

ANÁLISIS PALINOLÓGICO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA GESNERIÁCEAE
DE LA RESERVA NATURAL RÍO ÑAMBÍ

MÓNICA CAROLINA RAMÍREZ ENRÍQUEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO

2013

ANÁLISIS PALINOLÓGICO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA GESNERIÁCEAE
DE LA RESERVA NATURAL RÍO ÑAMBÍ

MÓNICA CAROLINA RAMÍREZ ENRÍQUEZ

DIRECTOR:

EDUARDO AQUILES GUTIERREZ ZAMORA

M.Sc. en Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO

2013

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidades exclusivas del autor”.

Artículo 1º del acuerdo No. 32 de Octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

Eduardo Aquiles Gutiérrez

Director

Marta Sofía González

Jurado

Carola Lara

Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre de 2013.

GRADECIMIENTOS

A mi familia, especialmente a mis padres y a mi hermana, por acompañarme, cuidarme y por todo su amor y apoyo durante mi carrera y durante todo el proceso y culminación de mi investigación.

A Anna Gabriela y a Aquiles, por su compañía, su amor y sus palabras de aliento que hicieron más bonitos mis días de trabajo.

A Luz Alba García, por ser un ejemplo de vida, sabiduría y fuerza y por acogerme siempre con amor.

A mi asesor Aquiles Gutiérrez por sugerencias, acompañamiento en trabajo de campo y laboratorio, y por compartir su conocimiento sobre la maravillosa ciencia de la Palinología.

Al Grupo de Investigación en Biología y Conservación de Organismos Tropicales de la Universidad de Nariño (*Biotropicun*), especialmente al proyecto: «Estudio de la Interacción colibrí-planta en ecosistemas estratégicos del departamento de Nariño» Primera Fase, financiado por la VIPRI, por la colaboración con los materiales y equipos necesarios y por la financiación para el presente estudio.

A mis jurados Marta Sofía González y Carola Lara, por el tiempo dedicado a correcciones y aportes, tanto al proyecto de trabajo de grado como al trabajo final.

A Cristian Flórez y Mauricio Flórez, por su colaboración para el ingreso y estadía en la Reserva Natural Río Ñambí.

Agradezco especialmente a los profesores Jhon Clark, Marisol Amaya y Aida Lucía Patiño, por su colaboración en la clasificación taxonómica de las especies, sugerencias al proyecto y por su ayuda en la revisión bibliográfica para esta investigación.

A Natalia Bacca, Jorge Burbano por su colaboración en la fase de campo y laboratorio, al igual que a Aura Tisoy y Lucero Legarda por su colaboración en el aporte de muestras.

A mis compañeros y amigos Nixon Guerrero, Carlos Ordoñez, Nathaly Nicola, Mario Suarez y Natalia Bacca, por compartir momentos de alegría y por ser una gran compañía en este proceso de mi vida.

A todas las personas que de corazón estuvieron pendientes de mí, de mi carrera y de la culminación de este trabajo, porque con sus pensamientos, palabras y oraciones, todo fue más posible.

DEDICATORIA

A Dios, por su infinita sabiduría.

A Anna, porque su risa, su amor y su fuerza, hacen lindo mi mundo.

A mi padres Luz Mónica Enríquez y Jairo Ramírez, por enseñarme a ser perseverante, paciente, y por creer con amor en mí.

A mi hermana Isabella, por ser mi amiga, por su alegría y su compañía.

A Aquiles, por enseñarme a ver la vida y la Biología de una forma diferente.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	3
OBJETIVOS	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
ANTECEDENTES	5
1. MARCO TEÓRICO	8
1.1 GENERALIDADES DE LA FAMILIA GESNERIACEAE	8
1.2 FAMILIA GESNERIACEAE EN COLOMBIA	11
1.3EL GRANO DE POLEN, MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	23
1.3.1Características del grano de polen	24
1.3.1.1 La pared del grano de polen	24
1.3.1.2Estratificación	24
1.3.1.3 Escultura (ornamentación)	27
1.3.2 Aperturas	28
1.3.3 Polaridad y simetría	30
1.3.4 Unidades del polen	32
1.3.5 Forma del grano de polen	33
1.3.6Tamaño del grano de polen	34
1.4 EXAMEN DE LOS GRANOS DE POLEN EN CORTE OPTICO	35
1.5 ANALISIS LO-OL	36
1.6 TECNICAS PARA EL ESTUDIO DEL GRANO DE POLEN	37
1.6.1Método de Acetólisis acida del material polínico	37
1.6.2Material Polínico al Natural	38
2.MATERIALES Y METODOS	39
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	39
2.2 TRABAJO DE CAMPO	42

2.3 TRABAJO DE LABORATORIO	43
2.3.1 Trabajo de Herbario	43
2.3.2 Montaje de placas en fresco	43
2.3.3 Proceso de Acetólisis para muestras de flores	44
2.3.4 Montaje de placas acetolizadas	45
2.4 CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LOS GRANOS DE POLEN	45
2.5TRABAJO FOTOMICROGRAFICO	46
2.6CLAVE TAXONOMICA	46
3. ANALISIS ESTADISTICO	47
RESULTADOS	49
DISCUSION	88
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
LITERATURA CITADA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos polínicos según la longitud del eje polar.	35
Tabla 2. Tipos de área polar, según la relación LA/DE.	35
Tabla 3. Especies de la familia Gesneriáceae registradas en la Reserva Natural Río Ñambí.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estratificación de la esporodermis del grano de polen.	26
Figura 2. Elementos suprategmiales y vista en superficie de los diferentes tipos de escultura más frecuentes.	28
Figura 3. Tipos de aperturas según el número, forma y disposición.	30
Figura 4. Diagrama de polaridad en tétradas.	30
Figura 5. Eje polar y Ecuatorial del grano de polen.	31
Figura 6. Distintos tipos de agrupamiento de los granos de polen	33
Figura 7. Formas y contornos del grano de polen en vista polar y ecuatorial.	34
Figura 8. Corte óptico del grano de polen	36
Figura 9. Ubicación general del Área de Estudio	40
Figura 10. Promedio anual de Temperatura (°C) y de precipitación (mm) en la Reserva Natural Río Ñambí	41
Figura 11. Curva de riqueza acumulada para la comunidad de plantas de la familia Gesneriaceae de la Reserva Natural Río Ñambí.	51
Figura 12. Habito de crecimiento de las especies de la familia Gesneriaceae de la Reserva Natural Río Ñambí.	53
Figura 13. Tipos de coloración presentes en la corola de las especies de Gesneriaceae estudiadas.	55
Figura 14. Tipo de orientación de las flores presente en las especies de la familia Gesneriaceae.	56
Figura 15. Forma o ámbito de los granos de polen de las especies de la familia Gesneriaceae estudiadas.	58
Figura 16. Tipo de ornamentación de la exina de los granos de polen de las especies de Gesneriaceae.	59
Figura 17. Tamaño de los granos de polen en fresco de las especies de la familia Gesneriaceae.	60
Figura 18. Gráficos de cajas y bigotes con intervalo de confianza al 95% para la	61

media de las variables medidas para los granos de polen de las especies de la familia Gesneriáceae de la Reserva Natural Rio Ñambí.

Figura 19. Análisis de componentes principales (PCA) de las especies de la familia Gesneriáceae, en función de las variables métricas de los grano de polen.	62
Figura 20.Representación gráfica de intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Columnnea</i> .	66
Figura 21. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Columnnea</i> .	67
Figura 22. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Columnnea</i> .	68
Figura 23.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Columnnea</i> .	70
Figura 24.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Columnnea</i> .	71
Figura 25.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Columnnea</i> .	72
Figura 26.Representación gráfica de intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Drymonia</i> .	74
Figura 27.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Drymonia</i> .	75
Figura 28.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Drymonia</i> .	76
Figura 29. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Paradrymonia</i> .	78
Figura 30.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Paradrymonia</i> .	79
Figura 31.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género <i>Paradrymonia</i> .	80
Figura 32.Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies de los géneros <i>Besleria</i> , <i>Kohleria</i> , <i>Gasteranthus</i> y	82

Monopyle.

Figura 33. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies de los géneros *Besleria*, *Kohleria*, *Gasteranthus* y *Monopyle*. 83

Figura 34. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies de los géneros *Besleria*, *Kohleria*, *Gasteranthus* y *Monopyle*. 84

Figura 35. Dendrograma de similitud utilizando el método de Ward (Euclidiana cuadrado) para las especies de la familia Gesneriaceae de la Reserva Natural Rio Ñambi. 86

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Atlas palinológico de las especies de la familia Gesneriáceae de la Reserva Natural Río Ñambí.	101
ANEXO B. Clave taxonómica para diferenciar a las especies de la familia Gesneriáceae de acuerdo a la morfología polínica.	102

RESUMEN

Se realizó el estudio palinológico de 28 especies de la familia Gesneriáceae, reunidas en ocho géneros y tres tribus: Beslerieae, Gloxinieae y Episcieae, que habitan en la Reserva Natural Río Ñambí. Los objetivos de esta investigación fueron caracterizar y ampliar los datos morfológicos de la familia, en un nivel genérico o específico, contribuyendo así, a la delimitación precisa de taxones. Los granos de polen fueron analizados fueron medidos, descritos e ilustrados usando microscopia de luz. Los granos de polen se caracterizaron por ser mónadas, de tamaños grandes y con forma esferoidal a subtriangular en vista polar, y de tamaños pequeños y con ámbito esferoidal a oblado en vista Ecuatorial; triaperturados, tricolporados, con exina tectada y escultura reticulada. Los resultados demostraron que la morfología polínica es bien definida entre las especies estudiadas, vario entre tribus y géneros, pudiendo ser usada para identificar los taxones y soportar el carácter euripalinológico de las gesneriáceas.

Palabras claves: Palinotaxonomía, polen, Gesneriáceae, Chocó biogeográfico.

ABSTRACT

This work deals with the study of 28 species of the Gesneriaceae family, gathered in eight genera and three tribes: Beslerieae, Gloxinieae and Episcieae, inhabiting Ñambí River Nature Reserve. The objectives of this research were to characterize the morphological data and expand the family, in a generic or specific level, thus contributing to the precise delimitation of taxa. Pollen grains were analyzed, measured, described and illustrated using light microscopy. Pollen grains were characterized as monads, large sizes and spheroidal to subtriangular in polar view, and small sizes and oblate spheroidal to Equatorial view field; triaperturados, tricolporate with sensed and reticulate exine sculpture. The results showed that the pollen morphology is well defined between, among various tribes and genera, species studied can be used to identify taxa and support the palynological nature of the Gesneriaceae.

Keywords: Palinotaxonomía pollen Gesneriaceae, Chocó biogeographic.

INTRODUCCION

Dentro de la caracterización morfológica de la flor, el estudio y el análisis de los descriptores relacionados con el grano de polen son vitales para diferenciar y relacionar especies, debido a que la forma, tamaño, aperturas y la escultura de la exina son características genéticamente determinadas y, por tanto, muy conservadas (Sasakuma & Yamada, 1988 cit. Lagos *et al.* 2005). La gran diversidad de formas, tamaños, aperturas, caracteres estructurales y esculturales de la exina son una manifestación de la adaptación, que asegura que el polen pueda llegar hasta el estigma de la flor de la misma especie por varios vectores como la gravedad, el viento, el agua, vertebrados e insectos, entre otros (Erdtman, 1952; Fonnegra, 1989; Lagos *et al.* 2005).

En muchos casos el tipo de polen de un taxón es característico y constante, siendo denominado ‘estenopalinológico’. En otros taxones, los tipos de polen varían considerablemente en apertura, escultura, estratificación de la exina, tamaño o forma. Éstos conforman el taxón ‘euripalinológico’. Los grupos europalinológicos son los más frecuentes, por tanto, de gran importancia para la clasificación taxonómica y sistemática, como también para caracterizar los recursos genéticos de un género o de una especie (Fonnegra, 1989).

A pesar de presentar granos de polen de tipo euripalinológico (Erdtman, 1952), y de presentar una alta riqueza de especies en Colombia (Kvist *et al.*, 1998), la familia Gesneriáceae exhibe grandes vacíos respecto a las características y variaciones polínicas de las especies. Además, un alto porcentaje de las especies en el país, pertenecen a grupos sin tratamientos taxonómicos modernos (Kvist *et al.*, 1998), por lo cual, el análisis palinológico podría aportar al entendimiento sobre muchos géneros de gesneriáceas colombianas.

Por otro lado, Kvist *et al.*, (2004) documentaron a la familia Gesneriáceae como un ejemplo de extinción biológica, en donde poblaciones de Gesneriáceas en el noroccidente

del Ecuador están en peligro o se encuentran extintas, sugiriendo que algunas de estas poblaciones pueden encontrarse en la parte sur occidental, más exactamente, en el Choco biogeográfico del sur de Colombia, en Nariño, convirtiéndose esta región, en un área estratégica para el estudio y para la generación de aportes importantes para la conservación de estas plantas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hizo necesaria la realización de una investigación pionera, basada en el análisis de las características morfológicas de los granos de polen de las especies pertenecientes a la familia Gesneriáceae en la región de la Reserva Natural Rio Ñambí al sur del Chocó biogeográfico, región que es estratégica para la conservación de poblaciones vulnerables del grupo florístico. Así mismo, además de identificar los caracteres importantes para la diferenciación entre las especies, también se buscó evaluar similitudes entre especies a partir de los granos de polen, tomando como base las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son las especies de Gesneriáceas presentes en la Reserva Natural Rio Ñambí?

¿Cuáles son las características palinomorfológicas de las especies de Gesneriáceas presentes en la región, y de ellas, cuales permiten diferenciar las especies de la familia?

¿Cuáles son las especies que presentan mayor similitud o cercanía de acuerdo a los caracteres palinomorfológicos?

De esta manera, el estudio del grano de polen podría contribuir a la identificación de características diagnosticas propias de los géneros y las especies, convirtiéndose en una herramienta muy útil para la taxonomía, y clasificación de estas. Además, la interpretación de las variaciones que podrían presentarse en el grano de polen, podrían ser el primer paso para el entendimiento de procesos funcionales entre especies.

Hipótesis científicas

- Las características morfométricas de los granos de polen de las especies de Gesneriáceas permiten establecer diferencias interespecíficas, siendo posible determinar las especies particulares a la cual pertenece cada grano de polen.
- Caracteres importantes para establecer diferencias interespecíficas a nivel palinológico son: tamaño (eje ecuatorial, eje polar), forma y tamaño de las aperturas además de rasgos y de morfometría de la escultura.

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar palinológicamente las especies pertenecientes a la familia Gesneriáceae en la región de la Reserva Natural Río Ñambí.

Objetivos Específicos

- Identificar las especies de Gesneriáceas presentes en la región de la Reserva Natural Río Ñambí.
- Identificar las características palinomorfológicas de las especies presentes en la región, que permiten diferenciar las especies de la familia.
- Identificar las especies de Gesneriáceas con mayor similitud o cercanía de acuerdo a las características del grano de polen.

ANTECEDENTES

En Colombia, existen algunos estudios palinológicos que incluyen descripciones de granos de polen de las especies más representativas del país. Estas investigaciones han sido enfocadas en zonas de paramo, bosque amazónico, bosque fragmentado y bosque altoandino, siendo nulos los estudios sobre el grano de polen en el Choco biogeográfico.

En 1991, Amaya analizó el polen de la flora del Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas) visitada por colibríes, como un complemento al estudio sobre la dinámica y ecología de la comunidad de colibríes de esa localidad.

En 1995, Bogotá & Lamprea presentaron el Atlas Palinológico de las especies de las subclases Magnoliidae, Hamamelidae, Caryophyllidae, Dilleniidae y Rosidae, del Páramo de Monserrate, donde registraron 35 familias y se realizaron descripciones de los granos de polen a partir de muestras de herbario.

Por otro lado, en el mismo año, Velásquez & Rangel realizaron la primera parte del Atlas Palinológico de la Flora Vascular del Páramo Norte de Colombia, en donde elaboraron claves dicotómicas para diferenciar familias y especies, así como descripciones morfológicas de las 12 familias de plantas con mayor número de especies.

Jiménez B. (1996) presentó descripciones de 19 géneros de las familias Caesalpinaceae, Fabaceae y Mimosaceae, con especies de distribución en la región Amazónica, destacando las principales características y variables morfológicas. Luego en 1997, también en la región Amazónica, Jiménez & Rangel describieron 26 palinomorfos pertenecientes a los géneros más importantes de la familia Asteraceae.

Posteriormente, en el Atlas Palinológico de la Flora Vascular Paramuna de Colombia, Velásquez (1999), realizó la descripción palinológica de 67 familias de Angiospermas colectadas en campo y ejemplares de herbario, preparadas con Acetólisis (Erdtman, 1952).

De la misma forma, Gutiérrez y Rojas (2001), en su trabajo realizado en la zona altoandina del Volcán Galeras, describieron los granos de polen de 33 especies de plantas ornitófilas pertenecientes a 13 familias.

Lara & Muñoz (2004), efectuaron la primera colección palinológica de referencia para el sur de los Andes, al realizar la caracterización de los granos de polen de la especies de la familia Ericáceae, en donde se encontraron diferencias significativas entre las especies de la familia, debida a variables cualitativas y cuantitativas.

En cuanto a la familia Gesneriáceae, se puede mencionar que existen pocos trabajos que reportan análisis de los granos de polen de esta familia, todos ellos realizados en países como Costa Rica, Panamá, Tailandia y países del Viejo Mundo, siendo los estudios más recientes, los reportados en Brasil.

Williams (1978), estudio 30 especies neotropicales de la subfamilia Gesnerioideae, analizando los granos de polen de cuatro tribus. El autor encontró que los granos de polen eran monadas isopolares, en donde la mayoría presentaron escultura de tipo reticulada (Gasparino *et al.*, 2011).

Roubik & Moreno (1991), al estudiar los granos de polen, utilizando microscopia de luz, de 10 especies de la familia Gesneriáceae de la Isla de Barro Colorado (Panamá), observaron la presencia de granos subprolados a esferoidales, con esculturas psilada-perforada o reticulada y con tamaños pequeños a medianos.

En 1993, Luegmayer estudio 108 especies de la subfamilia Cyrtandroideae del Viejo Mundo, utilizando microscopia de luz y electrónica de barrido y de transmisión, estableciendo 10 tipos polínicos, con base en la ornamentación de la exina.

De la misma manera, con el fin de comparar los granos de polen de 34 especies de la subfamilia Cyrtandroideae de Tailandia y de Laos, Palee *et al.*, (2003) realizo algunas modificaciones a la clasificación de los tipos de exina propuestos por Luegmayer (1993), incrementando los tipos polínicos a 15.

Fourny *et al.*, (2010), estudiaron palinológicamente 21 especies de la familia Gesneriáceae de Rio de Janeiro, en Brasil. Los granos de polen analizados mediante microscopio de luz y microscopio electrónico de barrido, mostraron dominancia por ser de tipo pequeños a medianos, triaperturados, colpados o colporados, suboblados a prolados y con presencia de diferentes tipos de ornamentación de la exina, como reticulada, microreticulada, rugulada, perforada y escabrada.

Por último, el estudio más reciente realizado por Gasparino *et al.*, (2011) en Sao Paulo, Brasil, para especies del género *Besleria* y *Napeanthus*, reveló que los granos de polen se caracterizaron por ser de pequeños a medianos, isopolares, oblados a esferoidales, tricolporados y con esculturas como psilada-perforada, rugulada o microreticulada.

1 MARCO TEORICO

1.1 GENERALIDADES DE LA FAMILIA GESNERIACEAE

La familia Gesneriáceae pertenece a las Eudicotiledóneas, las cuales se caracterizan por presentar polen tricolpado, flores cíclicas y presencia diferenciada de las partes internas y externas del perianto (es decir, cáliz y corola). Dentro de las eudicotiledóneas, se encuentran en el grupo de las Lámidas, en el orden Lamiales (Judd *et al.*, 2009).

Esta familia comprende entre 140 y 150 géneros y más de 3500 especies, distribuidas principalmente en las zonas tropicales y subtropicales tanto del Antiguo como del Nuevo Mundo. (Weber 2004).

Gesneriáceae fue una de las últimas grandes familias en tomar su forma actual. Originalmente se reconocían dos familias separadas: la familia Gesneriáceae (neotropical) y la familia Didymocarpaceae (paleotropical). Sin embargo, después de varios procesos de clasificación, la familia se divide actualmente en tres subfamilias (Burt y Wiehler 1995): Cyrtandroideae, del viejo mundo, con una sola especie en América; Gesnerioideae, subfamilia neotropical y Coronatheroideae de Chile, islas del Pacífico Sur y Australia

La subfamilia Gesnerioideae es considerada monofilética con base en datos moleculares y morfológicos. En 1983, Wiehler propuso la subdivisión de la subfamilia en cinco tribus: Gloxiniaee, Episcieae, Beslerieae y Napeantheae. Adicionalmente, y luego de análisis moleculares se sugirió la subfamilia se encuentra subdividida en ocho tribus: Beslerieae, Coronanthereae, Episcieae, Gesnerieae, Gloxiniaee, Napeantheae, Sinningieae y Sphaerorrhizeae (Weber, 2004).

Estas especies, se distribuyen principalmente en los trópicos y subtrópicos de África, México, Centro y Sudamérica, Asia y Oceanía, con pocos géneros en zonas templadas del sur de Europa (Ramirez-Roa, 2008).

Las gesneriáceas, son muy apreciadas por los coleccionistas de plantas de interiores. Entre las plantas eudicotiledóneas, estas especies son prácticamente comparables con las orquídeas entre las monocotiledóneas, y hay productores que se concentran exclusivamente en esta familia. La especie más conocida es la violeta africana, que es fácil de cultivar. Otros géneros cultivados incluyen *Sinningia* (antes incluida en *Gloxinia*), *Aeschynanthus*, *Episcia* y *Nematanthus* (Ramírez-Roa, 2008).

Aparte de su gran valor como plantas ornamentales, la familia presenta usos etnobotánicos principalmente conocidos en Centro y Suramérica (Wiehler, 1995). La mayor importancia a nivel medicinal, radica en que muchas especies de la familia son utilizadas como antiofídicas. Kvist (1989), registró especies de *Columnea*, *Drymonia* y *Chrysothemis*, que han sido utilizadas por tres tribus indígenas en la región costera de Ecuador (Weber, 2004). Una bebida de los rizomas de especies del género *Kohleria*, es usado como remedio para las afecciones de riñón y regular las funciones del hígado en Colombia y Venezuela. En el Amazonas, algunas tribus indígenas, las hojas de *Columnea picta* se fuman para estimulación; *Glossoloma sprucei*, *Drymonia serrulata* y *Columnea rubriacuta*, son utilizadas para curar eczemas (Weber, 2004).

1.1.1 DESCRIPCION DE LA FAMILIA GESNERIACEAE

Las gesneriáceas neotropicales (subfamilia Gesnerioideae), se caracterizan por ser hierbas perennes, surarbustos, arbustos, o pequeños árboles, enredaderas, trepadoras o epifitas (Weber, 2004). Usualmente tienen indumento de pelos simples, multicelulares y algunas veces glandulares (Kvist *et al.*, 1998).

Las hojas son opuestas o verticiladas, con menor frecuencia alternas; poseen margen entero, serrado o serrulado; pueden ser de membranáceas a coriáceas y con peciolo usualmente presente. Los estomas pueden estar dispersos o en grupos (Kvist *et al.*, 1998; Weber, 2004).

Las plantas pueden tener inflorescencias axilares o terminales, aunque también pueden presentarse flores solitarias o en cimas modificadas o racimos, en ocasiones

fasciculadas (Kvist et al., 1998). Las flores son perfectas, zigomorficas, raramente actinomorfas y pueden presentar varios tamaños (Weber, 2004).

El cáliz posee cinco sépalos libres o connatos; la corola suele ser tubular, formada por cinco pétalos, algunas veces oblicua en el cáliz, usualmente ventricosa, con lóbulos imbricados o en arreglo valvar (Kvist *et al.*, 1998). En la base de la corola se hallan cuatro estambres, ocasionalmente cinco, con estaminodio generalmente presente; las anteras pueden estar libres, o unidas en pares o en conjunto. Los nectarios están compuestos por 2 a 5 glándulas separadas, libres de la pared del ovario, raramente reducidos y no funcionales o completamente ausentes. El ovario puede ser súpero, semi o completamente ínfero, usualmente con forma ovoide o de globo y unilocular. Los frutos pueden ser secos o carnosos con 2 a 4 capsulas (Weber, 2004).

Los granos de polen son usualmente de tamaños pequeños a medianos, tricolporados, raramente tetracolporados; monadas isopolares con exina perforada o reticulada. La forma es usualmente esferoidal, raramente prolado, suboblado u oblado; en vista polar el ámbito de los granos es circular, rara vez subtriangular o triangular. En las gesneriáceas paleotropicales el diámetro varía entre 9-24 micras, mientras que los granos de polen de los miembros neotropicales, son más grandes, con un rango entre 25 y 51 micras de diámetro. Las aperturas colporadas, son usualmente constantes en longitud en las Gesneriáceae paleotropicales, pero varían en el Nuevo Mundo entre tamaños largos y cortos.

La pared del polen se compone de una primera capa, la ectexina tectada, que presenta distintas columnellas, otra capa llamada endexina y otra intina, que son las capas basales. La ectexina es en su mayoría perforada o reticulada. Patrones microreticulados o rugulados, son básicamente excepcionales (Weber, 2004). La escultura reticulada heterobrochada se observa con frecuencia en las gesneriáceas neotropicales, mientras que en las especies paleotropicales la escultura tiende a ser homobrochada (Weber, 2004).

1.2 FAMILIA GESNERIACEAE EN COLOMBIA

Las plantas de la familia Gesneriáceae representan un componente importante, de los bosques neotropicales montanos lluviosos y de neblina, desde México hasta Brasil, Argentina, Chile, las Guayanas, y el Caribe, pero particularmente desde el norte de Costa Rica hasta el sur de Ecuador (Kvist *et al.* 1998).

En Colombia, la familia se encuentra representada por al menos 32 géneros y por aproximadamente 400 especies de hierbas, arbustos, subarbustos o lianas, terrestres o epífitas. La mayoría de las especies se encuentran en bosques montanos o en bosques de neblina, siendo los de baja altitud especialmente ricos en ellas. Los bosques con más especies se encuentran en las áreas de la costa Pacífica y en la Cordillera Central en Antioquia y Risaralda (Kvist *et al.* 1998). En contraste, se encuentran relativamente pocas especies en las cuencas del Amazonas y el Orinoco, así como a lo largo de la costa Caribe, que presenta condiciones climáticas mucho más secas (Kvist *et al.* 1998).

Cerca del 75% de las especies colombianas pertenecen a grupos sin tratamientos taxonómicos modernos; este valor sobrepasa en un 25% a las especies ecuatorianas de géneros no revisados (Kvist *et al.* 1998; Kvist *et al.* 2002). Como consecuencia, los estimativos del número de especies en muchos de los géneros más grandes son tentativos; sin embargo algunas revisiones y trabajos florísticos recientes han aportado al entendimiento sobre muchos géneros de gesneriáceas colombianos (Amaya, 1996; Kvist *et al.* 1998).

Aproximadamente un tercio de las gesneriáceas en Colombia son epífitas, frecuentemente con vástagos trepadores; la otra parte, son en su mayoría hierbas y subarbustos terrestres; sólo algunas especies llegan a ser arbustos o lianas. Muchas especies terrestres ocupan sectores de zonas sombreadas y permanentemente húmedas, o a lo largo de riachuelos o cerca de caídas de agua. Las especies son particularmente abundantes en bosques de niebla de baja altitud, entre 500 y 1000 metros de elevación. Allí con frecuencia

son comunes en el sotobosque, especies que en otros hábitats estarían limitadas a las zonas húmedas; los parches aislados de los bosques de niebla de zonas de poca elevación parecen ser ambientes especialmente propicios para la especiación en Gesneriáceae (Skog *et al.*, ined. cit. Kvist *et al.* 1998).

