN RANUNCULALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.19.1. Familia Papaveraceae

En esta familia describimos a *Boconia integrifolia Bonpl.* como triporado, reticulado, isopolar, radiosimétrico, oblado esferoidal y de ámbito circular. Pero, al ser comparada con otro miembro de la familia, *Eschscholtzia californica*, encontramos diferencias como la presencia de granos pentacolpados o hexacolpados, que varían de esferoidales, prolado-esferoidales a subprolados y ornamentación microequinada (la superficie de la exina se observa rugulada al MEB con microespinas sobre las rúgulas. Los muros negativos del retículo observados con MO, se corresponden con los espacios entre las rúgulas) (Forcone, A. et al, 2006).

6.19.2. Familia Ranunculaceae

En el presente trabajo fue estudiada la especie *Ranunculus praemorsus.*, la cual presentó granos periporados, reticulados, isopolares, radiosimétricos, oblatos esferoidal y de ámbito circular. Esta especie se diferencia de *Ranunculus repens* en los granos tetracolpados a sincolpados, en la forma que puede ser de oblato-esferoidales, esferoidales a prolato-esferoidales y la ornamentación escábrida, microequinada con perforaciones (Forcone, A.

et al., 2006). Por otro lado, comparando las diferencias con *Ranunculus nubigenus* Kunth ex DC., encontramos que esta última presenta granos con ámbito triangular de lados convexos, sonricolpados y ocasionalmente tetracolpados y ornamentación con exina microequinado o escabrada. Finalmente, *Ranunculus peruvianus* Pers. Se diferencia por la forma tricolporada y tetracolporada (50% - 50%) y ocasionalmente 5 colpados, con exina microequinada (Velasquez R., 1999).

6.20. ORDEN ROSALES Bercht. & J.Presl (1820)

6.20.1. Familia Rosaceae

La especie *Rubus adenothallus* descrita en el presente trabajo, presentó granos de polen triporados, con ornamentación reticular, isopolares, radiosimétricos, oblados esferoidal y ámbito circular. Estas observaciones mostraron diferencias con las ya reportadas para *Rubus bogotensis* Kunth, la cual presenta polen prolato, tricolporoidados con exina microreticulada. (Velasquez R., 1999).

6.20.2. Familia Urticaceae

La familia Urticaceae estuvo representada por la especie *Phoenax sp.* en el presente trabajo de investigación. Vemos que presenta polen triporado, exina tectada, isopolar, radiosimétrico, oblado esferoidal y de ámbito elíptico. Comparandola con las características descritas para *Urtica melastomoides* Poir., vemos diferencias como polen biporados (con poros casi imperceptibles) y en la ornamentación psilada (Velasquez R., 1999).

6.21. ORDEN SANTALES R.Br. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.21.1. Familia Loranthaceae

La especie representante de esta familia, *Aetanthus coriaceus* mostró granos de polen tricolporados, reticulados, isopolares, radiosimétricos, oblados y de ámbito triangular. Al ser comparadas con las características de la especie *Aetanthus colombianus* A.C. Sm., observamos similitud en la forma oblado y ámbito triangular pero diferenciándose en la ornamentación psilada (Velasquez R., 1999).

6.22. ORDEN SOLANALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.22.1. Familia Convolvulaceae

Fueron estudiadas dos especies del género *Cuscuta*, ambas presentaron granos baculados, isopolares y radiosimétricos. Las diferencias observadas fueron en la forma trizonocolporada para *C. sp.1* mientras que *C. sp.2* presentó granos tricolporados, el ámbito elíptico y forma oblada esferoidal para *C.sp.1* y *C. sp.2* presentando ámbito circular y forma oblado esferoidal. Estas características al ser comparadas con *C. grandiflora* Kunth,

muestran diferencias en polen pantoporados (± 9 poros) y de exina granulosa (Velasquez R., 1999).

