Contribución al estudio polínico de la flora de la cuenca Laguna Avendaño (Ñuble, Chile)

García María E.[1*], Nora J. F. Reyes[1], Patricia N. Vargas[2]

[1] Laboratorio de Palinología, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán.

[2] Centro EULA, Universidad de Concepción, Fac. de Cs. Forestales. Victoria 631, Barrio Universitario, Concepción, Región del Biobío, Chile. Casilla 160-C.

* Autor corresponsal: megar53@yahoo.com.ar

➤ **Resumen** — García María E., Nora J. F. Reyes, Patricia N. Vargas. 2016. "Contribución al estudio polínico de la flora de la cuenca Laguna Avendaño (Ñuble-Chile)". *Lilloa* 53 (1). Se analiza la morfología polínica de 29 especies nativas, típicas de la zona mediterránea de Chile. El objetivo de la investigación es aportar nuevos datos sobre la flora polínica de la zona central y de esta forma contribuir a la información disponible para estudios paleopalinológicos. Se trabajó con material recolectado dentro de la cuenca de la Laguna Avendaño y con algunos ejemplares provenientes del Herbario de la Universidad de Concepción. Las muestras fueron acetolizadas. Se analizaron y se tomaron fotos con microscopía óptica (MO). Las caracterizaciones polínicas amplían estudios previos realizados por diversos autores excepto en 2 de las especies consideradas, que son descriptas por primera vez, *Baccharis pingraea* DC. y *Haplopappus integerrimus* (Hook. & Arn.) H.M. Hall, (Asteraceae).

Palabras clave: Polen, morfología, especies nativas, zona central de Chile.

➤ **Abstract** — García María E., Nora J. F. Reyes, Patricia N. Vargas. 2016. "Contribution to pollen study of the flora of Laguna Avendaño basin (Ñuble-Chile)". *Lilloa* 53 (1). The pollen morphology of 29 native species, typical of the Mediterranean area of Chile is analyzed. Aim of the research is to provide new data of the pollen flora of the central area, and thus contribute to the information available to paleopalynologials studies. Material analyzed was collected within the watershed of Laguna Avendaño and some specimens from the Herbarium of the University of Concepción. Samples were acetolized and subsequently they were analyzed and photographed using an optical microscope (OM). The pollen descriptions extend previous studies by several authors except 2 of the studied species which are described for the first time, *Baccharis pingraea* DC. and *Haplopappus integerrimus* (Hook. & Arn.) H.M. Hall, (Asteraceae).

Keywords: Pollen, morphology, native species, central Chile.

INTRODUCCIÓN

La zona mediterránea de Chile central (31-38°S) contiene una importante riqueza florística con 2395 especies nativas de las cuales el 50% son endémicas (Arroyo y Cavieres, 1997). El alto porcentaje de especies endémicas esta dado por las condiciones bioclimáticas y geográficas que favorecen la especiación y la biodiversidad de la región (Myers *et al.*, 2000; Echeverría *et al.*, 2006). El clima de esta zona es Mediterráneo de estación seca prolongada, con lluvias de invierno y un verano carente de precipitaciones (Miller, 1976). El promedio anual de las precipitaciones en el sector costero de la Región (ciudad de Concepción) es de 1293 mm y la temperatura es muy estable a lo largo del año, con una media anual de 12°C. No obstante, a medida que se avanza hacia el interior de la región, en la ciudad de Chillán, las temperaturas fluctúan drásticamente entre las estaciones del año, pudiendo alcanzar un mínimo de -2,4°C en invierno y un máximo de 35°C en verano (Dirección Meteorológica de Chile, 2011).

El conocimiento de la vegetación es fundamental para comprender el funcionamiento del ecosistema, la distribución y abundancia de las especies vegetales y sus diferentes

Recibido: 28/03/16 – Aceptado: 16/06/16

respuestas frente a las variaciones ambientales. Dentro de la región mediterránea de Chile central se encuentra la cuenca de la Laguna Avendaño. Las zonas más cercanas al cuerpo de agua presentan un bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior (Luebert y Pliscoff, 2006). El dosel superior está dominado por *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*, con presencia importante de *Fabiana imbricata* en el estrato arbustivo. Este bosque se desarrolla sobre condiciones de sustrato arenoso con escasa capacidad de retención, generando condiciones de déficit hídrico y una fisionomía vegetal más xeromórfica (Luebert y Pliscoff, 2006). En las zonas más húmedas, cercanas al litoral del lago o a los cursos de agua, se puede encontrar *Myrceugenia exsucca*, *Drimys winteri*, *Blepharocalyx cruckshanksii*, *Pluchea absinthioides*, y *Baccharis pingraea*. Las zonas más altas de la cuenca presentan un bosque laurifolio valdiviano, donde destaca la presencia de *Aextoxicon punctatum*, *Eucryphia cordifolia*, *Gevuina avellana*, *Luma apiculata*, *Luzuriaga radicans*, y *Myrceugenia planipes*, entre otras (Gajardo, 1994; Luebert y Pliscoff, 2006).

La caracterización de la morfología polínica de la flora local y regional es primordial para identificar granos de polen fósiles contribuyendo así a la elaboración de interpretaciones paleoclimáticas y paleoecológicas (Hooghiemstra y van Geel, 1998, Vargas Bennett, 2013). Chile cuenta con una publicación sobre morfología polínica de flora nativa realizada por Heusser en 1971. Este trabajo provee descripciones morfológicas y fotomicrografías realizadas con microscopia óptica (MO), sin embargo, las imágenes son de baja resolución, lo que dificulta la identificación de los caracteres morfológicos descriptos para los diferentes tipos polínicos. Entre las publicaciones, en revistas locales o internacionales se pueden citar aquellas destinadas a contribuir como herramientas taxonómicas permitiendo diferenciar morfológicamente los granos de polen, de familias y/o géneros: Marticorena (1962), Parra y Marticorena (1972), Robinson y Marticorena (1986), Hebel y Rojas (2000). Actualmente Chile presenta algunos trabajos en melisopalinología (Montenegro *et al.*, 1989; Rebolledo *et al.*, 2011), aeropalinología (Mardones *et al.*, 2011) y ecofisiología (Carvallo y Ginocchio, 2004; Ortega *et al.*, 2011). Para este tipo de estudios se utiliza comúnmente la microscopia electrónica de barrido, de transmisión y óptica (Fernández *et al.*, 2008; Garralla *et al.*, 2008; Sosa *et al.*, 2011). No obstante, no todas estas técnicas son aplicables a la paleopalinología, donde se analizan muestras complejas, con varios tipos polínicos dentro de una sola muestra y a las cuales se les realiza un tratamiento químico previo que altera ciertas características morfológicas de los granos de polen (Large y Braggins, 1990).

En este trabajo se presenta la primera parte de la base de datos del Centro EULA-Chile, con el objetivo de aportar nueva información sobre la morfología polínica la flora de la zona central de Chile, con aspectos detallados de la estructura y descripciones de las características morfológicas de cada tipo polínico, utilizando microscopía óptica de calidad. Se busca de esta forma aportar nuevos datos para acrecentar la información disponible, principalmente, para estudios paleopalinológicos y/o investigaciones de intereses paleoecológicas de la zona central de Chile.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La zona de estudio seleccionada es la cuenca de la Laguna Avendaño (36°45'14"S – 72°26'56"O) situada dentro de la zona mediterránea de Chile, a 55 km al noreste de la ciudad de Concepción, a 65 m s.n.m. (Fig. 1), forma parte de la cuenca del río Itata, ubicada dentro de la Provincia de Ñuble.

Material estudiado

Para este estudio se utilizó material coleccionado durante excursiones de campo realizadas en primavera y verano del año 2011 de tres zonas de la cuenca (Fig. 1): 9 especies de Cerro Cayumanqui (36º42'32"S-72º31'02"O), 3 de Cerro Negro (36º42'32"S-

72º31’02”O) y 4 de zona de arenales (36º44’37”S-72º26’33”O). Con la finalidad de completar el listado de las especies descriptas por Luebert y Pliscoff, (2006) para las formaciones vegetales presentes dentro de la cuenca, se analizaron 13 especies de material del herbario de la Universidad de Concepción. La tabla 1 resume los puntos de recolección y datos de herbario según corresponda.

Procesamiento del material

De las 29 especies de la cuenca de la Laguna Avendaño estudiadas, 27 corresponden a granos de polen y 2 a esporas de helechos.

El material recolectado fue procesado con la técnica de acetólisis de Erdtman (1960). El montaje se realizó con glicerina-gelatina (Wodehouse, 1935) teñida con safranina, el resto del material fue guardado como referencia en ácido acético glacial. En las descripciones se siguió el glosario de términos compilados por Punt *et al.* (1994) y el de Pire *et al.* (1998) para polen y la terminología de Morbelli (1980) para esporas. La clasificación de los granos según el tamaño corresponde a lo establecido por Erdtman (1952). Cada muestra fue codificada, descripta, fotografiada y luego guardada en la Palinoteca de la Fundación Miguel Lillo (PAL-TUC, Tucumán, Argentina), Tabla 1.