Según Kvist & Skog (1996), los géneros de Gesneriáceae se componen típicamente de unas pocas especies muy variables y con distribuciones geográficas amplias, o muchas, morfológicamente más estables y con distribuciones geográficas restringidas. Con frecuencia estas últimas son extremadamente vulnerables a la destrucción del hábitat (Kvist *et al.* 1998; Kvist *et al.* 2004).

Especies de Gesneriáceas han sido colectadas por debajo de 1000 metros de elevación en el occidente de Ecuador, donde se ha identificado que la destrucción del hábitat ya ha causado la extinción o ha puesto en peligro de extinción a cerca de 36 especies (Kvist *et al.* 1998). El estado de las gesneriáceas colombianas está menos documentado aun, pero algunos autores sugieren que puede estar próxima una extinción en masa similar de gesneriáceas, endémicas del Ecuador (Kvist *et al.* 1998; Kvist *et al.* 2004).

Algunos géneros como *Gasteranthus*, solo tiene centros de diversidad tanto en el occidente de Ecuador como en Antioquia (Kvist *et al.* 1998). Muchas especies del género *Columnea* se encuentran aún sin describir. La lluviosa costa pacífica colombiana también es un área de alta prioridad, con una diversidad extremadamente alta de gesneriáceas y muchas especies endémicas (Kvist *et al.* 1998). Por otro lado, la vertiente amazónica del Putumayo presenta una diversidad de Gesneriáceae notoriamente más baja que la del Pacífico nariñense, ya que en la región se encuentran algunos elementos diferentes a los del Pacífico (Kvist *et al.* 1998).

Principales géneros para la zona Pacífica colombiana

Teniendo en cuenta la revisión de Kvist, Skog y Amaya (1998), los géneros de gesneriáceas registrados y/o probables para la zona Pacífica colombiana son:

1.2.1 *Alloplectus* Mart.

Son grandes hierbas terrestres, no rizomatosas, o pequeños arbustos, en su mayoría erguidos, aunque algunas son trepadoras y/o epífitas. Las flores están dispuestas en fascículos axilares, con brácteas y sépalos foliáceos coloridos; la corola es tubular, amarilla o rojiza, gibosa, contraída o no en el cuello. El fruto es una capsula carnosa bivalva rodeada por el cáliz persistente (Vargas, 2002; Weber, 2004).

El género *Alloplectus* se presenta desde el nivel del mar hasta por encima de 3000m y es particularmente frecuente en el bosque montano alto. Por encima de 2500m de altura, es el género de gesneriáceas con más especies (Kvist *et al.* 1998)

Cerca de 37 especies de *Alloplectus* se presentan en todo su rango de distribución, desde América Central hasta Bolivia. El área de mayor diversidad corresponde a Colombia y Ecuador, con más de 20 especies cada uno; el género permanece poco conocido, y muchas especies probablemente están aún sin describir (Vargas, 2002; Kvist *et al.* 1998).

1.2.2 *Anetanthus* Benth.

Son plantas herbáceas, no rizomatosas, de tallos delgados. Las inflorescencias son axilares en cimas de flores, pedunculadas. Los sépalos son connados en la base. La corola puede ser blanca, azul, violeta o rojo (Fernández, 1995). Los frutos son capsulas ovoides alargadas (Weber, 2004).

Comprende dos especies raramente recolectadas, distribuidas en Colombia, Ecuador, Perú y Brasil: *A. rubra* y *A. gracilis*. Esta última se presenta tanto en las pendientes andinas amazónicas como en las pendientes andinas del Pacífico (Kvist *et al.*, 1998).

1.2.3 *Besleria* L.

Pueden ser hierbas, arbustos o subarbustos no rizomatosos, terrestres (Kvist *et al.*, 1998). Las inflorescencias son axilares sin brácteas; las flores son pediceladas, de corola

gibosa, angosta en el cuello y con cinco lóbulos cortos; las corolas son generalmente anaranjadas o amarillas(Vargas 2002). Los frutos son bayas de color rojizo.

Las especies de *Besleria* son comunes en el sotobosque de las selvas tropicales húmedas y bajas del Amazonas, el Occidente colombiano y en la mayoría de los bosques montanos². Con 171 especies descritas, *Besleria* es el segundo género más grande de gesneriáceas neotropicales después de *Columnnea*. Colombia, con por lo menos 40 especies es, quizás, el área de mayor diversidad de *Besleria*(Kvist *et al.*, 1998; Kvist *et al.*, 2005).

1.2.4 *Capanea* Planch.

Se caracterizan por ser trepadoras y principalmente epífitas, generalmente pubescentes. y con frutos capsulares secos. Presenta flores vistosas, de corola urceolada o campanulada, con colores rosados, rojos o blanquecinos con manchas oscuras de color púrpura en los lóbulos (Vargas, 2002).

El género *Capanea* tiene dos especies descritas, ambas encontradas en los bosques montanos de Colombia. Una especie, *C. affinis*, es polinizada por colibríes, la otra especie, *C. grandiflora*, probablemente es polinizada por murciélagos. Una tercera especie sin describir fue descubierta en la provincia de Carchi en el noroccidente de Ecuador y podría encontrarse en Nariño(Kvist *et al.* 1998).

1.2.5 *Chrysothemis* Decne.

Comprende hierbas terrestres suculentas que se levantan a partir de tubérculos; las inflorescencias son pedunculadas, las flores tienen un cáliz tubular; los lóbulos del cáliz están unidos hasta más arriba de la mitad y las corolas son amarillo-anaranjadas. Fruto carnoso, globoso a ovoide(Kvist *et al.* 1998; Weber, 2004; Vargas, 2002). Es un género de siete especies.

La diversidad del género *Chrysothemis* está centrada principalmente en Venezuela y las Guayanas, pero las dos especies más diseminadas y comunes se encuentran en Colombia, donde también son ocasionalmente cultivadas. *C. friedrichsthaliana* es común

en el occidente de Colombia, particularmente a los lados de las carreteras en áreas perturbadas. *C. pulchella* se encuentra más diseminada en Colombia pero es menos frecuente (Kvist *et al.* 1998).

1.2.6 *Codonanthe* (Mart.) Hanst.

Son plantas epífitas que crecen asociadas a nidos de hormigas; sus hojas son fuertemente xeromórficas y no presentan la pubescencia característica de la familia, pero poseen nectarios extraflorales (Kvist *et al.* 1998). Las flores son pequeñas, blancas, rosas o lilas, con pedicelos cortos; también pueden presentarse inflorescencias axilares. Los frutos son carnosos o pueden ser bayas (Weber, 2004).

Es un género de 15 especies distribuido desde México hasta Brasil y Bolivia. En Colombia *C. crassifolia* y *C. uleana* son comunes y se encuentran dispersas, y se presentan, al menos, dos especies menos comunes (Kvist *et al.* 1998).

Estas plantas aparentemente son cultivadas por hormigas, que transportan las semillas a sus nidos, donde germinan. Las hormigas se alimentan de los nectarios florales (Kvist *et al.* 1998).

1.2.7 *Columnnea* L.

Las especies de *Columnnea* son usualmente epífitas o trepadoras de tallos subleñosos, trepadores o lianas (Kvist *et al.* 1998). Las hojas suelen estar agrupadas al final de las ramas y presentan una o varias manchas de color rojo o púrpura, en el ápice o a cada lado del nervio central por el envés, visibles por el haz como manchas brillantes; las flores son tubulares, muchas veces bilabiadas, con o sin brácteas coloridas (Vargas, 2002). Todas las especies tienen frutos en baya.

Es el género neotropical más grande de las gesneriáceas con cerca de 200 especies, y el género más grande de gesneriáceas en Colombia con más de 80 especies (Kvist *et al.* 1998). El grupo más abundante e importante ecológicamente corresponde a la sección *Collandra* con aproximadamente 60 especies, y al menos, 35 especies registradas para

Colombia; presenta vástagos dorsiventrales con pares de hojas extremadamente desiguales y en su mayoría con manchas rojas conspicuas en la cara abaxial de las hojas. La siguiente sección más grande es *Ortholoma*, con cerca de 25 especies, incluyendo aproximadamente 10 especies sin describir. Recientemente han sido revisadas dos de las secciones más pequeñas, *Pentadenia* y *Stygnanthe*, con una y siete especies colombianas respectivamente (Smith 1994 cit. Kvist et al. 1998).

En cuanto a la sección *Columnnea*, se han registrado aproximadamente cinco especies de la sección en Colombia (Amaya, 1996). Sus especies se caracterizan por tener flores bilabiadas y hojas iguales en cada par; su centro de diversidad de especies es Centroamérica. La sección *Bucinellina* está conformada por dos especies: *B. nariniana* y *B. paramicola*; ambas crecen en Colombia en el Departamento de Nariño (Kvist, et al., 1998).

De acuerdo con Amaya (1996), no es una coincidencia que Colombia corresponda al área geográfica con mayor diversidad de especies de colibríes y de especies de *Columnnea* sección *Collandra* y sección *Ortholoma*; probablemente estas dos secciones han coevolucionado con especies de colibríes polinizadores. Las plantas presentan características para atraer a los colibríes, tales como corolas tubulares de colores llamativos y/o patrones de coloración con manchas rojas en las hojas y en las brácteas florales; sus flores ofrecen recompensas de néctar, y en algunos casos las plantas han desarrollado conspicuas señales de llamamiento para colibríes de sotobosque (Amaya, 1996).

Observaciones importantes documentadas por Amaya, son la divergencia en la disposición de las anteras en las flores entre las especies de *Columnnea*, lo que implica la ubicación de las cargas de polen en diferentes partes del polinizador (pico, cabeza, garganta), adaptación que permite disminuir los niveles de endogamia, aumentando el éxito reproductivo de las plantas de este género (Amaya, 1996).

1.2.8 *Cremosperma* Benth.

Cremospermase caracteriza por tener inflorescencias pedunculadas o sin pedúnculos, sin brácteas; los lóbulos del cáliz son usualmente connatos hasta la mitad de su

longitud, y las plantas son de bajo crecimiento (Kvist, *et al.*, 1998). El fruto es un capsula subglobosa y membranosa (Weber, 2004).

Es un género de 25 especies (varias aún sin describir), 20 de las cuales se encuentran en Colombia (Kvist, *et al.*, 1998). Se encuentra a lo largo de la costa Pacífica, donde es particularmente común en los bosques lluviosos de hasta 1000 m de elevación, aunque también alcanza hasta 2200 m en las cordilleras Central y Oriental (Kvist, *et al.*, 1998).

En 1988 se reconocieron 10 especies de *Cremosperma* en Ecuador, y describieron tres de ellas en el bosque andino de neblina a 1000 m, cerca de la frontera con Colombia. Estas tres mismas especies se presentan también en el occidente colombiano (Kvist, *et al.*, 1998).

1.2.9 *Diastema* Benth.

Son plantas herbáceas, perennes con rizomas escamosos. El tallo es corto, sin ramas, hirsuto o con vellosidades. Las hojas son opuestas, por lo general con largos pecíolos; la lámina puede ser membranosa, dentada o aserrada (Kvist *et al.*, 1998). La inflorescencia, generalmente, es terminal en forma de racimo. Los sépalos están libres. La corola por lo general es blanca, algunas veces con manchas moradas en los lóbulos, tubular o con forma de embudo (Vargas, 2002).

Con frecuencia pueden encontrarse poblaciones de *Diastema* en el sotobosque cerca de pequeñas cascadas. Es un género poco conocido. Consta de 22 especies descritas, de las cuales aparentemente sólo siete están reconocidas (Kvist *et al.*, 1998).

1.2.10 *Drymonia* Mart.

Es un género común de 57 especies principalmente lianas dispersas desde México hasta Bolivia y Brasil, con quizás aproximadamente 30 especies en Colombia (Kvist *et al.*, 1998).

Las especies de este género, se caracterizan por ser arbustos, trepadores o epifitos, con tallos subleñosos (Kvist *et al.*, 1998); las flores son axilares o caulinares, coloridas y conspicuas, con brácteas (Vargas, 2002). Tienen anteras sagitadas, con poros basales y normalmente frutos capsulares carnosos, pero algunas especies presentan frutos en bayas (Kvist *et al.*, 1998; Weber, 2004).

Algunas especies de *Drymonia* son hierbas terrestres de hojas bastante grandes y frecuentemente purpúreas, encontradas en sitios extremadamente húmedos de las laderas oriental y occidental de las cordilleras andinas (Kvist *et al.*, 1998).

1.2.11 *Episcia* Mart.

Es un género de hierbas terrestres, cercanamente relacionado con *Nautilocalyx*, del cual difiere por tener estolones, creciendo, por tanto, en poblaciones extendidas y dispersas (Kvist *et al.*, 1998).

Las hojas son opuestas, en donde el par inferior presenta estolones axilares; el peciolo es corto. Posee inflorescencias axilares, con pedúnculos delgados. Los sépalos libres o connados. La corola puede ser blanca, amarilla, azul, morada o roja. El fruto es una capsula carnosa (Vargas, 2002; Weber, 2004).

Comprende 13 especies de las tierras bajas del neotrópico. En Colombia se presentan al menos tres especies de *Episcia* (Kvist *et al.*, 1998). En el Chocó es muy común la *E. lilacina*, de flores blancas, y en Amazonas se presentan especies de flores blancas y de flores rojas. *Episcia cupreata* es frecuentemente cultivada.

1.2.12 *Gasteranthus* Benth.

Está relacionado con *Besleria*, cuyas inflorescencias también carecen de brácteas. En contraste con *Besleria*, la mayoría de especies de *Gasteranthus* tienen inflorescencias con largos pedúnculos, flores de conspicuos espolones, y nectarios reducidos a una glándula dorsal (Kvist *et al.*, 1998). Las hojas, usualmente presentan estomas reunidos en grupos, frecuentemente notorios a simple vista, en lugar de esparcidos. Los frutos son

cápsulas carnosas lateralmente comprimidas(Kvist *et al.*, 1998; Vargas, 2002, Weber, 2004).

Es un género con 32 especies, 22 de ellas registradas para Ecuador occidental y 16 para Colombia, donde el departamento más rico es Nariño, al menos con ocho especies (Kvist *et al.*, 1998). Las especies de *Gasteranthus* frecuentemente crecen en sitios muy sombreados, y son particularmente comunes y conspicuas en bosques de neblina.

1.2.13 *Gloxinia* LHér.

Es un género de aproximadamente 21 especies,sólo se conocen dos especies para Colombia. Las plantas de *Gloxinia* son hierbas terrestres y rizomatosas. Presentan tallo erguido, hojas opuestas, raramente alternas. Las flores son solitarias, los sépalos están libres, la corola es de tubular a campanuladade color blanco, purpura o café (Vargas, 2002).Los frutos son usualmentecápsulas secas que se abren por dehiscencia longitudinal(Kvist *et al.*, 1998).

Gloxinia racemosa, con flores blancas relativamente pequeñas, se encuentra en los bosques montanos de la Cordillera Oriental;*Gloxinia. perennis*, con grandes corolas azuladas, está bien dispersa, pese a que su distribución original es incierta, pues frecuentemente es cultivada. La especie fue distribuida a Europa desde el puerto de Cartagena. Una tercera especie, algo similar pero más pequeña, *Gloxinia dodsonii*, se presenta en el noroccidente de Ecuador, cerca de la frontera con Colombia, por lo que podría encontrarse en Nariño.

1.2.14 *Heppiella*Regel

Son hierbas a veces escandentes, formando colonias por su hábito rizomatoso; presentan corolas rojas y capsulas secas. Difiere de *Kohleria* en que tiene anteras libres no coherentes, filamentos que no se enrollan después de la antesis, y una corola no glandular (Kvist *et al.*, 1998).

Es un género de cuatro especies, con una especie común y dos especies raramente coleccionadas en Colombia. Crecen en hábitats expuestos a la luz. *H. ulmifolia* es una especie escandente que se ve con frecuencia a los lados de las carreteras, en su mayoría en elevaciones entre 1200 y 2200 m; una de las especies más raras, *H. repens*, es escandente y epífita, mientras que las otras especies son terrestres, rizomatosas, y todas tienen frutos capsulares secos (Kvist *et al.*, 1998; Kvist *et al.*, 2005).

1.2.15 *Kohleria* Regel

Es un género de 39 especies (incluyendo variedades) terrestres, centrado en Colombia, en donde se presentan 17 especies terrestres y se han reconocido cuatro variedades (Kvist *et al.*, 1998).

La mayoría de las especies de *Kohleria* son rizomatosas, terrestres, con hojas opuestas y verticiladas. Presenta inflorescencias en racimos o panículas, con flores de corola tubular, de colores fuertes como rojo o púrpura, con nectario compuesto por cinco glándulas libres o unidas (Vargas, 2002). Los frutos capsulares son secos, aunque algunas especies limitadas al sotobosque, tienen capsulas carnosas que se abren por dehiscencia longitudinal (Weber, 2004; Kvist *et al.*, 2005).

Kohleria está ampliamente distribuido en las tres cordilleras, así como en el norte de Colombia, entre 200 y 2700m de elevación; no se encuentra en las tierras bajas de la cuenca del Amazonas y del Orinoco (Kvist *et al.*, 1998). El centro de diversidad es el valle del Magdalena, donde se han registrado ocho especies. La mayoría de especies pueden crecer en hábitats expuestos a la luz. *K. spicata* se encuentra comúnmente a los lados de las carreteras (Kvist *et al.*, 1998).

1.2.16 *Monopyle* Benth.

Las especies de *Monopyle* son plantas rizomatosas terrestres, caracterizadas por tener hojas opuestas, pecioladas, con lamina membranosa y con base oblicua. Presentan inflorescencias terminales, en donde las flores salen de pequeñas brácteas; el

ovario es ínfero y el fruto es una cápsula seca con dehiscencia longitudinal (Kvist *et al.*, 2005).

Este género tiene su rango de distribución desde Guatemala hasta Bolivia, pero es aún poco conocido; se han descrito 17 especies, de las cuales hay por lo menos tres en Colombia, pero la mayoría de las colecciones corresponden a la común y muy dispersa *M. macrocarpa*. Generalmente se encuentran en el sotobosque (Kvist *et al.*, 1998; Kvist *et al.*, 2005).

1.2.17 *Napeanthus* Gardn.

Las plantas de *Napeanthus* son hierbas de bajo crecimiento, con hojas en una roseta basal, corolas subactinomorfas pequeñas y blancas o azuladas que duran pocas horas, y frutos capsulares secos (Kvist *et al.*, 1998; Kvist *et al.*, 2005).

Se considera un género poco conocido y raramente coleccionado, con distribución esparcida en el neotrópico. Se conocen 17 especies, aunque es un dato que requiere revisión (Kvist *et al.*, 2005).

Napeanthus se encuentra usualmente presente en hondonadas de bosques húmedos y sombreados hasta 1000m de altura. En Colombia se han registrado cuatro especies: *N. apodemus*, *N. riparius*, y dos especies aún no determinadas (Kvist *et al.*, 1998).

1.2.18 *Nautilocalyx* Hanst.

Es un género poco conocido de 49 especies en las tierras bajas del neotrópico; probablemente tiene su centro de diversidad en las riberas de la cuenca Amazónica (Kvist *et al.*, 1998).

Se caracterizan por ser plantas terrestres, ocasionalmente con tubérculos; los tallos usualmente son erguidos y suculentos; las corolas son frecuentemente blancas, amarillentas o, raramente, rojizas, y los frutos son cápsulas bivalvas (Weber, 2004, Kvist *et al.*, 2005). Difiere de *Episcia* por carecer de estolones.

La mayoría de las colecciones colombianas de *Nautilocalyx* presentan dificultades en la determinación; además, el número de especies es especulativo (Kvist *et al.*, 1998).

1.2.19 *Neomortonia* Wiehler

Son plantas de tallos delgados (como alambre) y bayas anaranjadas. Las hojas son opuestas, raramente en verticilos de tres, con peciolo muy corto. Las flores son solitarias, se encuentran en las axilas de las hojas y son muy vistosas. Los sépalos están libres y son de color verde. La corola suele ser blanca, con puntos rojizos o púrpura en la parte superior, y con forma de embudo (Kvist *et al.*, 1998). El fruto es una baya ovoide, comprimido lateralmente (Weber, 2004).

Es un género de dos especies, *N. rosea*, que crece en el occidente de Colombia desde el nivel del mar hasta 1800m de elevación. *N. nummularias*, que crece en América Central y en Ecuador y puede esperarse que se encuentre en los bosques montanos de Colombia (Kvist *et al.*, 1998).

1.2.20 *Paradrymonia* Hanst.

Es un género con más de 29 especies centradas en América Central y el norte de Suramérica (Kvist *et al.*, 1998).

Se caracterizan por ser hierbas suculentas, con hojas fuertemente desiguales y frecuentemente oblanceoladas. Las especies terrestres usualmente tienen hojas e inflorescencias densas, mientras que las especies epífitas tienen las hojas esparcidas a lo largo de los tallos adheridos a los árboles. Las flores son en su mayoría de color crema pálidas, blancas o amarillas y, ocasionalmente azuladas. Los frutos son cápsulas bivalvas (Weber, 2004).

El centro de diversidad puede ser en Panamá, con ocho especies y en el adyacente departamento de Chocó (donde Amaya y Kvist recolectaron siete especies diferentes en octubre de 1995), lo cual sugiere que más de diez especies se presentan en Colombia (Kvist *et al.*, 1998).

1.3 EL GRANO DE POLEN, MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA

La reproducción de las plantas fanerógamas requiere del desarrollo coordinado en las flores de los sacos polínicos y/o las anteras (órganos masculinos) y los primordios seminales y/o los pistilos (órganos femeninos), así como de las sucesivas interacciones que se producen entre ellos (Bartolomé *et al.* 2008). El grano de polen contiene los gametos masculinos o sus células progenitoras y básicamente está formado por una célula vegetativa cuyo citoplasma engloba a las células espermáticas (o a su progenitora, la célula generativa), rodeada por una compleja pared externa (Bartolomé *et al.* 2008). Esta pared de notable resistencia llamada Exina, es especialmente resistente a las condiciones ambientales a las cuales se ve sometido el grano debido al proceso de la polinización (Lara *et al.* 2004).

Una vez que el polen ha sido liberado, los granos se pueden activar al absorber agua a través de las aperturas y/o de las perforaciones, e inmediatamente las proteínas hidrosolubles salen al exterior del mismo (Bartolomé *et al.* 2008). Esta activación está relacionada con la reacción de reconocimiento polen-estigma, pero puede ser provocada por distintos métodos: atmósfera, mucosas, estigma de otra especie y estigma de la propia especie (Bartolomé *et al.* 2008). En algunas especies (plantas autógamas) el polen puede realizar su función en la misma flor o en la misma planta que lo ha formado, pero en la inmensa mayoría de las especies (plantas alógamas) el polen solo resulta viable si alcanza una ovocélula de otra planta de su misma especie (Lara & Muñoz 2004).

La diversidad en cuanto a forma y estructura sugiere, que los diferentes tipos polínicos han surgido a partir de un extraordinario proceso de adaptación a diferentes factores que incluyen: el medio ambiente, las interacciones polen-polen y polen-estigma intra e interespecíficas y el medio de dispersión, por el viento, agua o la acción de animales (Bartolomé *et al.* 2008).

1.3.1 Características del grano de polen

El polen maduro presenta una morfología bien definida que por lo general permite la identificación de la planta de la cual procede. Sus caracteres son de gran importancia en cualquiera de las aplicaciones que tiene el estudio del grano de polen, entre ellos, generalmente, se definen los siguientes: pared, aperturas, escultura (ornamentación), simetría y polaridad, forma y tamaño (Bartolomé *et al.* 2008).

1.3.1.1 La pared del grano de polen

Según Bartolomé *et al.* (2008), un grano de polen está constituido por dos partes: “la célula viva” y la “esporodermis” o pared externa. La célula tiene un periodo de vida corto, y en el polen fosilizado natural o artificialmente (en el laboratorio mediante acetólisis) está destruida. Por lo tanto, la función primaria de la pared del polen es la protección del protoplasma celular, mediante la impermeabilización y la resistencia a la degradación físico-química y biológica. La naturaleza de la misma proporciona multitud de caracteres importantes en filogenia y para su estudio hay que tener en cuenta su “estratificación” y su “escultura” (Bartolomé *et al.* 2008; Erdtman, 1986).

1.3.1.2 Estratificación

La esporodermis está formada por varios estratos que difieren por sus caracteres químicos, morfológicos y ontogénicos (Bartolomé *et al.* 2008; Erdtman, 1986). Consta fundamentalmente de dos capas muy diferenciadas, una interna que está en contacto con el protoplasma celular denominada “*intina*”, y otra externa rodeando a todo el conjunto, llamada “*exina*”.

- *Exina*

La exina es la capa más externa y más resistente de la pared del grano de polen. Su resistencia a la destrucción es una de las mayores del reino vegetal, ya que soporta la acción de los ácidos y bases concentradas, así como el calentamiento hasta 300 °C, siendo únicamente alterada por algunos oxidantes y por ciertos microorganismos (Belmonte *et al.* 2004; Bartolomé *et al.* 2008). Debido a ello, se han encontrado exinas prácticamente intactas en predecesores de los granos de polen actuales, como esporas de helechos y prepólenes, procedentes de depósitos del Paleozoico (Erdtman, 1986).

Su componente químico fundamental es la esporopolenina, que se forma por la polimerización de carotenos y ésteres de carotenos oxidados en proporciones variables (Belmonte *et al.* 2004; Bartolomé *et al.* 2008). Sin embargo, la exina es una capa que presenta una cierta elasticidad y plasticidad, permitiendo al grano de polen adaptarse a las condiciones ambientales. En la exina hay también un componente polisacárido y otro lipídico, así como proteínas, fundamentalmente glucoproteínas Belmonte *et al.* 2004).

La exina consta a su vez de dos capas: ectexina (externa) y endexina (interna). Ambas, se diferencian por su morfología, por su desarrollo y por su composición química (Bartolomé *et al.* 2008). Esta diferencia se puede observar a microscopio óptico utilizando tinciones diferenciales y a microscopio electrónico de transmisión, ya que ambas capas dan distinto contraste (Fig. 1).

Ectexina

La ectexina por lo general presenta una disposición radial de sus elementos. En los casos más simples consta de dos estratos: téctum e infratéctum. El infratéctum puede estar o no, apoyado sobre la denominada capa basal o *foot layer*. Sobre el téctum pueden existir una serie de elementos esculturales o relieve (Bartolomé *et al.* 2008), que constituyen la ornamentación del polen (Fig. 1).

Endexina

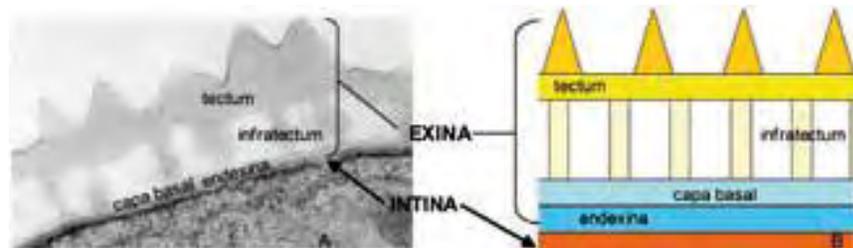
La endexina es la capa más interna de la exina, suele ser más o menos lisa u homogénea, engrosándose alrededor de las aperturas (Fig. 1). En el proceso de formación de la exina, la endexina se desarrolla después de la ectexina. Puede estar atravesada por poros o canales; tener una estructura lamelar y variar de morfología cerca de las aperturas (Bartolomé *et al.* 2008). Su papel es muy importante en la flexibilidad del grano de polen y también, facilita la salida del tubo polínico en el momento de la fecundación (Belmonte *et al.* 2004; Bartolomé *et al.* 2008).

Entre las capas de ectexina y endexina, existen una serie de microtúbulos o canalículos que las atraviesan, a través de las cuales se produce el intercambio de sustancias, es decir, hay cierta permeabilidad con la célula polínica (Bartolomé *et al.* 2008).