Comparando las características del género *Cuscuta* con las del género *Calystegia* (*Calystegia sepium* (L.) R. Br.), observamos diferencias en la polaridad (apolares) y la ornamentación (microequinado) pero similitud en la forma pantoporada (Forcone, A. et al., 2006)

6.22.2. Familia Solanaceae

Los granos de polen de la familia Solanaceae son usualmente radiosimétricos, isopolares, de tamaño pequeño a mediano (12 - 50 μ m), de forma 3-zonocolporado, 3-zonocolporoidado o criptaperturado, raramente 2-4-zonocolporado y 6-pantocolporado (1x4x1), de prolado-esferoidales a oblado esferoidales o suboblado a subprolado, tricolporado, y con ornamentación muy variable: equinado, estriado, rugulado, reticulado y granuloso (Al-Quran, 2004) (Polo, J. et al., 1986) (Perveen, A & Qaiser, M, 2007) (Rodrigues Batista-Franklin et al., 2008).

Nosotros estudiamos 5 especies de Solanaceas, presentando granos radiosimétricos, isopolares, de ámbito circular y tamaño pequeño. De estas especies, *Lycium* sp.1, *Solanum* sp.1, *Solanum* sp.3 y *Solanum* sp.4 presentan granos reticulados mientras que *Streptosolen jamesonii* tiene granos estriados. Las especies *S. sp.2.*, *S. sp.2.*, *S. Lycanthes radiata* y *Lycium* sp. presentan granos tricolporados en comparación con *S. sp.3* que tiene trizonocolporados y *S. jamesonii* heptacolporados. En relación a la vista ecuatorial, *S. sp.3.*, *S. sp.4* y *S. jamesonii* tienen granos oblado esferoidal mientras que *S. sp.2* tiene granos prolado esferoidal y *Lycium* sp.1 granos prolados. Observaciones con otras especies muestra que *Lycium* presenta polen 3-zonocolporado indicando que el modelo de ornamentación permanece constante, aunque con alguna tendencia a la reticulación. En general, es un polen de este género con ornamentación estriada-rugulada (Polo J. et al. , 1986) (Perveen A. et al, 2007).

En el género *Solanum* fue reportado granos de polen 4-zonocolporado y 6-pantocolporado (1x4x1) con ornamentación muy variable y tamaños de pequeño a mediano. (Al-Quran, 2004) (Polo, J. et al, 1986) (Perveen, A & Qaiser, M, 2007).

Presentan simetría radial, son isopolares, tricolporados zono-aperturados, prolados, subprolados o esferoidales y con ornamentación tectada, columnada, equinada o puntada (Lashin, 2012) (Rodrigues B. et al , 2008).

6.23. ORDEN VITALES Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

6.23.1. Familia Vitaceae

El polen de la familia Vitaceae se caracteriza por ser monado, de tamaño pequeño, radiosimétrico, esferoidal, subtriangular, tectado y reticulado (Cornell University, 2015). *Cissus* sp., especie estudiada en el presente trabajo, presentó granos de polen tricolporados, con ornamentación psilada, isopolar y radiosimétricos, prolados y de ámbito elíptico. Por otro lado, reportes en la especie *Vitis vinifera* muestra que posee polen tricolporado e inaperturado (Pollenatlas, 2016), mientras que *Vitis palmate* tiene granos prolado-esferoidal, igualmente tricolporado y de ornamentación suave a finamente reticulada, psilado cerca de los márgenes de las aperturas (Missouri Pollen Project, 2011).

Relación filogenética

Análisis de filogenia entre 47 géneros de los diferentes órdenes estudiados, muestra que hay relación entre la distribución de los géneros en 7 ramas en el árbol filogenético y las características morfológicas polínicas observadas en el presente trabajo de investigación.

La primera rama (1) alberga los géneros *Ternstroemia*, *Bejaria*, *Gaultheria* (del orden Ericales) y *Cuscuta*. (Orden Solanales). A su vez observamos que la rama se divide en dos, donde *Ternstroemia* presenta polen tetracolpado y muy pequeño mientras que los otros géneros tienen granos tricolpados. Además, observamos que *Bejaria* posee granos medianos mientras que las otras dos mantienen el tamaño pequeño. Otra diferencia observada, y que podría explicar el mayor grado de parentesco entre *Cuscuta* y *Gaultheria*, es que ambas presentan granos oblados esferoidales mientras que *Bejaria* tiene granos sub-oblados.

