



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD IZTAPALAPA**

Filogenia y taxonomía de las especies mexicanas del género  
*Tectaria* (Tectariaceae–Polypodiopsida) basada en caracteres  
morfológicos

**TESIS**  
Que para obtener el grado académico de  
**MAESTRO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

Biól. Everardo Velázquez Morales

**2163802197**

**Co-directora: Dra. Armida Leticia Pacheco Mota**

**Co-directora: Dra. Jhoana Díaz Larrea**

**Asesora: Dra. Mahinda Martínez y Díaz Salas**

Iztapalpa, Cd. de México, julio 2021

**LA MAESTRÍA EN BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA PERTENECE  
AL PADRÓN NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD DEL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA (CONACYT) DE MÉXICO COMO PROGRAMA CONSOLIDADO**

**ESTA TESIS SE REALIZÓ EN EL LABORATORIO DE BIOSISTEMÁTICA DE HELECHOS Y  
LICOFITAS (AS-016), DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD IZTAPALAPA**

Forma sugerida para citar esta tesis:

Velázquez Morales, E. 2021. Filogenia y taxonomía de las especies mexicanas del género *Tectaria* (Tectariaceae-Polypodiopsida) basada en caracteres morfológicos. Tesis de Maestría. Maestría en Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, Cd. de México ( pp).



**El Jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
de la Unidad Iztapalapa, aprobó la tesis que presentó**

**Biól. Everardo Velázquez Morales**

**El día 28 de Julio de 2021**

**Comité Tutorial y Jurado**

**Codirectora:** Dra. Armida Leticia Pacheco Mota



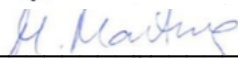
---

**Codirectora:** Dra. Jhoana Díaz Larrea



---

**Asesora:** Dra. Mahinda Martínez y Díaz Salas



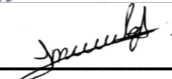
---

**Sinodal:** Dra. Susana Adriana Montaña Arias



---

**Sinodal:** Dr. Luis Manuel Guevara Chumacero



---

**Sinodal:** M. en C. Angélica Martínez Bernal



---

## DEDICATORIA

*A mis Padres J. Everardo Velázquez y María de Jesús Morales y hermanos Eduardo y Paola G. por soportar todos mis cambios de humor durante esta etapa de mi vida, gracias por todo el apoyo y amor que solo ustedes pueden brindarme, porque siempre han sido el mayor ejemplo y motivación para cumplir mis objetivos.*

*A mis amigos de toda la vida y a sus familias; David y Oliver, por escucharme durante tanto tiempo, por su apoyo y su confianza, pero sobre todo por brindarme esa ayuda cuando más la he necesitado.*

*A mis queridas amistades; Amanda, Dalia, Arturo, Laura, Rebeca, Luisa y Ricardo, por nunca dejarme solo en las peores situaciones y por todos sus buenos consejos, gracias.*

*A mi profesor y amigo; Andrés, que me dio la exactitud de cambiar el destino de mi formación académica, gracias por esa oportunidad, por compartir tantas risas, lagrimas y sobre todo, buenas y divertidas aventuras.*

*A todas las personas que han contribuido a mi desarrollo personal y académico, con las que he compartido risas, alegrías, problemas, aventuras y muchas emociones, gracias; Claudia, Osiris, Regina, Carlitos, Cata y Sara, a las que fueron parte del inicio y que dejaron una gran marca en mí, con su cariño y apoyo, gracias Yare.*

*Finalmente a mi abuela, que sin importar las dificultades siempre tuvo una sonrisa, gracias por contagiarnos toda tu fuerza y alegría hasta el final.*

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada para la realización del proyecto de tesis de Maestría en Biología (No. de Beca: 798144).

A la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, por el fuerte compromiso hacia cada uno de sus alumnos.

A las co-directoras, **Dra. Leticia Pacheco Mota**, por su apoyo incondicional, asesoría y oportunidades, por sus consejos tanto en el ámbito profesional como personal, pero sobre todo por la paciencia y la fuerte motivación de seguir adelante. **Dra. Jhoana Díaz Larrea**, gracias por siempre estar al pendiente de cada una de mis necesidades académicas, por su gran apoyo y sabios consejos, además de guiarme en el mundo de la filogenia.

A la **Dra. Mahinda Martínez y Díaz Salas** por aceptar asesorarme en este proyecto de maestría, por sus recomendaciones y el apoyo dentro de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro en la parte de Anatómica.

A los sinodales

**Armando Soto** por acompañarme al campo en Costa Rica, por compartir su gran experiencia y conocimiento sobre Helechos.

**Lourdes Vargas** del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), San José, Costa Rica, por el enorme apoyo con la documentación pertinente para coleccionar en Costa Rica.

A la **Dra. Guillermina González Mancera**, del Laboratorio de Microscopía Electrónica, Laboratorio de Microscopía Electrónica, Anexo de la Facultad de Química, UNAM, por el procesamiento y fotografías de las esporas en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

A los revisores de tesis, **Dr. Luis Manuel Guevera Chumacero**, **Dra. Susana Adriana Montaña Arias** y **M. en C. Angélica Martínez Bernal** por formar parte del jurado.

# CONTENIDO

## Resumen

## Abstract

1. INTRODUCCIÓN .....	11
2. ANTECEDENTES.....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	18
3.1 Preguntas de investigación.....	19
3.2 Hipótesis.....	19
4. OBJETIVO GENERAL .....	20
4.1 Objetivo particulares .....	20
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
5.1 Investigación bibliográfica. ....	21
5.2 Trabajo de herbario. ....	21
5.3 Trabajo de campo. ....	21
5.6 Trabajo de laboratorio.....	23
5.6.1 Anatomía.....	23
5.6.2 Palinología. ....	25
5.7 Trabajo de gabinete.....	25
5.8 Análisis filogenético .....	25
6. RESULTADOS .....	34
6.1 Anatomía.....	34
6.2 Venación.....	63
6.3 Palinología .....	66
6.4 Taxonomía tradicional y distribución .....	69
7. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS .....	101
7.1 Análisis de caracteres.....	120
8. DISCUSIÓN.....	207
9. CONCLUSIONES.....	212
10.PERSPECTIVAS .....	213
11. LITERATURA CITADA .....	214
12. ANEXOS .....	221

## CONTENIDO DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Material usado en el estudio anatómico.....	24
<b>Cuadro 2.</b> Caracteres morfométricos continuos utilizados en el trabajo.....	26
<b>Cuadro 3.</b> Caracteres morfológicos estados de caracteres y su codificación.....	27
<b>Cuadro 4.</b> Caracteres anatómicos utilizados en el trabajo, estados de caracteres y su codificación.....	28
<b>Cuadro 5.</b> Caracteres palinológicos utilizados en el trabajo, estados de caracteres y su codificación.....	29
<b>Cuadro 6.</b> Matriz de caracteres morfométricos continuos de complejos estomáticos.....	30
<b>Cuadro 7.</b> Matriz de caracteres morfológicos.....	30
<b>Cuadro 8.</b> Matriz de caracteres anatómicos. ....	31
<b>Cuadro 9.</b> Matriz de caracteres palinológicos.....	32
<b>Cuadro 10.</b> Caracteres anatómicos del rizoma de las especies estudiadas.....	35
<b>Cuadro 11.</b> Caracteres anatómicos de la raíz de las especies estudiadas.....	38
<b>Cuadro 12.</b> Caracteres anatómicos del pecíolo de las especies estudiadas.....	41
<b>Cuadro 13.</b> Caracteres anatómicos del segmento foliar de las especies estudiadas.....	45
<b>Cuadro 14.</b> Dimensiones de los estomas de cada especie, mínimo (promedio) máximo en $\mu\text{m}$ .....	49
<b>Cuadro 15.</b> Dimensiones del diámetro ecuatorial de las esporas, mínimo (promedio) máximo en $\mu\text{m}$ .....	67
<b>Cuadro 16.</b> Índices de consistencia y retención para cada carácter morfológico.....	101
<b>Cuadro 17.</b> Índices de consistencia y retención para cada carácter anatómico.....	102
<b>Cuadro 18.</b> Índices de consistencia y retención para cada carácter palinológico.....	103
<b>Cuadro 19.</b> Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz de datos combinados de morfología y anatomía.....	107
<b>Cuadro 20.</b> Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz combinada de morfología y palinología.....	108
<b>Cuadro 21.</b> Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz combinada de anatomía y palinología.....	110
<b>Cuadro 22.</b> Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz combinada de morfología, anatomía y palinología.....	113
<b>Cuadro 23.</b> Índices de consistencia y retención globales.....	117
<b>Cuadro 24.</b> Número de caracteres informativos para cada matriz.....	119

## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cortes transversales del rizoma teñidos con azul de toluidina.....	36
<b>Figura 2.</b> Cortes transversales de raíz.....	39
<b>Figura 3.</b> Cortes transversales del pecíolo.....	43
<b>Figura 4.</b> Cortes transversales del raquis.....	46
<b>Figura 5.</b> Cortes transversales del segmento foliar.....	49
<b>Figura 6.</b> Células epidérmicas de <i>Tectaria</i> .....	51
<b>Figura 7.</b> Cortes transversales de <i>Hypoderris nicotianifolia</i> .....	54
<b>Figura 8.</b> Cortes transversales de <i>Lomariopsis maxonii</i> .....	58
<b>Figura 9.</b> Cortes transversales de <i>Oleandra bradei</i> .....	61
<b>Figura 10.</b> Células epidérmicas del grupo hermano y externo.....	62
<b>Figura 11.</b> Segmentos foliares de <i>Tectaria</i> .....	65
<b>Figura 12.</b> Espora de <i>Tectaria</i> .....	68
<b>Figura 13.</b> Mapa de distribución de <i>Tectaria fimbriata</i> y <i>T. panamensis</i> .....	72
<b>Figura 14.</b> Mapa de Distribución de <i>Tectaria heracleifolia</i> .....	77
<b>Figura 15.</b> Mapa de distribución de <i>Tectaria incisa</i> .....	80
<b>Figura 16.</b> Mapa de distribución de <i>Tectaria mexicana</i> y <i>Tectaria</i> sp. 2.....	83
<b>Figura 17.</b> Mapa de distribución de <i>Tectaria transiens</i> y <i>Tectaria vivipara</i> .....	92
<b>Figura 18.</b> Mapa de distribución de <i>Tectaria</i> sp. 1.....	95
<b>Figura 19.</b> Mapa de distribución de <i>Tectaria</i> sp. 3.....	99
<b>Figura 20.</b> Ejemplares de <i>Tectaria</i> .....	100
<b>Figura 21.</b> Árboles obtenidos por métodos heurísticos con las matrices de datos: A) Morfológicos, B) Anatómicos y C) Palinológicos.....	105
<b>Figura 22.</b> Árboles obtenidos por métodos heurísticos con las matrices de datos: A) Morfológicos + Anatómicos, B) Morfológicos + Palinológicos y C) Anatómicos + Palinológicos.....	112
<b>Figura 23.</b> Árbol más parsimonioso generado por métodos heurísticos, con la matriz de datos combinados morfológicos, anatómicos y palinológicos.....	115

## RESUMEN

En el género *Tectaria*, se citan alrededor de 200 especies las cuales se distribuyen en el suroeste de Asia y las islas del Pacífico; para el Neotrópico existen de 25-30 especies, sobre todo en América del Sur. La sistemática del género *Tectaria* se ha construido principalmente bajo un enfoque morfológico. Sin embargo, la alta plasticidad fenotípica de los taxa dificulta el reconocimiento de los caracteres diagnósticos, lo que genera errores cuando se realiza el trabajo de identificación. Mickel y Smith citaron para México ocho especies: *Tectaria fimbriata* (Willd.) Proctor y Lourteig, *T. heracleifolia* (Willd.) Underw., *T. incisa* Cav., *T. mexicana* (Fée) C. V. Morton., *T. panamensis* (Hook.) R. M. Tryon y A. F. Tryon, *T. transiens* (C. V. Morton) A. R. Sm., *T. vivipara* Jeremy y T.G. Walker y *T. trichodes* (C. V. Morton) A. R. Sm, dentro de las cuales se reporta un complejo de especies denominado “Complejo de *Tectaria incisa*”. En el presente trabajo se exploró la filogenia del género *Tectaria* con caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos. Se analizaron 15 taxones y 70 caracteres (21 morfológicos, 35 anatómicos y 14 palinológicos) bajo los criterios de máxima parsimonia. Se generaron 7 matrices: morfológica, anatómica, palinológica, morfológica+anatómica, morfológica+palinológica, anatómica+palinológica y morfológica+palinológica+anatómica, las cuales fueron analizadas en el programa TNT. Con base en los análisis de taxonomía tradicional, se delimitaron 10 taxa para el género *Tectaria*: *Tectaria* sp 1, *Tectaria* sp 2, *Tectaria* sp 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara*, *T. incisa*. Los análisis filogenéticos sugieren la delimitación de 12 entidades taxonómicas: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara*, *T. incisa*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002.

**Palabras clave:** Anatomía, filogenia, morfología, palinología, taxonomía, *Tectaria*

## ABSTRACT

In the genus *Tectaria*, about 200 species are cited which are distributed in southwest Asia and the Pacific islands; for the Neotropics there are 25-30 species, especially in South America. The systematics of the genus *Tectaria* has been built mainly under a morphological approach. However, the high phenotypic plasticity of taxa makes it difficult to recognize diagnostic characters, which generates errors when identification work is carried out. Mickel and Smith cited eight species for Mexico: *Tectaria fimbriata* (Willd.) Proctor and Lourteig, *T. heracleifolia* (Willd.) Underw., *T. incisa* Cav., *T. mexicana* (Fée) C. V. Morton., *T. panamensis* (Hook .) R. M. Tryon and A. F. Tryon, *T. transiens* (C. V. Morton) AR Sm., *T. vivipara* Jeremy and TG Walker and *T. trichodes* (C. V. Morton) A. R. Sm., within which a complex of species called "Complex of *Tectaria incisa*" is reported. In the present work, the phylogeny of the genus *Tectaria* with morphological, anatomical and palynological characters was explored. 15 taxa and 70 characters (21 morphological, 35 anatomical and 14 palynological) were analyzed under the criteria of maximum parsimony. 7 matrices were generated: morphological, anatomical, palynological, morphological + anatomical, morphological + palynological, anatomical + palynological, and morphological + palynological + anatomical, which were analyzed in the TNT program. Based on the traditional taxonomy analyzes, 10 taxa were delimited for the genus *Tectaria*: *Tectaria* sp 1, *Tectaria* sp 2, *Tectaria* sp 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara*, *T. incisa*. Phylogenetic analyzes suggest the delimitation of 12 taxonomic entities: *Tectaria* sp 1, *Tectaria* sp 2, *Tectaria* sp 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara*, *T. incisa*, *T. heracleifolia* 001 and *T. heracleifolia* 002.

**Key words:** Anatomy, phylogeny, morphology, palynology, taxonomy, *Tectaria*



## 1. INTRODUCCIÓN

Los helechos son plantas vasculares con hojas megáfilas o micrófilas, generalmente con prefoliación circinada, dispersión por medio de esporas, el gametofito independiente del esporofito, el esporofito dominante, el origen de las raíces laterales es a partir de la endodermis, generalmente el protoxilema de los brotes es mesarca, con un tapetum plasmodial, un pseudoendosporio, y anterozoides con 30-1000 flagelos (Renzaglia *et al.*, 2000).

Se estima que viven cerca de 11,916 especies de helechos en el mundo (PPG I, 2016) concentradas en áreas tropicales con una gran diversidad de ambientes (Mickel y Smith, 2004). En la clase Polypodiopsida (Helechos) se reconocen cuatro subclases: Equisetidae, Ophioglossidae, Marattiidae y Polypodiidae. En Equisetidae se encuentra solo un orden con una pequeña familia y un único género *Equisetum*; en la subclase Ophioglossidae hay dos órdenes, cada uno con una sola familia; para Marattiidae se cita solo un orden con una familia y seis géneros; dentro de la subclase Polypodiidae se ubican la gran mayoría de la diversidad de helechos, esta subclase reconoce siete órdenes: Osmundales, Hymenophyllales, Gleicheniales, Schizaeales, Salviniales, Cyathales y Polypodiales (PPG I, 2016).

Para México se citan 902 especies y 12 variedades, de las cuales 153 son endémicas (Mickel y Smith, 2004). De acuerdo a la Nom-059-Semarnat-2010 (Semarnat 2010), están citadas 22 especies de las que se encuentran todas las pertenecientes al grupo de helechos arborescentes, *Marattia* y *Psilotum*.

Los helechos se encuentran principalmente en zonas húmedas y oscuras, aunque existen especies adaptadas a un rango amplio de hábitats como bosques tropicales,

de niebla, templados y varios ecosistemas áridos. Los hábitos de los helechos van desde terrestres, rupícolas, epífitos, acuáticos, trepadores, hemiepífitos y arborescentes (Mickel y Smith, 2004).

El uso potencial de los helechos radica en varias aplicaciones: bioacumuladores de metales pesados (Guzmán Cornejo, 2015), indicadores de regiones perturbadas (Rodríguez Romero *et al.*, 2008; Brodribb *et al.*, 2009), ornamentales o alimenticio (Murillo, 1993; Pacheco y Bautista-Rodríguez, 2001); el ornamental es el de más demanda, ya que son frecuentes en jardines, interiores de casas y hoteles; algunas de las especies más cultivadas a nivel mundial son *Adiantum cuneatum* Langsd., *A. macrophyllum* Sw. y *Diplazium proliferum* (Lam.) Thouars (Bird, 1963), para México las más cultivadas son *Lophosoria quadripinnata* (J.F. Gmeil.) C. Chr., *Nephrolepis* spp., *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching.

En segundo lugar se encuentra el uso medicinal, donde destaca *Adiantum capillus-veneris* (L.) Hook, empleado como emoliente, diurético, para la tos y otras afecciones de las vías respiratorias, algunas especies del género *Polypodium* son auxiliares principalmente en hemorragias, astringentes y antiinflamatorias. Para el género *Tectaria* se ha estudiado el potencial antiinflamatorio de la especie *T. cicutaria* (L.) Copel (Choudhari *et al.*, 2013).

## 2. ANTECEDENTES

La familia Tectariaceae (Polypodiopsida) fue descrita por primera vez utilizando caracteres morfológicos y anatómicos por Ching en 1940, ésta incluía los géneros *Amphiblestra* C. Presl, *Arcypteris* Underw., *Ctenitis* (C. Chr.) C. Chr., *Cyclopeltis* J. Sm., *Dictyoxiphium* Hook., *Hemigramma* H. Christ, *Heterogonium* C. Presl, *Lastreopsis* Ching, *Pleocnemia* C. Presl, *Pleuroderris* Maxon, *Pteridrys* C. Chr. y Ching, *Quercifilix* Copel., *Stenosemia* C. Presl y *Tectaria* Cav., desde ese entonces en la familia Tectariaceae ya existía una controversia taxonómica en su descripción con caracteres morfológicos.

En 1947, Holttum, por medio de caracteres morfológicos y anatómicos ubicó a *Tectaria* en la subfamilia Tectarioidea de la familia Dennsteaediaceae incluyendo además los géneros, *Chlamydogramme* Holttum, *Dryopsis* Holttum y Edwards, *Megalastrum* Holttum, *Pseudotectaria* Tardieu-Blot y *Triplophyllum* Holttum. Posteriormente, estos géneros, fueron reubicados en la familia Dryopteridaceae por Tryon y Tryon (1982) basándose en caracteres morfológicos y palinológicos. Este concepto fue confirmado posteriormente por Kramer *et al.* (1990), debido a que morfológicamente estaban más relacionados a *Dryopteris*.

Hasebe *et al.* (1995) encontraron que el género *Tectaria* está más estrechamente relacionado con el género *Oleandra* que con la familia Dryopteridaceae, asociado únicamente en caracteres moleculares. En este trabajo se consideraron varios géneros (*Amphiblestra* C. Presl., *Bathmium* C. Presl., *Camptodium* Fée, *Cardiochlaena* Fée, *Chlamydogramme* Holttum, *Cionidium* T. Moore, *Ctenitopsis* Ching y C. Chr., *Dictyoxiphium* Hook., *Dryomenis* Fée., *Fadyenia* Hook., *Grammatosorus* Regel.,

*Hemigramma* H. Christ., *Heterogonium* C. Presl., *Lenda* Koidz., *Luerssenia* Kuhn., *Luerssen* Kuntze, *Microbrochis* C. Presl., *Phlebiogonium* Fée, *Pleuroderris* Maxon, *Podopeltis* Fée, *Pseudotectaria* Tardieu., *Quercifilix* Copel., *Sagenia* C. Presl. y *Stenosemia* C. Presl.) como sinónimos de *Tectaria* y los autores concluyeron que la familia Tectariaceae era polifilética. Sin embargo, Smith *et al.* (2006), basado en caracteres morfológicos, anatómicos, palinológicos y moleculares reubicaron a *Ctenitis* (C. Chr.) C. Chr., *Dryopteris* Adans. y *Lastreopsis* Ching a la familia Dryopteridaceae y transfirieron al género *Cyclopeltis* J. Sm. a la familia Lomariopsidaceae. Con base en estos resultados los autores concluyeron que la familia Tectariaceae es monofilética. Posteriormente Ding *et al.* (2013) propusieron la transferencia del género monotípico *Psomiocarpa* C. Presl a *Tectaria*, usando caracteres moleculares, por lo que su única especie fue ubicada en *Tectaria* como *T. psomiocarpa* S. Y. Dong.

Christenhusz y Chase (2014) propusieron transferir seis familias, que anteriormente Smith *et al.* (2006) ubicó en el grupo denominado “eupolypoides I”, a la familia Polypodiaceae, y reconocerlas además como subfamilias. Los autores ubicaron a la subfamilia Tectarioideae con los géneros *Aenigmopteris* Holttum, *Arthropteris* J. Sm., *Hypoderris* R. Br. ex Hook., *Pteridrys* C. Chr. y Ching, *Tectaria* Cav. y *Triplophyllum* Holttum.

Recientemente The Pteridophyte Phylogeny Group (PPG I, 2016), realizaron una recopilación de las filogenias realizadas para el grupo de helechos y licofitas en donde proponen la familia Tectariaceae en el suborden Polypodiineae, en esta clasificación la familia cuenta con 7 géneros: *Arthropteris* J.Sm. ex Hook.f., *Draconopteris* Li Bing Zhang y Liang Zhang, *Hypoderris* R. Br., *Malaifilix* Li Bing Zhang y Schuettp., *Pteridrys* C. Chr. y Ching, *Tectaria* Cav. y *Triplophyllum* Holttum.

En el género *Tectaria*, se citan alrededor de 200 especies (PPG I, 2016), éstas con una distribución preferente al suroeste de Asia y las islas del Pacífico. En el Neotrópico existen 25-30 especies, sobre todo en América del Sur, generalmente sobre suelos calizos y a menos de 1500 m.s.n.m. (Mickel y Smith, 2004). Las especies de *Tectaria* pueden crecer en bosques tropicales perennifolios y lugares con algún grado de perturbación (Moran, 1995).

Como en la mayoría de los helechos, la sistemática de *Tectaria* se ha construido principalmente bajo un enfoque morfológico de las especies. Sin embargo, la alta plasticidad fenotípica de las especies dificulta el reconocimiento de los caracteres diagnósticos, lo que genera errores cuando se realiza el trabajo de identificación (Ding *et al.*, 2014).

En el contexto mundial, se han publicado diversos trabajos donde se incluyen las especies del género utilizando caracteres morfológicos (Nayar y Surjit, 1964; Dong, 2010; Rojas y Sanín, 2014; Riverón y Sánchez, 2015) y la combinación de caracteres morfológicos y moleculares (Ding *et al.*, 2014; Moran *et al.*, 2014).

Moran (2008) realizó un estudio sobre los caracteres palinológicos en la familia Polypodiaceae y como éstos se pueden aplicar en la reconstrucción filogenética, en dicho trabajo se generó una matriz con 49 caracteres, de los cuales 46 fueron caracteres vegetativos y tres fueron caracteres palinológicos, aunque estos caracteres contribuyeron a resolver las relaciones intergenéricas, el autor hace la sugerencia de verificar si una codificación de caracteres más finos, como algunas inclusiones esféricas o glomérulos intercalados con la ornamentación gruesa, podría aportar resolución a nivel intragenérico. De igual manera, señala, que es importante extender las observaciones de estos caracteres en un contexto filogenético hacia aquellos

complejos de especies o géneros que se encuentren en una situación taxonómica imprecisa.

Ding *et al.* (2014) realizaron estudios filogenéticos del género *Tectaria* incluyendo 58 especies, 52 del Viejo Mundo y solo cuatro del Neotrópico. Los análisis basados en caracteres morfológicos mostraron que 13 de ellos resultaron homoplásicos. Sin embargo, el patrón que surge de la venación y el número de cromosomas  $x=40$  fueron postulados como caracteres sinapomórficos. Los análisis moleculares confirmaron la monofilesis del género *Tectaria* y los autores finalmente concluyeron que para reconstruir una filogenia más amplia de *Tectaria* es necesario realizar análisis filogenéticos donde se incluyan un mayor número de muestras, en especial ejemplares de América, esto con la finalidad de entender mejor la evolución de los caracteres morfológicos y las relaciones filogenéticas, tanto a nivel intra como intergenérico.

Moran *et al.* (2014) trasladaron dos especies de *Tectaria* al género *Hypoderris*, cercano filogenéticamente, basados en caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos; por la ausencia o presencia de espinas o crestas en el perisporio y caracteres moleculares.

Se han citado tres híbridos en este género: *Tectaria xmichleriana* (D. C. Eaton) Lellinger se asume como un híbrido entre *T. panamensis* y *T. incisa*, incluso Wanger *et al.* (1978) propone separarlo del género *Tectaria*, ubicándolo en *Pleuroderris* Maxon, vale la pena señalar que se tiene un registro de este híbrido para México. Un segundo híbrido *Tectaria xbulbifera* fue descrito en 1985 y constituye un híbrido entre *T. incisa* Cav. y *T. vivipara* Jermy et T. G. Walker, el cual se puede reconocer por tener yemas como en *T. vivipara*, pero éstas son de menor tamaño, este híbrido cuenta con un número cromosómico  $n=120$ , por lo que es un triploide. El tercer híbrido fue descrito

por Gómez (1977) donde considera que, tanto *Tectaria draconoptera* (D. C. Eaton) Copel., como *Tectaria nicotianifolia* (Baker) C. Chr. (= *Hypoderris nicotianifolia* (Baker) R. C. Moran, hibridizan con *Tectaria nicaraguensis* (E. Fourn) C. Chr., para generar el híbrido *Tectaria xcyntbiae* L. D. Gómez, que presenta como principales características un pecíolo densamente escamoso y la lámina irregular y lobada.

Mickel y Smith, (2004) citaron para México ocho especies de *Tectaria*: *T. fimbriata* (Willd.) Proctor y Lourteig, *T. heracleifolia* (Willd.) Underw., *T. incisa* Cav., *T. mexicana* (Fée) C. V. Morton., *T. panamensis* (Hook.) R. M. Tryon y A. F. Tryon, *T. transiens* (C. V. Morton) A. R. Sm., *T. vivipara* Jeremy y T.G. Walker y *T. trichodes* (C. V. Morton) A. R. Sm.

En México, los estudios sobre el género *Tectaria* se han orientado hacia trabajos florísticos (Mickel y Smith, 2004), anatómicos (Velázquez, 1983; Velázquez-Morales, 2016), palinológicos (Velázquez-Morales, et al., 2016) y sobre el desarrollo de gametofitos (Pérez y Mendoza. 2005).

### 3. JUSTIFICACIÓN

Donoghue y Sanderson (1992) sugieren que el uso de los caracteres morfológicos en las reconstrucciones filogenéticas contribuye de manera significativa a aumentar el soporte de los árboles filogenéticos. Dichos autores comentan que al considerar caracteres morfológicos en análisis filogenéticos con problemas de soporte y basados en caracteres moleculares, se podrían resolver porciones no resueltas de dichas topologías, o dar lugar a un cambio en la topología de un área que no esté fuertemente apoyada por datos moleculares.

Pryer *et al.* (1995) también resaltaron el apoyo significativo de los análisis filogenéticos basados en caracteres morfológicos. Comentaron que éstos proporcionan un mayor soporte en la base de los árboles y son complementarios a los caracteres moleculares que por sí solos no dan suficiente soporte a las relaciones entre los taxones basales. Por otra parte, comentan que las hipótesis filogenéticas robustas generadas con un amplio conjunto de datos morfológicos puede conducir a una clasificación moderna que utiliza sinapomorfías morfológicas y recomiendan realizar estudios comparativos de la morfología, ya que este tipo de trabajos genera caracteres adicionales y favorece la identificación de homoplasias.

Debido a los problemas sobre la delimitación de las especies incluidas en el género *Tectaria* y en géneros cercanos, la importancia de este trabajo está basada en establecer la filogenia de las especies de *Tectaria* que crecen en México usando caracteres morfológicos, lo cual permitirá estudiar las relaciones de parentesco en el género y la familia.



Con base en lo planteado, es necesario contar con trabajos en los cuales se describa la variabilidad fenotípica de las especies mexicanas de *Tectaria* y se ilustren los caracteres que delimitan a éstas.

Para resolver el problema señalado en el presente trabajo se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

### **3.1 Preguntas de investigación**

¿Se podrá realizar una delimitación de las especies mexicanas de *Tectaria* utilizando caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos?

¿Cuáles y cuántos caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos podrán delimitar y definir las especies del género *Tectaria*?

¿Se podrá resolver la problemática del complejo *Tectaria incisa* dentro del género?

### **3.2 Hipótesis**

Si se utilizan caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos, se podrán establecer las relaciones de parentesco y la delimitación de cada especie de *Tectaria* estudiada.

## 4. OBJETIVO GENERAL

Estudiar la taxonomía y filogenia del género *Tectaria* (Tectariaceae-Polypodiopsida) en México, basado en caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos.

### 4.1 Objetivo particulares

1. Reunir la información taxonómica, nomenclatural y la pertinente para cada estudio, para proporcionar información distintiva entre las especies de *Tectaria*, a nivel género y de géneros relacionados tales como: *Hypoderris*, *Lomariopsis* y *Oleandra*.
2. Llevar a cabo estudios anatómicos y palinológicos de las especies del género *Tectaria* y de géneros relacionados para un mejor entendimiento de las relaciones filogenéticas, taxonómicas y geográficas entre las especies de los géneros involucrados en el estudio.
3. Elaborar hipótesis filogenéticas a partir de los datos morfológicos y realizar un análisis de caracteres en los diferentes cladogramas obtenidos.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Investigación bibliográfica.

Se revisó la literatura taxonómica, nomenclatural, anatómica y palinológica publicada y relacionada con el género *Tectaria*.

### 5.2 Trabajo de herbario.

Se revisaron 1243 ejemplares de herbario del género *Tectaria*, incluyendo grupo hermano y grupos externos; depositados en los herbarios: Herbario Nacional de Costa Rica (CR), Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCME), Herbario Nacional de México (MEXU), Herbario de la Universidad Autónoma de Querétaro (QMEX) y Herbario de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMIZ), para hacer las descripciones. Para la elaboración de los mapas de distribución para cada taxa estudiado se tomaron los datos de los ejemplares de herbario y del trabajo de campo, los cuales se generaron en el programa QGIS (2018).

### 5.3 Trabajo de campo.

Se recolectó el material con base en la información obtenida en la literatura y de material depositado en los diferentes herbarios (CR, ENCB, FCME, MEXU, QMEX) y UAMIZ). La recolección y preparación de ejemplares de herbario de las diferentes especies de *Tectaria*, grupo hermano y el grupo externo se realizó según lo recomendado por Lorea y Riba (1990). Las especies de *Tectaria* se recolectaron en San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Yucatán y Chiapas. Procurando

que por cada especie se muestrearon la mayor cantidad de poblaciones; *Tectaria panamensis* y *T. transiens*, fueron recolectadas en una sola población dentro Chiapas; *Tectaria fimbriata*, se recolectó solo en una localidad en Yucatán. *T. vivipara* y *T. incisa*, se recolectaron en cinco poblaciones dentro de Chiapas (1), Veracruz (2), Oaxaca (1) y Tabasco (1); *T. mexicana*, fue recolectada en seis poblaciones distribuidas en Chiapas (4) y Oaxaca (2). *T. heracleifolia* se recolectó en 13 poblaciones a lo largo de San Luis Potosí (4) , Veracruz (2), Tabasco (1), Yucatán (1), Puebla (1), Chiapas (2) y Oaxaca (2). Cabe señalar que *Tectaria trichodes* y *Tectaria Xnichleriana* no se trabajaron en este estudio debido a que no se encontraron las plantas en las localidades mencionadas para México y tampoco estaban depositadas en los herbarios citados. El grupo hermano y el externo se recolectaron en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica.