- *Intina*

La intina es la capa más interna de la pared del grano de polen. Sus componentes principales son celulosa, pectinas y glucoproteínas (Fig. 1). No es resistente a los ácidos y se destruye fácilmente con la acetólisis. Puede considerarse equivalente a la pared de celulosa típica del resto de células vegetales. Forma una capa continua, no interrumpida alrededor de todo el grano de polen (Bartolomé *et al.* 2008).

Figura 1. Estratificación de la esporodermis del grano de polen. a) Fotografía de la pared del grano de polen de *Parietaria judaica* con microscopía electrónica de transmisión. b) Esquema según Faegri *et al.* (1979).



Fuente: Bartolomé, 2008

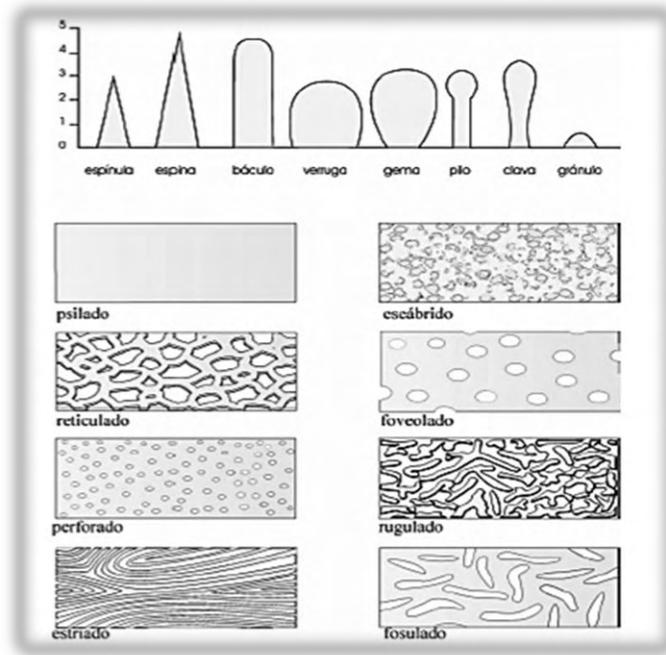
1.3.1.3 Escultura (ornamentación)

La escultura o relieve de los granos de polen, suele estar formada por los elementos esculturales que se disponen sobre la superficie del mismo. En general, son una respuesta adaptativa a los procesos de dispersión y polinización y pueden adoptar diversas formas (Fonnegra, 1989; Bartolomé *et al.* 2008), y no suelen sobrepasar los 5 μm de altura (Figura 2).

Los principales tipos de ornamentación o escultura son:

- Psilada: Superficie prácticamente lisa.
- Fosulada: Superficie lisa con hendiduras diminutas.
- Foveolada: Superficie lisa con lagunas diminutas, redondeadas, diámetro aproximadamente de 1 μm y dispuestas irregularmente.
- Equinada: Superficie con espinas o aguijones, mayores de 3 μm . Si son inferiores a 3 μm , la escultura se denomina equinulada.
- Baculada: Superficie con elementos esculturales en forma de bastón.
- Verrugosa: Superficie con elementos esculturales no puntiagudos, de altura mayor a 1 μm .
- Gemada: Superficie con elementos esculturales de anchura igual o mayor que la altura y con la parte basal constreñida.
- Reticulada: Superficie semitectada con muros y lúmenes ordenados conforme a las mallas de una red.
- Pilada: Superficie con elementos esculturales constituidos por una cabeza más o menos gruesa y un cuello que la sostiene.
- Escábrida: Superficie con elementos esculturales que no sobrepasan 1 μm de longitud.

Figura 2. Elementos supracteales y vista en superficie de los diferentes tipos de escultura más frecuentes.



Fuente: Trigo *et al.* 2004.

1.3.2 Aperturas

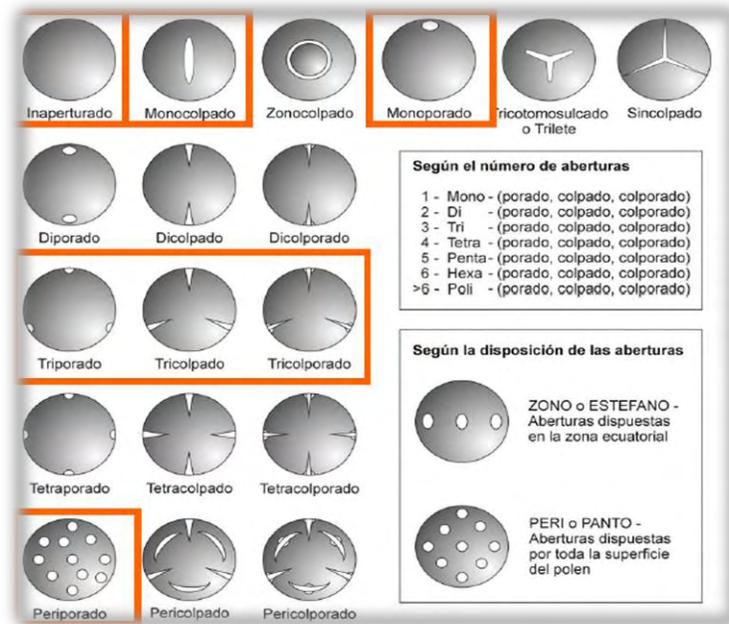
Morfológicamente, las aperturas del polen son áreas especialmente definidas o adelgazamientos de la exina, en los cuales la intina puede ser más gruesa. Además de facilitar el intercambio iónico del interior del grano con el exterior, a través de ellas normalmente, emerge el tubo polínico en el momento de la fecundación (Bartolomé, 2008).

Otra función muy importante de las aperturas, es la de facilitar la acomodación del volumen de los granos a los cambios de humedad, es lo que se denomina “harmomegata”. Algunas aperturas realizan ambas funciones, pero en algunos granos de polen que poseen “pseudoaperturas”, la única función de dichas áreas es la harmomegata (Bartolomé *et al.*, 2008; More & Webb, 1978).

La descripción de las aperturas del polen se basa principalmente en los siguientes aspectos: número, forma, posición y estructura.

1. Número de aperturas. Es muy variable y puede haber granos de polen inaperturados, mono-, di-, tri- o poli-, cuando pasan de cuatro aperturas (Figura. 3).
2. Forma de las aperturas. Los granos de polen poseen básicamente tres tipos diferentes de aperturas simples: 1) alargadas (forma de surco) dan origen a un polen “colpado”; 2) redondas (forma de poro) dan origen a un polen “porado”; 3) en bandas o anillos completos circundando a uno de los polos del grano dan origen a un polen “colporado” (Figura. 3).
3. Posición de las aperturas. Para determinar este carácter, hay que tener en cuenta la tétrada meiótica en las cuales existen dos partes opuestas o polos; el polo proximal, situado en la parte interna de la tétrada y el polo distal, orientado hacia el exterior. En base a esto, la línea imaginaria que une ambos polos constituye el eje de simetría polar (P). En el plano perpendicular a este eje y equidistante de los polos se traza el diámetro ecuatorial (E). Por lo tanto, en una descripción polínica, se debe decir si las aperturas están en el polo proximal o distal, y si son paralelas o perpendiculares al ecuador (Figura. 3). En todo caso, conocer la posición absoluta de las aperturas, resulta difícil tanto en tétradas como en granos solitarios.
4. Estructura. Las aperturas son modificaciones de la exina, que conllevan cambios en las diferentes capas de ésta. En general en las aperturas simples, existe una modificación de la endexina y la intina en la región apertural con desaparición total o parcial de la ectexina. En las aperturas compuestas, desaparece también la endexina.

Figura 3. Tipos de aperturas según el número, forma y disposición.

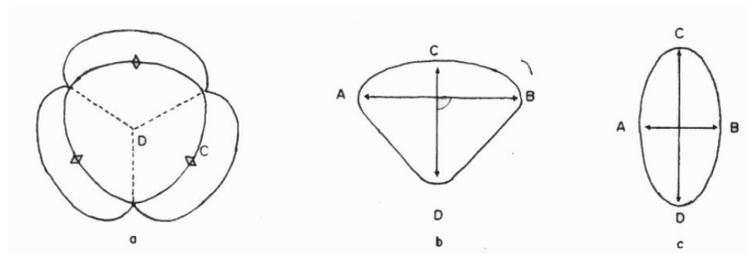


Fuente: Belmonte, 2003.

1.3.3 Polaridad y simetría

La polaridad del grano de polen se explica por la orientación de las microsporas en la tétrada meiótica (Fonnegra, 1989). Existen dos partes opuestas o polos, y a partir de ellos se pueden trazar los ejes polares y ecuatoriales (Figura 4).

Figura 4. Diagrama de polaridad en tétradas⁴ (a) polen heteropolar, (b) polen isopolar, (c) A-B= diámetro ecuatorial, C-D= eje polar, C=lado distal, D= lado proximal.



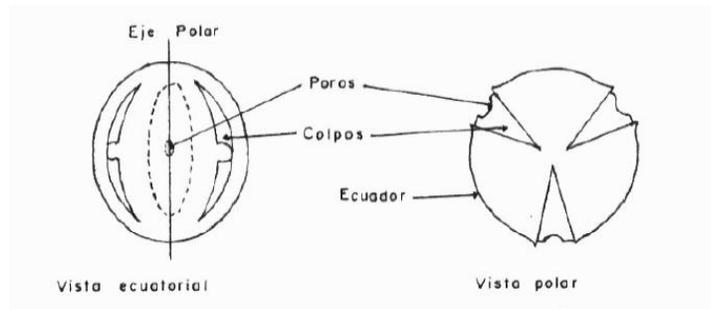
Fuente: Lara & Muñoz, 2004.

En los granos de polen sólo existe un eje polar, o eje vertical de simetría, mientras que siempre existen al menos dos ejes ecuatoriales o ejes horizontales de simetría. Por lo tanto los granos de polen pueden ser:

- Apolares: no son discernibles los polos en los granos separados de la tétrada meiótica.
- Polares:
 - Isopolares, el plano divide al grano en dos mitades similares.
 - Heteropolares, ambas partes son desiguales.

Además de esto, el grano de polen es tridimensional, generalmente tiene forma elipsoide, frecuentemente de elipse de rotación (Figura 5). La línea imaginaria que pasa por el centro del grano y atraviesa en el centro del polo proximal y el del distal, se denomina Eje Polar o eje de rotación de la elipse. La línea imaginaria perpendicular al eje polar y la que atraviesa el grano por su parte media, recibe el nombre de Diámetro Ecuatorial (Lara & Muñoz, 2004).

Figura 5. Eje polar y Ecuatorial del grano de polen.



Fuente: Fonnegra, 1989.

Existen dos posibles posiciones para observar los granos: Vista Ecuatorial o posición lateral, cuando el grano de polen se observa con el eje polar en ángulo recto al observador; y Vista Polar, si el grano se observa con el eje polar, es decir con uno de los polos hacia el observador (Lara & Muñoz, 2004).

La simetría del grano de polen, bilateral o radial, es la correspondencia en las caras opuestas de un plano medio, tanto en el tamaño como en la forma de las mitades resultantes, y cuando además hay similitud en el número, posición relativa y tipo de aperturas presentes en el polen(Bartolomé*et al.*, 2008). Por lo tanto la simetría del grano se basa en:

1. El número de planos verticales de simetría que existen en un grano particular.
2. Si los ejes ecuatoriales del grano son todos de igual longitud o no.
3. La presencia o ausencia de aperturas, y su naturaleza.

1.3.4 Unidades del polen

Las unidades del polen son las agrupaciones, que se producen en muchos granos de polen durante la madurez de los mismos, en el interior de los sacos polínicos (Figura 6). La mayor parte de ellos, en su madurez, forman granos solitarios o “mónadas”, pero en muchos casos los granos de polen maduros permanecen unidos en: díadas, tétradas, pseudomónadas o criptotétradas, poliadas, masulas y polinias (Bartolomé *et al.* 2008).

Díadas:La producción de diadas es bastante infrecuente.

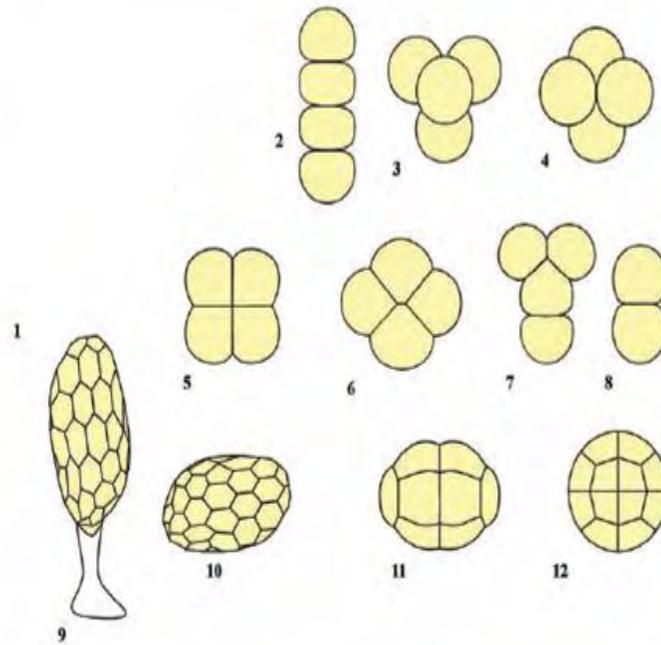
Tétradas:Es el tipo más común de agregados polínicos, después de las mónadas, y representan la retención de los cuatro productos resultantes de la meiosis de la célula madre del grano de polen.

Poliadas:Las unidades de polen se presentan en un número mayor de cuatro, normalmente 8 ó 16. Consisten en la unión visible o no de tétradas.

Másulas:Las unidades de polen son numerosas y normalmente no se pueden contar.

Polinias:Consisten en la fusión completa en una unidad de uno o más lóculos de la antera.

Figura 6. Distintos tipos de agrupamiento de los granos de polen. 1. Monada, 2-7: diferentes tipos de tétradas; 8: diadas; 9-10: polinias; 11-12: poliadas.

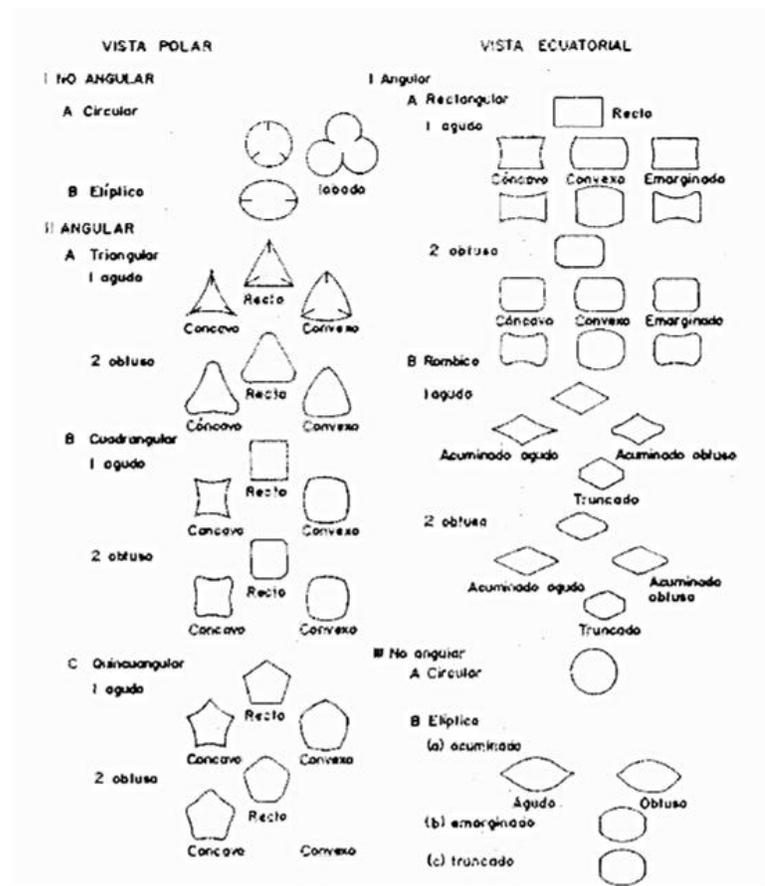


Fuente: Trigo *et al.*(2004).

1.3.5 Forma del grano de polen

Los granos de polen pueden ser descritos por la forma de su diseño en los puntos polares y ecuatoriales (Lara & Muñoz, 2004), y estos a su vez, pueden presentar diferentes clases de formas dependiendo de la posición en la que se esté observando (Figura 7).

Figura 7. Formas y contornos del grano de polen en vista polar y ecuatorial.



Fuente: Lara & Muñoz, 2004

1.3.6 Tamaño del grano de polen

El tamaño del grano de polen generalmente permanece constante dentro de la misma especie, pero puede ser afectado por el método de preparación llegando a ser un carácter inestable. Según el tamaño, el tipo polínico se define por la longitud del eje polar, basándose en los rangos sugeridos por Erdtman (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos polínicos según la longitud del eje polar.

RANGO (μm)	TIPO POLÍNICO
< 10	Muy pequeño
10-25	Pequeño
25-50	Mediano
50-100	Grande
100-200	Muy grande
> 200	Gigante

Fuente: Lara & Muñoz, 2004

Índice del área polar (I.A.P.)

Es un factor importante en la caracterización del grano en vista polar, el cual indica la relación entre las distancias de dos aberturas adyacentes (lado del apocolpio y apoporo LA) y el diámetro ecuatorial en vista polar (Lara & Muñoz, 2004). Los tipos del área polar como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos de área polar, según la relación LA/DE

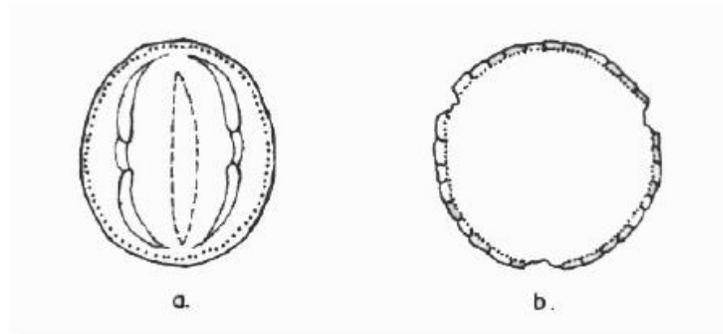
RANGO I.A.P. (μm)	TIPO DE AREA POLAR	ABERTURA
0	Ausente	Unida en los polos
< 0.25	Pequeña	Muy larga
0.25-0.50	Mediana	Larga
0.50-0.75	Grande	Corta
> 0.75	Muy grande	Muy corta

Fuente: Lara & Muñoz, 2004

1.4 EXAMEN DE LOS GRANOS DE POLEN EN CORTE OPTICO

A través de este tipo de examen, se puede observar la constitución de la esporodermis, tanto en su capa interna (intina) como en su capa externa (exina), y a su vez identificar los diferentes tipos de escultura del grano de polen (Figura 8).

Figura 8. Corte óptico del grano de polen (a) Meridional, (b) Ecuatorial.



Fuente: Lara & Muñoz, 2004

El corte óptico meridional es en el cual la estratificación de la exina es nítidamente visible, cuando el grano de polen se observa en vista ecuatorial; y el corte óptico ecuatorial, es aquel en que la estratificación de la exina es nítidamente visible cuando el grano de polen se observa en vista polar(Lara & Muñoz, 2004).

1.5 ANALISIS LO-OL

En el corte óptico no siempre se puede observar la estructura y escultura de la exina, por ello, es necesario realizar un enfoque cuidadoso a través de patrones presentados en dicha superficie. En este análisis, denominado por Erdtman, Análisis Luz y Oscuridad(Lara & Muñoz, 2004), se utilizan diferentes índices de refracción de los estratos de la exina, ya que la luz del microscopio óptico al atravesar la exina se refracta directamente según la capa que este iluminando (Trigo *et. al.*, 2000).

1.6 TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DEL GRANO DE POLEN

El grano de polen se puede estudiar con material seco, a través ejemplares obtenidos del herbario o con material fresco colectado directamente en el campo. En la actualidad, las técnicas utilizadas para la observación y tratamiento de los granos de polen son:

1.6.1 Método de Acetólisis Acida del Material Polínico

En los estudios palinológicos, además de someter al grano de polen a una serie de tratamientos químicos que eliminan componentes como la intina y el protoplasma, hacen que la exina quede más brillante permitiendo observarla con detalles e incrementando el contraste bajo el microscopio de luz. La exina por lo general permanece intacta, gracias a la esporopolenina (Fonnegra, 1989; Lara & Muñoz, 2004).

En el proceso de acetólisis se emplea una mezcla de ácido sulfúrico concentrado, y anhídrido acético (relación 1:9). Estos dos reactivos corrosivos, degradan los tejidos orgánicos y el protoplasma de las esporas y granos de polen, haciendo que la exina se vuelva transparente y quede con el aspecto del grano fosilizado. Esto permite comparaciones entre materiales fosiles y actuales, frescos o de herbario, para fines de identificación. El método permite la conservación permanente de las placas preparadas con el material polínico (Lara & Muñoz, 2004)

En ocasiones, la acetólisis de Erdtman, causa arrugamiento y deformaciones en las esporas y granos de polen de especies de varias familias; por tanto, este material debe ser preparado con el método de acetólisis láctica (ACLAC) de Raynal & Raynal(Lara & Muñoz, 2004. Para estudios complementarios, se puede recurrir al método de Wodehouse (1935), que permite observar mejor las aperturas y el tipo de tétrada de algunas especies, debido a la coloración con algún colorante.

1.6.2 Material Polínico al Natural

Según Fonnegra, la técnica consiste en observar al microscopio de luz el grano de polen sin ningún tipo de procesamiento, excepto el medio de montaje, que debe ser una sustancia no deformante tal como aceite de cedro, bálsamo de Canadá o glicerina. Esta metodología permite examinar el grano con sus caracteres (forma, tamaño, etc.) relativamente intactos(Lara & Muñoz, 2004).

El polen al natural puede ser teñido usando soluciones que no produzcan deformaciones, y si lo hacen, que sean mínimas. Se pueden utilizar varios colorantes como: fucsina básica, violeta de genciana, verde de metilo, safranina, verde o azul de Cresyl (Lara & Muñoz, 2004).

Otro método usado anteriormente para tomar muestras de polen consiste en la utilización de cinta adhesiva, la cual es pasada por las anteras de las flores, haciendo que los granos se adhieran a ella. Luego la cinta se pega en una placa, para ser observada bajo microscopio, pero esta técnica no resulta útil para observar detalladamente los principales caracteres utilizados para la descripción del polen(Gutiérrez A., com. per).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

Esta investigación se llevó a cabo en el bosque húmedo premontano de la región del Río Ñambi, ubicado en el municipio de Barbacoas, Departamento de Nariño (Figura 8) al sur oeste de Colombia (1°18'N 78°05'O; 1150 – 1500m). Este lugar se encuentra en la vertiente pacífica de los Andes centrales en el nudo de los pastos y está localizado cerca del centro en el rango latitudinal y altitudinal del Chocó Biogeográfico (Salaman & Mazariegos, 1998). La Reserva Natural Río Ñambí (RNRÑ), de fácil acceso por carretera desde las ciudades de Pasto o Tumaco, fue establecida en 1992 por la Fundación Ecológica Los Colibríes de Altaquer-FELCA (Gutiérrez *et al.*, 2004).

Esta reserva natural comprende cerca de 1400 Ha de *Bosque Pluvial Premontano*, con un gradiente altitudinal desde 1100 hasta 1900m; no obstante las partes más altas de la montaña han sido poco exploradas y muchos sitios son inaccesibles. Los grandes niveles de lluvias y humedad ejercen una gran influencia sobre la topografía del terreno y la fisonomía de la vegetación, Los ríos y numerosas quebradas pueden cambiar dramáticamente su caudal y cobertura con las variaciones en la precipitación (Salaman & Mazariegos, 1998).

Figura 9. Ubicación general del Área de Estudio.

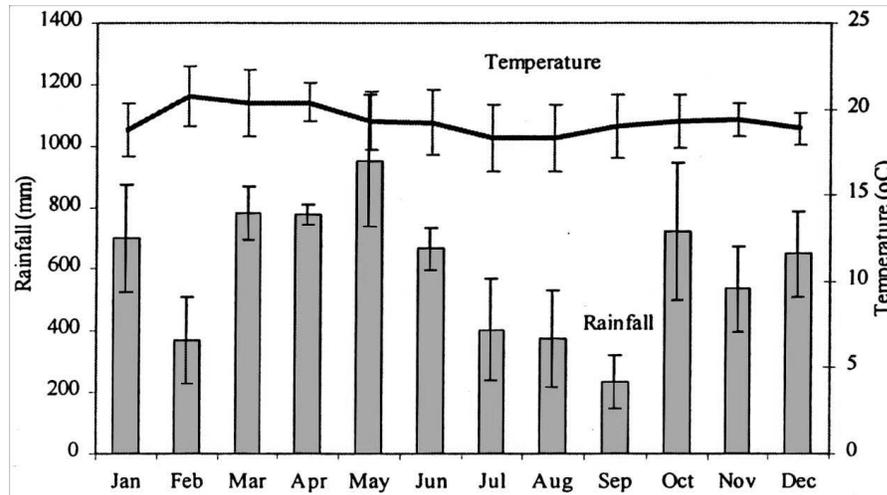


Fuente: Flórez *et al.* 2012.

El promedio anual de lluvias se encuentra por arriba de los 7000mm anuales y la distribución anual de la precipitación presenta dos picos máximos importantes: uno alrededor del mes de Mayo con un promedio de 951mm y otro menor en Octubre. Los niveles de lluvias son más bajos en el mes de Febrero (590 mm) y entre Julio y Septiembre; en este último mes se pueden registrar los niveles mínimos de precipitación(Figura 9), con 233 mm en promedio (Gutiérrez *et al.*, 2004).

La temperatura presenta un promedio anual de 19.3°C con muy poca variación a lo largo del año, sin embargo los cambios diarios de temperatura pueden ser muchísimo más grandes que los promedios estacionales: en promedio mínimo 16.3°C y máximo 21.8°C (Figura 9). El mes en el que registran las temperaturas más bajas es Agosto (prom. 15.4°C) y las más altas en Septiembre (prom. 23.8°C). La humedad relativa en el área de estudio se mantiene sobre el 100% de saturación y la niebla es totalmente permanente (Gutiérrez *et al.*, 2004).

Figura 10. Promedio de anual de Temperatura (°C) y de lluvias (mm) en la Reserva Natural Río Ñambí.



Fuente: Gutiérrez *et al.* 2004.

Vegetación

Las áreas del río Ñambí, se caracterizan por una gran cobertura del bosque primario (Salaman & Mazariegos, 1998). El bosque de esta reserva en particular comparte gran parte de sus características florísticas en composición y estratificación con el bosque pluvial (<1000m) y el bosque montano (>1800). Es por esto que se ha considerado el sistema de la Reserva Ñambi como un ecotono entre estas dos formaciones vegetales más extensas (Salaman & Mazariegos, 1998).

El bosque se caracteriza por tener: un dosel de altura moderada (25-30 metros); alta densidad de epifitas tanto arbóreas como a nivel del suelo; sotobosque denso; alta representación de palmas; una gran diversidad florística y altos niveles de endemismo local.

En el dosel se incluyen especies como *Bombacopsis patinoi*, *Casearia cajambrensis*, *Dendropanax macrophyllum*, *Elaegia utilis* y algunas como *Sapium máxima* con individuos emergentes de 40 metros. El árbol más abundante es *Ossaea macropylla*; las

palmas mayores a 20 metros más comunes son: *Welfia refisa*, *Wettinia casttanea* y *W. kalbreyeri*, sin embargo las palmas son abundantes en todos los estratos. Los arbustos más abundantes son las especies del género *Psychotriasp.* y *Piper sp.* *spolotianum*, y las hierbas dominantes son: *Diplazium palmense* y *Calathea lateralis*. Las plantas epifitas son extremadamente abundantes, especialmente las de las familias Bromeliáceae, Aráceae, Ericáceae, Cyclanthaceae y Orchideaceae, además de musgos en general. Los claros del bosque están dominados por Rubiaceae, Solanaceae, Melastomataceae, y grandes mocotiledoneas como *Heliconiasp.* (Salaman & Mazariegos, 1998).