Una explicación para el porqué de *Cuscuta*, siendo una Solanaceae, esté ubicada dentro de la misma rama que las Ericales es la secuencia de nucleótidos utilizada para hacer el análisis filogenético. Para este género se utilizó una secuencia parcial del gen *rbcL* que constaba de 564 pb mientras que la secuencia de los otros géneros es de aproximadamente 1200 pb, siendo que la región disponible de *Cuscuta* podría presentar un mayor grado de parentesco con las Ericales que con las Solanales, esto es sin duda uno de los puntos débiles de la filogenia utilizando la secuencia de DNA por lo tanto se recomienda emplear secuencias completas para evitar errores como este; para *Cuscuta* era la única secuencia disponible.

La segunda rama (2) presenta géneros del orden Asterales, los cuales a su vez pertenecen a las familias Asteraceas (*Cacosmia*, *Gnaphalium*, *Bidens*, *Monactis*, *Ageratina*, *Chromolaena*, *Stevia* y *Mikania*) y Campanulaceas (*Siphocampylus* y *Centropogon*). En el árbol filogenético, observamos que los géneros que pertenecen a la misma familia se agrupan en las mismas ramas y relacionando esta distribución con la morfología polínica tenemos que los géneros de la familia Campanulaceae presenta granos con exina granulosa o reticulada mientras que los de la familia Asteraceae granos con exina equinada o espinosa. Los géneros de la familia Asteraceae presentan granos equinados, excepto en *Bidens* y *Ageratina* que son espinosas, pero diferenciándose en su forma que va desde prolado, prolado esferoidal, oblado a oblado esferoidal.

La tercera rama (3) agrupa cuatro órdenes: Gentianales, Brunales, Dipsacales y Apiales. Podemos observar que los géneros del orden Gentianales se agrupan en un clado (*Galium* y *Palicourea*), diferenciándose de los otros ordenes por tener ambos géneros granos circulares. Además, observamos un mayor grado de parentesco entre el orden Apiales (*Hydrocotyle*) y Dipsacales (*Viburnum*) pues presentan ambos pólenes elípticos diferenciándose de las Brunales (*Desfontainia*) que tienen granos angulares.

En la cuarta rama (4) encontramos a las Solanales (*Solanum* y *Lycium*) y Lamiales. Dentro de las Solanales, se observa diferencias en el tamaño y en la forma, siendo *Solanum* pequeño y prolado esferoidal mientras que *Lycium* es muy pequeño y prolado. En las Lamiales, *Alloplectus* es psilado mientras que los demás son reticulados, lo que podría explicar porque se encuentra en un extremo del grupo; *Hyptis* es zonocolpado, mientras que *Alonsoa* y *Calceolaria* son tricolporados. Finalmete *Aphelandra* presenta granos monosulcados.

En la quinta rama (5) se observan dos subramas, en la primera encontramos a *Cissus* que es psilado y la segunda subrama se divide a su vez en 5A y 5B. En la Subrama 5A hallamos a Myrtales (Melastomataceae, Lythraceae y Onograceae), Caryophyllales (Amarathaceae), Chloranthales (Chloranthaceae), Laurales (Siparunaceae), Poales (Bromeliaceae), Commelinales(Commelinaceae) y Liliales(Alstromeriaceae); Esta subrama se dividirá a su vez en dos grupos, el primer grupo (5A_1) incluye a los órdenes Chloranthales (Chloranthaceae), Laurales (Siparunaceae), Poales (Bromeliaceae), Commelinales(Commelinaceae) y Liliales(Alstromeriaceae); *Hedyosmum* tiene granos de polen que van desde clavado a psilado y pueden ser policolpados a sincolpados, a diferencia de *Siparuna* que posee granos inaperturados y microespinados; Las monocotiledóneas de esta subrama, tienen en su mayoría