Los ejemplares para el estudio anatómico fueron recolectados en campo, los cuales se cortaron en pequeñas secciones y se fijaron en alcohol al 70% en frascos de plástico.

Para los estudios palinológicos se recolectaron esporas del material obtenido en campo, se tomaron fragmentos de los segmento foliares fértiles, los cuales se guardaron en sobres de papel, o bien las esporas fueron obtenidas de ejemplares de herbario, cuando el material recolectado no se encontró fértil.

## 5.6 Trabajo de laboratorio.

### 5.6.1 Anatomía.

Se realizaron cortes transversales a mano alzada de cada uno de los órganos de las plantas previamente fijadas en alcohol al 70%; rizoma, raíz, pecíolo basal, pecíolo medio, pecíolo apical, raquis, costa, cóstula con el segmento foliar. Cada corte fue teñido con azul de toluidina y safranina-verde rápido de acuerdo con Sass (1961), también se utilizaron colorantes como lugol para observar carbohidratos, sudán IV para lípidos, fluoroglucina ácida para lignina y azul mercúrico de bromofenol para proteínas; posteriormente fueron fotografiados.

Para los análisis de células epidérmicas y estomas se tomaron fragmentos foliares de 1 cm<sup>2</sup> de las pinnas medias. Se aclararon en una solución acuosa de hidróxido de potasio al 6% de 4-7 días, hasta eliminar la mayor parte de la clorofila, con una aclaración final en una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 6%. Se tiñeron con safranina alcohólica al 1% y se fotografiaron en un microscopio Carl Zeiss VE-M5LCD. El tamaño de las células oclusivas, subsidiarias y epidérmicas se determinó tomando 25 lecturas al azar de cada ejemplar en el programa Sigma Scam Pro 2005. Los estomas adultos se describen según el criterio de Van Cotthem (1970a, 1970b). El material usado en este estudio se incluye en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Material usado en el estudio anatómico.

<b>Taxa</b>	<b>Colector</b>	<b>Lugar de recolección</b>	<b>Herbario</b>
<i>T. fimbriata</i> (Willd.) Proctor y Lourteig	Velázquez Morales 38	Yucatán	UAMIZ
<i>T. heracleifolia</i> (Willd.) Underw.	Velázquez Morales 25	Puebla	UAMIZ
<i>T. incisa</i> Cav.	Velázquez Morales 35	Veracruz	UAMIZ
<i>T. mexicana</i> (Fée) C. V. Morton	Velázquez Morales 11	Oaxaca	UAMIZ
<i>T. panamensis</i> (Hook.) R. M. Tryon y A. Tryon	Velázquez Morales 51	Chiapas	UAMIZ
<i>T. transiens</i> (C.V. Morton) A.R. Sm.	Velázquez Morales 50	Veracruz	UAMIZ
<i>T. vivipara</i> Jermy y T.G. Walker	Velázquez Morales 36	Veracruz	UAMIZ
<i>T. heracleifolia</i> 001	Velázquez Morales 41	San Luis Potosí	UAMIZ
<i>T. heracleifolia</i> 002	Velázquez Morales 42	San Luis Potosí	UAMIZ
<i>Tectaria</i> sp. 1	Velázquez Morales 43	San Luis Potosí	UAMIZ
<i>Tectaria</i> sp. 2	Velázquez Morales 44	San Luis Potosí	UAMIZ
<i>Tectaria</i> sp. 3	Velázquez Morales. 5	Oaxaca	UAMIZ
<i>Hypoderris nicotianifolia</i> (Baker.) C. Chr.	Velázquez Morales 63	Costa Rica	UAMIZ, CR
<i>Lomariopsis maxonii</i> (Underw.) Holttum	Velázquez Morales 61	Costa Rica	UAMIZ, CR
<i>Oleandra bradei</i> H. Christ	Velázquez Morales 59	Costa Rica	UAMIZ, CR

### 5.6.2 Palinología.

Para este estudio se tomaron las esporas del material recolectado en campo y de los ejemplares depositados en los herbarios CR, ENCB, FCME, MEXU, QMEX y UAMIZ. Éstas fueron colocadas en una cinta de carbón sobre un bastón de aluminio; se cubrieron con oro y carbón, las micrografías fueron tomadas por un microscopio de barrido Joel FESEM 7600. Para obtener el diámetro de las esporas, éstas se tomaron directo de los esporangios, los cuales se colocaron sobre una gota de gelatina glicerinada, posteriormente se protegió con un portaobjetos, el tamaño de las esporas se determinó tomando 25 lecturas al azar de cada ejemplar en el programa Sigma Scan Pro 2005. Las descripciones de las esporas se realizaron de acuerdo a Tryon y Lugardon (1991).

### 5.7 Trabajo de gabinete.

Los ejemplares de respaldo se identificaron, se montaron y se depositaron en el Herbario Metropolitano (UAMIZ), para realizar las descripciones correspondientes.

### 5.8 Análisis filogenético

Se incluyeron en el análisis un total de 15 taxa, donde los grupos externos (*Lomariopsis maxonii* (Underw.) Holttum y *Oleandra bradei* Cristo) y el grupo hermano (*Hypoderris nicotianifolia* (Baker) R.C. Moran) fueron seleccionados con base en Moran *et al.* (2014).

Se analizaron un total de 70 caracteres de los cuales 9 fueron caracteres continuos. Del total de caracteres: 21 son morfológicos, 35 anatómicos y 14 palinológicos. Se generaron 7 matrices: a) matriz de caracteres morfológicos, b) matriz de caracteres

anatómicos, c) matriz de caracteres palinológicos, d) matriz combinada de caracteres morfológicos con anatómicos, e) matriz combinada de caracteres morfológicos con palinológicos, f) matriz combinada de caracteres anatómicos con palinológicos, y g) matriz combinada de caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos. La codificación de los caracteres y matrices se detallan en los Cuadros 2 - 9.

**Cuadro 2.** Caracteres morfométricos continuos utilizados en el trabajo.

Carácter	Codificación	Valor real	Valor ajustado a Log <sub>10</sub>
1. Largo del poro estomático	LO	15.73728742	1.173
2. Ancho del poro estomático	AO	3.0547149	0.478
3. Largo de la célula oclusiva	LCO	36.37304162	1.549
4. Ancho de la célula oclusiva	ACO	23.97896498	1.370
5. Largo de la célula acompañante	LCA	59.9444095	1.762
6. Ancho de la célula acompañante	ACA	54.22275055	1.719
7. Largo célula epidérmica	LCE	69.2177422	1.816
8. Ancho célula epidérmica	ACE	34.41915556	1.528
9. Largo del polo ecuatorial de la espora	LPE	38.9281041	1.588

El valor ajustado se realizó debido a los requerimientos del programa TNT para realizar los análisis filogenéticos.



**Cuadro 3.** Caracteres morfológicos estados de caracteres y su codificación.

Carácter	Codificación	Estado del carácter
10. Tipo de Hoja	DF	(0) Dimorfa, (1) Monomorfa
11. División de lámina	DL	(0) Pinnada-pinnatífida, (1) Lobada a pinnada, (2) Entera
12. Relación de tamaño del pecíolo con la lámina	RPL	(0) Corto o ausente, (1) Casi tan largo como la lámina, (2) De 1-2 veces más larga que la lámina
13. Aréolas con venillas incluidas	ACN	(0) Presentes, (1) Ausentes
14. Presencia de pelos en raquis y costa	PR	(0) Ausentes, (1) Presentes
15. Presencia de escamas en el rizoma	PER	(0) Ausentes, (1) Presentes
16. Color de escamas en el rizoma	CER	(0) Bicoloras, (1) Concoloras
17. Tipo de rizoma	TR	(0) Rastrero, (1) Semi-erecto, (2) Erecto
18. Forma de los soros	FS	(0) Acrosticoide, (1) Alargados, (2) Redondeado
19. Presencia de indusio	PI	(0) Ausente, (1) Presente
20. Tipo de Indusio	TI	(0) Sin indusio, (1) Lineal, (2) Peltado, (3) Reniforme
21. Presencia de yemas	PY	(0) Ausente, (1) Presente
22. Margen de la lámina apical	MLF	(0) Repando, (1) Entero, (2) Dentado-aserrado
23. Forma de la base del segmento apical	FBSA	(0) Cordiforme, (1) Cuneada, (2) Decurrente
24. Presencia de pares de pinnas	PPP	(0) Ausente, (1) Presente
25. Número de pares de pinnas	NPP	(0) Sin pares, (1) 7-19 pares, (2) 1-4 pares, (3) 3-7 pares
26. Tipo de hábitos	TH	(0) Hemiepífito, (1) Epífito, (2) Terrestre, (3) Rupícula
27. Tipo de venación	TV	(0) Libres, (1) Reticuladas
28. Pecíolo sulcado	PS	(0) Ausente, (1) Presente
29. Posición de los soros	PSS	(0) Acrosticoide, (1) Marginales, (2) Dispersos
30. Raquis alado	RA	(0) Ausente, (1) Presente
31. Porcentaje de venillas incluidas	PVI	(0) 0%, (1) 1-15%, (2) mayor 15%

**Cuadro 4.** Caracteres anatómicos utilizados en el trabajo, estados de caracteres y su codificación.

Carácter	Codificación	Estado del carácter
32. Número de meristelas en el rizoma	NM	(0) 5-9, (1)10-12, (2) 13-14
33. Forma de la meristela en el rizoma	FM	(0) Alargada, (1) Circular
34. Número de hileras de periciclo en el rizoma	NHP	(0) 2-3, (1) 1-2
35. Conjunto de esclereidas en el rizoma	CE	(0) Ausencia, (1) Presencia
36. Cutícula gruesa en el rizoma	CG	(0) Ausencia, (1) Presencia
37. Células de metaxilema en raíz	CMR	(0) 3-4, (1) 5-6
38. Células de protoxilema en contacto con el periciclo de la raíz	CPP	(0) 2-4, (1) 5-6
39. Hileras de células del periciclo en la raíz	HCP	(0) 1, (1) 1-2
40. Córtez con parénquima y células con engrosamientos pardos en la raíz	CPEP	(0) Ausentes, (1) Presente
41. Córtez con parénquima y esclerénquima en la raíz	CPE	(0) Ausencia, (1) Presencia
42. Córtez con parénquima en la raíz	CP	(0) Ausente, (1) Presente
43. Configuración del xilema en el pecíolo	CX	(0) Media luna, (1) Tuba, (2) Huella, (3) Alargada
44. Haces vasculares rodeados por esclerénquima en el pecíolo	HVE	(0) Ausentes, (1) Presentes
45. Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis en el pecíolo	CCE	(0) Ausentes, (1) Presentes
46. Cutícula en el pecíolo	Ct	(0) Gruesa, (1) Delgada
47. Número de haces vasculares en la costa	NHVC	(0) 1, (1) 2, (2) 3-5
48. Configuración del xilema en la costa	CXC	(0) Ovalada, (1) Triangular, (2) "W"
49. Esclereidas rodeando el haz vascular del rizoma	ERHR	(0) Ausencia, (1) Presencia
50. Número de haces vasculares del pecíolo basal	NHPB	(0) 8-9, (1) 5-7, (2) 2
51. Número de haces vasculares del pecíolo medio	NHPM	(0) 7-8, (1) 5-6, (2) 2-3
52. Número de haces del pecíolo apical	NHPF	(0) 5-6, (1) 1-2, (2) 3-4
53. Células pardas rodeando el haz vascular del segmento foliar	CPHVS	(0) Ausentes, (1) Presentes
54. Esclerénquima rodeando el haz vascular del segmento foliar	ERHSF	(0) Ausente, (1) Presente
55. Presencia de pelos ctenitoides en el segmento foliar	PPCSF	(0) Ausencia, (1) Presencia
56. Posición de los pelos ctenitoides en el segmento foliar	PCF	(0) sin pelos, (1) Adaxial, (2) Adaxial y abaxial
57. Presencia de drusas en segmento foliar	PDSF	(0) Ausencia, (1) Presencia

**Cuadro 5.** Caracteres palinológicos utilizados en el trabajo, estados de caracteres y su codificación.

Carácter	Codificación	Estado del carácter
58. Longitud de la apertura	LA	(0) $\frac{3}{4}$ del cuerpo de la espora, (1) $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ del cuerpo de la espora
59. Tipo de alas en las esporas	TAE	(0) Alas prominentes, (1) Alas pequeñas, (2) Sin alas
60. Perisporio equinado	PE	(0) Ausente, (1) Presente
61. Pliegues en el perisporio	PP	((0) Ausente, (1) Presente
62. Grosor de los pliegues	PG	(0) Sin pliegues, (1) Delgados, (2) Gruesos
63. Superficie de la espora perforada	SEP	(0) Ausencia, (1) Presencia
64. Espacio entre los pliegues	EEP	(0) Sin pliegues, (1) Poco espacio, (2) Mucho espacio
65. Elemento entre los pliegues	EEPR	(0) Sin pliegues, (1) Reticulados, (2) Microequinados
66. Perisporio con pilares	IPP	(0) Ausente, (1) presente
67. Perisporio equinado	IPE	(0) Ausente, (1) Presente
68. Pliegues cavados equinados	PCE	(0) Ausente, (1) Presente
69. Forma de la espora	FE	(0) Esférica, (1) Elipsoidal
70. Pliegues con espinas	PLE	(0) Ausente, (1) Presente

**Cuadro 6.** Matriz de caracteres morfométricos continuos de complejos estomáticos.

	LO	AO	LCO	ACO	LCA	ACA	LCE	ACE	LPE
<i>Lomariopsis maxonii</i>	1.356	0.612	1.698	1.472	1.914	1.863	1.716	1.532	1.733
<i>Oleandra bradei</i>	1.18	0.43	1.555	1.43	1.8	1.653	2.206	1.444	1.698
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	1.36	0.483	1.719	1.554	1.891	1.803	1.878	1.602	1.429
<i>T. incisa</i>	1.01	0.438	1.373	1.239	1.58	1.607	1.594	1.384	1.599
<i>T. mexicana</i>	0.889	0.332	1.382	1.228	1.586	1.585	1.596	1.334	1.585
<i>T. vivipara</i>	1.037	0.436	1.463	1.277	1.692	1.64	1.81	1.468	1.583
<i>T. heracleifolia</i>	1.014	0.37	1.43	1.265	1.627	1.595	1.732	1.52	1.618
<i>T. fimbriata</i>	1.247	0.584	1.628	1.442	1.896	1.828	1.931	1.679	1.586
<i>T. transiens</i>	1.194	0.53	1.556	1.354	1.693	1.666	1.739	1.504	1.505
<i>T. panamensis</i>	1.39	0.626	1.739	1.548	1.935	1.867	1.886	1.63	1.628
<i>Tectaria</i> sp. 3	1.186	0.449	1.564	1.334	1.796	1.747	1.803	1.569	1.636
<i>T. heracleifolia</i> 001	1.162	0.399	1.535	1.347	1.807	1.787	1.851	1.587	1.548
<i>T. heracleifolia</i> 002	1.248	0.561	1.548	1.363	1.776	1.747	1.851	1.604	1.537
<i>Tectaria</i> sp 1	1.129	0.433	1.514	1.343	1.728	1.723	1.805	1.529	1.514
<i>Tectaria</i> sp. 2	1.199	0.481	1.531	1.35	1.714	1.681	1.833	1.542	1.561

**Cuadro 7.** Matriz de caracteres morfológicos.

	DF	DL	RPL	ACN	PR	PER	CER	TR	FS	PI	TI	PY	MLF	FBSA	PPP	NPP	TH	TV	PS	PSS	RA	PVI
<i>Lomariopsis maxonii</i>	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
<i>Oleandra bradei</i>	1	2	0	1	0	0	?	0	2	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	1	1	2	0	0	0	?	0	2	0	0	0	0	1	1	2	2	1	1	2	1	1
<i>T. incisa</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	2	1	3	0	1	2	1	3	2	1	1	2	0	2
<i>T. mexicana</i>	1	0	1	1	1	1	1	2	2	1	3	0	2	2	1	3	2	1	1	2	0	1
<i>T. vivipara</i>	1	1	2	0	1	1	1	1	2	1	3	1	2	2	1	3	2	1	1	2	0	2
<i>T. heracleifolia</i>	1	1	1	0	1	1	1	2	2	1	2	0	2	0	1	2	2	1	1	2	0	2
<i>T. fimbriata</i>	1	1	2	0	1	1	1	1	2	1	3	0	2	0	1	2	3	1	0	2	0	1
<i>T. transiens</i>	1	1	1	0	1	1	1	2	2	1	3	0	2	1	1	3	2	1	1	2	0	2
<i>T. panamensis</i>	0	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	2	1	1	1	0	2
<i>Tectaria</i> sp. 3	1	1	1	0	1	1	1	2	2	1	3	0	2	2	1	3	2	1	1	2	0	2
<i>T. heracleifolia</i> 001	1	1	1	0	1	1	0	2	2	1	2	0	2	1	1	2	2	1	1	2	0	2
<i>T. heracleifolia</i> 002	1	1	1	0	1	1	0	2	2	1	2	0	2	1	1	2	2	1	1	2	0	2
<i>Tectaria</i> sp. 1	1	1	1	0	1	1	0	2	2	1	2	0	2	2	1	2	2	1	1	2	0	2
<i>Tectaria</i> sp. 2	1	1	1	0	0	1	0	2	2	1	2	0	2	0	0	0	2	1	1	2	0	2

**Cuadro 8.** Matriz de caracteres anatómicos.

	NM	FM	NHP	CE	CG	CMR	CCP	HCP	CPEP	CPE	CP	CX	HVE	CCE	Ct	NHVC	CXC	ERHR	NHPB	NHPM	NHPF	CPHVS	ERHSF	PPCSF	PCF	PDSF
<i>Lomariopsis maxonii</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Oleandra bradei</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	?	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>T. incisa</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	1	2	0	0	1	1	2	1	0	1	1	0
<i>T. mexicana</i>	2	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
<i>T. vivipara</i>	2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	1	1	2	0	0	1	1	0
<i>T. heracleifolia</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	1	0	1	1	2	1	0	1	1	1
<i>T. fimbriata</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	3	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	0	1	2	1
<i>T. transiens</i>	2	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	2	0	1	0	2	0	0	1	1	2	0	0	1	1	1
<i>T. panamensis</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
<i>Tectaria</i> sp. 3	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>T. heracleifolia</i> 001	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>T. heracleifolia</i> 002	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	2	1	0	1	1	1
<i>Tectaria</i> sp. 1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	1	1
<i>Tectaria</i> sp. 2	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0

**Cuadro 9.** Matriz de caracteres palinológicos.

	LA	TAE	PE	PP	PG	SEP	EEP	EEPR	IPP	IPE	PCE	FE	PLE
<i>Lomariopsis maxonii</i>	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0
<i>Oleandra bradei</i>	0	1	1	1	1	0	2	2	1	0	0	0	0
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	1	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>T. incisa</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>T. mexicana</i>	1	1	0	1	1	0	2	1	0	1	1	1	0
<i>T. vivipara</i>	1	2	0	1	2	0	2	2	0	1	1	1	1
<i>T. heracleifolia</i>	1	2	0	1	2	1	1	2	0	1	0	1	1
<i>T. fimbriata</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>T. transiens</i>	1	2	0	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1
<i>T. panamensis</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Tectaria</i> sp. 3	1	2	0	1	2	0	1	2	1	0	1	0	0
<i>T. heracleifolia</i> 001	1	2	0	1	2	1	2	2	0	1	1	1	1
<i>T. heracleifolia</i> 002	1	2	0	1	2	1	2	1	0	1	0	1	1
<i>Tectaria</i> sp. 1	1	2	0	1	2	1	2	1	0	1	1	0	1
<i>Tectaria</i> sp. 2	1	2	0	1	2	1	2	1	0	1	0	1	1

Los análisis filogenéticos se realizaron bajo el principio de máxima parsimonia (MP), utilizando el programa TNT sin límite de taxones (Goloboff *et al.* 2008). Las búsquedas se llevaron a cabo utilizando los árboles de Wagner, con 1000 interacciones, guardando 10 árboles por réplica, con el algoritmo Tree Bisection Reconnection (TBR).

Las matrices de datos combinados fueron evaluadas utilizando la prueba ILD (incongruence length difference) (Farris *et al.*, 1994), implementado en PAUP como la prueba de partición homogénea. La prueba ILD evalúa la diferencia entre el número de pasos requeridos para el análisis individual y el combinado. Cuando el valor de  $p > 0.05$  indica la pérdida de incongruencia en los datos y, por tanto, las matrices evaluadas pueden ser combinadas.

Se evaluó la estabilidad de las ramas internas en los cladogramas mediante análisis

de bootstrap (Felsenstein, 1985) implementados en TNT. Se realizaron 1000 réplicas en los análisis de Máxima Parsimonia.

En el programa TNT se calcularon los índices de consistencia de homoplasia (IH) y retención, globales y para cada carácter. En el caso del índice de consistencia y el índice de retención se calculó el valor para la matriz general (IC, IR), y para cada carácter de manera individual (ic, ir). Los árboles fueron enraizados por comparación con los grupos externos que fueron seleccionados teniendo en cuenta las relaciones filogenéticas cercanas con el grupo interno. En el mismo programa se realizó el análisis de evolución de caracteres, para cada carácter estudiado.

Vale la pena destacar que se aplicaron dos conceptos de especie para delimitar las entidades taxonómicas estudiadas; como primer concepto se aplicó el morfológico; que se refiere a grupos cuyos límites son diagnosticados por discontinuidades en características críticas, definibles cualitativa o cuantitativamente de las muestras disponibles (Haufler, 1989). El segundo concepto de especie que se utilizó fue el filogenético para delimitar las entidades taxonómicas. Mishler y Theriot (2000) sugieren que una especie es el menor taxón reconocido en una clasificación filogenética. En este tipo de clasificación, los organismos se agrupan en especies por evidencias de monofiletismo, en vez de a un nivel más alto porque son el menor grupo monofilético que merece un reconocimiento formal a causa del grado de apoyo para su monofiletismo y/o a causa de su importancia en los procesos biológicos que operan en el linaje en cuestión.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Anatomía

Se estudió la anatomía de diez especies del género *Tectaria*; *T. fimbriata* (Willd.) Proctor y Lourteig., *T. heracleifolia* (Willd.) Underw., *T. incisa* Cav., *T. mexicana* (Fée) C. V. Morton., *T. panamensis* (Hook) R.M. Tryon y A.F. Tryon., *T. transiens* (C.V. Morton) A.R. Sm., y *T. vivipara* Jermy y T.G. Walker. *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3; debido a la alta variabilidad fenotípica de *T. heracleifolia*, se tomaron tres muestras de diferentes ejemplares y poblaciones dos de San Luis Potosí y Puebla.

#### Rizoma

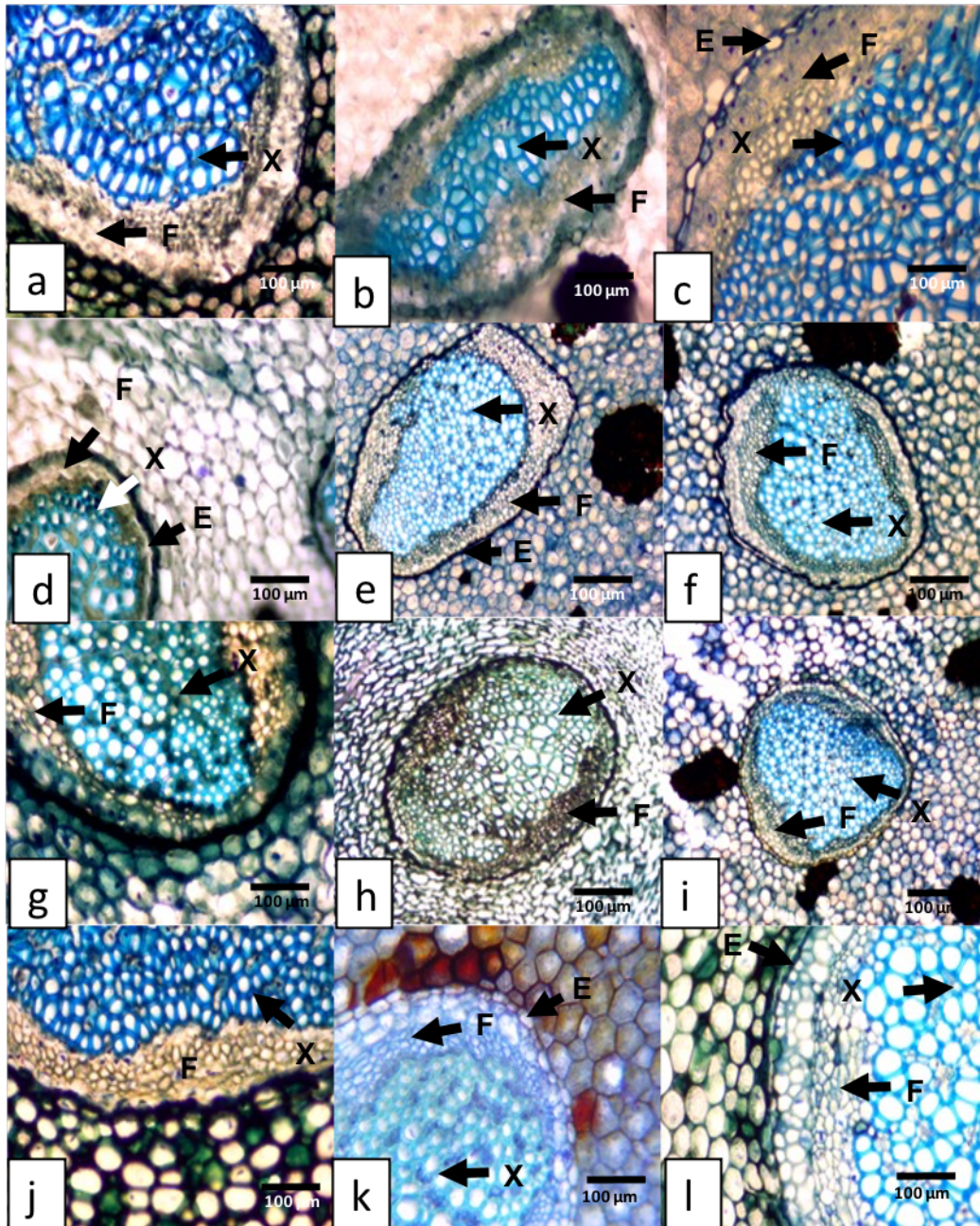
El rizoma de las especies estudiadas tienen una dictiostela, con un número variable de meristelas de 10 a 14, a excepción de *T. fimbriata* que solo cuenta con 6, en *Tectaria* sp. 3 y en todos los ejemplares de *T. heracleifolia* se presentan de 10-12, para *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. panamensis*, *T. transiens* y *T. vivipara*, tienen de 12-14, de forma circular a ovoides, el xilema tiene un forma circular con excepción de *T. fimbriata* que cuenta con el xilema en forma alargada-ovalada (Fig.1. b), el parénquima xilemático está presente para todas las especies con contenidos celulares oscuros no identificados; las traqueidas presentan engrosamientos helicoidales; el floema está formado por 3-6 hileras de células cribosas, contiguas al xilema; el periciclo cuenta con 1-3 hileras de células con un ligero engrosamiento, en *Tectaria* sp. 2 solo presenta de 1-2 células engrosadas al igual que en *T. mexicana* (Fig. 1. g, l); en todas las especies, el periciclo presenta granos de almidón, para *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y en *T. incisa* es seguido por una sola hilera de células rectangulares con engrosamientos en las paredes radiales que forman la endodermis en *T. fimbriata*,



*T. incisa*. La médula está formada por células de parénquima isodiamétricas, con gran cantidad de almidón y un número variable de células pardo-negruzcas. El córtex está constituido por 17-24 hileras de células de parénquima con gran cantidad de amiloplasos; en *T. fimbriata*, en todos los ejemplares de *T. heracleifolia*, *T. mexicana* y *T. transiens* se observan conjuntos de esclereidas; hacia la epidermis se encuentran de 5-6 hileras de células colenquimatosas; la epidermis es monoestratificada, sus paredes tienen engrosamientos pardo-negruzcos (Cuadro 10, Fig. 1).

**Cuadro 10.** Caracteres anatómicos del rizoma de las especies estudiadas.

Carácter Taxa	Número de meristelas	Forma de la meristela	Número de hileras del periciclo	Conjuntos de esclereidas	Endodermis con tonalidad oscura	Cutícula gruesa
<i>Tectaria</i> sp. 3	11	C	1-2	No	No	No
<i>T. fimbriata</i>	6	A	1-2	Si	Si	No
<i>T. heracleifolia</i>	10	C	1-2	Si	No	No
<i>T. incisa</i>	12	C	1-2	No	Si	No
<i>T. mexicana</i>	14	C	1-3	Si	Si	No
<i>T. panamensis</i>	12	C	1-2	No	No	No
<i>T. transiens</i>	13	C	1-2	Si	No	No
<i>T. vivipara</i>	13	C	2-3	No	Si	No
<i>T. heracleifolia</i> 001	11	C	1-2	Si	Si	No
<i>T. heracleifolia</i> 002	12	C	1-3	Si	Si	No
<i>Tectaria</i> sp. 1	11	C	1-3	Si	Si	No
<i>Tectaria</i> sp. 2	10	C	1-3	Si	Si	No
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	9	C	1-2	No	No	No
<i>Lomariopsis maxonii</i>	5	A	2-3	Si	Si	Si
<i>Oleandra bradei</i>	11	A	2-3	No	Si	Si



**Figura 1.** Cortes transversales del rizoma teñidos con azul de toluidina. “X-xilema, F-floema, E-endodermis”: a. *Tectaria* sp. 3, meristela. b. *T. fimbriata*, meristela con el xilema en forma de huso. c. *T. heracleifolia*, meristela rodeada por células engrosadas. d. *T. heracleifolia* 001, meristela rodeada por parénquima con gran cantidad de almidones. e. *T. heracleifolia* 002, meristela. f. *Tectaria* sp. 1, meristela. g. *Tectaria* sp. 2, meristela con la endodermis engrosada oscura. h. *T. incisa*, meristela con forma ovalada. i. *T. mexicana*, meristela. j. *T. panamensis*, meristela. k. *T. transiens*, meristela. l. *T. vivipara*, meristela.

## **Raíz.**

La raíz de todas las especies tiene una protostela diarca; la maduración del xilema es exarco, el xilema está formado de 2-4 células de protoxilema; en *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1, *T. transiens* y *T. vivipara* se encuentran de 5-6 células (Fig. 2. c, e, f, k, l), que están en contacto con el periciclo; el metaxilema está compuesto de 4-6 células, el parénquima xilemático se encuentra poco representado en todas las especies; el floema está formado de 2-3 hileras de células, rodeando al xilema; en *T. heracleifolia* 001, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana* y *T. panamensis* (Fig. 2. d, f, g, h, i, j).

El periciclo para todas las especies está constituido por 1-2 hileras de células rectangulares, con contenidos pardos; rodeando al periciclo, se encuentra la endodermis con engrosamientos en las paredes radiales.