2.2 TRABAJO DE CAMPO

Inventario de Especies de la Familia Gesneriáceae

Se realizó una salida de reconocimiento al área de estudio en Noviembre de 2012, a través de recorridos sobre los senderos de la Reserva Natural Rio Ñambí, y se identificaron rutas de estudio o transectos. A partir de ello, se realizaron 7 salidas de campo, de tres días cada una, distribuidas entre Noviembre de 2012 y Abril de 2013.

Una vez establecidas las zonas de los recorridos, se adelantó el inventario de las especies de Gesneriáceas presentes, realizando colecta de ejemplares botánicos fértiles, junto con sus respectivos botones florales. El material de cada especie fue rotulado y almacenado en bolsas plásticas, para evitar posible contaminación entre ejemplares durante el transporte al laboratorio. Adicionalmente se conservaron muestras de flores en alcohol para tener fuentes adicionales de polen de las especies.

Se tomaron datos como hábito de crecimiento, hábitat, características florales, y altura en centímetros del ejemplar y se documentó fotográficamente el material, al igual que las zonas de estudio.

Se tuvo en cuenta para los análisis, que todas las muestras botánicas estuvieran en floración, con flores a abiertas y cerradas; éstas últimas se utilizaron para el montaje de las placas en fresco y para el proceso de acetólisis, obteniendo mayor confiabilidad, al evitar posibles contaminaciones con granos de polen de otras especies.

Adicionalmente, las muestras fueron complementadas con polen plantas colectadas personalmente, en salidas de campo realizadas en Noviembre de 2011 y Mayo de 2012, con el apoyo del Grupo de Investigación en Biología y Conservación de Organismos Tropicales de la Universidad de Nariño-*Biotropicun*.

2.3 TRABAJO DE LABORATORIO

Identificación de las Especies de la Familia Gesneriaceae

2.3.1 Trabajo de Herbario

En el Herbario PSO de la Universidad de Nariño y en el Herbario Nacional Colombiano virtual, y gracias a la colaboración del Ph.D John L. Clark especialista en esta familia, se identificaron y clasificaron las especies de la familia Gesneriaceae colectadas en la Reserva Natural Rio Ñambí.

2.3.2 Montaje de Placas en Fresco

Se tomaron muestras de granos de polen directamente de las anteras de las flores, con ayuda de gelatina-glicerina coloreada, de todas las especies de la familia Gesneriaceae encontradas en campo, seleccionando los botones florales antes de la antesis para evitar contaminación realizada por polinizadores. Estas muestras fueron montadas en placas de vidrio, con al menos siete repeticiones por especie; luego fueron selladas con esmalte transparente y se etiquetaron con los respectivos datos de colección (especie, tipo de

tratamiento, número de placa, colectores, número de colección de muestra, lugar, altura y fecha de colección).

2.3.3 Proceso de Acetólisis para muestras de Flores

De acuerdo con Weber (2004), el proceso de acetólisis en la familia Gesneriáceae, no tiene efecto alguno sobre el tamaño y la forma del grano de polen. Por lo tanto, este procedimiento solo fue utilizado para complementar las características morfológicas de los granos de polen de las especies.

En morteros se ubicaron muestras de botones florales colectados en campo, de cada una de las especies de Gesneriáceae. Se agregara KOH al 10%, y se maceró el material vegetal; luego el macerado se llevó a estufa durante cinco minutos y se filtró el contenido en una gasa y se pasó a tubos de ensayo. Este filtrado se llevó a centrifuga a 4500 rpm durante 5 minutos y se descartó el sobrenadante. El precipitado fue lavado con agua destilada dos veces, centrifugando cada vez; luego se agregó ácido acético glacial, centrifugando nuevamente.

Una vez descartado el sobrenadante, a cada tubo se le adicionó 5ml de la mezcla acetolítica (ácido acético anhídrido y ácido sulfúrico en proporción 9:1) y se llevaron a baño María durante cinco minutos a 65-75°C. Los tubos fueron llevados de nuevo a la centrifuga, y se lavó el precipitado dos veces con agua destilada y tres veces con alcohol etílico, centrifugando en cada caso.

El precipitado se ubicó en vidrios de reloj y se adicionaron 3-4 gotas de glicerina, para posteriormente llevar al horno a 40°C durante doce horas para evaporar restos de agua y alcohol.

2.3.4 Montaje de placas acetolizadas

Se ubicó un trozo de gelatina-glicerina en un portaobjetos y se derritió con ayuda de un mechero de alcohol. Luego se tomó una muestra de polen acetolizado, mezclándolo con la gelatina, y se tapó con un cubreobjeto que fue sellado con esmalte transparente. Las placas fueron rotuladas con datos de colección.

Identificación de Características Palinomorfológicas

2.4 CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LOS GRANOS DE POLEN

Para la descripción de la morfometría polínica de cada especie se siguió la nomenclatura de Erdtman (1952, Fonnegra (1989) y Kremp (1965).

Se tomaron medidas de al menos 30 granos de polen para cada una de las variables estudiadas, tanto en vista polar como en vista ecuatorial. Los granos fueron observados en un microscopio de luz en un objetivo AE100x y AE40x, expresados en unidades micrométricas. De cada variable se obtuvo un promedio, error estándar y desviación estándar.

La presentación de las características polínicas se expresaron teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Forma: descripción general de forma y ámbito en vista polar.

Tipo polínico: tamaño de la monada en vista polar y en vista ecuatorial.

Aperturas: número, y forma en vista polar.

Exina: esculturación y grosor.

Simetría: plano en el que se encuentra la monada en vista polar.

Medidas:

EE-VP: Eje ecuatorial en vista polar

Lhem-VP: Largo del hemicolpo en vista polar

AC-VP: Ancho del colpo o del colporo en vista polar

AP-VP: Ancho del poro en vista polar

AE-VP: Ancho de la exina

EP-VE: Eje polar en vista ecuatorial

EE-VE: Eje ecuatorial en vista ecuatorial

LC-VE: Largo del colpo en vista polar

AC-VE: Ancho del colpo o del colporo en vista polar

LP-VE: Largo del poro en vista ecuatorial

AP-VE: Ancho del poro en vista ecuatorial

2.5 TRABAJO FOTOMICROGRAFICO

Después de la caracterización de los granos de polen, utilizando un microscopio de luz marca LW Scientific y con cámara digital para microscopia AMSCOPE FMA050 Fixed Macroscop Adaptor de 10 megapíxeles, se obtuvieron fotografías en objetivos de 100x y 40x. Se tomaron al menos cuatro microfotografías, dos en vista polar y dos en vista ecuatorial, para cada especie.

2.6 CLAVE TAXONOMICA

Al definir con claridad las diferencias presentes en los granos de polen, se realizó una clave dicotómica, con base en las características morfométricas específicas de cada especie.

3. ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis estadístico de las variables obtenidas en la caracterización métrica de los granos de polen de la familia Gesneriáceae, se caracterizaron las variables estadísticamente, utilizando estadística descriptiva y teniendo en cuenta: medidas de localización (media, mediana, moda), medidas de variabilidad (varianza, desviación estándar) y forma de la distribución. También se usó análisis de componentes principales (PCA), para apoyar la descripción de las variables y para identificar en forma exploratoria variables o grupos de variables de importancia para diferenciar especies.

Comparación entre especies de acuerdo a criterios taxonómicos

En cuanto a la comparación del grano de polen entre especies de acuerdo a criterios taxonómicos, se realizaron pruebas de Normalidad y homogeneidad de Varianza, para evaluar supuestos sobre pruebas paramétricas.

Se realizó un Análisis de Varianza (no paramétrico), para establecer diferencias significativas entre medianas de las medidas palinomorfológicas entre especies. Después se aplicaron pruebas a posteriori tipo Tukey para identificar los tratamientos que tuvieron diferencias significativas.

Para hacer comparaciones detalladas entre pares de especies palinológicamente muy afines, se aplicaron pruebas de U deMann Whitney, para establecer diferencias significativas. Todas las pruebas utilizadas se desarrollaran con un nivel de confianza del 95% y se aplicó con ayuda del Programa STATGRAPHICS CENTURION versión XVI.

Similitud entre especies

Para evaluar la semejanza entre especies, se utilizó el análisis jerárquico con la distancia y método de Ward, usando el dendrograma de similitud para estimar las distancias morfológicas entre las especies, con ayuda del Programa STATGRAPHICS CENTURION versión XVI.

RESULTADOS

INVENTARIO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA GESNERIACÉAE DE LA RESERVA NATURAL RÍO ÑAMBÍ

En los recorridos realizados en el bosque húmedo premontano de la Reserva Natural Río Ñambí entre los meses de noviembre de 2012 y abril de 2013, se registraron un total de 8 géneros y 28 especies de la familia Gesneriaceae (Tabla 3), representadas entre las tribus: Beslerieae, Gloxinieae y Episcieae.

Tabla 3. Especies de la familia Gesneriaceae registradas en la Reserva Natural Río Ñambí.

Género	Especie
Besleria	<i>Besleria sp. 1</i>
Besleria	<i>Besleria tambensis</i> (C.V. Morton)
Columnnea	<i>Columnnea minor</i> (Hook) Hanst.
Columnnea	<i>Columnnea medicinalis</i> (Wiehler) L.E. Skog & L.P. Kvist
Columnnea	<i>Columnnea aff. Oxyphilla</i>
Columnnea	<i>Columnnea sp. 1</i>
Columnnea	<i>Columnnea rubriacuta</i> (Wiehler) L.P. Kvist & L.E. Skog
Columnnea	<i>Columnnea longinervosa</i> L.P. Kvist & L.E. Skog
Columnnea	<i>Columnnea aff. Gigantifolia</i>
Columnnea	<i>Columnnea picta</i> (H. Karst.)
Columnnea	<i>Columnnea sp. 2</i>
Columnnea	<i>Columnnea minutiflora</i> (L.P. Kvist & L.E. Skog)
Columnnea	<i>Columnnea aff. Fimbricalyx</i>
Drymonia	<i>Drymonia ecuadoriensis</i> (Wiehler)
Drymonia	<i>Drymonia teuscheri</i> (Raymond) J.L. Clark
Drymonia	<i>Drymonia sp.</i>
Drymonia	<i>Drymonia killipii</i> (Wiehler)
Gasteranthus	<i>Gasteranthus coralinus</i> (Fritsch) Wiehler
Glossoloma	<i>Glossoloma sprucei</i> (Kuntze) J.L. Clark
Glossoloma	<i>Glossoloma subglabrum</i> (J.L. Clark)
Glossoloma	<i>Glossoloma sp. 1</i>
Glossoloma	<i>Glossoloma panamense</i> (C.V. Morton) J.L. Clark
Glossoloma	<i>Glossoloma sp. 2</i>
Kohleria	<i>Kohleria inaequalis</i> (Benth.) Wiehler

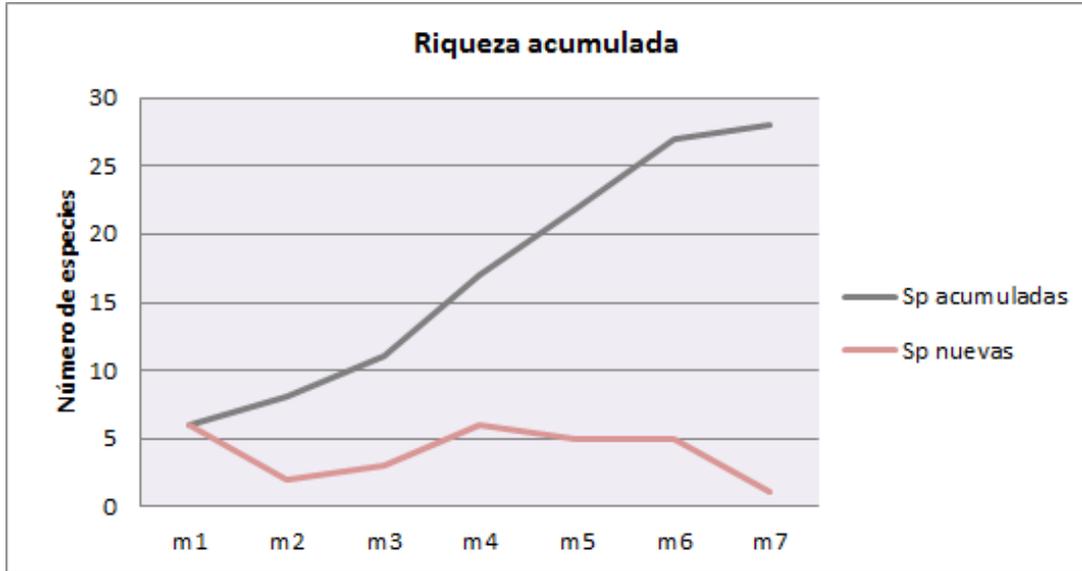
Monopyle	<i>Monopyle macrocarpa</i> Benth.
Paradrymonia	<i>Paradrymonia gigantea</i> (Wiehler)
Paradrymonia	<i>Paradrymonia sp. 1</i>
Paradrymonia	<i>Paradrymonia sp. 2</i>

Fuente: Esta investigación.

Los géneros con mayor riqueza de especies fueron: *Columnnea* con 11 especies, *Glossoloma* con cinco especies y *Drymonia* con cuatro especies. Por el contrario, géneros como *Gasteranthus*, *Kohleria* y *Monopyle*, estuvieron representados solo por una especie.

En cuanto a la curva de acumulación de especies, al observar la relación entre el número de especies y el número de muestreos realizados (que en este caso fueron siete), se puede apreciar que a medida que se fueron realizando los eventos de muestreos, se añadieron más especies (Figura 11), lo cual indica que el esfuerzo de muestreo fue determinante para obtener el número acumulado de especies. Sin embargo, el muestreo fue insuficiente teniendo en cuenta los registros de especies de la familia Gesneriáceae de la Reserva Natural Río Ñambí, revisados en el Herbario Nacional Colombiano (COL) y en el Herbario de la Universidad de Nariño (PSO). Por lo tanto, hicieron falta más eventos de muestreo, para que la curva de riqueza acumulada se estabilice y para poder abarcar los eventos de floración de las especies que quedaron por fuera del inventario, debido al corto tiempo de esta investigación(Figura 11).

Figura 11. Curva de riqueza acumulada para la comunidad de plantas de la familia Gesneriáceae de la Reserva Natural Río Ñambí



Fuente: Esta investigación.

Por otro lado, la curva de especies nuevas indicó que en el primer evento de muestreo se presentaron seis especies; en el segundo muestreo solo aparecieron dos, y a partir de este, se generó un incremento hasta el cuarto muestreo de dos a seis especies. En el quinto y sexto evento de muestreo las especies nuevas encontradas fueron cinco y finalmente en el último muestreo, la curva decrece significativamente al encontrarse solo una especie nueva, debido posiblemente al esfuerzo de muestreo (Figura 11). Es así, como los resultados de esta investigación son representativos, demostrando que la probabilidad de encontrar nuevas especies de la familia Gesneriáceae en este tipo de ecosistema es alta.

Identificación de la especies de la familia Gesneriáceae

En general, el proceso de identificación de las especies de la familia Gesneriáceae fue complejo, debido a que existen muchas especies sin tratamientos taxonómicos modernos.

Al realizar la consulta y revisión en el Herbario Nacional Colombiano en línea (COL) y en el Herbario de la Universidad de Nariño (PSO), y gracias a la colaboración del especialista en gesneriáceas, el Ph.D John L. Clark, profesor asistente del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Alabama, se pudieron identificar de manera específica 20 especies de la familia Gesneriáceae, correspondiente al 71.4% del total encontrado.

Cabe anotar que para el resto de las especies estudiadas, de los géneros: *Columnea*, *Paradrymonia*, *Besleria* y *Drymonia*, su taxonomía es incierta, y después de consultar a los especialistas en el grupo, aún se tiene incertidumbre sobre su grado de conservación y rareza. Por otro lado, las especies del género *Glossoloma* también presentaron dificultad al ser identificadas, debido a que anteriormente eran reconocidas como especies del género *Alloplectus*, un género poco definido.

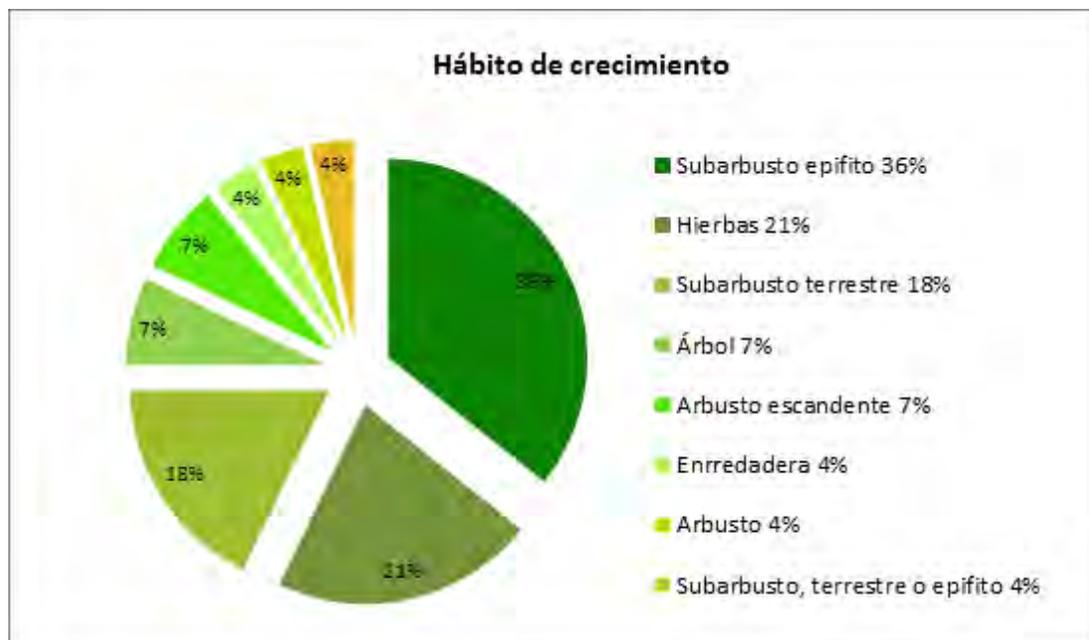
De las 28 especies registradas, la población de *Drymonia ecuadoriensis*, está considerada en peligro a nivel nacional e internacional por la IUCN (Clark *et al.*, 2004). En el desarrollo de la presente investigación se registraron al menos dos individuos de la especie en estado de floración.

Características generales de las especies de la familia Gesneriáceae

La diversidad en las formas de crecimiento de las plantas estudiadas fue amplia, registrándose las siguientes: subarbusivo epífita, hierbas, subarbustos terrestres, arbustos escandentes, enredaderas, arbustos y subarbustos terrestres o epifitos.

La mayoría de las especies presentaron un hábito de crecimiento subarbusivo epífita, seguido por especies de hierbas y subarbustos terrestres. El resto de especies se caracterizaron por ser árboles y arbustos escandentes con un 7% respectivamente, y en menor proporción, enredaderas, arbustos y subarbustos terrestres o epifitos con un 4% (Figura 12).

Figura 12. Hábito de crecimiento de las especies de la familia Gesneriáceae de la Reserva Natural Río Ñambí.



Fuente: Esta investigación.

La coloración de la corola de las especies mostro ser variable, con registros de colores como blanco, amarillo, naranja, rojo, vinotinto, lila y morado (Figura 13).

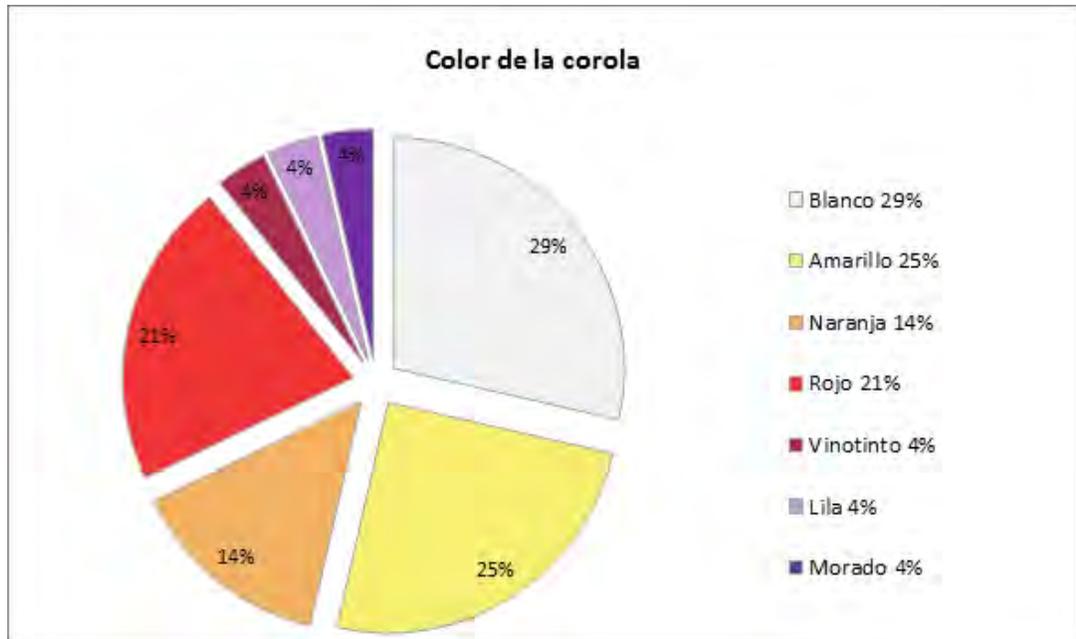
Aunque la mayoría de las especies fueron blancas, especies del género *Columnnea* como *Columnnea medicinalis*, presentaron una tenue coloración en los bordes de los lóbulos de la corola, al igual que marcadas guías de néctar de color morado. *Columnnea longinervosa*, también presentó guías de néctar de color morado, que se dispusieron a los lados, en la parte externa de la corola. La corola floral de especies del género *Drymonia* y *Paradrymonia* además de exhibir colores blancos, mostró colores amarillos, morados y combinación de amarillo con rosado o morado en la entrada de la corola.

Las especies que presentaron color amarillo en sus corolas como *Columnnea sp. 1*, *Columnnea picta*, *Glossoloma sprucei* y *Glossoloma sp. 2* también se caracterizaron por la presencia de guías de néctar rojas. Por el contrario, *Drymonia teuscheri* no presentó guías de néctar, sin embargo el borde los lóbulos de la corola exhibió una coloración rojo intenso.

Los colores vinotinto, lila y morado, se presentaron en menor proporción dentro de las especies estudiadas, no obstante, existieron combinaciones con otros tonos como blanco y amarillo en algunas de las partes de la corola floral.

En particular muchas de las especies exhibieron señales de atracción visual, que incluyeron partes vegetativas, como tallos, hojas y brácteas de colores fucsia, rojo o vinotinto; además muchas presentaron sépalos de colores fuertes y contrastantes con la vegetación.

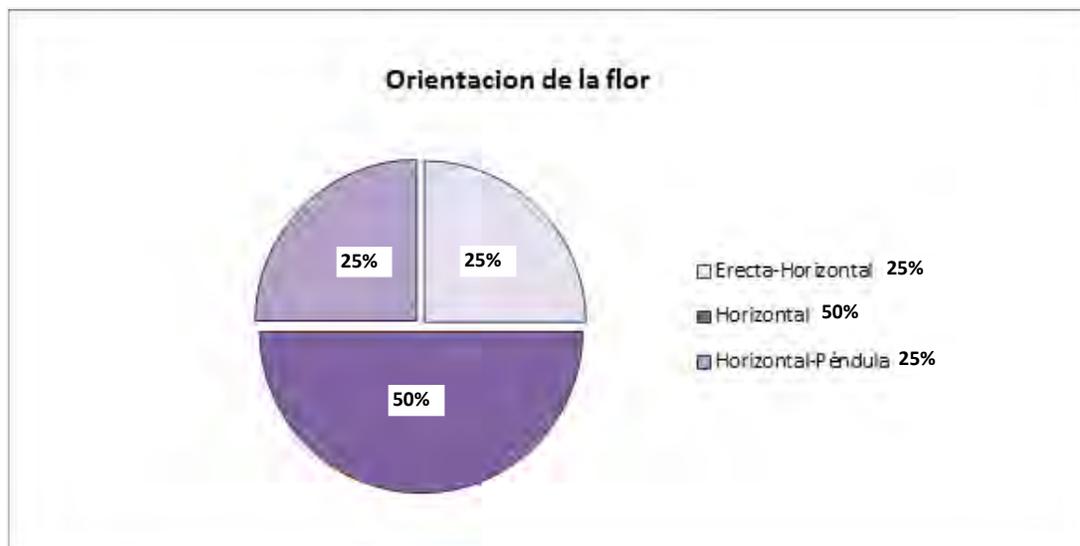
Figura 13. Tipos de coloración presentes en la corola de las especies de Gesneriáceae estudiadas, Fueron dominantes los colores de tonalidad clara con las del 50% de los registros.



Fuente: Esta investigación.

Las flores en su mayoría, presentaron un tipo de orientación horizontal, observándose esta característica en 14 especies estudiadas. Una orientación Erecta-horizontal se registró en 7 especies, al igual que la orientación Horizontal-péndula (Figura 14).

Figura 14. Tipo de orientación de las flores presente en las especies de la familia Gesneriáceae.



Fuente: Esta investigación.

En términos generales, la mayoría de las especies de la familia Gesneriáceae del área de estudio, presentaron un hábito subarbustivo epífita, con flores de orientación horizontal y con diferentes tonalidades de color en sus corolas, predominando el blanco y el amarillo, y acompañadas de brácteas llamativas o de señales extraflorales.

CARACTERÍSTICAS PALINOMORFOLOGICAS DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA GESNERIÁCEAE DE LA RESERVA NATURAL RIO ÑAMBI

Para estudiar los rasgos palinomorfológicos, se revisaron en total 5358 granos de polen repartidos en 28 especies de la familia Gesneriáceae, con un promedio de 191 granos de polen revisados por cada especie, los cuales fueron obtenidos de entre dos a más de 10 individuos diferentes. No obstante, algunas especies de baja abundancia fueron registradas en floración de un solo individuo durante los muestreos como fue el caso de *Drymoniasp.1*, *Columnea minutiflora*, *Paradrymoniasp 2*. La especie menos representada fue *Columnea aff. fimbriicalyx* con 90, mientras que la mayor muestra correspondió a *Glossoloma sp. 2* con 277 granos de polen revisados.

Los granos de polen de la familia Gesneriáceae se caracterizaron por ser mónadas, de tamaños grandes y con forma esferoidal a subtriangular en vista polar, y de tamaños pequeños y con ámbito esferoidal a oblado en vista ecuatorial; triaperturados, tricolporados, con exina tectada y escultura reticulada, que puede ser reticulada homobrochada o reticulada heterobrochada.

