

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología

MORFOLOGÍA Y ANATOMIA COMPARADA DE SEIS ESPECIES DE
ORQUIDEAS DE LOS ANDES VENEZOLANOS

Trabajo especial de grado presentado por la Br.

Gloria María Rojas Molina.

para optar al título de

Licenciada en Biología,

bajo la tutoría del

Dr. Gilberto Morillo

Co-tutora Dra. Anairamiz Aranguren

Mérida, 11 de Marzo del 2011

Dedicatoria

Con mucho cariño a mi mamá que me dio la vida y ha estado conmigo en todo momento. Gracias por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre has estado apoyándome y brindándome todo tu amor, por convertirme en la mujer que hoy en día soy con defectos y virtudes, por enseñarme a nunca renunciar a lo que creo y seguir adelante.

Este trabajo es para ti

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por darme la fuerza para culminar mi meta.

A mi Mamá y a mi Tía por siempre estar conmigo en las buenas y malas.

A Matthew Bicanich y Daniel Coronel, por darme fuerzas en los momentos en que creí que no podría continuar, Por ser los que siempre me daban ánimos y me hacía sonreír, por ser los que siempre me ayudaron a crecer emocionalmente, gracias por demostrarme que a pesar de que hubo derrotas, la batalla no estaba perdida. ¿No sé qué hubiera hecho sin ustedes?

A la profesora Carmen Rodríguez por sus valiosos consejos, enseñanzas, constancia, paciencia, y su valiosa asesoría para la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Gilberto Morillo y Dra. Anairamiz Aranguren, tutor y co-tutora de esta Tesis, no tengo palabras como agradecerles su gran ayuda.

A la Lic. Josefina Peraza por su asesoría técnica en el laboratorio y a su ayuda en la realización de este trabajo.

Al prof. Nestor Gonzales por su ayuda en la presentación de los seminarios y en la edición final de la tesis. Gracias.

Al Prof Jorge Parra y William León por prestarme su laboratorio para realizar mis cortes y por el apoyo con la cámara fotográfica y sus amplios conocimientos sobre la anatomía.

A la Universidad de los Andes y Facultad de Ciencias por darme la formación académica.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron y asesoraron en la realización de este trabajo (Carmen D Sulbarán, Francisco Santiago, Edilmar Reyes), mis más sinceros agradecimientos.

A mis amigos por su presencia no hay palabras que puedan describir mi agradecimiento hacia ustedes.

A todas aquellas personas que no creyeron en mí, GRACIAS por que de esa manera me dieron más fuerzas para probarles que se equivocaron y que si pude y lo más importante no es como se llega a la meta sino haber llegado.

Resumen

Se realizó un estudio morfológico y anatómico comparado de *Altensteinia fimbriata* Kunth, *Catasetum planiceps* Lindl, *Centogenium roseo-album* Rchb.f. Schltr, *Govenia utriculata* Lindl, *Malaxis moritzii* (Ridl) Kuntze y *Telipogon klotzschianus* Kunth que crecen en Mérida. En campo se realizaron observaciones del hábitat, en el laboratorio se realizaron cortes histológicos y la técnica de doble tinción.

Las especies estudiadas son hierbas terrestres que presentaron láminas lanceoladas, elípticas, elíptico-ovaladas y cordadas, dispuestas en roseta basal y de manera alterna. Con raíces tuberosas a delgadas, algunas de ellas tiene tallos primarios y otras modificados en pseudobulbos. Las raíces poseían velamen uniestratificado a pluriestratificado, exodermis de una fila de células, corteza parenquimática de varias filas, endodermis con banda de Caspary. Hojas bifaciales, epidermis adaxial y abaxial uniestratificada, hipostomática. Presentaron nervio medio compuesto de un haz vascular colateral, mesófilo homogéneo y/o heterogéneo. Las especies con tallo primario y con pseudobulbos presentaron epidermis uniestratificada, corteza parenquimática de varias filas las cuales están rodeadas por un anillo esclerenquimático que rodea a la atactostela. Resaltan que los caracteres morfológicos y anatómicos como la presencia de raíces tuberosas para la acumulación de diversos compuestos químicos permiten soportar condiciones adversas. Durante las épocas de escases y/o déficit de nutrientes algunas de las especies estudiadas pierden sus hojas y solamente conservan el pseudobulbo como órgano de reserva. Se encontró que raíces con velamen uniestratificado parecieran indicar que el microambiente que ellas habitan se caracteriza por presentar condiciones favorables y poca deficiencia de sustancias para su desarrollo.

Palabras Clave: Anatomía, Morfología, Orquídeas, Andes Venezolanos

Tabla de contenidos

Dedicatoria	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS	¡Error! Marcador no definido.
Resumen	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Hipótesis.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Objetivos	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 2. Antecedentes	¡Error! Marcador no definido.
Cap. 3. Especies estudiadas y localidades de muestreo.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Descripción del área general de estudio	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 4. Materiales y Métodos	¡Error! Marcador no definido.
4.1. Trabajo de Campo	¡Error! Marcador no definido.
4.2. Trabajo de Laboratorio	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 5. RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
5.1 Descripción morfológica	¡Error! Marcador no definido.
<i>Altensteinia fimbriata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Centrogenium roseo-album</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Telipogon klotzschianus</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Catasetum planiceps</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Govenia utriculata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Malaxis moritzii</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.2. Descripción anatómica	¡Error! Marcador no definido.
5.2.1. Raíz.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Altensteinia fimbriata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Centrogenium roseo-album</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Telipogon klotzschianus</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Catasetum planiceps</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Govenia utriculata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Malaxis moritzii</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2 Hoja	¡Error! Marcador no definido.
<i>Altensteinia fimbriata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Telipogon klotzschianus</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Centrogenium roseo-album</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Catasetum planiceps</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Govenia utriculata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Malaxis moritzii</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.2.3 Tallo.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Altensteinia fimbriata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Centrogenium roseo-album</i>	¡Error! Marcador no definido.

<i>Telipogon klotzschianus</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.2.4 Pseudobulbo	¡Error! Marcador no definido.
<i>Catasetum planiceps</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Govenia utriculata</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Malaxis moritzii</i>	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 6. Discusión y conclusión	¡Error! Marcador no definido.
Capitulo 7. Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

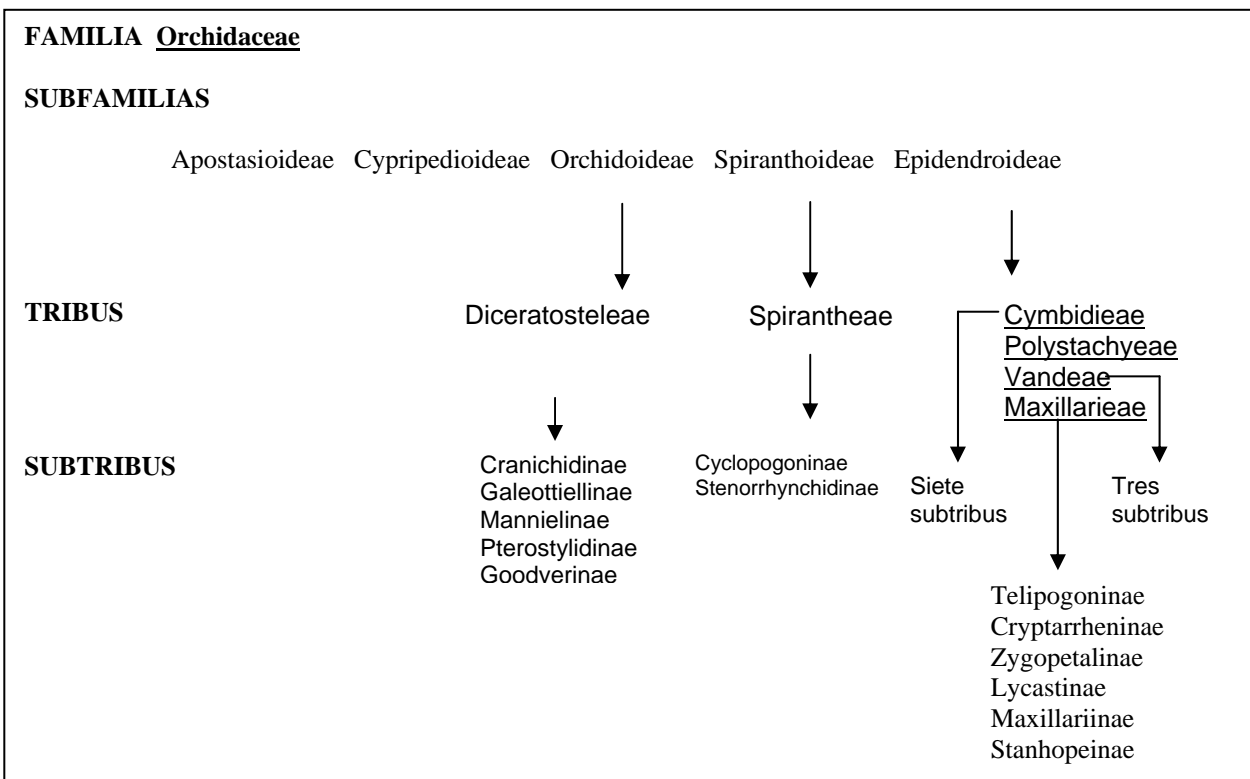
Orchidaceae es probablemente la familia más grande de plantas con flores, pues está integrada por unas 30.000 especies (Dressler, 1993a; Szlachetko, 1995, 2000). La misma es cosmopolita, teniendo representantes en regiones fitogeográficas y climas diversos, con algunos géneros pantropicales, pero solo unos pocos mostrando una distribución transoceánica (Rasmussen, 1985).

Históricamente se han llevado a cabo numerosos intentos por realizar una clasificación natural de los diferentes grupos de orquídeas (Lindley, 1840; Betham & Hooker, 1883; Reichebach, 1884; Ptzler, 1888-1889; Schlechter, 1926; Mansfield, 1937). Los sistemas de clasificación más recientes (Dressler & Dodson, 1960; Vermeulen, 1966; Dressler, 1981, 1993 a; Burns-Balogh & Funk, 1986; Szlachetko, 1995, 2000; Freudenstein & Rasmussen, 1999), se han basado en patrones filogenéticos, utilizando en lo posible la mayor cantidad de información sobre los caracteres, pero aun sus resultados y análisis no permiten obtener una clasificación unificada (Dueñas, 2003).

Dressler (1993) en su sistema de clasificación, reconoce cinco subfamilias (Apostasioideae, Cypripedioideae, Orchidoideae, Spiranthoideae y Epidendroideae), teniendo en cuenta las diferencias básicas en caracteres florales como la forma y tamaño del labelo, estructura de la columna, número y posición de las anteras, forma y consistencia de polinios, textura y unión de los granos de polen y tipo de semilla.

Szlachetko (2000 citado por Dueñas 2003) eleva a dos de las subfamilias reconocidas por Dressler al rango de familia, como grupos diferentes a Orchidaceae, y subdivide esta última en 8 subfamilias, teniendo en cuenta principalmente caracteres de la estructura del ginostemo. Para los efectos de la presente investigación, se utiliza la clasificación presentada por Dressler (1993), quien reconoce cinco subfamilias, 20 tribus, 74 subtribus y más de 800 géneros (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Clasificación de **Orchidaceae** según Dressler (1993).



La descripción sinóptica de la morfología de la familia a nivel mundial, muestra lo siguiente:

Generalmente hierbas, de diverso porte, terrestres, litófitas, epífitas o muscícolas, con crecimiento generalmente simpodial. Raíces desde filiformes hasta cilíndricas o fusiformes y carnosas, muchas veces con epidermis especializada (velamen), en particular en las superficiales o aéreas, y con frecuencia con clorofila. Tallos primarios cortos o alargados, los secundarios frecuentemente engrosados en pseudobulbos o cormos. Hojas generalmente envainadoras, solitarias hasta numerosas, alternas, alterno- disticas, espiraladas y a veces imbrincadas o apicales, raras veces opuestas o verticiladas, membranáceas hasta coriáceas o carnosas, en algunos casos reducidas a la vaina, ausentes o faltando durante la ántesis, usualmente lineares, largamente lanceoladas, ovadas, o reducidas a escamas, con venación generalmente paralelinervia. Inflorescencias terminales o laterales, unifloras hasta ampliamente paniculadas y multifloras. Flores, con una estructura relativamente uniforme, generalmente bisexuales, aunque también podemos encontrar unisexuales; perianto ordinariamente zigomorfo, pero a veces actinomorfo, acompañado de brácteas sésiles o pedicelados; perianto constituido por tres pétalos modificados, de tal modo que los dos laterales forman alas y el tercero una estructura en forma de copa labiada, a menudo de mayor tamaño y muy vistoso llamado labelo; éste muy variable, simple, bilobado, trilobado o a veces muy complejo, frecuentemente provisto de callosidades, y a menudo en su base con uno, y menos frecuente dos espolones nectaríferos cortos a muy alargados; los sépalos en número de tres, generalmente coloreados y similares a los pétalos, la columna con forma cónica a subcilíndrica, constituida por la unión de los estambres (1 ó rara vez 2- 3) y el pistilo; el ovario es ínfero, 3-carpelar, generalmente 1-locular, sésil o pedicelado, y presenta centenares de miles hasta millones de óvulos. El polen se presenta frecuentemente reunido en masas denominadas polinios; pero a veces en tétradas. El fruto es una cápsula seca, o en pocos casos carnosas, presentan numerosas semillas diminutas, fusiformes, con testa transparente, carente de cotiledones, radícula y endosperma.

Las orquídeas tienen una gran distribución y éxito, lo cual parece relacionarse fundamentalmente a caracteres morfológicos, anatómicos, y fisiológicos, e igualmente a su estrecha asociación con hongos. Este éxito parece relacionarse con las siguientes características.

- La plasticidad de la familia, la cual es un mecanismo que las favorece tanto para adaptarse a nuevos ambientes como para permanecer en los actuales.
- Un velamen (epidermis radical especializada) el cual puede ser uni o pluriestratificado, y cuya función principal parece ser la de protección mecánica, además de impedir la excesiva pérdida de agua de la raíz en períodos de deficiencia hídrica, lo cual llega a ser beneficioso en lugares donde hay poca disponibilidad de agua, como es el caso epífitas sobre ramas de árboles y en especies que habitan los páramos.
- En muchas especies la presencia de tallos modificados en cormos o pseudobulbos, o raíces engrosadas, órganos que tienen dentro de sus principales funciones la de almacenaje de sustancias para las épocas desfavorables.
- La producción de frutos con centenares de miles a millones de semillas diminutas.
- Una asociación micorrízica, que les da la ventaja de tener un sistema de absorción que se extiende por el suelo y es capaz de proporcionar a la planta agua y nutrientes (como nitrógeno, fósforo), y un sistema de protección a las raíces contra algunas enfermedades (Chung, 2005), por su parte el hongo micorrízico recibe de la planta los productos provenientes de la fotosíntesis. Algunos autores mencionan que la asociación micorrízica representa una ventaja para los miembros de esta familia, ya que les permite obtener los nutrientes del ambiente dado el hecho de que poseen semillas pequeñas y poco desarrolladas (Garay, 1963; Rassmusen, 1985; Raven *et al*, 1991).
- Metabolismo Ácido de Crasuláceas (CAM), cuya primera fase se da en la noche, cuando los estomas están abiertos, lo que le permite a la planta captar el CO₂, y la segunda fase se da con la

salida del sol, cuando los estomas se cierran previendo la pérdida de H₂O, e impidiendo la adquisición del CO₂. Mecanismo presente en particular en muchas especies epífitas.

1.1 Hipótesis

Si estudiamos la morfo-anatomía de órganos vegetativos de especies de orquídeas que viven en microambientes diferentes, deberíamos encontrar caracteres que representen adaptaciones a los microambientes donde habitan.

1.2 Objetivos

General

Describir las características morfo-anatómicas de órganos vegetativos de seis especies de orquídeas de los Andes Venezolanos, compararlas entre sí, y proponer estados de caracteres que pudieran representar adaptaciones a los microambientes donde cada una de ellas habita.

Específicos

1. Describir la morfo-anatomía de raíz, tallo primario y hoja de *Altenstenia fimbriata*, *Centrogenium roseo-album* y *Telipogon klotzschianus* y relacionarla con los microambientes donde crecen.
2. Describir la morfo-anatomía de la raíz, pseudobulbo y hoja de *Catasetum planiceps*, *Malaxis moritzii*, y *Govenia utriculata*, y relacionarla con los microambientes donde crecen.

Capítulo 2. Antecedentes

Dentro de las primeras publicaciones referentes a las orquídeas en Venezuela se incluye Orchidaceae Venezuelan de Adolfo Ernst (1876) y la lista de las orquídeas conocidas en Venezuela por Foldats (1953). Posteriormente las contribuciones más importantes al conocimiento de las orquídeas en Venezuela fueron las de Dunsterville & Garay (1959) y Foldats (1969, 1973), los cuales basaron sus investigaciones en la descripción morfológica de diversos géneros y especies, y en el tratamiento taxonómico de las mismas.

Carnevali y colaboradores (2007) estudiaron la diversidad y biogeografía de las orquídeas en Venezuela, dedicando una parte de su estudio a los Andes Venezolanos. Como resultado de este estudio, encontraron que la región andina, constituida por la Cordillera de Mérida y la Sierra de Perijá, es indiscutiblemente la más rica en orquídeas en Venezuela, con 818 especies en total, de las cuales 520 sólo crecen en esta área. De acuerdo con estos autores, varios géneros están restringidos a esta región (*Aa* Rchb.f., *Altensteinia* H.B.K., *Pachyphyllum* H.B.K.) o están característicamente bien representados en los Andes, particularmente en los bosques nublados, premontanos y montanos, y en los páramos. Estos incluyen, entre otros, todos los géneros de las *Pleurothallidinae*, *Odontoglossum* H.B.K., *Cyrtorchilum* H.B.K., *Maxillaria* Ruiz et Pav., y *Oncidium* Sw.