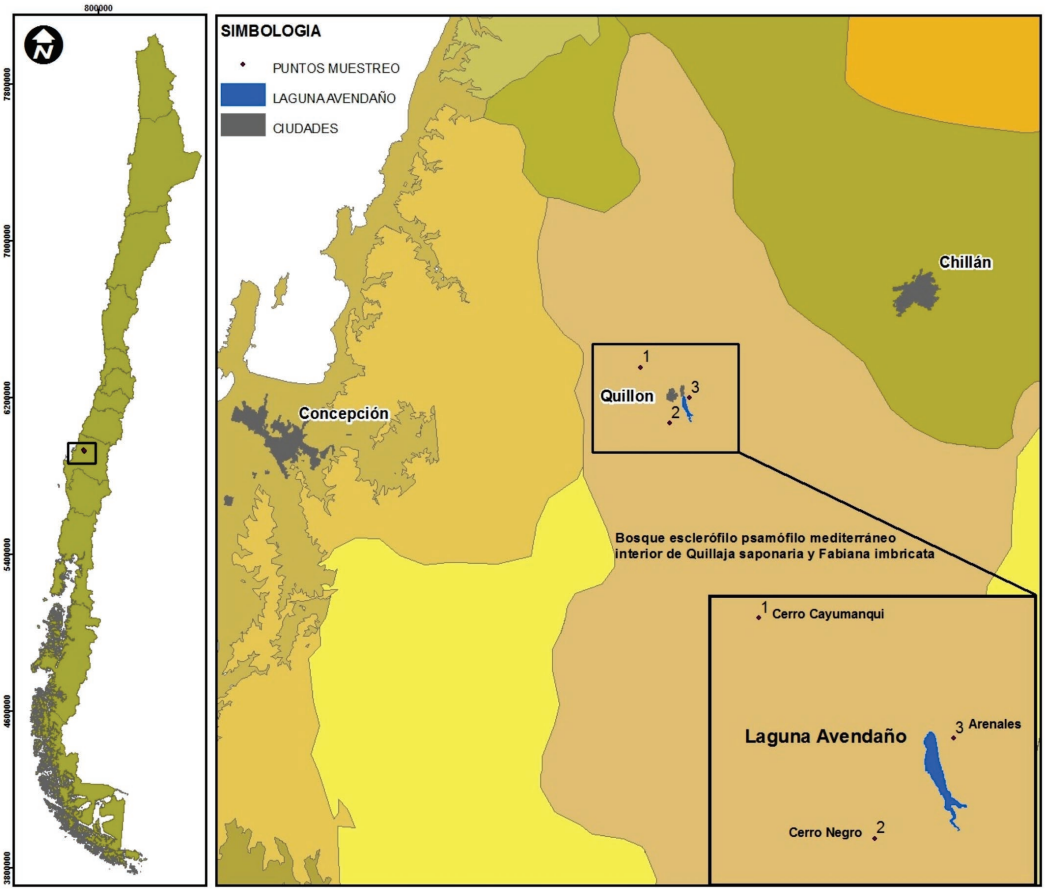


Fig. 1. Ubicación de la cuenca de la laguna Avendaño, dentro del piso vegetacional “bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria* y *Fabiana imbricata*” (Luebert y Pliscoff, 2006). En la figura se distinguen también las 3 zonas de recolección de material polínico, Cerro Cayumanqui, Zona de Arenales y Cerro Negro.

Tabla 1. Material estudiado. CONC: Herbario de la Universidad de Concepción. Cerro Negro (36°46'30''S-72°28'16''O), Cerro Cayumanqui (36°42'32''S-72°31'02''O), Zona arenales (36°44'37''S-72°26'33''O). PAL-TUC número correspondiente a la Palinoteca de la Fundación Miguel Lillo.

Material	Puntos de recolección y datos de herbario	PAL-TUC
Acacia caven	Cerro Negro	343
Aextoxicon punctatum	Cerro Cayumanqui	767
Aristotelia chilensis	Cerro Cayumanqui	749
Azara integrifolia	CONC, Código: 97887	708
Blechnum blechnoides	CONC,Código: 150697	703
Blepharocalyx cruckshanksii	CONC,Código: 80507	709
Baccharis pingraea	CONC,Código: 167313	701
Boquila trifoliata	Cerro Cayumanqui	755
Caldcluvia paniculata	CONC,Código: 167313	705
Megalastrum spectabile	CONC,Código: 68978	706
Colletia spinosissima	Zona arenales	756
Cryptocarya alba	Zona arenales	757
Drimys winteri	Cerro Cayumanqui	758
Eucryphia cordifolia	CONC,Código: 44773	707
Fabiana imbricata	CONC,Código: 153655	712
Gevuina avellana	Cerro Cayumanqui	761
Haplopappus integerrimus	CONC,Código: 169801	702
Lapageria rosea	Cerro Cayumanqui	763
Lithraea caustica	Zona arenales	764
Lomatia dentata	Cerro Cayumanqui	765
Luma apiculata	Cerro Cayumanqui	766
Luzuriaga radicans	CONC,Código: 169801	700
Maihuenia poeppigii	CONC,Código: 89020	704
Myrceugenia exsucca	CONC,Código: 143742	710
Myrceugenia planipes	CONC,Código: 157906	711
Peumus boldus	Zona arenales	768
Quillaja saponaria	Cerro Negro	769
Rhaphithamnus spinosus	Cerro Cayumanqui	770
Schinus polygamus	Cerro Negro	771

Las tomas fotográficas con MO se efectuaron en el Laboratorio de Palinología de la Fundación Miguel Lillo con una cámara digital Canon Power Shot A 620 de 7,1 megapixeles. Las observaciones se realizaron usando un microscopio óptico (MO) Zeiss Axiostar Plus con un objetivo de 100x. Se analizaron y midieron 20 granos de polen por especie. Los parámetros medidos en granos de polen fueron: longitud del eje polar (P), diámetro ecuatorial (E), ancho y largo de los colpos, Apocolpio, Mesocolpio, espesor de la exina (EE) y forma del grano (P/E) y en esporas: diámetro polar (P_1), diámetro ecuatorial mayor (E_1), diámetro ecuatorial menor (E_2), longitud de la lesura (L), espesor de la Esclerina.

RESULTADOS

Descripción de las esporas de helechos

Fam. Blechnaceae
Blechnum blechnoides Keyserl.
(Fig. 2 A-D)

Espora monolete, heteropolar, de simetría bilateral, tamaño mediano a grande, P_1=38,9 (40) 42 μm; E_1= 58,5 (59,4) 60 μm; E_2=42 (43,2) 44 μm, forma elipsoidal en vista polar y cóncavo-convexa en vista ecuatorial. Lesura de 40 x 2-3 μm, con margen bien delimitado de 2 μm de espesor. Esclerina de 3 μm de espesor, no se observan los límites entre exina y perina. Perisporio liso o microalveolar.

Dryopteridaceae
Megalastrum spectabile (Kaulf.)
A.R. Sm & R.C. Moran (Fig. 2 E-G)

Espora monolete, heteropolar, de simetría bilateral, tamaño mediano; P_1= 24 (25,2) 27 μm; E_1= 35(36,5) 37 μm; E_2= 24 (26) 28 μm forma elipsoidal en vista polar y plano convexa en vista ecuatorial. Apertura: Lesura de 15-17 μm de largo x 4-5 μm de ancho. Esclerina de 1,5 μm de espesor. Perina equinada, castaño oscuro. No se observan los límites entre exina y perina. Espinas agudas de base ancha de 3-5 μm de altura.

Descripción de los granos de polen

Fam. Aextoxicaceae
Aextoxicon punctatum Ruiz et Pavón
(Fig. 2 H-J)

Grano trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, P= 16 (20,5) 24 μm; E= 18 (22) 24 μm; P/E= 0,88 (0,93) 1; oblato-esferoidal. Ámbito circular, subtriangular, anguloaperturado. Elipsoidal en vista ecuatorial. Colpo de 16 μm x 2-3 μm, con margen, endoapertura lalongada de 1-1,5 μm x 6 μm. Apocolpio de 5-6 μm y mesocolpio de 16 μm. Exina de 1 μm de espesor en mesocolpio, disminuyendo hacia los colpos para formar el margen. Microrreticulada.

Fam. Alstroemeriaceae
Luzuriaga radicans Ruiz et Pavón
(Fig. 2 K-L)

Grano monosulcado, heteropolar, de simetría bilateral, tamaño mediano, P= 20 (22) 24 μm; E= 28 (31) 34 μm; P/E= 0,83 (0,69) 0,70; oblato, ecuatorialmente biconvexo. Ámbito elíptico 28 (31) 34 x 19 (20) 21 μm. Exina de 1 μm de espesor, microrreticulada.

Fam. Anacardiaceae
Lithraea caustica (Molina) Hook. et Arn.
(Fig. 2 M-P)
Schinus polygamus (Cav.) Cabr.
(Fig. 2 Q-T)

Descripción general del grano de polen: trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico. Ámbito circular a subtriangular. Elipsoidal en vista ecuatorial. Colpo de 1 μm de ancho, endoapertura lalongada de 1-2 μm x 7-10 μm. Sexina mayor que la nexina. Se observa vestíbulo a nivel de la endoapertura. Supraestriado, infra-reticulado.