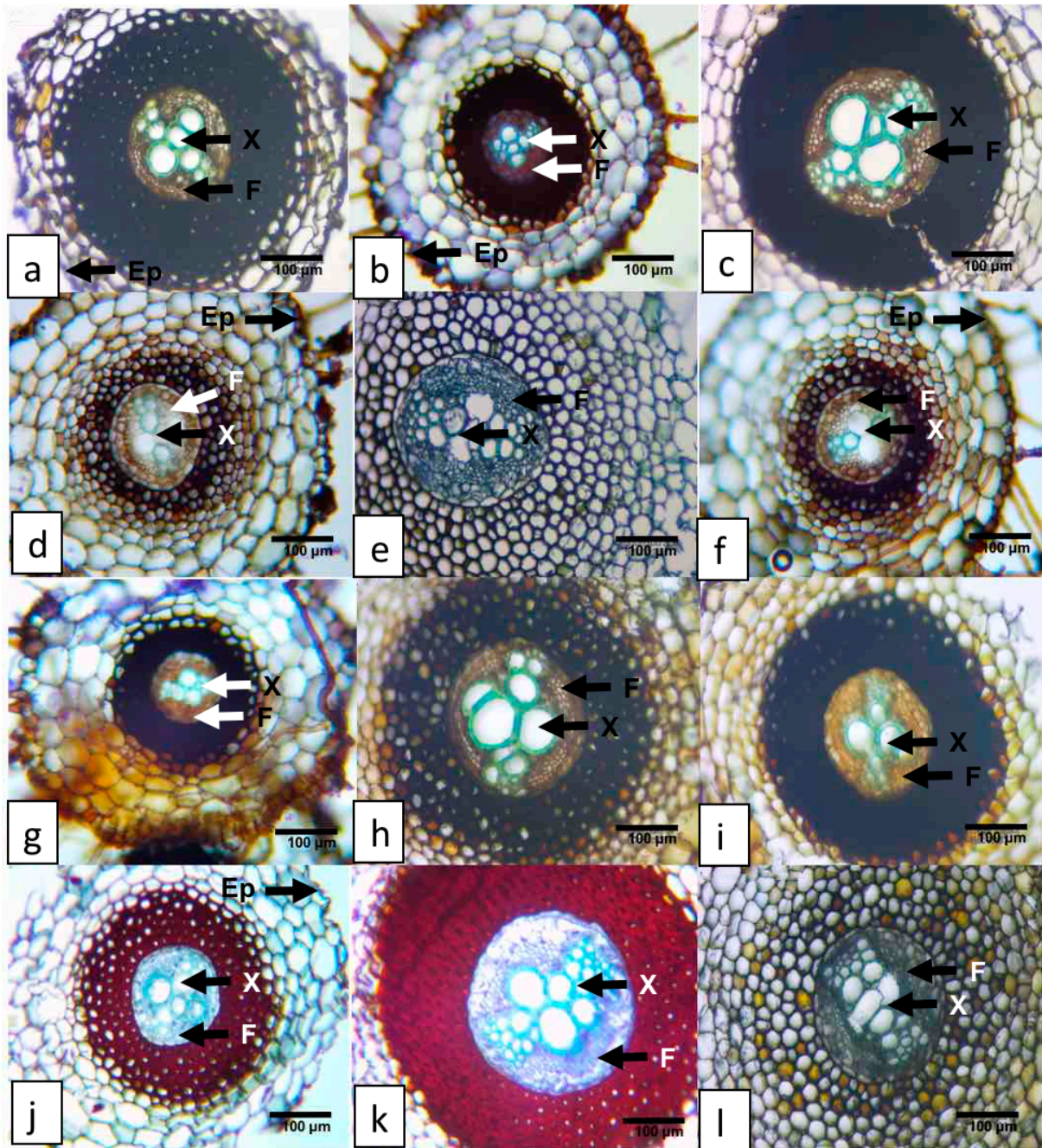
El córtex se divide en dos zonas: en la primera, se observa que *Tectaria* sp. 3, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *Tectaria* sp. 2 y *T. mexicana* se encuentran de 4-7 hileras de células con engrosamientos y contenidos pardos (Fig. 2. a, b, c, g, i); en *T. heracleifolia* 001, *Tectaria* sp. 1 y *T. incisa* presentan de 4-5 células con engrosamientos pardos (Fig. 2. d, f, h), con un número variable de células con contenidos amarillentos; en *T. panamensis* y *T. transiens* se presentan 4-6 hileras de fibras (Fig. 2. j, k). La segunda parte está formada de 3-6 hileras de células grandes e isodiamétricas de parénquima, en *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 2, *T. panamensis* y *T. transiens* no se observan células con contenidos, en el resto de las especies se presenta un número variable de células con contenidos amarillentos (Fig. 2. b, g, j, k). La rizodermis está constituida de 1-2 hileras de células rectangulares, en *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001, *Tectaria* sp. 1 y

*Tectaria* sp. 2, se observan pelos alargados unicelulares (Fig. 2. b, d, f, g). Cuadro 11, Figura 2.

**Cuadro 11.** Caracteres anatómicos de la raíz de las especies estudiadas.

<b>Taxa</b> \ <b>Carácter</b>	<b>Células de metaxilema</b>	<b>Células de protoxilema en contacto con el periciclo</b>	<b>Hileras de células de periciclo</b>	<b>Córtex con parénquima y células con engrosamientos pardos</b>	<b>Córtex con parénquima y esclerénquima</b>	<b>Córtex con parénquima</b>
<i>Tectaria</i> sp. 3	5	3	1-2	Si	No	No
<i>T. fimbriata</i>	4	4	1-2	Si	No	No
<i>T. heracleifolia</i>	5	6	1	Si	No	No
<i>T. incisa</i>	4	4	1	Si	No	No
<i>T. mexicana</i>	5	4	1-2	Si	No	No
<i>T. panamensis</i>	5	4	1	No	Si	No
<i>T. transiens</i>	6	6	1-2	No	Si	No
<i>T. vivipara</i>	6	6	1-2	No	No	Si
<i>T. heracleifolia</i> 001	5	3	1	Si	No	No
<i>T. heracleifolia</i> 002	5	6	1-2	No	No	Si
<i>Tectaria</i> sp. 1	5	5	1	Si	No	No
<i>Tectaria</i> sp. 2	5	2	1	Si	No	No
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	5	5	1	No	No	Si
<i>Lomariopsis maxonii</i>	5	4	1-2	Si	No	No
<i>Oleandra bradei</i>	3	2	1	No	Si	No





**Figura 2.** Cortes transversales de raíz. "X-xilema, F-floema, Ep-epidermis". a. *Tectaria* sp. 3, raíz con tres células de protoxilema. b. *T. fimbriata*, raíz con cuatro células de protoxilema. c. *T. heracleifolia*, raíz con cinco células de protoxilema. d. *T. heracleifolia* 001, raíz con tres células de protoxilema y el floema dividido en 4 regiones. e. *T. heracleifolia* 002, raíz con seis células de protoxilema. f. *Tectaria* sp. 1, raíz con cinco células de protoxilema y el floema dividido en cuatro regiones. g. *Tectaria* sp. 2, raíz con dos células de protoxilema. h. *T. incisa*, raíz con tres células de protoxilema y el floema dividido en cuatro. i. *T. mexicana*, raíz. j. *T. panamensis*, raíz con tres

células de protoxilema, 5-6 hileras de esclerénquima rodeando la endodermis. k. *T. transiens*, raíz con seis células de protoxilema y seis hileras de esclerénquima. l. *T. vivipara*, raíz con cinco células de protoxilema.

## Hoja

### Pecíolo

El pecíolo es subterete, con un sulco en la cara adaxial que se extiende hacia el raquis en la mayoría de las especies, pero en *Tectaria panamensis* se presenta un sulco poco pronunciado y en *T. fimbriata* carece de sulco, observando un pecíolo terete (Fig. 3. b).

En la base del pecíolo, de la mayoría de las especies, tiene de 5 a 9 haces vasculares que se van reduciendo hacia el raquis, para *T. fimbriata* solo cuenta con 2 haces que se reducen a 1 hacia el raquis (Fig. 3. b). El contorno del xilema en los dos haces sobre las crestas del sulco a excepción de *T. fimbriata*, presenta una hilera formada de 5-8 células de metaxilema; el periciclo está formado de 2-3 hileras de células, la parte distal tiene de 3-5 células de protoxilema, en conjunto el metaxilema y el protoxilema presenta una forma de huella en la mayoría de las especies; para *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. mexicana* el protoxilema forma un gancho que asemeja la forma de una tuba (Fig. 3. e, f, g, i), mientras que para el resto de los haces vasculares el xilema tiene una forma alargada ovalada a redondeada, para *T. fimbriata* el xilema es alargado. El parénquima xilemático se encuentra poco representado en cada haz.

El floema rodea la parte más angosta del xilema, a excepción de *T. fimbriata* donde el floema solo se encuentra en la cara externa (Fig. 3. b); en *T. heracleifolia* 002, *T. sp.* 2 y *T. mexicana* el floema tiene una tonalidad parda que el resto de las especies no lo

presenta (Fig. 3. e, g, i); algunas células de floema presentan contenidos pardos y el parénquima floemático está poco representado.

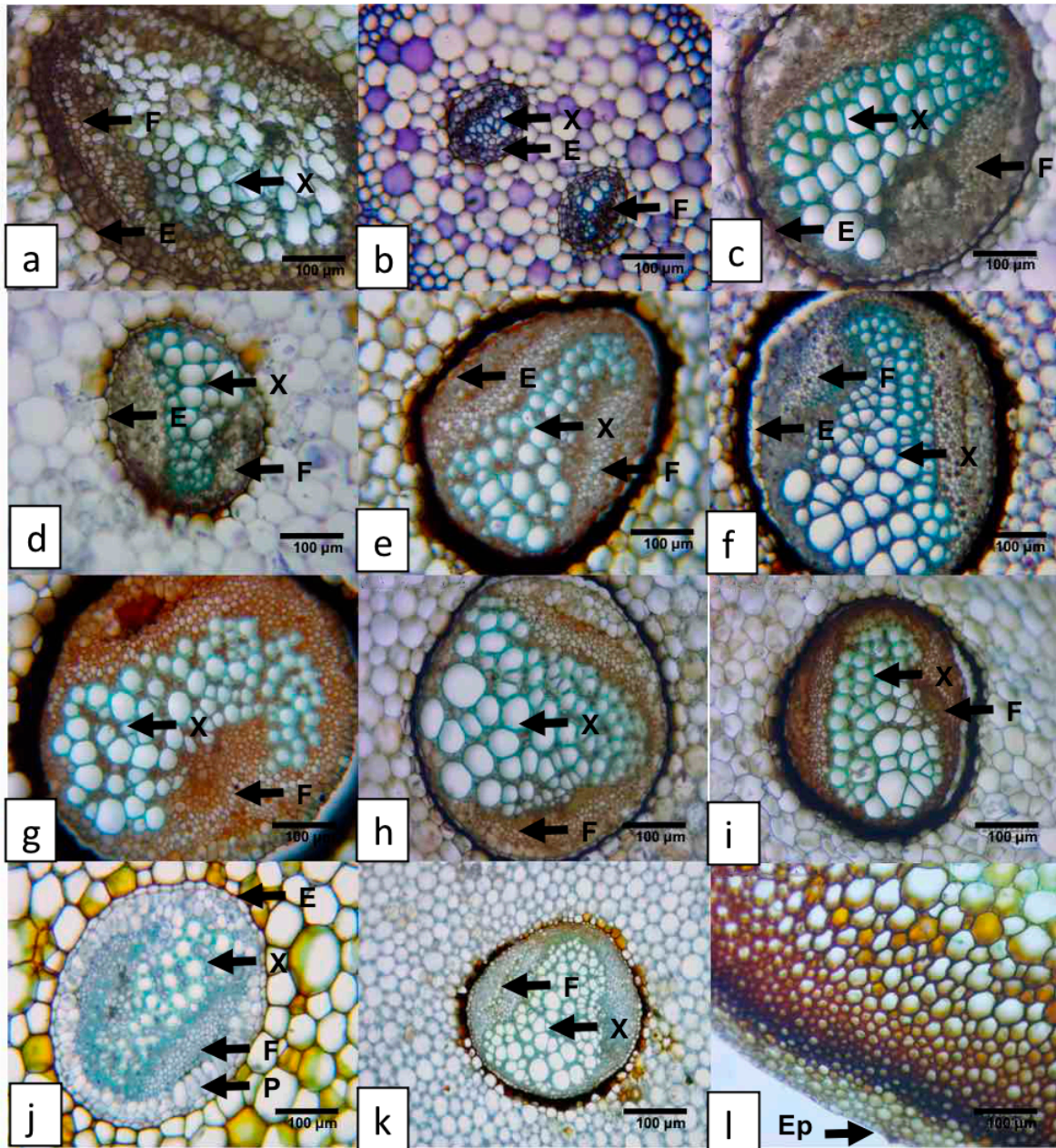
El córtex está integrado por un número variable de células parenquimatosas isodiamétricas con amiloplastos y células colenquimatosas, las cuales tienen engrosamientos pardos, en las paredes subyacentes a la epidermis se encuentran 15-17 hileras de células colenquimatosas a excepción de *T. vivipara* donde la epidermis es seguida de 4-5 hileras de células parenquimatosas, seguido de estas células inician las capas de colénquima (Fig. 3. l); el número de células colenquimatosas también se va reduciendo hacia la parte distal del pecíolo. La epidermis para todas las especies es monoestratificada cuyas células son rectangulares con cutícula (Cuadro 12, Figura 3 a).

**Cuadro 12.** Caracteres anatómicos del pecíolo de las especies estudiadas (b= basal, m=media y d=distal).

Taxa \ Carácter	Número de haces vasculares	Pecíolo sulcado	Configuración del xilema	Haces vasculares rodeados por esclerénquima	Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis	Cutícula
<i>Tectaria</i> sp. 3	b=9, m=7 d=6	Si	Huella	No	Si	Gruesa
<i>T. fimbriata</i>	b=2, m=2, d=1	No	Alargada	No	Si	Delgada
<i>T. heracleifolia</i>	b=6, m=5, d=4	Si	Huella	No	Si	Gruesa
<i>T. incisa</i>	b=6 m=5, d=3	Si	Huella	No	Si	Delgada
<i>T. mexicana</i>	b=7, m=5, d=3	Si	Tuba	No	Si	Delgada
<i>T. panamensis</i>	b=5, m=5, d=4	Si	Huella	No	Si	Delgada
<i>T. transiens</i>	b=6, m=6, d=4	Si	Huella	No	Si	Gruesa
<i>T. vivipara</i>	b=6, m=5, d=3	Si	Huella	No	No	Gruesa
<i>T. heracleifolia</i> 001	b=5, m=3 d=2	Si	Huella	No	Si	Delgada
<i>T. heracleifolia</i> 002	b=7, m=5, d=4	Si	Tuba	No	Si	Delgada

<b><i>Tectaria</i> sp. 1</b>	b=6, m=5, d=3	Si	Tuba	No	Si	Delgada
<b><i>Tectaria</i> sp. 2</b>	b=7, m=5, d=5	Si	Tuba	No	Si	Gruesa
<b><i>Hypoderris nicotianifolia</i></b>	b=9, m=7, d=6	Si	Tuba	No	No	Sin cutícula
<b><i>Lomariopsis maxonii</i></b>	b=8, m=8, d=6	Si	Tuba	Si	Si	Delgada
<b><i>Oleandra bradei</i></b>	b=8, m=7, d=6	No	Media luna	Si	Si	Gruesa





**Figura 3.** Cortes transversales del pecíolo donde se muestran las diferentes formas de xilema. “X-xilema, F-floema, E-endodermis, P-periciclo”. Figuras a-l. *Tectaria* sp. 3, haz vascular con el xilema en forma de “huella”. b. *T. fimbriata*, haces vasculares. c. *T. heracleifolia*, haz vascular. d. *T. heracleifolia* 001, haz vascular en forma de “huella”. e. *T. heracleifolia* 002, haz vascular con el xilema en forma de “tuba”. f. *Tectaria* sp. 1, haz vascular con el xilema en forma de “tuba”. g. *Tectaria* sp. 2, haz vascular. h. *T. incisa*, haz vascular. i. *T. mexicana*, haz vascular con el xilema en forma de “tuba”. j. *T. panamensis* haz vascular con el xilema en forma de “huella”. k. *T. transiens*,

haz vascular. I. *T. vivipara*, epidermis seguida de células sin engrosamiento contigua de células con engrosamientos pardos.

### **Raquis**

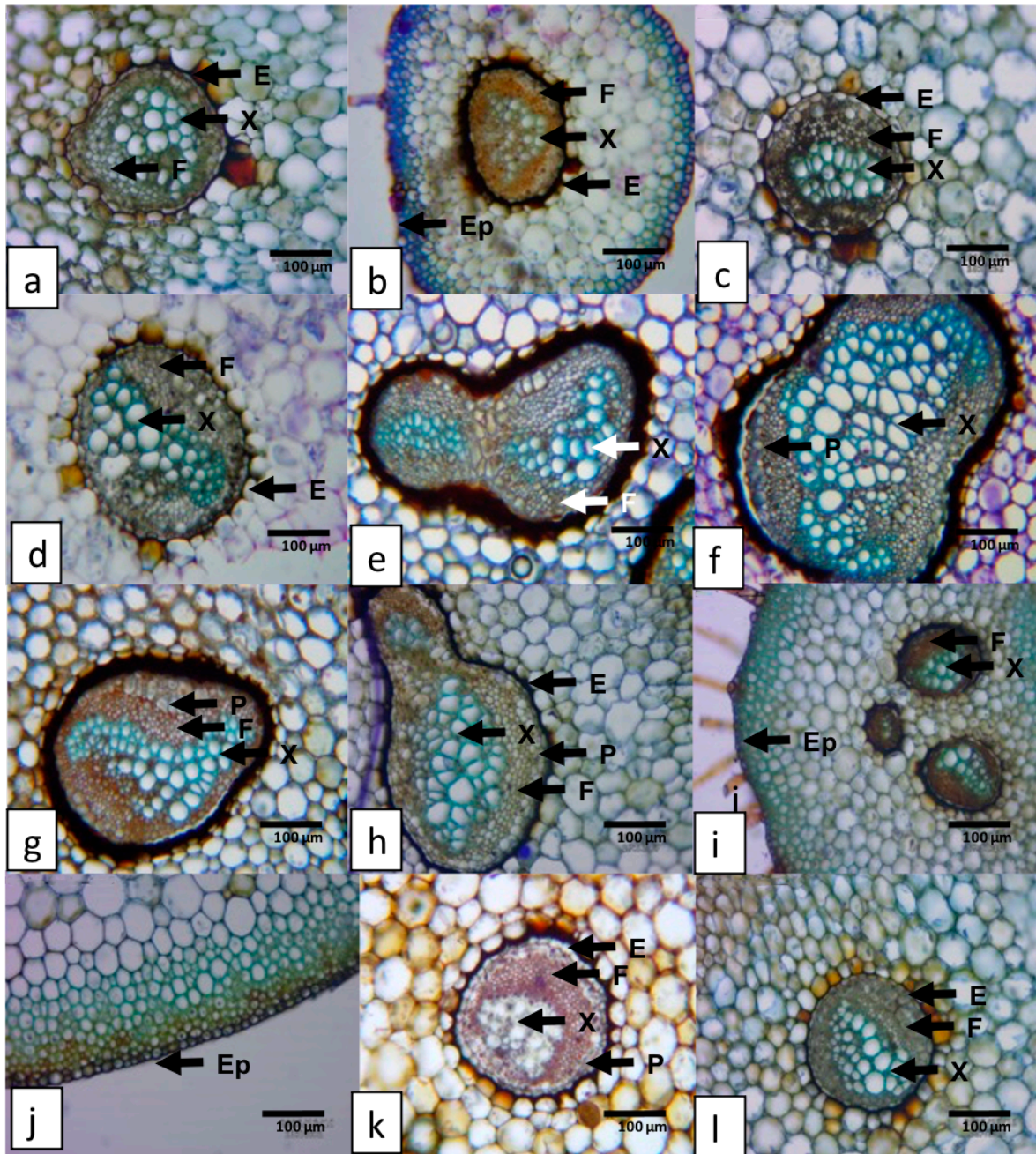
El raquis es sulcado, decurrente, presenta una disminución de haces vasculares, de 3-5; en *T. fimbriata* solo cuenta con un haz vascular (Fig. 4. b); el xilema presenta formas diversas, debido a la fusión de los haces vasculares sobre las crestas del sulco como se muestra en *Tectaria* sp. 1 que asemeja tener el xilema con forma de astas de toro (Fig. 4. f); para *T. fimbriata* el xilema presenta una forma de “V”; el resto de las especies presentan los haces vasculares ya descritos anteriormente en forma de “huella”, en *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. mexicana*; la forma de “tuba” se presenta en *Tectaria* sp. 2 y la forma para el resto de las especies es ovalada a redondeada; el parénquima xilemático está poco representado con un número variable de células con contenidos proteicos como se observan en *T. transiens* (Fig. 4. k); el floema se encuentra rodeando al xilema, y particularmente en *T. fimbriata* y *Tectaria* sp. 2 el floema presenta una tonalidad parda-amarillenta diferente al resto de las especies (Fig. 4. b, g). El periciclo está representado de 1-3 hileras de células con contenidos proteicos para todas las especies como los observados en *T. transiens* (Fig. 4. k); la endodermis presenta engrosamientos radiales; en *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, la endodermis es seguida por una hilera de células pardas-oscuras (Fig. 4. b, e, f, g); seguidas de 3-7 hileras de células grande e isodiamétricas que forman el córtex; subyacente a la epidermis se observan de 2-4 hileras de colénquima (Fig. 4. b, i, j); la epidermis es monoestratificada con una delgada cutícula; en *T. fimbriata* y *T. mexicana* se observan pelos ctenitoides, en el lado adaxial y abaxial respectivamente (Fig. 4. b, i). Hacia la costa se observa una

disminución de los haces vasculares de 2-3; la cóstula en *T. mexicana* presenta una epidermis monoestratificada con una delgada cutícula (Cuadro 13, Figura 4).

**Cuadro 13.** Caracteres anatómicos del segmento foliar de las especies estudiadas.

<b>Taxa</b> \ <b>Carácter</b>	<b>Número de haces vasculares en la costa</b>	<b>configuración del xilema de la costa</b>	<b>Células pardas rodeando el haz vascular del segmento foliar</b>	<b>Esclerénquima rodeando el haz vascular</b>	<b>Con pelos Ctenitoides en el segmento foliar</b>	<b>Presencia de drusas en el segmento foliar</b>
<i>Tectaria</i> sp. 3	4	Ovalada	No	No	Si	No
<i>T. fimbriata</i>	1	Ovalada	Si	No	Si	Si
<i>T. heracleifolia</i>	1	Triangular	Si	No	Si	Si
<i>T. incisa</i>	3	Ovalada	Si	No	Si	No
<i>T. mexicana</i>	1	Ovalada	No	No	No	No
<i>T. panamensis</i>	5	Ovalada	No	No	No	No
<i>T. transiens</i>	3	Ovalada	No	No	Si	Si
<i>T. vivipara</i>	1	“W”	No	No	Si	No
<i>T. heracleifolia</i> 001	1	Deltoide	Si	No	Si	Si
<i>T. heracleifolia</i> 002	1	Deltoide	Si	No	Si	Si
<i>Tectaria</i> sp. 1	1	Deltoide	Si	No	Si	Si
<i>Tectaria</i> sp. 2	1	Deltoide	Si	No	Si	No
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	1	Ovalada	Si	No	No	No
<i>Lomariopsis maxonii</i>	2	Ovalada	No	Si	No	No
<i>Oleandra bradei</i>	2	Ovalada	No	Si	No	No





**Figura 4.** Cortes transversales del raquis. "X-xilema, F-floema, E-endodermis, P-periciclo, Ep-epidermis" Figuras a-l. a. *Tectaria* sp. 3, haz vascular con el xilema en forma de ovalada. b. *T. fimbriata*, con dos hileras de células con engrosamiento subyacente a la epidermis. c. *T. heracleifolia*, haz vascular con el xilema de forma redondeada. d. *T. heracleifolia* 001, haz vascular en forma de "huella". e. *T. heracleifolia* 002, haz vascular con el xilema en forma de "tuba". f. *Tectaria* sp. 1 fusión de haces vasculares. g. *Tectaria* sp. 2, haz vascular. h. *T. incisa*, haz vascular. i. *T. mexicana*, con 4 hileras de células engrosadas subyacente a la epidermis con pelos

ctenitoides. j. *T. vivipara*, epidermis monoestratificada. k. *T. transiens*, haz vascular teñido con azul mercúrico de bromofenol. l. *T. vivipara*, haz vascular con la xilema en forma de huella.

### **Segmento foliar**

En corte transversal el segmento foliar presenta una epidermis monoestratificada con una delgada cutícula y pelos ctenitoides en el lado adaxial de *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *Tectaria* sp. 2, *T. incisa*, *T. transiens* y *T. vivipara* (Fig. 5. a, c, g, h, k, l); para *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *Tectaria* sp. 1 se presentan pelos ctenitoides tanto adaxialmente como abaxialmente (Fig. 5. b, d, e, f); solo en *T. panamensis* no se presentan pelos en el segmento foliar (Fig. 5. j); las células epidérmicas son irregulares, el tamaño de las células es 39 a 86 µm de largo por 21 a 47 µm, los estomas se observan solo en el lado abaxial del segmento foliar, principalmente son de tipo anomocíticos (43%), polocíticos (39%) y axilocíticos (18%) (Fig. 6), estos últimos en menor proporción. Las dimensiones del complejo estomático para cada especie se muestra en el Cuadro 14.

El mesófilo está constituido por células de parénquima esponjoso con una gran cantidad de cloroplastos y granos de almidón.

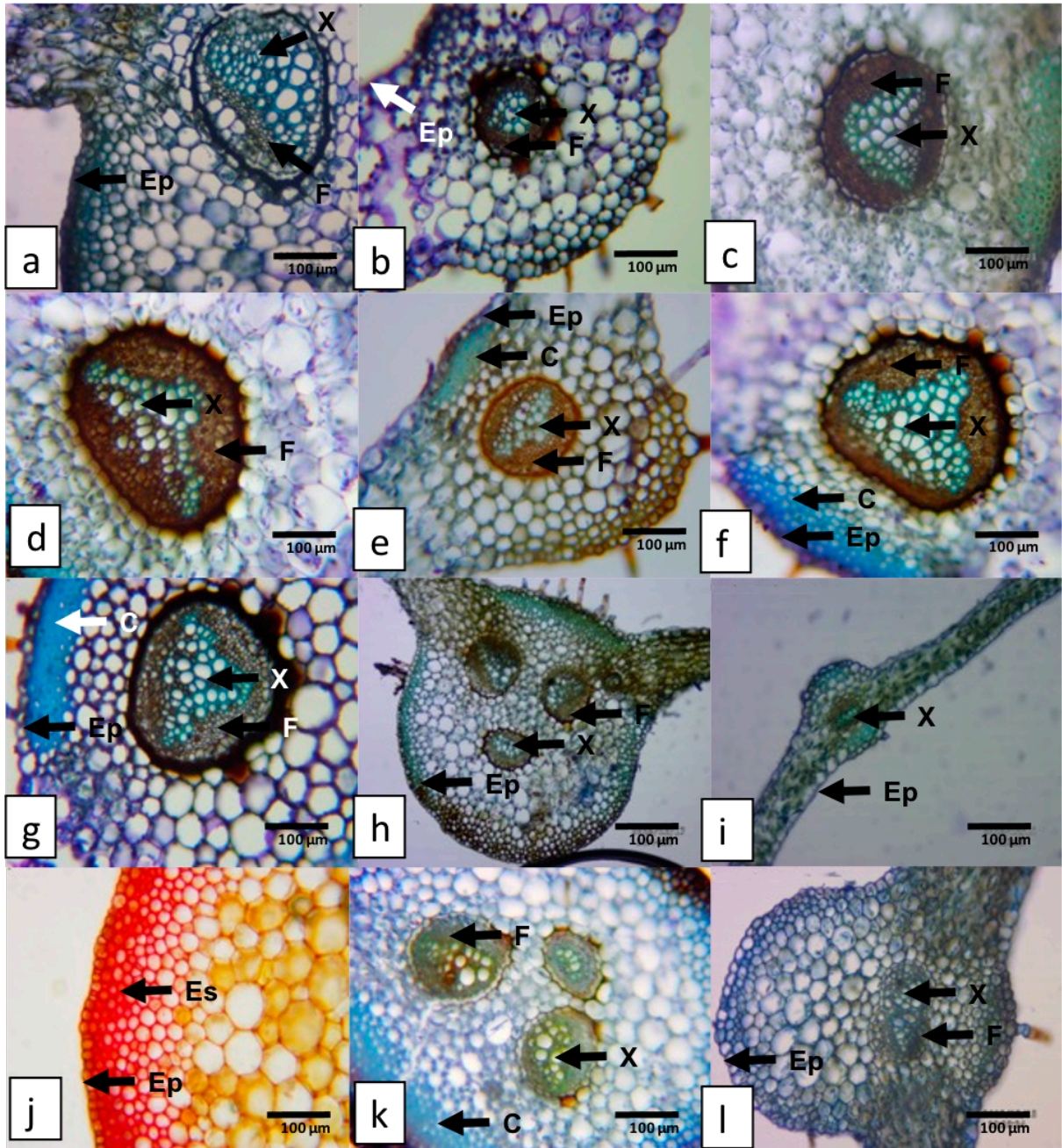
En *Tectaria* sp. 3 y *T. panamensis* tienen de 4 a 5 haces vasculares en la costa (Fig. 5. a, h); en *T. transiens* y *T. incisa* se observan 3 haces vasculares en la costa (Fig. 5. k); mientras que para el resto de las especies solo se tiene uno; el xilema de los haces vasculares presenta formas diversas que van desde triangulares como se presentan en todos los ejemplares de *T. heracleifolia* a ovaladas como en *Tectaria* sp. 3, *T. fimbriata*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. panamensis*, *T. transiens* o en el caso de *T. vivipara* el haz vascular tiene forma de “w” (Fig. 5. l), el parénquima xilemático está poco representado. El floema está formado de 3-5 hileras de células cribosas contiguas al

xilema, para las cinco muestras de *T. heracleifolia*, el floema presenta una tonalidad pardo-anaranjada; el periciclo está representado de 1-2 células con contenidos oscuros, seguido por una hilera de células con engrosamientos radiales que conforman la endodermis, en *T. heracleifolia* 002 las células que conforman la endodermis tiene contenidos lipídicos; la endodermis es seguida de 5-8 hileras de células parenquimatosas de forma isodiamétricas, un número variable de células presentan contenidos pardo-amarillentos; subyacente a la epidermis se encuentran de 5-8 hileras de células esclerenquimatosas como se muestran en *T. panamensis* (Fig. 5. j), a excepción de *T. fimbriata* y *T. mexicana* (Fig. 5. b, i) que solo cuenta con 2 hileras de células (Figura 5).

**Cuadro 14.** Dimensiones de los estomas de cada especie, mínimo (promedio) máximo en  $\mu\text{m}$ .

Especie	Poros $\mu\text{m}$		Células oclusivas		Células acompañantes		Células epidérmicas	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
<i>T. incisa</i>	10 (10) 14	1 (2) 4	16 (23) 27	14 (17) 20	25 (38) 42	30 (40) 67	25 (39) 56	19 (24) 30
<i>T. mexicana</i>	10 (7) 15	1 (2) 3	21 (24) 27	14 (16) 20	31 (38) 44	30 (38) 55	27 (39) 53	13 (21) 31
<i>T. vivipara</i>	8 (10) 13	1 (2) 3	25 (29) 32	16 (18) 21	39 (49) 64	33 (43) 54	49 (64) 78	19 (29) 40
<i>Tectaria sp. 3</i>	9 (15) 18	2 (2) 3	22 (36) 42	14 (21) 24	32 (62) 80	40 (56) 80	44 (63) 78	24 (37) 46
<i>T. heracleifolia</i>	9 (10) 10	3 (2) 5	21 (26) 31	16 (18) 22	35 (42) 53	29 (39) 56	44 (53) 64	24 (33) 40
<i>T. fimbriata</i>	16 (17) 21	3 (3) 5	37 (42) 47	22 (27) 33	64 (77) 88	45 (66) 88	60 (77) 89	37 (47) 63
<i>T. heracleifolia</i> 001	12 (14) 20	2 (2) 3	29 (34) 38	19 (22) 26	54 (64) 80	46 (61) 76	55 (71) 88	25 (38) 54
<i>T. heracleifolia</i> 002	11 (17) 22	2 (3) 4	29 (35) 37	19 (23) 24	47(58) 71	41 (55) 71	51 (71) 89	31 (40) 48
<i>Tectaria sp. 1</i>	8 (13) 16	2 (2) 4	28 (32) 35	18 (22) 24	41 (53) 62	40 (52) 61	48 (63) 73	27 (33) 41
<i>Tectaria sp. 2</i>	12 (15) 20	2 (3) 4	31 (33) 38	15 (22) 25	37 (50) 59	38 (48) 61	59 (68) 85	28 (34) 45
<i>T. transiens</i>	15 (16) 19	2 (3) 3	27 (33) 36	16 (21) 23	43 (54) 62	34 (54) 68	48 (61) 83	25 (31) 42
<i>T. panamensis</i>	17 (24) 31	2 (4) 6	47 (54) 62	31 (35) 40	77 (86) 100	56 (73) 90	53 (76) 90	32 (42) 49
<i>Hypoderris nicotianifolia</i>	15 (22) 26	2 (3) 4	46 (52) 60	31 (35) 39	67 (77) 93	48 (63) 76	53 (75) 100	31 (39) 45
<i>Lomariopsis maxonii</i>	17 (22) 26	3 (4) 5	47 (49) 55	27 (29) 31	65 (82) 96	48 (72) 90	33 (52) 72	20 (34) 40
<i>Oleandra bradei</i>	10 (15) 19	1 (2) 3	31 (35) 39	23 (26) 31	40 (63) 81	31 ( 44) 62	109 (160) 228	21 ( 27) 38

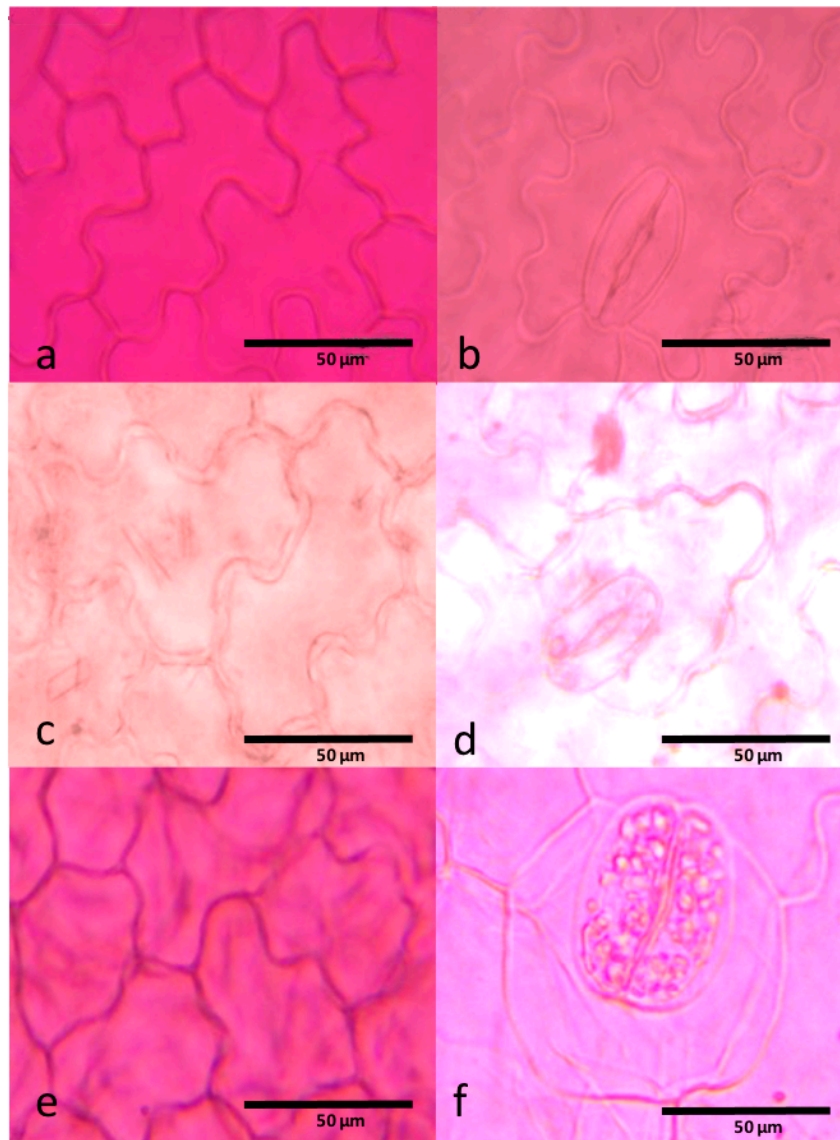




**Figura 5.** Cortes transversales del segmento foliar de cada especie. “X-xilema, F-floema, Ep-epidermis, C-colénquima, Es-esclerénquima” Figuras a-l. a. *Tectaria* sp. 3, haz vascular con el xilema en forma ovalada. b. *T. fimbriata*, corte transversal del segmento foliar. c. *T. heracleifolia*, haz vascular con el xilema de forma triangular. d. *T. heracleifolia* 001, haz vascular en forma de triangular. e. *T. heracleifolia* 002, haz vascular con el xilema en forma triangular y la vena de color pardo claro. f. *Tectaria* sp. 1, haz vascular con el xilema en forma triangular. g. *Tectaria* sp. 2, haz vascular con el xilema en forma triangular. h. *T. incisa*, tres haces vascular. i. *T. mexicana*, corte



transversal del segmento foliar. j. *T. panamensis*, epidermis, 7 hileras de esclerénquima. Teñido con floroglucina acida k. *T. transiens*, haz vascular con el xilema en forma circular. l. *T. vivipara*, haz vascular con el xilema en forma de “w”.