Los hallazgos resultantes de estudios morfológicos y taxonómicos de diferentes géneros y especies de la familia Orchidaceae han sido numerosos, uno de estos, el realizado por Zimmerman (1990), el cual basó su investigación en el rol del pseudobulbo en el crecimiento y la floración en *Catasetum viridiflavum*. La investigación realizada incluyó: 1) La relación entre los brotes anuales y la producción de flores, al tamaño y número de pseudobulbos que posee la planta; 2) las conexiones entre los pseudobulbos nuevos y viejos; 3) la variación estacional en el contenido de agua, total de carbohidratos monoestructurales, nitrógeno y fosforo en pseudobulbos. Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que las plantas pequeñas (1-3 pseudobulbos) parece que el almacenaje en los pseudobulbos es muy importante, tanto para el crecimiento vegetativo como floral, mientras que en plantas grandes, el número de pseudobulbos no tiene relación con el crecimiento vegetal.

Stern et al. (2004) realizaron comparaciones sistemáticas y anatómicas de especies de *Maxillarieae*, tomando como base la morfología de órganos vegetativos y flores de miembros de esta tribu. Obtuvieron que los análisis cladísticos no mostraron diferencias entre las subtribus, y concluyen que los caracteres anatómicos estudiados generan un valor limitado en la evaluación de las relaciones dentro de las tribus.

Dugarte (2005) en su estudio de la anatomía y morfología de los géneros *Aa* Rchb.f., *Myrosmodes* Rchb.f. y *Pterichis* Lindl en la zona de la estación Loma Redonda, Teleférico de Mérida (Parque Nacional Sierra Nevada). Se determinaron las semejanzas y diferencias entre las especies estudiadas, reportando la presencia de caracteres que supuestamente indicaban estrategias adaptativas al medio en el que se encontraban.

Trabajos como los relacionados con especies del género *Maxillaria*, en donde se ha demostrado la importancia de los caracteres anatómicos para distinguir especies que a simple vista presentan caracteres comunes pero que al ser estudiadas con más detalle son diferentes (Dettke, 2007). Tomando como base esta consideración en este estudio se realizaron análisis para tres especies *Maxillaria*, presentes en las regiones centro-oeste, sur-este y sur del Brasil, que poseen órganos vegetativos muy similares, por lo tanto se buscaron características que permitirán facilitar su distinción en ausencia de elementos reproductivos (Dettke, 2007).

Ely *et al.* (2007) realizaron el estudio morfo-anatómico de dos orquídeas de una selva nublada andina, *Maxillaria miniata* y *Pleurothallis cardiantha*, describiendo por primera vez la estructura morfo-anatómica y las estrategias hídricas de las mismas. Entre los resultados obtenidos, se observó que ambas especies exhiben caracteres xeromórficos en sus órganos vegetativos. *M. miniata* presenta pseudobulbos como principales reservorios hídricos, hojas delgadas cartáceas, células epidérmicas de paredes engrosadas, hipodermis adaxial biestratificada y abaxial uniestratificada, clorénquima homogéneo con haces vasculares bien desarrollados, abundante esclerénquima, y cristales silíceos asociados a tejidos epidérmicos y esclerenquimáticos. En contraste, *P. cardiantha* presenta hojas suculentas a coriáceas, epidermis adaxial papilosa, mesófilo heterogéneo, haces pequeños, poco desarrollados e hipodermis acuífera pluriestratificada en ambas caras, que junto con los idioblastos acuíferos del clorénquima constituyen los tejidos de reserva de agua.

Oliveira *et al.*, (1999) trabajaron en la anatomía foliar de especies epífitas de Orchidaceae (*Catasetum fimbriatum* Lindl., *Dichaea bryophila* Rchb. f., *Encyclia calamaria* (Lindl.) Pabst, *E. campestre* Lindl., *E. secundum* Jacq., *Miltonia flavescens* Lindl., *Pleurothallis smithiana* Lindl., *Stanhopea lietzei* (Regel) Schltr. e *Vanda tricolor* Lindl.) obteniendo que las hojas poseían un clorénquima esponjoso y haces vasculares grandes y pequeños intercalados.

Con relación a fisiología de las orquídeas no se encontraron datos sobre índice estomático sin embargo, Pares *et al.* (2004) basaron sus estudios en la caracterización y determinación del índice estomático y la densidad estomática (DE) y su variación en función de la injertación en otra familia botánica (*Annona muricata* y *Annona montana*). Los resultados obtenidos permitieron concluir que la injertación promovió la reducción de tanto el IE como la DE en las especies estudiadas.

Capítulo. 3. Especies estudiadas y localidades de muestreo

3.1 Descripción del área general de estudio

Nuestra área general de estudio incluye unidades ecológicas en los estados Mérida y Táchira, la misma a su vez cubre cuatro de las unidades ecológicas propuestas para el estado Mérida por Ataroff y Sarmiento (2003) (Fig. 3.1), estas son: Selva semicaducifolia montana, selva nublada montano baja, selva nublada montana Alta y páramo andino.

Las características de cada una de estas unidades ecológicas, definidas en base a los aportes de los autores arriba citados se resumen a continuación:

Selva Semicaducifolia Montana: Altitud: 800 a 1700 m, en vertientes húmedas o márgenes de ríos en vertientes secas, temperatura: 17 a 22°C, precipitación: 1200 a 1900 mm, con 1 a 3 meses secos. Tiene un dosel muy irregular entre 20 y 35 m, con emergentes hasta 40 m. Árboles importantes: *Tabebuia ochracea*, *Cedrela sp*, *Heliocarpus americanus*, *Erythrina poeppigiana*, *Erythrina glauca*, *Inga oerstediana*, *Inga edulis*, *Spondias mombim*, *Ficus maitin*, *Solanum arboreum*. Estrato menor de 12m: *Vismia baccifera*, *Miconia lonchophylla*, *Piper prunifolium*, *Solanum leucocarpon*, *Urera caracasana*. Lianas y epífitas son escasas en comparación con las otras selvas andinas. La distribución de la misma en Mérida aparece con color anaranjado en la Fig. 3.1.

Selva Nublada Montana Baja Altitud: 1700 a 2200 m, sólo en vertientes húmedas, temperatura: 14 a 17°C, precipitación: 1200 a 2500 mm, sin meses secos, alta nubosidad, alta humedad relativa y baja insolación todo el año. Selva siempreverde, con más de 150 spp. de árboles, de dosel muy irregular, entre 20-35 m, con estratos muy difíciles de definir. Árboles importantes: *Decussocarpus rospigliosii*, *Montanoa quadrangularis*, *Alchornea grandiflora*, *Cecropia santanderensis*, *Billia columbiana*, *Ilex laurina*, *Protium towarensense*, *Guettarda steyermarkii*, *Brunellia integrifolia*, *Weinmannia balbisiana*. Trepadoras: *Anthurium subsagittatum*, *Philodendron karstenianum*, *Bomarea purpurea*. El sotobosque tiene más de 140 especies, resaltan representantes: *Miconia meridensis*, *Piper diffamatum*, *Palicourea venezuelensis*, *Psychotria meridensis*, *Chusquea fendleri* y *Solanum perfidum*. Las epífitas son muy importantes, entre ellos: *Tillandsia usneoides*, *T. denudata*, *Odontoglossum odoratum*, *Oncidium zebrinum* y *Peperomia aquilae*. La distribución de la misma en Mérida aparece con color azul claro en la Fig. 3.1.

Selva nublada Montana Alta: Altitud: 2200 a 3000 m, sólo en vertientes húmedas o intermedias, temperatura: 9 a 14°C, precipitación: 1000 a 3000 mm, sin meses secos, alta nubosidad, alta humedad relativa y baja insolación todo el año. Selva siempreverde, con más de 100 spp. de árboles. Dosel muy irregular, entre 20-30 m en el límite inferior, hasta 10 m en el superior. Árboles importantes: *Podocarpus oleifolius*, *Oreopanax moritzii*, *Hedyosmum brasiliense*, *Havetia laurifolia*, *Ocotea calophylla*, *Billia columbiana*, *Brunellia acutangula*, *Persea mutisii*, *Weinmannia Jani* y *Clusia multiflora*. El sotobosque tiene más de 100 especies entre ellas: *Palicourea demissa*, *Psychotria aubletiana*, *Solanum meridense*, *Monochaetum meridense*, *Fuchsia venusta*, *Begonia mariae*, *Dodonaea viscosa*. Trepadoras: *Anthurium gehrigeri*, *A. julianii*, *Passiflora mollissima*, *Mikania spp.*, y *Bomarea multiflora*. Las epífitas son muy importantes, como ejemplo: *Tillandsia tetrantha*, *T. biflora*, *Epidendrum dendrobii*, *Oncidium falcipetalum*, *Pleurothallis roseo-punctata* y *Peperomia microphylla*. La distribución en Mérida aparece con color azul oscuro en la Fig. 3.1.

Páramo Andino: Altitud: 2700 a 4000 m, vertientes húmedas 3000 a 4300 m, temperatura: 7-10 a 3 °C, precipitación: vertientes secas 800 a 1100 mm, vertientes húmedas 1100 a 1800 mm, entre 0 y 3 meses secos, heladas restringidas a la época seca. La vegetación es un mosaico de comunidades arbustivas y herbáceas, la más común tiene un estrato superior entre 50 y 150 cm, con rosetas y

arbustos, un estrato intermedio de arbustos y hierbas entre 20 y 50 cm, y un estrato inferior con cojines y hierbas menores de 10 cm. Especies principales: *Espeletia schultzei*, *Espeletia batata*, *Hypericum laricifolium*, *Baccharis prunifolia*, *Stevia lucida*, *Sisyrinchium micranthum*, *Lachemilla moritziana*, *Geranium multiceps* y *Agrostis trichodes*. La distribución en Mérida aparece con color morado en la Fig. 3.1. Morillo *et al* (2011) informa que en el páramo Venezolano, se consiguen más de 220 especies de orquídeas.

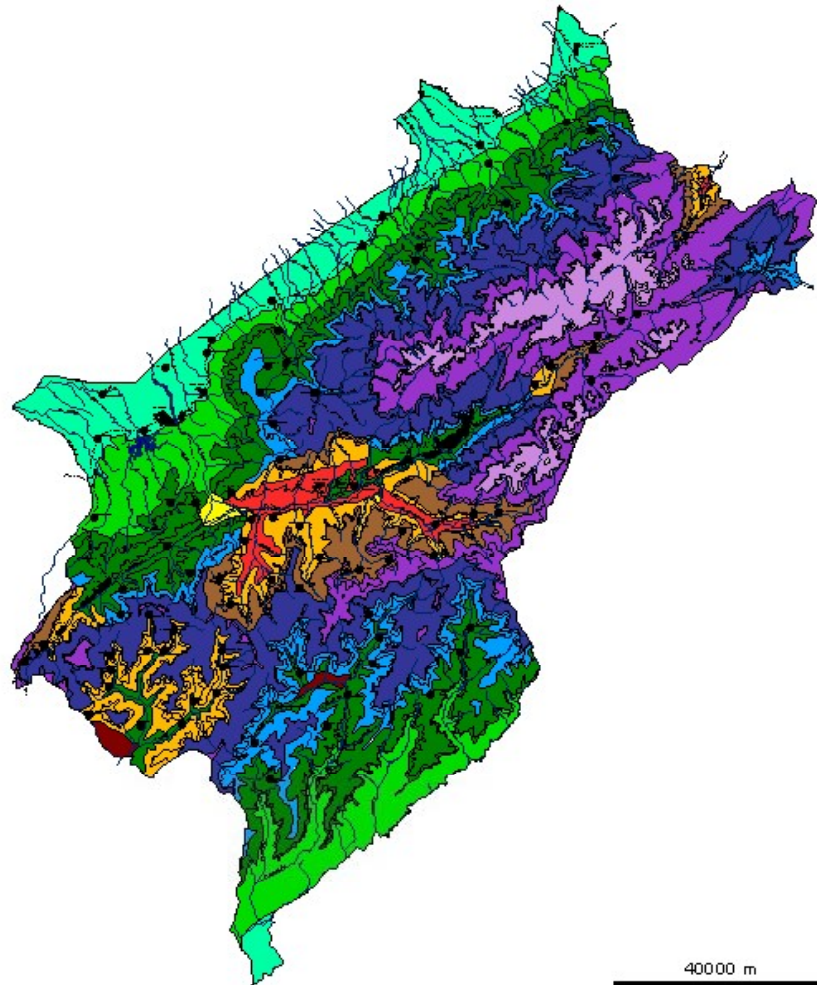


Fig. 3.1. Mapa de unidades ecológicas del estado Mérida elaborado por Ataroff y Sarmiento (2003). Se representan las unidades selva nublada, bosque siempreverdes secos, bosques caducifolios y selvas semicaducifolias con colores azul, rojo, ocre, marrón, y naranja.

Especies estudiadas

Las especies estudiadas fueron *Altensteinia fimbriata*, *Catasetum planiceps*, *Centrogenium roseo-album*, *Govenia utriculata*, *Malaxis moritzii* y *Telipogon klotzschianus*, y los sitios de colección de las mismas se muestran en la tabla 3.1 y Fig. 3.2.

Tabla 3.1. Características de las localidades para las especies de orquídeas coleccionadas.

Características/Sp	<i>Altensteinia fimbriata</i>	<i>Catasetum planiceps</i>	<i>Centrogenium roseo-album</i>	<i>Govenia utriculata</i>	<i>Malaxis moritzii</i>	<i>Telipogon klotzschianus</i>
Sitios de colecta	Cercanías del Pmo. Batallón y La Negra (Táchira-Mérida), Crece en taludes a pleno sol	La Pedregosa Edo. Mérida, Crecen en lugares secos	El Salado Alto, Edo. Mérida. Crece en sotobosque, lugares húmedos, raíces rodeadas por hojarasca.	Facultad Ciencias Forestales, Edo. Mérida Crece en sotobosque, lugares húmedos rodeados de hojarasca.	Monte Zerpa, Edo. Mérida Crece en sotobosque, lugares húmedos y cubiertos de hojarasca.	Cercanías del Pmo. Batallón y la Negra (Táchira-Mérida) Crece en herbazales a las orillas de la carretera.
Altitud (msnm)	2900	2000	1800	1600	2080	3080
Precipitación total anual	674 mm, Estación Mérida	1868 mm, Estación Finol, Mérida	873 mm, Estación Mesa de Ejido.	1738mm, Estación Mérida Aeropuerto	1857mm Estación Hechicera.	674 mm, Estación Bailadores
Temperatura promedio anual	18,5°C	19°C	22,7°C	19°C	15,4°C	18,5°C

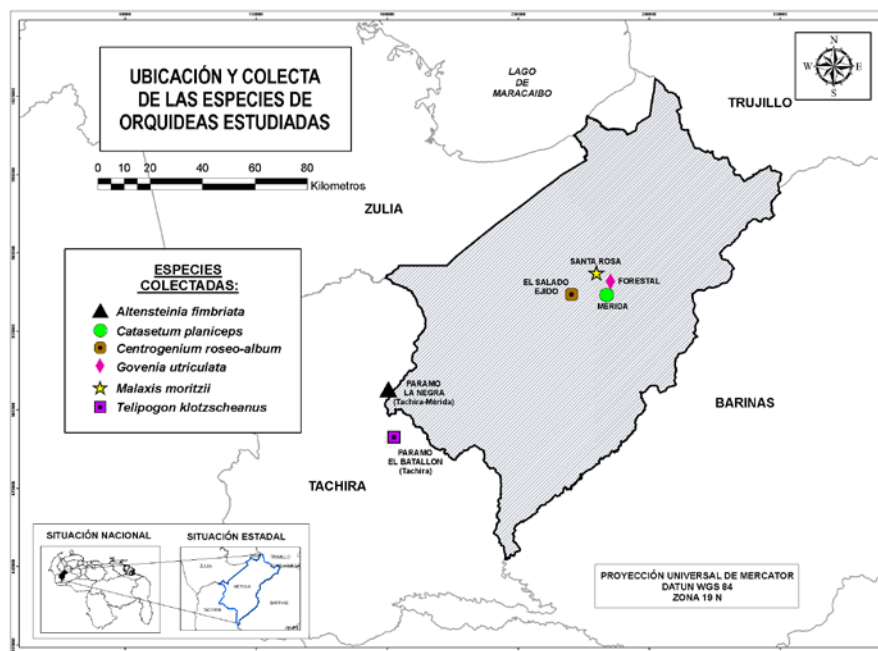


Fig 3.2. Mapa de las localidades donde se coleccionaron las especies estudiadas.

Altensteinia fimbriata Kunth pertenece a la Tribu Cranichideae y subtribu Prescottiinae (Dressler, 1993). **Distribución mundial:** Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela (<http://mobot.org>). De acuerdo con el Nuevo Catalogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hokche *et al.*, 2008) se encuentra reportada para el estado Táchira (Fig.3.3), a 2700 msnm. En esta investigación se colecto a 2900 msnm.