granos de polen reticulado y pequeño, a diferencia de *Commelina* que tendrá granos de polen baculados y muy pequeños; *Anthurium* será tricolporado y las demás (*Tillandsia*, *Commelina* y *Bomarea*) tendrán granos de polen monosulcados; el segundo grupo incluye a Myrtales y Caryophyllales (5A_2); Por tanto, observamos que *Alternanthera* posee granos de polen fenestrados y en algunos casos pantocolpados, además de ser reticulados, en comparación con *Cuphea* que es tricolporado y estriado, y *Fuchsia*, trizonocolporado y verrucado. Por otro lado, las Melastomataceas presentes en esta rama se diferencian por ser zonzolporados y escabrados todos, diferenciándose entre ellos por el tamaño. En 5B encontramos a Fabales (Fabaceae y Polygalaceae), Cucurbitales (Begoniaceae), Malphigiales (Malphigiaceae y Clusiaceae) y Rosales (Rosaceae). Al comparar dentro de la subrama 5B, en 5B_1 hallamos que *Banisteriopsis* es pantoporado, oblado-esferoidal y rugoso, mientras que *Clusia* y *Rubus* son tricolporado y reticulado, pero se diferencian en que la primera es prolado-esferoidal y la segunda es oblado-esferoidal; la siguiente rama también se subdivide (5B_2), aquí encontramos a las Fabaceas que se diferencian porque *Dalbergia* es zonocolporado, mientras que *Lupinus* y *Otholobium* son Tricolporados; Hallamos también que *Polygala* será 11-13colporado y escabrado, mientras que *Begonia* es tricolporado y estriado.

La amplia diversidad de las comunidades vegetales que presentan los bosques relictos y de manera especial el bosque de Upaypiteq en el distrito de Kañaris, precisa de estudios que permitan documentar las especies vegetales que poblan estas zonas; de manera particular con el presente trabajo se da inicio a una importante documentación sobre la morfología polínica de las distintas especies vegetales que en la época de febrero a mayo se encuentran en floración, época que coincide con la presencia de lluvias en la zona.

En este estudio se describe por primera vez para la zona la morfología polínica de 84 especies vegetales, a pesar de haber sido colectadas 121 especies, 35 no fueron procesadas debido a la contaminación que presentaron las muestras polínicas a causa de las lluvias constantes de la época.

La Familia Orquidiaceae con 15 especies y el Género *Gonolobus* de la familia Apocinaceae, no fueron incluidos, debido a la fragilidad de su estructura polínica, la cual exige otro Procedimiento en fresco y bajo vacío, o fijación en Glutaraldehído al 3%, deshidratación en alcoholes y montaje en cinta de carbón conductivo, el cual se cubre con una capa de oro-paladio en un equipo de vacío para luego hacer la observación en Microscopio electrónico de barrido con sistema de imagen digital.

La morfología del polen no se ve afectada por las condiciones ambientales; por lo tanto, ha sido aceptada como un marcador fiable en la identificación taxonómica de las plantas superiores (Gunes et al, 2010).