**Figura 6.** a-b. a. *Tectaria* sp. 3, células epidérmicas del lado adaxial. b. *Tectaria* sp. 3, estoma de tipo anomocítico. c-d. c. *T. fimbriata*, células epidérmicas en forma de rompecabezas del lado adaxial. d. *T. fimbriata*, estoma de tipo polocítico. e-f. e. *T. heracleifolia*, células epidérmicas adaxiales en forma de rompecabezas. f. *T. heracleifolia*, estoma.

## Anatomía del Grupo Hermano

*Hypoderris nicotianifolia* (Baker.) Moran, Labiak y J. Prado.

RIZOMA. Tiene una dictiostela formada por nueve meristelas ovadas a redondeadas, donde el xilema tiene formas alargadas para las meristelas más pequeñas y triangulares para las meristelas más grandes, el parénquima xilemático está poco representado, el floema rodea el xilema, con 2-3 hileras de células cribosas, el periciclo está formado por 1-2 hilera de células con contenidos no identificados, contiguo al periciclo se encuentra la endodermis formada por células rectangulares, el córtex y la médula están formados por células isodiamétricas con gran contenido de granos de almidón, la epidermis es monoestratificada con una delgada cutícula.

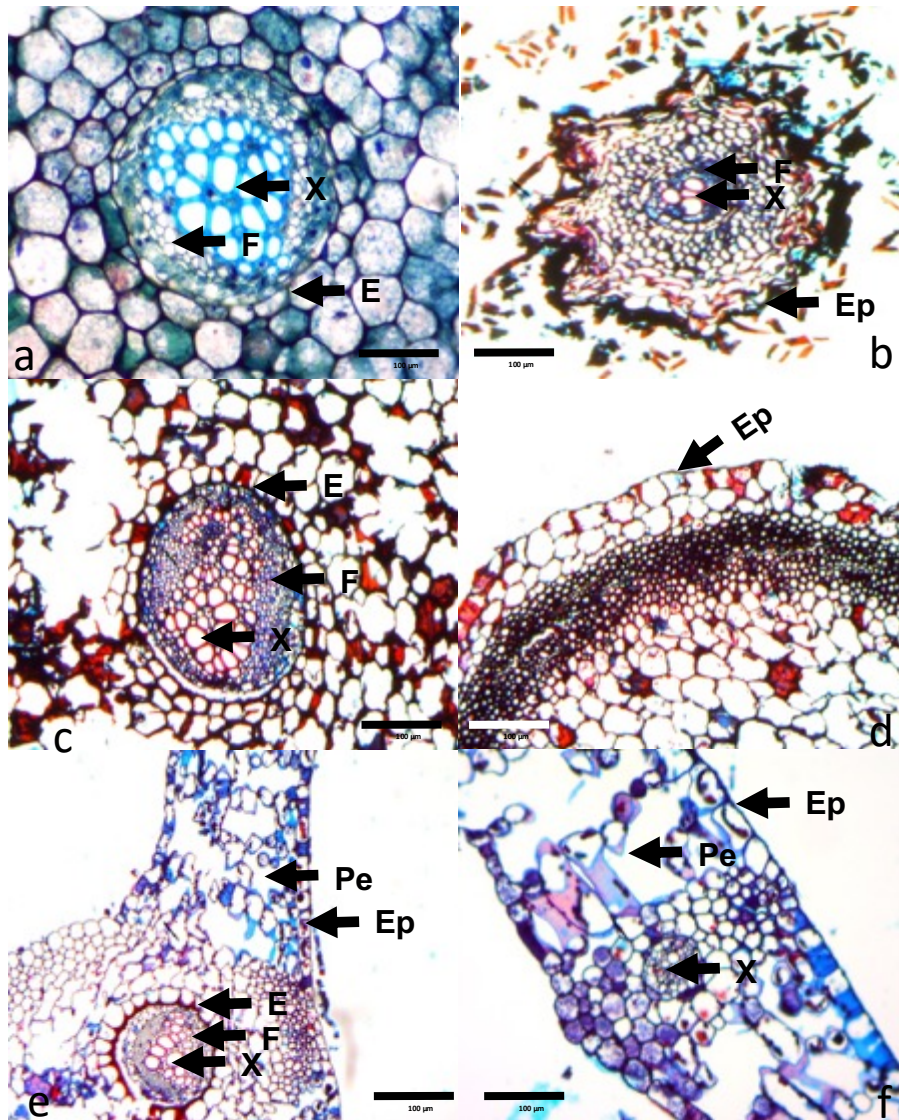
RAÍZ. Diarca con una maduración del xilema exarco, el xilema está formado por 5 células de metaxilema y 3-4 células de protoxilema que está en contacto con el periciclo, el floema se encuentra rodeando al xilema, está formado de 3-4 hileras de células cribosas, el periciclo solo cuenta con una hilera de células en forma ovaladas; contigua al periciclo se encuentra la endodermis formada por una hilera de células rectangulares. El córtex está formada de 5-6 hileras de células parenquimatosas con forma redondeada sin engrosamientos, la rizodermis presenta de 1-2 hileras de células alargadas.

PECÍOLO. Tiene un sulco en la cara adaxial, en la parte basal se presentan 9 haces vasculares que se van reduciendo hacia el ápice; los haces que se encuentran sobre el sulco tienen forma de una tuba, las células del metaxilema se encuentran en

contacto con el periciclo, mientras que las células de protoxilema se encuentran formando un gancho, en otros, el xilema presenta una forma redondeada a ovalada, donde el metaxilema se encuentran en el centro, el parénquima xilemático se encuentran poco representado, alrededor de 7-10 células, el floema presenta de 4-8 hileras de células cribosas rodeando al xilema, contiguo al floema se encuentra el periciclo con 1-2 hileras de células de formas circulares a ovaladas, el córtex está integrado por células parenquimatosas, isodiamétricas; subyacente a la epidermis que es monoestratificada y presenta una delgada cutícula se encuentran de 3-4 hileras de células parenquimatosas isodiamétricas sin engrosamiento, seguidas por 10-12 hileras de células colenquimatosas.

SEGMENTO FOLIAR. Presenta una epidermis monoestratificada, las células epidérmicas presentan formas rectangulares, de 53 a 100  $\mu\text{m}$  x 31 a 45  $\mu\text{m}$ , el rango se muestra en el Cuadro 14, los estomas de tipo polocítico se observan solo en el lado abaxial del segmento foliar (Fig. 10). Las dimensiones de los complejos estomáticos se muestran en el Cuadro 14.

El mesófilo está constituido por parénquima esponjoso, con una gran cantidad de cloroplastos, solo se observa un haz vascular, el xilema presenta una forma de "X" que divide al floema en 4 secciones; contiguo al floema se encuentran de 1-3 hileras de células circulares a ovaladas. La endodermis, la integran una hilera de células rectangulares de menor tamaño, seguida a ésta, hay una hilera de células con engrosamientos pardos, el parénquima está formado por 7-8 hileras de células isodiamétricas, seguida por 5-6 hileras de células colenquimatosas, la epidermis es monoestratificada y cuentan con una delgada cutícula (Figura 7).



**Figura 7.** Cortes transversales de *Hypoderris nicotianifolia*. "X-xilema, F-floema, E-endodermis, Pe-parénquima esponjoso, Ep-epidermis" a. Rizoma, Haz vascular. b. Raíz, diarca con maduración del xilema exarca. c. Pecíolo, haz vascular con el xilema en forma de tuba. d. Pecíolo, epidermis con células engrosadas. e. Segmento foliar con un haz vascular. f. Vena secundaria y parénquima esponjoso.

## Anatomía Grupos Externos

*Lomariopsis maxonii* (Underw.) Holttum.

RIZOMA. Presenta una dictiostela con 5 meristelas, de forma ovalada, el xilema tiene forma de huso, el parénquima xilemático tiene algunas células con contenidos oscuros no identificados; rodeando al xilema se encuentran de 5-8 hileras de células cribosas, algunas de estas células cuentan con contenidos oscuros no identificados; el periciclo está formado por 3-4 hileras de células isodiamétricas, la endodermis la constituye una hilera de células rectangulares con contenidos no identificados que le dan una tonalidad oscura, seguida a la endodermis y rodeando todo el haz vascular se encuentran conjuntos fibras esclerenquimatosas; la médula está formada por células isodiamétricas con pocos amiloplasos. El córtex está formado por células parenquimatosas sin contenidos, subyacente a la epidermis que es monoestratificada con una gruesa cutícula, se encuentran de 3-4 hileras de células con formas isodiamétricas, seguida de 13-14 hileras de fibras esclerenquimatosas.

RAÍZ. Diarca, exarca, el xilema está formado de 4-5 células de metaxilema y de 3-4 células de protoxilema que están en contacto con el periciclo, el floema se encuentra a los lados del xilema con 2-3 hileras de células cribosas, el periciclo cuenta con 1-2 hileras de células redondeadas con contenidos oscuros no identificados, la endodermis está formada por una hilera de células rectangulares, seguida a la endodermis se encuentra el córtex que se puede dividir en dos zonas: la primera con 4 hileras de células con engrosamientos pardos, mientras que la segunda está formada por 5-6 hileras de células grandes e isodiamétricas sin contenidos celulares, la rizodermis la constituyen una hilera de células rectangulares.

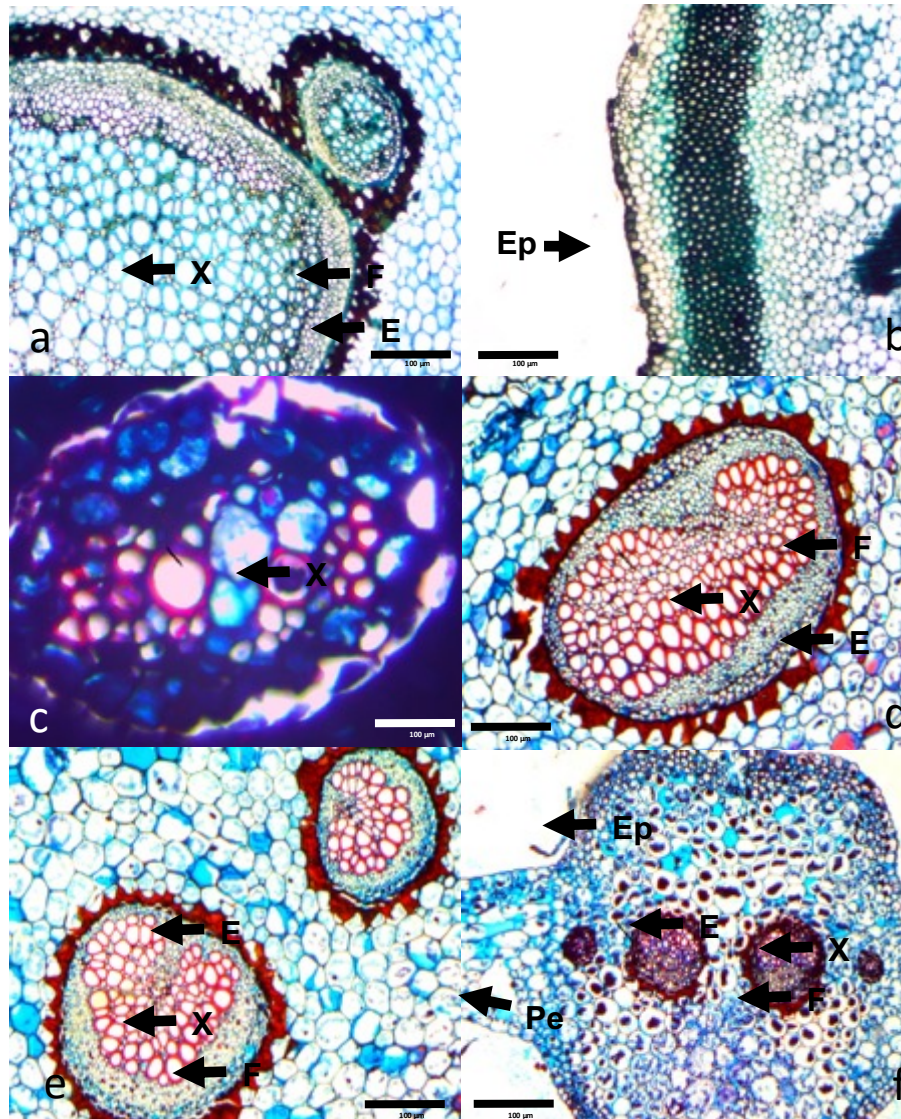
PECÍOLO. La base del pecíolo con 6 haces vasculares que se van reduciendo a cuatro hacia el raquis, el xilema para los dos haces que se encuentran sobre el sulco presentan una forma de tuba, donde la parte más ancha está formada por células de metaxilema, mientras que la parte del gancho tiene células de protoxilema, mientras que en el resto de los haces vasculares el xilema presenta formas ovaladas, en ambos casos el parénquima xilemático está poco representado, el floema se encuentra rodeando el xilema con 6-7 hileras de células cribosas, algunas células del floema cuentan con contenidos no identificados, contigua al floema se encuentran de 2-3 hileras de células circulares que conforman el periciclo, la endodermis está representada por una hilera de células con contenidos oscuros, seguida de cúmulos de fibras esclerenquimatosas, el córtex está formado por células parenquimatosas con granos de almidón, estas células son de formas isodiamétricas, subyacente a la epidermis se encuentran de 12-14 hileras de células con engrosamientos en las paredes, la epidermis es monoestratificada con una gruesa cutícula.

RAQUIS. Mantiene el sulco que se presenta desde el pecíolo, tiene una disminución de haces vasculares a cuatro, el xilema de los que se encuentran sobre el sulco tiene forma de “tuba” descrita para el pecíolo, sin embargo en los otros haces la forma del xilema presenta una forma de “U”; el floema se encuentra rodeando al xilema y cuenta con 8-9 hileras de células cribosas, el periciclo está formado por 1-2 hileras de células rectangulares; contiguo al periciclo se encuentra la endodermis que presenta contenidos oscuros no identificados, seguida de fibras esclerenquimatosas.

SEGMENTO FOLIAR. La epidermis es monoestratificada con una delgada cutícula, las células epidérmicas del lado adaxial son irregulares, su tamaño va de 33-72  $\mu\text{m}$  de



largo x 20-40  $\mu\text{m}$  de ancho, el rango se muestra en la Cuadro 14, los estomas solo se observan del lado abaxial son de tipo polocíticos y anomocíticos (Fig. 10), las dimensiones de los complejos estomáticos se muestran en la Cuadro 14, subyacente a la epidermis se presentan de 5-6 hileras de células colenquimatosas. El mesófilo está formado de parénquima esponjoso con gran cantidad de cloroplastos, el xilema tiene forma ovalada a circulares, el floema esta rodeando al xilema y cuenta con 2-3 hileras de células cribosas, algunas de estas células cuentan con contenidos no identificados, seguido del floema se encuentra el periciclo con 1-2 hileras de células circulares, la endodermis está representada por una hilera de células con contenidos oscuros, seguida por 8-9 hileras de células parenquimatosas de forma isodiamétricas de las cuales un número variado cuenta con contenidos celulares (Figura 8).



**Figura 8.** Cortes transversales de *Lomariopsis maxonii*. "X-xilema, F-floema, E-endodermis, Pe-parénquima esponjoso, Ep-epidermis" a. Rizoma, meristela. b. Epidermis de rizoma con células engrosadas. c. Raíz, haz vascular. d. Pecíolo, haz vascular con xilema en forma de tuba. e. Raquis, Hazes vasculares con xilema en forma de U. f. Segmento foliar, con cuatro haces vasculares.



***Oleandra bradei*** H. Christ

RIZOMA. Tiene una dictiostela con 11 meristelas, de forma circular a ovalada, el xilema es exarco, presenta una forma ovalada, el parénquima xilemático es una hilera rodeando al xilema, algunas de estas células tienen contenidos oscuros no identificados, el metafloema se encuentra representado por 3-4 hileras de células, mientras que el protofloema se observan de 1-2 hileras de células cribosas, las cuales están pegadas al periciclo que cuenta de 1-2 hileras de células circulares a ovaladas, con contenidos oscuros, la endodermis está representada por una hilera de células rectangulares. La médula está formada por células parenquimatosas isodiamétricas, algunas de estas células contienen grandes cantidades de granos de almidón; el córtex lo constituye 22-25 hileras de células parenquimatosas, de las cuales algunas contienen granos de almidón, se observan conjunto de braquiesclereidas, hacia la epidermis se entran de 5-6 hileras de células con engrosamiento en las paredes, la epidermis es monoestratificada con una cutícula muy gruesa.

RAÍZ. Es diarca con una maduración del xilema exarco, formado por 5-6 células de metaxilema y 3-4 células de protoxilema que están en contacto con el periciclo, el floema se encuentra rodeando al xilema con 4-5 hileras de células cribosas, algunas presentan contenidos oscuros no identificados, el periciclo lo constituyen 1-2 hileras de células en seguida se encuentra una hilera de células rectangulares formando la endodermis, ésta es seguida de 3-4 hileras de células con engrosamientos pardos que conforman el córtex. La rizodermis cuentan con 1-2 hileras de células rectangulares.

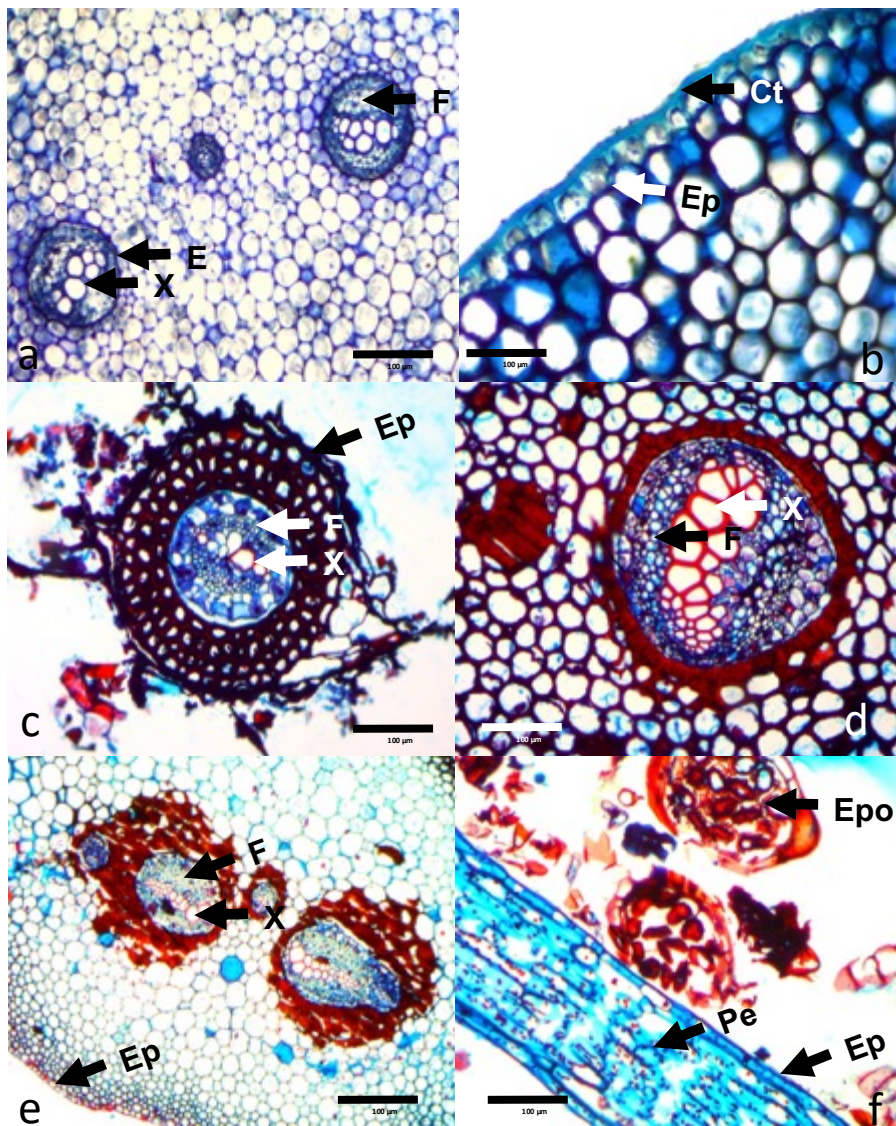
PECÍOLO. Subterete, en la parte basal se cuentan 5 haces vasculares que se van reduciendo a 2 hacia la costa, el xilema tiene forma elíptica, con maduración exarca,

el floema se encuentra rodeando al xilema, éste está representado por 4-5 hileras de metafloema y 3-4 hileras de células de protofloema, el periciclo está representado por 1-3 hileras de células con forma circulares a ovaladas, seguida de la endodermis que es una hilera de células de forma rectangular, contigua a la endodermis se observan conjuntos de esclereidas rodeando a los haces vasculares, el córtex esta integrado por células isodiamétricas con engrosamientos en las paredes, subyacente a la epidermis se encuentran de 6-7 hileras de células colenquimatosas que se van reduciendo del pecíolo basal hacia la parte distal, la epidermis es monoestratificada con una gruesa cutícula.

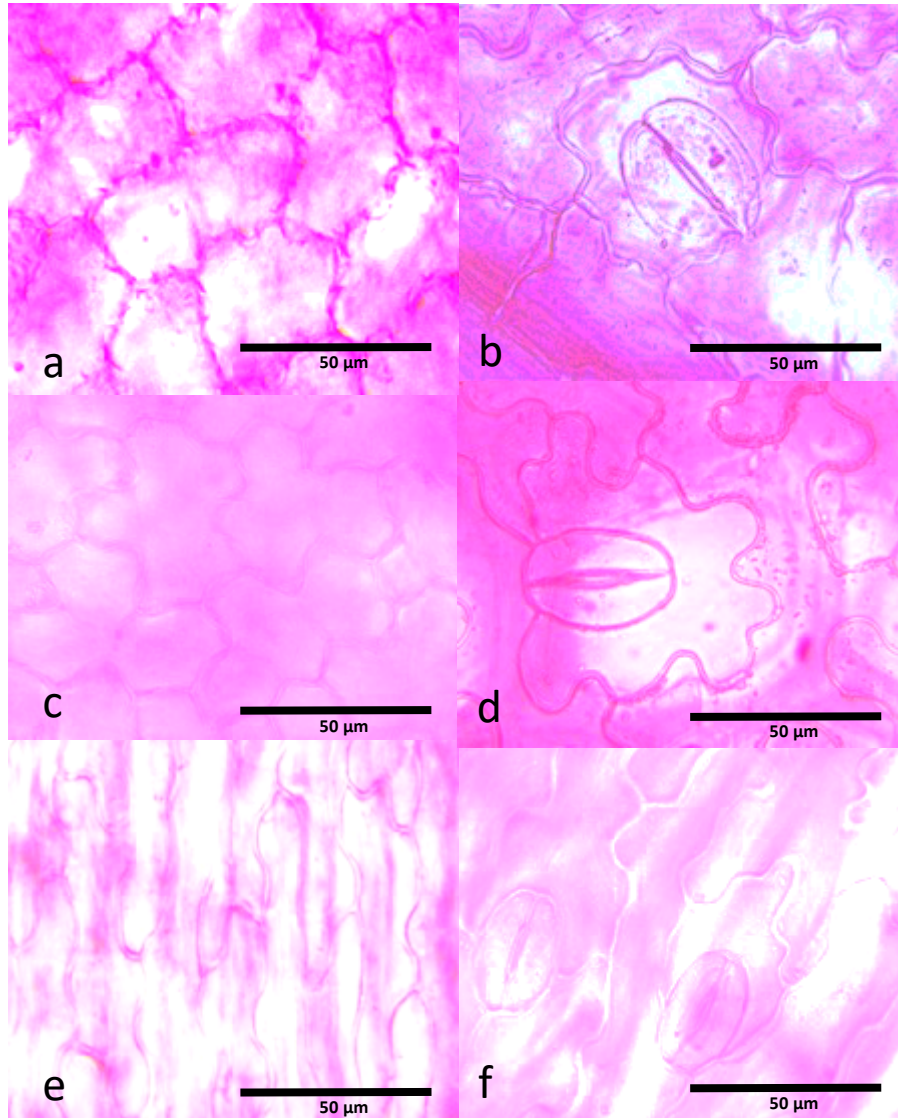
SEGMENTO FOLIAR. La epidermis es monoestratificada con una delgada cutícula, las células epidérmicas del lado adaxial son rectangulares, con un tamaño de 109-228  $\mu\text{m}$  de largo x 21-38  $\mu\text{m}$  de ancho, el rango de las dimensiones se muestra en la Cuadro 14, los complejos estomáticos de tipo polocíticos y anomocíticos (Fig. 10), solo se observan en la lado abaxial del segmento foliar, las dimensiones del complejo estomático se muestran en el Cuadro 14

El mesófilo de esta especie está constituido por parénquima esponjoso con una gran cantidad de cloroplastos, se observan 2 haces vasculares, el xilema de los haces presenta una forma ovalada, donde las células de metaxilema se encuentran orientadas hacia el centro del mesófilo, contrarias al protoxilema, el floema rodea al xilema, éste está representado por 5-6 hileras de metafloema y de 1-2 hileras de protofloema, la endodermis se representa por una hilera de células rectangulares con contenidos oscuros, rodeado la endodermis se observan conjuntos de esclerénquima,

subyacente a la epidermis del lado adaxial se encuentran de 5-6 hileras de células esclerenquimatosas (Figura 9).



**Figura 9.** *Oleandra bradei*. "X-xilema, F-floema, E-endodermis, Pe-parénquima esponjoso, Ep-epidermis, Ct-cutícula, Epo-esporas" a. Rizoma con tres haces vasculares b. epidermis con la cutícula muy gruesa. c. Raíz con 4-5 hileras de células con engrosamiento rodeando el haz vascular. d. Pecíolo, Haz vascular con el xilema en forma ovalada y braquiesclereidas. e. Segmento foliar, haces vasculares rodeados de fibras. f. Parénquima esponjoso con gran cantidad de cloroplastos.



**Figura 10.** a) *Hypoderris nicotianifolia* células epidérmicas del lado adaxial. b. *H. nicotianifolia* estoma de tipo anomocítico. c-d. c. *Lomariopsis maxonii* células epidérmicas en forma de rompecabezas del lado adaxial. d. *L. maxonii* estoma de tipo polocítico. e-f. e. *Oleandra bradei* células epidérmicas adaxiales en forma de rompecabezas. f. *O. bradei* estomas continuos.

## 6.2 Venación

En *Tectaria fimbriata* se observa que las aréolas tienen forma romboidal alargada, éstas son principalmente sin venillas incluidas (Fig. 11, b).

*Tectaria heracleifolia*. Las aréolas tienen forma pentagonal, a diferencia de *T. fimbriata*, aquí se logra observar una mayor cantidad de aréolas con venillas incluidas (67%). Para las otros cuatro ejemplares de *T. heracleifolia* se observan las siguientes diferencias; *T. heracleifolia* 001 presenta aréolas rectangulares y se incrementa el porcentaje de aréolas con una venilla incluida (71%), *T. heracleifolia* 002 presenta aréolas pentagonales, éstas son generalmente incluidas por solo una venilla que se bifurca, para *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2 las aréolas son isodiamétricas, generalmente con una venilla incluida.

*Tectaria incisa*. Tiene aréolas rectangulares con una venilla incluida que se puede bifurcar, con menor probabilidad se pueden observar aréolas con 2 venillas incluidas (Fig. 11, h).

*Tectaria* sp. 3: Las aréolas de esta especie tienen formas romboidales a rectangulares la mayoría de las aréolas son incluidas por una venilla que se bifurca o en menor proporción se trifurca (Fig. 11, a).

*Tectaria mexicana*. Con aréolas romboidales alargadas, al igual que *T. fimbriata* generalmente sin aréolas incluidas, y cuando se llegan a presentar, solo se observa una corta venilla incluida (Fig. 11, i).

*Tectaria transiens*. Se observan con mayor frecuencia aréolas rectangulares con una larga venilla incluida que se puede trifurcar o bifurcar (Fig.11, j).

*Tectaria panamensis*. Presenta aréolas alargadas, éstas son incluidas por una sola vena, sin embargo se lograron observar aréolas con dos venillas incluidas.

*Tectaria vivipara*. Tiene aréolas romboidales, la mayoría de estas aréolas son incluidas por una pequeña venilla. (Fig.11, I).