Fig. 3.3 Distribución reportada para *Altensteinia fimbriata* a nivel mundial y nacional

Catasetum planiceps Lindl. Pertenece a la Tribu Cymbidieae y Subtribu Catasetinae. Esta especie está distribuida en Brasil, Colombia, Guyana, Perú, Suriname, y Venezuela. (<http://mobot.org>). Para Venezuela en el Nuevo Catalogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hokche *et al.*, 2008) se reporta sólo para Amazonas y Bolívar a 1900 msnm., sin embargo en esta investigación se reporta por primera vez para los estados Mérida, Trujillo y Zulia entre 50-500 msnm. (Fig 3.4 B).

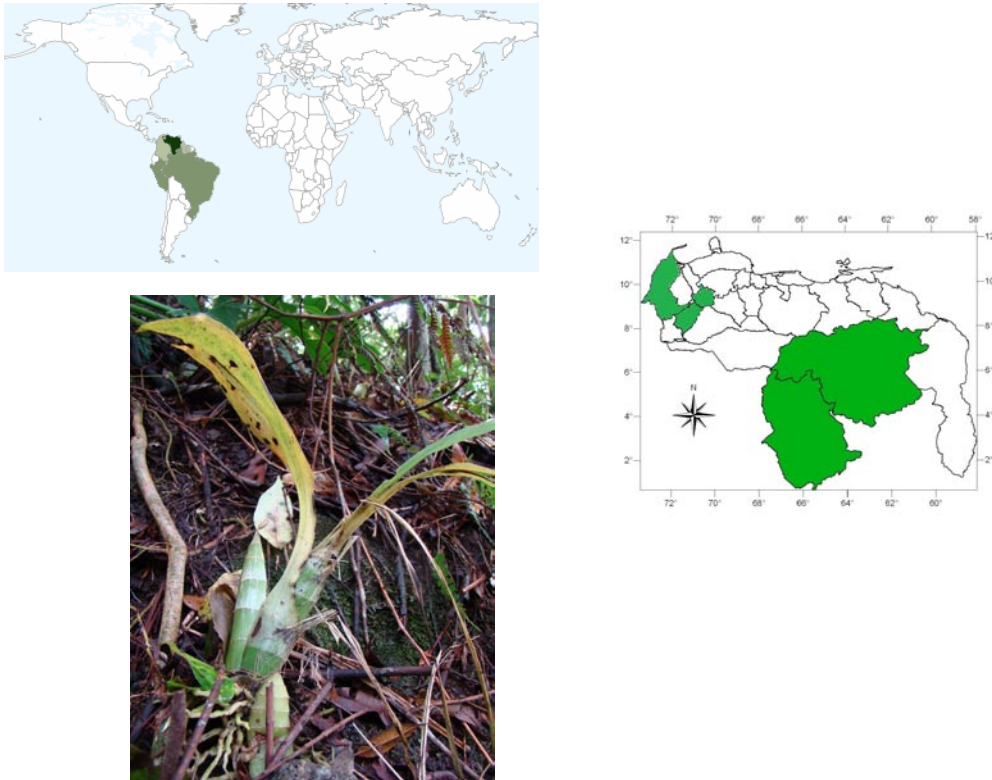


Fig. 3.4 Distribución reportada para *Catasetum planiceps* a nivel mundial y nacional

Centrogenium roseo-album (Rchb. f.) Schltr. Pertenece a la Tribu Cranichideae y Subtribu Spiranthinae (Dressler ,1993). De acuerdo con IPNI el nombre válido para esta especie es *Eltroplectris roseo-alba* (Rchb. f.) Hamer & Garay). Esta reportada para Bolivia (<http://mobot.org>). Y en Venezuela para el Distrito Federal y Miranda (Hokche *et al.*, 2008) entre los 900-2000 msnm, en la presente investigación se reporta por primera vez para el estado Mérida (Fig. 3.5).

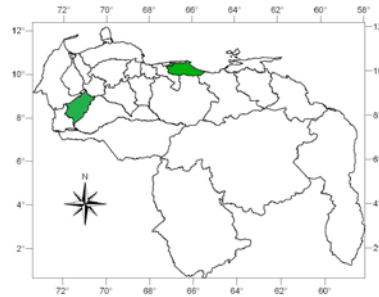


Fig. 3.5 Distribución reportada para *Centrogenium roseo-album* a nivel mundial y nacional

Govenia utriculata (Sw.) Lindl. Pertenece a la Tribu Cymbidieae y Subtribu Goveniinae (Dressler, 1993) Esta especie está distribuida en Argentina, Bolivia, Brasil, El Caribe, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Estados Unidos, Venezuela. (<http://mobot.org>). En Venezuela se reporta para el estado Aragua, Barinas, Distrito Federal, Lara, Mérida, Miranda, Sucre, Táchira (<http://mobot.org>), entre los 700-2745 msnm (Dressler *et al.* 2003) (Fig. 3.6). Muy posiblemente los reportes para Mérida constituyen errores en la identificación.

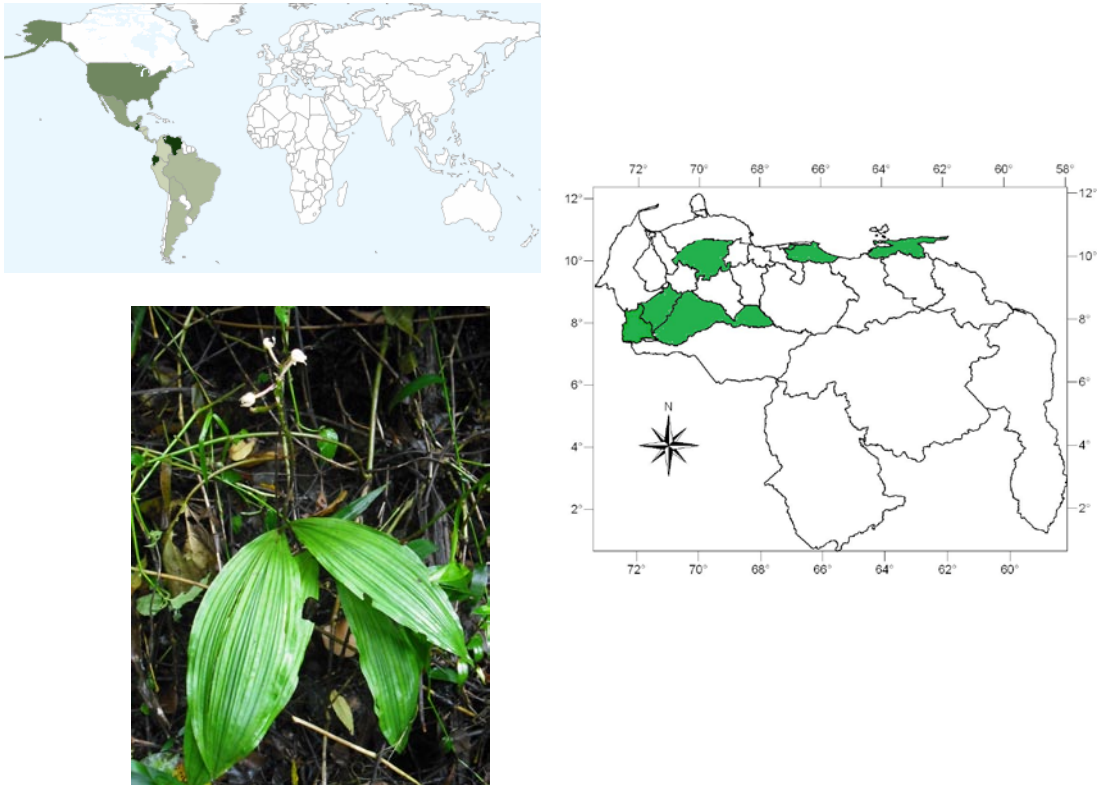


Fig. 3.6 Distribución reportada para *Govenia utriculata* a nivel mundial y nacional

Malaxis moritzii (Ridl.) Kuntze. Pertenece a la Tribu Malaxideae y a la Subtribu (Dressler, 1993). La distribución mundial es en Colombia y Venezuela. (<http://mobot.org>). Y en Venezuela se reporta para Barinas, Mérida, Táchira y Zulia. Entre 1400-2400 msnm (Hokche *et al.*, 2008) (Fig 3.7).

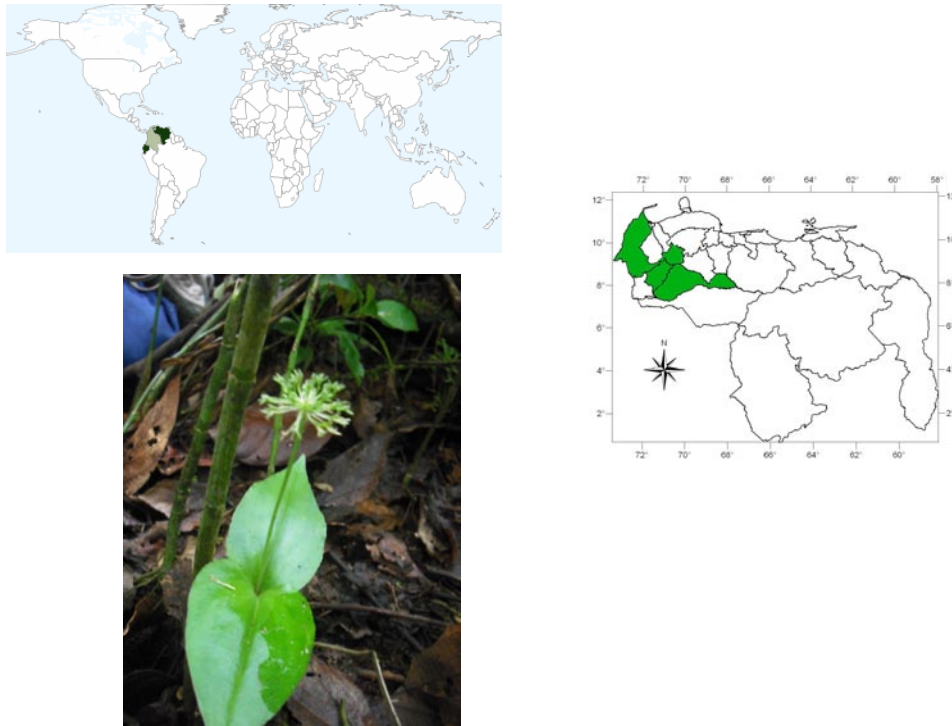


Fig. 3.7 Distribución reportada para *Malaxis moritzii* a nivel mundial y nacional

Telipogon klotzschianus Rchb. f. Pertenece a la Tribu Maxillarieae y subtribu Telipogoninae (Dressler, 1993) (Fig. 3.8). Reportada para Venezuela y Colombia (Morillo, 2011) De acuerdo con el Nuevo Catalogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hokche *et al.*, 2008) se encuentra reportada para Aragua, Dto. Capital, Mérida, Miranda, Táchira. En altitudes entre 1300-3100 msnm.

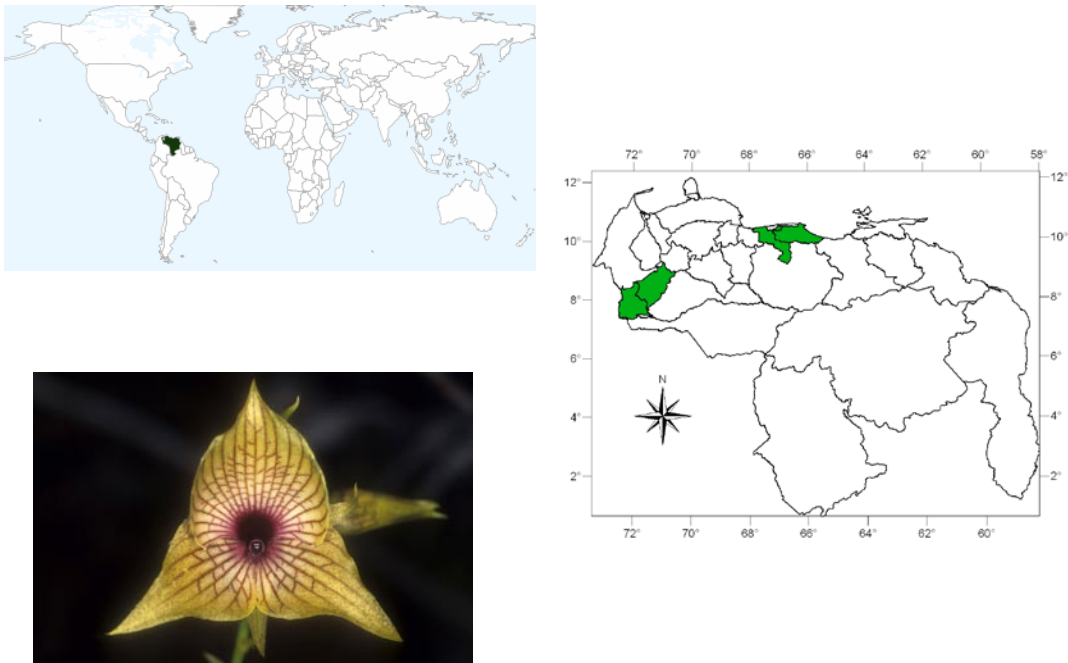


Fig. 3.8 Distribución reportada para *Telipogon klotzschianus* a nivel mundial y nacional

Capítulo 4. Materiales y Métodos

4.1. Trabajo de Campo

En el presente trabajo se coleccionaron y estudiaron las siguientes especies: *Altensteinia fimbriata* Kunth, *Catasetum planiceps* Lindl, *Centogenium roseo-album* Rchb.f. Schltr, *Govenia utriculata* Lindl, *Malaxis moritzii* (Ridl) Kuntze y *Telipogon klotzschianus* Kunth en las localidades mencionadas en la Tabla 1.

Se tomaron fotografías y se realizaron observaciones sobre hábitat, hábito, tipo de tallo y pseudobulbos, la textura, forma, color y pubescencia de las hojas y raíces. Se registraron las variaciones de color, forma y tamaño de estos órganos para cada especie. De los lugares donde el muestreo fue realizado, se anotaron formas de vidas, tipo de microambiente que habitan cada una de las especies estudiadas y posteriormente se realizaron algunas observaciones sobre la fenología de las plantas.

4.2 Trabajo de Laboratorio

En el laboratorio se procedió a identificar las muestras de las distintas especies coleccionadas con la ayuda del tutor.

Se realizó un estudio morfológico de las especies coleccionadas, tomando en cuenta disposición, tamaño, color, y textura de la raíz; tipo de tallo, presencia de pseudobulbos, cuando presentes su disposición, longitud, grosor, color, y finalmente, disposición de las hojas, color, venación, tamaño (longitud y ancho) de vaina y lámina foliar (Tabla 1). Los cortes histológicos se realizaron a mano alzada con la ayuda de una hojilla (Gillette) y un espejo como soporte.

Para el estudio anatómico de raíces, hojas, tallos primarios y pseudobulbos, se realizaron cortes transversales de la región media de dichos órganos.

Una vez obtenidos los cortes, se procedió a realizar la doble tinción de fuchsin básica y azul de astra según la técnica de Luque *et al.* (1996). Las soluciones utilizadas fueron vertidas individualmente en 4 capsulas de petri; y se procedió a seguir los siguientes pasos: 1) Los cortes fueron sumergidos en cloro por 15 minutos para llevar a cabo la decoloración de las células. 2) Estos se lavaron con agua corriente para eliminar la mayor cantidad de cloro. 3) Luego se colocaron en ácido acético por 5 seg. 4) Se lavaron nuevamente con agua corriente para eliminar el exceso de ácido acético remanente. 5) Se pasaron por azul de astra durante 20 minutos con la finalidad de teñir de azul las estructuras que contenían celulosa. 6) Se procedió a lavar con agua corriente nuevamente. 7) Se pasaron por fuchsin básica, para teñir de rojo las estructuras con lignina. 8) Se procedió a lavar nuevamente con agua corriente. Finalmente, los cortes fueron fijados en glicerina líquida al 50% y fueron sellados con barniz transparente, para de esta manera obtener láminas semipermanentes.

Para el estudio anatómico se manejaron fragmentos de la parte media la raíz, hoja y tallo (en particular pseudobulbo) en cortes transversales. Para la descripción de las estructuras foliares se tomaron en cuenta el tamaño y forma de las células epidérmicas y de los estomas, tipos de estomas. El tamaño del estoma se determinó midiendo 10 unidades en tres campos; se procedió a calcular el índice estomático (IE) (el cual representa el cociente entre el número de estomas y la cantidad de células epidérmicas) y la densidad estomática (DE) (que corresponde al número de estomas por unidad de superficie foliar), el cual representa un valor diagnóstico para fragmentos de láminas foliares, siempre y cuando su uso se restrinja a órganos de la misma edad de desarrollo (Croxdale, 2000).

El IE se calculó a través de la siguiente fórmula sugerida por Wilkinson (1979):

$$IE = \frac{NE \times 100}{CE + NE}$$

donde, NE es el número de estomas por campo de observación y CE es el número de células epidérmicas típicas en el campo de observación

En el mesófilo se observaron características del parénquima en empalizada y esponjoso, y el tipo de haz vascular. Las muestras fueron fijadas en láminas semipermanentes según la técnica explicada anteriormente.

Seguidamente las preparaciones se observaron en un microscopio óptico (Zeiss). Para el estudio de las características anatómicas, se tomaron fotomicrografías para cada una de las especies estudiadas, los cuales fueron tomados con una cámara digital adosada al microscopio.

Las fotos anatómicas incluidas en esta tesis son originales, las mismas fueron tomadas por el Profesor William León (Laboratorio de Anatomía de La Madera, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales), mientras que las fotos de ambientes y de morfología de las plantas, fueron tomadas por los Profesores Anairamiz Aranguren (ICAE) y Gilberto Morillo (Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales), y por la Bachiller Gloria María Rojas Molina (Facultad de Ciencias).