VII. CONCLUSIONES

- El presente estudio constituye uno de los primeros en descripción palinológica de las especies en floración (Febrero - Mayo 2015) del Bosque Nublado de Upaypitaq. en la que encontramos 84 especies distribuidas en 68 géneros de 39 órdenes.
- La forma más común es oblado- esferoidal.
- Según unidades de polen, la unidad de polen más abundante es la mónada, pero también están presentes en cantidades más pequeñas tétradas (Ericaceae y Pentaphragmataceae).
- Según sus aberturas, el polen tricolporado se encuentra en abundancia (Asteraceae, Calceolariaceae, Campanulaceae, Chlorantaceae, Clusiaceae, Columelliaceae, Fabaceae, Loranthaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Myrtaceae y Solanaceae), el polen inaperturado lo encontramos en la especie *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav A. DC. (Siparunaceae) y el género *Palicourea* (Rubiaceae); El polen monosulcado está presente en el género *Bomarea* (Alstromeriaceae).
- Poseen tamaños que van desde “muy pequeño” a “mediano”, siendo *Begonia sp. 2* la especie con el polen más pequeño 6.50µm de diámetro y *Aphelandra acanthifolia* el de mayor tamaño (54.45 µm)
- La familia más abundante en esta colección es Asteraceae con 15 especies, después de Melastomataceae y Solanaceae con siete especies cada uno.
- Se confirma los siguientes reportes para el bosque montano de Kañaris: *Calceolaria pavonii*, *Aetanthus coriaceus*, y *Palicourea tectoneura*.
- La morfología del polen no se ve afectada por factores ambientales, se puede afirmar que es una herramienta fiable y muy útil en la identificación de especies vegetales.
- Con 47 géneros se construyó el árbol filogenético que ha permitido tener información sobre las relaciones evolutivas entre los géneros del presente trabajo; 17 géneros no fueron incluidos en la construcción del árbol por no encontrarse secuencias de nucleótidos de la subunidad larga de la enzima Rubisco disponibles en la base de datos.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con los trabajos de investigación en morfología polínica, en otros sectores de los bosques de Kañaris.
- Utilizar Microscopia Electrónica de Barrido, con la finalidad de obtener imágenes de mayor calidad, sobre todo de especies que presentan granos de polen muy pequeños, que imposibilitan describir sus características en microscopio óptico.
- Realizar nuevas colectas de las especies no identificadas con la finalidad de determinar si son especies reportadas o resultan ser nuevas para la ciencia.
- Realizar colectas en otras estaciones del año para realizar trabajos de descripción palinológica de las especies en floración de la época.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Al-Quran, S. (2004). Pollen Morphology of Solanaceae in Jordan. *Pakistan Journal of Biological Sciences* V.7, N. 9, 1586-1593.
- Anjum, P., & M., Q. (2010). Pollen Flora of Pakistan-LXVII: ACANTHACEAE. *Pak. J. Bot., Special Issue (S.I. Ali Festschrift)*, 42: 175-191, 2010.
- Balarino, M. L., et al. (2012). PALINOLOGÍA DE LA FORMACIÓN ANDAPAICO (CISURALIANO-GUADALUPIANO), PRECORDILLERA CENTRAL SANJUANINA (ARGENTINA) CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS REGIONALES. *Revista Brasileña de Paleontología*, 15(3):281-299.
- Banks, H. et al. (2008). Pollen morphology of the family Polygalaceae (Fabales). *Botanical Journal of the Linnean Society* 156, 253 - 289.
- Barrientos, M. E. (2006). *Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, ESCUELA DE BIOLOGÍA.
- Belonsi, T. et al. (2015). Pollen morphology of Malpighiaceae from Brazilian forest fragments. *Brazilian Journal of Botany* v.38, i. 2, 379-393.
- Berry, P. E. (1985). The Systematics of the Apetalous Fuchsias of South America, Fuchsia Sect. Hemsleyella. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 72(2) pp. 213-251.
- Bhoj, R. (1983). "A contribution to the Pollen Morphology of Verbenaceae". *Review of Palaeobotany and Palynology*, 343-422.
- Bravo, J. D. (2014). Pollen morphology of peruvian Prosopis (Fabaceae). *Journal of Global Biosciences* Vol. 3, N.4, 714 - 724.
- Brown, C. A. (1967). POLLEN MORPHOLOGY OF THE ONAGRACEAE. *Review of Palaeobotany and Palynology - Elsevier Publishing Company, Amsterdam*, 3: 163-180.
- Chin, E.H.S. ; Lim, A.L. (2011). Comparative pollen morphology of three Alternanthera species (Amaranthaceae). *Gardens' Bulletin Singapore*, 63(1 & 2): 479-491.
- Chin, E., & Lim, A. (2011). Comparative pollen morphology. *Gardens' Bulletin Singapore*, 479-491.
- Cornell University. (15 de Junio de 2015). *Pollen Grains Reference Library*. Obtenido de <http://blogs.cornell.edu>: <http://blogs.cornell.edu/pollengrains/category/vitaceae/>
- da Silva Fourny, A. et al. (2010). Palinología de espécies de Gesneriaceae Rich. & Juss. ocorrentes no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botânica de Brasil*, 812-824.
- Delgado, G. (1982a). Modelo preliminar de la flora palinológica macrotérmica – xerofítica arbórea y arbustiva del departamento de Lambayeque. *III Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Nacional de Botánica*. Lima - Peru: SPB (Sociedad Peruana de Botánica).