Características Cualitativas

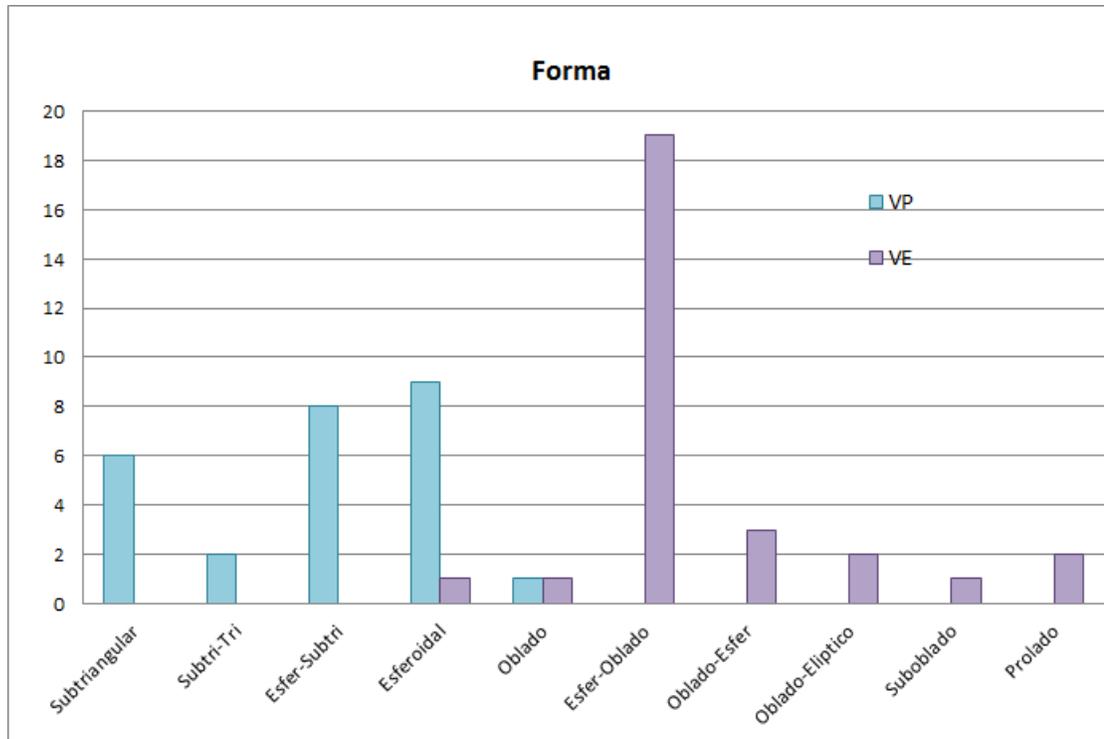
1. Forma-ámbito

Se identificaron y caracterizaron al menos seis formas básicas para cada una de las dos vistas: en vista polar los granos fueron esferoidal, esferoidal a subtriangular, subtriangular, triangular a subtriangular y subtriangular a triangular. Las formas más frecuentes corresponden a la esferoidal y esferoidal-subtriangular; en menor aparición, subtriangular. Los ámbitos triangular a subtriangular, subtriangular a triangular y oblado, fueron escasas (Figura 15).

En vista ecuatorial, los granos de polen fueron en mayor proporción de esferoidal a oblado; en baja frecuencia se presentaron granos oblatos a esferoidales y oblatos a

elípticos, y de forma escasa, los ámbitos esferoidal, oblado, suboblado y prolado (Figura 15).

Figura 15. Forma o ámbito de los granos de polen de las especies de la familia Gesneriáceae estudiadas para dos posiciones típicas de los granos de polen en las muestras: vista polar y vista ecuatorial.



Fuente: Esta investigación.

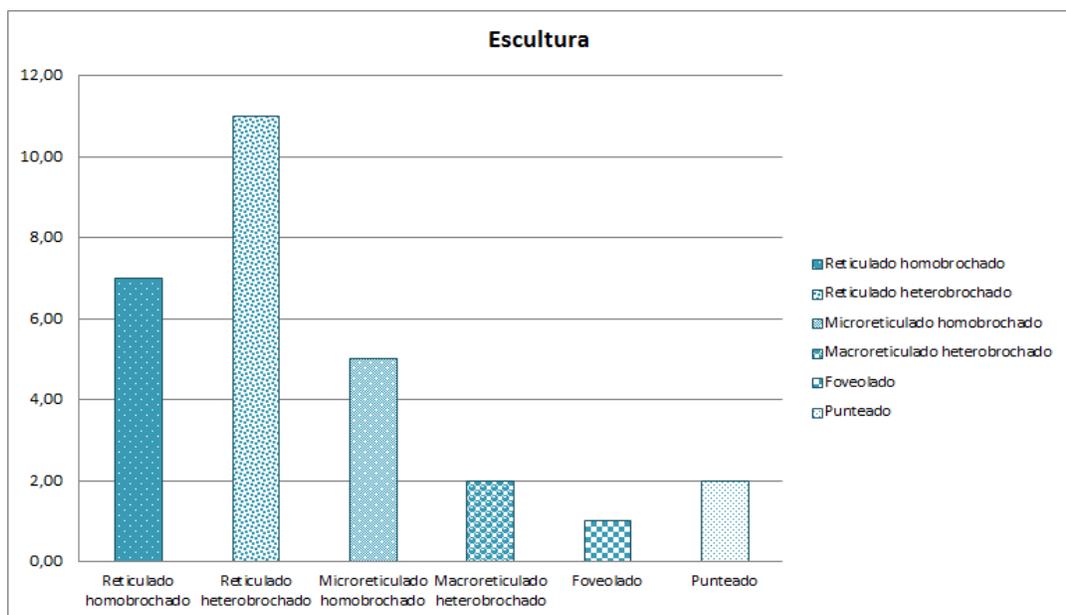
2. Aperturas.

Todos los granos de polen de las especies estudiadas fueron triaperturados, con excepción de *Columnnea minutiflora*, que presentó granos biaperturados. El tipo de aperturas presente fue la combinación de colpos y poros (tricolporados) en la mayoría de las especies; no obstante, las especies *Columnnea minutiflora* y *Glossoloma panamense* solo presentaron poros.

3. Escultura-ornamentación.

Respecto a la escultura del polen, se observaron al menos seis tipos. En mayores proporciones, se observó una escultura reticulada heterobrochada y reticulada homobrochada; estos a su vez se dividieron en microreticulada heterobrochada y macroreticulada homobrochada. Otras especies en muy baja frecuencia, presentaron granos foveolados y punteados (Figura 16).

Figura 16. Tipo de esculturación de la exina de los granos de polen de las especies de Gesneriáceae.



Fuente: Esta investigación.

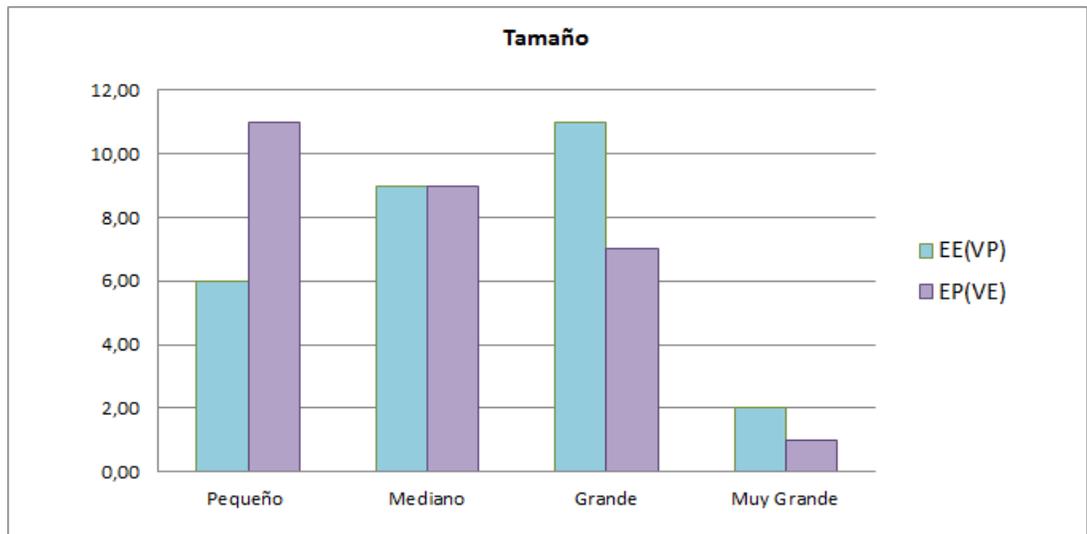
4. Tamaño.

En cuanto al tamaño de los granos de polen se observó una amplia variación, encontrando al menos cuatro categorías tanto en Vista Polar como en Vista Ecuatorial:

pequeño (< a 25 micras), mediano (25 a 30 micras), grande (entre 30 a 35 micras) y muy grande (> a 35 micras).

En Vista Polar, los granos predominantes fueron los de tamaños grandes (11 especies), mientras que en Vista Ecuatorial los más frecuentes fueron los tamaños pequeños (11 especies) (Figura 17).

Figura 17. Tamaño de los granos de polen para 28 especies de la familia Gesneriáceae.



Fuente: Esta investigación.

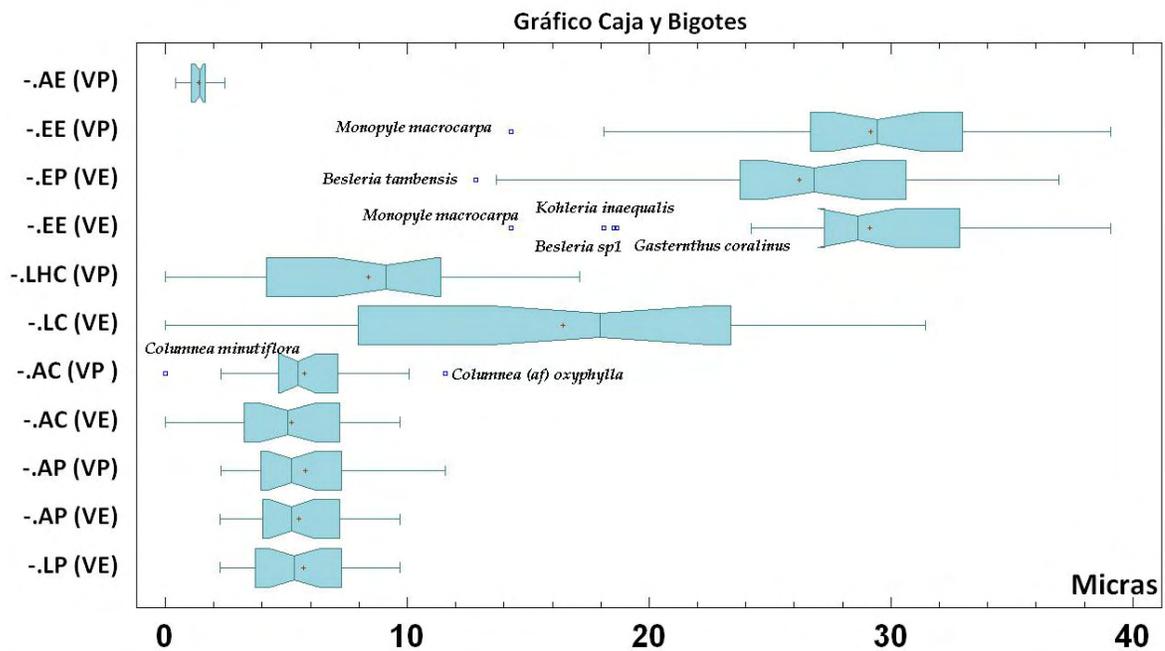
Características morfométricas de los granos de polen

Para cada una de las especies de la familia Gesneriáceae estudiadas, se caracterizaron once variables morfométricas. Que en general presentaron distribución normal, sin embargo, al evaluar la homogeneidad de varianza con la prueba de Levene's, (14.944; $p < 0.0001$) se concluyó que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las 11 variables. Por eso algunos análisis requirieron proceso de estandarización previa, utilizando Log_{10} .

Algunas variables como eje ecuatorial, en vista polar y ecuatorial, y eje polar en vista ecuatorial, presentaron datos atípicos, como *Monopyle macrocarpa*, *Gasteranthus corallinus* y *Besleria sp. 1*. De la misma forma, la variable ancho del colpo (AC-VP) en

vista polar, mostró un punto atípico, correspondiente a *Columnnea (af) oxiphyla* que presentó una apertura colpal notablemente más ancha que cualquier otra de las especies estudiadas (Figura 18).

Figura 18. Gráficos de cajas y bigotes con intervalo de confianza al 95% para la media de las variables medidas para los granos de polen de las especies de la familia Gesneriaceae de la Reserva Natural Rio Nambí. Medianas con muescas.



Fuente: Esta investigación.

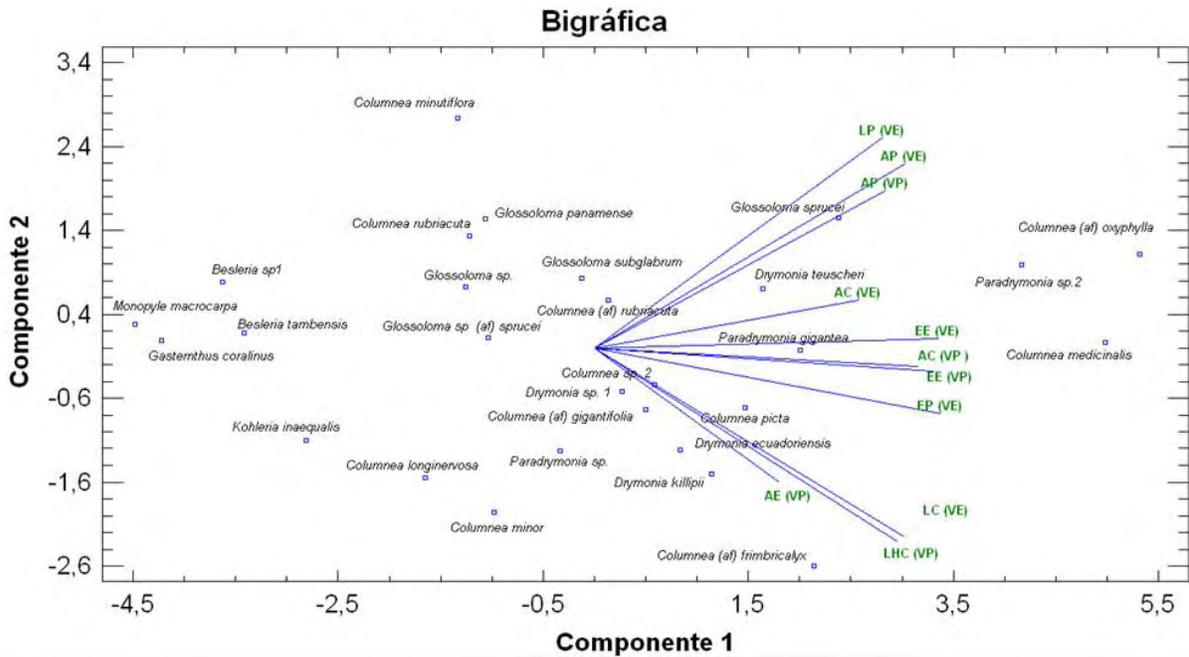
Las variables que presentaron la mayor variabilidad fueron: largo del hemicolpo (LHC) en vista polar y largo del colpo (LC) en vista ecuatorial (Figura 18), siendo esta última, la que presentó el mayor rango que va desde 0 micras, correspondiente a las especies *Columnnea minutiflora* y *Glossoloma panamense* que no presentaron colpos, y 31.44 micras, que corresponde a *Columnnea medicinalis*.

Por otro lado, la característica con menor variabilidad fue la de ancho de la exina (AE) en vista polar, con un valor mínimo de 0.41 registrada para *Besleria sp. 1* y un valor máximo de 2.46 correspondiente a *Columnnea (af) fimbriicalyx*. Cabe anotar que esta

variable se caracterizó por presentar una distribución simétrica, con media y mediana sobrelapadas (Figura 18).

En general existió un alto grado de correlación positiva entre muchas de las variables palinológicas. En este sentido, fue posible distinguir tres grupos de variables que pueden visualizarse en el gráfico de vectores y observaciones del análisis de componentes principales (Figura 19). El primer grupo de variables relacionadas incluyen la morfometría del poro (Ancho del poro en VP y VE y Largo del poro en VE); el segundo grupo, es el conformado por los ejes ecuatoriales en ambas vistas, el eje polar (VE) y el ancho de los colpos (VP y VE). Por último, el ancho de la exina, largo del hemicolpo (VP) y largo del colpo (VE), formaron el tercer grupo (Figura 19).

Figura 19. Análisis de componentes principales (PCA) de las especies de la familia Gesneriáceae, en función de las variables métricas de los grano de polen La figura considera los dos primeros componentes principales con valor propio mayor a uno, que en conjunto explican más de 70% de la variabilidad original de los datos



Fuente: Esta investigación.

Las observaciones, que corresponde a cada una de las especies se distribuyen en forma más o menos homogénea, pero principalmente sobre el sentido de variación de los vectores correspondientes al segundo grupos de variables que incluyen en forma crítica las medidas de Eje ecuatorial y Eje polar, los dos estimadores definitivos de para definir el tamaño y la forma general o ámbito de los granos de polen; por lo cual se esperaría que estos dos atributos sean de importancia al momento de diferenciar las especies desde el punto de vista palinotaxonómico. Los extremos del patrón de dispersión de las observaciones o especie en el espacio multivariado del PCA, correspondió por un lado, a la especie con grano de polen de mayor tamaño, *C. oxiphyla* y la especie con menor Eje ecuatorial *M. macrocarpa* en el extremo izquierdo de la Figura 19. Por otro lado, la amplitud de la dispersión de observaciones en el sentido vertical de la gráfica (componente 2), presenta gran influencia de la morfología de las aperturas del grano de polen, especialmente el largo de colpos en vista ecuatorial y hemicolpos en vista polar, entre los cuales se pudo distinguir a *C. aff fimbrialix*, con los colpos de mayor longitud de acuerdo con su tamaño y a *C. minutiflora* y *G. panamense* con granos acolpados en los extremos de la distribución.

Diferenciación de las especies a partir de las características palinomorfológicas

Un resumen estadístico del comportamiento de los datos palinomorfológicos detallado para cada especie, así como el cálculo de intervalos de confianza al 95% para cada una de las 11 variables caracterizadas en las 28 especies, puede revisarse en el atlas palinológico de las gesneriáceas estudiadas, incluido al final de la sección de resultados. También está disponible una clave palinológica detallada a través de caracteres relevantes en la discriminación palinológica de gesneriáceas registradas en la presente investigación. Así mismo, el atlas incluye una completa documentación gráfica de palinomorfos encontrados, tanto en ilustraciones originales como en registros microfotográficos, que son acompañados de una descripción de características cualitativas de importancia taxonómica en los granos de polen, como el ámbito, escultura de la exina entre otros.

En general, el comportamiento de las muestras reveló que algunos de los datos de las 11 variables polínicas consideradas en cada población, presentaron desviaciones importantes de la distribución normal, por otro lado, al realizar la comparación entre variables, para muchos casos no fue posible probar homogeneidad de varianza. Por esta razón, se usaron medianas y pruebas no paramétricas, para evaluar comparaciones entre poblaciones.

A continuación se presenta una descripción general del comportamiento de los parámetros palinomorfológicos en cada uno de los géneros registrados en el presente estudio.

- *Columnnea* L.

De acuerdo con el análisis de varianza no paramétrico, todas las variables analizadas para el género *Columnnea*, presentaron diferencias significativas (K-W $p < 0.001$) entre las especies del género.

Las especies de este género se separaron en tres grupos de acuerdo a la longitud del eje ecuatorial (VP) en los granos de polen (Figura 20a). Es así como, *C. oxiphyla*, *C. medicinalis*, *C. fimbriicalyx* y *C. picta*, fueron especies con el mayor rango de tamaño (categoría: muy grande); por su parte, solo una especie fue incluida en la categoría grande: *C. minutiflora*. Mientras que, una mayor proporción de especies, presentaron granos de polen medianos: *C. (af) gigantifolia*, *C. minor*, *C. longinervosa*, *Columnnea sp. 2* y *Columnnea (af) rubriacuta*. Finalmente, solo *C. rubriacuta* fue la especie solitaria en la categoría de granos pequeños (Figura 20a).

Considerando las variaciones en la longitud del eje polar entre las especies de este género, las diferencias fueron marcadas por *C. medicinalis*, la cual presentó un rango de variación estrecho y exclusivo para los granos de la especie, en el extremo superior de rangos de tamaños para el género en vista ecuatorial, con valores mayores a 34 micras, diferenciándose a través de este carácter de *C. fimbriicalyx* y *C. (af) oxiphylla* (Figura 20b).

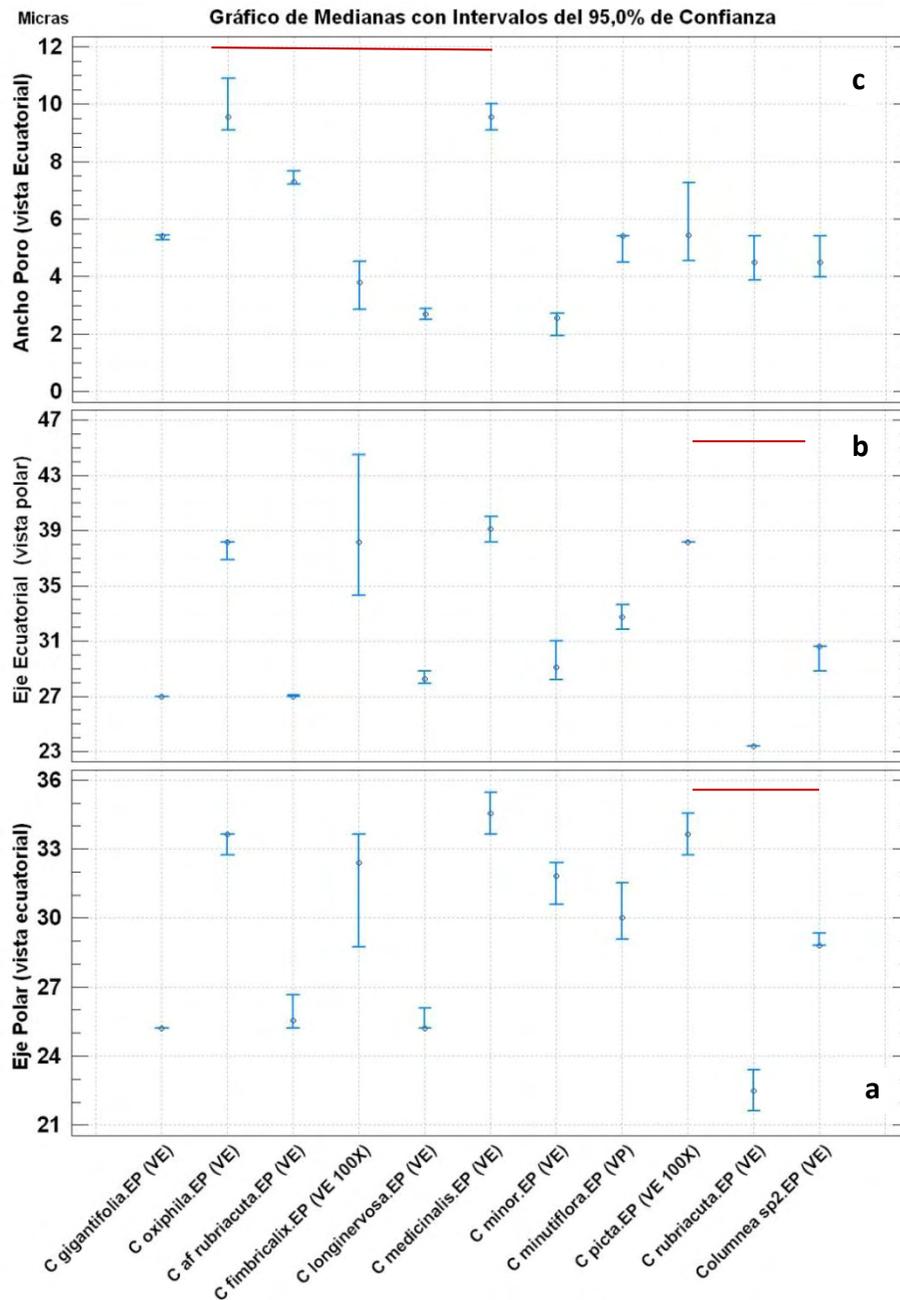
De la misma forma, fue posible diferenciar a *C. medicinalis* de *C. picta*, a través de las variaciones en los rangos para ancho del poro en vista ecuatorial (Figura 20c), en donde los rangos de *C. medicinalis* estuvieron entre 8.5 y 10 micras y para *C. picta* entre 4.5 y 7 micras, presentando diferencias estadísticamente significativas ($U, p < 0,05$).

Teniendo en cuenta el comportamiento de los rangos contrastantes para ancho del colpo (VP), fue posible discriminar de forma clara a *C. oxiphylla* (rango 11-12 micras), *C. medicinalis* (rango 9-10 micras), *C. fimbriicalyx* (rango 6.5-8 micras) y *C. picta* (rango 4.5-5.5 micras), siendo este carácter el de mayor poder discriminante entre las especies con granos de polen de tamaños grandes (Figura 21a).

En cuanto al grupo de especies de *Columnea* con granos de polen medianos, la única especie que presentó valores mayores a 30 micras para el eje polar (VE) fue *C. minor*. De la misma manera, *Columnea sp. 2* se diferenció de las demás especies en esta variable, presentando rangos entre 28.5 y 29.5 micras (Figura 20b).

A pesar de que se presentó un gran solapamiento entre los valores de ancho del poro (VE) para las especies de tamaño mediano (Figura 20c), al menos para la especie *Columnea af rubriacuta*, se presentaron diferencias estadísticamente significativas que permiten diagnosticar a esta especie entre las otras ($K-W p < 0.00$), por presentar un estrecho rango de variación alrededor de 7 a 8 micras. Por su parte, *C. longinervosa* fue la única especie con valores para el eje polar (EP-VE) menores a 30 micras y con medidas para ancho del poro (VE) menores a 3 micras (Figura 20c).

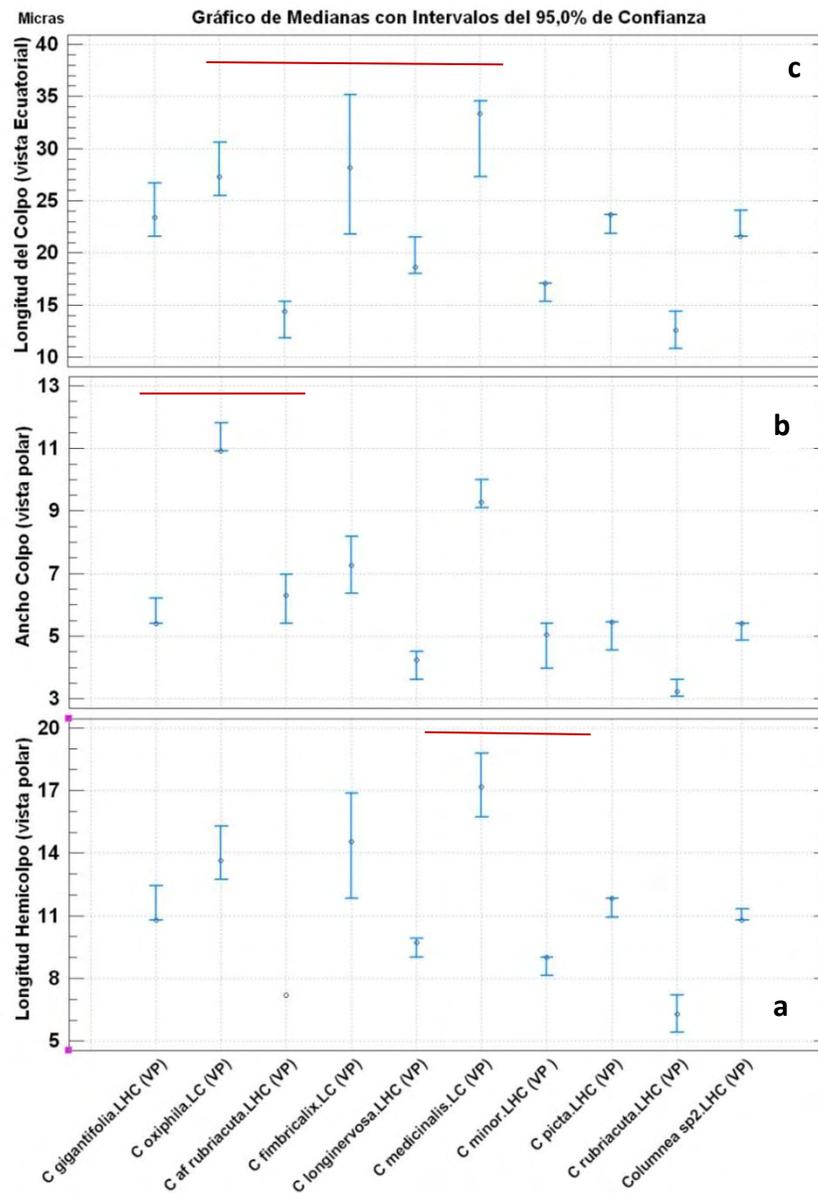
Figura 20. Representación gráfica de intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Columnnea*. a) Eje ecuatorial en vista polar (EE-VP); b) Eje polar en vista ecuatorial (EP-VP); c) Ancho del poro en vista ecuatorial (AP-VE). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

Respecto a la especie *C. gigantifolia*, se pudo distinguir de las de las otras especies de acuerdo a las variaciones en el rango del ancho del colpo (AC-VP), con valores de 5.5 a 6.5 micras (Figura 21a).