Capítulo 5. RESULTADOS

5.1 Descripción morfológica

Altensteinia fimbriata. Hierba terrestre de 43-62 cm alto. Raíces tuberosas, sin estrecharse hacia el ápice, de 8-10 cm largo por 1,5 – 3 cm de ancho, sin ramificaciones, ligeramente tortuosas, formando un fascículo. Hojas dispuestas en una roseta basal, 21 -27 cm largo, 2,5 -4 cm ancho, laminas de color verde, lanceoladas, acuminadas, con un pseudo-peciolo envainador, de 1.3 -3.5 cm largo, glabras. Tallo cilíndrico, terminal, de 3 -5,3 cm largo 0,7 -1 cm ancho (figura 5.1 A, B). Crece en taludes, rodeada de matorrales, en Páramo.

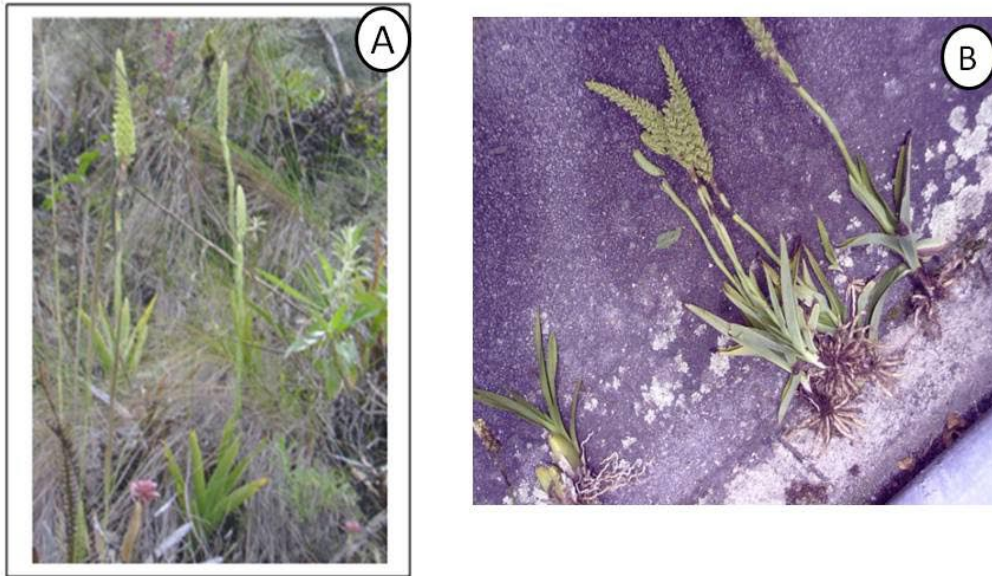


Figura 5.1 *Altensteinia fimbriata* **A** vista general del microambiente de la planta. **B.** vista general de la planta. Fotos: G. Rojas.

Catasetum planiceps. Hierba terrestre o litofita, rara vez epifita, de 12 -15 cm de alto. Raíces delgadas de 5- 15cm largo, 1.3- 2,5 cm ancho, sin ramificaciones. Hojas dispuestas de manera alterno-disticas, 21 -27 cm largo, láminas de color verde, glabras, lanceoladas, con un pseudopeciolo envainador, 1,3 - 3,5 cm largo 1- 3.5 cm de ancho, glabras .El pseudobulbo es fusiforme, glabro, de 3 -7 cm largo, 0,7 - 1 cm ancho. Crece en lugares secos, generalmente en selva semicaducifolia o selva caducifolia Montana (Fig. 5.1 C)



Figura 5.1. *Catasetum planiceps*. C. vista general de la planta (PsB: pseudobulbo) (Foto G. Morillo).

Centrogenium roseo-album. Hierba terrestre, de 8- 14 cm de alto. Raíces fasciculadas, sub-cilíndricas carnosas, erectas o ligeramente sinuosas, bastante pilosas, de 1,5 – 5,5 cm largo, 0,6- 0,8 cm ancho. Hojas dispuestas de manera arrossetada, 5,5 - 27 cm largo , 3 -12 cm ancho, lamina patente, de color verde generalmente con manchas de color verde claro, forma elíptica, glabra, pseudopetiolos glabros de 3,5 - 6 cm largo, 0,5 - 0,8 ancho. Tallo erecto, glabro, de 2,5 - 3 cm alto y 1,4 - 2 mm ancho. Crece en sotobosque, lugares húmedos con las raíces cubiertas de hojarasca. Presente en la selva semicaducifolia montana y la selva nublada montana baja (Fig. 5.1 D, E).

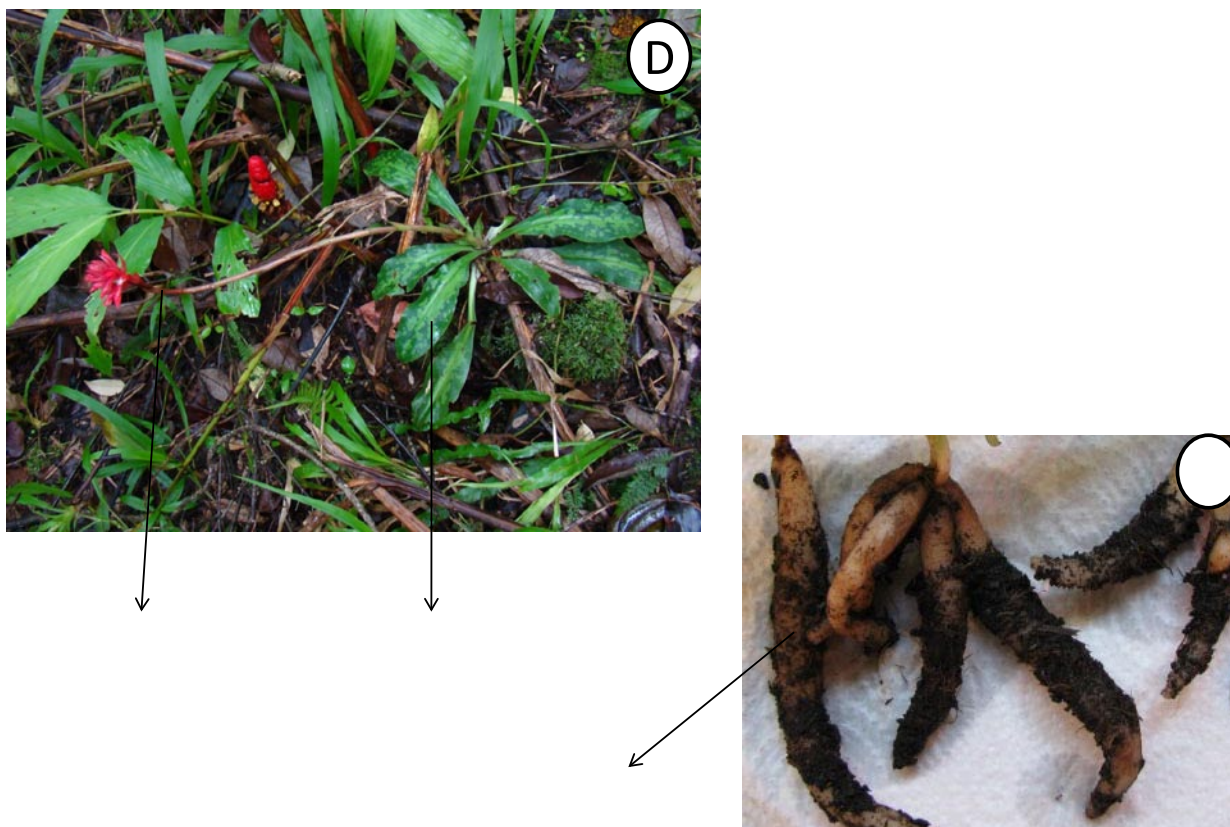


Figura 5.1 *Centrogenium roseo-album*. **D.** vista general de la planta (Foto G. Morillo). **E.** Detalle de las raíces. (Ho: hojas; Ra: raíces; In: inflorescencia) (Foto: G. Rojas).

***Govenia urticulata*.** Hierba terrestre, de 43-62 cm alto. Raíces cilíndricas 8-10 cm largo por 0.5-1 cm de ancho, sin ramificaciones. Hojas dispuestas de manera alterna, de unos 21 -27 cm de largo por 4-6.5 cm de ancho, láminas de color verdoso, con una venación paralela sobresaliente, glabras, lanceoladas, acuminadas, con un pseudopetiole envainador, de unos 1.3 -3,5 cm largo. Pseudobulbo o cormos ovoideo, cónico de color verde del cual sobre salen nódulos de color crema y tamaño considerable. Crece en lugares húmedos rodeado de hojarasca formando poblaciones relativamente numerosas. Crece en selva semicaducifolia montana y la selva nublada montana baja (Fig 5.1 G, H, I)

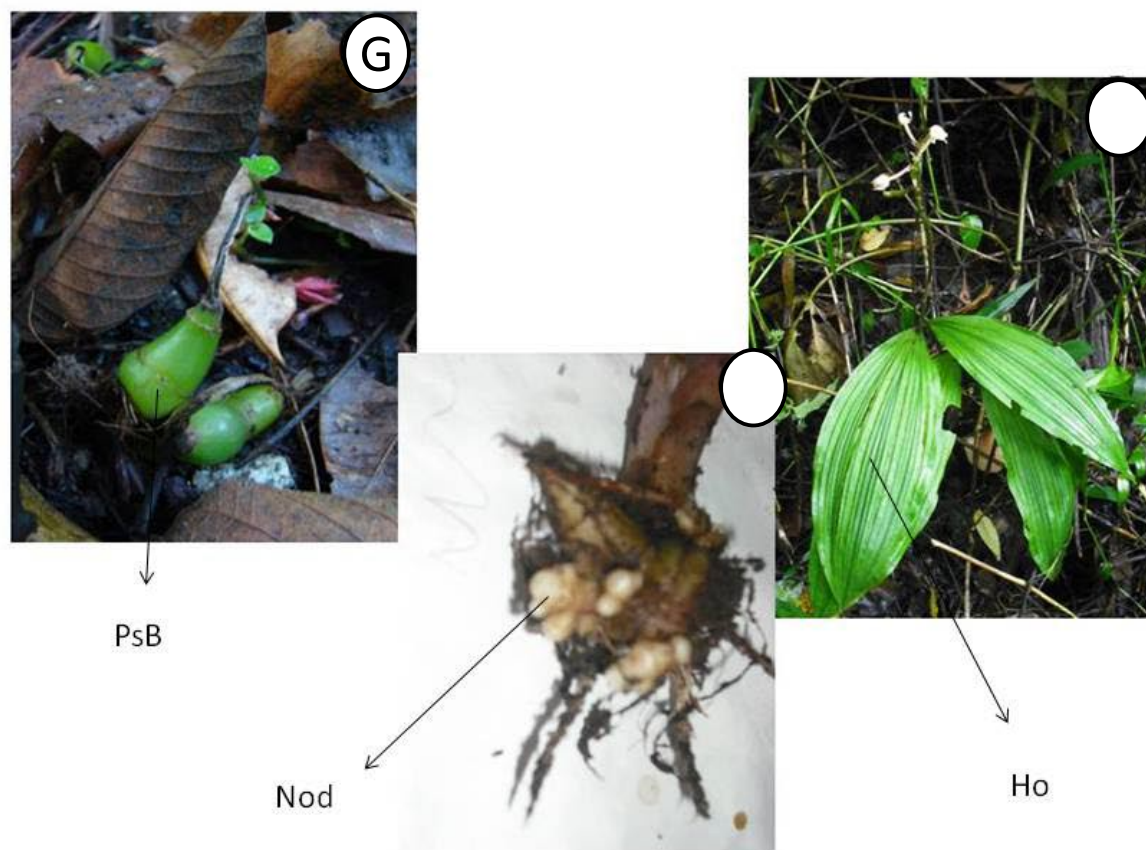


Figura 5.1 *Govenia urticulata*. **G, H.** Detalle del pseudobulbo o cormo (Foto G. Morillo) y raíces con nodulos (Foto G. Rojas). **I.** vista general de la planta (Foto G. Rojas.).

Malaxis moritzii. Hierba terrestre, de unos 15 -30cm.alto. Raíces, cilíndricas, de 2- 4cm de largo por 0,5-0,8 mm de ancho, sin ramificaciones. Hojas con una disposición sub-opuesta, 3.8-5 cm de largo por 2.7-4 cm de ancho, láminas de color verde patente, glabra, elíptica. Pseudobulbos o cormos Fusiforme de color verde, cubierto de hojas sésiles. Crece en lugares húmedos y sombreados formando poblaciones pequeñas. Se encuentra en la Selva nublada montana baja (Fig 5.1 J, K).

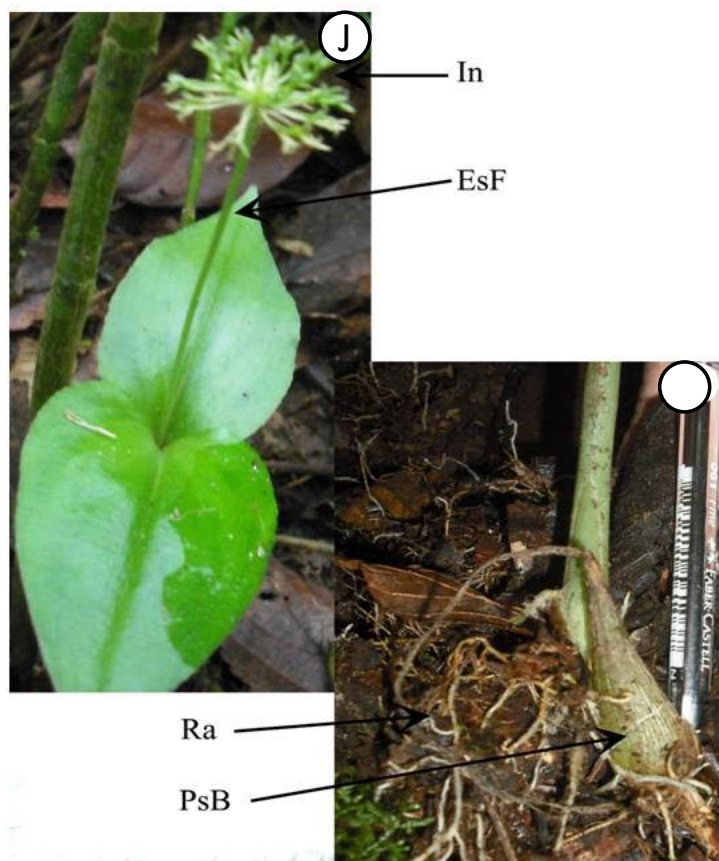


Figura 5.1 *Malaxis moritzii*. J. vista general de la planta (In: inflorescencia; EsF: escapo floral). K. Detalle del pseudobulbo o cormo. (PsB: pseudobulbo; Ra: raíces). Fotos: A Aranguren & G. Rojas

Telipogon klotzschianus. Hierba muscicota o epifita, a veces terrestre – muscicola, 9 -12 cm de alto. Raíces cilíndricas con puntas clorofílicas de 8 -12 cm largo, 0.3-0.4 mm ancho, blanquecinas, delgadas tortuosas, con ápices clorofílicos, con raíces adventicias que salen del tallo. Hojas dispuestas de manera alterno-disticas, de 2,5 -3 cm largo, láminas carnosas, estrechamente ovadas de unos 0,5 cm ancho, glabras. Tallo es terminal, de 12-14,5 cm largo, 0,3-0,5 cm ancho, rodeado de numerosas brácteas abrazadoras persistentes, glabras. Crece a la orilla de la carretera, con sus raíces poco ancladas al sustrato, generalmente en páramo. (Fig 5.1 L, M).



Figura 5.1 *Telipogon klotzschianus* L. Vista frontal de la flor (Foto: J. Mesa). M. Vista general de la planta (Foto G. Rojas)

A continuación se presentan los resultados del estudio morfológico (Tabla 5.1) y anatómico (Tabla 5.2, 5.3 y 5.4) realizado para cada una de las especies consideradas.

Tabla 5.1. Características morfológicas de las especies estudiadas.