- Delgado, G. (1982b). Morfología Polínica de una especie singular: *Batis maritima* L. *XVII Congreso de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*. Tunja-Colombia: Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas.
- Delgado, G. (1982c). Morfología polínica de tres especies del género *Capparis* en el Departamento de Lambayeque. *III Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Nacional de Botánica*. Lima-Perú: SPB (Sociedad Peruana de Botánica).
- Delgado, G. (1984). Morfología Polínica del Algarrobo (*Prosopis* sp.) en el departamento de Lambayeque. *Revista Científica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Año 4 - N. 1*.
- Erdtman, G. (1986). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms*. Leiden, Países bajos: E. J. Brill.
- Erdtman, G. (1943). *An Introduction to Pollen Analysis*. Waltham, Mass.: Chronica Botanica Company.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. A revised description. *Sven Bot.*, 561-564.
- Fernández, I., & Díez, M. J. (1990). Algunas consideraciones sobre terminología palinológica. I, Polaridad y Simetría. *Lagascalia* v. 16, n. 1, 51-60.
- Forcone, A. et al. (2006). Polen de las Mieles de la Patagonia Andina (Chubut-Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* V. 41 N. 1-2.
- Forcone, A. et al. (2006). Polen de las Mieles de la Patagonia Andina (Chubut-Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* Vol. 41, Núm. 1-2.
- Golam S. et al. (2015). Pollen morphology and its taxonomic significance in the genus *Bomarea* Mirb. (Alstroemeriaceae) – II. Subgenus *Bomarea*. *Acta Botanica Brasilica*, 29(4): 586-596.
- Gonçalves-Esteves, V. et al. (2001). Estudo polínico em plantas de restinga do Estado do Rio de Janeiro - Clusiaceae Lindl. *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, n.4, 527-536.
- Graham, A., & Graham, S. A. (1966). *Review of Palaeobotany and Palynology*- Elsevier Publishing Company.
- Gunes, Fatma & Cirpici, Ali. (2010). Pollen Morphology of the genus *Lathyrus* (Fabaceae) section *Cicerula* in Thrace (European Turkey). *Acta Botanica Croatica* V. 69, N. 1, 83-92.
- Haberle, S. (1994). Pollen and spores of Southern Chile and The Juan Fernandez Archipelago. *Research School of Pacific and Asian Studies*, 68.
- Heussner, C. (1971). *Pollen and Pores of Chile*. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
- Isayama, V. (1988). *Morfología polínica de algunas especies de la flora del departamento de Lambayeque*. Lima - Perú: Centro de investigación de zonas áridas, Universidad Nacional Agraria la Molina N° 6. .