Figura 21. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Columnnea*. a) Ancho del colpo en vista polar (AC-VP); b) Longitud del colpo en vista ecuatorial (LC-VE); c) Longitud del hemicolpo en vista polar (Lhem-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.

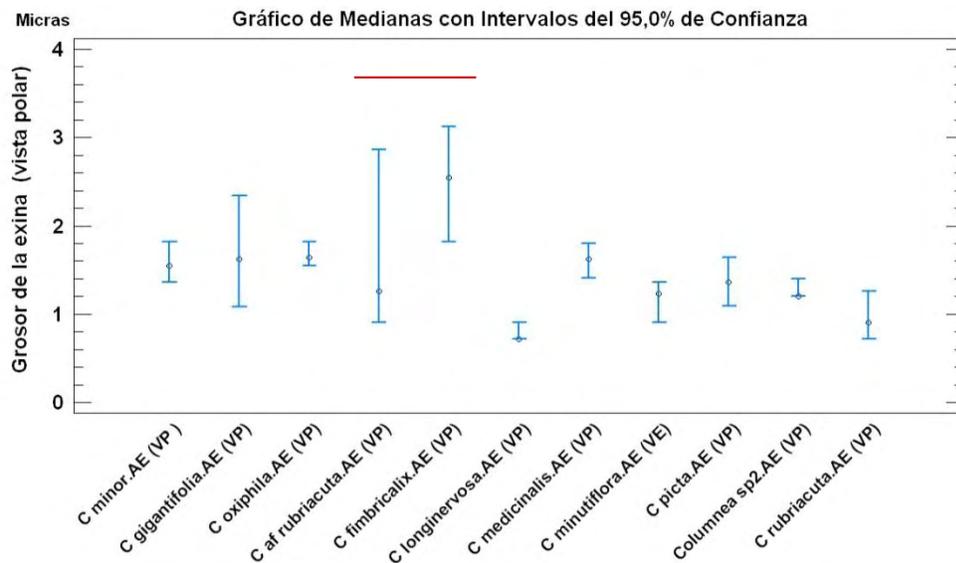


Fuente: Esta investigación.

Por último, a pesar de que el carácter ancho de la exina (AE-VP) presentó diferencias significativas, mostró un bajo poder discriminatorio entre las especies del género *Columnnea*(Figura 22).

Adicionalmente hay que mencionar que *C. minutiflora* presentó rasgos únicos, no solo para el género sino para la familia, siendo el único grano de polen que presentó una condición biaperturada y ausencia de colpos, por lo cual, su palinomorfología es inconfundible entre las especies del grupo (Figuras 20, 21, 22).

Figura 22. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Columnnea*. Ancho de la exina en vista polar (AE-VP) En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

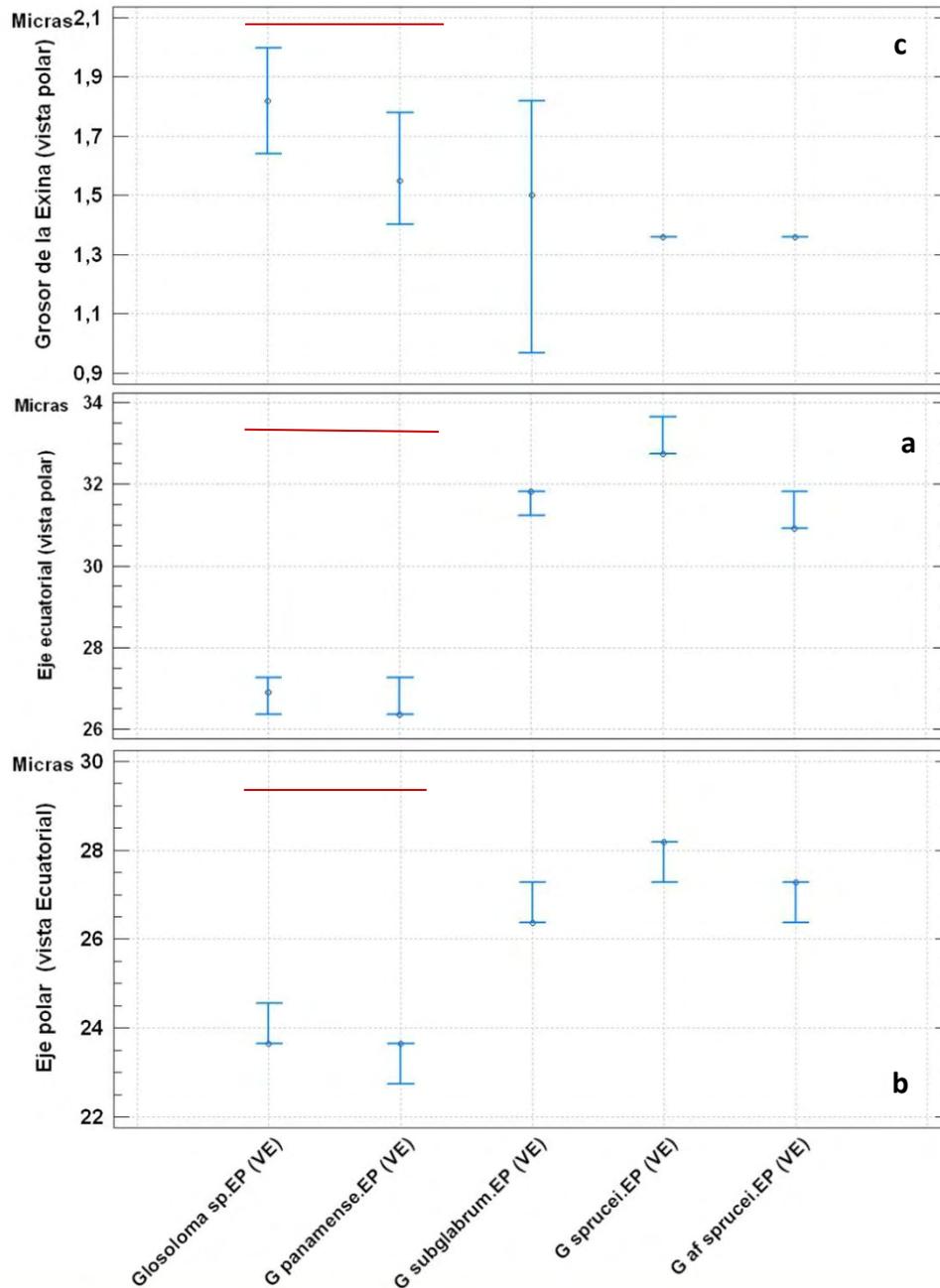
- *Glossoloma*

Para todas las variables morfométricas del grano de polen del género *Glossoloma*, el análisis de varianza no paramétrico, presentó diferencias estadísticamente significativas entre las medias (K-W $p < 0.001$) para todos los casos analizados (Figura 23).

Las variaciones en la longitud del eje ecuatorial (EE-VP), permitió discriminar a las especies de este género en tres grupos: el primero, lo conforma *Glossoloma sprucei* quien se discrimina del resto de las especies, presentando valores mayores a 32 micras para este carácter. El segundo grupo es el formado por *Glossoloma subglabrum* y *Glossoloma (af) sprucei*, los cuales presentaron promedios similares para el tamaño de los granos de polen, aunque con rangos de variaciones diferentes. Por último, *Glossoloma sp.*, con un valor de 26.69 micras, y *Glossoloma panamense*, con un promedio de 26.66 micras, fueron las especies de menor tamaño y con la mayor similitud en cuanto a esta variable (Figura 23a).

En cuanto al grupo de especies de *Glossoloma* con granos de polen pequeños, la especie *Glossoloma sp.* pudo diferenciarse de *Glossoloma panamense*, por la variación en la longitud del eje polar (EP-VE), presentando valores mayores a 26 micras (Figura 23b).

Figura 23. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Glossoloma*. a) Eje ecuatorial en vista polar (EE-VP); b) Eje polar en vista ecuatorial (EP-VP); c) Ancho de la exina en vista polar (AE-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.

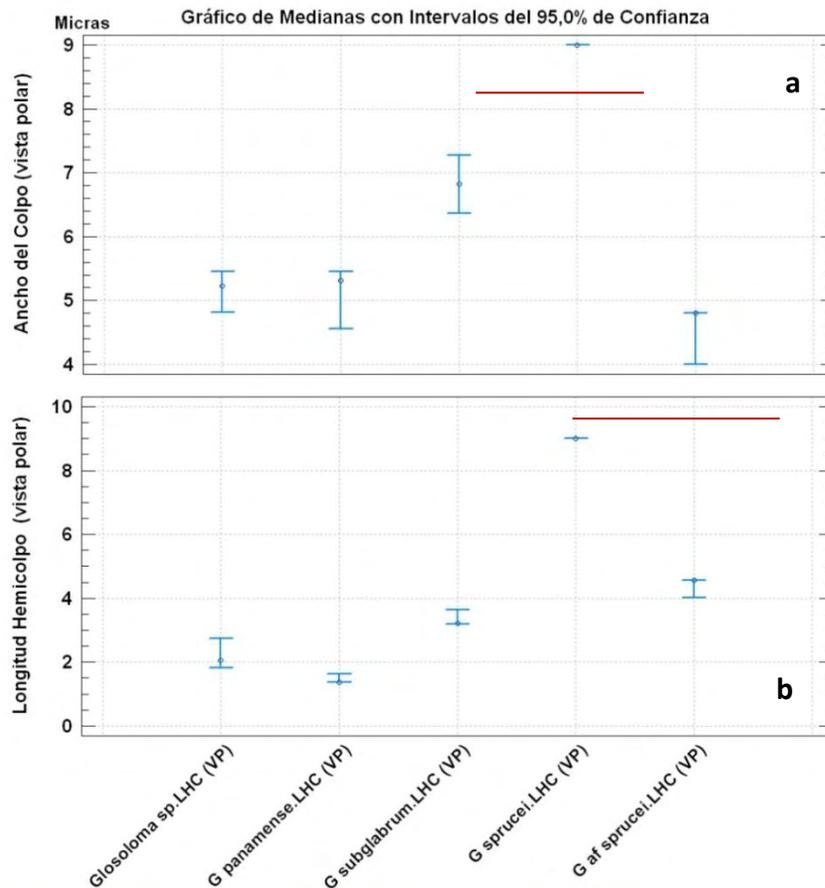


Fuente: Esta investigación.

Las variaciones en el ancho del colpo (AC-VP), permitieron segregar a las especies con granos de polen medianos. De esta manera, *G. subglabrum* se diferenció por presentar rangos entre 5.45 y 8.48 micras, mientras que en *Glossoloma (af) sprucei* los valores se encontraron entre 3.2 y 6.4 micras (Figura 24a).

Cabe mencionar que la variable largo del hemicolpo (AC-VP) presentó diferencias significativas, con un alto poder discriminatorio entre las especies del genero *Glossoloma* (Figura 24b), exhibiendo en general un rango mínimo de 1.45 micras y un máximo de 17.13 micras (Figura 24b).

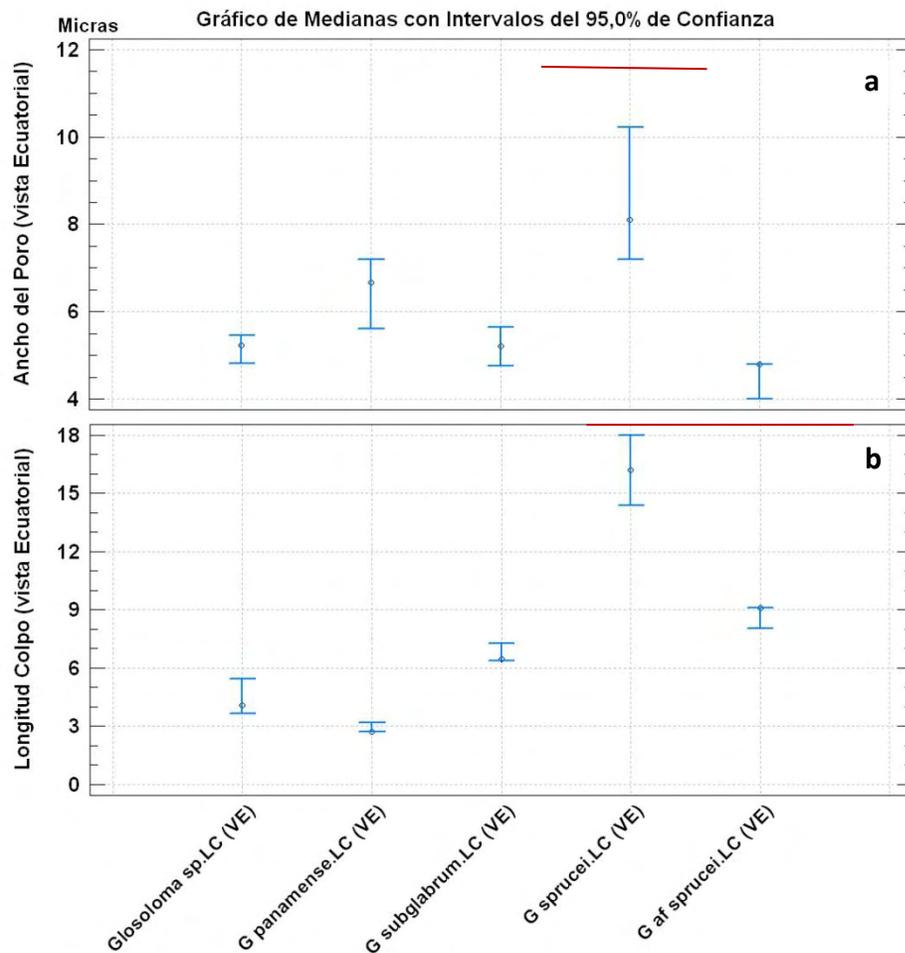
Figura 24. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Glossoloma*. a) Ancho del colpo en vista ecuatorial (AC-VE); b) Longitud del hemicolpo en vista polar (LHem-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

Finalmente, las variables métricas de las aperturas de los granos de polen, ancho del poro y longitud del colpo (AP-VE y LC-VE), mostraron ser significativas entre todas las especies del género, revelando ser caracteres diagnósticos importantes (Figura 25).

Figura 25. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Glossoloma*. a) Ancho del poro en vista ecuatorial (AP-VE); b) Longitud del colpo en vista ecuatorial (LC-VE). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

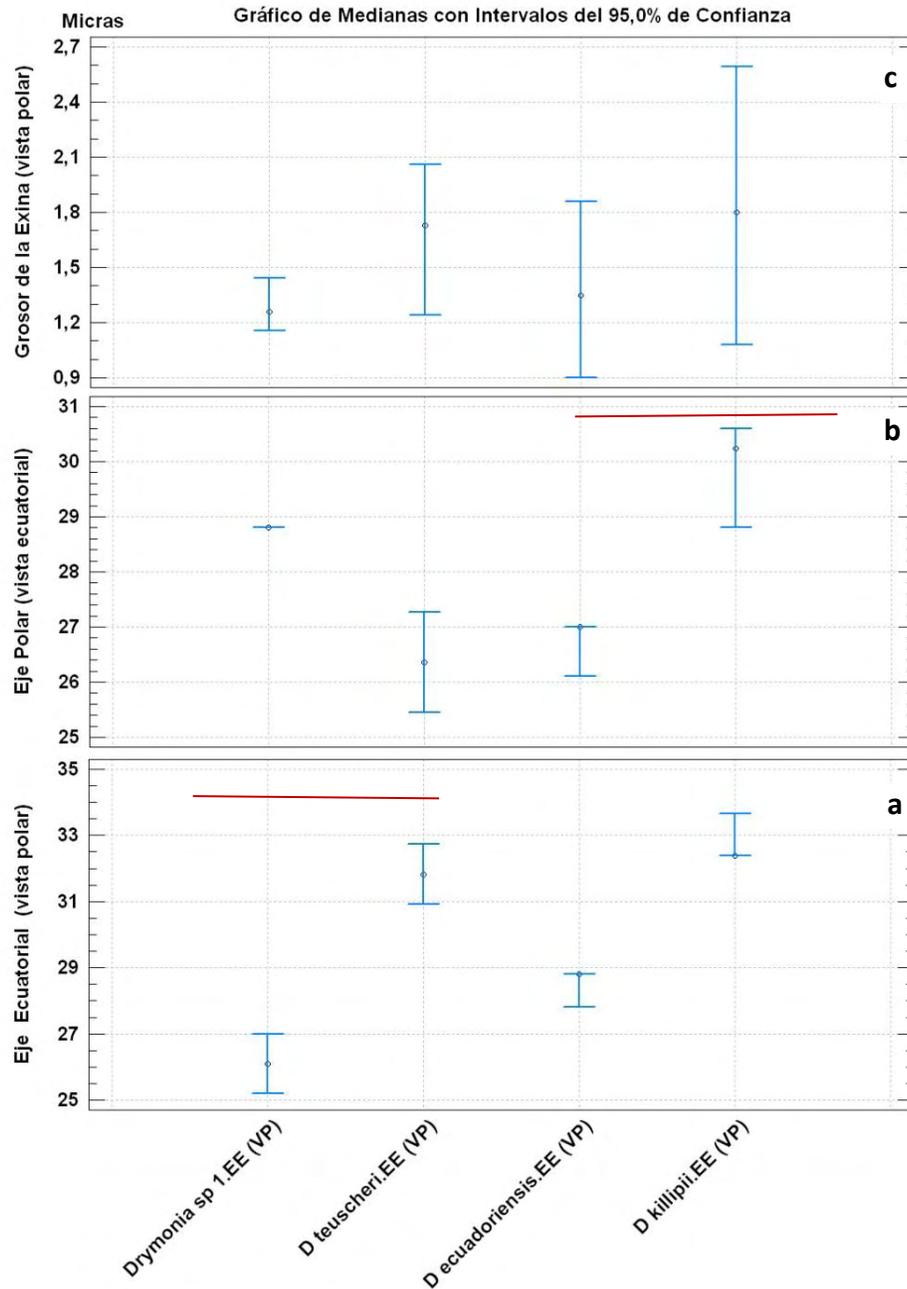
- *Drymonia* Mart.

El análisis de varianza no paramétrico, para todas las variables palinométricas consideradas en el género *Drymonia*, soportó diferencias estadísticamente significativas entre las medias (K-W $p < 0.001$) para todos los casos analizados en términos generales (Figuras 26a, b, c).

Las variaciones en longitud del eje ecuatorial (VP), permitieron observar las marcadas diferencias entre todas las especies, destacándose este carácter como el más discriminante del género (Figura 26a). En este caso, *Drymonia sp.* presentó el grano de polen más pequeño entre las especies del género, con un rango entre 25 a 27 micras; por su parte, *Drymonia ecuadoriensis*, se diferenció por valores entre 27 y 30.6 micras. En *Drymonia teuscheri*, la variación para este carácter estuvo entre 29.1 y 34.55 micras, presentando un rango considerable de 5.4 micras. Finalmente, *Drymonia killipii* fue la especie con el mayor valor para esta variable, que fue de 32.9 micras (Figura 26a).

De acuerdo con los promedios y rangos para la variable eje polar (EP-VE) fue posible identificar claramente las diferencias existentes entre *Drymonia sp.* en comparación con *D. teuscheri* y *D. ecuadoriensis* (Figura 26b). Del mismo modo, *Drymonia killipii* se diferenció del resto de especies por presentar los valores más altos entre 29 y 31.5 micras.

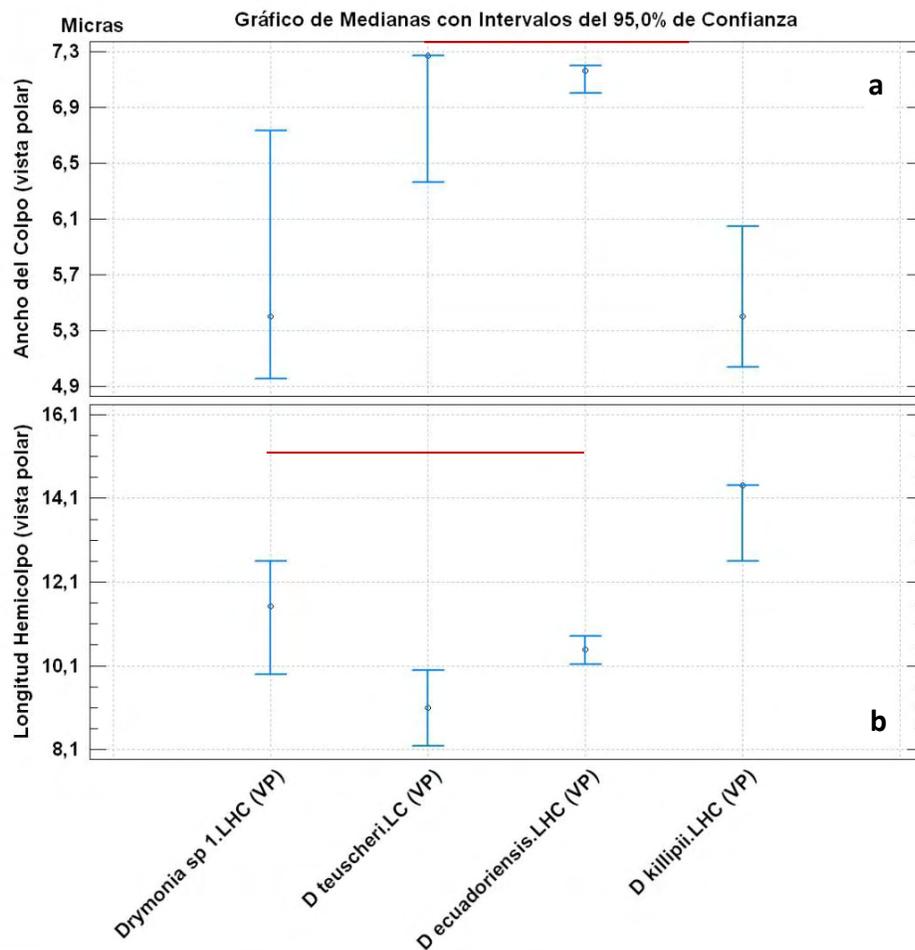
Figura 26. Representación gráfica de intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Drymonia*. a) Eje ecuatorial en vista polar (EE-VP); b) Eje polar en vista ecuatorial (EP-VP); c) Ancho de la exina en vista polar (AP-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

El carácter ancho del colpo (AC-VP), no tuvo suficiente poder discriminante para las especies del género (Figura 27a). Por otro lado, el comportamiento en los rangos de la longitud del largo del hemicolpo (LH-VP), indicó la discriminación de *Drymonia killipii* con respecto a las otras especies, al presentar un rango entre 10.8 y 15.30 micras (Figura 27b).

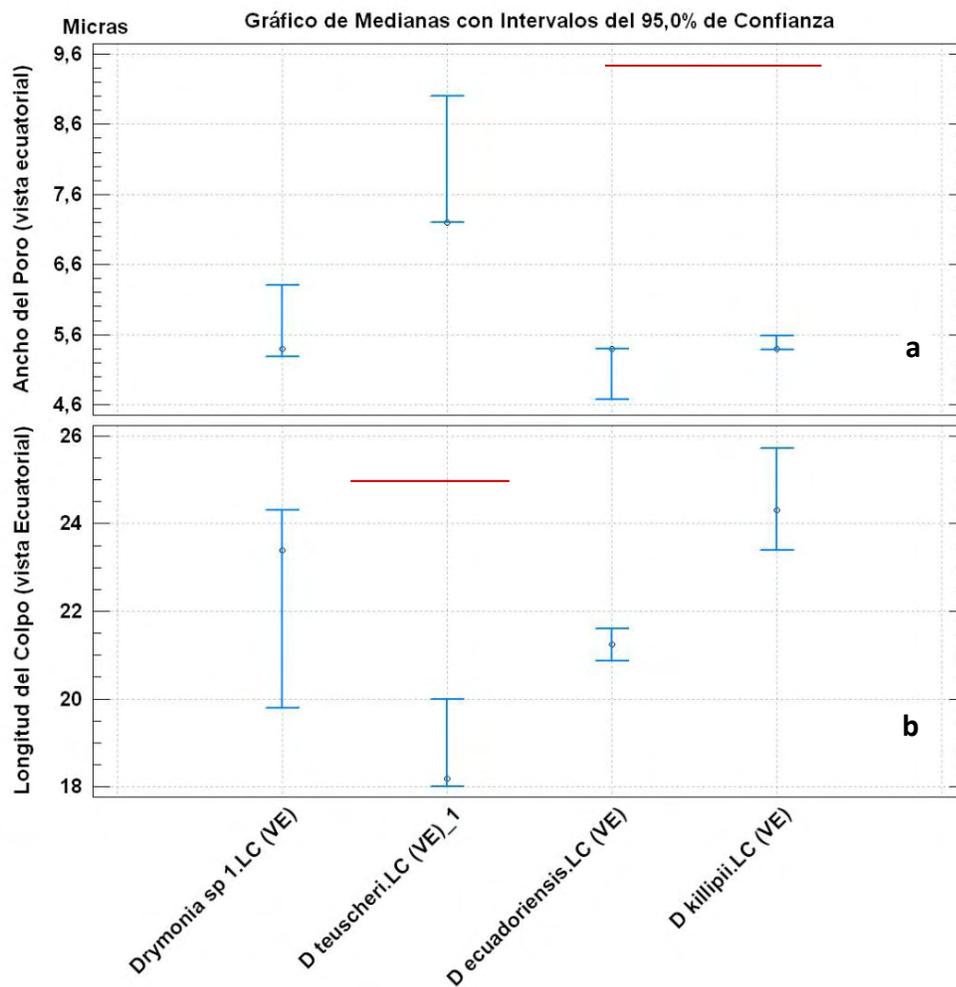
Figura 27. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Drymonia*. a) Ancho del colpo en vista polar (AC-VP); b) Longitud del hemicolpo en vista polar (LHem-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

Con respecto a las variables ancho del poro (AP-VE) y longitud del colpo (LC-VE) se puede mencionar que a pesar de que se presentaron solapamientos entre las especies, *Drymonia teuscheri* pudo diferenciarse en los dos casos, indicando valores mayores a 7 micras para el ancho del poro y valores menores a 20 micras para el largo del colpo (Figura 28 a, b).