Características/Sp	<i>Altensteinia fimbriata</i>	<i>Centrogenium roseo-album</i>	<i>Telipogon klotzschianus</i>	<i>Catasetum planiceps</i>	<i>Govenia urticulata</i>	<i>Malaxis moritzii</i>
Raíz (tamaño largo x ancho)	Raíces carnosas, sin estrecharse hacia el ápice, 8-10 cm x 1,5 – 3 cm, situadas en la parte inferior del tallo	Raíces carnosas, cilíndricas, erectas o ligeramente sinuosas, 1,5 – 5,5 cm x 0,6-0,8 cm, situadas en la parte inferior del tallo	Raíces cilíndricas con puntas clorofílicas, 9 -12 cm de x 0.3-0.4cm, las raíces nacen en la base de cada rama, situadas a lo largo de toda la planta	Raíces cilíndricas 5-15cm x 1.3- 2,5 cm, situadas en la Parte inferior del tallo	Raíces cilíndricas 8-10 cm x 0.5-1 cm, situadas en la parte inferior de del tallo	Raíces cilíndricas, 2-4cm x 0,5-0,8 cm, situadas en la parte inferior del tallo
Filotaxia	Roseta en espiral	Arrosetadas	Alterno- disticas	Alterno- disticas	Alternas	Subopuestas
Lamina (largo x ancho)	Lanceoladas 1,3 -3,5 cm x 2,5-3 cm	Elíptica a ovado – oblongas extendidas 3,5 – 6 cm x 0,5-0,8 cm	Estrechamente ovadas extendidas 1,2 cm x 0,5 cm	Lanceoladas plegadas 1,3 – 3,5 cm x 1 – 3,5 cm	Lanceoladas 1,3 x 3,5 cm	Elípticas extendidas 3,8 cm x 2,7 cm
Tallo con brácteas	Media Superior	Media Inferior	A veces	Media Superior	Media Inferior	
Caedizas	+	-		-	-	
abrazadoras	-	-		+	+	
Tallo con vainas	-	+	-	-	-	-
Presencia de pseudobulbos	-	-	-	+	+	+
Forma de los pseudobulbos	-	-	-	Fusiforme	Ovoideo, cónico	Fusiforme

5.2 Descripción anatómica

5.2.1 Raíz

En corte transversal las especies estudiadas mostraron los siguientes:

Altensteinia fimbriata (Fig.5.2.1 A, B, C)

Velamen uniestratificado, con pelos radicales, células 0,55 μm alto por 0,38 μm ancho, con tendencia a poliédricas, y con engrosamientos anastomosados en sus paredes. Exodermis formando una fila de células, 0,56 μm alto por 0,68 μm ancho, en contorno, con una tendencia a triangulares o pentagonales. Corteza parenquimática de 6 – 10 filas de células, células de 0,62 μm de alto por 0,5 μm de ancho, con un contorno cuadrado. Endodermis uniestratificada, con células isodiamétricas de 0,76 μm de alto por 0,91 μm de ancho, con engrosamientos en su pared correspondientes a las Bandas de Caspary. Periciclo de una fila de células, estas con tendencia isodiamétrica. Cilindro vascular conformado por una estela poliarca, (9 polos xilemáticos).

Centrogenium roseo-album (Fig.5.2.1 G, H)

Velamen uniestratificado, sin pelos radicales visibles, células con tendencia poliédrica, células de 0,22 μm de alto por 0,19 μm de ancho, con engrosamientos anastomosados en el interior de las células. Exodermis formando una fila de células, estas con tendencia a ser hexagonales de 0,23 μm de alto por 0,16 μm de ancho. Corteza parenquimática de 8 – 14 filas de células, estas con un contorno que va desde circular hasta hexagonal, de 0,20 μm de alto por 0,23 μm de ancho. Endodermis uniestratificada, con células isodiamétricas de 0,66 μm de alto por 0,71 μm de ancho, con engrosamientos en su pared correspondientes a las Bandas de Caspary. Periciclo de una fila de células, estas con tendencia isodiamétrica. Cilindro vascular conformado por una estela poliarca (10 polos xilemáticos).

Telipogon klotzschianus (Fig.5.2.1 D, E, F)

Velamen pluriestratificado, de 4 filas de células, células de 0,57 μm de alto por 0,42 μm de ancho, con tendencia isodiamétrica. Exodermis de una sola fila de células, estas de 0,7 μm de alto por 0,4 μm de ancho, presentando un contorno con tendencia a poligonal, y presentando engrosamientos escaleriformes. Corteza parenquimática de 7 -9 filas de células, estas de 0,8 μm de alto por 0,9 μm de ancho, con un contorno ovalado. Endodermis uniestratificada, con células isodiamétricas de 0,6 μm de alto por 0,2 μm de ancho, con paredes engrosadas, dejando células de paso. Periciclo de una fila de células isodiamétricas. Cilindro vascular conformado por una estela poliarca (10 a 14 polos xilemáticos).

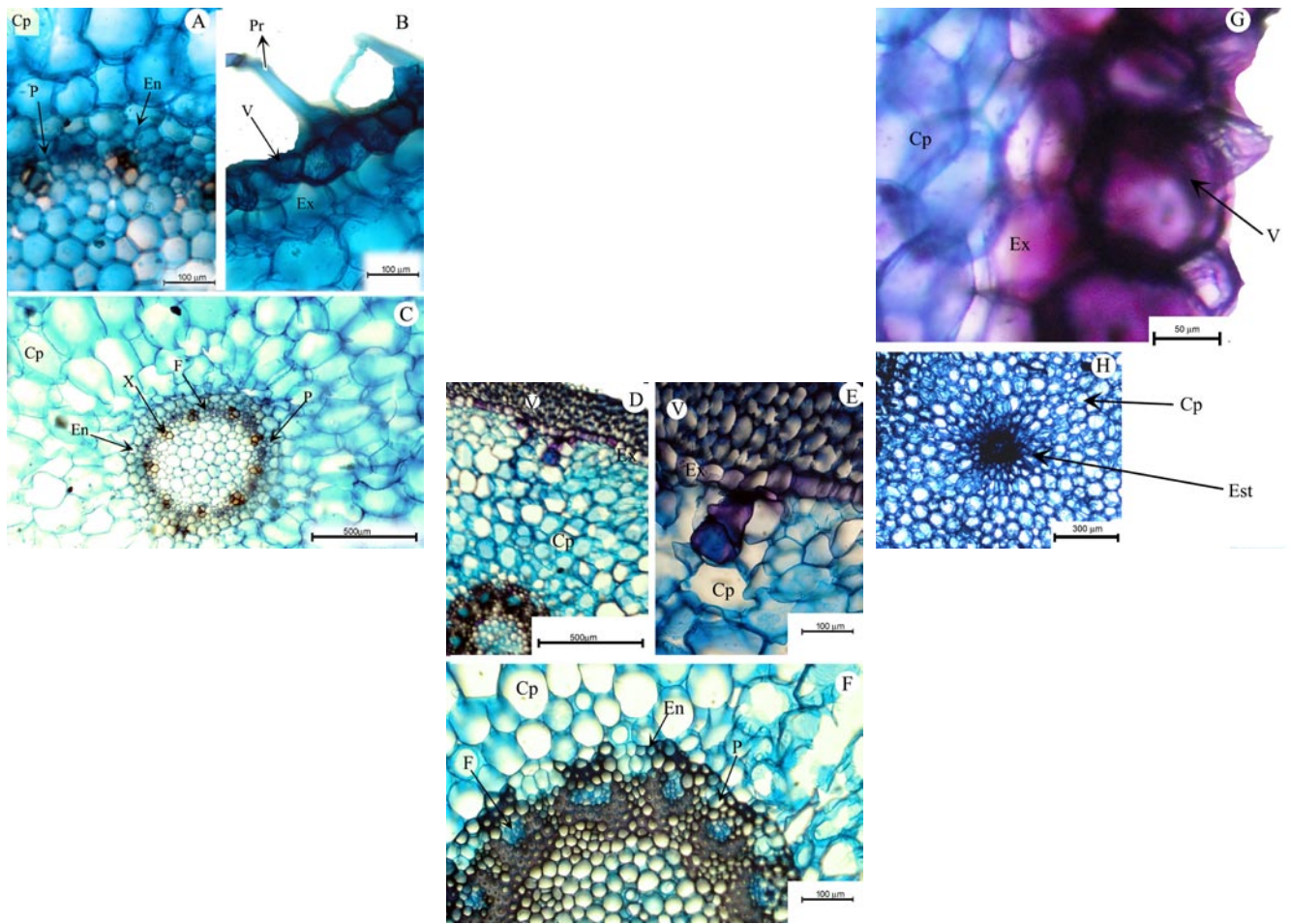


Fig.5.2.1 Cortes de raíz de *Altensteinia fimbriata*, *Centrogenium roseo-album* y *Telipogon klotzschianus* **A.** (Cp: Corteza parenquimática; En: endodermis; P: periciclo). **B.** Velamen (V: velamen, Pr: pelo radical; Ex:exodermis). **C.** Detalle del cilindro vascular (Cp: corteza parenquimática; X: polo xilemático; F: Floema En: endodermis, p: periciclo). **D.** (Cp: Corteza parenquimatica; Ex: exodermis; V: velamen). **E.** Velamen (V: velamen; Ex: exodermis; Cp: corteza parenquimatica). **F.** Detalle del cilindro vascular (Cp: corteza parenquimática) **G.**(F: Floema En: endodermis, p: periciclo). **H.** (Cp: Corteza parenquimatica; Ex: exodermis; V: velamen). **I.** Detalle del cilindro vascular (Cp: corteza parenquimatica; Est: estela). (Fotos W. León)

Catasetum planiceps (Fig.5.2.1 J)

Velamen pluriestratificado, de 6-8 filas; células con tendencia a poliédrica de 28,4 μm de alto por 19,79 μm de ancho. Exodermis exhibe una sola fila de células, estas con tendencia a ser hexagonales, 7,69 μm alto por 8,08 μm ancho. Corteza parenquimática de 6 – 8 filas de células, con contorno hexagonal de 8,96 μm de alto por 11,85 μm de ancho. Endodermis uniestratificada, con células isodiamétricas de 0,76 μm de alto por 0,81 μm de ancho, con engrosamientos en su pared correspondientes a las Bandas de Caspary. Periciclo de una fila de células, estas con tendencia isodiamétrica. Cilindro vascular conformado por una estela poliarca (8 - 12 polos xilemáticos).

Govenia utriculata (Fig.5.2.1 H, I)

Velamen uniestratificado, con pelos radicales; células con tendencia a ser cuadradas, 0,19 μm alto por 0,12 μm ancho. Exodermis formada por una sola fila de células, estas con contorno con tendencia a ser hexagonales de 0,18 μm alto por 0,26 ancho. Corteza parenquimática de 8 – 10 filas de células, redondeadas, de 0,14 μm alto por 0,11 μm ancho. Endodermis uniestratificada, con células isodiamétricas de 0,76 μm de alto por 0,51 μm de ancho, con engrosamientos en su pared correspondientes a las Bandas de Caspary. Periciclo de una fila de células, estas con tendencia isodiamétrica. Cilindro vascular conformado por una estela poliarca (10 polos xilemáticos).

Malaxis moritzii (Fig.5.2.1 K, L)

Velamen uniestratificado, con pelos radicales; células en contorno con tendencia a poliédricas, de 0,04 μm alto por 0,05 μm ancho. Exodermis exhibe una sola fila de células con un contorno con tendencia ser cuadradas de 0,11 μm de alto por 0,06 μm de ancho. Corteza parenquimática de 8 – 12 filas de células, con un contorno que va desde circular hasta hexagonal de 0,13 μm alto por 0,14 μm de ancho. Endodermis uniestratificada, con células isodiamétricas de 0,56 μm alto por 0,61 μm ancho, con engrosamientos en su pared correspondientes a las Bandas de Caspary. Periciclo de una fila de células, estas con tendencia isodiamétrica. Cilindro vascular conformado por una estela pentarca (5 polos xilemáticos).

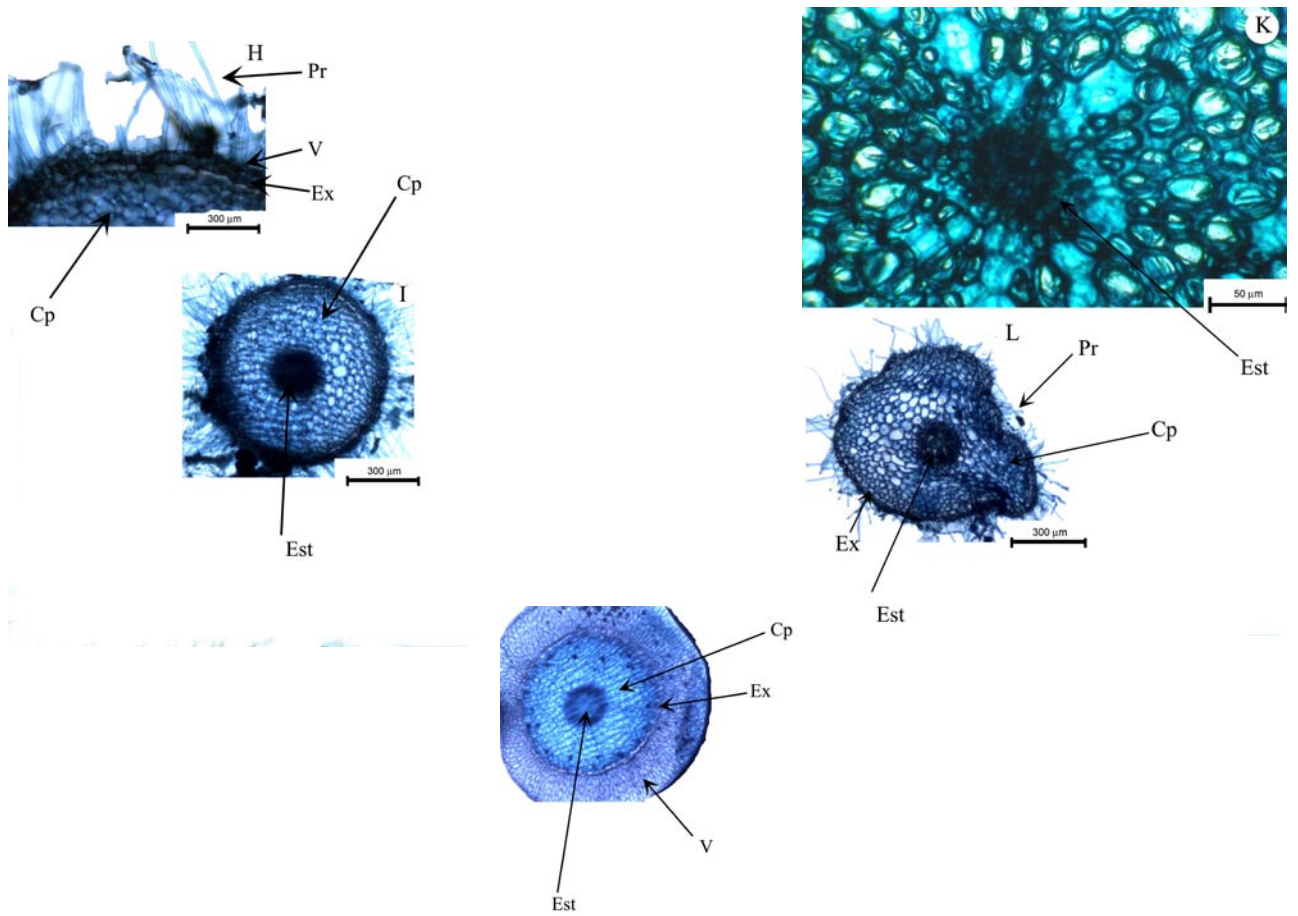


Fig.5.2.1. Cortes de raíz de las especies *Govenia utriculata*, *Catasetum planiceps*, y *Malaxis moritzii*
H. Detalle del cilindro vascular (Est: estela). **I.** Corte transversal de la raíz (Cp: Corteza parenquimatica; Pr: pelo radical; Est:estela, Ex:exodermis). **J.** (Cp: Corteza parenquimatica; En: endodermis; P: periciclo,V: velamen, Ex:exodermis). **K.** (Pr: pelo radical; V: velamen; Ex: exodermis; Cp: corteza parenquimatica). **L.** Corte transversal de la raíz (Cp: Corteza parenquimatica; Est: estela). (Fotos W. León)

En la Tabla 5.2. Se muestran los resultados de estratificación del velamen, exodermis, numero de filas en la corteza parenquimatica, cilindro central y numero de polos xilematicos en el cilindro central resaltando un velamen estratificado (*Telipogon klotzschianus* y *Malaxis moritzii*) y un cilindro central compuesto por una estela pentarca (*Malaxis moritzii*)

Tabla 5.2. Características anatómicas en la raíz de las especies estudiadas.

Sp/Características	Estratificación del velamen	Exodermis	# de filas en la corteza parenquimatica	Cilindro central	# de polos xilematicos en el cilindro central
<i>Altensteinia fimbriata</i>	Uniestratificado con pelos radicales	1 fila células contorno con tendencia triangular a pentagonal	6 -10	Estela poliarca	9
<i>Centrogenium roseoalbum</i>	Uniestratificado	1 fila células contorno con tendencia hexagonal	8 – 14	Estela poliarca	10
<i>Telipogon klotzschianus</i>	4 filas de células	1 fila de células contorno con tendencia a poligonal	9	Estela poliarca	10 -14
<i>Catasetum planiceps</i>	6-8 filas de células	1 fila de células contorno con tendencia hexagonales	6-8	Estela poliarca	8 - 12
<i>Govenia urticulata</i>	Uniestratificado, con pelos radicales	1 fila de células contorno con tendencia a hexagonal	8 – 10	Estela poliarca	10
<i>Malaxis moritzii</i>	Uniestratificado con pelos radicales	1 fila de células contorno con una tendencia cuadrada	8 – 12	Estela pentarca	5

5.2.2 Hoja

En corte transversal las especies estudiadas mostraron lo siguiente:

Altensteinia fimbriata (Fig. 5.2.2 A, B, C, D)

Hoja de esta especie muestra hoja isofacial hipoestomática, epidermis uniestratificada para ambas superficies; epidermis de la superficie adaxial presenta células con contorno más o menos cuadradas, de 0,4 μm de alto por 0,38 μm de ancho; epidermis de la superficie abaxial con células isodiamétricas de 0,18 μm de alto por 0,4 μm de ancho; células pentagonales hasta hexagonales en vista paradermal para ambas epidermis; estomas tipo anomocítico, rodeado por tres células anexas, índice estomático 11,52% , y densidad estomática de 36 est / mm² .

Con relación al mesófilo es no diferenciado, compacto formado por 6- 8 filas de células, estas con contorno redondeado, de 0,15 μm de alto por 0,13 μm de ancho, se puntaduras simples. En corte transversal nervio medio formado por un haz vascular de tipo colateral cerrado, rodeado por el mesófilo.