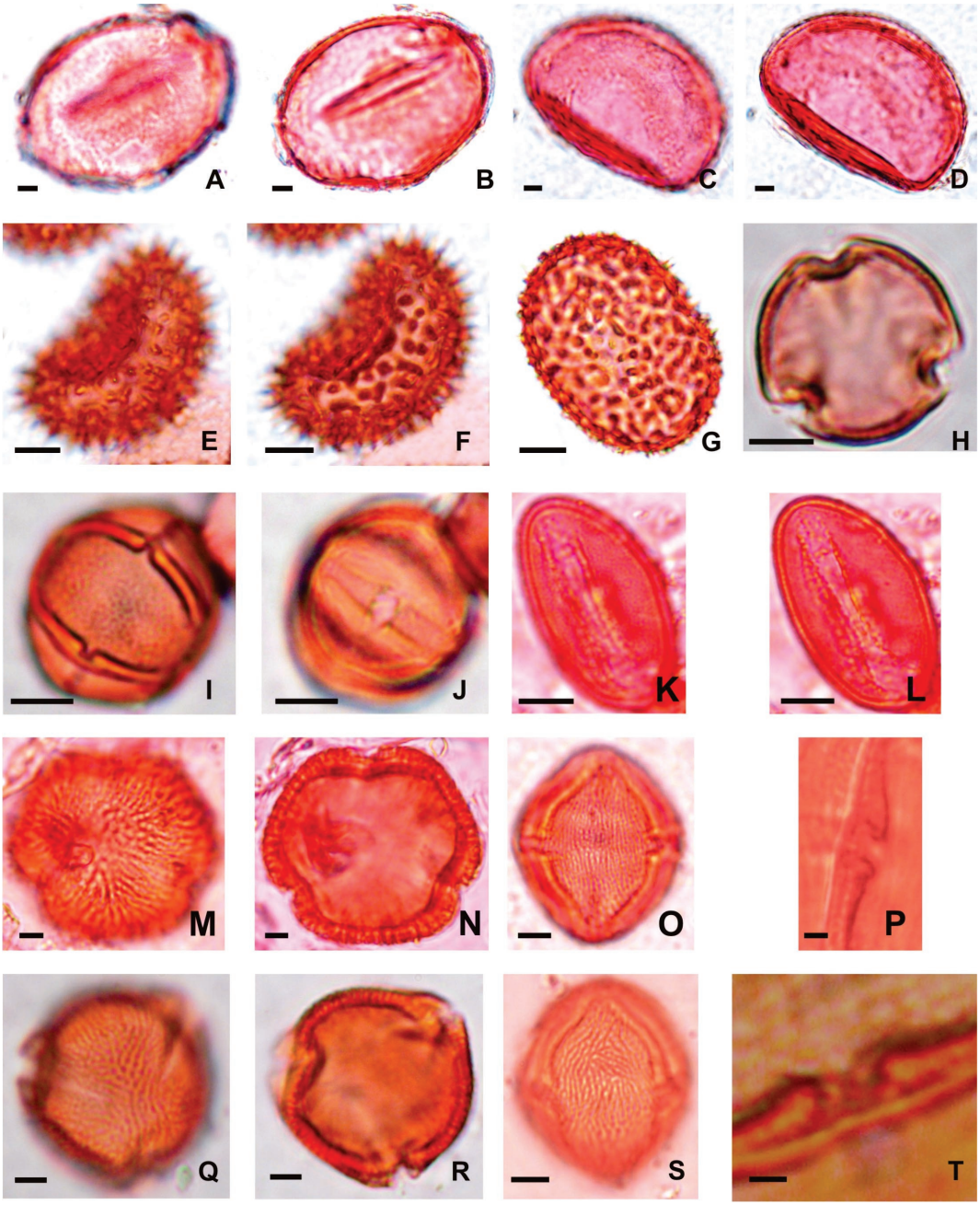


Fig. 2. A-D) *Blechnum blechnoides:* A) Vista polar, foco superior, polo distal; B) Vista polar, corte óptico, lesura; C) Vista ecuatorial, foco superior; D) Vista ecuatorial, corte óptico. E-G) *Megalastrum spectabile*: E) Vista ecuatorial, foco superior ; F) Vista ecuatorial, corte óptico; G) Vista polar, corte óptico. H-J) *Aextoxicon punctatum:* H) Vista polar, corte óptico; I) Vista ecuatorial, foco superior; J) Vista ecuatorial, foco superior, apertura. K-L) *Luzuriaga radicans*: K) vista ecuatorial, foco superior; L) vista ecuatorial, corte óptico. M-P) *Lithraea caustica*: M) Vista polar, foco superior; N) Vista polar, corte óptico; O) Vista ecuatorial, foco superior; P) detalle endoapertura. Q-T) *Schinus polygamus*: Q) vista polar, foco superior; R) vista polar, corte óptico; S) vista ecuatorial, foco superior; T) detalle endoapertura. Escala (MO)= 5 µm.

Diferencias entre las especies

Lithraea caustica: Tamaño mediano, P= 47 (50) 53 μm; E= 30 (34,6) 38 μm; P/E= 1,56 (1,44) 1,39; prolato a subprolato. Apocolpio de 8 μm y mesocolpio de 25 μm. Exina, de 2-3 μm de espesor.

Schinus polygamus: Tamaño pequeño a mediano, P= 25 (27,8) 29 μm; E= 21 (24,45) 26 μm; P/E= 1,19 (1,13) 1,14; prolato-esferoidal. Apocolpio de 7,5 μm y mesocolpio de 15-17μm. Exina, de 1,3-2 μm de espesor.

Fam. Asteraceae
Baccharis pingraea DC. (Fig. 3 A-D)
Haplopappus integerrimus (Hook. y Arn.) H.M. Hall (Fig. 3 E-H)

Descripción general del grano de polen: trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico Ámbito circular a trilobado. Endoapertura lalongada. Sexina mayor que la nexina. Tectado, equinado, espinas cónicas, agudas.

Diferencias entre las especies

Baccharis pingraea: Tamaño pequeño, P= 21 (22,85) 24,5 μm; E= 22 (24,14) 25,5 μm; P/E= 0,95 (0,94) 0,92; oblato-esferoidal a esférico. En vista ecuatorial levemente elipsoidal. Colpo de 2 μm x 13 μm; endoapertura de 2 μm x 6 μm. Apocolpio de 7 μm y mesocolpio de 14 μm. Exina de 4 μm de espesor, sexina 2,5 μm, nexina 1,5 μm, espinas de 2 μm de altura.

Haplopappus integerrimus: Tamaño mediano, P= 37 (37,5) 38 μm; E= 35 (36) 37 μm; P/E 1,05 (1,04) 1,02; esférico a prolato-esferoidal. En vista ecuatorial circular a levemente elipsoidal. Colpo de 3 μm x 30 μm; endoapertura de 1-2 μm x 15 μm. Apocolpio de 8-10 μm y mesocolpio de 20 μm. Exina de 5 μm de espesor, sexina 3 μm, nexina 2 μm, espinas cónicas, de 3 μm de altura. Se observan columelas en la base de las espinas, las que se disponen en forma más o menos densa y regular.

Fam. Cactaceae
Maihuenia poeppigii (Otto y Pfeiff.) F.A.C. Weber ex K. Schum. (Fig. 3 I-L)

Grano trizonocolpado, isopolar radiosimétrico; tamaño grande, P= 77 (79) 82 μm; E= 58 (60) 63 μm; P/E= 1,32 (1,31) 1,30; prolato. En vista polar el diámetro ecuatorial es de 70 (80) 84 μm. Ámbito circular. En vista ecuatorial elipsoidal. Colpo de 3-10 μm x 65 μm. Apocolpio de 20-30 μm y mesocolpio de 43-56 μm. Exina de 3-4 μm de espesor. Tectado, foveolado, microequinado, espínulas menores de 0,5 μm.

Fam. Cunoniaceae
Caldcluvia paniculata (Cav.) D. Don (Fig. 3 M-P)

Grano dizonocolporado, isopolar, de simetría bilateral, tamaño pequeño, P= 10 (11)12 μm; E= 8 (10)12 μm; P/E= 1,25 (1,1) 1; prolato-esferoidal. Ámbito subcircular, bilobulado deprimido en los colpos. En vista ecuatorial elipsoidal. Colpos de 8-9 μm x 1-1,5 μm, endoapertura marcada con una constricción en el colpo, no siempre visible. Apocolpio de 3-4 μm y mesocolpio de 6-7 μm. Exina de 0,5 μm de espesor. Per-reticulado.

Fam. Elaeocarpaceae
Aristotelia chilensis (Mol.) Stuntz (Fig. 3 Q-R)

Grano trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, P= 15 (17,33) 19,5 μm; E= 12 (13,4) 15 μm; P/E= 1,25 (1,29) 1,30; subprolato. Ámbito circular. En vista ecuatorial elipsoidal. Colpos de 17-18 μm x <1 μm, con margen, constreñidos a nivel de la endoapertura tipo poro, poco visible. Membrana apertural granulada con elementos de la ectexina. Apocolpio de 4-5 μm y mesocolpio de 13 μm. Exina de 1 μm de espesor. Sexina igual a la nexina. Psilada.