Figura 28. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Drymonia*. a) Ancho del poro en vista ecuatorial (AP-VE); b) Longitud del colpo en vista ecuatorial (LC-VE). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

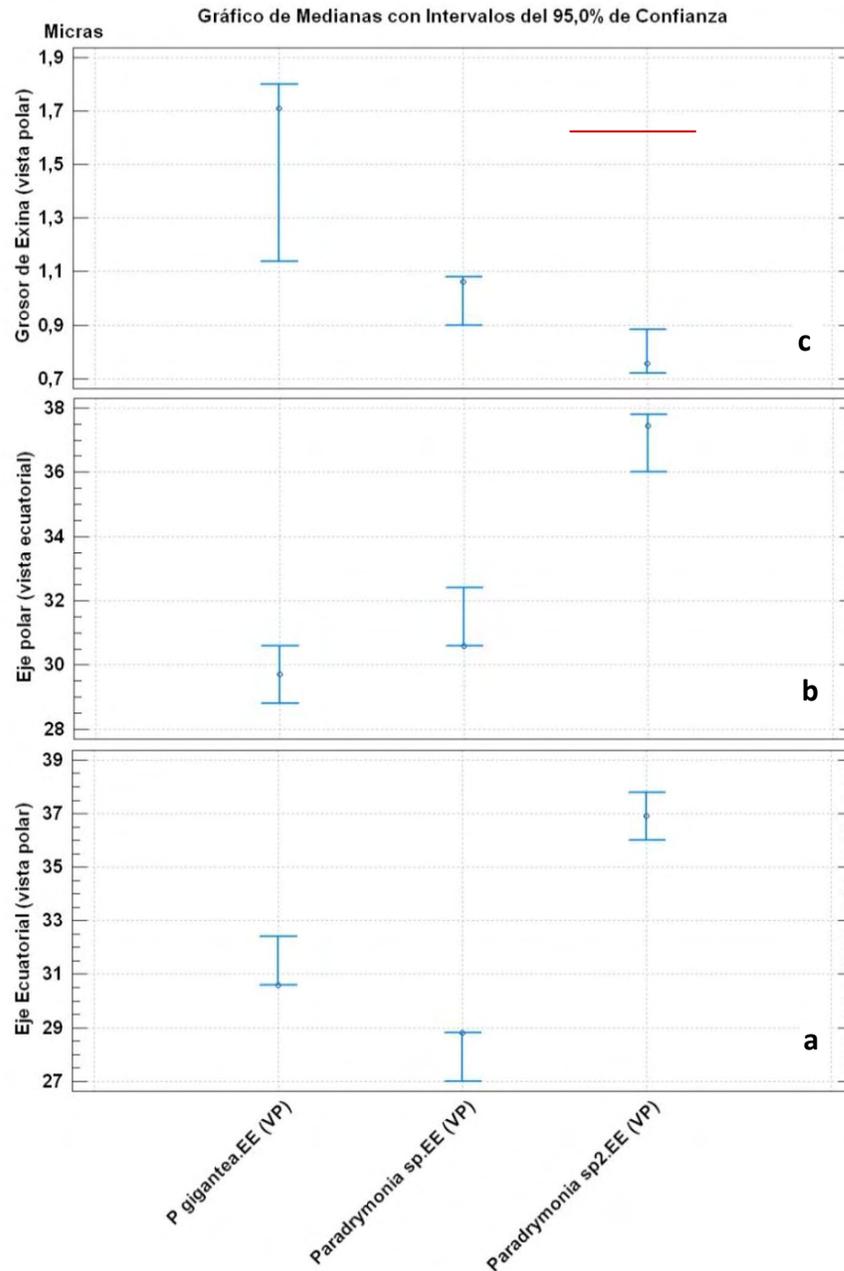
- *Paradrymonia* Hanst

El análisis de varianza no paramétrico, para las variables analizadas del género *Paradrymonia*, dio como resultado diferencias significativas (K-W $p < 0.001$) entre las especies del género.

En general, las tres especies del género *Paradrymonia*, presentaron variaciones en las características métricas de los granos de polen, que permitieron discriminarlas entre sí (Figura 29 a, b, c). En este sentido, cabe mencionar a que hubo marcadas diferencias *entre* *Paradrymonia gigantea*, *Paradrymonia sp. 1* y *Paradrymonia sp. 2*, en las variables: eje ecuatorial (EE-VP), eje polar (EP-VE) y ancho de la exina (AE-VP).

Para el carácter de mayor importancia, eje ecuatorial (EE-VP), se presentó un rango de variación para el tamaño del grano de polen entre 28.0 a 37 micras (Figura 29a), segregando a *Paradrymonia sp. 1*, por presentar granos de polen medianos, a *Paradrymonia gigantea*, por tener granos grandes y a *Paradrymonia sp. 2* por exhibir granos de polen muy grandes.

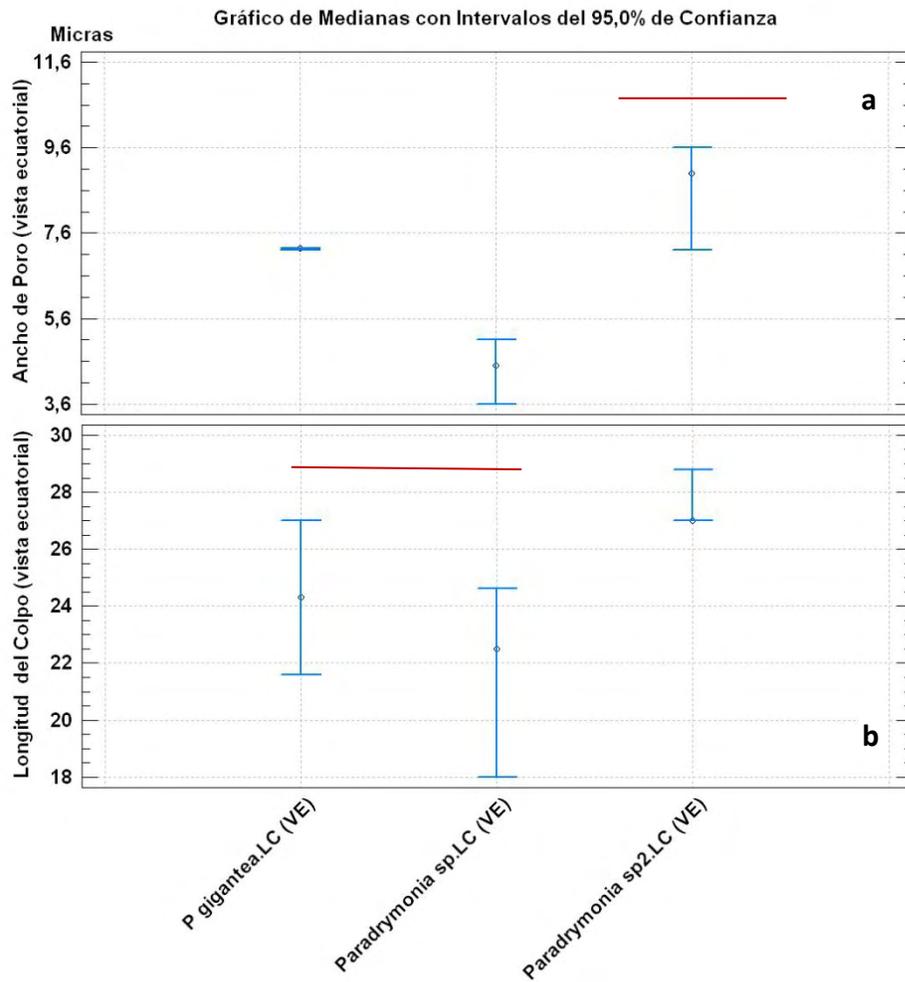
Figura 29. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Paradrymonia*. a) Eje ecuatorial en vista polar (EE-VP); b) Eje polar en vista ecuatorial (EP-VE); c) Ancho de la exina en vista polar (AE-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



Fuente: Esta investigación.

Las variables que caracterizaron métricamente a las aperturas, ancho del poro (AP-VE) y largo del colpo (LC-VP), también presentaron rangos de variación contrastantes para las tres especies (Figura 30). De esta forma, las medidas fueron directamente proporcionales con el tamaño de los granos de polen de cada una de las especies.

Figura 30. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Paradrymonia*. a) Ancho del poro en vista ecuatorial (AP-VE); b) Longitud del colpo en vista ecuatorial (LC-VE). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.

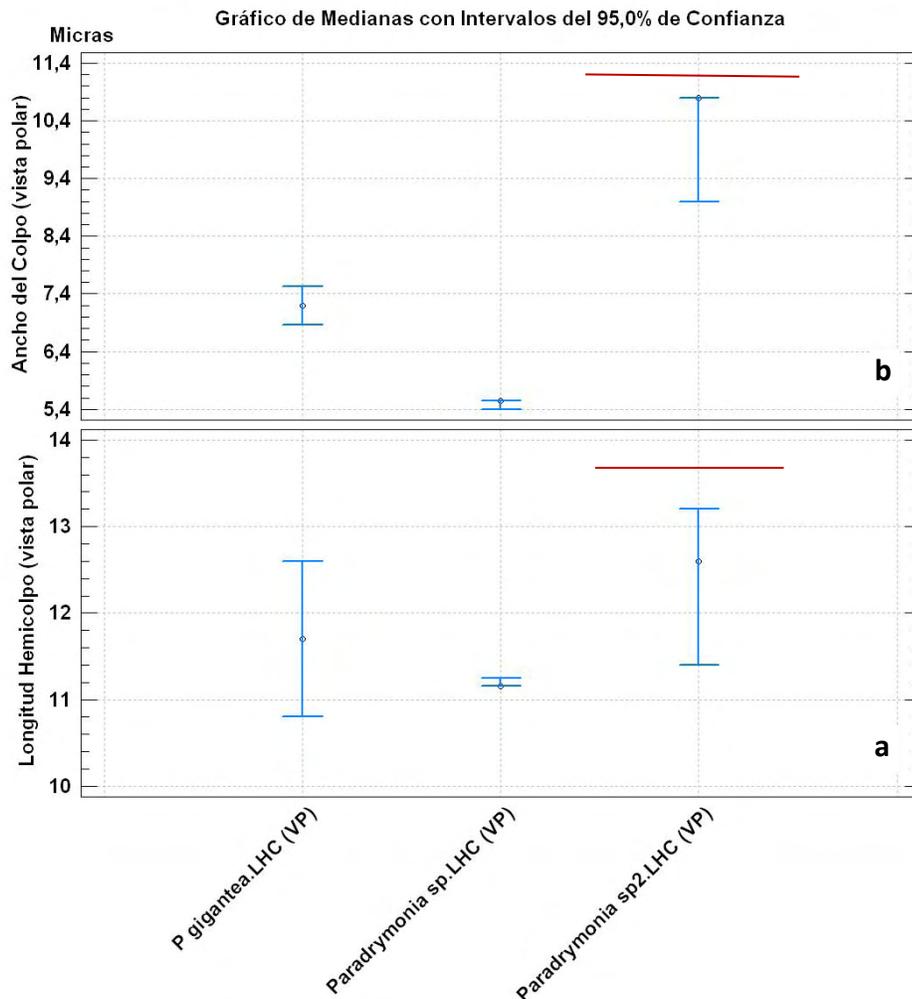


Fuente: Esta investigación.

Por el contrario, los rangos para las longitudes colpales, largo del hemicolpo (LH-VP) y largo de colpo (LC-VE), no mostraron un alto poder de discriminación entre las especies del género *Paradrymonia* (Figura 31 a, b).

Solo la especie *Paradrymonia* sp. 2 fue excluyente para el resto de las especies, de acuerdo con la variación en el largo del colpo (LC-VE), la cual tuvo un promedio de 27.7 micras (Figura 31a).

Figura 31. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies del género *Paradrymonia*. a) Ancho del colpo en vista polar (AP-VE); b) Longitud del hemicolpo en vista polar (LHem-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



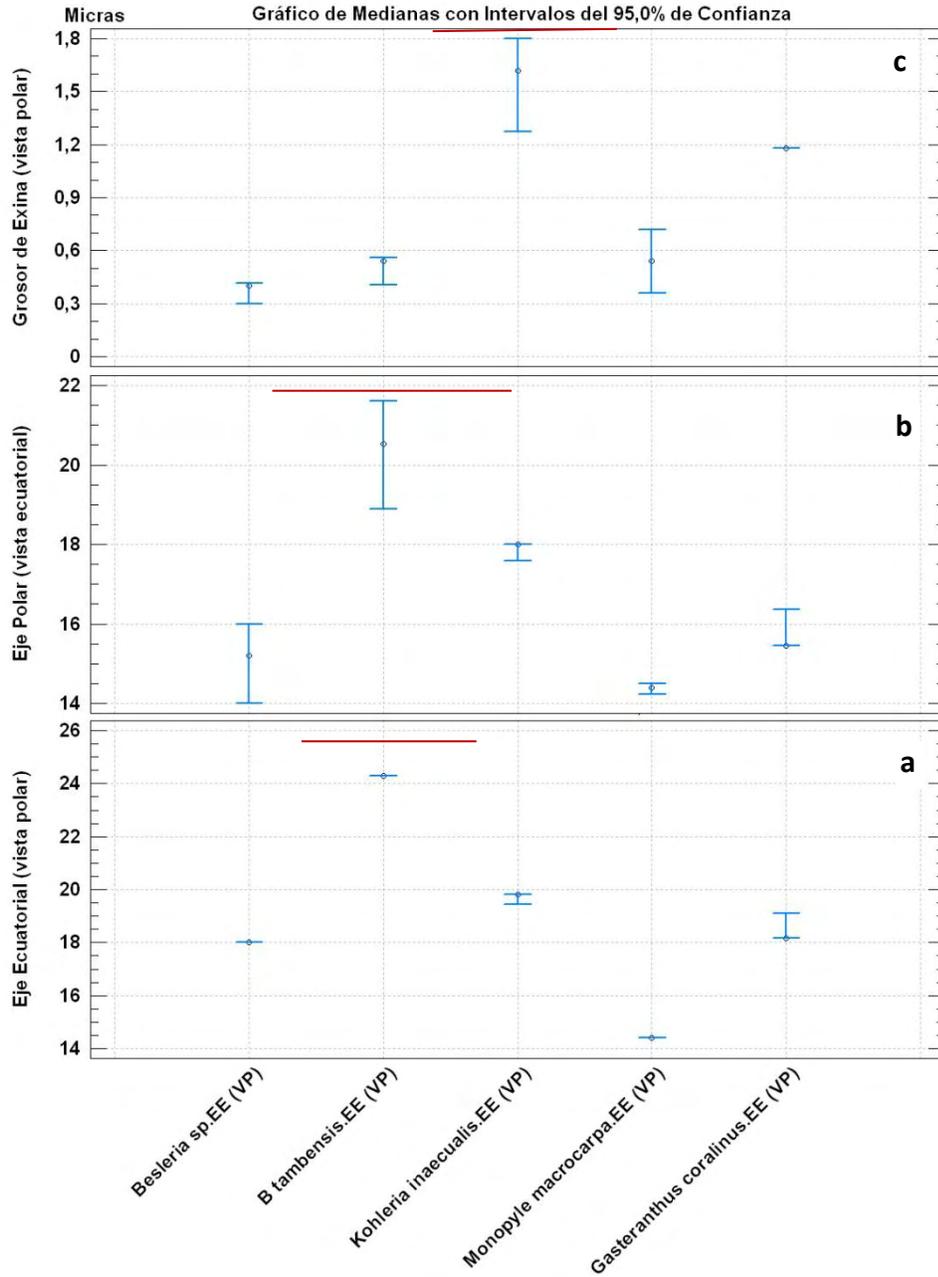
Fuente: Esta investigación.

Besleria L., *Kohleria* Regel, *Monopyle* Benth, *Gasteranthus* Benth.

Las especies del género *Besleria*, *Kohleria*, *Monopyle* y *Gasteranthus*, presentaron granos de polen con rangos entre 14 y 27 micras. En general, estas especies se diferenciaron de otras especies de la familia Gesneriáceae, por sus bajas longitudes en la mayoría de las variables analizadas.

En cuanto al eje ecuatorial (EE-VP), las diferencias significativas permitieron demostrar que las especies se segregaron entre sí, al presentar rangos diferentes para esta variable (Figura 32a). La especie *Monopyle macrocarpa* presentó el menor tamaño con un promedio de 14.3 micras; *Gasteranthus corallinus* mostró tamaños con rangos de variación entre 17.2 y 20 micras. Las especie *Besleria sp.* Ituvo granos de tamaños entre 24 y 33 micras. Por su parte, *Besleria tambensis* presentó rangos entre 24 y 33 micras, siendo la especie con el promedio más alto (24.5 micras) para este grupo de especies (Figura 32a).

Figura 32. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies de los géneros *Besleria*, *Kohleria*, *Gasteranthus* y *Monopyle*. a) Eje ecuatorial en vista polar (EE-VP); b) Eje polar en vista ecuatorial (EP-VE); c) Ancho de la exina (AE-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.

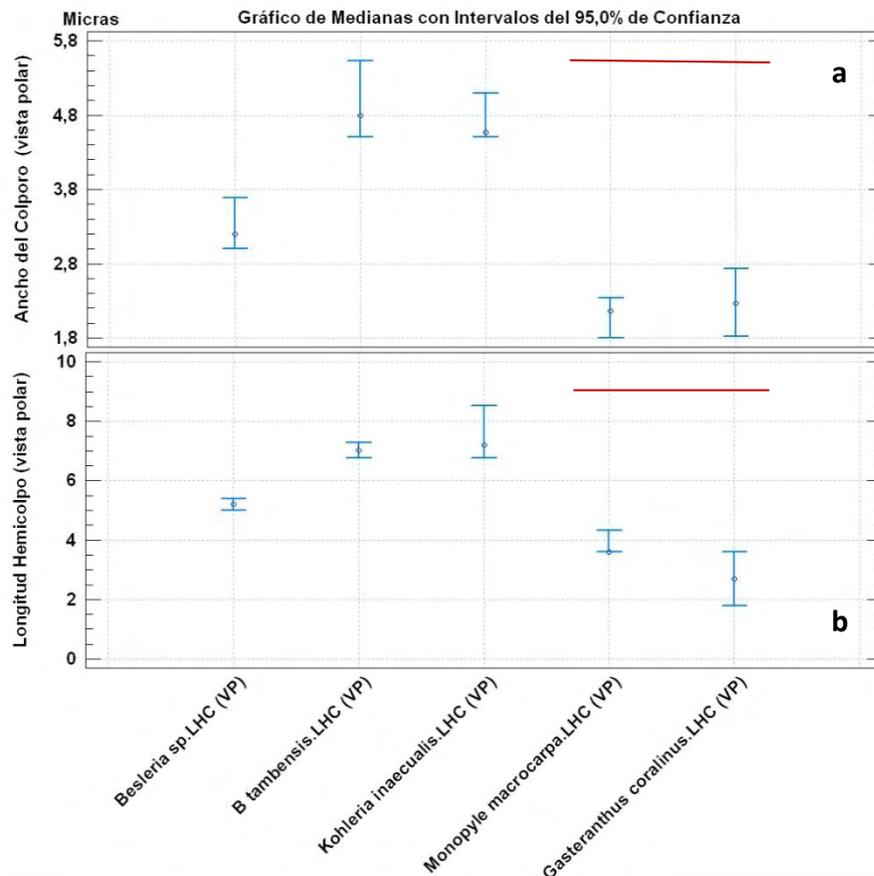


Fuente: Esta investigación.

Con respecto a las variaciones de los rangos del eje polar (EP-VE), se observaron solapamientos entre *Besleria sp.1*, *Monopyle macrocarpa* y *Gasteranthus corallinus*. Sin embargo, las especies *B. tambensis* y *Kohleria inaequalis*, se diferenciaron de las demás por presentar valores mayores a 17 micras para este carácter (Figura 32b).

Las variables en vista polar, ancho del colporo (ACP-VP) y largo del hemicolpo (LH-VP), mostraron ser excluyentes solo para la especie *Besleria sp. 1*, la cual exhibió valores entre 2 y 4 micras para el ancho del colpo, y valores entre 4 y 5.4 micras para el hemicolpo (Figura 33 a, b).

Figura 33. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies de los géneros *Besleria*, *Kohleria*, *Gasteranthus* y *Monopyle*. a) Ancho del colporo en vista polar (AC-VP); b) Largo del hemicolpo en vista polar (LHem-VP). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.

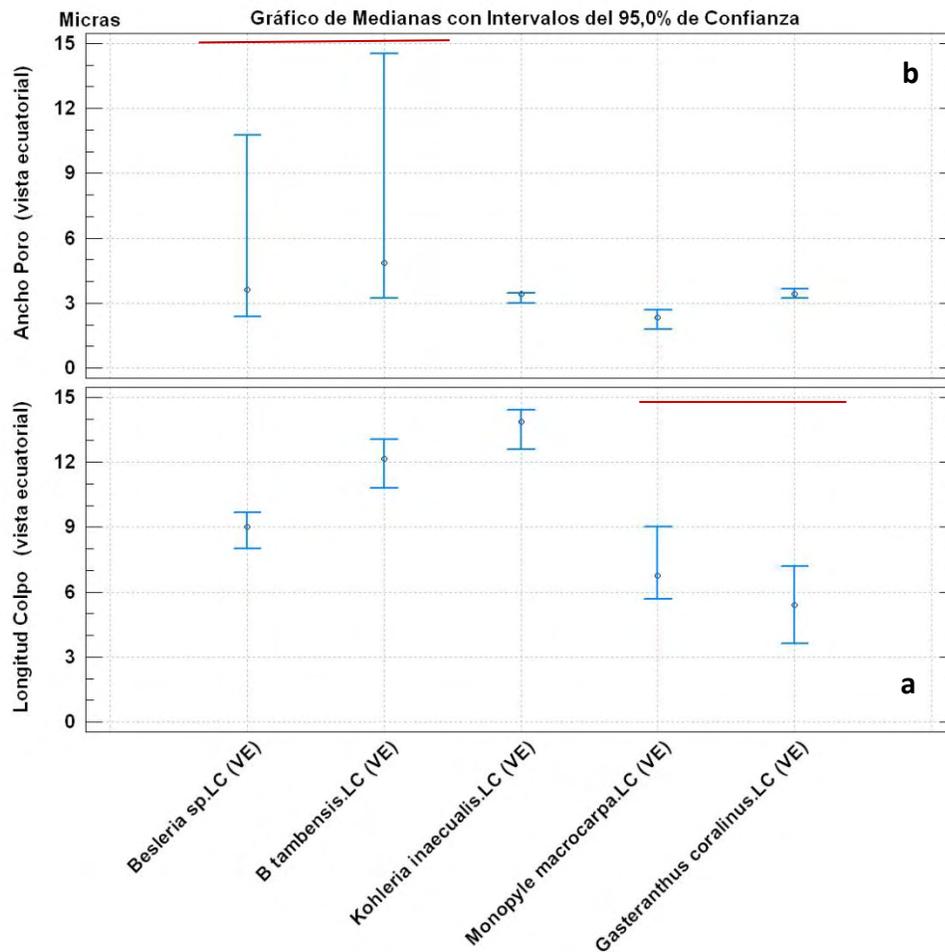


Fuente: Esta investigación.

El bajo poder de discriminación de los valores para el ancho del poro (AP-VE) entre las especies de los géneros *Besleria*, *Kohleria*, *Monopyle* y *Gasteranthus*, mostró ser un carácter con poco valor diagnóstico, al menos para cuatro de las especies, a excepción de *Monopyle macrocarpa* (Figura 34a).

Por último, los rangos de variación del largo del colpo (LC-VE), solo hicieron posible diferenciar a *Besleria sp. 1* del resto de especies (Figura 34a).

Figura 34. Intervalos de confianza al 95% para las medianas de los granos de polen de las especies de los géneros *Besleria*, *Kohleria*, *Gasteranthus* y *Monopyle*. a) Ancho del poro en vista ecuatorial (AP-VE); b) Largo del colpo en vista ecuatorial (LC-VE). En rojo los resultados de la prueba a posteriori.



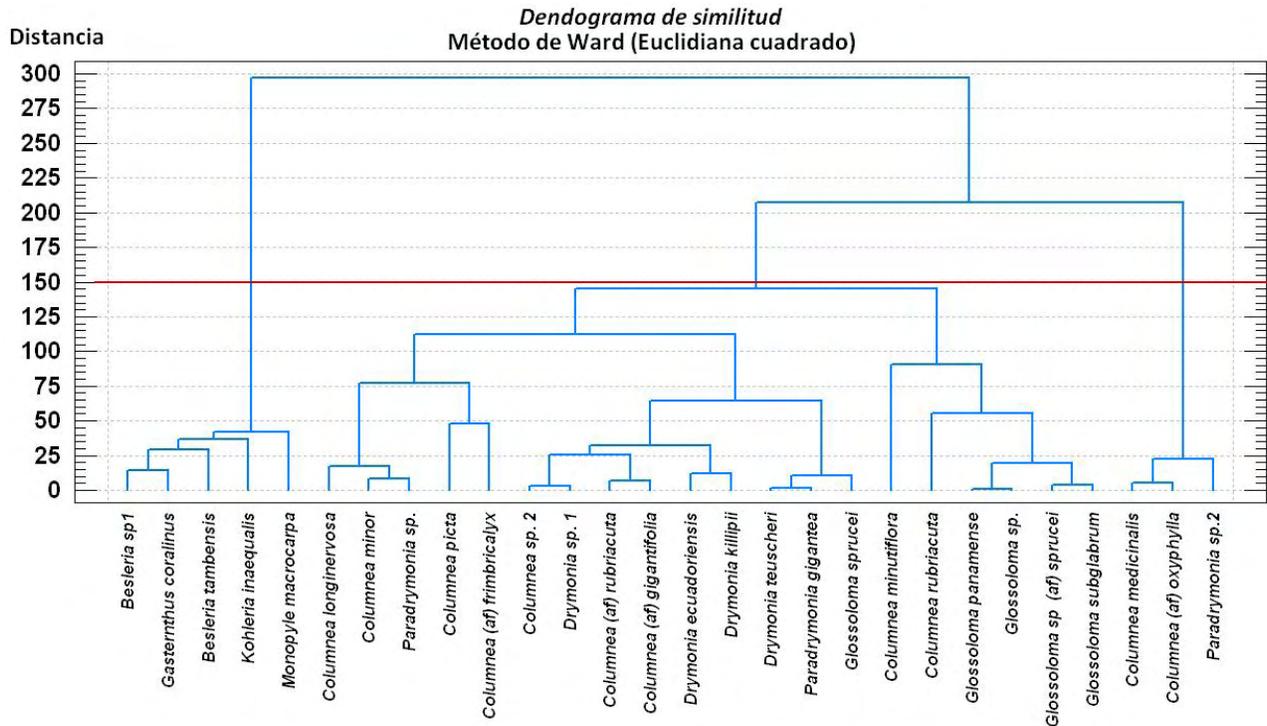
Fuente: Esta investigación.

SIMILITUD MORFOLOGICA DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA GESNERIACEAE DE ACUERDO CON CARACTERISTICAS DEL GRANO DE POLEN

El Análisis de Conglomerados mostró la formación de conjuntos de especies con base en la variación morfológica de los granos de polen, considerando las distancias o grado de similitud (menor distancia, mayor similaridad) teniendo en cuenta 11 variables morfológicas cuantitativas de los granos de polen de las especies de la familia Gesneriaceae identificadas en el área de estudio (Figura 35).

El análisis permitió discriminar un grupo de especies que difieren rápidamente de todo el conjunto que correspondió a plantas con granos de polen de tamaños típicamente pequeños, todos ellos menores a 25 micras en eje ecuatorial como *Besleria sp. 1*, *Gasteranthus corallinus*, *Besleria tambensis*, *Kohleria inaequalis* y *Monopyle macrocarpa*. Un segundo grupo con similaridad menor al 50% del resto de especies lo conformaron *Columnnea medicinalis* y *Columnnea (af) oxiphylla*, y *Paradrymonia sp. 2*. Es decir que la característica palinológica que define a estos dos primeros grupos identificados por el análisis fue el tamaño general ya que incluye a las especies identificadas en los dos extremos de la distribución de tamaño de los granos de polen.

Figura 35. Dendrograma de similitud utilizando el método de Ward (Euclidiana cuadrado) para las especies de la familia Gesneriáceae de la Reserva Natural Rio Ñambí.



Fuente: Esta investigación.

A continuación, a una distancia menor a 150, se pudo diferenciar un tercer cluster que agrupó 20 especies de los géneros: *Columnea*, *Drymonia*, *Paradyrmonia* y *Glossoloma*, los cuales presentan una cercanía taxonómica siendo de la misma tribu dentro de la familia además de presentar como rasgo común la presencia de granos de polen de tamaños intermedios.

No obstante, a una distancia menor a 100, se presentó la formación de tres grupos más pequeños y homogéneos. Las especies *Columnea minor*, *Paradyrmonia sp.*, *Columnea longinervosa*, *Columnea picta* y *Columnea (af) frimbricalyx*, establecieron el primer grupo, siendo *Columnea minor* y *Paradyrmonia sp.* las especies más similares.