Telipogon klotzschianus (Fig. 5.2.2 E, F, G, H)

Hoja bifacial, hipoestomática, epidermis uniestratificada para cada una de las superficies, epidermis de la superficie adaxial presenta células con contorno cuadrado, de 0,15 μm de alto por 0,49 μm de ancho, ; epidermis de la superficie abaxial con células con contorno cuadrado, de 0,6 μm de alto por 0,8 μm de ancho, mientras que en vista paradermal son células poligonales de 4 a 6 caras para ambas epidermis; estomas tipo tetracíticos, rodeado de cuatro células anexas; índice estomático 12,6 % y densidad estomática de 40 est / mm² .

Presenta mesófilo diferenciado, formado por 10 filas de células alargadas de 0,4 μm de alto por 0,38 μm de ancho, células menos compactas en la parte adaxial, mientras que las que se encuentran en la parte abaxial son mucho más pequeñas y compactas y de 0,4 μm de alto por 0,38 μm de ancho; puntaduras simples en el mesófilo. Nervio medio está compuesto de un haz vascular colateral cerrado.

Centrogenium roseo-album (Fig. 5.2.2 I, J)

Hoja isofacial hipoestomática, epidermis uniestratificada para ambas superficies; epidermis de la superficie adaxial presenta células hexagonales de, 0,2 μm de alto por 0,16 μm de ancho; epidermis de la superficie abaxial presenta células hexagonales, de 0,15 μm de alto por 0,1 μm de ancho; mientras que en vista paradermal son células hexagonales; estomas tipo tetracítico, rodeado por cuatro células anexas; índice estomático 8,5 % , y densidad estomática de 42 est / mm² .

Con relación al mesófilo es no diferenciado, compacto formado por 6 – 9 filas de células, estas con contorno redondeado, de 0,25 μm de alto por 0,12 μm de ancho. Nervio medio formado por un haz vascular de tipo colateral cerrado, rodeado por el mesófilo.

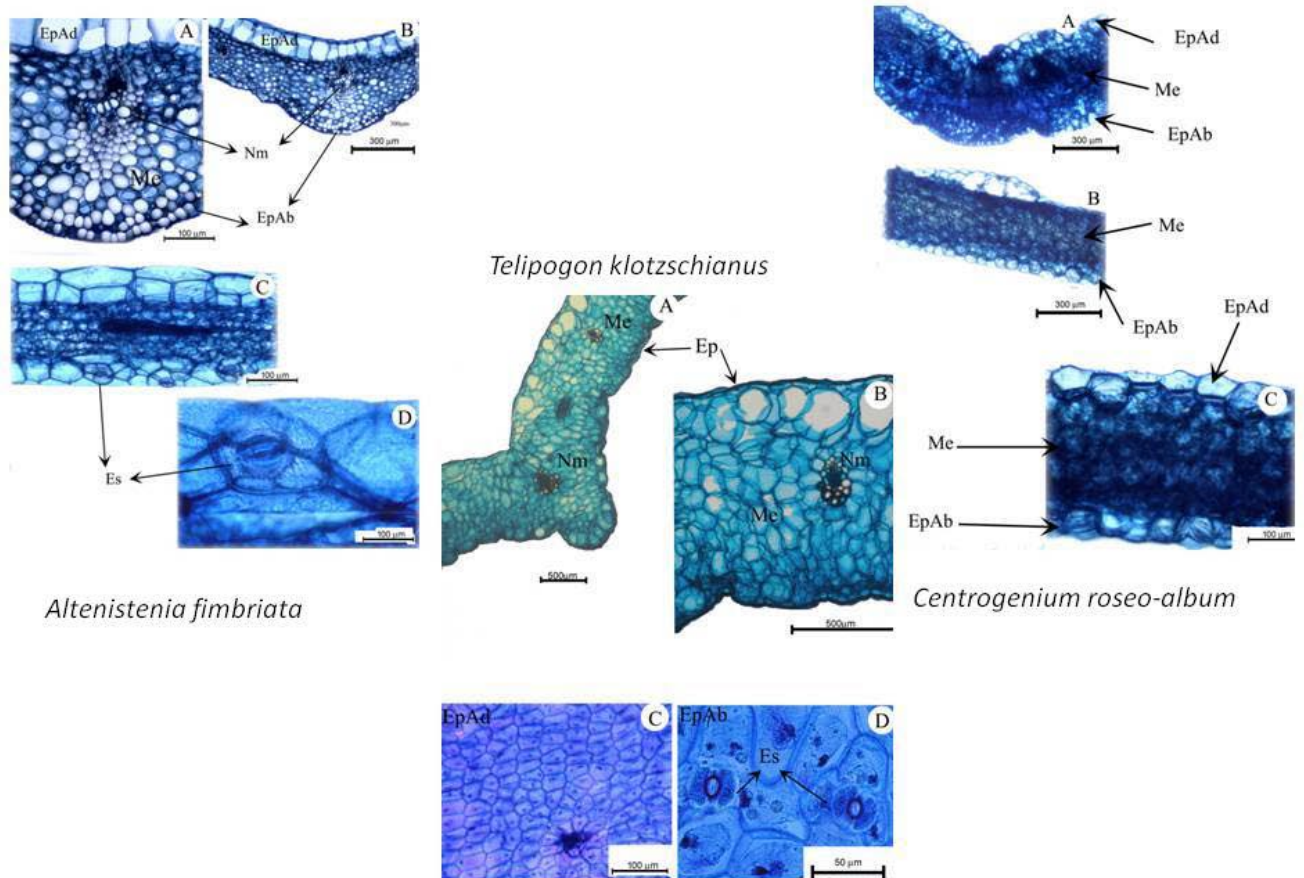


Fig 5.2.2: Corte transversal de la hoja de *Altenistenia fimbriata*, *Telipogon klotzschianus* y *Centrogenium roseo-album* **A.** (EpAd: epidermis adaxial; EpAb: epidermis abaxial Me: mesófilo; Nm: nervio medio) **B.** Detalle de la hoja (EpAd: epidermis adaxial; EpAb: epidermis abaxial; Nm: nervio medio). **C.** Corte transversal de la hoja (Es: estoma). **D.** Corte paradermal de la epidermis abaxial (Es: estoma). **E.** Hoja bifacial hipostomática (Nm: nervio medio; Ep: epidermis; Me: mesófilo). **F.** Detalle del Nervio medio (Nm: nervio medio). **G.** Células de la superficie adaxial más o menos isodiamétricas. (EpAd: epidermis de la superficie adaxial). **H.** Epidermis de la superficie abaxial de células un poco alargadas, detalle del estoma (EpAb: epidermis de la superficie abaxial; EsT:estoma tetracítico) **I.** (EpAd: epidermis adaxial; EpAb: epidermis abaxial Me: mesófilo) **J.** Detalle de la hoja (Me: Mesófilo; EpAb: epidermis adaxial). **K.** Corte transversal de la hoja (Me: Mesófilo; EpAb: epidermis abaxial). (Fotos W. León)

Catasetum planiceps (Fig. 5.2.2 L, M, N, O)

Hoja isofacial, hipoestomática; epidermis uniestratificada para ambas superficies; epidermis de la superficie adaxial presenta células más o menos isodiamétricas, de 0,15 μm de alto por 0,31 μm de ancho; epidermis de la superficie abaxial muestra células cuadradas; de 0,14 μm de alto por 0,2 μm de ancho; mientras que en vista paradermal son células poligonales de 4 a 5 caras; estomas tipo anomocítico; índice estomático 10,4% , y densidad estomática de 39 est / mm² .

Con relación al mesófilo homogéneo está formado por 6 – 7 filas de células, estas con contorno redondeado, haces vasculares tipo colateral cerrado inmersos en él. Nervio medio formado por un haz vascular de tipo colateral cerrado, rodeado por el esclerénquima.

Govenia utriculata (Fig. 5.2.2 P, Q, R, S)

Hoja isofacial, hipoestomática; epidermis uniestratificada para ambas superficies; epidermis de la superficie adaxial presenta células más o menos cuadradas, de 0,18 μm de alto por 0,29 μm de ancho; epidermis de la superficie abaxial presenta células de contorno redondeado; de 0,19 μm de ancho por 0,13 μm de largo; mientras que en vista paradermal son células que presentan contorno de cuadrado a hexagonal; estomas tipo tetracítico, rodeado por cuatro células anexas; índice estomático 7,5% , y densidad estomática de 45 est / mm² .

Con relación al mesófilo no es diferenciado, compacto formado por 5-8 filas de células con contorno redondeado, presento sacos cristalíferos. Nervio medio formado por un haz vascular de tipo colateral cerrado, rodeado por el mesófilo.

Malaxis moritzii (Fig. 5.2.2 T, U, V)

Hoja isofacial, hipoestomática; epidermis uniestratificada para ambas superficies; epidermis de la superficie adaxial presenta células más o menos cuadradas, de 0,13 μm de alto por 0,09 μm de ancho; epidermis de la superficie abaxial presenta células con contorno que va de redondeado a cuadrado, de 0,23 μm de alto por 0,12 μm de ancho; mientras que en vista paradermal son células con contorno hexagonal; estomas tipo tetracítico, rodeado por cuatro células anexas; índice estomático 5,5% , y densidad estomática de 38 est / mm² .

Con respecto al mesófilo no es diferenciado, compacto formado por 4 – 6 filas de células, estas con contorno redondeado. Nervio medio formado por un haz vascular de tipo colateral cerrado, rodeado por el mesófilo.

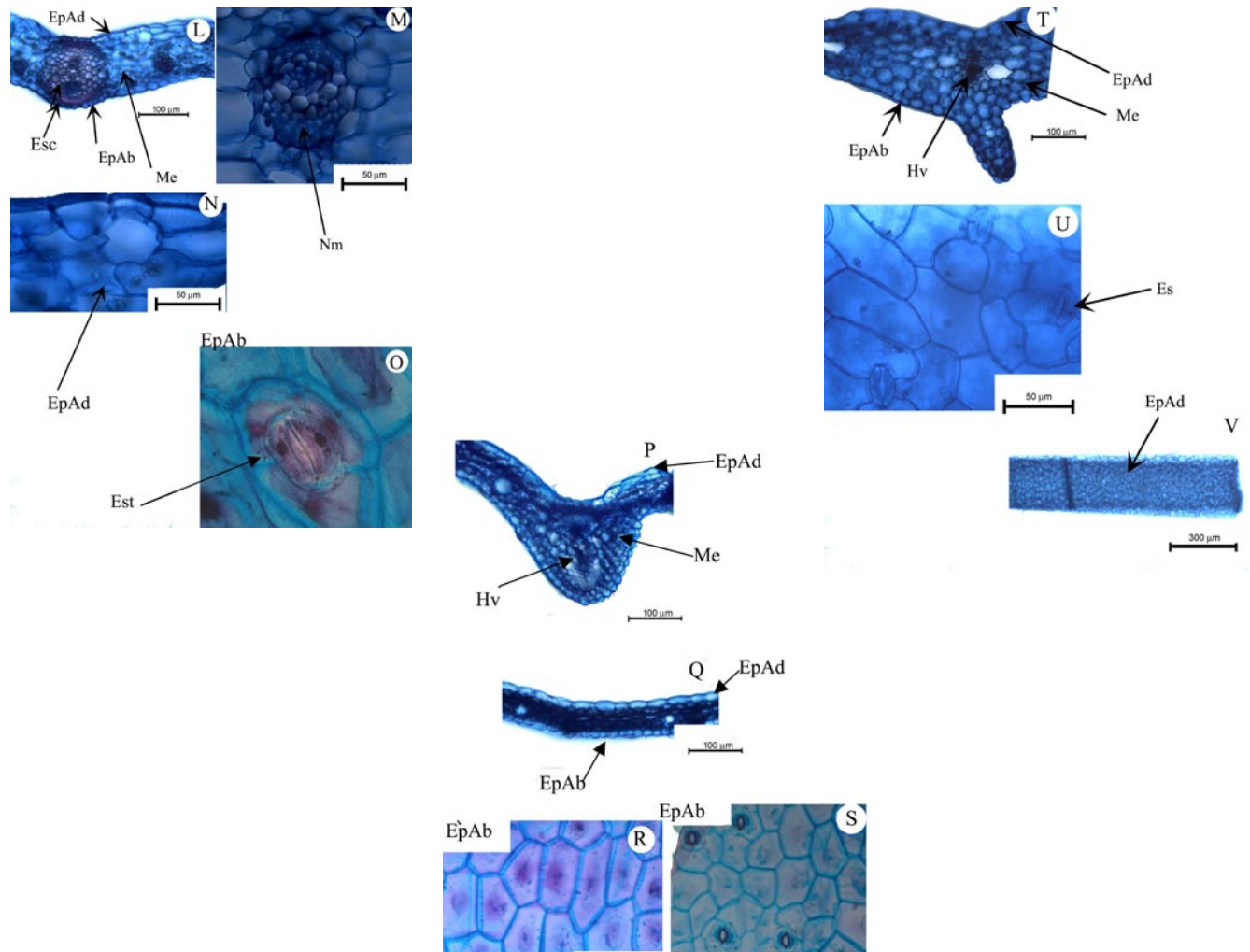


Fig 5.2.2. Corte transversal de la hoja de *Catasetum planiceps*, *Govenia utriculata* y *Malaxis moritzii*. **L.** EpAd: epidermis adaxial; EpAb: epidermis abaxial Me: mesófilo; Esc: esclerenquima) **M.** Detalle del nervio medio (Nm: nervio medio). **N.** Detalle de la epidermis adaxial. (EpAd). **O.** Detalle de la epidermis abaxial. (EpAb. Est: estoma). **P.** EpAd: epidermis adaxial; EpAb:epidermis abaxial; Hv: Haz vascular; Me: mesofilo. **Q.** EpAd: epidermis adaxial; EpAb:epidermis abaxial. **R.** Corte paradormal de la epidermis abaxial. **S.** Corte paradormal de la epidermis adaxial. **T.** EpAd: epidermis adaxial; EpAb:epidermis abaxial; Hv: Haz vascular; Me: mesofilo. **U.** EpAd: epidermis abaxial. **V.** EpAb: epidermis abaxial. (Fotos W. León)

En la Tabla 5.3 se muestra un resumen de los resultados de tipo de exodermis tanto abaxial como adaxial, nervio medio, mesófilo, presencia o ausencia de sacos de todas las especies, resaltando un mesófilo heterogéneo (*Telipogon klotzschianus*) y estomas anomocíticos (*Altensteinia fimbriata* y *Catasetum planiceps*)

Tabla 5.3 Características anatómicas de la hoja de las especies estudiadas.

Sp/Características	Epidermis abaxial	Epidermis adaxial	Nervio medio	Mesófilo	Sacos Cristalíferos	Estomas (DE)
<i>Altensteinia fimbriata</i>	1 fila de células de forma isodiamétricas	De 1 fila de células cuadradas	haz vascular colateral	Homogéneo células con contorno redondeado	+	Anomocíticos (11,5 %)
<i>Centrogenium roseo-album</i>	1 fila de células con contorno hexagonal	De 1 fila de células hexagonales	haz vascular colateral	Compacto con contorno redondeado	-	Tetracíticos (8,5 %)
<i>Telipogon klotzschianus</i>	Epidermis de una fila de células, con contorno cuadrado	De 1 fila de células cuadradas	haz vascular colateral	Diferenciado células alargadas	-	Tetracíticos (12,6 %)
<i>Catasetum planiceps</i>	1 fila de células cuadradas	De 1 fila de células más o menos isodiamétricas	haz vascular colateral	Homogéneo con células de contorno redondeado	-	Anomocíticos (10,45 %)
<i>Govenia urticulata</i>	1 fila de células redondeados	De 1 fila de células de contorno cuadrado	haz vascular colateral	Compacto con contorno redondeado	+	Tetracíticos (7,5 %)
<i>Malaxis moritzii</i>	De 1 fila de redondeados hasta cuadrados	De 1 fila de células más o menos cuadradas	haz vascular colateral	Compacto de células con contorno redondeado	-	Tetracíticos (5,5 %)

5.2.3 Tallo

Los cortes transversales para las especies estudiadas muestran lo siguiente:

Altensteinia fimbriata (Fig.5.2.3 A, B, C, D)

Epidermis de una fila de células isodiamétricas, de 0,24 μm de alto por 0,22 μm de ancho con un contorno relativamente cuadrado. Corteza parenquimática presenta de 3 – 4 filas de células de 0,33 μm de alto por 0,25 μm de ancho, con un contorno redondeado, se observaron cristales tipo rafidios dentro de las células de esta corteza, y en la cual se pudo observar la presencia de rafidios. Corteza esclerenquimática formando un anillo de aproximadamente 4 filas de células de 0,2 μm de alto por 0,23 μm de ancho, con un contorno redondeado, las paredes de las células que conforman este anillo presentan un grado de lignificación alto y se encuentran rodeando a la atactostela y, en algunos casos muy cercanos a los haces vasculares. Haces vasculares colaterales cerrados.

Centrogenium roseo-album (Fig.5.2.3 E, F)

Epidermis de una fila de células isodiamétricas, cuadrangulares en contorno. Corteza parenquimática presenta de 3 – 4 filas de células, estas con contorno redondeado de 0,23 μm de alto por 0,28 μm ancho. Corteza esclerenquimática formando un anillo de aproximadamente 4 filas de células, rodeando a la atactostela, estas con paredes altamente lignificadas y, en algunos casos muy cercanos a los haces vasculares. Haces vasculares colaterales cerrados.