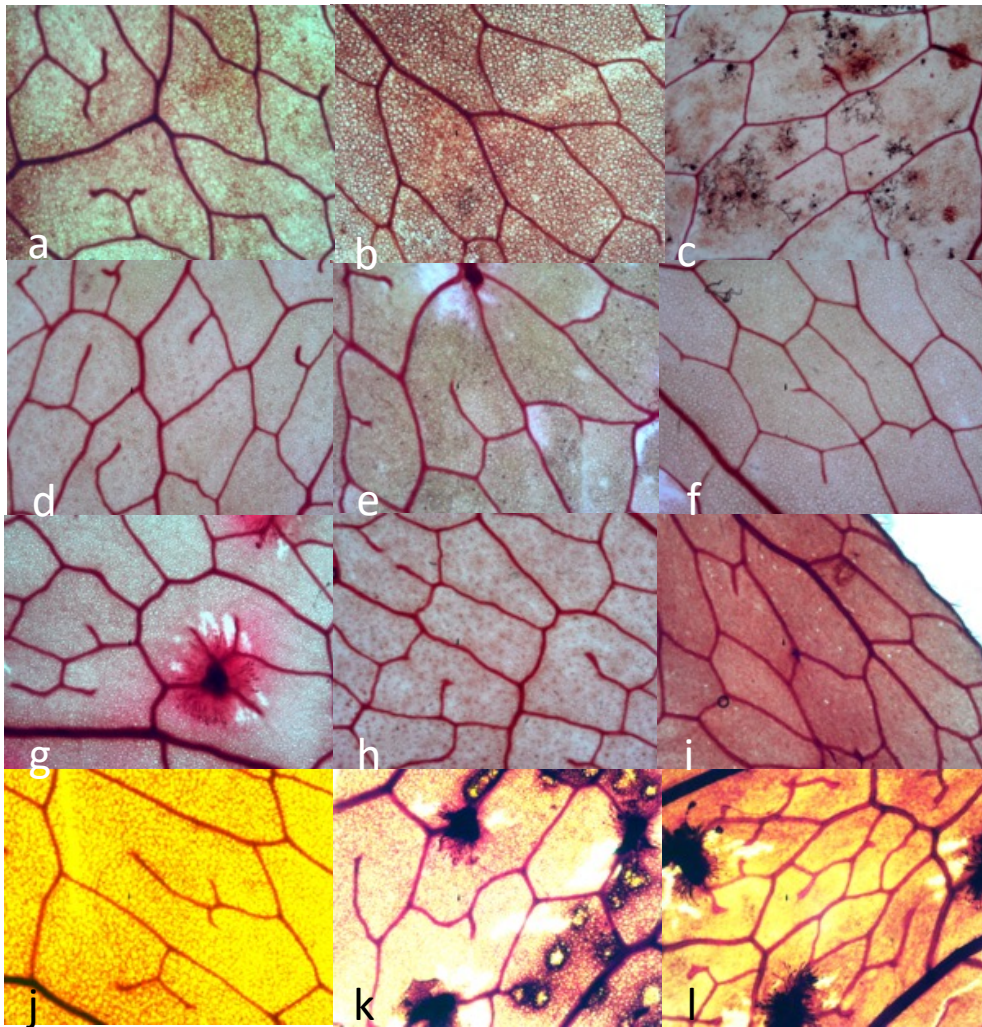
Grupo hermano:

*Hypoderris nicotianifolia*. Aréolas rectangalres a pentagonales, con venillas incluidas que se bifurcan en 35%.

Grupo externo:

*Lomariopsis maxonii* y *Oleandra bradei*. Presentan una venación marginal e inperfecta y simple, respectivamente, sin aréolas.





**Figura 11.** Segmentos foliares de las especies del género *Tectaria* teñidos con safranina observado al microscopio estereoscópico. Figuras a-l. a. *Tectaria* sp. 3, segmento foliar con areolas incluidas bifurcadas b. *T. fimbriata*, segmento foliar con aréolas alargadas. c. *T. heracleifolia*, segmento foliar con aréolas isodiamétricas. d. *T. heracleifolia* 001, segmento foliar con venas de tercer orden incluidas. e. *T. heracleifolia* 002, segmento foliar con aréolas incluidas trifurcadas. f. *Tectaria* sp. 1. g. *Tectaria* sp. 2, segmento foliar con aréolas incluidas con dos venillas. h. *T. incisa*, segmento foliar con venación reticulada. i. *T. mexicana*, segmento foliar con aréolas rectangulares alargadas. j. *T. panamensis*, segmento foliar con aréolas incluidas bifurcadas k. *T. transiens*, segmento foliar con aréolas incluidas y engrosadas. l. *T. vivipara*, segmento foliar con aréolas isodiamétricas y venillas de las aréolas engrosadas.

### 6.3 Palinología

Las esporas de *Tectaria* son monoletes y elipsoidales, el tamaño varía de 27 a 53  $\mu\text{m}$ , siendo la más grande *Tectaria* sp. 3 (40-53  $\mu\text{m}$ ), y la más pequeña *T. transiens* (27-34  $\mu\text{m}$ ) (Cuadro 15); la abertura tiene una longitud que oscila entre  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de la longitud total de la spora. El exosporio es simple; el perisporio es cavado con escamas para *T. heracleifolia* y *T. mexicana* (Fig. 12 c, i); la superficie de las esporas cuentan con pliegues gruesos y grandes espacios entre los pliegues como en *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara* y *T. transiens* (Fig. 12 a, l, k), pliegues delgados con grandes espacios entre ellos se observan en *T. fimbriata*, el resto de las especies cuentan con pliegues delgados y poco espacio entre ellos.

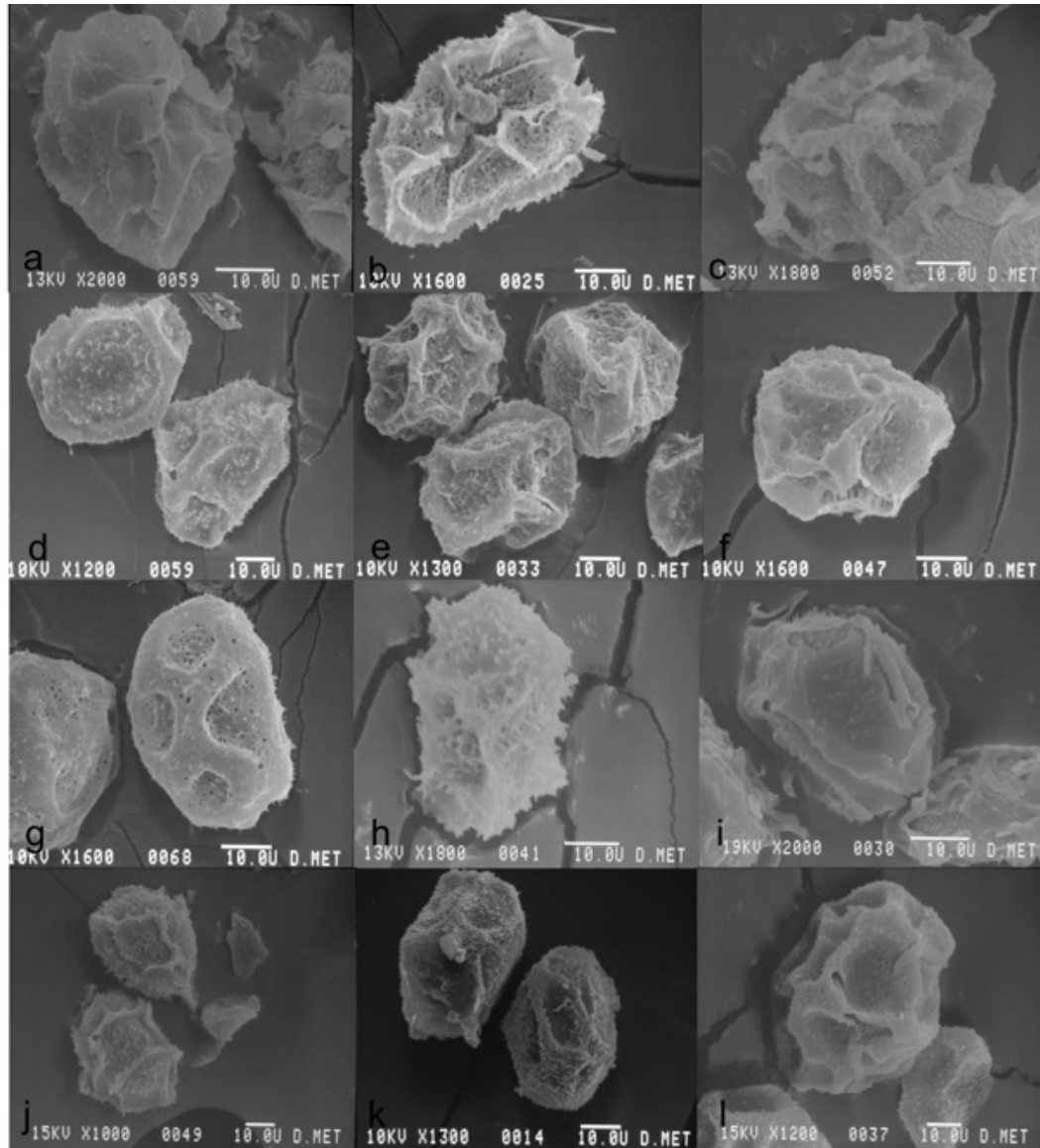
Los elementos entre los pliegues son parte del perisporio, por ejemplo en *T. incisa* y *T. panamensis* forman un retículo (Fig. 12 h, j); en *T. vivipara*, *T. transiens*, *T. heracleifolia* y *Tectaria* sp. 3 son micro-equinados (Fig. 12 l, k, c, a). En *T. mexicana* el perisporio es escamoso y micro-equinado (Fig. 12 i).

Debido a la alta variabilidad de la lámina de *T. heracleifolia* se tomaron 3 muestras de esporas se observaron diferencias entre el grosor de los pliegues, siendo *Tectaria* sp. 2 la que presenta el mayor grosor (Fig. 12 g), otra diferencia fueron los elementos entre los pliegues en *T. heracleifolia* 002, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* son micro-equinados (Fig. 12 e, d, c) y en *Tectaria* sp. 2 y *Tectaria* sp. 1 están poco rugosos (Fig. 12 g, f).



**Cuadro 15.** Dimensiones del diámetro ecuatorial de las esporas, mínimo (promedio) máximo en  $\mu\text{m}$ .

<b>Especie</b>	<b>Colector</b>	<b>Diámetro de la espora en <math>\mu\text{m}</math></b>
<i>T. incisa</i>	Velázquez Morales 35	31 (39) 47
<i>T. mexicana</i>	Velázquez Morales 11	33 (38) 45
<i>T. vivipara</i>	Velázquez Morales 36	31 (38) 42
<i>Tectaria</i> sp. 3	Velázquez Morales 5	31 (43) 58
<i>T. heracleifolia</i>	Velázquez Morales 25	33 (41) 48
<i>T. fimbriata</i>	Velázquez Morales 38	27 (38) 46
<i>T. heracleifolia</i> 001	Velázquez Morales 41	32 (35) 38
<i>T. heracleifolia</i> 002	Velázquez Morales 42	27 (34) 39
<i>Tectaria</i> sp. 1	Velázquez Morales 43	27 (32) 37
<i>Tectaria</i> sp. 2	Velázquez Morales 44	30 (36) 41
<i>T. transiens</i>	Velázquez Morales 50	27 (31) 34
<i>T. panamensis</i>	Velázquez Morales 51	34 (42) 48



**Figura 12.** Figuras a-l. a. Espora de *Tectaria* sp. 3, con los pliegues del perisporio gruesos. b. Espora de *T. fimbriata* con pliegues delgados. c. Espora de *T. heracleifolia* con el perisporio cavado con escamas y pliegues gruesos. d. Espora de *T. heracleifolia* 001, con perisporio cavado con escamas y pliegues gruesos. e. Espora de *T. heracleifolia* 002, con perisporio cavado, escamas y pliegues gruesos. f. Espora de *Tectaria* sp. 1, con perisporio cavado y pliegues gruesos. g. Espora de *Tectaria* sp. 2, con pliegues gruesos. h. Espora de *T. incisa* pliegues formando un retículo. i. Espora de *T. mexicana* con pliegues delgados y perisporio micro-equinado. j. Espora de *T. panamensis* con pliegues delgados formando un retículo. k. Espora de *T. transiens* con pliegues delgados. l. Espora de *T. vivipara* con pliegues gruesos y micro-equinada.

## 6.4 Taxonomía tradicional y distribución

De acuerdo con los resultados obtenidos con la herramienta de la taxonomía tradicional se delimitaron para el género *Tectaria* en México, 11 entidades taxonómicas, que se ordenaron alfabéticamente, en el tratamiento taxonómico que se presenta a continuación.

**TECTARIA** A. J. Cavanilles, Anales de Historia Natural 1(2): 115. 1799. Tipo: *Tectaria trifoliata* (L.) Cav. [= *Polypodium trifoliatum* L.].

Plantas terrestres o epipétricas. *Rizomas* erectos, a ligeramente decumbentes, robustos, con escamas pardas generalmente concoloras. *Hojas* generalmente monomorfas, rara vez dimorfas; *pecíolos* generalmente sulcados, con escamas pardas; *lámina* simple, entera a 2-pinnado-pinnatífida; raquis y costas sulcados, los sulcos decurrentes; *pinnas* basales generalmente con 1-2 lóbulos basiscópicos y 1 acroscópico; el indumento generalmente con pelos rojizos, cortos, tipo ctenitoides, con mayor frecuencia en raquis y costas o en ocasiones sobre la lámina; venas reticuladas, areoladas con venillas incluidas o libres, en ocasiones bifurcadas o trifurcadas; soros orbiculares, lineares o reniformes; indusio presente, peltado, circular o reniforme, rara vez continuo; esporangios con 14-15 células en el anillo y 1 hilera en el pedicelo; esporas monoletes, elipsoidales.

El género *Tectaria* generalmente se puede distinguir de otros géneros de la familia Tectariaceae por tener una venación reticulada, generalmente con aréolas con venillas incluidas y sus rizomas típicamente erectos o decumbentes, a diferencia de algunos géneros como *Hypoderris* y *Triplophyllum* que presentan rizomas rastreros.

Clave para la identificación de las especies de *Tectaria* de México.

- 1a. Hojas dimorfas ..... *T. panamensis*  
 1b. Hojas monomorfas ..... 2
- 2a. Lámina 1-2-pinnado-pinnatífida ..... *T. mexicana*  
 2b. Lámina simple a 1-pinnada ..... 3
- 3a. Hojas de 12-20 cm de longitud ..... *T. fimbriata*  
 3b. Hojas de 25 – 150 cm de longitud ..... 4
- 4a. Yemas en las axilas de las pinnas distales ..... *T. vivipara*  
 4b. Sin yemas en las axilas de las pinnas distales ..... 5
- 5a. Indusio reniforme, rizoma sin braquiesclereidas en el córtex,  
 poco espacio entre los pliegues de la espora (2-7  $\mu\text{m}$ )  
 ..... *Tectaria* sp. 3  
 5b. Indusio orbicular, rizoma con braquiesclereidas en el córtex,  
 gran espacio entre los pliegues de la espora (10-15  $\mu\text{m}$ ) ..... 6
6. Pinnas basales con 1 lóbulo basiscópico ..... *T. incisa*  
 6. Pinnas basales con 2-3 lóbulos basiscópicos ..... 7
- 7a. Lámina puberulenta abaxialmente, rizoma con  
 escamas concoloras pardas ..... *T. transiens*  
 7b. Lámina glabra abaxialmente, rizoma con escamas  
 bicoloras, pardo al centro, rojizo en los márgenes  
 ..... 8
- 8a. Segmento apical de la lámina con base  
 decurrente ..... *Tectaria* sp. 1  
 8b. Segmento apical de la lámina con base  
 cordiforme  
 ..... 9
- 9a. Hojas con 1-2 pares de pinnas... *Tectaria* sp. 2  
 9b. Hojas con 2-4 pares de pinnas ..... 10
- 10a. Láminas densamente hirsutas en ambos  
 lados ..... *T. trichodes*  
 10b. Láminas glabras en ambos lados,  
 ocasionalmente con pelos  
 abaxialmente ..... *T. heracleifolia*

1. ***Tectaria fimbriata*** (Willd.) Proctor y Lourteig, Bradea 5: 386. 1990. (Fig. 20, a).

*Aspidium fimbriatum* Willd., Sp. Pl. ed. 4 5(l): 213 1810. Type. Plumier, Traité Foug. Amér., pl. 149. 1704. K (Foto K!).

*Tectaria amesiana* A. A. Eaton., Bull. Torrey Bot. Club 33: 479. 1906. Holotipo: U.S.A Florida. Eaton, A. A. 689. VT (Foto VT!).

*Tectaria minima* Underw., Bull. Torrey Bot. Club 33: 199. 1906: Holotipo U.S.A Florida. Carter 885. NY (Foto NY!).

Plantas rupícolas. *Rizomas* suberectos, de 3-4 cm de largo x 1-2 cm de diámetro, con escamas lanceoladas, pardas de 0.3-0.6 cm de largo por 0.2-0.3 cm de ancho. *Hojas* monomorfas, de 12-20 cm de largo, ovadas, bases cordiformes, ápices acuminados, márgenes sinuados; *pecíolos* generalmente más largos que las láminas, de 10-16 cm x 0.2 – 0.3 cm, no sulcado, pajizo, con escamas pardas, lanceoladas de 0.1 a 0.3 cm; *láminas* de 6-10 x 4-11 cm, deltadas, simple a 1-pinnadas, cuando es 1-pinnadas, solo con un par de pinnas, laterales, con un par de lóbulos basales basiscópicos, papiráceas, verde claro, amarillentas cuando secas, la base cordiforme, el segmento apical deltado, margen dentado; raquis y costas, de color pardo a pajizo, no sulcados, con pelos de 2 mm de color rojizo; las venas areoladas, raras veces con una venilla incluida. *Soros* reniformes, de 1-2 cm de diámetro, dispuestos en 1 hilera entre las venas principales; indusios persistentes de 1-2 cm de diámetro, pardos, reniformes, unidos por un seno; *esporangios* con 14-15 células en el anillo y 1 hilera de células en el pedicelo; esporas monoletes de 27 (38) 46 µm de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** Se distribuye en Florida, Guatemala, Cuba, Jamaica. En México solo se encuentra en algunos cenotes de Yucatán (Figura 13).

**Ecología.** Generalmente viven en sumideros, en paredes rocosas sombreadas, o en las paredes de los cenotes o vegetación riparia a 20-100 m.s.n.m.

**Ejemplares revisados. México: Yucatán:** Mpio. San Antonio Mulix, en las paredes del cenote Umán, *E. Velázquez* 38 (UAMIZ). **Cuba:** Santa Elena, bloques de agua, *A. Cárdenas* 423 (XAL).

**Discusión.** Esta especie se puede distinguir del resto de las especies del género por el tamaño de las hojas, los pecíolos no sulcados y el tipo de vida que lleva sobre las paredes de los cenotes.



**Figura 13.** Mapa de distribución de *Tectaria fimbriata* y *T. panamensis*.



2. *Tectaria heracleifolia* (Willd.) Underw., Bull. Torrey Bot. Club 33: 200. 1906. (Fig. 20, b).

*Aspidium heracleifolium* Willd., Sp. Pl. 1810. Tipo: Jaimaca Sherard W. S.N: Sloane ref: Jamaica 1:73. t. 26, f 2. y Cat. pl. Jamaica 15. BM (Foto BM!).

*Polypodium cordifolium* Martens M. y Galeotti, Mém. Foug. Mexique 31, pl. 4., *hom. illeg.*, non L., 1753. Tipo Isotipo Galeotti 6313. BR (Foto BR!)

*Tectaria heracleifolia* (Willd.) Underw. var. *maxima* C. V. Morton., Amer. Fern. J. 56: 126. 1966. Holotipo Reeder 1975. US (Foto US!).

Plantas terrestres. *Rizomas* erectos de 4-14 x 2.3-4.6 cm; escamas bicoloras el centro pardo, el margen de color pajizo, lanceoladas, 0.8-1.2 x 0.3-.6 cm. *Hojas* monomorfas, 40-80 cm; *pecíolos* pardos en la base y pajizos hacia el raquis, generalmente más largos que las láminas, 16-66 x 0.6-1-2 cm, sulcados, con escamas en la base de 2-6 mm, lanceoladas a lineares; *láminas* 1-pinnada, triangulares, papiráceas cuando secas, verdes, de 16-41 x 25-40 cm de, segmento apical con márgenes dentados o serrulados, bases cordiformes, glabro; raquis y costas pajizos o raramente pardos, con pelos de 0.1 mm de tonalidades pardas a rojizas; *pinnas* 2-4 pares, enteras, pedunculadas y ascendentes, las pinnas basales presentan 2-3 lobos basiscópicos y 1 acroscópico, bases cordiformes, sin yemas en las axilas de las pinnas distales; venas areoladas, pentagonales, con una vena libre incluida. *Soros* circulares de 1.5 a 2 mm de diámetro, agrupados en 2 hileras a cada lado de las venas principales; *indusio* persistente orbicular, peltado de 1 a 2 mm de diámetro con tonalidades pardas; *esporangios* con 14-15 células en el anillo, 1 hilera en el pedicelo; esporas monoletes, 33 (41) 48  $\mu$  de diámetro ecuatorial.

**Distribución** Desde México a Costa Rica. En México se distribuye en Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Figura 14).

**Ecología.** Esta especie se encuentra en bosques tropicales perennifolios.

**Ejemplares revisados. Campeche:** Mpio. Hopelchen, Ejido de Aguadas, Reserva de Calkmul, *E. Ucán*. 1311 (XAL). Mpio. San Lucas, Ojtlán, Poblado de Vista Hermosa, *J. I. Calzada* 14230 (MEXU). **Chiapas:** Mpio. Ocosingo, Laguna Ocotol Grande, *D. Breedlove* 33000 (MEXU, UAMIZ). Mpio. Ocosingo, Bonampak, Río Lacanja, Lacanja-Changayab, *E. Velázquez*, 36 (UAMIZ). Mpio. Ocosingo, Comunidad Lacandona Lacanja-Chansayab, *G. García* 639 (XAL, MEXU). Mpio. Ocosingo, Bonampak, Río Lacanja, Lacanja-changayab, *M. Sousa*, 20505 (MEXU). Mpio. Ocozocoautla de Espinosa Rancho Camback, Presa Netzahualcoyotil, *R. Palestina* 3474 (XAL). **Guerrero:** Mpio. Cuajuliago, a 5 km de Punta Maldonado a Fantecillos, *Ma. Campos* 192 (MEXU). **Hidalgo:** Mpio Actopan, Trapiche del Rosario, *M. Palacio-Ríos* 3365 (XAL). Mpio. Castillo de Teayo. a 1 km al NW del centro *G. Martínez* 7 (XAL). Mpio. Molango, Río Malila, 7 km al S de Molango, Hidalgo, *R. Riba* 637 (XAL). Mpio. S.F. Orizatlán, Beneficiadora Hidalgo, *J. Calzada* 2542 (XAL). Mpio. Puente Nacional, Tiopanapan, *A. Figueroa* 101 (XAL, ENCB). Límites de Hidalgo-San Luis Potosí, *R. Hernández* 3923 (MEXU). **Jalisco:** Mpio. de Zapotlanejo, Carretera México-Jalisco, Matatlán, Barrancas del Río Verde, *A. Nuño* 663 (MEXU). **Michoacán:** Mpio. Aquila a 5 km camino Aquila de Ostula, *C. Guerrero* 837 (XAL). **Oaxaca:** Mpio. Tuxtepec, Chiltepec, *G. Martínez* 82 (XAL). Mpio. Santa María Chimalapa, 20 metros antes de cruzar el río Corte *E. Velázquez* 50 (UAMIZ). **Puebla:** Mpio. Cuetzalan del Progreso,

bajando hacia la cascada, *E. Velázquez 11* (UAMIZ). Mpio. Hueytamalco, Campo Experimental “Las Margaritas”, INIFAP, *T. G. Cornejo 2476* (MEXU). **Querétaro:** Mpio. de Landa, Camino a las Mesitas de Tangojo *S. Zamudio 4639* (MEXU, FCME). Mpio. Landa, Alrededores de Tangojo, *S. Zamudio 4655* (MEXU, FCME). **Quintana Roo:** Mpio. Othón, En las ruinas de Kohunlick, *M. Ordoñez 6906* (XAL). **San Luís Potosí:** Mpio. Aquismón, Sótano de las guaguas, *E. Velázquez 41* (UAMIZ). Mpio. Aquismón a 30 min al S. *B. Alcara 1405* (MEXU); Poblado de Platanillo, *J. I. Calzada 5* (MEXU XAL). **Tabasco:** A un lado del río en el Centro Recreativo de Agua Blanca a 7 km de la carretera Villahermosa-Escárcega, *S. Zamudio 3359* (XAL). Mpio. Teapa a 1.5 km al S de G. Unido por el camino a Ixtapangajoya, *S. Zamudio 223* (MEXU). **Veracruz:** Mpio. Actopan Cerro Maule Díaz, *B. Acosta 64* (XAL). Mpio. Atoyac Cerro Infiernillo al W del rancho Santa Rosa, *R. Acevedo 337* (MEXU). Mpio. Atoyac, Cerro del Infiernillo, 2.5 km al O de Atoyoca, *R. Acevedo 50* (MEXU). Mpio. Atoyac, Cerro del Infiernillo, 6 km al O de Atoyoca, *R. Acevedo 30* (MEXU). Mpio. Axocuapan Monte rey, ejido Coatzintla, *H. Robles 26* (MEXU). Mpio. Catemaco Carretera la Plama-Balzapote, desviación para la playa del Jicacal, *J.I. Calzada 6421* (XAL). Mpio. Catemaco, Cerro Buena Vista, al N de Catemaco, *R. A. Torres 47* (MEXU, ENCB). Mpio. Catemaco, Península de Moreno, *M. Palacios-Rios 3111* (XAL). Mpio. De Catemaco Ejido la Victoria, al sur *M.L. Arreguín 2431* (XAL). Mpio. Catemaco, Playa Escondida a 10 km de Sontecomapan, *M. Nee 217* (XAL). Mpio. Las Choapas, Rancho “El Milagro” 5 km en línea recta al suroeste de la colonia Nueva Tabasqueña *E. López 642* (XAL). Mpio. Coatepec, Barranca de la cantera en las faldas del cerro Chavarrillo *L. Tapia 897* (XAL). Mpio. Coatepec, *V.E. Luna 741* (XAL). Mpio. Catemaco Laguna Verde al N de

Catemaco, *J. I. Calzada 11716* (XAL). Mpio. de Coatzintla Palmar de Zapata, *Vázquez-Cortés 136* (MEXU). Mpio las Choapas, Rancho el Milagro 5 km en línea recta al S de Col. Nueva Tabasqueña, *P. E. López 642* (MEXU). Mpio. Gutiérrez Zamora, Al N del río Gutiérrez Zamora, *P. S. Vergas 438* (MEXU). Mpio. Hidalgotitlán a 6 km al E de Cedillo caminando por laguna Hidalgotitlán, *V. Dorantes 2556* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán a 2 km del camino Plan de Arroyo, *Álvaro Obregón, B. Dorantes 2804* (XAL). Hidroeléctrica de la Cervecería Moctezuma Barranca de San Miguel, *M. Palacios-Ríos 594-A* (MEXU). Hueyapan de Ocampo Rancho Cintepec, Km. 161 Catemaco-Acayucan, *P. Valdivia 91* (XAL). Mpio. Jalcomulco, Poblado de Jalcomulco, *P. Zamora 8203* (XAL). Mpio. Las Mpio. Huatusco, Barranca al W de Capulapa, *S. Avendaño 576* (XAL). Minas, Las Minas hacia Molinillo, *J. Becerra 807* (XAL). Mpio. Papantla Puente Remolino, *P. Meza 392* (XAL). Puente Nacional a 40 km NW de Veracruz, *R. M. Tryon 1739* (XAL). Mpio. Puente Nacional, El Crucero, *F. Ventura 19164* (XAL). Mpio. Tempoal 1.5 km al NE de Tempoal, *F. Hansen 18370* (XAL). Poza Azul cerca de Palmejo, *C. Carvajal 519* (MEXU). Mpio. San Pedro Soteapan, Arroyo Soteapan, 1 km al O de San Fernando, *R. Lira. 1129* (MEXU). Mpio. Totutla, El Mirador, *A. Ventura 15211* (XAL, MEXU). Barranca del Metlac cerca de Fortín de las Flores, *R. Riba 1623* (XAL, MEXU). Mpio. Tepetzintla Cerro El Mante, *F. Vázquez 357* (XAL). Mpio. Yecuatla a 1 km al N de Plan de Almanza, *B. Gutiérrez 3716* (MEXU). Mpio. Zontecomatlán Mesoncillos a 7 km de Zontacamatlán, *G. Rincón 1773* (XAL, UAMIZ). **Yucatán:** Hopelchén 4 km al NE de Dos Lagunas rumbo a San Isidro, Reserva Calakmul, *M.L. Ortega 167* (MEXU).

## Discusión

Esta especie se llega a confundir con *Tectaria incisa* en algunas etapas de su desarrollo; sin embargo,, algunas de sus características para lograr distinguirla son las bases cordiformes de las pinnas y segmento apical, número de pares de pinnas que en *T. incisa* son de 4-6 y, por último, en los soros maduros, el indusio para *T. incisa* está unido por un seno.

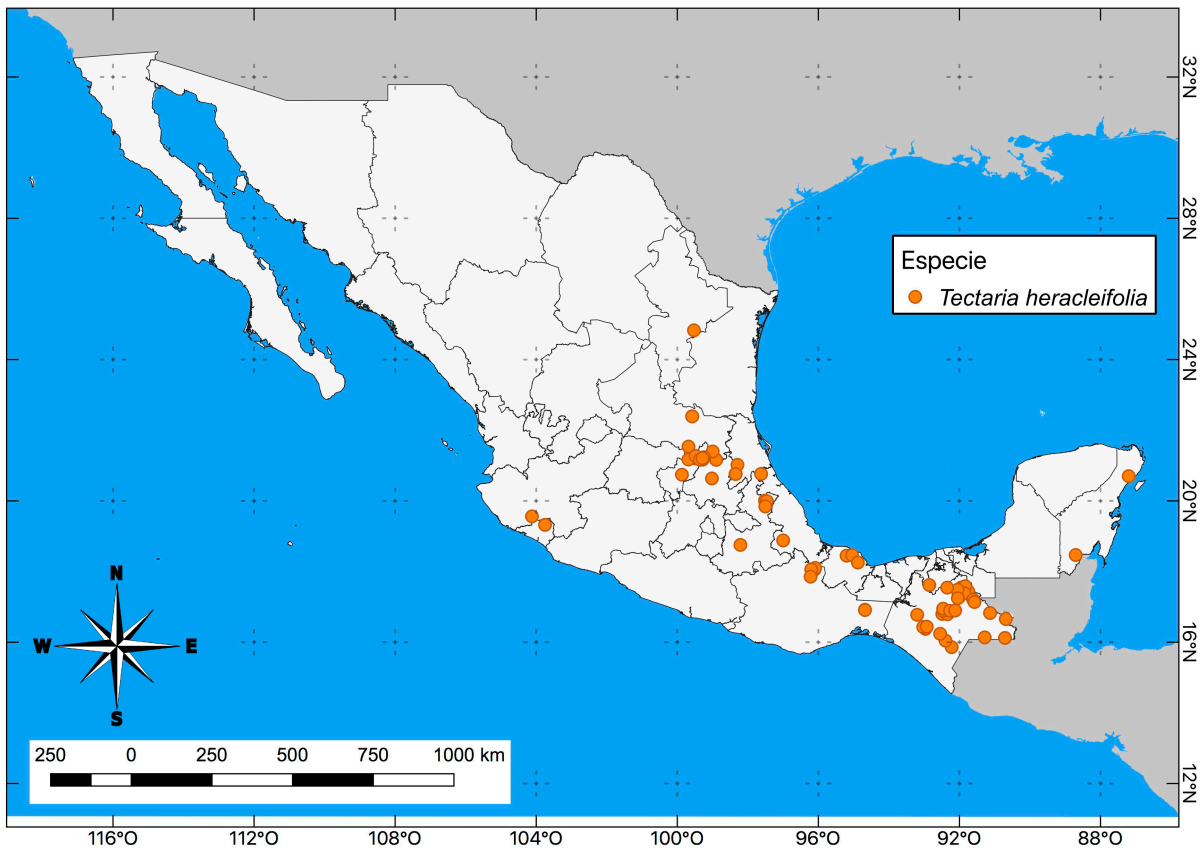


Figura 14. Mapa de Distribución de *Tectaria heracleifolia*

3. ***Tectaria incisa*** Cav., Descr. Pl. 249 1802. Tipo: Puerto Rico, *Ventenat s.n.* en Real Jardín Botánico, Madrid, España. (Foto MA!). (Fig. 20, c).

*Aspidium martinicense* Spreng., Anleitung zur Kenntniss 3: 133 1804. Tipo: República Dominicana, *Poiteau s.n.* P. (Foto P!).

*Tectaria martinicensis* (Spreng.) Copel. Philipp J. Sci. 2:410 1907. Tipo: Muséum National d'Histoire Naturelle, *Wright C.*, 834 P. (Foto P!).