- Juárez, M. E. (2006). *Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Krachai, P. et al. (2009). Pollen Characteristics of Polygala, Salomonina and Xanthophyllum (Polygalaceae) in Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University* 9(1), 27-34.
- Lashin, G. M. (2012). Ultrastructures and Pollen Morphology Significance OF Some Species of Solanum (Solanaceae). *The Egyptian Journal of Botany* , 141-156.
- Llatas, S. & López, M. (2005). Bosques montanos-relictos en Kañaris (Lambayeque, Perú). *Revista Peruana de Biología* V. 12, N. 2.
- Llatas, S. (2002). *Vegetación y Flora del Perú*. Lambayeque, Perú: Graficart s.r.l.
- López-Merino, L, et al (2006). ESTUDIO PALINOLÓGICO DE LA TURBERA LITORAL HOLOCENA DE LAS DUEÑAS (CUDILLERO, ASTURIAS, ESPAÑA). *Revista Española de Micropaleontología*, 38(2-3) 299-308.
- M. Briceño, Y., Quinto, M. & Dávila, M. (1988). Estudio químico y biológico del polen obtenido de la UNALM. *Revista Peruana de Entomología*, 69 – 73.
- Mambrin , M. et al. (2006). Caracteres palinológicos de las especies de Hydrocotyle (Apiaceae) del nordeste de Argentina. *Universidad Nacional del Nordeste*, 3.
- Mar Trigo, M., & Fernández, I. (1994). Contribución al Estudio Polínico de las especies ornamentales con interés alergénico cultivadas en Málaga: Dicotiledóneas. *Acta Botánica Malacitana*, 19: 145-168.
- Martínez, C., Madriñán, S., Zavada, M., & Jaramillo, C. (2013). Tracing the fossil pollen record of Hedyosmum (Chloranthaceae), an old lineage with recent Neotropical diversification. *Collegium Palynologicum Scandinavicum*, 20.
- Martínez, C. et al. (2013). Tracing the fossil pollen record of Hedyosmum (Chloranthaceae), an old lineage with recent Neotropical diversification. *Collegium Palynologicum Scandinavicum*, 20 p.p.
- Mauseth, J. (1998). Botany: An Introduction to Plant Biology. En J. Mauseth, *Botany: An Introduction to Plant Biology*. Sudbury, Massachusetts.: Multimedia Enhanced edition.
- Mercado-Gómez, J. et al.(2013). Polen de las Magnoliopsida en el volcán (Pamplona, Colombia) II: Familias Hypericaceae, Lamiaceae, Lobeliaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae y Solanaceae. *Caldasia*.
- Missouri Pollen Project. (2011). *Missouri Pollen Project*. Obtenido de <http://www.davidbogler.com>: <http://www.davidbogler.com/Pollen/key/Vitis.html>
- Monika Barth, O., & Ferreria Barbosa , A. (1975). Catálogo Sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional XX-CHLORANTHACEAE e PIPERACEAE . *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* , 73(1-2).

- Orsini, G., Rinaldi, M., & Velázquez, D. (2006). ESTUDIO PALINOLÓGICO DE LOS GÉNEROS HYPTIS Y SALVIA (LAMIACEAE) EN EL PARQUE NACIONAL “EL AVILA”, VENEZUELA. *ERNSTIA: Palinología Hyptis y Salvia, Venezuela*, 1-30.
- Palacios, R. (1987). *Morfología de las esporas de algunas Pteridophytas del departamento de Lambayeque y regiones andinas aledañas*. Lambayeque - Perú: Tesis de Licenciatura. UNPRG.
- Perveen, A & Qaiser, M. (2007). Pollen Morphology of Family Solanaceae from Pakistan. *Pakistan Journal of Botany V. 39, N. 7*, 2243-2256.
- Perveen, A. & Qaiser, M. (2013). POLLEN FLORA OF PAKISTAN–LXXII. ERICACEAE. *Pakistan Journal of Botany*, 977-979.
- Perveen, A., & Muhammad, Q. (2001). Pollen Flora of Pakistan - XXIII. POLYGALACEAE 33 (3). *Pak. J. Bot.*, 223 - 227.
- Perveen, A., & Muhammad, Q. (2007). Pollen Flora of Pakistan-Liv. RUBIACEAE . *Pak. J. Bot.*, 39(4): 999-1015.
- Perveen, Anjum; Qaiser, Muhammad;. (2007). "Pollen flora of pakistan–liii. Verbenaceae". *Pak. J. Bot.*, 39(3): 663-669.
- Pollenatlas. (23 de Mayo de 2016). *Pollen-Wiki, Pollen- und Sporensammlung - Ein digitaler Pollenatlas*. Obtenido de <http://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Pollenatlas>: <http://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Kategorie%3AVitaceae>
- Polo, J. M. & Diez, M. J. (1986). Contribución al Atlas Palinológico de Andalucía Occidental. IV. SOLANACEAE (*). *Lagascalia 14 (1)*, 45-66.
- Poole, M., & Hunt, D. (1980). Pollen morphology and the taxonomy of the Commelinaceae: an exploratory survey. *Kew Bulletin*, 639-660.
- Punt, W. e. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Elsevier*, 81.
- Punt, W., & Leenhouts, P. W. (1966). Pollen morphology and taxonomy and Taxonomy in The Loganiaceae. *MS*.
- Rasal M. et al. (2012). La vegetación terrestre del bosque montano de Lanchurán (Piura, Perú) Vol. 34, N.1. *Caldasia*, 2357 – 3759.
- Rodrigues B. et al. (2008). Palinología de espécies de Solanum L. (Solanaceae A. Juss.) ocorrentes nas restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica V. 22, N. 3*, 782-793.
- Saavedra, K. et al. (2013). Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque - Perú). *Rev. Chil. Nutr.* , Vol. 40, N°1,71 – 78.
- Saenz de Rivas, C. (1976). Sobre la Nomenclatura Palinológica: La Esporodermis . *Anales del Instituto Botánico A. J. Cavanilles* , 159-177.
- Sáenz Laín, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *LAZAROA vol. 25*, 93-112.