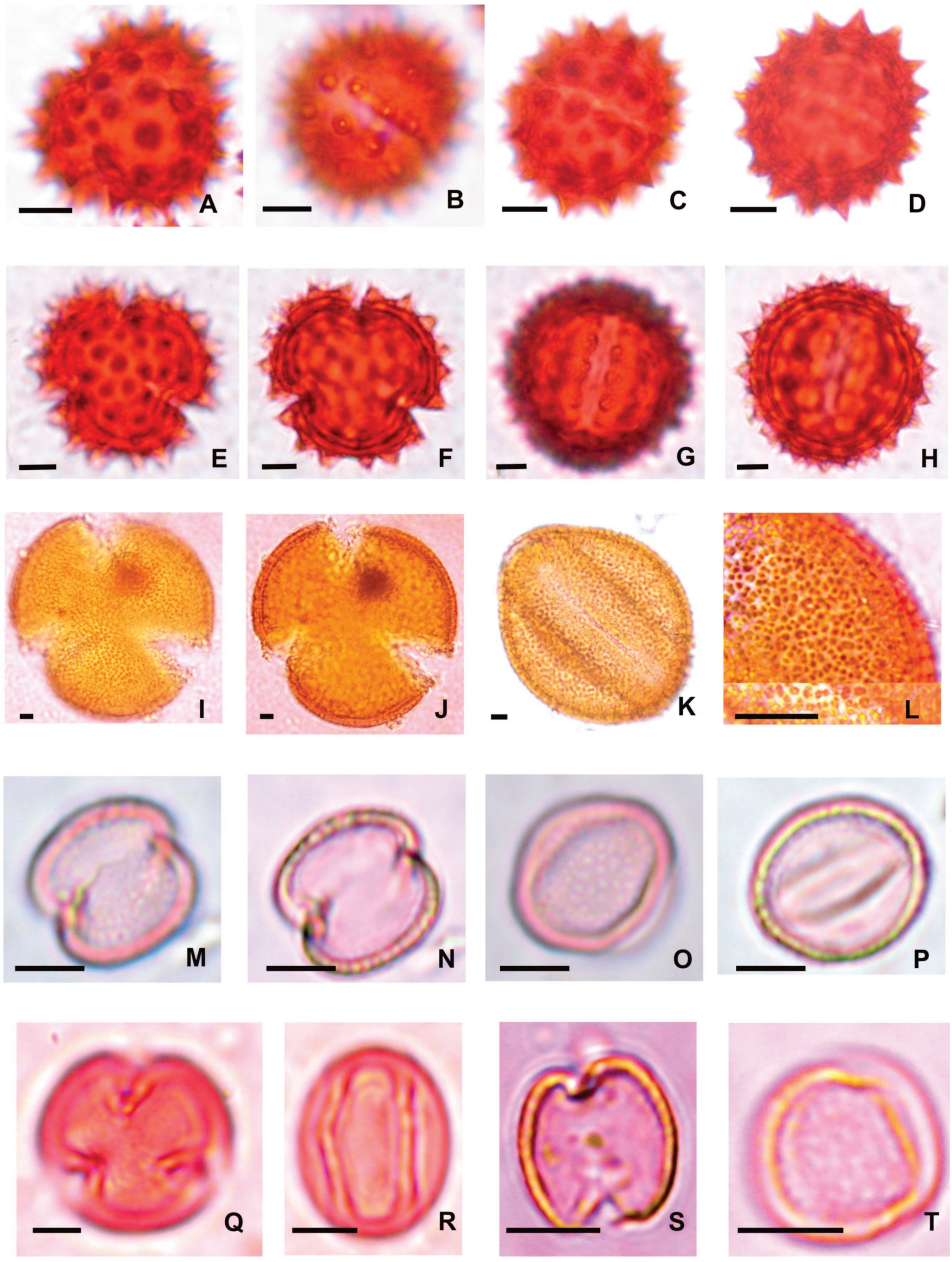


Fig. 3. A-D) *Baccharis pingraea*: A) vista subpolar, foco superior; B) Vista ecuatorial, foco superior; C-D) vista ecuatorial, corte óptico. E-H) *Haplopappus integerrimus*: E) vista polar, foco superior; F) vista polar, corte óptico; G) vista ecuatorial, foco superior; H) vista ecuatorial, corte óptico. I-L) *Maihuenia poeppigii*: I) vista polar, foco superior; J) vista polar, corte óptico; K) vista ecuatorial, foco superior; L) detalle de escultura microequinada. M-P) *Caldcluvia paniculata*: M) vista polar, foco superior, ámbito subcircular, deprimido en los colpos, dicolpado; N) vista polar, corte óptico; O) vista ecuatorial, foco superior, detalle de escultura per-reticulada; P) vista ecuatorial, corte óptico. Q-R) *Aristotelia chilensis*: Q) vista polar, foco superior; R) vista ecuatorial, foco superior. S-T) *Eucryphia cordifolia*: S) vista polar, corte óptico, ámbito subcircular, deprimido en los colpos, dicolpado; T) vista ecuatorial, foco superficie, superficie microreticulada. Escala (MO)= 5 µm.

Fam. Eucryphiaceae
Eucryphia cordifolia Cav.
(Fig. 3 S-T)

Grano dizonocolpado, isopolar, radiosimétrico; tamaño muy pequeño, P= 8 (9,2) 10 μm; E= 6 (7,2) 9 μm; P/E= 1,33 (1,27) 1,11; subprolato. Ámbito subcircular, deprimido en los colpos. En vista ecuatorial levemente rectangular. Apocolpio de 4-5 μm y mesocolpio de 6-8 μm. Exina de 0,5 μm. Escultura reticulada, heterobrocada, el retículo se va haciendo más fino hacia los colpos.

Fam. Fabaceae
Acacia caven (Mol.) Mol.
(Fig. 4 A-D)

Poliada esférica de 32 granos, de 64 (75,5) 87 por 55 (69,5) 84 μm. Los granos aislados son asimétricos, piramidales, con eje polar igual o menor que los diámetros ecuatoriales respectivos, P= 15 (19,5) 24 μm E=19 (20,5) 21 x 10 (12,2) 15 μm. Colpos en la cara distal en número y forma irregulares, poros de 2 a 4 en los extremos libres de los colpos, 2 más cerca del polo proximal. Exina de 2 μm de espesor en cara distal, nexina menor que la sexina. Disminuye el espesor hacia los colpos. En caras proximales de 0,5 μm de espesor. Tectado en la cara distal, baculado en las caras proximales. Tectum de superficie irregular, báculas densamente dispuestas, a veces unidas entre sí, disminuyen de altura hacia los colpos.

Fam. Flacourtiaceae
Azara integrifolia Ruiz et Pavón.
(Fig. 4 E-H)

Grano trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, P= 20 (22) 24 μm; E= 10 (13) 14 μm; P/E= 2 (1,69) 1,71; prolato. Ámbito circular, trilobado. En vista ecuatorial elipsoidal. Colpo de 21 μm x 1 μm, endoapertura lalongada de 1 μm x 3 μm. Apocolpio de 4 μm y mesocolpio de 10 μm. Exina de 1 μm de espesor, sexina mayor que la nexina en mesocolpio, disminuye en colpos. La nexina se engrosa en la endoapertura formando una costilla. Tectado, microrreticulado, heterobrocado, los lúmenes disminuyen de tamaño hacia los bordes de los colpos.

Fam. Lardizabalaceae
Boquila trifoliata (DC.) Decne.
(Fig. 4 I-L)

Grano trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, P=20 (23) 24,5 μm; E= 18,5 (20) 21 μm; P/E= 1,08 (1,15) 1,16; subprolato a prolato-esferoidal. Ámbito circular, trilobado. En vista ecuatorial elipsoidal a circular. Colpo de 20 μm x 4 μm, membrana apertural granulada; endoapertura lalongada de 1,5-2 μm x 5 μm. Apocolpio de 5 μm y mesocolpio de 15 μm. Exina de 1 μm de espesor, sexina igual a la nexina. Microrreticulado.

Fam. Lauraceae
Cryptocarya alba (Mol.) Looser
(Fig. 4 M-P)

Grano inaperturado, apolar, radiosimétrico, tamaño mediano de 35 (40) 45 μm de diámetro, esferoidal. Exina de 0,5 μm de espesor. Foveolado.

Fam. Monimiaceae
Peumus boldus Mol.
(Fig. 4 Q-T)

Grano inaperturado, apolar, radiosimétrico, tamaño mediano, de 38 (42) 45 μm de diámetro, esferoidal. Exina de 1-2 μm de espesor, tectada. Equinado, espinas de 2 μm de altura, irregularmente distribuidas.

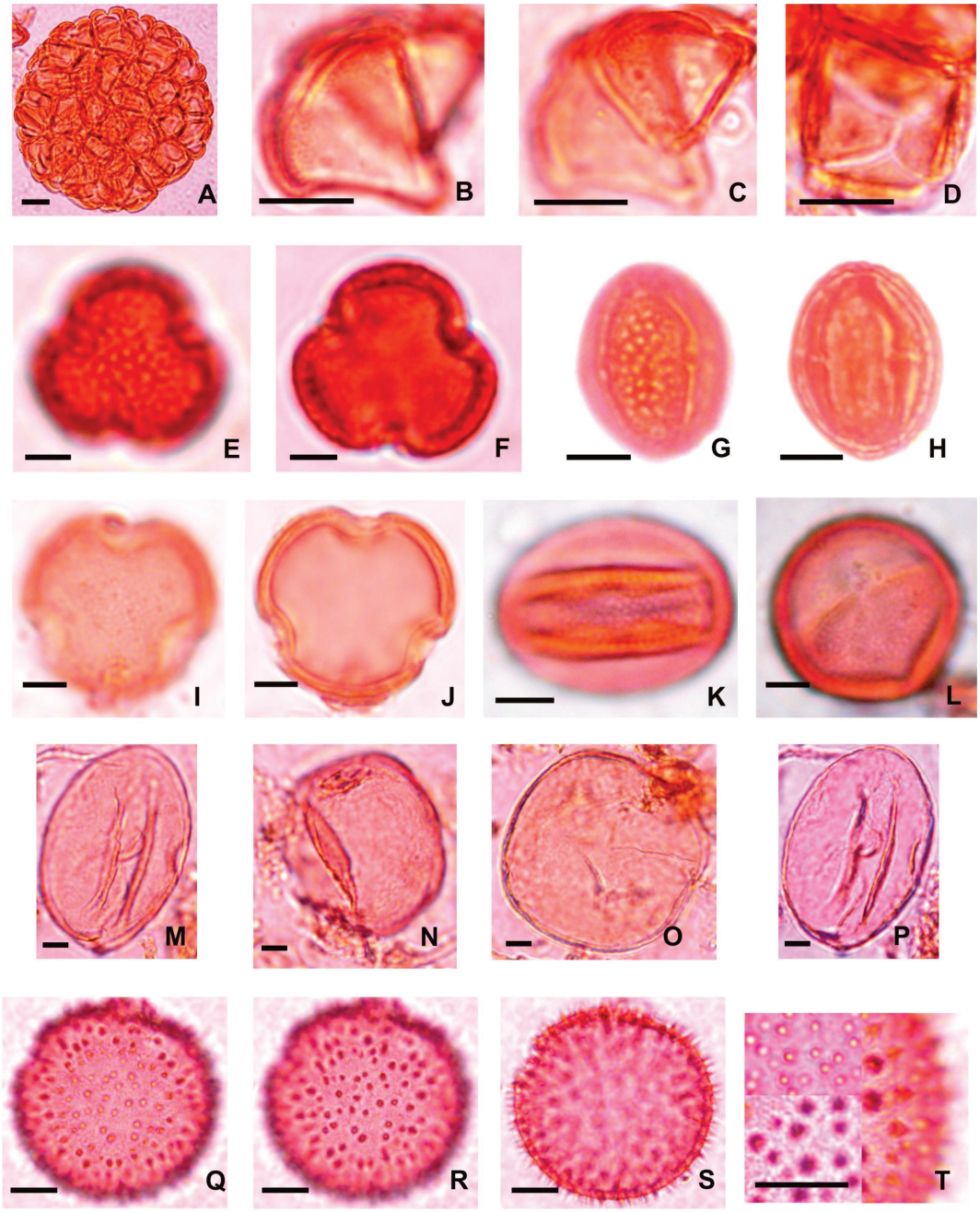


Fig. 4. A-D) *Acacia caven*: A) vista general poliada; B-C) grano aislado vista ecuatorial; D) grano aislado vista cara distal. E-H) *Azara integrifolia*: E) vista polar, foco superior; F) vista polar, corte óptico; G) vista ecuatorial, foco superior; H) vista ecuatorial, corte óptico. I-L) *Boquila trifoliata*: I) vista polar, foco superior; J) vista polar, corte óptico; K) vista ecuatorial, foco superior; L) vista general del grano. M-P) *Cryptocarya alba*: M-N) vista general grano, inaperturado; O-P) vista general del grano, corte óptico. Q-T) *Peumus boldus*: Q-R) vista general del grano, inaperturado; S) corte óptico; T) detalle de escultura. Escala (MO)= 5 µm.