El segundo grupo lo conformaron las especies *Columnea sp. 2*, *Drymonia sp. 1*, que fueron especies con alta similaridad, presentando una distancia menor a cinco; *Columnea*

(af) *rubriacuta* y *Columnnea gigantifolia*, quienes también exhibieron gran cercanía entre ellas, con un distancia de 10, y por último, *Drymonia ecuadoriensis* y *Drymonia killipii*, con un valor de distancia de 15. Con menor similaridad, se unieron a este grupo *Drymonia teuscheri* y *Paradrymonia gigantea*, quienes presentaron entre ellas valores de distancia mucho menores que 5, y por último, *Glossoloma sprucei*.

En cuanto al tercer conglomerado, las especies con la mayor similitud fueron *Glossoloma panamensey* *Glossoloma sp.*, siendo las especies con la mayor similitud entre las especies estudiadas. *Glossoloma (af) sprucei* y *Glossoloma subglabrum* también fueron similares entre sí, con valores de distancia aproximados de 5, uniéndose al grupo a una distancia menor a 25. Finalmente, *Columnnea rubriacuta* entra a formar parte del grupo a una distancia mayor a 50 y *Columnnea minutiflora*, al ser la única *Columnnea* con un grano de polen biporado, se unió a una *distancia* aproximada de 85.

DISCUSION

La región del piedemonte costero nariñense, al sur del Choco biogeográfico es compleja y diversa en la composición plantas de la familia Gesneriáceae. Esta diversidad de las Gesneriáceae, generalmente se correlaciona con el aumento de las precipitaciones y la humedad (Kvist *et al.*, 2004). Por este motivo no constituye un resultado sorprendente que el esfuerzo de muestreo fuera insuficiente, teniendo en cuenta los registros de especies de la familia Gesneriáceae de la Reserva Natural Río Ñambí revisados en el Herbario Nacional Colombiano (COL), y en el Herbario de la Universidad de Nariño (PSO), así como los registros de especies en estudios realizados por J. Clark (com. pers.), entre otros.

Según Kvist y colaboradores (1998), Colombia es el país neotropical con la mayor riqueza de especies de Gesneriáceae; sin embargo, aproximadamente el 75% de las especies pertenecen a géneros poco conocidos, por lo que la delimitación hasta especie es problemática.

En este sentido, las especies encontradas en el área de estudio, tuvieron dificultades en el momento de la identificación, especialmente las que representan a los géneros *Columnea*, *Paradrymonia*, *Besleria* y *Drymonia*. Las especies del género *Glossoloma*, también mostraron dificultades, ya este género actualmente incluye a la mayoría de especies que eran reconocidas tradicionalmente como *Alloplectus*, un género poco definido con especies que actualmente se encuentra en géneros como *Columnea*, *Drymonia*, *Nematanthus* y *Crantzia* (Clark & Zimmer, 2003).

Según la IUCN, las poblaciones de *Drymonia ecuadoriensis*, registradas para el área de estudio, están consideradas en peligro, teniendo en cuenta que es una hierba epífita endémica de la costa de Ecuador (pero con registros en la parte occidental y noroccidental de Colombia), en donde se ha encontrado en el bosque primario en al menos seis

localidades. La especie es codiciada por los coleccionistas de la familia y por lo tanto ampliamente cultivada fuera de Ecuador. Se encuentra en peligro debido a la alteración masiva de bosques costeros, considerando los últimos 50 años (Clark *et al.*, 2004; Kvist *et al.*, 2004).

La diversidad en las formas de crecimiento de las plantas estudiadas fue amplia. La mayoría de las especies fueron subarborescentes epifitas, hierbas y subarborescentes terrestres, lo cual concuerda con la descripción de Weber (2004) para la familia.

Aunque la investigación se basó principalmente en el estudio del grano de polen de las especies de gesneriáceas, la descripción de las estructuras florales tuvo gran importancia en un sentido taxonómico. Las especies estudiadas presentaron varias tonalidades de color en sus corolas, algunas con presencia de guías de néctar de colores rojos. De estas especies, muchas exhibieron señales de atracción visual, incluyendo partes vegetativas, como tallos, hojas y brácteas de colores fucsia, rojo o vinotinto; además, presentaron sépalos de colores fuertes y contrastantes con la vegetación. Estas características, presentes en muchos de las especies de la familia, están asociadas al hábitat. En este caso, la mayoría de especies fueron encontradas en Interior de bosque (sotobosque), en donde sus colores llamativos y señales visuales, indican un síndrome de polinización por colibríes (Faegri & Van der Pijl, 1980).

En general, existen pocos datos de literatura palinomorfológica de los granos de polen de las especies colombianas de la familia Gesneriaceae (Amaya *et al.*, 1999). Las características morfológicas observadas en los granos de polen de las especies de la familia Gesneriaceae de la Reserva Natural Río Ñambí, tiene gran similitud con la descripción para la familia, realizada por Erdtman (1952), mencionando a granos tricolporados, con escultura reticulada, usualmente subprolato a prolado o suboblado a oblado esferoidal en el género *Streptocarpus*; un tamaño mínimo de 14*11 micras en *Bellonia aspera* y de 51*34 micras en *Columnea microphylla*, sexina casi tan gruesa como nexina o ligeramente más gruesa.

Por otro lado, estudios de palinotaxonomía de especies de la familia Gesneriáceae en Brasil (Fourny *et al.*, 2010; Gasparino *et al.*, 2011), coinciden en los resultados de esta investigación, al presentar dominancia de granos tricolporados, con tamaños pequeños a medianos, con formas esferoidal-suboblado o de suboblado s prolados, con esculturación de varios tipos, como psilada, rugulada, microreticulada o reticulada. En este estudio, los granos de polen se caracterizaron por ser mónadas, de tamaños grandes y con forma esferoidal a subtriangular en vista polar, y de tamaños pequeños y con ámbito esferoidal a oblado en vista ecuatorial; triaperturados, tricolporados, con exina tectada y escultura reticulada.

Es importante mencionar que muchos autores han especulado sobre los factores fundamentales que involucran la morfología del grano de polen, de las Angiospermas (Amaya, 19991).

Se cree que el mayor determinante de la forma del polen, es la necesidad que tiene el grano, de ser capaz de acomodarse a diferentes cambios de volumen, producto de la toma y pérdida de agua (Amaya, 1991). Los cambios generados en el volumen, tienen que ver con la distancia que el polen se mueve después de la dehiscencia, y el tiempo de “vuelo”, el cual depende de las condiciones atmosféricas, de la naturaleza del vector transportador, así como del tamaño del grano y de las características de la exina de este (Amaya, 1991).

De esta manera, las formas dominantes de los granos de polen en el presente estudio fueron esferoidal y subtriangular, correspondiente a formas geométricas que permiten un gran volumen celular con un área de menor exposición, en comparación con otras formas. Por otro lado, al presentar las especies estudiadas características morfológicas asociadas con síndrome de polinización por colibríes y abejas, se espera que los granos de polen transportados, tengan una menor necesidad de desarrollar características de protección contra los posibles daños del medio ambiente, durante el transporte de polen desde la dehiscencia de la antera hasta la llegada del estigma de la flor, debido a que la probabilidad de transporte eficiente se encuentra asegurada por los mismos vectores (Amaya, 1991).

En cuanto a las aperturas, es importante mencionar que están fuertemente correlacionadas con la forma del grano de polen, así como con la estructura interna y en cierta medida, con la escultura de la exina (Amaya 1991).

El tipo de apertura también podría estar relacionado con la morfología del estigma y con factores fisiológicos relacionados con la germinación (Amaya, 1991). En este sentido, se pudo observar que el tipo de apertura más frecuente fue el triaperturado, lo cual corresponde con las formas triangulares o subtriangulares de los granos de polen de las especies estudiadas.

Una de las características más importantes dentro de la morfología del polen es la esculturación u ornamentación de la exina. Según Grayum (1986 cit. Amaya 1991), para explicar el significado adaptativo de la escultura de la exina, se han realizado relativamente pocos intentos, siendo la biología de la polinización, el primer factor selectivo potencial. De esta manera, los diferentes tipos de esculturas están relacionados con el método de polinización. Sin embargo, exinas estriadas, foveoladas y reticuladas, no están relacionadas con modos de polinización específicos (Amaya, 1991).

Por otra parte, con base en la presente investigación, se pudo constatar la variabilidad en cuanto a la ornamentación o escultura de la exina, que confirman los datos registrados para la familia Gesneriaceae (Williams, 1978; Roubik & Moreno, 1981; Palee, *et al.*, 2003; Fourny *et al.*, 2010; Gasparino *et al.*, 2011).

Luegmayer (cit. Gasparino *et al.*, 2011), estudió el polen de 108 especies de la familia Cyrtrandoideae del Viejo Mundo, utilizando microscopia de luz y de electrónica de barrido, estableciendo 10 tipos polínicos de acuerdo con la ornamentación de la exina. De la misma forma, Palee y colaboradores (2003), con la finalidad de comparar el polen de 34 especies de Cyrtrandoide en Tailandia, hicieron modificaciones a la clasificación propuesta por Luegmayer (1993), incrementando los tipos polínicos a 15.

De esta manera, los datos de la literatura muestran que la ornamentación microreticulada y reticulada, y psilada, son muy comunes en los granos de la familia

Gesneriaceae (Palee, *et al.*, 2003; Fourny *et al.*, 2010; Gasparino *et al.*, 2011), presentándose en muchos de sus géneros, como lo demuestran también los resultados en este estudio.

Respecto al tamaño, estudios de varios géneros de la familia Gesneriaceae en Brasil, revelan la dominancia de tallas pequeñas a medianas (Palee *et al.*, 2003; Fourny *et al.*, 2010; Gasparino *et al.*, 2011) en los granos de polen. Para las especies estudiadas de la Reserva Natural Río Ñambí, las tallas más predominantes fueron las de tamaños grandes en vista polar (con 11 especies), mientras que en vista ecuatorial los más frecuentes fueron los tamaños pequeños (con 11 especies).

En este estudio se caracterizaron un total de 11 variables para los granos de polen de las especies de la familia Gesneriaceae. Este valor, supera en número al total de variables descritas por otros autores (Palee, *et al.*, 2003; Fourny *et al.*, 2010; Gasparino *et al.*, 2011).

En general, las 28 especies de la familia pudieron ser separadas en grandes grupos, de acuerdo al tamaño y tipo de aperturas. Esto se asemeja a los estudios de Fourny y colaboradores (2010), en donde 21 especies de la familia Gesneriaceae se diferencian principalmente por las aperturas.

De acuerdo con el análisis, para las variables del grano de polen estudiadas evidenciaron la presencia de relaciones entre ellas. En este sentido, la mayoría de las variables estudiadas para cada una de las especies, fue eficiente para discriminar o formar grupos dentro de cada género de la familia. Teniendo en cuenta esto, las variables eje ecuatorial en vista polar, y longitud y ancho de hemicolpo y colpos en vista polar y ecuatorial respectivamente, fueron de mucha importancia, al igual que en análisis palinológicos de otras gesneriaceas (Williams, 1978; Roubik & Moreno, 1981; Palee, *et al.*, 2003; Fourny *et al.*, 2010; Gasparino *et al.*, 2011).

Cabe mencionar la condición particular entre todas las especies revisadas, de *Columnnea minutiflora*, la cual exhibe características únicas y contrastantes, de acuerdo con la descripción realizada por Erdtman (1986) para esta familia. Este patrón apartado en

general, hace necesario estudios más intensos, ya que no se puede afirmar si es una mutación para el individuo. Por lo tanto, debido a las grandes diferencias, es un caso para ser revisado en cuanto a taxonomía y caracteres.

Es importante resaltar que a pesar de que en los análisis no se incluyeron caracteres cualitativos, como tipo de ornamentación de la exina, las comparaciones de las especies del género *Drymonia* con el resto de especies de la familia revelan la presencia de colpos muy diferentes, siendo las únicas con espacios intercolpales reticulados.

El análisis de conglomerados entre las especies, revela que existe gran similitud a nivel de géneros y tribus.

Las especies que se caracterizaron por granos de polen de tamaño pequeño como *Besleria sp. 1*, *Besleria tambensis*, *Gasteranthus corallinus* son un grupo muy similar, lo cual podría deberse a que las tres especies pertenecen a la tribu *Besleriae* Bartl. En el mismo sentido, *Kohleria inaequalis* y *Monopyle macrocarpa*, se unieron a este grupo, formando otro cluster, lo cual demuestra su similitud en cuanto a características polínicas, destacándose por ser granos de polen pequeños con colpos cortos. Estas dos últimas especies, también se encuentran clasificadas dentro de la misma tribu, *Gloxinieae* G. Don (Weber, 2004).

De la misma manera, las especies de géneros como *Glossoloma*, *Drymonia*, *Paradrymonia* y *Columnea*, también presentaron distancias cercanas entre sí, que de la misma forma, puede asociarse con la pertenencia a la misma tribu *Episcieae* Endl., dentro de la familia (Weber, 2004). Es así como varias especies del mismo género como *Columnea*, no se presentaron juntas en el dendrograma, agrupándose con géneros diferentes. Para estos géneros, rasgos importantes para destacar son: eje ecuatorial en vista polar, eje polar en vista ecuatorial y ancho del hemicolpo y del colpo.

Basados en este análisis, también se puede destacar el caso del género *Glossoloma*, que aunque es un género reciente y objeto de estudio, fue muy consistente y presentó altos niveles de similitud a nivel palinológico.

Por último, cabe mencionar tres casos particulares de especies como *Columnnea rubriacuta* y *Columnnea aff. rubriacuta*, *Columnnea medicinalis* y *Columnnea aff. medicinalis* y *Glossoloma sprucei* y *Glossoloma aff. sprucei*, en donde el análisis de las características del grano de polen fue contundente para demostrar las diferencias significativas entre las especies, a pesar de ser clasificadas por el especialista, como afines.

CONCLUSIONES

En el inventario de la especies de la familia Gesneriáceae en la Reserva Natural Río Ñambí, se encontraron un total de 28 especies de la familia Gesneriáceae, representadas entre las tribus: Beslerieae, Gloxinieae y Episcieae.

La mayoría de las especies de la familia Gesneriáceae del área de estudio, presentaron un hábito subarborescente epífita, con flores de orientación horizontal y con diferentes tonalidades de color en sus corolas, predominando el blanco y el amarillo, y acompañadas de brácteas llamativas o de señales extraflorales.

Los granos de polen de la familia Gesneriáceae se caracterizaron por ser mónadas, de tamaños grandes y con forma esferoidal a subtriangular en Vista Polar, y de tamaños pequeños y con ámbito esferoidal a oblado en Vista Ecuatorial; triaperturados, tricolporados, con exina tectada y escultura reticulada.

Los resultados encontrados en esta investigación demuestran que las especies analizadas presentan características marcadas, relacionadas con la variación morfológica del tamaño, las aperturas y la esculturación de la exina, que permitieron separar a los taxones. De esta manera los atributos polínicos, son un importante carácter para la identificación de especies y una gran ayuda para la delimitación de taxones, confirmando la condición euripalinológica descrita por Erdtman.

Las características morfométricas más importantes para la diferenciación entre géneros y especies fueron: eje ecuatorial en vista polar (EE-VP), eje polar en vista ecuatorial (EP-VE), largo del hemicolpo en vista polar (LHem-VP), largo del colpo en vista ecuatorial, ancho del poro en vista ecuatorial (AP-VE) y largo del poro en vista ecuatorial (LP-VE).

RECOMENDACIONES

Implementar estudios a largo plazo, para complementar el inventario de especies de la familia Gesneriáceae de la región.

Incorporar de forma más consistente los estudios palinológicos, para esclarecer problemas taxonómicos en especies poco estudiadas o documentadas botánicamente.

Apoyados por las herramientas basadas en esta investigación, diseñar investigaciones que permitan detectar vectores de polen, mecanismos de polinización y otros aspectos sobre la biología reproductiva de estas plantas, especialmente, de aquellas con estatus de conservación incierta o en peligro como *Drymonia ecuadoriensis*.

Implementar estudios palinológicos en otras localidades, que permitan establecer divergencias a nivel de comunidades, en otros ecosistemas u otras regiones del Chocó biogeográfico.

LITERATURA CITADA

Amaya M. Sistemática y polinización del género *Columnea* (Gesneriaceae) de la Reserva Natural La Planada. Tesis de Maestría, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 1996. 134 p.

Amaya-M, M., Gutiérrez-Z, A., Rojas-N, S., Giraldo, C., Villegas, C. Aproximación a la interacción planta-colibrí en un bosque de niebla. Una perspectiva palinológica. Ponencia. Primer Congreso Nacional de botánica. ICN-MHN. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia. 1999.

Amaya-M. Análisis palinológico de la flora del Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas) visitada por colibríes (Aves: Trochilidae). Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 1991. 89 p.

Bartolomé M., Carabias M., Carretero F., Cordon P., Cuesta C., Castro C., *et al.* Aerobiología y polinosis en Castilla y León. España. 2008. 119 p.

Belmonte J. Técnica para captar e identificar los granos de polen. Laboratori d'Anàlisis Palinològiques Unitat de Botànica Universitat Autònoma de Barcelona. Zaragoza. 2003. 67 p.

Bogotá R., Lamprea S. Atlas palinológico de las especies pertenecientes a las subclases: Magnolidae, Hammamelidae, Caryophyllidae, Dilleniidae y Rosidae, presentes en el páramo de Monserrate. Bogotá. 1999. 100 p.

Erdtman, G. Pollen morphology and plant taxonomy: angiosperms: An introduction to palynology. Leiden, New York. 1986. 553p.

Faegri, K. Van der Pijl L. The Principles of Pollination Ecology.(3ra Edición) Pregamon press Ltd., New York. 1979.450 p.

- Fernández A. Notas sobre el género *Anetanthus* Hieron ex Benth (Gesneriaceae). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Caldasia. 1995. (82-85): 383-388.
- Fonnegra, R. Introducción a la Palinología. Medellín, Universidad de Antioquia. 1989. 82 p.
- Fourny., Ferreira C., Costa T., Gonçalves V. Palinología de especies de Gesneriaceae Rich. & Juss ocurrentes no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Acta bot. bras. 2010. 24(3): 812-824.
- Gasparino E., Vitorino M., Chautems A., Galletti S. Palinotaxonomía de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn. (Beslerieae/Napeantheae – Gesneriaceae) com ênfase nas espécies ocurrentes no Estado de São Paulo. Revista Brasil. Bot. 2011. V.34, n.3, p.321-333.
- Gutiérrez –Z, A. Aportes palinológicos al estudio de la polinización de plantas ornitófilas en ecosistemas andinos en Colombia. Ponencia Cuarto Congreso Nacional de botánica. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. 2009.
- Gutiérrez A., E. Carrillo E., Rojas S. Guía Ilustrada de los Colibríes de la Reserva Natural Río Ñambí. FPAA, FELCA, ECOTONO, Bogotá. 2004.
- Gutiérrez, A., Rojas, S. Dinámica anual de la interacción Colibrí-Flor en ecosistemas altoandinos del Volcán Galeras, Sur de Colombia. Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. 2001.
- Jiménez L. Atlas palinológico de la Amazonia colombiana I: Familias Caesalpinaceae, Fabaceae y Mimosaceae. Caldasia Vol. 18, No. 3. Bogotá. 1996. 29-40 p.
- Jiménez L., Rangel O. Atlas palinológico de Amazonia colombiana II: Familia Asteraceae. Caldasia Vol. 19 No. 1-2 Bogotá. 1997. 295-326 p.
- Kvist L., Skog L., Amaya M. Los Géneros de Gesneriaceas de Colombia. Caldasia 20(1):12-28. 1998.

- Kvist L.P., Skog L. E., Amaya M., Salinas I. Las Gesneriáceas de Perú. ARNALDOA 12.2005 (1-2): p. 16 -40.
- Kvist P., Skog L., Clarck J., Dunn R. The family Gesneriaceae as example for the biological extinction in Western Ecuador. *Lyonia a journal of ecology and application*. 2004. Vol. 6(2) p. 127-151.
- Lagos, T., Creuci, C., Vallejo, A., Muñoz, F., Criollo, J., Olaya, C. Caracterización palinológica y viabilidad polínica de *Physalis peruviana* L. y *Physalis philadelphica* Lam. *Agronomía Colombiana*, vol. 23, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 2005. p. 55-61.
- Lara C., Muñoz C. Atlas palinológico de las especies pertenecientes a la familia Ericáceae presentes en los ecosistemas de alta montaña en el Santuario de Flora y Fauna Galeras. Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad de Nariño. 2004. 161 p.
- More P. & Webb J.A illustrated guide to pollen analysis. London: Hodder and Stoughton, 1978. 35 p.
- Palee P., Sampson F. B., Anusarnsunthorn V. Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. *The Natural History Bulletin of Siam Society*. 2003. 51: 225-240.
- Ramírez-Roa A. Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 2008. Fascículo 64. p. 1-8.
- Roubik D., & Moreno P. Pollen and spores of Barro Colorado Island. Monograph in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden. 1991. 36: 1-228.
- Salaman, P., Mazariegos, L. Hummingbirds of Nariño. *Cotinga* 10:34-39. 1998.
- Samboni, V. Interaccion colibrí-flor en un bosque fragmentado seco montano (Reserva Natural El Charmolan) vereda Hotongosoy, Buesaco. Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad de Nariño. 2010. 130p.

Trigo M., Melgar M., García J., Recio R., Fernández S., Artero B. El polen en la atmosfera de Vélez- Málaga. España. 2004.

Vargas W. Guía Ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas, Manizales. Centro Editorial, 2002. 813 p.

Velásquez C. Atlas palinológico de la flora vascular paramuna de Colombia: Angiospermae. Medellín. 1999. 67 p.

Velásquez C., Rangel O. Atlas palinológico de la flora vascular de paramo I: Las familias más ricas en especies. Caldasia, Bogotá. 1995. Vol. 17, p. 540-541.

Weber A. Gesneriaceae. The families and Genera of Vascular Plants. Vol. 7. Flowering plants dicotyledons: Lamiales (except Acanthaceae including Avicenniaceae). In Kubitzki, K & J. W. Kadereit (eds.), e). Berlin & Heidelberg, Germany: Springer-Verlag. 2004b. P. 63-158.

Williams N. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. Selbyana. 1983. 2: 310-322.

ANEXOS

ANEXO A.

ATLAS PALINOLOGICO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA GESNERIÁCEAE DE LA RESERVA NATURAL RÍO ÑAMBÍ

En este atlas, se describen los granos de polen de las 28 especies de la familia Gesneriáceae, representados en 8 géneros y 3 tribus: Beslerieae, Gloxinieae y Episcieae.

Para la descripción de los granos, se tuvieron en cuenta los siguientes caracteres:

- **Tamaño:** hace referencia al tamaño de los granos de polen, en vista polar y en vista ecuatorial, teniendo en cuenta rangos específicos para cada categoría.
- **Forma del grano:** hace referencia a la forma geométrica que más se ajusta al grano; en algunos casos, esta forma cambia de acuerdo a la posición en que se observa el grano, por esta razón se hacen observaciones en vista polar y en vista ecuatorial.
- **Escultura:** es básicamente el patrón de ornamentación, determinado por la superficie de la exina; se describe la forma básica, y en algunos casos se amplía la información.
- **Aperturas:** hace referencia a las aperturas del grano de polen, al número y forma de estas.
- **Medidas morfométricas:** hace referencia a cada una de las variables medidas en los granos de polen, tanto en vista polar y ecuatorial.

ANEXO B

CLAVE TAXONOMICA PARA DIFERENCIAR A LAS ESPECIES DE LA FAMILIA GESNERIACEAE DE ACUERDO A LA MORFOLOGIA POLINICA

1. a. Granos de polen con tamaños mayores a 35 micras..... 2
1. b. Granos de polen con tamaños entre 30 a 35 micras..... 6
1. c. Granos de polen con tamaños entre 25 y 30 micras..... 12
1. d. Granos de polen con tamaños menores a 25 micras..... 21

2. a. Granos de polen no reticulados..... *Columnea oxiphylla*
2. b. Granos de polen reticulados..... 3

- 3.a. Granos de polen con escultura reticulada homobrochada.....*Columneafimbricalyx*
3. b. Granos de polen con escultura reticulada heterobrochada..... 4

4. a. Ancho del colpo en vista polar menor a 6 micras.....*Columneapicta*
4. b. Ancho del colpo en vista polar mayor a 6 micras..... 5

5. a. Costa presente en los colpos, margo prominente.....*Columneamedicinalis*
5. b. Costa ausente en los colpos, margo delgado.....*Paradrymoniasp. 2*

6. a. Polen biaperturado.....*Columneaminutiflora*
6. b. Polen triaperturado..... 7

7. a. Granos de polen subtriangulares en vista polar.....8
7. b. Granos de polen esferoidales.....10

8. a. Granos de polen con colpos mayores a 5 micras.....*Glossolomasubglabrum*
8. b. Granos de polen con colpos menores a 5 micras.....9

9. a. Granos con escultura reticulada homobrochada.....*Glossolomasprucei*
9. b. Granos de polen con escultura reticulada heterobrochada.....*Glossoloma (af)sprucei*

10. a. Margo presente.....11
10. b. Margo ausente.....*Drymoniateuscheri*

11. a. Espacio intercolpal reticulado, margo grueso.....	<i>Drymoniakillipii</i>
11. b. Espacio intercolpal sin retículo.....	<i>Paradrymoniagigantea</i>
12. a. Margo presente.....	13
12. b. Margo ausente.....	14
13. a. Costa del margo protuberante, mayor a 3 micras, poro esferoidal... <i>C. (af) gigantifolia</i>	
13. b. Costa del margo delgada, menor a 3 micras, poro prolado.....	<i>Columneasp. 1</i>
14. a. Granos de polen con escultura heterobrochada.....	15
14. b. Granos de polen con escultura homobrochada.....	16
15. a. Presencia de retículo en el espacio intercolpal, con poro mayor a 5 micras en vista ecuatorial.....	<i>Drymoniaecuadoriensis</i>
15. b. Ausencia de retículo en el espacio intercolpal, con poro menor a 5 micras en vista ecuatorial.....	<i>Columneaminor</i>
16. a. Polen marcadamente triangular a subtriangular.....	17
16. b. Polen esferoidal o no claramente triangular.....	18
17. a. Reticulo heterobrochado, grano de polen porado.....	<i>Glossolomapanamense</i>
17. b. Reticulo homobrochado, grano de polen colporado.....	<i>Glossoloma (af)subglabrum</i>
18. a. Largo del hemicolpo en vista polar menor a 10 micras.....	19
18. b. Largo del hemicolpo en vista polra mayor a 10 micras.....	20
19. a. Escultura finamente reticulada.....	<i>Columnea (af) rubriacuta</i>
19. b. Escultura reticulada a foveolada.....	<i>Columnea longinervosa</i>
20. a. Longitud del eje ecuatorial en vista polar igual o menor a 25 micras.....	<i>Drymonia sp.</i>
20. b. Longitud del eje ecuatorial en vista polar mayor 27 micras.....	<i>Paradrymonia sp. 1</i>
21. a. Longitud del eje ecuatorial en vista polar menor a 15 micras... <i>Monopyle macrocarpa</i>	
21. b. Longitud del eje ecuatorial en vista polar mayor a 15 micras.....	22

22. a.	Longitud del eje ecuatorial en vista polar mayor a 20 micras....	<i>Columnnea rubriacuta</i>
22. b.	Longitud del eje ecuatorial en vista polar menor a 20 micras.....	23
23. a.	Granos de polen triangulares en vista polar.....	<i>Gasteranthus corallinus</i>
23. b.	Granos de polen esferoidales en vista polar.....	24
24. a.	Grano de polen con escultura punteado a microreticulado.....	25
24. b.	Grano de polen con escultura foveolada.....	<i>Kohleria inaequalis</i>
25. a.	Granos de polen menor a 15 micras en Eje ecuatorial.....	<i>Besleria sp.1</i>
25. b.	Granos de polen mayor a 15 micras en Eje ecuatorial.....	<i>Besleria tambensis</i>