Plantas terrestres. *Rizomas* erectos de 5.7-7.8 x 4.3-5.6 cm, escamas lanceoladas pardas a marrones de 3-5 x .8-1 mm. *Hojas* monomorfas de 65-157 cm; *pecíolos* casi tan largos como la lámina, sulcados, de color pajizo a marrón claro, con escamas de 0.7-1 x 0.3-0.4 cm, en la base del pecíolo; *láminas* de 36-72 x 35-55 cm, 1-pinnada, de textura papirácea y de tonalidades verde militar a oscuras al herborizar, segmento ápical de la hoja con márgenes enteros y bases decurrentes; raquis y costa sulcados, de color pajizo o pardo claro, glabros o en ocasiones pueden presentar pelos de tonalidades marrón; *pinnas* de 3-5 alternas, oblicuas y ascendentes, pedunculadas y con la base decurrente, el par de pinnas basales presentan 1 lóbulo basiscópicos muy pronunciado; venas areoladas de forma hexagonal con una venilla incluida. *Soros* abaxiales redondeados, de 2-3 mm de diámetro dispuestos en hileras a un lado de las venas principales; indusios persistentes, orbicular, con un seno basal, de 2-3 mm de diámetro de color pajizo o pardo amarillento; *esporangios* con 14-15 hileras de células en el anillo; esporas monoletes de 31 (39) 47  $\mu$ m de diámetro ecuatorial.



**Distribución.** Guatemala, Belice, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil. En México se distribuye en Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Figura 15).

**Ecología.** Esta especie tiene una distribución preferente en laderas y a las orillas de ríos a una altitud de 0 a 1200 m.s.n.m.

**Ejemplares revisados. Chiapas:** Mpio. Ocosingo, Centro Arqueológico Bonampak, *R. Durán B-352* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 4 km del camino Cedillo-La Hulera, *J. Durantes 4045* (XAL). Mpio. Ocosingo, Selva Lacandona en los alrededores de Boca de Chajul, *F. Vázquez 3672* (XAL). Laguna de Uxpanapa, *A. Gómez-Pompa 5193* (XAL). Mpio. Ocosingo, en estación Chajul, *Guerrero 24934* (XAL). **Oaxaca:** Mpio. Putla a 2 km al S de la desviación al sesteadero, Carretera Puebla-Pinotepa, *C. Solano 519* (XAL). Mpio. Santa María Chimalapa, 1 Km antes de cruzar el río corte, sobre el sendero, *E. Velázquez 5* (UAMIZ) **Veracruz:** Mpio. Catemaco, Península de Moreno, *R. Riba 1690* (XAL). Mpio. Catemaco, Carretera Catemaco-Miguel Hidalgo, *R. Mendoza 307* (XAL). Mpio. Coetzala, 1 km al E de Cotzala, *A. Ricón 1515* (XAL). Mpio. Papantla Plan de Hidalgo, *M. Medellín 196* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Camino a la brecha Cedillo-Agustín Melgar, *B. Vázquez 482* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 7 km al E de Cedillo Camino a la Laguna, *B. Dorantes 2558* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Brecha Cedillo-Agustín-Melgar, *B. Vázquez 482* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Brecha Cedillo-Agustín-Melgar, *B. Vázquez 481* (XAL).

## Discusión

Esta especie puede ser confundida con *Tectaria heracleifolia* en estados juveniles, sin embargo,, el número de pares de pinnas, el indusio no peltado y los segmentos basales decurrentes pueden ayudar a diferenciarlas. *T. incisa* puede hibridizar con *T. panamensis* y produce el híbrido *Pleuroderris michleriana* (D.C Eaton) Maxon. (Rojas *et al.* 2014). Sin embargo,, para este trabajo no se localizaron los ejemplares de respaldo y en la localidad citada para México, no se encontró la planta.



Figura 15. Mapa de distribución de *Tectaria incisa*

4. ***Tectaria mexicana*** (Fée) C.V. Morton, Amer. Fern J. 56: 133 1966. (Fig. 20, d).

*Segemia mexicana* Fée, Mém. Foug. 5: 313 1852. Lectotipo: México, *Galeotti 6424*, K  
. (Foto K!).

*Tectaria mexicana* (Fée) C.V. Morton var. *pilosula* C.V. Morton Amer. Fern J. 56:137  
1966. Holotipo: México, *Pennell 20009*, US. (Foto US!).

Planta terrestre. *Rizomas* decumbentes de 5.3-6.5 cm de largo x 3.5-4 cm de diámetro, escamas concoloras, lanceoladas de 6 a 10 x 1-2 mm. *Hojas* monomorfas de 35-64 cm de largo; *pecíolo* de 18-45 x 0.9-1.3 cm, por lo regular casi del mismo tamaño que la lámina, sulcados, pardos a marrones, cuenta con pelos cateniformes dispersos en todo el pecíolo, sin embargo, son más abundantes en el sulco, de tonalidades rojizas de 0.1 mm; *lámina* deltada de 23-56 x 13-27 cm, 1-2- pinnada-pinnatífida, papiráceas, verde opaco, marrón al secar, segmento apical con márgenes aserrados y bases decurrentes; raquis y cóstula sulcados, rojizos a marrones, con pelos rojizos dispersos, más abundantes en el sulco, de 0.1 mm; *pinnas* 3-6 pares, ascendentes, las distales decurrentes en la base, las basales con un pedúnculo, el tejido laminar con pelos tanto en el lado abaxial como adaxial y márgenes con pelos de color rojizo de 0.1 mm, en especial en los senos; *venación* areolada sin venillas incluidas. *Soros* reniformes de 2-3 mm de diámetro, dispuestos en dos filas a un lado de la cóstula; indusio persistente, reniforme de 2-3mm de diámetro, pardos, insertos por un seno; *esporangios* con 14-15 hileras de células en el anillo y 1 hilera de células en el pedicelo; esporas monoletes, 33 (38) 45 µm de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** Esta especie se distribuye desde Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, Panamá. En México se localiza en Chiapas, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, y Veracruz. (Figura 16) .

**Ecología.** En bosques tropicales perennifolios, bosques tropicales caducifolios, bosques mesófilos de montaña a una altitud de 1600 a 2000 m.s.n.m.

**Ejemplares revisados. Chiapas:** Mpio. Berriozábal 20 km al N de Berriozábal, rumbo a las Maravillas *R. Riba 1994* (XAL). En las faldas del cerro Berral en la estación de microondas Quetzalapa, *E. Martínez 8716* (XAL). Mpio. De Cacahotán La Unión Roja, *E. Ventura 3761* (XAL). Mpio. Cacahoatán La Palma, *E. Ventura 1782* (XAL). Mpio. Pijijiapan, a orillas de la carretera entre Pijijiapan y Huxtla, *R. Riba 1753* (XAL). **Jalisco:** Mpio. Cabo El Chimo, Corrientes (El Tuito), *A. Acevedo 10664* (XAL). Mpio. Cabo Corrientes, El Chimo (El Tuito), *A. Acevedo 10652* (XAL). **Michoacán:** Mpio. Aquila La Mina, *B. Guerrero 480* (XAL). Mpio. Aquila, Los Tanamastes, *B. Guerrero 1229* (XAL). Mpio. Aquila, Los Tanamastes, *B. Guerrero 1271* (XAL). **Oaxaca:** Mpio. Putla de Guerrero, *A. Colores 7345* (XAL). Mpio. Santa María Chimalapa, 2 Km cruzando el río Corte, *E. Velázquez 38* (UAMIZ) Mpio. San Gabriel Mixtepec, Santa Rosa Lima Lanchao, 24 km después de la desviación a Juquila, *R. Mendoza 592* (XAL). Mpio. Valle Nacional, Centro de Adiestramiento Campesino, Sierra Norte, Herman Manuel Enríquez Prieto, *R. Mendoza 1009* (XAL). 5 km de Valle Nacional rumbo a Oaxaca, *B. Pérez-García 1101* (XAL). **Veracruz:** Mpio. Hidalgotitlán, 9 km al este de brecha del campamento Hnos. Cedillo, *B. Pérez 826* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán 2 km del camino planta de Arroyos-Álvaro Obregón, *B. Dorantes 2836* (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Campamento Hnos. Cedillo y playa Pericos, *B. Pérez 863* (XAL). Mpio.

Hidalgotitlán, Campamento Hnos. Cedillo a orillas del río Soloxúchil, *B. Vázquez* 211 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Entre el campamento Hnos. Cedillo y Plan de Pericos a orillas del río Soloxúchil, *B. Pérez* 868 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Río Soloxúchil a 2.5 km al W del Campamento Hnos. Cedillo, *M. Vázquez* 1602 (XAL). Orillas de Río Soloxúchil entre plan de pericos y Jesús Carranza, *B. Pérez* 833 (XAL).

## Discusión

Esta especie se logra distinguir principalmente por la división de la lámina que es 2-pinnado-pinnatífida, por la presencia de escamas concoloras en el rizoma, indusio reniforme y la falta de venillas incluidas.

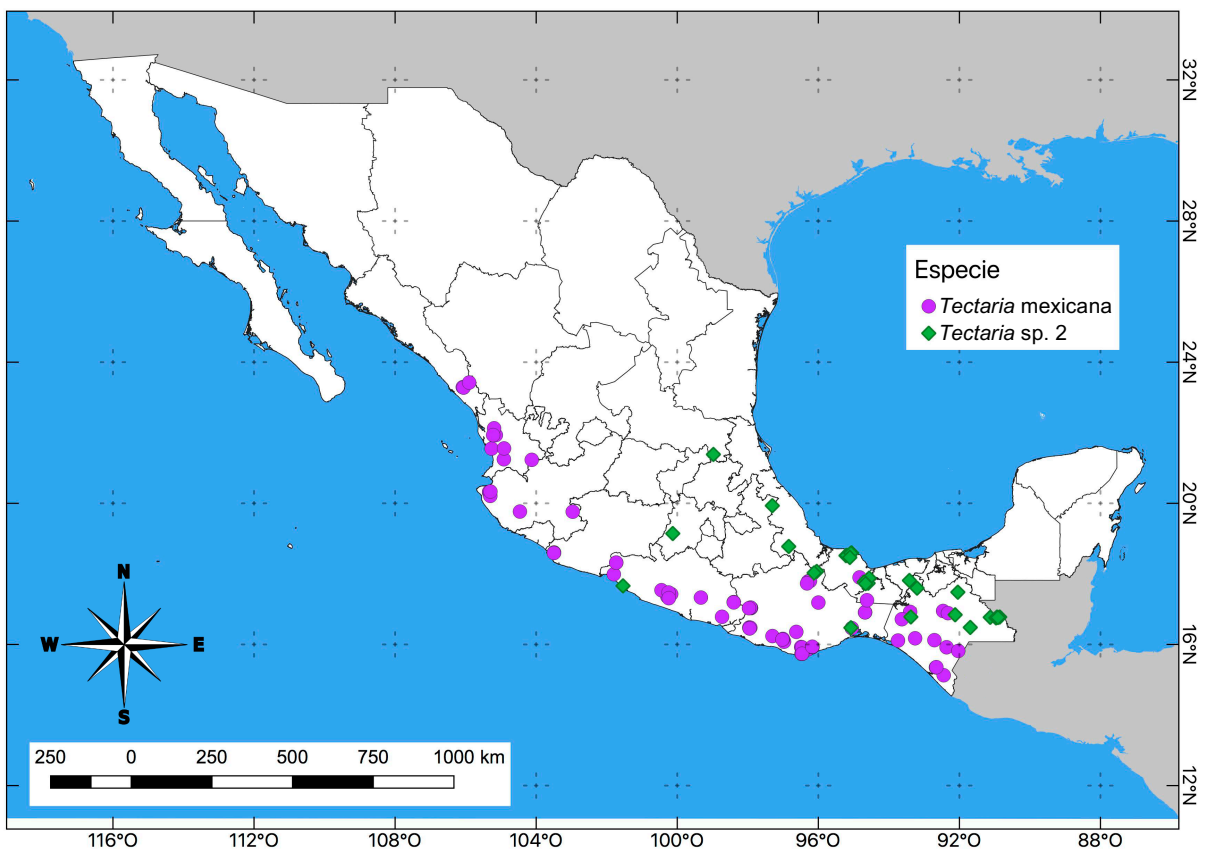


Figura 16. Mapa de distribución de *Tectaria mexicana* y *Tectaria sp. 2*

5. ***Tectaria panamensis*** (Hook) R.M. Tryon y A.F. Tryon, *Rhodora* 83:136. 1981. (Fig. 20, e).

*Dictyoxiphium panamense* Hook., Gen. Fil. 62 1840. Tipo: Panamá, *Cuming 1124*, K. (Foto K!).

Plantas terrestres. *Rizomas* cortos y erectos, 2.4-3.7 x 3.4-5.4 cm; escamas pardas, lanceoladas, 2-7 mm de largo por 0.5-1 mm de ancho. *Hojas* dimorfas, hoja fértil 37-67 x 2.5-4.5 cm, enteras, lanceoladas, pecíolo corto, con escamas lanceoladas pardas. Hoja estéril de 11.3-55.6 x 4.3-6.5 cm; *pecíolos* pardos cortos o ausentes, de 3 a 6 cm de largo, cuando están presentes son sulcados, con escamas lanceoladas pardas de 6-8 mm; *láminas* enteras y lineares, de 10.3-58 x 2.5-4.3 cm, ápice caudado, base cuneada y margen entero; costa, con escamas lanceoladas 2-6 mm x 0.5-1 mm, más abundantes hacia el rizoma, en ocasiones es glabra; venas oscuras, areoladas con venillas libres incluidas. *Soros* submarginales y continuos, indusio linear, marrón; *esporangios* con 14-15 células en el anillo y 1 hilera de células en el pedicelo; *esporas* monoletes de 34 (42) 48 µm de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** Desde México a Panamá; en México se encuentra en Chiapas y Veracruz. (Figura 13).

**Ecología.** Esta especie vive preferentemente en bosques tropicales perennifolios a 200-400 m.s.n.m.

**Ejemplares revisados. Chiapas:** Mpio. Ocosingo, 1 km al este del poblado de Chajul, *C. Castillo 9101* (XAL). Mpio. Ocosingo, 15 km al NW de Boca Lacantum, *S. Martínez 12388* (XAL). Mpio. Ocosingo, 8 km al NW de Boca Lacantum, *S. Martínez 11864* (XAL). Confluencia del río Ixcán con el Río Lacantum, *E. Breedlove 34167* (XAL). Mpio. Ocosingo, 4 km al S de ejido Benemérito de las Américas, *S. Martínez 10835*



(MEXU). Mpio Ocosingo, Nuevo Veracruz a 33 km del río Chixoy, *S. Martínez 15926*

(MEXU). Mpio. Ocosingo, Ejido El Pirú a 15 km al E de Chajul, *S. Martínez 18250*

(MEXU). Mpio. Ocosingo, 2 km al W del Crucero Corozal, camino a Palenque, *S. Martínez 10208* (MEXU). Mpio. Ocosingo, Crucero Corozal, camino Palenque Boca Lacantum, *S. Martínez 11116* (MEXU). Mpio. Ocosingo Nuevo Veracruz, a 33 km al W del vértice del río Chixoy, *S. Martínez 15026* (MEXU). Mpio. Ocosingo, 1 km al s del ejido Benemérito de las Américas, Camino a Flor de Cacao, *S. Martínez 10635*

(MEXU). Mpio. Ocosingo, 1 km después de San Javier rumbo a Lacanjá, *M. González 720* (MEXU). Mpio. Ocosingo, 1.5 km al NO del Crucero San Javier, *M. Aguilar 4642*

(MEXU). Mpio. Ocosingo, 8 km al NW de Boca Lacantum camino a Palenque, *S. Martínez 11864* (MEXU). Mpio. Ocosingo, Estación Chajul, *R. Guerrero 25029*

(MEXU). Mpio. Ocosingo, 11 km al SO de Bonampak, *A. Cortés 2714* (MEXU). Mpio. Ocosingo Nuevo Chihuahua a 33 km del vértice del río Chixoy, *S. Martínez 16214*

(MEXU). Mpio. Ocosingo, 9 km al NW de Boca Lacantum, camino a Crucero Corozal-Palenque, *S. Martínez 8252* (MEXU). Mpio. Ocosingo, Ejido el Pirú a 15 km al E de Chajul camino a Boca Lacantum, *S. Martínez 28259* (MEXU). Mpio. Ocosingo, 3 km al N del cruceo San Javier, *G. Aguilar 2481* (MEXU). Mpio. Ocosingo, 15 km al NO de Boca Lacantum camino a Palenque, *S. Martínez 12388* (MEXU). Mpio. Ocosingo, 1.3 km al E de Frontera Corozal, *G. Aguilar 11288*. (MEXU) Mpio. Ocosingo, Crucero Corozal, Camino Palenque-Boca Lacantum, *S. Martínez 15388* (UAMIZ). Mpio. Ocosingo, Crucero Corozal, Palenque Boca Lacantum, *S. Martínez 11114* (UAMIZ). Mpio. Ocosingo, Nuevo Veracruz a 33 km al W del vértice del Río Chixoy, *S. Martínez 15926* (UAMIZ). Mpio. Ocosingo, 4 km al S del ejido Benemérito de las Américas

Camino a Flor de Cacao, *S. Martínez* 10835 (UAMIZ). Mpio. Ocosingo, Ejido el Pirú a 15 km al E de Chajul camino a Boca Lacantum, *S. Martínez* 18250 (UAMIZ). Mpio. Ocosingo, Crucero Corozal a un lado de la carretera, *E. Velázquez* 44 (UAMIZ). **Veracruz:** Mpio. Las Choapas, Cerro Zapote del Pleito, Col. Nueva Tabasqueña, *R. Mendoza* 908 (XAL), Mpio. Hidalgotitlán, 1 km del Campamento Hermanos Cedillo, *B. Pérez-García* 838 (UAMIZ), NE del campamento S.R.H., camino a la laguna Hidalgotitlán, *B. Dorantes* 2451 (MEXU).

### **Discusión**

Esta especie se distingue del resto de especies en México por ser dimorfa, tener lámina simple, entera, soros lineales y submarginales e indusio linear.

6. ***Tectaria transiens*** (C.V. Morton) A.R. Sm., Amer. Fern J. 70: 27 1980. (Fig. 20, f).

*Tectaria incisa* Cav. subsp. *transiens* C.V. Morton., Amer. Fern J. 56: 133 1966.

Holotipo: México, *Finch* 57. US. (Foto US!).

Plantas terrestres. *Rizomas* erectos 4-5.5 cm de largo x 3-4 cm de diámetro, con escamas concoloras pardas, lanceoladas de 4-8 mm de largo por 1-2 mm de ancho.

*Hojas* monomorfas de 65-128 cm de largo; *pecíolos* sulcados, casi tan largos como las láminas, pardos a pajizos hacia el raquis, con abundantes escamas en la base, pardas

de 5-9 mm de largo por 2-3 mm de ancho; *láminas* deltadas de 45-68 x 33-56 cm, 1-pinnadas, puberulenta, los pelos en el lado abaxial, 1-1.5 mm, rojizos a marrones,

cartáceas, verdes, opacas, márgenes dentados a serrulados, bases cuneadas; raquis y costas pajizo a pardos, sulcados con pelos de 0.1-0.2 mm, rojizos; *pinnas* 2-5 pares,

opuestas, lobadas, ascendentes, las pinnas basales con 2-3 lóbulos basiscópicos, con bases cuneadas; *venas* areoladas con una venilla incluida. *Soros* reniformes de 2-4

mm, dispuestos en 2-3 hileras entre las venas principales; *indusio* persistente, reniforme a orbicular, con un seno basal, de 2-3 mm de diámetro de color marrón en

el centro y pajizo hacia las orillas; *esporangios* con 14-15 células en el anillo y 1 hilera de células en el pedicelo; esporas monoletes de 27 (31) 34  $\mu$ m de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** Guatemala, Honduras, Nicaragua, Ecuador y Perú. En México; Chiapas, Hidalgo Oaxaca, Querétaro y Veracruz. (Figura 17).

**Ecología.** Esta especie vive principalmente en bosques mesófilos de montaña, junto a cuerpos de agua como ríos o arroyos a una altitud de 800-2000 m.s.n.m.

**Ejemplares revisados. Hidalgo:** Mpio. Molango, Río Malila, Carretera Pachuca-Molango, *A. Mendoza 311* (XAL). **Oaxaca:** Mpio. San Felipe Usila, 5 Km en línea recta al SE de Santa Cruz Tepetotutla, *E. Velázquez 43* (UAMIZ). **Querétaro:** Mpio. Pinal de Amoles cascada de Chuveja, a 2 km de la desviación de la carretera federal 120, *A. Mendoza 554*, (XAL). Mpio. Landa de Matamoros, Cañada del Arroyo, entre Rincón de Piedra Blanca y Agua Zarca, *A. Mendoza 415* (XAL). **Veracruz:** Mpio. Cuichapa, 1.8 km al N de los Xúchiles, *J. Solís 51* (XAL). Mpio. Tezonapa, 5 km al N de Motzorongo, *R. Robles 419* (XAL).

### **Discusión**

Esta especie tiene algunos caracteres intermedios entre *T. heracleifolia* y *T. incisa*; sin embargo,, uno de sus atributos distintivos es la presencia de pelos abaxiales. Se puede distinguir de *T. heracleifolia* por tener indusios reniformes y un número mayor de pares de pinnas de 4-6.

7. ***Tectaria trichodes*** (C. V. Morton) A. R. Sm. *Men. New York Bot. Gard.* 88: 615 2004. (Fig. 20, g).

*Tectaria heracleifolia* var. *trichodes* C. V. Morton, *Amer. Fern J.* 56: 126 1966.

Isotipo: Guatemala Steyermark 44586, F. (Foto F!).

Plantas terrestres. *Rizomas* erectos 1.5-2.5 cm de largo x 0.5-1.0 cm de diámetro. *Hojas* monomorfas de 7-20 cm de largo x 3-10 cm de ancho. *Pecíolos* casi tan largos como las láminas, pardos con pelos densos, septados de 0.5 a 1.5 mm de largo; *láminas* simples de 4-12 cm de largo x 3-10 cm ancho, tripartidas, ápices acuminados, las bases cordiformes, márgenes repandos, densamente hirsuta en ambas superficies al igual que la costa y nervadura.

**Distribución.** México (Tabasco) y Guatemala.

**Ecología.** Esta especie vive principalmente en bosques mesófilos de montaña a una altitud de 100-900 metros sobre nivel del mar

**Ejemplares revisados.** Guatemala, J. A. Steyermark 44586 F y US (Foto F! y US!).

**Discusión.** Esta especie se diferencia de todas las especies mexicanas y neotropicales por sus láminas densamente pubescentes. Debido a la urbanización esta especie no pudo ser incluida en los análisis filogenéticos.

8. ***Tectaria vivipara*** Jermy et T.G. Walker, Bull. Brit Mus. (Nat. Hist.) Bot. 13: 274 1985.

Holotipo: Trinidad, *Walker T6173*, (BM, Foto BM!). (Fig. 20, h).

*Tectaria incisa* var. *vivipara* (Jenman) C. V. Morton, Amer. Fern J. 56(3): 131 1966.

Planta terrestre. *Rizoma* erecto de 6-8 cm de largo x 5-6 cm de diámetro, las escamas lanceoladas pardas a marrones de 3-7 x 0.5-1 mm. *Hojas* monomorfas de 50 a 135 cm de largo; *pecíolos* casi tan largos como la láminas, sulcados, pardos a pajizos hacia el raquis, con escamas de 0.5-0.9 x 0.3-0.4 cm, más abundantes en la base; *láminas* 26-75 x 26-47 cm, 1-pinnada, con yemas en las axilas principalmente en las pinnas distales, segmento apical con base decurrente al igual que el par de pinnas distales, papiráceas, márgenes serrulados, verde cuando viva, se oscurece al secar; raquis y costas sulcados, glabros, pajizos o pardo claro; *pinnas* 4-7 pares, alternas y ascendentes, pinnas basales lanceoladas con 1-2 lóbulos en el lado basiscópico y 1 en el lado acroscópico de menor tamaño; venas areoladas hexagonales con una venilla incluida; *Soros* reniformes de 2-3 mm de diámetro, dispuestos en hileras a un lado de las venas principales; indusio persistente, reniforme, de 2-3 mm de diámetro de color dorado a pajizo, con un seno basal; esporangio con 14-15 hileras de células en el anillo y 1 hilera en el pedicelo; las esporas monoletes, 31 (38) 42  $\mu$ m de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** En México se distribuye en Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz. Guatemala, Belice, Honduras, Salvador, Costa Rica (Figura 17).



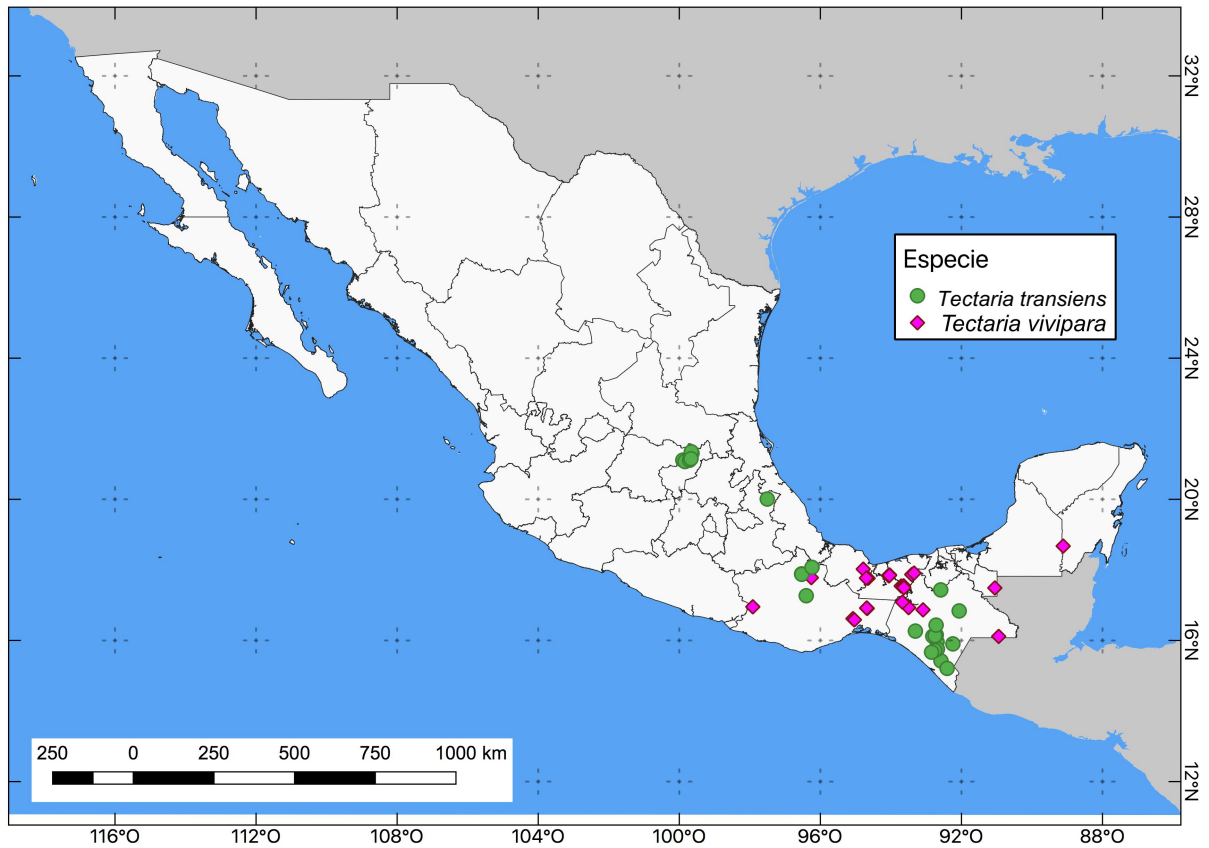
**Ecología.** Esta especie se distribuye principalmente en bosques tropicales o cerca de ríos o riachuelos, a una altitud que va desde los 800 a 1300 m.s.n.m., puede vivir en espacios perturbados, en las proximidades de los plantíos.

**Ejemplares revisados. Chiapas:** Mpio. Ocosingo, en estación Chajul, *Guerrero* 24924, 24934 (XAL). **Oaxaca:** Mpio. Valle Nacional, Centro de Adiestramiento campesino, Sierra Norte, *A. Mendoza* 1016 (XAL). **Tabasco:** Mpio. Huimanguillo, vivero del Ejido Villa de Guadalupe, Sierra de Huimanguillo, *S. López* 6927.5 (XAL).

**Veracruz:** Mpio. Las Choapas Rancho el Milagro 5 km al SW de la colina Nueva Tabasqueña, *E. López* 509 (XAL). Mpio. Las Choapas, Cerro Zapote del Pleito, Col. Nueva Tabasqueña, *E. Velázquez* 25 (UAMIZ). Mpio. Las Choapas, Cerro Zapote del Pleito, Rancho el Milagro, Col. Nueva Tabasqueña, *R. Mendoza* 897 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 7 km al E de Cedillo Camino a la laguna, *B. Dorantes* 2558 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Campamento Hnos. Cedillo y Plan de Pericos, *B. Pérez* 865 (XAL). Orillas del río Solosúchil entre Plan de Pericos y Jesús Carranza, *B. Pérez* 834 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 9 km al E de Brecha del Campamento Hnos. Cedillo, *B. Pérez* 818 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, Campamento Hnos, Cedillo y Plan de Pericos, *B. Pérez* 865 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 8 km del camino Cedillo-La Laguna, *J. Dorantes* 3731 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 9 km al este de la brecha del campamento Hnos. Cedillo-Laguna, *B. Pérez* 819 (XAL). Mpio. Jaltipan, Rancho Mirador Santa Isabel, al N de Ahuatepec, *A. Rincón* 1659 (XAL). Mpio. Jesús Carranza, El Remolino, *Vázquez* 1047 (XAL).

**Discusión:** Existen pocos caracteres que puedan ayudar a diferenciar esta especie de *T. incisa*, los más notable son la presencia de yemas en las axilas de las pinnas

distales, el número de pares de pinnas 4-7 para *T. vivipara* y de 3-5 pares en *T. incisa*, la presencia de soros reniformes en *T. vivipara* y orbiculares en *T. incisa*, además de las diferencias en los tejidos conductores, como el tamaño de los haces vasculares o los complejos estomáticos.



**Figura 17.** Mapa de distribución de *Tectaria transiens* y *Tectaria vivipara*

## 9. *Tectaria* sp. 1 (Fig. 20, i)

Plantas terrestres. *Rizomas* erectos de 3.5-5.5cm de largo por 2.6-4.2 cm de diámetro; con escamas de 0.5-1 x 0.3-0.6 cm, bicoloras, el centro es más oscura que la del margen, lanceoladas. *Hojas* monomorfas de 35-70 cm de largo; *pecíolos* generalmente más largos que las láminas de 14-47 x 0.5-1.5 cm, sulcados, pardos en la base y pajizo hacia el raquis, pocas escamas en la base, de 2-5 mm de largo, lanceoladas a lineares; *láminas* de 14-36 x 28-37 cm, 1-pinnada, papiráceas y de tonalidades verdes, segmento apical deltados, con los márgenes dentados a serrulados, con bases inequiláteras a decurrentes; raquis y costas pajizos, rara vez pardos, glabro o rara vez con pelos rojizos; pinnas 1-3 pares en ocasiones pueden presentar 4 pares, enteras, las pinnas basales pedunculadas y ascendentes con 1-2 lobos basiscópicos, el primero más prominente y 1 acroscópico, con bases decurrentes; *venas* areoladas, pentagonales, con una vena libre incluida que en ocasiones se bifurca. *Soros* orbiculares de 1.5 - 2 mm de diámetro, agrupados en 2 hileras una a cada lado de las venas principales; indusio persistente peltado de 1-2 mm de diámetro; *esporangios* con 14-15 hileras de células en el anillo y 1 hilera en el pedicelo; esporas monoletes, 31 (40) 47  $\mu$ m de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** En México se encuentra en Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Figura 18).

**Ecología.** Preferentemente en bosques tropicales perennifolios a una altitud de 500 a 1100 m.s.n.m.

**Ejemplares revisados. Campeche:** Mpio. Hopelchén, en las grutas de Calcehtok, *P. Vergas* 6703 (XAL). **Chiapas:** Mpio. Ocosingo, zona arqueológica de Yaxchilán, *R. Romero* 3357 (XAL). Mpio. Ocozocoautla Campamento bajada del Macho al SE por la rivera del río Cintalapa, *J. I. Calzada* 10013 (XAL). **Hidalgo:** Mpio. Pisaflores, El Chalahuite, a 1.8 km al O de la desviación al Cayal, *R. Mayorga* 3324 (XAL). **Oaxaca:** Mpio. Tuxtepec, Presa Temazcal al NO sobre la cortina de la presa, *L. Cortés* 10 (XAL). **Puebla:** Mpio. San Sebastián Tlacotepec Río Tonto, Tepeyac, *A. Bélgica* 2023 (XAL). **San Luis Potosí:** Mpio. Aquismón, sotano de las Huahuas, *E. Velazquez* 43 (UAMIZ) **Veracruz:** Mpio. Actopan, Estación Biológica el Morro de la Mancha, *Castillo-Campos* 29806 (XAL). Mpio. Atzalan Santiago, *A. Ventura* 19491 (XAL). Mpio. Cerro Azul, 500 m al NE del ejido la Campechana, *G. Rincón* 1905 (XAL). Mpio. Chalma, 3 km al NE del ejido Platón Sánchez, *F. Hansen* 18411 (XAL). Mpio. Emiliano Zapata Selva de Monterrey, *G. Rocha* 6 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán 6 km Cedillo-La Escuadra por el río Solosuchil, *J. Dorantes* 3542 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán 1 km al E del Campamento Hermanos., *B. Pérez* 798 (XAL). Mpio Hidalgotitlán, Campamento hermanos., *B. Pérez* 864 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, La Escuadra, *M. Vázquez* 1064 (XAL). Mpio. Huatusco, Cascada de Tenexamaxa, *J. I. Calzada* 8041 (XAL). Mpio. San Andrés Tuxtla, Manantiales, Laguna de Manantiales, *G. Castillo-Campos* 13905 (XAL). Mpio. Tantima, Sierra de Tantima, Ladera N, *G. Rincón* 1283 (XAL). Mpio. Tepetzintlán, La Pagua, a 25 km al NE de Tepetzintlán *F. Vázquez* 148 (XAL). Mpio. Zontecomatlán, Terracería Catemaco-Apachitla, *G. Rincón* 1134 (XAL).