Fam. Myrtaceae
Myrceugenia exsucca (DC) Berg.
(Fig. 5 A-D)
Myrceugenia planipes (Hook. et Arn.)
Berg (Fig. 5 E-H)
Luma apiculata (DC.) Burret
(Fig. 5 I-L)

Descripción general del grano de polen

Grano hemiparasincolporado, heteropolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, oblato. Ámbito triangular, anguloaperturado, lados rectos o levemente convexos. En vista ecuatorial elipsoidal. No se calcularon promedios para P ni para P/E porque la mayoría de los granos se ubican en vista polar. Colpo de menos de 1 μm de ancho, endoapertura lalongada. Apocolpio de campo apocolpial triangular en uno de los polos, en el otro polo se unen los tres colpos. Exina de 1 μm de espesor, sexina igual a nexina, tectado, microrreticulado.

Diferencia entre las especies

Myrceugenia exsucca: P= 12 μm; E= 17 (20,6) 23 μm; P/E= 0,58 μm. Campo apocolpial de 3 μm. Mesocolpio de 18 μm.

Myrceugenia planipes: P= 13 μm; E= 19 (21,4) 23μm; P/E= 0,60 μm. Campo apocolpial de 1-3 μm. Mesocolpio de 20 μm.

Luma apiculata : P= 15 μm; E= 19 (21,8) 23 μm; P/E= 0,68. Campo apocolpial de 7 μm con bordes difusos. Mesocolpio de 15-19 μm.

Blepharocalyx cruckshanksii
(Hooker *et* Arnott) Niedenzu.
(Fig. 5 M-P)

Grano parasincolporado isopolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, P= 11 (13) 15 μm; E= 18 (20,2) 22 μm; P/E= 0,61 (0,64) 0,68; oblato. Ámbito triangular, anguloaperturado. En vista ecuatorial elipsoidal. Colpos de menos de 1 μm de ancho, se bifurcan en sus extremos y las ramas anastomosadas determinan un campo apocolpial triangular de bordes bien definidos de 4-5 μm. Endoapertura circular con fastigio. Mesocolpio de 20 μm convexo. Exina de 1 μm de espesor. Sexina tectada, rugulada.

Fam. Philesiaceae
Lapageria rosea Ruiz et Pavón
(Fig. 6 A-D)

Grano inaperturado, simetría radial o bilateral; tamaño grande 54 (65) 77,8 μm de diámetro, esférico o elipsoidal. Exina de 0,5-1 μm de espesor, equinado, espinas cónicas, ápice agudo, de 3-6 μm de altura, distribuidas irregularmente en forma más o menos densa.

Fam. Proteaceae
Gevuina avellana Mol. (Fig. 6 E-H)
Lomatia dentata (Ruiz et Pavón) R. Br.
(Fig. 6 I-L)

Descripción general del grano de polen

Grano trizonoporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño mediano, oblato. Ámbito triangular, anguloaperturado, borde levemente cóncavo. En vista ecuatorial marcadamente elipsoidal. Reticulado, heterobrocado, simplicolumelado, el tamaño de los lúmenes disminuye hacia los poros.

Diferencia entre las especies

Gevuina avellana P= 25 (26,5) 28 μm; E= 35(41,5) 48 μm; P/E= 0,71 (0,63) 0,58. Poro más o menos circular de 12-13 μm de diámetro, bordes irregulares. Canal del poro revestido por un depósito granular de nexina. Exina de 2 μm de espesor, nexina de 1,2 μm y sexina 0,8 μm. En el canal del poro la nexina alcanza un espesor de 3 μm.

Lomatia dentata P=20,5 (22) 23 μm; E= 25 (29) 31 μm; P/E= 0,82 (0,75) 0,73. Poro circular de 5 μm de diámetro, con borde bien definido. Exina de 1 μm de espesor. Sexina igual a la nexina.

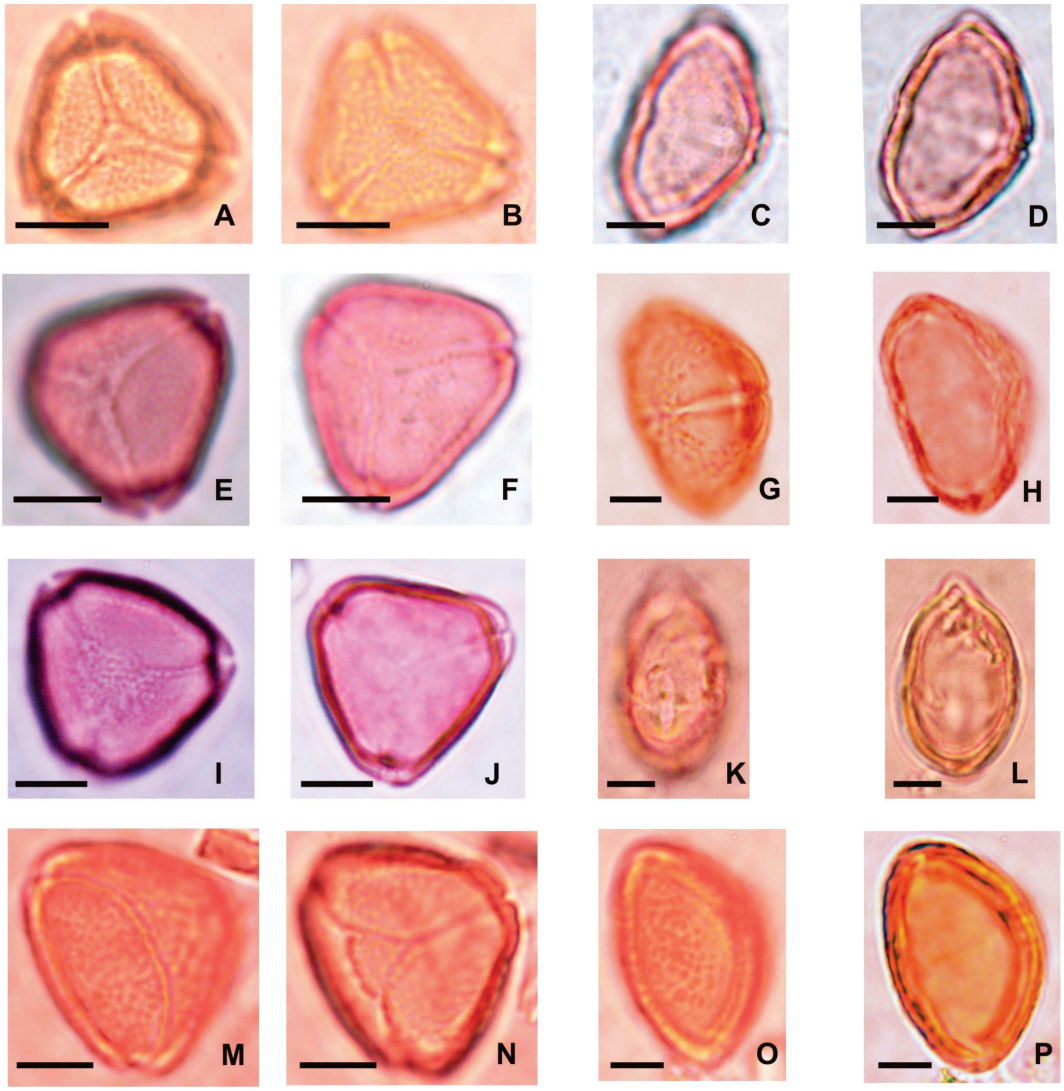


Fig. 5. A-D) *Myrceugenia exsucca*: A) vista polar, foco superior, campo apocolpial ; B) vista polar, foco superior, polo opuesto; C) vista ecuatorial, foco superior; D) vista ecuatorial, corte óptico. E-H) *Myrceugenia planipes*: E) vista polar, foco superior, campo apocolpial; F) vista polar, foco superior, polo opuesto; G) vista ecuatorial, foco superior ; H) vista ecuatorial, corte óptico. I-L) *Luma apiculata*: I) vista polar, foco superior; J) vista polar, corte óptico; K) vista ecuatorial, foco superior, detalle de apertura; L) vista ecuatorial, corte óptico. M-P) *Blepharocalyx cruckshanksii*: M) vista polar, foco superior, detalle campo apocolpial; N) vista polar, polo opuesto, campo apocolpial; O) vista ecuatorial, foco superior; P) vista ecuatorial, corte óptico. Escala (MO)= 5 µm.

Fam Rhammnaceae
Colletia spinosissima Gmel.
(Fig. 6 M-P)

Grano trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, P= 20 (22) 24 μm; E= 21 (23,33) 26 μm; P/E= 0,95 (0,94) 0,92, suboblato a oblato esferoidal. Ámbito subtriangular. En vista ecuatorial levemente elipsoidal. Colpos lineales de 20 μm x 1 μm, endoapertura lalongada de 2 μm x 4 μm. Apocolpio de 4-5 μm y mesocolpio de 17-19 μm. Exina de 1 μm de espesor, psilada.

Fam Quillajaceae
Quillaja saponaria Mol.
(Fig. 7 A-D)

Grano trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño mediano, P= 30 (37) 41 μm; E= 24 (26) 27 μm; P/E= 1,25 (1,42) 1,51; prolato. Ámbito circular. En vista ecuatorial marcadamente elipsoidal. Colpo de 4 μm x 37 μm; endoapertura lalongada 4-5 μm x10-12 μm. Apocolpio de 7-5 μm y mesocolpio de 20-25 μm. Exina de 1 μm de espesor. Sexina igual a la nexina. Se observa engrosamiento de la nexina, 2-3 μm, a nivel ecuatorial en las endoaperturas formando una costilla. Tectado. Estriado.