- Sayas, R. & Huamán, L. (2009). Determinación de la flora polinífera del valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecología Aplicada Vol. 8, N° 2*, 53 – 59.
- Scherer, C., & Absy, M. (2011). Pollen morphology of the species of Hernandiaceae, Monimiaceae and Siparunaceae from the Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brazil. *Journal of Research in Biology*, 7: 535-542.
- Silveira J. et al. (2012). Pollen morphology of Rubiaceae Juss. species occurring in an area of caatinga (dryland) vegetation in Bahia State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 26(2): 444-455.
- Sirlopu, F. (1986). *Morfología polínica de algunas especies vegetales de la costa norte del Perú*. Lambayeque - Perú: Tesis de Licenciatura UNPRG.
- Soltis, P., & Soltis, D. (2004). The origin and Diversification of Angiosperms. . *American Journal of Botany*, 91(10):1614-1626.
- Sousa, Saulo M. et al. (2010). Botanical aspects of *Heteropterys umbellata* (Malpighiaceae): a cytological and palynological approach. *Anais da Academia Brasileira de Ciências v.82, n.4*, 869-879.
- The Angiosperm Phylogeny Group III. (2009). «An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III.». *Botanical Journal of the Linnean Society*, (161): 105–121.
- Torres Guevara, F. (2013). *Etnobotánica y sustancias bioactivas de las principales especies no maderables con potencial económico de los bosques de neblina del norte del Perú*. Lima, Perú: CIPCA.
- Van der Ham, R. et al.(1998). Notes on the genus *Amorphophallus*(Araceae)-8 Pollen morphology of *Amorphophallus* and *Pseudodracontium*. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 95-142.
- Velasquez R., C. A. (1999). *Atlas palinológico de la flora vascular paramuna de Colombia: Angiospermae*. Medellín, Colombia: Litografía Graficas Montoya.
- Velásquez, M. (2013). *Variación de la composición florística de las lomas de Tacahuay desde el pleistoceno hasta la actualidad (Tacna-Perú)*. Lima - Perú: Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Ecología Aplicada - UNALM.
- Ventura, Karen & Huamán, Luis. (2008). Morfología Polínica de la Familia Fabaceae de la parte baja de los valles de Pativilca y fortaleza. *Bilologist V. 6, N. 2*, 112-134.
- Villanueva, Esther & Ramos, Ángel. (1986). Contribución al estudio polínico de POLYGALA L. (Polygalaceae) en la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid 42 (2)*, 377-388.
- Weigend, M & Rodríguez, E. (2005). Conservación de los Bosques Relictos del NO de Perú. *Revista Peruana de Biología V.12, N.2*.
- Weigend, M; Doster, N & Rodriguez, E. (2006). Bosques Relictos de los Andes Peruanos: Perspectivas económicas. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 130-145.