## Discusión

Esta especie es sumamente similar a *Tectaria heracleifolia* llegando a vivir en las mismas localidades, sin embargo,, se puede distinguir por el número de pares de pinnas 1-3 con base decurrente, tamaño del rizoma (3.5-5.5 de ancho x 2.6-4.2 cm de largo, para *T. heracleifolia* 4-14 de ancho x 2.3-4.6 cm de largo) y el número de lóbulos basiscópicos para está especie se presentan de 1-2 y en *T. heracleifolia* de 2-3.



Figura 18. Mapa de distribución de *Tectaria sp. 1*.

10. **Tectaria sp. 2** (Fig. 20, j)

Plantas terrestres. *Rizomas* cortamente erectos de 2-3.4 x 1.5-2.3 cm; escamas del rizoma de 0.5-0.8 x 0.3-0.4 cm, bicoloras, el centro es más oscuro que el margen con tonalidad parda, lanceoladas. *Hojas* monomorfas, enteras cuando jóvenes o 1-pinnada de 15-45 cm de largo; *pecíolos* casi tan largos como las láminas, de 9-23 cm de largo, sulcados, pardos en la base y pajizo hacia el raquis, pocas escamas en la base, de 3-5 mm de largo, lanceoladas a lineares; *láminas* de 10-20 x 14-25 cm, deltadas, papirácea, ápices caudados, las bases generalmente cordiformes, sin embargo, muy pocos ejemplares tienen bases decurrentes, márgenes dentados; costa de color pajizo o rara vez pardo, glabro; *venas* areoladas, con una vena libre incluida que puede bifurcarse. *Soros* orbiculares de 1.5-2 mm de diámetro, agrupados en 2 hileras una a cada lado de las venas principales; *indusio* persistente, peltado de 1-2 mm de diámetro; *esporangios* con 14-15 hileras de células en el anillo y 1 hilera en el pedicelo; esporas monoletes, 33 (41) 48  $\mu$ m de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** En México vive en San Luis Potosí, Chiapas y Veracruz (Figura 16).

**Ecología.** Esta especie se distribuye principalmente en bosques tropicales perennifolios en ambientes con poca perturbación.

**Ejemplares revisados.** **Chiapas:** Mpio. Ocosingo, Porción N de la Omega, Monumento Natural Yaxchilán, *A. Romero 3301* (XAL). **San Luis Potosí:** Mpio. Aquismón, aun lado del camino que lleva al sotano de las Huahuas, *E. Velazquez 44* (UAMIZ). **Veracruz:** Mpio. Castillo de Teayo, a 3 km al N de Castillo de Teayo, *R. Riba 893* (XAL). Mpio. Catemaco, Playa Escondida, 5 km de la desviación a la carretera la Palma-Balzapote, *J. I. Calzada 7744* (XAL). Mpio. Las Choapas, Rancho “El Milagro”

5 km en línea recta al SW de la colina Nueva Tabasqueña, *E. López* 643 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 2 km al E de Cedillo camino a la laguna, *B. Dorantes* 2503 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 6 km al E de Cedillo camino a la laguna, *B. Dorantes* 2556 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 2 km del camino de plan de Arroyos, Álvaro Obregón, *B. Dorantes* 2804 (XAL). Mpio. Hidalgotitlán, 1 km del Campamento Hnos. Cedillo, *B. Pérez* 848 (XAL). Mpio. Hueyapan de Ocampo, Santa Rosa Loma Larga, *T. León* 127 (XAL). Mpio. Ixhuatlán de Madero, *Smith-Oka* 43245 (XAL).

### **Discusión**

Los representantes de esta especie, son confundidos e identificados como *Tectaria heracleifolia*, esto debido a que en su etapa juvenil son muy similares, sin embargo,, una de las principales diferencias es la división de la lámina, que en *T. heracleifolia* es generalmente 1-pinnado con 1-4 pares de pinnas



### 11. *Tectaria* sp. 3 (Fig. 20 k, l)

Planta terrestre. *Rizomas* erectos, de 6-8.3 x 2.3-3.5 cm; escamas del rizoma de 0.6-.0.7 x 0.2-0.3 cm, pardo rojizas, lanceoladas. *Hojas* monomorfas, de 73-149 cm de largo x 45-53 cm de ancho; *pecíolos* casi tan largos como las láminas, sulcados, de color marrón en la base a pajizo hacia el raquis, con escamas de 0.5-1.2 x 0.2-0.3 cm, en la base del pecíolo; *láminas* de 40-76 x 40-58 cm, 1-pinnada, papiráceas y de tonalidades verdes, brillantes, segmento apical con márgenes dentados a serrulados, bases decurrentes; raquis y costas sulcados, pardos a marrón, con pelos ctenitoides; *pinnas* de 4-7 pares, ascendentes, pedunculadas, la base decurrente, el par de pinnas basal presenta de 1 a 2 lóbulos basiscópicos muy pronunciados; *venas* areoladas de forma hexagonal con venillas incluidas; *Soros* abaxiales redondeados, de 2-3 mm de diámetro, dispuestos en hileras; *indusio* reniforme, persistente con un seno basal de 2-3 mm de diámetro de color pardo; *esporangios* con 14-15 hileras de células en el anillo; esporas monoletes, de 31 (43) 58  $\mu$ m de diámetro ecuatorial.

**Distribución.** Sólo conocida de Santa María Chimalapa, Oaxaca (Figura 19).

**Ecología.** Esta especie se distribuye principalmente en bosques tropicales perennifolios en ambientes con poca perturbación.

**Ejemplares revisados. Oaxaca:** Santa María Chimalapa 2 km al N del Río del Corte siguiendo el sendero. *E. Velázquez* 35 (UAMIZ).

## Discusión.

Los representantes de esta especie se distinguen de *T. incisa* por los márgenes del segmento apical dentados a serrulados y el número mayor de pares de pinnas 4-7, el tamaño del rizoma y la presencia de hasta 2 lóbulos basiscópicos para esta especie. Aunque solo se conoce del ejemplar tipo, la población es abundante.



Figura 19. Mapa de distribución de *Tectaria* sp. 3.



**Figura 20.** a. *Tectaria fimbriata*, b. *Tectaria heracleifolia*, c. *Tectaria incisa*, d. *Tectaria mexicana*, e. *Tectaria panamensis*, f. *Tectaria transiens*, g. *Tectaria trichodes*, h. *Tectaria vivipara*, i. *Tectaria* sp.1, j. *Tectaria* sp. 2, k, l. *Tectaria* sp. 3.

## 7. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS

Como resultado de los análisis de máxima parsimonia (MP), basados en la matriz de datos morfológicos se generaron 58 árboles más parsimoniosos, a partir de los cuales se generó un árbol de consenso de mayoría (Fig. 21 A). La topología resultante fue de 69 pasos de longitud, con valores de índices globales de IC = 0.551 e IR = 0.354. Los índices de consistencia (ic) e índice de retención (ir) para cada carácter morfológico estudiado se detallan en el Cuadro 16.

**Cuadro 16.** Índices de consistencia y retención para cada carácter morfológico.

Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir
DF	0.5	0	PY	0	0
DL	0.667	0	MLF	0.667	0.667
RPL	0.677	0.667	FBSA	0.282	0.167
ACN	0.5	0.5	PPP	0.33	0
PR	1	1	NPP	0.33	0
PER	0.5	0	TH	0	0
CER	0.5	0.25	TV	1	1
TR	0.667	0.8	PS	0.5	0
FS	.8	.8	PS	0	0
PI	0.5	0	RA	0	0
TI	0.429	0.2	PVI	0.5	0.333

En la topología de consenso obtenida se recuperó al género *Tectaria* como grupo monofilético (con bajo valor de soporte de bootstrap), hermano del clado donde se ubica el grupo hermano *Hypoderris nicotianifolia*. *Tectaria* incluyó 2 entidades taxonómicas segregadas en dos clados con bajo valor de soporte; el basal formado por *Tectaria* sp. 1; el segundo clado agrupó al resto de los taxa en una politomía: *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*.

Cabe destacar que del total de análisis realizados, esta topología fue la única que presentó politomía.

En el análisis de la matriz de datos anatómicos se obtuvo 1 árbol más parsimonioso (Fig. 21 B), con una longitud de 89 pasos, IC = 0.45, IR = 0.50. Los valores de IC, IR estimados para cada carácter anatómico se detallan en el Cuadro 17.

**Cuadro 17.** Índices de consistencia y retención para cada carácter anatómico.

Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir
LO	0.387	0.262	EO	0.333	0.333	NHVC	0.5	0.5
AO	0.341	0.234	CG	1	1	CXC	0.667	0.75
LCO	0.37	0.276	CMR	0.333	0	ERHR	0	0
ACO	0.401	0.396	CCP	0.25	0.4	NHPB	0.667	0.667
LCA	0.37	0.43	HCP	0.25	0.5	NHPM	0.667	0.75
ACA	0.305	0.307	CPEP	0.25	0.4	NHPF	0.4	0.4
LCE	0.458	0.139	CPE	0.333	0	CPHVS	0.333	0.667
ACE	0.399	0.243	CP	0.333	0	ERHSF	1	1
NM	0.5	0.5	CX	0.5	0.4	PPCSF	0.5	0.75
FM	0.5	0.5	HVE	1	1	PCF	0.667	0.75
NHP	0.5	0.5	CCE	0.5	0	PDSF	0.5	0.8
CE	0.333	0.6	Ct	0.333	0.2			

En la topología resultante se recuperó al género *Tectaria* como grupo monofilético (con bajo valor de soporte). El clado basal incluyó a *T. panamensis* y el grupo hermano agrupó a 11 taxa; *Tectaria* sp. 3 y *T. incisa* ubicados en posición basal., el resto segregados en dos subclados hermanos. El primer subclado formado por *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara*; el segundo subclado incluyó a: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *T. fimbriata*. Se obtuvo una topología totalmente resuelta, pero 7 nodos presentaron valores de soporte menor a 1.



En la topología resultante se delimitaron 12 entidades taxonómicas: *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002.

En el análisis de máxima parsimonia (MP) basado en la matriz de datos palinológicos se obtuvo 1 árbol más parsimonioso (Fig. 21 C), con una longitud de 34,536 pasos, IC = 0.501, IR = 0.666. Los ic e ir para cada carácter se muestran en el Cuadro 18.

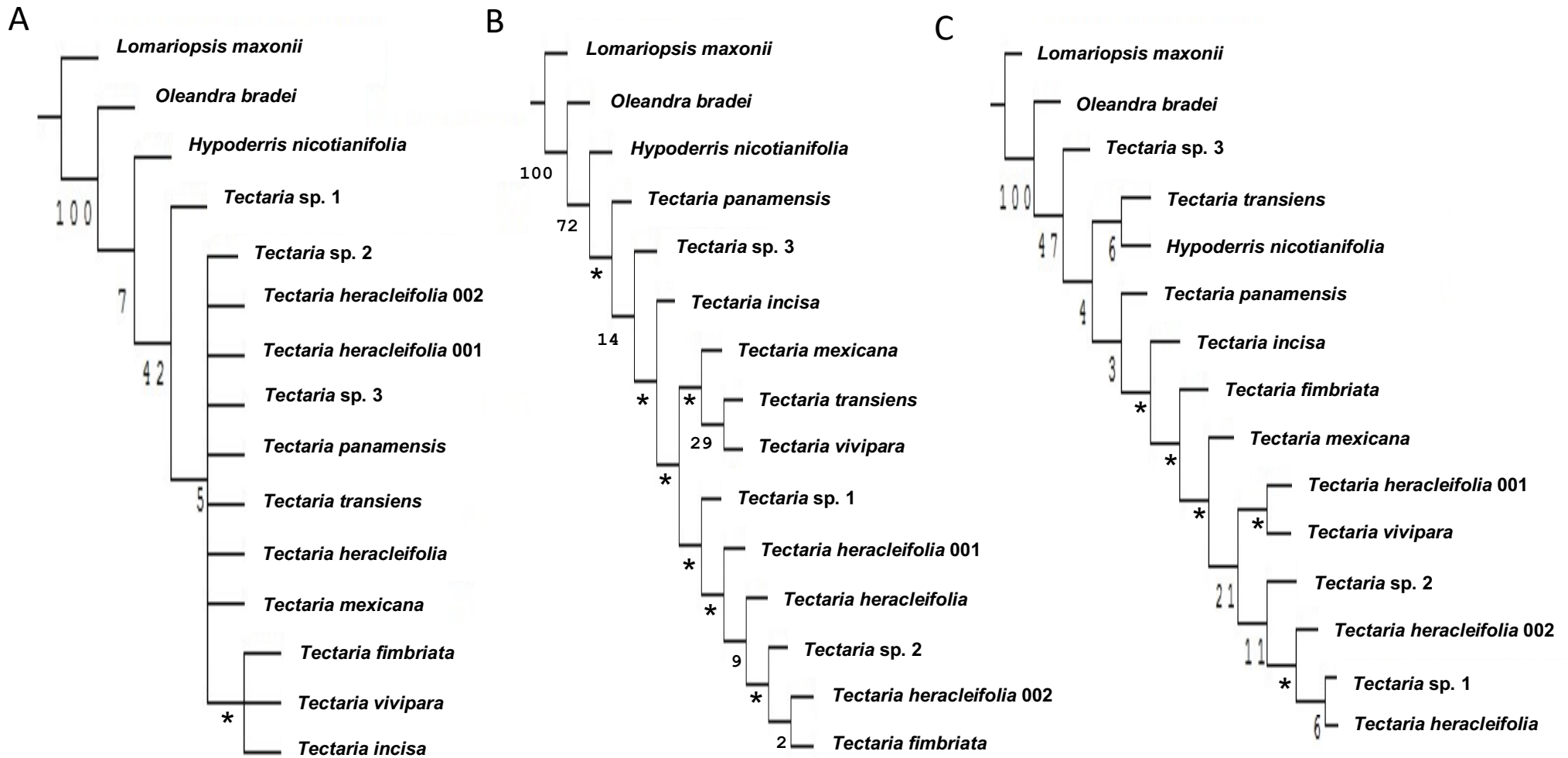
**Cuadro 18.** Índices de consistencia y retención para cada carácter palinológico.

Carácter	ic	ir
LPE	0.567	0.554
LA	1	1
TAE	0.5	0.5
PE	0.5	0
PP	0	0
PG	0.667	0.833
SEP	0.333	0.5
EEP	0.5	0.667
EEPR	0.4	0.4
IPP	0.5	0.8
IPE	1	1
PCE	0.333	0.6
FE	0.5	0.667
PLE	0.333	0.6

Utilizando los datos palinológicos no se recuperó al género *Tectaria* como un grupo monofilético, ya que el grupo hermano *Hypoderris nicotianifolia* se incluyó en un clado monofilético con el resto de los taxa de *Tectaria* (con bajo valor de soporte). *Tectaria* sp. 3 se ubicó en el clado basal, como grupo hermano del resto de los taxa de *Tectaria*, que a su vez se agruparon en dos subclados. En el primer subclado, *Tectaria transiens* y *H. nicotianifolia* conformaron un grupo monofilético (con bajo valor de bootstrap). En el segundo subclado se incluyeron 10 taxa con bajo valor de soporte: *T. panamensis*,

*T. incisa*, *T. fimbriata*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia* 001, *T. vivipara* *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia*. La topología resultante está totalmente resuelta, pero 5 nodos presentaron valores de soporte menor a 1. En la topología resultante se delimitaron 12 entidades taxonómicas: *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002.





**Figura 21.** Árboles obtenidos por métodos heurísticos con las matrices de datos: A) Morfológicos, B) Anatómicos y C) Palinológicos. Los valores de bootstrap se muestran bajo los nodos. \* = nodos con valor de soporte < 1.

La prueba de partición homogénea indicó que las matrices combinadas: a) morfología y anatomía ( $p = 0.075433$ ), b) morfología y palinología ( $p = 0.070100$ ), c) morfológicos y palinológicos ( $p = 0.082667$ ), d) anatómicos y palinológicos ( $p = 0.062668$ ), e) morfológicos, anatómicos y palinológicos ( $p = 0.08000$ ), no fueron significativamente diferentes, y por lo tanto, fueron combinadas en los análisis posteriores.

En la topología resultante del análisis combinado de MP con matrices de morfología y anatomía, se obtuvo 1 árbol más parsimonioso (Fig. 22 A), con una longitud de 151.537 pasos, IC = 0.515, IR = 0.497. Los ic e ir para cada carácter se muestran en el Cuadro 19.

**Cuadro 19.** Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz de datos combinados de morfología y anatomía.

Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir
LO	0.357	0.158	HVE	1	1	TR	0.5	6
AO	0.293	0.047	CCE	0.5	0	FS	0	0
LCO	0.353	0.222	Ct	0.4	0.4	PI	0.5	0
ACO	0.393	0.375	NHVC	0.5	0.5	TI	0.75	0.8
LCA	0.346	0.376	CXC	1	1	PY	0	0
ACA	0.297	0.28	ERHR	0	0	MLF	1	1
LCE	0.452	0.118	NHPB	0.667	0.667	FBSA	0.4	0.5
ACE	0.371	0.152	NHPM	0.5	0.5	PPP	0.333	0
NM	0.5	0.5	NHPF	0.4	0.4	NPP	0.6	0.667
FM	0.5	0.5	CPHVS	0.333	0.667	TH	0	0
NHP	0.5	0.5	ERHSF	1	1	TV	1	1
CE	0.333	0.6	PPCSF	0.5	0.75	PS	0.5	0
EO	0.25	0	PCF	0.667	0.75	PS	0	0
CG	1	1	PDSF	0.333	0.6	RA	0	0
CMR	0.333	0	DF	0.5	0	PVI	0.5	0.333
CCP	0.25	0.4	DL	0.667	0			
HCP	0.25	0.5	RPL	0.4	0			
CPEP	0.25	0.4	ACN	0.5	0.5			
CPE	0.333	0	PR	0.5	0.667			
CP	0.333	0	PER	0.5	0			
CX	0.5	0.4	CER	0.75	0.75			

En la topología obtenida se recuperó a *Tectaria* como género monofilético (con alto valor de soporte de bootstrap). *Tectaria panamensis*, *T. incisa* y *T. sp. 3* se ubicaron en clados basales. Los restantes 9 taxa se ubicaron en un clado monofilético (con bajo valor de soporte) que incluyó dos subclados, el primero agrupó a *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara*, el segundo agrupó a *T. fimbriata*, *T. sp. 1*, *T. sp. 2*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia 001* y *T. heracleifolia 002*. Ésta topología está totalmente resuelta y solo cinco nodos presentaron valores de soporte menores a 1. En la topología resultante se delimitaron 12 entidades taxonómicas: *T. panamensis*, *T. sp.*

1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002.

El análisis combinado de MP con la matriz de morfología y palinología generó un árbol más parsimonioso (Fig. 22 B), con una longitud de 98.595 pasos , IC = 0.561, IR = 0.565. Los ic e ir para cada carácter se muestra en el Cuadro 20.

**Cuadro 20.** Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz combinada de morfología y palinología.

Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir
LPE	0.511	0.44	TV	1	1
DF	0.5	0	PS	0.5	0
DL	0.667	0	PS	0	0
RPL	0.4	0	RA	0	0
ACN	0.5	0.5	PVI	0.5	0.333
PR	0.5	0.667	LA	1	1
PER	0.5	0	TAE	0.4	0.25
CER	1	1	PE	0.5	0
TR	0.5	0.6	PP	0	0
FS	0	0	PG	0.5	0.667
PI	0.5	0	SEP	0.333	0.5
TI	0.75	0.8	EEP	0.5	0.667
PY	0	0	EEPR	0.333	0.2
MLF	1	1	IPP	0.5	0.8
FBSA	0.4	0.5	IPE	1	1
PPP	0.333	0	PCE	0.333	0.6
NPP	0.6	0.667	FE	0.333	0.333
TH	0	0	PLE	0.333	0.6

La topología obtenida en el presente análisis fue similar a la generada en el análisis de morfología + anatomía con la diferencia de que *Tectaria* sp. 3 se ubicó cercanamente relacionada con *T. transiens* (con bajo valor de soporte) y *T. vivipara* con *T. mexicana* (con bajo valor de soporte). Cabe resaltar que la topología está

totalmente resuelta y solo cuatro nodos tienen valores de soporte menores a 1. En la topología resultante se delimitaron 12 entidades taxonómicas: *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002.

En el análisis combinado de MP de datos anatómicos y palinológicos, se obtuvo un árbol más parsimonioso (Fig. 22 C), con una longitud de 130.999, IC = 0.438, IR = 0.508. Los valores de ic e ir para cada carácter se muestran en el Cuadro 21.

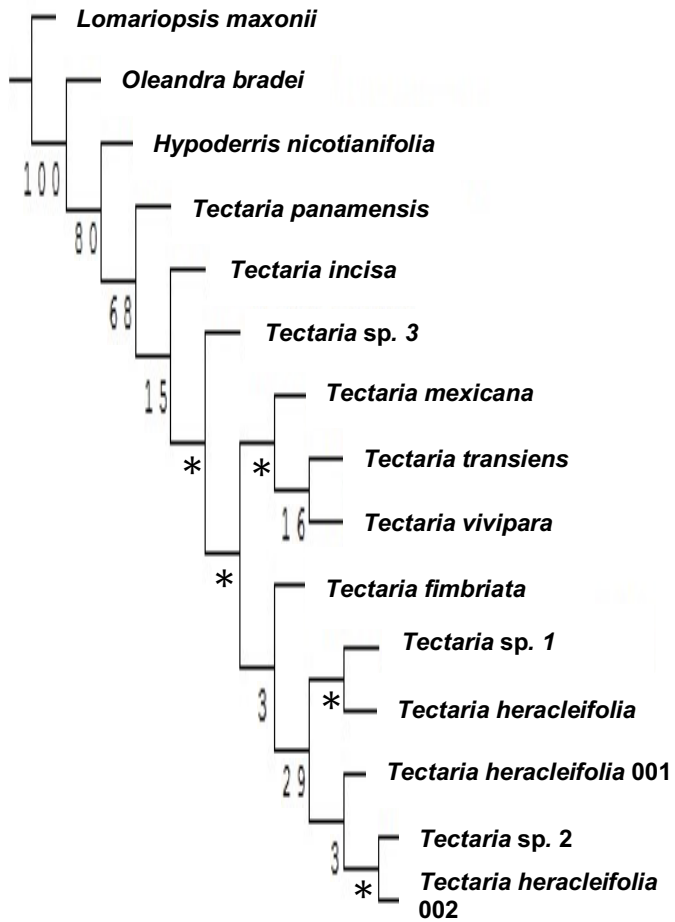
**Cuadro 21.** Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz combinada de anatomía y palinología.

<b>Carácter</b>	<b>ic</b>	<b>ir</b>	<b>Carácter</b>	<b>ic</b>	<b>Ir</b>
<b>LO</b>	0.318	0	<b>NHVC</b>	0.667	0.75
<b>AO</b>	0.284	0	<b>CXC</b>	1	1
<b>LCO</b>	0.311	0.059	<b>ERHR</b>	0	0
<b>ACO</b>	0.341	0.218	<b>NHPB</b>	0.667	0.667
<b>LCA</b>	0.297	0.21	<b>NHPM</b>	0.5	0.5
<b>ACA</b>	0.296	0.175	<b>NHPF</b>	0.4	0.4
<b>LCE</b>	0.443	0.086	<b>CPHVS</b>	0.333	0.667
<b>ACE</b>	0.347	0.055	<b>ERHSF</b>	1	1
<b>LPE</b>	0.481	0.369	<b>PPCSF</b>	0.5	0.75
<b>NM</b>	0.4	0.25	<b>PCF</b>	0.667	0.75
<b>FM</b>	0.5	0.5	<b>PDSF</b>	0.333	0.6
<b>NHP</b>	0.5	0.5	<b>LA</b>	1	1
<b>CE</b>	0.333	0.6	<b>TAE</b>	0.5	0.5
<b>EO</b>	0.25	0	<b>PE</b>	0.5	0
<b>CG</b>	1	1	<b>PP</b>	0	0
<b>CMR</b>	0.333	0	<b>PG</b>	0.4	0.667
<b>CCP</b>	0.25	0.4	<b>SEP</b>	0.25	0.25
<b>HCP</b>	0.2	0.333	<b>EEP</b>	0.4	0.5
<b>CPEP</b>	0.2	0.2	<b>EEPR</b>	0.4	0.4
<b>CPE</b>	0.333	0	<b>IPP</b>	0.333	0.6
<b>CP</b>	0.333	0	<b>IPE</b>	0.5	0.833
<b>CX</b>	0.6	0.6	<b>PCE</b>	0.5	0.8
<b>HVE</b>	1	1	<b>FE</b>	0.333	0.333
<b>CCE</b>	0.5	0	<b>PLE</b>	0.333	0.6
<b>Ct</b>	0.5	0.6			

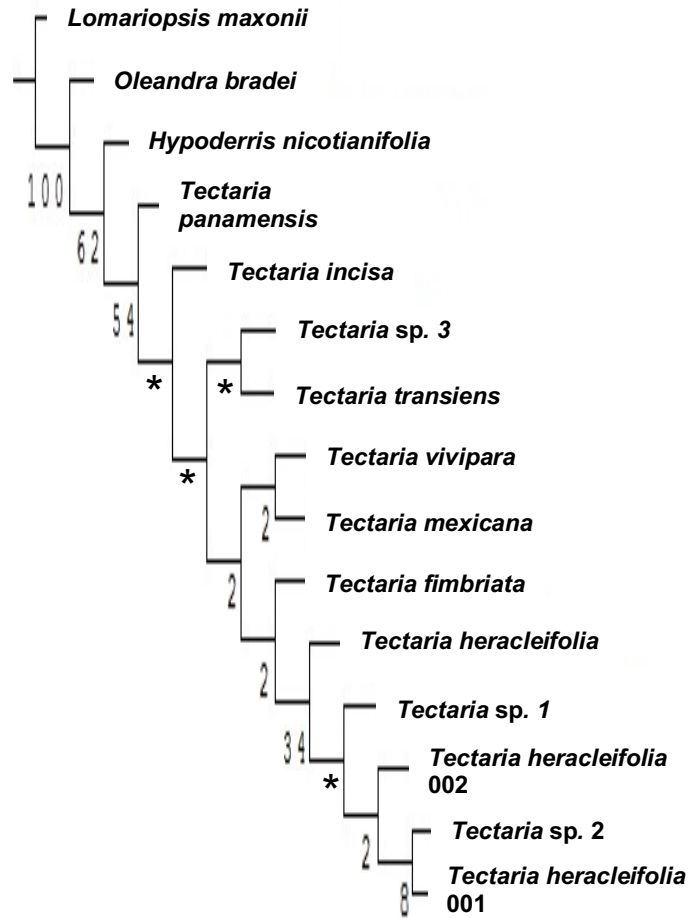
En dicho análisis se recuperó al género *Tectaria* como un clado monofilético (con bajo valor de soporte de bootstrap). Los ejemplares de *Tectaria* se agruparon en dos clados (con bajos valores de soporte); *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens* y *T. vivipara* se incluyeron en un clado hermano de *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia*. Esta topología está totalmente resuelta y sólo cinco nodos presentaron valores de soporte inferiores a 1. En la topología resultante se delimitaron 12 entidades taxonómicas: *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002.



A



B



C

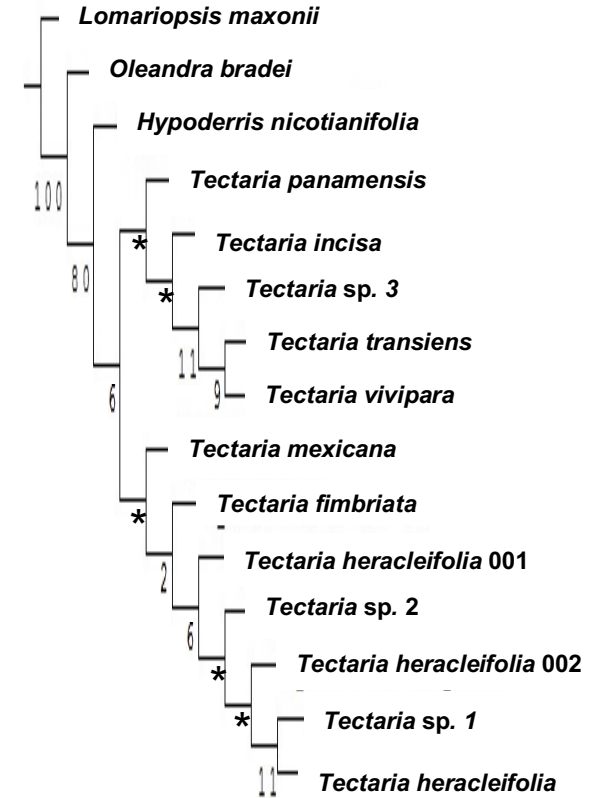


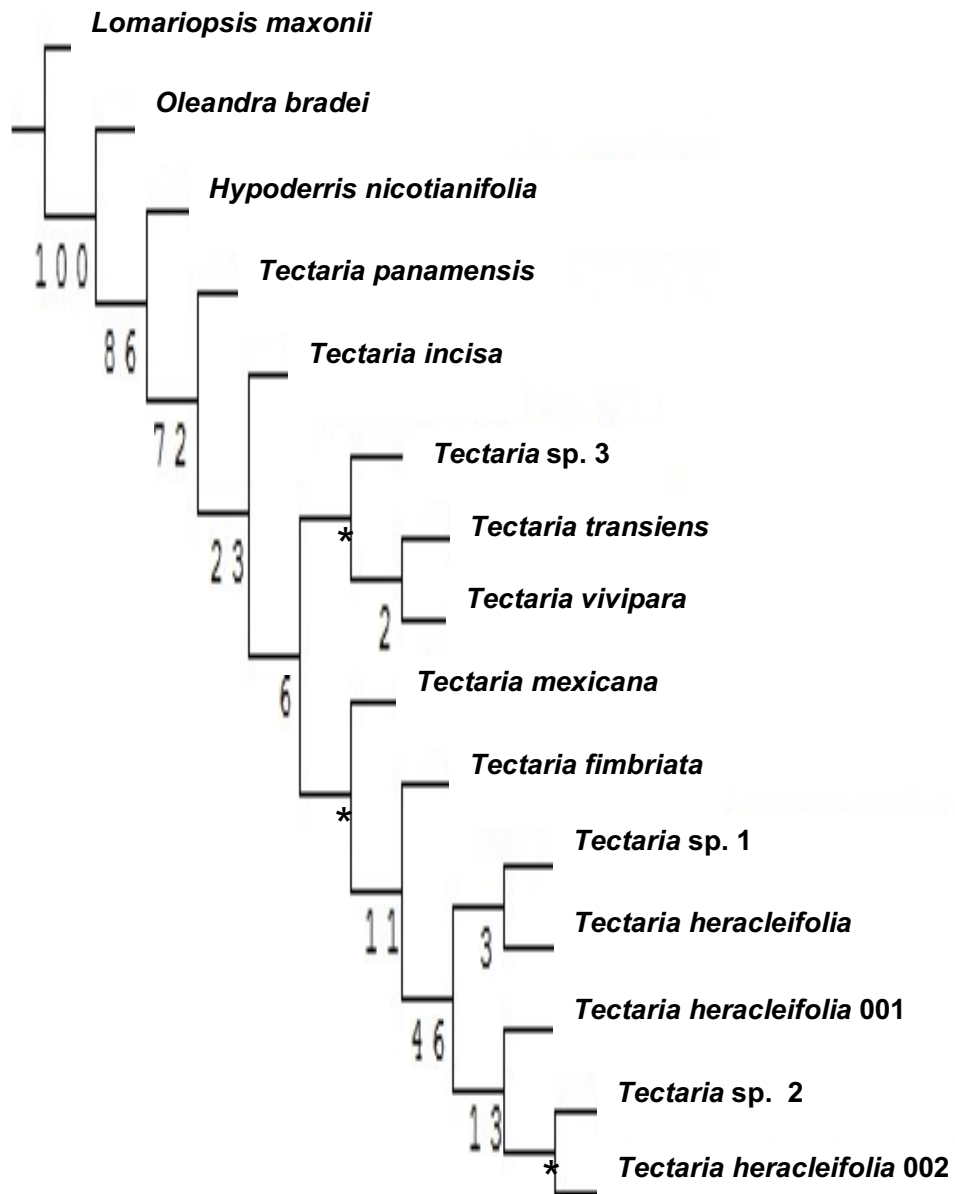
Figura 22. Árboles obtenidos por métodos heurísticos con las matrices de datos: A) Morfológicos + Anatómicos, B) Morfológicos + Palinológicos y C) Anatómicos + Palinológicos. Los valores de bootstrap se muestran bajo los nodos. \* = nodos con valor de soporte < 1

El análisis de MP que incluyó la matriz de morfológicos, anatómicos y palinológicos, generó un árbol más parsimonioso (Fig. 23), con una longitud de 192.375, IC = 0.496, IR = 0.509. Los valores de ic e ir para cada carácter se detallan en el Cuadro 22.