Fam. Solanaceae
Fabiana imbricata Ruiz et Pavón
(Fig. 7 E-H)

Grano trizonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño pequeño, P= 19 (21,5) 25 μm; E= 16 (20) 24 μm; P/E= 1,18 (1,07) 1,04; esférico a subprolato. Ámbito circular. En vista ecuatorial circular a levemente elipsoidal. Colpo de 2 μm x 18 μm, constreñido en el ecuador, poros pequeños y difusos. Apocolpio de 2-3 μm y mesocolpio de 15 μm. Exina de 2 μm de espesor. Rugulada.

Fam. Verbenaceae
Rhaphithamnus spinosus (Juss.) Mold.
(Fig. 7 I-L)

Grano trizonocolporado, raro tetrazonocolporado, isopolar, radiosimétrico, tamaño mediano a grande, P= 45 (48) 50 μm; E= 42 (50,16) 54μm; P/E= 1,07 (0,95) 0,92; oblato-esferoidal. Ámbito subtriagular, anguloaperturado. La mayoría de los granos se ubica en vista polar, algunos granos en vista ecuatorial son subprolatos porque los colpos estan muy plegados. En vista ecuatorial elipsoidal. Colpo de 38 μm x 3 μm, con margen, endoapertura lalongada de 2 μm x 7 μm. Apocolpio de 13 μm y mesocolpio de 40 μm. Exina de 2 μm de espesor, sexina igual a la nexina, la sexina disminuye hacia los colpos (forma el margen). Tectado, se observan las columnelas infratectales. Foveolado.

Fam. Winteraceae
Drimys winteri J. R. Forst. y G. Forst.
(Fig. 7 M-P)

Tétrade, tamaño grande de 55 (57) 71 μm de diámetro; forma tetraédrica; granos individuales heteropolares, de 25x42 μm. Aperturas ana-ulcerate, poro más o menos circular, de borde interno irregular, granular. Exina de 5-6 μm de espesor en la cara distal, disminuyendo a 1 μm en las caras proximales. Toda la superficie expuesta del grano, excepto la apertura, está cubierta por un retículo heterobrocado de lúmenes poligonales grandes (oligobrocado, muros duplicolumelados o simplicolumelados, carinados), la malla de retículo se hace más fina hacia la unión con los otros granos, disminuye también el espesor de la exina. En este punto la exina está muy suavizada y termina de forma abrupta a lo largo del borde del poro.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La zona mediterránea de Chile se destaca por un importante porcentaje de endemismos (Arroyo y Cavieres, 1997). De las 29 especies analizadas 23 presentan una distribu-

ción exclusiva para Sudamérica y 6 se encuentran solamente en Chile, *Haplopappus integerrimus, Blechnum blechnoides, Ctenitis spectabilis*, *Azara integrifolia, Peumus boldus y Blepharocalyx cruckshanksii* (Rodríguez Ríos *et al.,* 1983; Marticorena y Quezada, 1985; Mathei, 1995; Hoffman, 1997).

De las especies estudiados en este trabajo, 2 son descriptas por primera vez, *Baccharis pingraea* DC., *Haplopappus integerrimus* (Hook. y Arn.) H.M. Hall, (Asteraceae), contribuyendo con esto al conocimiento de la morfología polínica de la flora de Chile y al registro bibliográfico de la zona sur de Sudamérica.

Otras especies con características similares a las mencionadas para *Baccharis pingraea* DC. han sido descriptas por diferentes

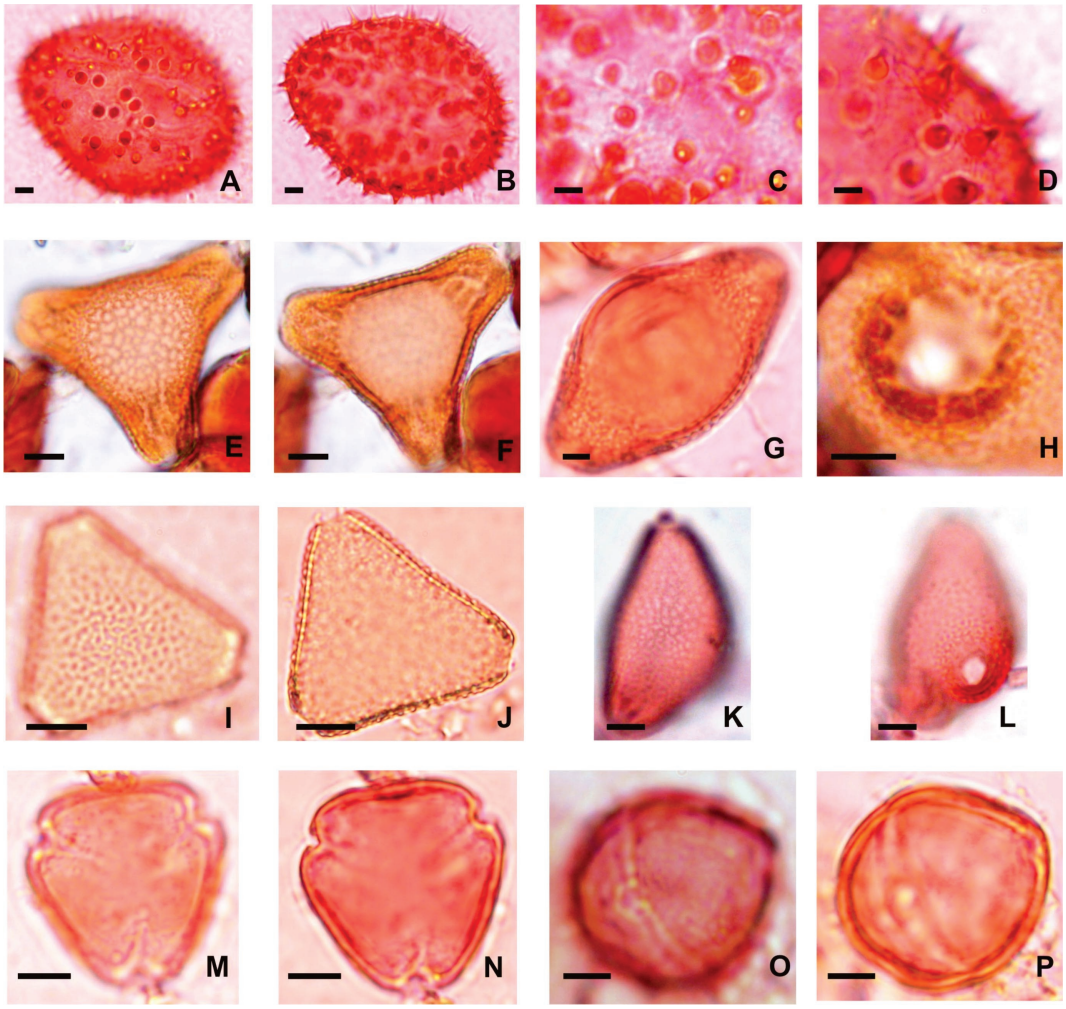


Fig. 6. A-D) *Lapageria rosea*: A) foco superior vista general del grano; B) corte óptico vista general del grano; C-D) detalle de escultura equinada. E-H) *Gevuina avellana:* E) vista polar, foco superior; F) vista polar, corte óptico, detalle aperturas, sexina y nexina; G) vista ecuatorial, corte óptico; H) detalle de poro. I-L) *Lomatia dentata*: I) vista polar, foco superior; J) vista polar, corte óptico, detalle en sexina y nexina; K) vista ecuatorial, foco superior; L) vista ecuatorial, foco superior, detalle de apertura. M-P) *Colletia spinosissima*: M) vista polar, foco superior; N) vista polar, corte óptico; O) vista ecuatorial, foco superior; P) vista ecuatorial, corte óptico. Escala (MO)= 5 µm.

autores como es el caso de *B. halimifolia* L. (Erdtman, 1952), *B. concava* Pers., (Heusser, 1971), *B. polyfolia* Gris., (Markgraf y D´Antoni, 1978), *B. oblongifolia* (Ruiz y Pavón) Pers., *B. leucocephala* Dusén, *B. longoattenuata* A. S. de Oliveira, *B. glutinosa* Pers. y *B. riograndensis* Teodoro *et* Vidal (Teixeira De Souza *et al.,* 2008).

En *Haplopappus integerrimus* (Hook. y Arn.) H.M. Hall, observamos granos de polen de forma esférica a prolato-esferoidales, de tamaño mediano (37 x 36 μm). Markgraf