Telipogon klotzschianus (Fig. 5.2.3 G, H)

Epidermis papilosa de una fila de células, 0,14 μm de alto por 0,21 μm de ancho, con contorno cuadrado. Corteza parenquimática formada por 4 a 6 filas de células con contorno ovado, de 0,4 μm de alto por 0,6 μm de ancho. Corteza esclerenquimática rodeando la atactostela un anillo de aproximadamente 4 filas de células, estas de 0,4 μm de alto por 0,38 μm de ancho, con paredes conspicuamente lignificadas. Haces vasculares colaterales rodeados por casquetes esclerenquimáticos simples o dobles.

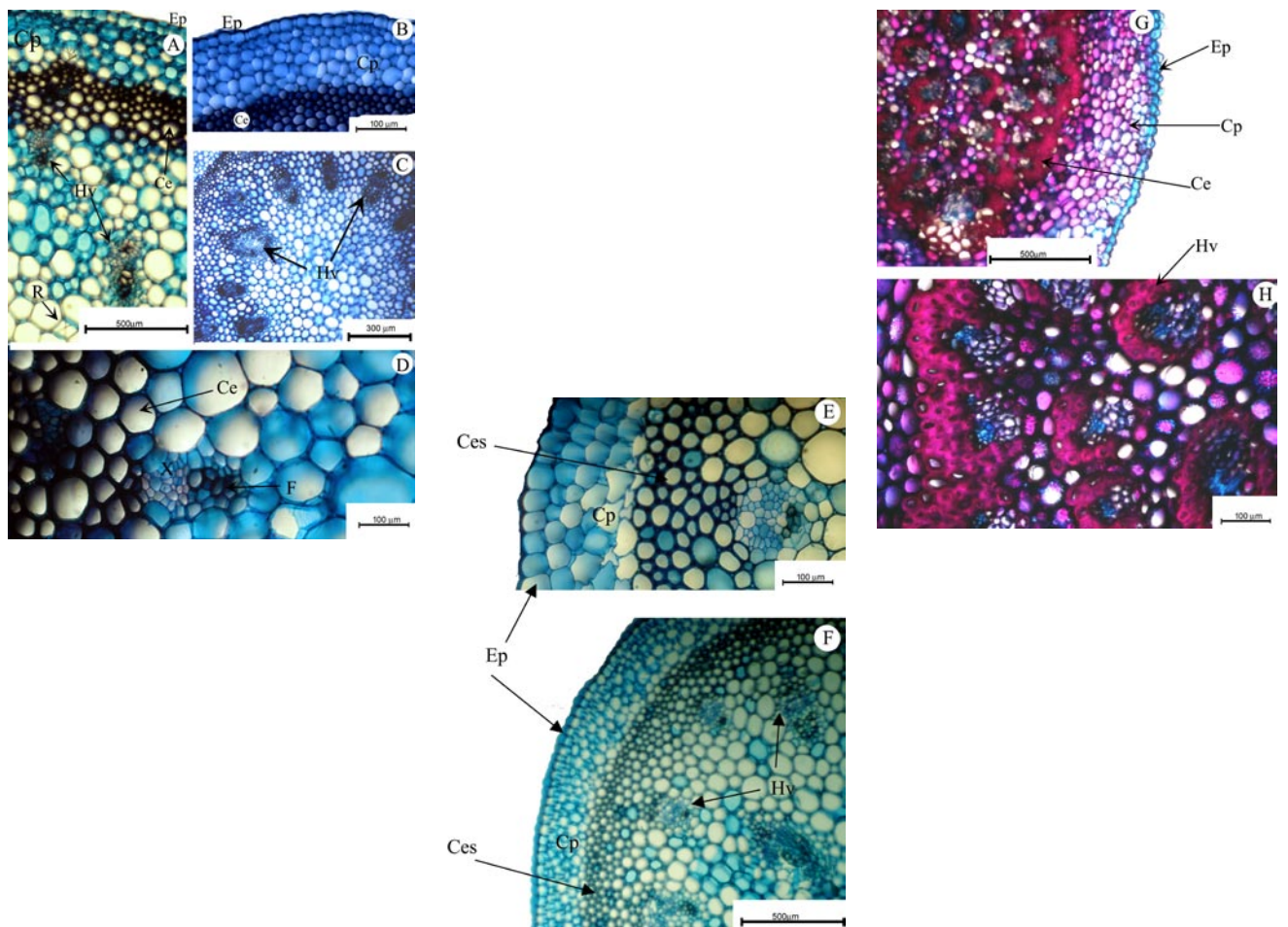


Fig 5.2.3: Corte transversal del Tallo de *Altesteinia fimbriata* *Centrogenium roseo-album* y *Telipogon klotzschianus*. **A.** (Ep: epidermis; Cp: cortiza parenquimática; Ce: cortiza esclerenquimática; R: rafidios). **B.** Detalle de la cortiza parenquimática (Ep: epidermis; Cp: cortiza parenquimática; Ce: cortiza esclerenquimática). **C.** Detalle de la estela (Hv: haz vascular). **D.** Detalle del Haz Vascular (Ce: cortiza esclerenquimática; F: floema). **E.** Detalle del Haz Vascular (Ep: epidermis; Cp: cortiza parenquimática; Ce: cortiza esclerenquimática). **F.** Detalle de la cortiza parenquimática (Ep: epidermis; Cp: cortiza parenquimática; Ce: cortiza esclerenquimática). **G.** Corte transversal del tallo. (Ep: epidermis; Cp:cortiza parenquimática; Ce: cortiza esclerenquimática). **H.** Detalle del haz Vascular (Hv). (Fotos W. León)

Estos resultados se resumen en la tabla 5.4, de manera comparativa con las otras especies, mostrando características de la epidermis, corteza parenquimática y cilindro central, estos resultados no muestran una clara diferenciación anatómica en los tallos de las especies estudiadas

Tabla 5.4. Características anatómicas de las especies que presentan tallo primario.

Sp/Características	Epidermis	Corteza parenquimática	Cilindro central
<i>Altensteinia fimbriata</i>	Uniestraficada con células cuadradas	Células isodiamétricas	Atactostela rodeada por 1 fila de células esclerenquimáticas
<i>Centrogenium roseoalbum</i>	Uniestraficada con células cuadradas	contorno redondeado	Atactostela rodeada por 1 fila de células esclerenquimáticas
<i>Telipogon klotzscheanus</i>	Uniestraficada con células cuadradas	Células isodiamétricas	Atactostela rodeada por 1 fila de células esclerenquimáticas

5.2.4 Pseudobulbo

En corte transversal las especies estudiadas se muestran lo siguiente:

Catasetum planiceps (Fig. 5.2.4)

Corteza parenquimática de 12-16 filas de células con un contorno hexagonal de 1.6 μm de alto por 1,5 μm de ancho. Atactostela con haces vasculares colaterales cerrados.

Govenia utriculata (Fig. 5.2.4)

Corteza parenquimática de 3 – 4 filas de células con un contorno redondeado de 0,32 μm de alto por 0,17 μm de ancho, se observaron cristales tipo rafidios dentro de las células de esta corteza. Atactostela con haces vasculares colaterales cerrados.

Malaxis moritzii (Fig. 5.2.4)

Corteza parenquimática de 3 – 4 filas de células con un contorno redondeado de 0,22 μm de alto por 0,17 μm ancho. Atactostela con haces vasculares colaterales cerrados.

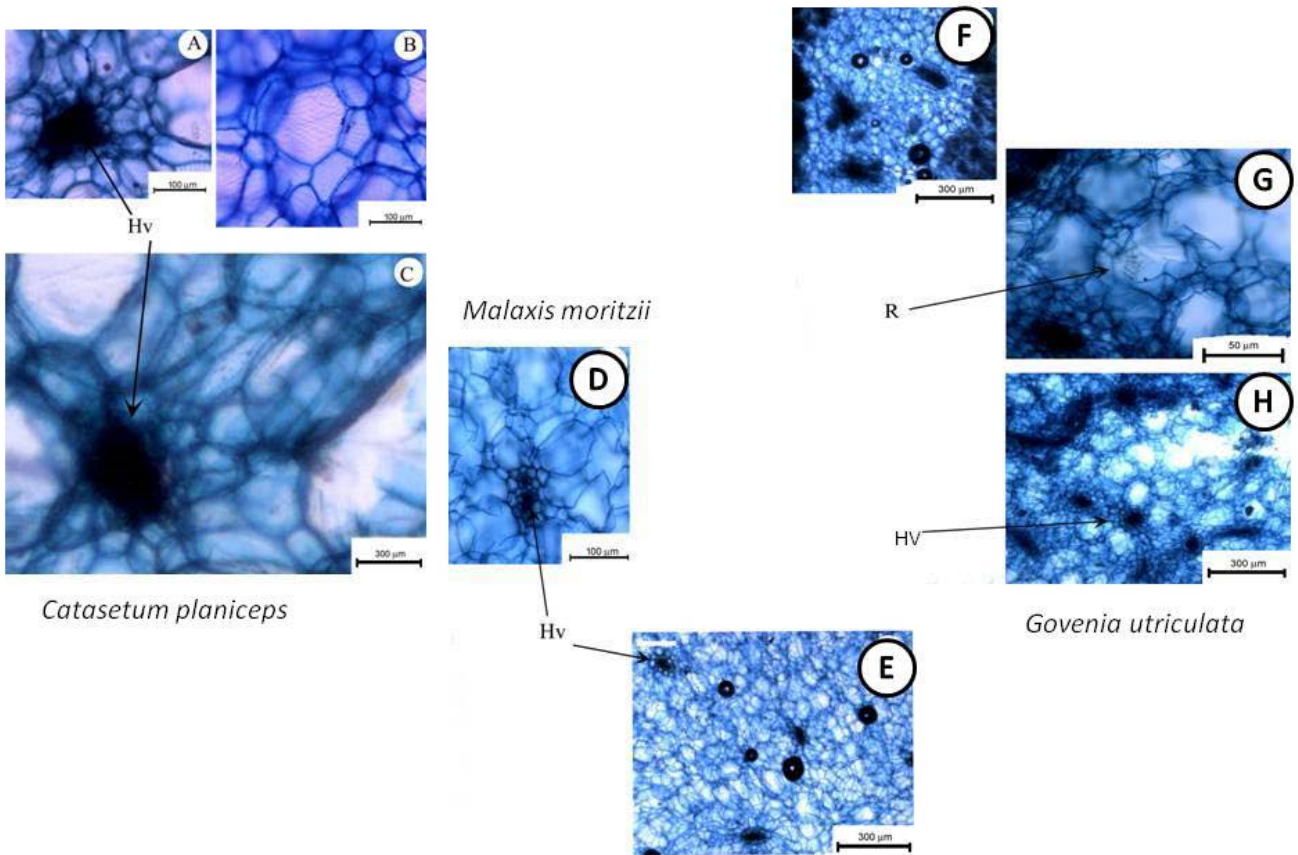


Fig 5.12: Corte transversal del pseudobulbo de *Catasetum planiceps*, *Malaxis moritzii* y *Govenia utriculata*. **A.** Detalle del haz vascular (Hv: haz vascular). **B.** Detalle de la corteza parenquimatica. **C.** Detalle del Haz Vascular en la corteza parenquimatica (Hv: haz vascular). Corte **D.** Detalle del haz vascular (Hv: haz vascular). **E.** Detalle de la corteza parenquimatica. **F.** Detalle del nodule. **G.** Corteza parenquimática con rafidios en su interior. **H.** Corte transversal del pseudobulbo (Hv: haz vascular). (Fotos W. León)

Todas las especies estudiadas presentaron una epidermis uniestratificada con contorno cuadrado y un cilindro central formado por una atactostela con haces vasculares colaterales cerrados.

Capítulo 6. Discusión y conclusión

6.1 Discusión

Las especies estudiadas que son hierbas terrestres, litofitas, muscícolas y rara vez epifitas muestran lo siguiente:

En general, las especies estudiadas presentaron raíces ubicadas en la parte inferior de la planta, excepto en *T. klotzschianus*, en la cual las raíces se encuentran dispuestas a lo largo del tallo/ escapo floral. *Altensteinia fimbriata* y *C. roseo-album* presentan raíces tuberosas, en las cuales acumulan sustancias de reserva para tolerar las condiciones desfavorables que pueden presentarse en el ambiente donde crecen. Las especies que crecen sobre hojarasca, humus o sustrato rocoso, *C. planiceps*, *M. moritzii*, *T. klotzschianus*, *G. utriculata*, presentan raíces de grosor (y velamen) diverso, almacenando sustancias de reserva en los pseudobulbos, en tres de estas especies, y en el caso de *T. klotzschianus*, la cual presenta un crecimiento pseudomonopodial, tallos cortos y hojas gruesas, las raíces, con velamen grueso y apicalmente clorofílicas, se encuentran dispuestas a lo largo del tallo/ escapo floral. Este tipo de raíz en una especie paramera, frecuentemente sometida a condiciones ambientales estresantes, como el viento y las bajas temperaturas, posiblemente permite a la planta absorber una mayor cantidad de agua e incrementar la actividad fotosintética.

Anatómicamente la raíz de *A. fimbriata*, *M. moritzii*, *G. utriculata*, y *C. roseo-album* presentan en común un velamen uniestratificado, mientras que el velamen de las primeras tres presentaron pelos radicales. Este mismo carácter anatómico fue encontrado por Moreira y Dos Santos (2008), quienes reportan la presencia de pelos radicales en el velamen uniestratificado en *Habenaria petalodes*. Por otra parte, Dugarte (2005) considera que la presencia de pelos radicales permite a *Aa* y *Myrosmodes* el aumento en la superficie de absorción hídrica de la raíz, lo cual constituye una estrategia para enfrentar ambientes en donde la disponibilidad de agua u otras sustancias puede ser escasa. Para Peterson & Enstone (1996) las bandas de Caspary imparten características hidrofóbicas que bloquean el movimiento por la vía apoplástica hacia la estela, donde el agua y los solutos son cargados a los vasos del xilema. Las especies estudiadas en esta tesis presentaron endodermis de una sola fila de células, con punteaduras en sus paredes, las cuales se deben a los engrosamientos por donde pasa la banda de Caspary, estas punteaduras actúan como una guía al movimiento de sustancias hacia el cilindro central (Haberlandt, 1884; Lindorf et al., 1991; Raven et al., 1991; Roth, 1991). El periciclo de las especies estudiadas es uniseriado. Stern et al., (1993) mencionan que un periciclo uniseriado y una estela poliarca son características representativas de la tribu Cranichideae a la cual pertenece esta *A. fimbriata*. Por otro lado, entre las diferencias encontradas para las especies estudiadas es la presencia de un velamen pluriestratificado para *C. planiceps* y *T. klotzschianus*, el cual podría ser ventajoso en condiciones de estrés hídrico como la que se da en los páramos y selva semicaducifolia montana, dado que el velamen actúa como una esponja absorbiendo la mayor cantidad de agua.

La corteza parenquimática radical de cada una de las especies estudiadas se diferencian en el número de filas que la componen: 6-10 para *A. fimbriata*; 8-14 para *C. roseo-album*; 9 para *T. klotzschianus*; 6-8 para *C. planiceps*; 8-10 para *G. utriculata*; 8-12 para *M. moritzii*. De acuerdo con Dugarte (2005) una corteza compacta evita la acumulación de agua intercelular por lo que incrementa su resistencia a la congelación, aunque este no es el caso de las especies estudiadas podríamos inferir que las especies que poseen una corteza más compacta acumularan menos agua intercelular. Por otro lado, un bajo número de filas de células en la corteza favorece el rápido flujo de agua al cilindro central (Fanh, 1967; Jenik, 1978, Lindorf et al., 1991). El cilindro central de cinco de las especies estudiadas es una estela poliarca, diferenciándose en el número de polos xilemáticos siendo 9 para *A. fimbriata*; 12 para *C. roseo-album*; 10-14 para *T. klotzschianus*; 10-12 para *C. planiceps* y 10-14 para *G. utriculata*. *M. moritzii* es la única que presenta una estela pentarca. Luque (2004) refiere que un mayor número de polos xilemáticos hace que sea más rápida y eficiente la llegada del agua y los nutrientes al xilema para su rápida conducción al resto de la planta.

En relación a los tallos, las especies estudiadas se pueden dividir en dos grupos: las que presentan tallos primarios no especializados (*A. fimbriata*, *T. klotzschianus* y *C. roseo-album*), y las especies con tallos modificados en pseudobulbos (*C. planiceps*, *G. utriculata*, y *M. moritzii*). La presencia o no de pseudobulbos puede estar correlacionada con la morfología general de la planta. Tres de las especies estudiadas tienen como

órgano principal de almacenaje las raíces, mientras que sus tallos son relativamente delgados, por lo que se infiere que estos tienen como principal función la de sostén y de transporte de sustancias. Por otro lado, tres especies poseen raíces delgadas, por lo que se presume que en ellas la principal función radical es la de transporte, siendo los pseudobulbos el principal órgano de reserva. Los pseudobulbos, órganos cuya principal función es de reserva, están presentes en *C. planiceps*, *G. utriculata* y *M. moritzii* se caracterizan por ser fusiformes, ovoideos o cónicos, y se presume que el tamaño podría estar relacionado con el microambiente que habitan. *Catasetum planiceps* presenta el pseudobulbos en promedio de mayor tamaño, habita microambientes secos y frecuentemente expuestas al sol, mientras que *G. utriculata* y *M. moritzii* presenta pseudobulbos mucho más pequeños estas especies habitan microambientes donde están menos expuestas y más húmedos.