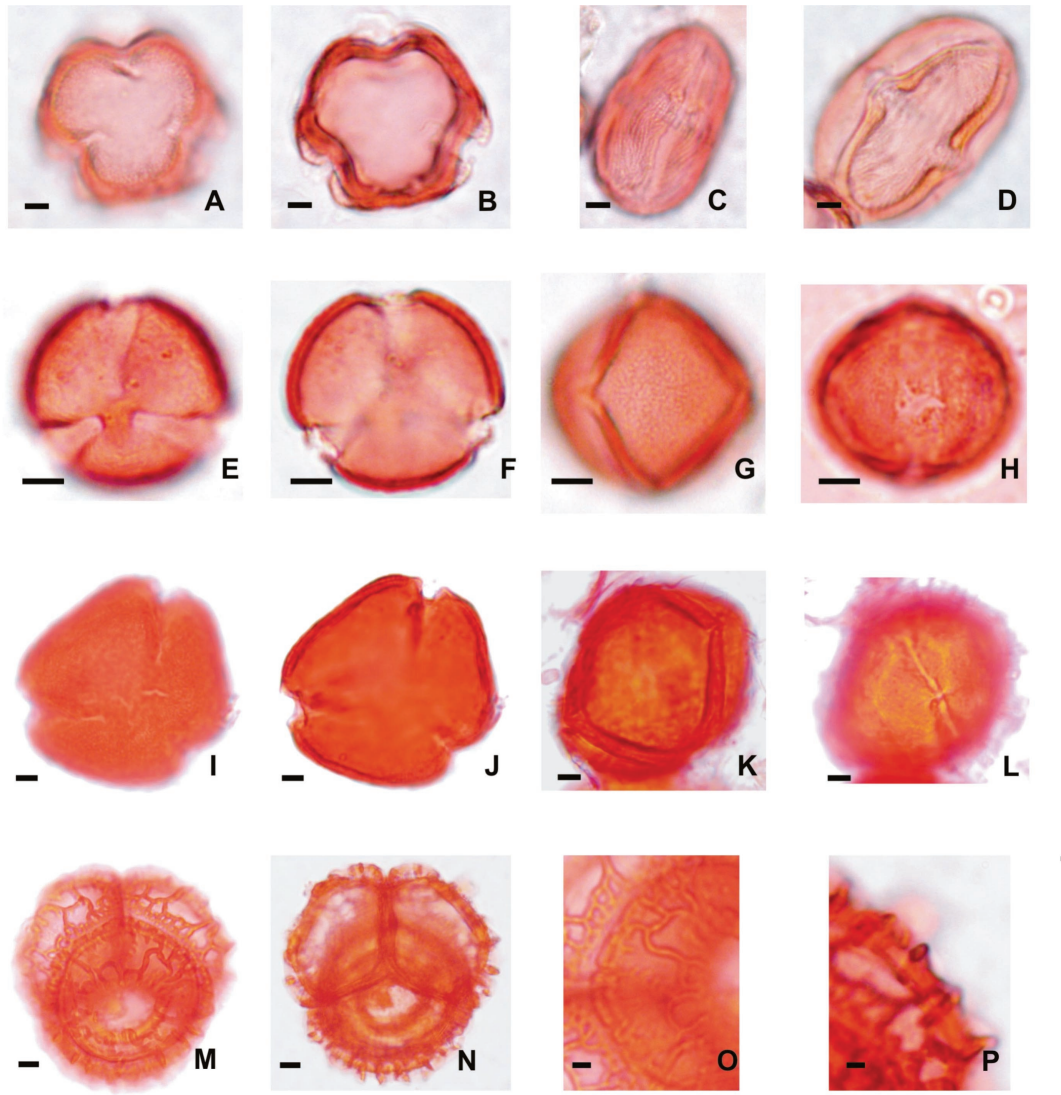


Fig. 7. A-D) *Quillaja saponaria*: A) vista polar, foco superior; B) vista polar, corte óptico; C) vista ecuatorial, foco superior; D) vista ecuatorial, detalle de engrosamientos a nivel ecuatorial de las endoaperturas por aumento de la nexina (costilla). E-H) *Fabiana imbricata*: E) vista polar, foco superior; F) vista polar, corte óptico; G) vista ecuatorial, foco superior; H) detalle del colpo constreñido y poro difuso. I-L) *Rhaphithammus spinosus*: I) vista polar, foco superior; J) vista polar, corte óptico; K-L) vista ecuatorial detalle de apertura. M-P) *Drimys winteri*: M) tétrada, detalle del poro; N) corte óptico tétrada; O-P) detalle de escultura. Escala (MO)= 5 µm.

y D'Antoni (1978) describen a *H. cuneifolius* Nutt. con forma esferoidal, pequeño, de 18 μm, mientras que Heusser (1971) se refiere a *H. glutinosus* también esférico pero de mayor tamaño, 38- 41 μm.

Passarelli *et al.* (2010) en su estudio de la morfología y ornamentación de las esporas del género *Blechnum* distinguen 2 grupos en base a la superficie del perisporio, uno con perisporio liso o con micro-gránulos y otro con el perisporio claramente ornamentado (ej. reticulado). Estos autores incluyen a *Blechnum blechnoides* en el primer grupo y los caracteres señalados por ellos para esta especie son similares a los observados en este trabajo. Morbelli (1980) estudia otras especies de *Blechnum* que corresponden a la Patagonia argentina con características semejantes a *Blechnum blechnoides* Keyserl y manifiesta que de la Sota (1972) cita a esta especie como endémica de Chile encontrándose desde Talcahuano hasta Cucao en Chiloé. Las especies chilenas del género *Blechnum* estudiadas por Heusser (1971), difieren de *B. blechnoides* en tamaño y ornamentación.

Los caracteres señalados en este estudio para *Megalastrum spectabile* (kaulf.) A.R. Sm & R.C. Moran var. *spectabilis* son similares a la descripción de Morbelli (1980), esta autora trabajó con material de origen chileno, comparó la ornamentación de la perina de esta especie con otra del género *Ctenitis* correspondientes a Chile, *C. inaequalifolia* (Colla) Ching, que es similar y con *C. submarginalis* (Lgsd. y Fisch) Copel., de Argentina, Misiones, que es diferente ya que esta última se caracteriza por presentar una perina con grandes pliegues.

Heusser (1971), se refiere a *Azara serrata* R. & Pav. con una morfología similar a la que señalamos para *Azara integrifolia* Ruiz et Pavón, Montenegro *et al.*, (1992) la mencionan como especie melífera.

Zhou y Heusser (1996) describen brevemente la morfología polínica de *Blepharocalyx cruckshanksii* (Hooker *et* Arnott) Niedenzu con características semejantes a las señaladas en este trabajo. Pire *et al.* (1998) estudian a *B. salicifolius* y lo señalan con rasgos similares a los observados para *B. cruckshanksii*.

La morfológicas polínica de las siguientes especies descriptas por Heusser (1971) son similares a las observadas en este trabajo: *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pavón (citada como especie melífera por Montenegro et al., 1992); *Luzuriaga radicans* Ruiz et Pavón (semejante al estudio de Rodríguez & Marticorena, 1987); *Lithraea caustica* (Molina) Hook. et Arn. var pilosa, (Anzótegui, 1971 y Pire *et al*., 1992 señalan caracteres similares para *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. y *Lithraea brasiliensis* March.)*; Maihuenia poeppigii* (Otto) Web; *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz; *Eucryphia cordifolia* Cav.; *Lapageria rosea* Ruiz et Pavón (Erdtman,1952 la describe brevemente); *Quillaja saponaria* Mol (ampliamos la descripción de Heusser, 1971).

Nuestras observaciones de *Schinus polygamus,* en general*,* son similares a lo señalado por Heusser (1971) y por Markgraf y D´Antoni (1978), discrepamos con ellos en cuanto al tamaño de los granos de polen. Estos autores los señalan como de tamaño mediano, mientras que nosotros consideramos que son pequeños a medianos. Anzótegui, (1971) y Pire *et al*. (1992) describen otras especies del género *Schinus* con forma, aberturas y escultura similares a *Schinus polygamus* y también de tamaño pequeño.

Heusser (1971), define a *Caldcluvia paniculata* (Cav.) D. Don, como un grano radiosimétrico mientras que en nuestros estudios lo observamos con simetría, bilateral.

En *Acacia caven* (Mol.) Mol., distinguimos claramente los colpos y los poros con alguna dificultad. En cuanto al número de granos de polen que conforman la poliada coincidimos con Caccavari (1970), quien afirma que son 32 granos. Heusser (1971) pone en duda las aberturas de la poliada, la considera inaperturada, así como el número de granos de polen que la componen que estima alrededor de 64 granos individuales.

La morfología polínica observada en *Boquila trifoliata* (DC.) Decne es similar a la señalada por Heusser (1971) y Erdtman (1952), sin embargo diferimos con este últi-

mo porque él considera que las aberturas pueden variar de 2-3 colporados, solo observamos 3 colporados.

Complementamos la descripción de Benedetti (2012) para *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser, con las observaciones de material acetolizado que permiten apreciar la escultura foveolada de los granos de polen, al igual que lo manifestado por Heusser (1971). El polen de *Peumus boldus* Mol.fue descripto por Money *et al.* (1950), con excelentes dibujos lineales. Heusser (1971) lo estudia y fotografía con MO. Erdtman (1952) lo describe brevemente y lo ilustra con dibujos. Walker y Doyle (1975) y Walker (1976 *a,* 1976 b) lo analizan con SEM. Sampson y Foreman (1990) realizan un estudio de la escultura y estructura de la exina con MEB y TEM. Las excelentes fotografías muestran las espinas, con columelas en las base, construídas por la superposición de hebras cilíndricas y el tectum también formado por hebras cilíndricas aunque de menor diámetro que las de las espinas.

En este trabajo ampliamos la descripción de Heusser (1971) para *Myrceugenia exsucca* (DC) Berg y *M. planipes* (Hook. et Arn.) Berg. Pire *et al.* (1998) citan a *Myrceugenia euosma* y *Myrceugenia glaucescens var. glaucescens* con morfología similar a la señalada para las especies estudiadas en este artículo. Montenegro *et al.* (1992) en su estudio de especies melíferas presenta la morfología polínica de *Luma apiculata* (DC.) Burret con MEB, en este trabajo ampliamos las observaciones de material acetolizado con MO.

Coincidimos con la descripción de *Lomatia dentata* (Ruiz et Pavón) R. Br. y *Gevuina avellana* Mol realizada por Hebel y Rojas (2000). Sin embargo no estamos de acuerdo con lo que señalan estas autoras respecto a la presencia ocasional de granos de polen diporados. Según nuestras observaciones consideramos que son triporados, solo que debido al ámbito triangular de los mismos en vista polar, cuando se los observa en posición ecuatorial se pueden ver solamente 2 poros ya que el tercero se encuentra en otro plano.

La descripción de *Colletia spinosa* Lam., sinónimo de *Colletia spinosissima* J.L. Gmel., realizada por Markgraf y D´Antoni (1978) es similar a la referida en este trabajo. Erdtman (1952) solo menciona los caracteres generales del género. Heusser (1971) estudia *C. hystrix* Clos, que presenta granos de polen medianos.

Forcone *et al.* (2006), en su estudio de polen de mieles de la Patagonia describen a *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz y a *Fabiana imbricata* Ruiz et Pavón. Los caracteres señalados por estos autores coinciden con nuestras observaciones. Heusser (1971) también describe a estas dos especies, en el caso de *Fabiana imbricata* respecto a las aberturas, menciona, granos de polen tricolporados y tetracolporados. Al igual que Forcone *et al.* (2006), solo observamos granos tricolporados. Diferimos con Markgraf y D´Antoni (1978) quienes señalan para esta especie granos de polen esféricos con endoaperturas lalongadas.

Heusser (1971) describe los granos de polen de *Rhaphithamnus spinosus* (Juss.) Mold como subprolatos. Diferimos con este autor en cuanto a la forma del grano, la mayoría de ellos se ubica en vista polar, de los pocos granos que se encuentran en vista ecuatorial la mayoría son oblato-esferoidales, son escasos los que se observan subprolatos debido a que los colpos estan muy plegados.

Heusser (1971) se refiere a *Drimys winteri* Forst. var. *andina* Reiche con características similares a *Drimys winteri* Forst. & G. Forst. Las breves descripciones de Erdtman (1952) y Markgraf y D'Antoni (1978), así como el detallado estudio de Wodehouse (1935) para esta especie son similares a las presentadas en este trabajo.

La mayoría de las especies nativas aquí descriptas, presentan actualmente una abundancia muy reducida debido a las diferentes actividades antrópicas realizadas dentro de la cuenca de la Laguna Avendaño, destacando por sobre todo las actividades agrícolas y forestales. Esta sustitución de la vegetación original, genera incertidumbre sobre cuáles son las condiciones naturales de la zona y

cuáles son sus especies vegetales originales. Es por esto, que surge la necesidad de aumentar el conocimiento de la morfología polínica de la flora local, para así realizar las correctas interpretaciones ecológicas y no limitar las investigaciones paleoecológicas de la zona central de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al proyecto Fondecyt Nº 1120807, a Conicet y al Herbario de la Universidad de Concepción.

BIBLIOGRAFÍA

Anzótegui M. L. 1971. El polen de las Anacardiaceae del N.E de la Argentina. Ameghiniana 8 (3-4): 329-340.

Arroyo M. T., Cavieres L. A. 1997. The mediterranean type-climate flora of Central Chile. What do we know and how can we assure its protection? Noticiero de Biología (Chile) 5: 48-56.

Benedetti R. S. 2012. Información tecnológica de productos forestales no madereros del bosque nativo en Chile. Monografía de PEUMO *Cryptocarya alba* (Mol) Looser 80 pp.

Caccavari M. 1970. Granos de polen de Leguminosas de la Argentina I Subfam. Mimosoideae: Tribu Acacieae. Darwiniana 16 (1-2): 144-174.

Carvallo G., Ginocchio R. 2004. Variabilidad en rasgos polínicos en el complejo *Mimulus luteus* l. (Phrymaceae) en Chile central. Gayana Botánica 61 (2): 63-66.

Dirección Meteorológica de Chile. 2011. Anuario climatológico 2010, Santiago – Chile. [online]. Disponible en: http:// http://164.77.222.61/climatologia/ [Acceso: 20 Julio 2013].

Echeverria C., Coomes D., Salas J., Rey-Benayas J. M., Lara A., Newton A. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests. Biological Conservation 130: 481-494.

Erdtman G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (An introduction to Palynology I). Almqvist & Wiksell, Stockholm, 539 pp.

Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift 54: 561-564.

Fernández Pepi M. G., Giussani L. M., Morrone O. 2008. Variabilidad morfológica de las especies del complejo *Poa resinulosa* (Poaceae) y su relación con las especies de la sección dioicopoa. Darwiniana 46 (2): 279 -296.

Forcone A., García J., Ayestarán G. 2006. Polen de las Mieles de la Patagonia Andina (Chubut-Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 41 (1-2): 25 - 39.

Gajardo R. 1994. La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. 1st ed. Universitaria, pp. 83-105. Santiago de Chile, Chile.

Garralla S., Muruaga N. B., Cuadrado G. 2008. Morfología polínica de especies argentinas de *Rebutia* s. str. (Cactaceae, Cactoideae). Darwiniana 46 (2): 270-278.

Hebel I., Rojas G. 2000. Morfología de los granos de polen de especies de la familia Proteaceae presentes en Chile. Boletín Museo de *Historia* Natural Nº 00.

Heuseer C. J. 1971. Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophytas, Gimnospermae and Angiospermae. The University of Arizona Press, 167 pp.

Hoffmann A. 1997. Flora silvestre de Chile: Zona Central. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile, 254 pp.

Hooghiemstra H., Van Geel B. 1998. World list of Quaternary pollen and spore atlases. *Review of Palaeobotany and Palynology* 104: 157-182.

Large M. F., Braggins J. E. 1990. Effect of different treatments on the morphology and size of fern spores. *Review of Palaeobotany and Palynology* 64: 213-221.

Luebert F., Pliscoff P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Ed. Universitaria, Santiago, Chile, 316 pp.

Mardones P., Donoso G., Rocha R., Córdova A., Grau M. 2011. Caracterización y registro del polen atmosférico en la ciudad de Temuco. Revista chilena de enfermedades respiratorias 27:7-15.

Markgraf V., D´antoni H. L. 1978. Pollen Flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae. University of Arizona Press, Tuxon, Arizona 208 pp.

Marticorena C. 1962. Morfología de los granos de polen de Euphorbiaceae y Malpighiaceae Chilenas. Gayana Botánica 5: 3-17.

Marticorena C., Quezada M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42: 2-157.

Matthei O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores, Santiago, Chile, 545 pp.

Miller A. 1976. The climate of Chile. In: Schwerdtfeger, W. (ed.). Elsevier, Amsterdam. World survey of Climatology: 107-134.

Money L. L., Bailey I. W., Swamy B. G. L. 1950. The morphology and relationships of the Monimiaceae, Journal of the Arnold Arboretum 31: 372-404.

Montenegro G., Gómez M., Ávila G. 1992. Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *Apis mellifera* en el área de la reserva nacional Los Ruiles, VII Región de Chile. Acta Botánica Malacitana 17: 167-174.

Montenegro G., Schuck M., Mujica A. M., Teillier S. 1989. Flora utilizada por abejas melíferas (*Apis mellifera*) como fuente de polen en Paine, Región Metropolitana, Chile. Ciencia e Investigación agraria 16 (1-2): 47-54.

Morbelli M. A.1980. Morfología de las esporas de Pteridophyta presentes en la región Fuego-patagónica, República Argentina. Opera Lilloana 28, 138 pp.

Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., Da Fonseca G. A. B., Jennifer K. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

Ortega R., Aresti M., Pereira I. 2011. Implementation and evaluation of an image analysis system for determining viability of pollen grains in temperate rice. Chilean journal of agricultural research 71 (1):16-22.

Passarelli L. M., Gabriel Y., Galán J. M., Prada C., Rolleri C. H. 2010. Spore morphology and ornamentation in the genus *Blechnum* (Blechnaceae). Grana 49 (4): 243-262.

Parra O., Marticorena C. 1972. Granos de polen de plantas chilenas II. Compositae-Mutisieae. Chile. Gayana Botánica 21:1-107.

Pire S. M., Anzotegui L. M., Cuadrado G. A. 1992. Atlas palinológico del nordeste argentino. D'Orbigniana, PRINGEPA - CONICET Corrientes Argentina, Nº 7, 75 pp.

Pire M. S., Anzotegui L. M., Cuadrado G. A. 1998. Flora Polínica del Nordeste Argentino. volumen I. EUDENE-UNNE, Corrientes, 143 pp.

Punt W., Blackmore S., Nilsson S., Le Thomas A. 1994. Glossary of Pollen and Spore Terminology. LPP Foundation, University of Utrecht, The Netherlands LPP Contributions series Nº 1, 71 pp.

Rebolledo R., Riquelme M., Huaiquil S., Sepúlveda G., Aguilera A. 2011. Estudio comparativo de la producción de polen y miel en un sistema de doble reina versus una por colmena en La Araucanía, Chile. IDESIA 29 (2): 139-144.

Robinson H. E., Marticorena C. 1986. A palynological study of the Liabeae (Asteraceae). Smithsonian Contributions to Botany 64: 1-50.

Rodríguez R., Marticorena C. 1987. Las especies del género *Luzuriaga* R. Et P. Gayana Botanica 44 (1-4): 3-1.

Rodríguez Ríos R., Matthei O., Quezada M. 1983. Flora Arbórea de Chile. Universidad de Concepción, Chile, 408 pp.

Sampson F. B., Foreman D. B. 1990. Pollen morphology of *Peumus boldus* (Monimiaceae)– a comparison with *Paheria scandens.* Grana 29: 197-206.

Sosa M. M., Panseri A. F., Salgado C. R. 2011. Pollen morphology of eight species of Stemodia (Plantaginaceae) from South America. Palynology 36: 1-9

Sota E. R. de la. 1972. Sinopsis de las Pteridofitas del Noroeste de Argentina I. Darwiniana 17: 11-103.

Teixeira de Souza P. C., Carvalho de Souza F., Silveira de Oliveira-Deble A., Barbieri Ferreira Mendonça C., Gonçalves-Esteves V. 2008. Estudo polínico de nove espécies da subtribo Baccharinae Less. (Astereae-Asteraceae), ocorrentes no sul do Brasil. Balduinia.12: 1-11.

Vargas Bennett P. N. 2013. Historia ambiental de los últimos 500 años de la Región del Biobío: una reconstrucción mediante análisis polínico con énfasis en especies exóticas. Tesis de magister. (http://repositorio.udec.cl/handle/11594/1673). Consulta Diciembre 2015.

Walker J. W., Doyle J. A. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: palynology. *Annals* of the *Missouri Botanical Garden* 62: 661-723.

Walker J. W. 1976a. Comparative pollen morphology and phylogeny of the Ranalean complex. In: Beck, C.B. (ed.), Columbia Univ. Press, New York. Origin and early evolution of angiosperms: 241-299.

Walker J. W. 1976b. Evolutionary significance of the exine in the pollen of primitive angiosperms. In: Ferguson, I.K. & J. Muller (eds.), Academic Press, London. The evolutionary significance of the exine: 251-303.

Wodehouse R. P. 1935. Pollen grains. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York and London, 574 pp.

Zhou M., Heusser C. J. 1996. Late-glacial palynology of the Myrtaceae of southern Chile. Review of Palaeobotany and Palynology 91: 283-315.