Las especies pertenecientes al grupo con tallos primarios simples, presentaron en común una epidermis uniestratificada y corteza parenquimática de varias filas las cuales están rodeadas por un anillo esclerenquimático. Según Wilson & Loomis (1968) este anillo es un tejido de soporte que rodea a la atactostela, y que ayuda a una mayor eficiencia hídrica, y puede proporcionar mayor soporte a las estructuras en condiciones desfavorables. Las especies con pseudobulbos, presentaron en común una epidermis uniestratificada y una corteza parenquimática de varias filas de células, las cuales le confieren cierta rigidez (Lindorf et al., 1991).

Trewavas (2003) y otros autores resaltan que la hoja es la parte más sensible de la planta que responde a las condiciones del ambiente, razón por la cual muestra alteraciones morfológicas y anatómicas como consecuencia de los efectos del estrés, al producir cambios en la síntesis de proteínas, pared celular, espesor de la cutícula y conductancia estomática. Por otro lado, se considera que los estomas desempeñan un papel vital en el mantenimiento de la homeostasis de la planta y de ahí la importancia de conocer tanto el número como la forma de estos poros así como también los factores que controlan la transpiración (Sánchez-Díaz y Aguirreolea, 1996). En esta investigación se encontraron hojas dispuestas en una roseta basal en *Altensteinia fimbriata*, *Centrogenium roseo-album* y *Govenia utriculata*, mientras que en *Telipogon klotzschianus* y *Catasetum planiceps* son alternas o alterno-dísticas y en *Malaxis moritzii* son generalmente subopuestas. En *Telipogon klotzschianus* se evidencian hojas gruesas, carácter que proporciona rigidez, evita la desecación y la deformación por la acción de los vientos excesivos de los ambientes que habitan (Escalona, 1999; Eames & Mc Daniels, 1947; Fahn, 1974). Las hojas de *C. planiceps*, *Govenia utriculata* y aparentemente en *Malaxis moritzii*, son caducas, cayéndose o secándose sobre la planta en la época de verano cuando hay deficiencia hídrica, siguiendo un patrón biestacional; las de *C. roseo-álbum* sólo caen cuando la sequía es prolongada. *Altensteinia fimbriata* y *Catasetum planiceps* presentan laminas foliares lanceoladas, en *Centrogenium roseo-album* y *Govenia utriculata* son elípticas o elíptico-lanceoladas, en *Telipogon klotzschianus* son ovaladas, y en *Malaxis moritzii* son cordadas.

Las especies estudiadas presentan hojas con una epidermis adaxial y abaxial uniestratificada, hipostomática, nervio medio compuesto de un haz vascular colateral, y mesófilo homogéneo para todas las especies excepto para *T. klotzschianus* la cual presenta un mesófilo diferenciado. Luque et al., (1999) reportan que un mesófilo diferenciado, compacto favorece el transporte más eficiente de agua, y Rada et al., (1985) reportan que algunas especies de páramo evitan que se acumule el agua intercelular, pudiendo catalogarse la presencia de un mesófilo diferenciado como un indicador de xeromorfía, ya que una mayor proporción de parénquima empalizada puede ser estimulado por la exposición a la luz (Dugarte, 2005). Este conjunto de características pudieran indicar que en *T. klotzschianus* ocurre una mayor eficiencia en la toma y mantenimiento de las sustancias que entran a su sistema desde el ambiente.

Entre las diferencias encontradas para las especies estudiadas podemos mencionar la presencia en la hoja de rafidios en *A. fimbriata* y *G. utriculata*, posiblemente son usados como mecanismo de defensa contra los depredadores. Todas las especies estudiadas presentaron estomas hipostomáticos y densidades estomáticas (DE) entre 5,5 y 12,6; estas son variables que están fuertemente influenciadas por la especie en particular, así como por condiciones ambientales tales como sequía y altas concentraciones salinas. Bajo estas condiciones una reducción en la conductancia estomática puede ser beneficiosa para mantener la turgencia en condiciones de escasez de agua.

Roth et al. (1986) reportaron en su estudio de las especies de la selva nublada de Rancho Grande que el valor del índice estomático puede variar dentro de la misma hoja según la parte del limbo que se analice (ápice, media o base), posición de la hoja en la planta y también del ambiente donde crece. Del mismo modo, la densidad estomática parece estar relacionada con ciertas familias de plantas, además de existir relación entre la DE y el tamaño de las células oclusivas, de tal manera que la alta DE se presenta en plantas con células oclusivas

pequeñas y viceversa. Rubino et al. (1989) y Takur (1990) han reportado que la disminución del DE incrementa la resistencia estomática de la planta, la cual limita el exceso de transpiración. Al relacionar los caracteres morfológicos y anatómicos de las hojas de la subtribu *Catasetinae*, Arreaza y Divassón, (1982) resaltan que la presencia de hojas bifaciales, es una característica que está asociada con ambientes secos y que se corresponde con la presencia de hojas caducas.

6.2 Conclusiones

Una vez analizados las características morfológicas y anatómicas evaluadas para cada una de las especies estudiadas, y haber tomado en consideración nuestra hipótesis y objetivos, podemos resumir como características resaltantes de las especies adaptadas a vivir en páramos los siguientes caracteres:

Altensteinia fimbriata

- ✓ Raíces tuberosas, no ramificadas, con velamen uniestratificado y pelos radicales, estela poliarca.
- ✓ Tallo con un anillo esclerenquimático que rodea a la atactostela.
- ✓ Hojas con mesófilo homogéneo.

Telipogon klotzschianus

- ✓ Raíces delgadas con puntas clorofílicas, con velamen de 4 filas de células, estela poliarca.
- ✓ Tallo con anillo esclerenquimático que rodea a la atactostela.
- ✓ Hojas con mesófilo heterogéneo.

Las especies que crecen en la selva semicaducifolia montana y en la selva nublada podrían presentar los siguientes caracteres adaptativos:

Centrogenium roseo-album

- ✓ Raíces tuberosas, no ramificadas, con velamen uniestratificado, estela poliarca
- ✓ Tallo con un anillo esclerenquimático
- ✓ Hojas con mesófilo homogéneo, compacto y caducifolia facultativa.

Catasetum planiceps

- ✓ Raíces delgadas cilíndricas, con velamen de 6-8 filas de células.
- ✓ Tallos secundarios (pseudobulbos) como órgano principal de almacenaje de sustancias
- ✓ Hojas con mesófilo homogéneo y caducifolia.

Govenia utriculata

- ✓ Raíces delgadamente cilíndricas, velamen uniestratificado
- ✓ Tallos secundarios (pseudobulbos) como órgano principal de almacenaje de sustancias
- ✓ Hojas mesófilo homogéneo y caducifolia

Malaxis moritzii

- ✓ Raíces delgadamente cilíndricas, con velamen uniestratificado.
- ✓ Pseudobulbos o cormos como órgano principal de almacenaje de sustancias
- ✓ Hojas con mesófilo homogéneo.

Capítulo 7 Bibliografía

- Ataroff, M. & L. Sarmiento. 2003 Diversidad en Los Andes de Venezuela. I Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida. CD-ROM, Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Bentham, G. & J. D. Hooker. 1883. *Orchideae. Genera et Species Plantarum*. 3(1): 460-636.
- Burns - Balogh, P., H. Robinson & V.A. Funk. 1986. A phylogenetic analysis of the Orchidaceae. *Smithsonian Contr. Bot.* 61:1-71.
- Carnevalli, G., G.A. Romero, E. Noguera y G. Gerlach. 2007. La familia Orchidaceae en Venezuela: Diversidad y Biogeografía. XVII Con. Ven. Bot. Resumen en extenso de la Conferencia.
- Croxdale, J. 2000. Stomatal patterning in Angiosperms. *American Journal of Botany* 87 (8): 1069-1080.
- Dettke, G., A. Márquez y A. Gutierrez. 2007. Anatomía vegetativa de tres especies de *Maxillaria Ruiz* et Pavón (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Biociências* (5): 531-533.
- Dueñas G. H. 2003. Revisión taxonómica de los generos de la Subfamilia Spiranthoideae (Orchidaceae) en Colombia, con sinopsis de las especies. Tesis de Maestría en Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Dressler, R. L & C.H. Dodson. 1960. Classification and Phylogeny in the Orchidaceae. *Ann. Missouri Bot. Gar.* 47:25-68.
- _____ 1981. *The Orchids: Natural History and Classification*. Harvard University Press, Cambridge.
- _____ 1993a. Lady's tresses and relatives, the subfamily Spiranthoideae. In: Dressler, R. L. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family* 111-123. Dioscorides Press. T. R. Dudley, General (Ed). Portland.
- _____ 1993 b. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family*. Cambridge University Press. Cambridge. pp 279
- _____ , J.T. Atwood, J. Garcia – Cruz, L. Sanchez – Saldana, E. Hágsater, C. A. Luer, G. Salazar & M. Soto. 2003. Orchidaceae. 1-595. En: Hammel, Be. M Grayum, C. Herrera y N. Zamora (Eds.) *Manual de plantas de Costa Rica. Monocotiledóneas (Orchidaceae – Zingibeun)*. Vol III.
- Dunsterville, G. C. K. & L. A. Garay. 1959. *Venezuelan Orchids Illustrated*. Vol. I. Andre Deutsch, Holanda. 448 pp.
- Dugarte, B. 2005. Morfoanatomía en la tribu Cranichideae Endlicher (Orchidaceae) de la estación Loma Redonda del Parque Nacional "Sierra Nevada". Mérida-Venezuela. Tesis de pregrado. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Chung, P. 2005. Aspectos generales de las micorrizas. En *Hongos Micorrízicos Comestibles*. INFOR. 55 p.
- Eames & Mc. Daniels. 1947. *An Introduction to Plant Anatomy*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Ernst, A. 1876. *Orchidaceae Venezuelanae* 192-220. In Spence, J. M. (Ed.) *The Land of Bolivar*. Vol II.
- Escalona, A. 1999. Anatomía foliar y del xilema de arbustos con aspecto de gimnosperma en el Parque Nacional Sierra Nevada de Mérida. Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela.
- Ely, F. & R. Luque. 2006. Estudio morfoanatómico comparado de *Eccremis coarctata* (Ruiz & Pav.) Baker (Phormiaceae) en diferentes altitudes de la Cordillera de Mérida. *Plantula*, 4(1): 23-37.
- Ely, F., F. Torres, F. Rada, Y. León. 2007. Estudio morfo-anatómico de dos orquídeas de una selva nublada tropical. *Interciencia*, (6): 410 - 418.
- Fahn, A. 1974. *Anatomía Vegetal*. Editorial Blume. Madrid-España. 643 pp.
- Foldats, E. 1953. Lista de las Orquídeas conocidas en Venezuela. *Annales Universidad Central de Venezuela*. 23: 227-35.
- _____ 1969. Orchidaceae. En: *Flora de Venezuela*. Instituto Botánico, Dirección de Recursos Naturales Renovables. Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas. Vol. 15 (1):1-502.
- _____ 1973. Orchidaceae. En: Lasser, T. (Ed.), *Flora de Venezuela*. Instituto Botánico, Dirección de Recursos Naturales Renovables, MAC., Caracas, Venezuela. Vol.15 (4): 558 pp.
- Freudenstein, J.V. & F.N. Rasmussen. 1999. What does morphology tell us about Orchid relationships? A cladistic analysis. *Amer. J. Bot.* 86 (2) 225-248.
- Garay, L. A. 1963. Evolutionary significance of geographical distribution of orchids. Proc. 4th Int Orchid Conference, Singapore. 170-187 pp.

- Haberlandt, G. 1884. *Physiological Plant Anatomy Today & Tomorrow's*. Printers & Rubbers. New Delhi XVII. 777 pp.
- Hokche, O., P. Berry & O. Huber. 2008. *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela. 859 pp.
- Jenik, J. 1978. Roots and root systems in tropical trees: morphological and ecological aspects. In: Tomlinson, P. B. and Zimmermann, M. H. (Ed). *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lindorf, H., L. De Parisca, & P. Rodríguez. 1991. *Botánica, Clasificación, Estructura, Reproducción*. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas. 584 pp.
- Lindley, J. 1840. *The Genera and Species of Orchideaceous Plants*. Ridways, Piccadilly. London.
- Luque R., Sousa H., & Kraus J. 1996. Métodos de coloração de Roeser (1972) modificado e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alcião 8 GS ou 8GX. *Acta Botânica Brasilica* (10): 199- 212.
- Luque, R., N. L. Menezes & J. Semir. 1999. Anatomía foliar de *Lychnophora* Mart. (Vernoniae: Asteraceae). *Plantula* 2(3): 141-152.
- Mansfield, R. 1937. *Über das System der Orchideaceae*. *Blumea*, suppl. 1:25-37.
- Moreira, A., & R. dos Santos. 2008. Comparative anatomy of the absorption roots of terrestrial and epiphytic orchids. *Brazilian archives of Biology and Technology an International Journal*. Vol.51, n. 1: pp.83-93.
- Morillo. G., B. Briceño y J. Silva. 2011. *Botánica y Ecología de las Monocotiledóneas de los Paramos en Venezuela*. ICAE -Proyecto Páramo Andino. Mérida, Venezuela. Editorial Litorama.
- Oliveira, C. V. M. G. Sajo. 1999. Anatomía foliar de Especies Epífitas de Orchidaceae. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, 22 (3): 365-374.
- Pares, M., M. Arizalera, M. Sanabria. y L. Brito. 2004. Características de los estomas, densidad e índice estomático y su valoración a la injertación en *Annona muricata* L. y *A. mintana* MADFAC. *Bioagro* 16(3): 213-218.
- Peterson, C. A. & D. E. Enstone. 1996. Functions of passage cells in the endodermis and exodermis of roots. *Physiologia Plantarum*, 97: 592–598. doi: 10.1111/j.1399-3054.1996.tb00520.x
- Picupal, N. & A. Thammathaworn. 2008. Leaf and Root Anatomy of *Acriopsis* Reinw. Ex Blume (Orchidaceae) in Thailand. *Kku Sci. J* 36 (sup) 58-63.
- Rada, F., G. Goldstein, A. Azocar, & M. Meinzer. 1985. A freezing avoidance in Andean giant rosette species. *Plant Cell Environ* 8: 501-507.
- Rasmussen, F.N. 1985. Orchids. 249-274. In *The Families of Monocotilodons*. Dalgren RM., T.H.T. Clifford & P.F. Yeo (Eds.) Berlin. Alemania.
- Raven, P. H., R. F. Evert y S. E. Eichhorn. 1991. *Biología de las Plantas*. Editorial Reverté, S. A. Barcelona-España. Tomos I y II.
- Reichembach, H. G. 1884. *Über das System der Orchideen*. *Bull. Cong. Int. Bot. Hort. St. Petersburg*: 39-58.
- Roth, I., T. Mérida y L. Lindrof. 1986. Morfología y anatomía foliar de plantas de la selva nublada de Rancho Grande. pp. 205-241 *In*: O. Huber (Ed). *La selva Nublada de Rancho Grande*. Parque Nacional "Henry Pittier". El ambiente físico, ecología general y anatomía vegetal. Fondo editorial: Acta Científica Venezolana..
- Roth, I. 1991. *Anatomía de las plantas superiores*. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas. Venezuela. 357 pp.
- Rubino, P., E. Tarantino & F. Rega. 1989. Relationship between soil water status and stomatal resistance of tomatoes. *Irrigazione e Drenaggio* 36:9598.
- Sánchez – Díaz. M y J. Aguirreola. 1996. Relaciones hídricas. *In*: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (Eds.). *fisiología y Bioquímica Vegetal*. Edigrafos. Madrid. 49 -90 pp.
- Schlechter, R. 1926. *Das system der orchideeen*. *Notizbl. Bot. gart. Mus. Berlin- Dahlem* 9 (88): 563-591.
- Stern, W. L., F.L.S., M. Morris, W., W. S Judd, A. Pridgeon & R. L. Dressler. 1993. Comparative vegetative anatomy and systematics of *Spiranthoideae* (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 113: 161-197.
- _____ W. S Judd, & B. S. Carlsward. 2004. Systematic and Comparative anatomy of *Maxillarieae* (Orchidaceae), *sans* *Oncidiinae*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 144:251- 274.

- Szlachetko, D. L. 1995. Systema Orchidialium. Fragm. Flor. Geobot. Supplementum 3. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Kraków.
- _____ 2000. Gynostemia Orchidialium I. Apostasiaceae, Cypripediaceae, Orchidaceae (Thelymitroideae, Orchidaceae, Tropidoideae, Spiranthoideae, Neottioideae, Vanilloideae). Acta Botanica Fennica 169: 1-380.
- Takur, P. 1990. Different physiological response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars to drought. Acta Physiologiae Plantarum 12:175-182.
- Trewavas, A. 2003. Aspects of plant intelligence. Annals of Botany. 92: 1-20
- Vermeulen, P. 1966. The system of the orchidales. acta botánica neerlandica. 15: 224-253.
- Wilkinson, H. 1979. The plant surface (mainly leaf): Stoma. In Anatomy of the Dicotyledons. Metcalfe, C. & L. Chalk (Eds.). Vol. I, Clarendon Press. Oxford. USA.
- Wilson, C. & W. Loomis. 1968. Botánica. Tegucigalpa, U.T.E.H.A. 682 p.
- Zimmerman, J. K. 1990. Role of pseudobulbs in growth and flowering of *Catasetum viridiflavum* (Orchidaceae). American Journal of Botany 77(4): 533-54

<http://mobot.org> (Enero 2011)

<http://ipni.org/> (Octubre 2010)