**Cuadro 22.** Índices de consistencia y retención para cada carácter de la matriz combinada de morfología, anatomía y palinología.

Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir	Carácter	ic	ir
LO	0.357	0.158	TH	0	0	NHPB	0.667	0.667
AO	0.293	0.047	TV	1	1	NHPM	0.5	0.5
LCO	0.353	0.222	PS	0.5	0	NHPF	0.4	0.4
ACO	0.393	0.375	PS	0	0	CPHVS	0.333	0.667
LCA	0.32	0.289	RA	0	0	ERHSF	1	1
ACA	0.273	0.193	PVI	0.5	0.333	PPCSF	0.5	0.75
LCE	0.452	0.118	NM	0.4	0.25	PCF	0.667	0.75
ACE	0.347	0.055	FM	0.5	0.5	PDSF	0.333	0.6
LPE	0.5	0.415	NHP	0.5	0.5	LA	1	1
DF	0.5	0	CE	0.333	0.6	TAE	0.5	0.5
DL	0.667	0	EO	0.25	0	PE	0.5	0
RPL	0.4	0	CG	1	1	PP	0	0
ACN	0.5	0.5	CMR	0.333	0	PG	0.5	0.667
PR	0.5	0.667	CCP	0.25	0.4	SEP	0.25	0.25
PER	0.5	0	HCP	0.25	0.5	EEP	0.4	5
CER	0.75	0.75	CPEP	0.25	0.4	EEPR	0.4	0.4
TR	0.5	0.6	CPE	0.33	0	IPP	0.333	0.6
FS	0	0	CP	0.33	0	IPE	0.5	0.833
PI	0.5	0	CX	0.5	0.4	PCE	0.333	0.6
TI	0.75	0.8	HVE	1	1	FE	0.333	0.333
PY	0	0	CCE	0.5	0	PLE	0.33	0.6
MLF	1	1	Ct	0.5	0.6			
FBSA	0.4	0.5	NHVC	0.5	0.5			
PPP	0.333	0	CXC	1	1			
NPP	0.6	0.667	ERHR	0	0			

La topología obtenida del análisis combinado de los tres tipos de caracteres, recuperó a *Tectaria* como grupo monofilético (con intermedios valores de soporte). *Tectaria panamensis* y *T. incisa* se ubicaron en clados basales. Los restantes 10 taxa se ubicaron en un clado monofilético (con bajo valor de soporte) que incluye dos subclados hermanos, el primero agrupó a *Tectaria* sp. 3, *T. transiens* y *T. vivipara*, el segundo agrupó a *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. Esta topología fue la que presentó mayores valores de soporte (solo tres nodos tienen valores de soporte inferiores a 1) en los nodos y está totalmente resuelta. En la topología resultante se delimitaron 12 entidades taxonómicas: *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002.



**Figura 23.** Árbol más parsimonioso generado por métodos heurísticos, con la matriz de datos combinados morfológicos, anatómicos y palinológicos. Los valores de Bootstrap se muestran bajo los nodos. \* = nodo con valor de soporte < 1.

Con base en la comparación de las 7 topologías obtenidas a partir de las matrices de datos, podemos comentar que la topología generada con datos morfológicos es la menos resuelta por presentar una politomía. En contraste, la topología obtenida con el análisis combinado de los tres tipos de caracteres que mostró una topología mejor resuelta y con mayores porcentajes de soporte de bootstrap.

En todas las topologías obtenidas se recuperó al género *Tectaria* como un clado monofilético, con excepción de la topología generada en el análisis con datos palinológicos (figura 21 C). *Tectaria panamensis* se ubicó en el clado más basal del género en las topologías que fueron generadas con datos anatómicos, con matriz combinada de datos morfológicos + anatómicos, con matriz combinada de datos morfológicos y palinológicos y con matriz combinada de los tres tipos de caracteres. *Tectaria transiens* y *T. vivipara* se ubicaron estrechamente relacionadas en las topologías de datos anatómicos, de datos combinados de morfología + anatomía, de datos combinados de anatomía + palinología y de datos combinados de los tres tipos de caracteres. Estas especies se relacionaron con *T. mexicana* en los análisis de datos anatómicos y morfológicos + anatómicos. Los taxa *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *Tectaria* sp. 1 y *T. heracleifolia* 002 y *T. heracleifolia* 001, se agruparon en un clado monofilético, en cuatro topologías (Morfológicos+Anatómicos, Morfológicos+Palinológicos, Anatómicos+Palinológicos y Morfológicos+Anatómicos+Palinológicos), cabe señalar que *T. heracleifolia* y sus duplicados se segregaron en varias topologías.

Con base en la comparación de la información resultante de los índices globales de consistencia y retención de cada matriz analizada, podemos comentar que los

menores valores de los índices se asociaron a datos morfológicos. El mayor valor de índice de retención se registró con los datos palinológicos, mientras que el mayor valor de índice de consistencia se asoció con la matriz combinada de datos morfológicos + palinológicos (Cuadro 23).

**Cuadro 23.** Índices de consistencia y retención globales.

TIPO DE DATOS USADOS EN LA MATRIZ	IC	IR	Longitud del árbol (Pasos)	Número de árboles más parsimoniosos
MORFOLOGÍA	0.551	0.354	69	58
ANATOMÍA	0.45	0.5	89	1
PALINOLOGÍA	0.501	0.666	35.536	1
MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA	0.515	0.497	151.537	1
MORFOLOGÍA Y PALINOLOGÍA	0.561	0.565	98.595	1
ANATOMÍA Y PALINOLOGÍA	0.438	0.508	130.999	1
MORFOLOGÍA, ANATOMÍA Y PALINOLOGÍA	0.496	0.509	192.375	1

Con respecto a los valores de índices de consistencia y retención estimados para cada carácter, se establecieron las siguientes categorías: carácter muy informativo (valores entre 1.0 a 0.8), caracteres medianamente informativos (valores entre 0.79 a 0.5) y caracteres poco informativos (valores menores a 0.49) (Cuadro 24). En la matriz de morfología, los caracteres más informativos fueron: la presencia de pelos en el raquis y costa (PR), tipo de rizoma (TR) y el tipo de venación (TV) (Cuadro 16). En la matriz de datos anatómicos los caracteres más informativos fueron: presencia de cutícula gruesa en el rizoma (CG), haces vasculares rodeados por esclerénquima en el pecíolo (HVE) y esclerénquima rodeando el haz vascular del segmento foliar (ERHSF) (Cuadro 17). Para la matriz de datos palinológicos los caracteres más informativos fueron:

longitud de la apertura de la espora (LA), grosor de los pliegues (PG), interior del perisporio con pilares (IPP) e interior del perisporio equinado (IPE) (Cuadro 18). Para la matriz de datos combinados de morfología + anatomía, los caracteres más informativos fueron: cutícula gruesa en el rizoma (CG), haces vasculares rodeados por esclerénquima en el pecíolo (HVE), esclerénquima rodeando el haz vascular del segmento foliar (ERHSF) tipo de configuración del xilema en la costa (CXC), tipo de margen de la lámina apical (MLF) y tipo de indusio (TI) (Cuadro 19). Con respecto a la matriz de morfología + palinología, los caracteres más informativos fueron: color de las escamas en el rizoma (CER), margen de la lámina apical (MLF), tipo de venación (TV), longitud de la apertura de la espora (LA) (Cuadro 20). Los caracteres más informativos de la matriz combinada de anatomía + palinología fueron: Presencia de cutícula gruesa en el rizoma (CG), haces vasculares rodeados por esclerénquima en el pecíolo (HVE), tipo de configuración del xilema en la costa (CXC), esclerénquima rodeando el haz vascular del segmento foliar (ERHSF), longitud de la apertura de la espora (LA) (Cuadro 21). Finalmente, los caracteres más informativos de la matriz combinada de los tres tipos de datos fueron: Color de escamas en el rizoma (CER), tipo de indusio (TI), tipo de venación (TV), cutícula gruesa del rizoma (CG), haces vasculares rodeados por esclerénquima en el pecíolo (HVE), tipo de configuración del xilema en la costa (CXC), esclerénquima rodeando el haz vascular del segmento foliar (ERHSF) y longitud de la apertura de la espora (LA) (Cuadro 22).



**Cuadro 24.** Número de caracteres informativos para cada matriz.

TIPO DE DATOS USADOS EN LA MATRIZ	CARACTERES						
	Total	Muy informativos		Medianamente informativos		Poco informativos	
		ic	ir	ic	ir	ic	ir
<b>Morfología</b>	21	2	3	11	3	9	16
<b>Anatomía</b>	35	3	4	13	13	19	18
<b>Palinología</b>	14	2	4	8	7	4	3
<b>Morfología + Anatomía</b>	56	6	7	22	18	29	32
<b>Morfología + Palinología</b>	35	5	7	16	10	15	19
<b>Anatomía + Palinología</b>	49	5	7	14	17	30	25
<b>Morfología + Anatomía + Palinología</b>	70	7	9	27	25	37	37

## 7.1 Análisis de caracteres

Se analizaron los caracteres de las siete matrices y se generaron un total de 248 topologías (Anexos 1-34): 22 para morfología (Anexo 1-3), 27 para anatomía (Anexos 4-7), 13 para palinología (Anexo 8-9), 49 para morfología + anatomía (Anexos 10-16), 35 para morfología + palinología (Anexos 17-21), 40 para anatomía + palinología (Anexos 22-26) y 62 para morfología + anatomía + palinología (Anexos 27-34).

En el Anexo 1 se muestran las topologías de los caracteres morfológicos:

A) Diferenciación de hoja, donde se observa que el estado de carácter ancestral hojas dimorfas (color rojo) se presentó en el grupo externo y es compartido por *Tectaria panamensis*, reflejando homoplasia del carácter (reversión). El resto de los taxa, incluyendo un grupo externo, presentaron el estado de carácter derivado hoja monomorfa (color azul). Estos resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 16).

B) División de lámina, donde se detalla que los estados de carácter basales: división de la lámina lobada a 1-pinnada y lámina entera se presentaron en los grupos externos (*Lomariopsis maxonii* y *Oleandra bradei*, respectivamente). El estado lámina lobada a 1-pinnada, se presentó además en otros 11 taxa (*Hypoderris nicotianifolia*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*). El estado lámina entera se compartió además con *T. panamensis*, lo que refleja homoplasia del carácter (paralelismo). El estado lámina pinnada-pinnatífida constituye una autopomorfía presente en *T. mexicana*. Estos resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 16).

C) Relación de tamaño pecíolo lámina, se observa que los estados de carácter basales: casi tan largo como la lámina y corto o ausente se encontraron en los grupos externos *L. maxonii* y *O. bradei*, respectivamente. El estado casi tan largo como la lámina también se presentó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia* y *T. mexicana*, lo que refleja homoplasia del carácter (reversión). El estado 1-2 veces más largo que la lámina (paralelismo) se presentó en el grupo hermano, *H. nicotianifolia*, y en los taxa *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*. Los resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 16).

D) Venillas incluidas, se observa que el estado de carácter ancestral venillas incluidas (color azul), se presentó en todas las especies de *Tectaria* a excepción de *T. mexicana*, lo que indica homoplasia del carácter (reversión). El resto de los taxa presentaron ausencia de venillas incluidas (sinapomorfía, color rojo). Los resultados se corroboraron con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que confirma su nivel de homoplasia (Cuadro 16).

E) Pelos en raquis, donde se detalla que el estado ancestral ausencia de pelos en raquis (color rojo) se observó en *Lomariopsis maxonii*, *Oleandra bradei*, *Hypoderris nicotianifolia* y *Tectaria* sp. 1. El resto de los taxa presentaron el estado derivado presencia de pelos en raquis y costa (color azul). Este carácter presentó el máximo valor de índice de consistencia, lo que indica la ausencia de homoplasia (Cuadro 16).

F) Escamas en el rizoma, el estado ancestral presencia de escamas en rizoma (color azul) se expresó en *L. maxonii*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara*, *T.*

*incisa*, reflejando la reversión del estado (Homoplasia). El estado derivado (color rojo) se observó en *O. bradei* y *H. nicotianifolia*. Los resultados se confirmaron con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter (Cuadro 16).

G) Color de escamas, donde se observó que el estado de carácter ancestral bicoloras (color azul) se observó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* (homoplasia, paralelismo). El estado de carácter derivado escamas concoloras (color rojo) se expresó como estado derivado en el resto de los taxa. Los resultados se confirmaron con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter (Cuadro 16).

H) Tipo de rizoma, donde se detalla que el estado de carácter rizoma rastrero (color rojo) se presentó en los grupos externos y el grupo hermano. El estado derivado rizoma erecto (color verde) se observó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. heracleifolia* y *T. mexicana*. El estado derivado rizoma semi-erecto (color azul) se presentó en *T. panamensis*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. transiens* (paralelismo). Los resultados se confirmaron con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter (Cuadro 16).

En el anexo 2, se muestra la topología de los caracteres morfológicos: A) Soros, donde se observó que el estado de carácter ancestral soros acrosticoides (color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado de carácter derivado soros redondeados (color verde) se registró en el resto de los taxa, a excepción de *T. panamensis* que presentó soros lineales (autopomorfía, color azul). El alto valor de consistencia asociado al carácter confirmó los resultados (Cuadro 16).

B) Indusio, donde se observa que el estado de carácter ancestral (ausencia de indusio, color rojo) se presentó en el grupo externo, y es compartido por *H. nicotianifolia*, reflejando homoplasia del carácter (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado de carácter derivado (presencia de indusio, color azul). El valor intermedio de consistencia asociado al carácter confirmó los resultados (Cuadro 16).

C) Tipo de indusio, donde se observa que los estados de carácter basales: sin indusio (color rojo) e indusio reniforme (color amarillo) se presentaron en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*, respectivamente). El estado sin indusio se compartió además con *H. nicotianifolia*. Mientras que el estado indusio reniforme se compartió además con *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*). El estado indusio peltado (color verde) se presentó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*. *Tectaria panamensis* presentó el estado indusio lineal (autopomorfía). El valor intermedio de consistencia asociado al carácter confirmó los resultados (Cuadro 16).

D) Yemas axilares: Estado de carácter ancestral ausencia de yemas (color rojo) que se presentó en todos los taxa, a excepción de *T. vivipara* que si presentó yemas axilares (autopomorfía, color azul). El mínimo valor de consistencia asociado al carácter confirmó los resultados (Cuadro 16).

E) Margen del ápice, el estado de carácter ancestral (margen repando, color rojo) se presentó en *L. maxonii*, *O. bradei* y *H. nicotianifolia*. Como estado derivado o sinapomorfía (margen dentado-aserrado, color verde) se presentó en el resto de los taxa, a excepción de *T. panamensis* y *T. incisa* que presentaron el estado margen

entero (convergencia, color azul). El valor intermedio de consistencia asociado al carácter confirmó los resultados (Cuadro 16).

F) Base del segmento apical, estado de carácter ancestral base cuneada (color azul) se presentó en los grupos externos y grupo hermano. Este estado también es compartido por *Tectaria heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. panamensis* y *T. transiens* (reversión). El estado base cordiforme (color rojo) se observó en *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* y *T. fimbriata* (paralelismo). El resto de los taxa (*Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. vivipara*, *T. incisa*) presentaron el estado base decurrente (paralelismo) (color verde). El bajo valor de consistencia asociado al carácter (Cuadro 16) corroboró los resultados obtenidos.

G) Pares de pinnas, el estado de carácter ancestral presencia de pares de pinnas (color azul), se presentó en todos los taxa a excepción de *Oleandra bradei*, *Tectaria* sp. 1 y *T. panamensis* que no cuentan con pares de pinnas (paralelismo) (color rojo). El bajo valor de consistencia asociado al carácter (Cuadro 16) corroboró los resultados obtenidos.

H) Número de pares de pinnas, el estado ancestral (7-19 pares, color azul) se observó en *L. maxonii* y es compartido por *Tectaria transiens* (reversión). El estado de carácter 1-4 pares de pinnas (color verde) se presentó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y es compartido por *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. heracleifolia* y *T. fimbriata* (paralelismo). El resto de los taxa (color amarillo): *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. vivipara*, *T. incisa*, presentaron el estado 3-7 pares de pinnas. El bajo valor de consistencia asociado al carácter (Cuadro 16) corroboró los resultados obtenidos.

En el anexo 3 se observa la topología de los caracteres morfológicos: A) Tipo de hábito, donde el estado de carácter ancestral hemiepífito (color rojo) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*. El estado derivado (epífito, color azul) se presentó en *O. bradei*. El estado tipo de hábito terrestre (color verde) se presentó en 12 taxa (*H. nicotianifolia*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens* *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. vivipara* y *T. incisa*), a excepción de *T. fimbriata* donde se presentó el estado de carácter rupícula en color amarillo (autopomorfía). Los bajos valores de consistencia asociados al carácter confirmaron el nivel de homoplasia (Cuadro 16).

B) Tipo de venación, donde se detalla que el estado de carácter basal venación libre (color rojo) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado de carácter venación reticulada (color azul) se registró en el resto de los taxa (sinapomorfía). Los resultados coinciden con el alto valor de consistencia asociado al carácter (Cuadro 16).

C) Pecíolo sulcado, donde se observa que el estado ancestral presencia de pecíolo sulcado (color azul), se presentó en *L. maxonii*, de igual manera este estado se presentó como una reversión en *H. nicotianifolia*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. vivipara* y *T. incisa*. El estado derivado ausencia de pecíolo sulcado (color rojo) se observó en los taxa *O. bradei* y *T. fimbriata* (paralelismo). Los resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 16).



D) Posición de los soros, donde se describe que el estado basal (acrosticoide, color rojo) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*. El estado de soros dispersos, color verde, se presentó en 13 taxa (*O. bradei*, *H. nicotianifolia*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 002, *T. heracleifolia* 001, *Tectaria* sp. 3, *Tectaria transiens*, *T. heracleifolia*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*). En *T. panamensis* se presentó como una autopomorfía el estado de soros marginales (color azul). Los bajos valores de consistencia confirman el nivel de homoplasia del carácter (Cuadro 16).

E) Raquis alado, donde se observa que el estado ancestral se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). Además, este estado se presentó en otros 12 taxa (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*) lo que indica homoplasia (regresión). El estado presencia de raquis alado solo se observó en el grupo hermano *H. nicotianifolia*. Los resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que demuestra su nivel de homoplasia (Cuadro 16).

F) Porcentaje de venillas incluidas, para este carácter el estado ancestral 0% de venillas incluidas (color rojo) se presentó en los grupos hermanos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado derivado 1-15% de venillas incluidas (color verde) se presentó en *H. nicotianifolia*, de igual manera se observó en *T. mexicana* y *T. fimbriata* lo que indica homoplasia (paralelismo). Diez taxa presentaron el estado mayor a 15% de venillas incluidas (color verde): *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. vivipara* y *T.*

*incisa*. Estos resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 16).

En el anexo 4 se describe la topología de los caracteres anatómicos: A) Número de meristelas del rizoma, donde se observó que el estado ancestral 10-12 meristelas (color azul) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*, además de presentarse en otros 8 taxa dentro del género *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado 5-9 meristelas (color rojo) se registró en *O. bradei* y *H. Nicotianifolia*, además de presentarse en *T. fimbriata*. El estado de 13-14 meristelas (color verde), se presentó en *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara* (sinapomorfía). Estos resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

B) Forma de la meristela en rizoma, para este carácter se detalla que el estado ancestral forma alargada (color rojo) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*), este estado además se observó en *T. fimbriata* lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado derivado forma circular (color azul). Estos resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

C) Número de hileras de periciclo en rizoma, donde se observa que el estado de carácter basal 2-3 hileras (color rojo) se registró en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*), además de presentarse en *T. vivipara* lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado derivado (1-2 hileras, color azul). Estos

resultados se corroboran con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

D) Esclereidas en rizoma, donde se describe el estado basal presencia de esclereidas en rizoma (color azul) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*. Este estado de igual manera se observó en otros 8 taxa (*T. mexicana*, *T. transiens*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *T. fimbriata*) lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado ausencia de esclereidas en rizoma (color rojo). Los resultados concuerdan con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

E) Endodermis oscura del rizoma, donde se detalla que el estado basal presencia de endodermis oscura en rizoma (color azul) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*); este estado se observó en otros 9 taxa: *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentan el estado de carácter ausencia de endodermis oscura (color rojo). Los resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

F) Cutícula gruesa en rizoma, donde se observó que el estado ancestral presencia de cutícula gruesa en rizoma (color azul) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El resto de los taxa presentaron el estado derivado de cutícula gruesa (color rojo). Los resultados concuerdan con el alto valor de consistencia asociado al carácter (Cuadro 17).

G) Número de células de metaxilema en raíz, donde se presentó el estado basal 5-6 células de metaxilema (color azul) en el grupo externo *L. maxonii*. Además este estado también se presentó en otros 11 taxa (*H. nicotianifolia*, *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (paralelismo), 3-4 células de metaxilema en la raíz (color rojo) se observó en tres taxa (*O. bradei*, *T. incisa* y *T. fimbriata*). Los resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

H) Células de protoxilema en contacto con el periciclo en raíz, se detalla el estado ancestral 2-4 células (color rojo), que se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). Este estado se presentó en otros siete taxa: *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia* 001 y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado de 5-6 células de protoxilema en contacto con el periciclo (color azul). Los resultados coinciden con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

En el anexo 5 se describe la topología de los caracteres anatómicos: A) Número de hileras de células del periciclo en raíz, donde se observa que el estado ancestral 1-2 hileras (color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), además de compartirse con otros seis taxa (*Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* 002 y *T. fimbriata*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado

derivado 1 hilera (color rojo) se presentó en el resto de los taxa como un paralelismo. Los resultados se respaldan con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

B) CórteX de raíz con parénquima y engrosamientos pardos, se presenta como estado basal la presencia de parénquima y engrosamientos pardos (color azul) en el grupo externo (*L. maxonii*), al igual que en otros ocho taxa (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. fimbriata*), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado ausencia de parénquima y engrosamientos pardos (color rojo), se presentó en el resto de los taxa. Los resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

C) CórteX con parénquima y esclerénquima en raíz, para este carácter se detalla que el estado basal (ausencia de parénquima y esclerénquima, color rojo), se presentó en el grupo externo y grupo hermano (*L. maxonii* y *H. nicotianifolia*), al igual que en otros 10 taxa dentro del género *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *T. fimbriata*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado presencia de parénquima y esclerénquima (color azul), se presentó (paralelismo) en *O. bradei* y en dos taxa del género *Tectaria* (*T. panamensis* y *T. fimbriata*). Los resultados congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

D) CórteX con parénquima en raíz, donde se describe que el estado basal ausencia de solo parénquima en raíz (color rojo) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y

*O. bradei*), además de compartirse con otros diez taxa del género *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. fimbriata*), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado presencia de solo parénquima en raíz (color azul) se presentó como un paralelismo en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y en otros dos taxa de *Tectaria* (*T. vivipara* y *T. heracleifolia* 002). Lo que es congruente con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

E) Configuración de xilema en pecíolo, donde se observa que el estado ancestral configuración en forma de tuba (color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), de igual manera se compartió con otros cinco taxa (*H. nicotianifolia*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). Los estados configuración en media luna (color rojo) y configuración alargada (color amarillo) se presentaron como autopomorfías en *O. bradei* y *T. fimbriata*, respectivamente. El estado derivado configuración en huella (color verde) se observó en *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001. Los resultados son respaldados con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

F) Haces vasculares rodeados por esclerénquima, para este carácter se detalla que el estado ancestral presencia de esclerénquima rodeando el haz vascular (color azul) se observó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico ausencia de esclerénquima rodeando el haz

(color rojo). Los resultados son congruentes con el máximo valor de consistencia asociado al carácter, por lo que no presentó homoplasia (Cuadro 17).

G) Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis del pecíolo, donde se observa que el estado simplesiomórfico presencia de células engrosadas en contacto con la epidermis (color azul), se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*), al igual que se compartió con otros 11 taxa (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *T. fimbriata*). El estado derivado ausencia de células engrosadas en contacto con la epidermis (color rojo), se presentó en *H. nicotianifolia* y *T. vivipara* (paralelismo). Los resultados se confirman con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

H) Cutícula, en el cual se detalla el estado basal (cutícula delgada, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), al igual que en otros 6 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado cutícula gruesa (color rojo) se observó en *O. bradei* y en otros 6 taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* y *T. fimbriata*). El estado ausencia de cutícula (color verde) se presentó como una autopomorfía en *H. nicotianifolia*. Los resultados son congruentes con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).



En el anexo 6 se describe la topología de los caracteres anatómicos: A) Número de haces vasculares en la costa, donde se observó el carácter ancestral 2 haces (color azul), que se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado derivado 1 haz vascular (color rojo) se presentó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) además de presentarse en otros 8 taxa dentro del género *Tectaria* (*T. mexicana*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, y *T. fimbriata*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado de 3-5 haces vasculares (color verde) se presentó en *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa* y *T. transiens* (paralelismo). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

B) Configuración del xilema en la costa, donde se describe que el estado ancestral (ovalado, color rojo) se presentó en los grupos externos y en el grupo hermano (*L. maxonii*, *O. bradei* y *H. nicotianifolia* respectivamente). Además, este estado se presentó en otros 6 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. fimbriata*), considerando que en la última especie mencionada se presentó homoplasia (reversión). El estado de carácter derivado configuración triangular (color azul) se observó en: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). El estado configuración en W (color verde) se presentó en *T. vivipara* (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

C) Esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma, donde se detalla que el carácter basal presencia de esclerénquimas rodeando las meristelas del rizoma (color azul)

solo se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El resto de los taxa presentaron el carácter derivado ausencia de esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma (color rojo). Los resultados muestran un valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

D) Número de haces vasculares en pecíolo basal, en este carácter se detalla que el estado basal 8-9 haces vasculares (color rojo) se presentó en los grupos externos y en el grupo hermano (*L. maxonii*, *O. bradei* y *H. nicotianifolia* respectivamente), además este estado también se observó en *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado 5-7 haces vasculares (color azul) se presentó en 10 taxa dentro de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). El estado 2 haces vasculares se presentó en *T. fimbriata* (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

E) Número de haces vasculares en pecíolo medio, donde se observa que el estado basal 7-8 haces vasculares (color rojo) se presentó en los grupos externos y grupo hermano (*L. maxonii*, *O. bradei* y *H. nicotianifolia* respectivamente), también se observó en *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (4-6 haces vasculares, color azul) se presentó en 9 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001). El estado sinapomórfico 2-3 haces vasculares (color verde) se observó en *T. heracleifolia* 002 y *T. fimbriata*). Los resultados

concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

F) Número de haces vasculares en pecíolo final, se detalla el estado ancestral 5-6 haces vasculares (color rojo) que presentó en los grupos externos y grupo hermano (*L. maxonii*, *O. bradei* y *H. nicotianifolia*, respectivamente). Este estado también se observó en *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (3-4 haces vasculares, color verde) se presentó en 8 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 002 y *Tectaria* sp. 2). El estado 1-2 haces vasculares (color azul) se encuentra en *T. heracleifolia* 001 y *T. fimbriata* (homoplasia, paralelismo). Los resultados son corroborados con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

G) Células pardas rodeando el haz vascular del segmento foliar, donde se detalla que el estado basal ausencia de células pardas (color rojo) se encontró en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*), de igual manera se presentó en otros cinco taxa del género *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara*), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado presencia de células pardas (color azul) se presentó en el resto de los taxa (paralelismo). Los resultados muestran valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

H) Esclerénquima rodeando el segmento foliar, donde se aprecia el estado ancestral presencia de esclerénquima (color azul) en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El carácter derivado ausencia de esclerénquima (color rojo) se observó en el

resto de los taxa. Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 17).

En el anexo 7 se describe la topología de los caracteres anatómicos: A) Pelos ctenitoides en segmento foliar, donde se detalla que el estado ancestral ausencia de pelos ctenitoides (color rojo) se presentó en los grupos externos y el grupo hermano (*L. maxonii*, *O. bradei* y *H. nicotianifolia* respectivamente), al igual que se observó en dos taxa del género *Tectaria* (*T. panamensis* y *T. mexicana*), lo que sugiere homoplasia (reversión). El estado derivado presencia de pelos ctenitoides (color azul) se presentó en el resto de los taxa. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

B) Posición de los pelos en el segmento foliar, para este carácter el estado ancestral sin pelos (color rojo), se observó en los grupos externos y el grupo hermano (*L. maxonii*, *O. bradei* y *H. nicotianifolia* respectivamente), de igual manera se presentó en dos taxa del género *Tectaria* (*T. panamensis* y *T. mexicana*), lo que sugiere homoplasia (reversión). El estado derivado pelos en el lado adaxial (color azul) se observó en nueve taxa (*Tectaria* sp. 3, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). El estado pelos en el lado adaxial y abaxial (color verde) se presentó en la especie *T. fimbriata* (autopomorfía).. Los resultados se corroboran con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

C) Drusas en segmento foliar, donde se observa el carácter ancestral ausencia de drusas (color rojo), en *L. maxonii*, *O. bradei*, *H. nicotianifolia*, *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. incisa* y *T. mexicana*. Este estado también se observó como una reversión en los taxa *T. vivipara* y *Tectaria* sp. 1. El estado derivado (presencia de drusas, color azul), se presentó en el resto de los taxa. Estos resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

En el anexo 8 se describe la topología de los caracteres palinológicos: A) Longitud de la apertura de la espora, donde se presenta el estado ancestral (apertura de 3/4 de longitud del cuerpo de la espora, color rojo) en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado derivado (apertura de 1/2 a 3/4 del cuerpo de la espora, color azul) se presentó en el resto de los taxa como una sinapomorfía. Estos resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 18).

B) Tipo de alas en las esporas, donde se observa que los estados basales: alas prominentes, color rojo y alas pequeñas, color azul se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei* respectivamente). El estado alas pequeñas, además se encontró en otros cuatro taxa (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. fimbriata* y *T. mexicana*) lo que refleja el nivel de homoplasia (reversión). El estado sin alas, color verde, se presentó en 9 taxa (*Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *H. nicotianifolia*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. vivipara*).

Estos resultados son confirmados por el valor medio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

C) Perisporio equinado, donde se observa que el carácter ancestral (ausencia de perisporio equinado, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), este estado se encontró además en otros 12 taxa (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. incisa*, *T. fimbriata*, *T. mexicana* y *T. vivipara*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado presencia de perisporio equinado, color azul, se presentó en *O. bradei* y *H. nicotianifolia* (paralelismo). Los resultados señalan un nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

D) Pliegues en el perisporio, el cual detalla que el estado ancestral (presencia de pliegues, color azul) se encontró en todos los taxa, a excepción del grupo hermano *H. nicotianifolia* el cual cuenta con el estado derivado (ausencia de pliegues en perisporio, color rojo). Los resultados obtenidos señalan un nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

E) Grosor de pliegues, donde se observa que el estado ancestral (pliegues delgados, color azul), se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*), además de observarse en otros cinco taxa (*T. transiens*, *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. fimbriata* y *T. mexicana*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (pliegues gruesos, color verde) se presentó en siete taxa (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *T. vivipara*). El estado sin pliegues, color rojo, se presentó en *H. nicotianifolia* (autopomorfía). Los resultados son

congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

F) Superficie de la espora perforada, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de perforaciones, color rojo) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*) y en *Tectaria* sp. 3. Este estado también se presentó en dos taxa (*T. mexicana* y *T. vivipara*) (homoplasia, reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado presencia de perforaciones en la superficie de la espora, color azul. Los resultados son congruentes con el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

G) Espacio entre los pliegues, donde se observa que el estado basal (mucho espacio entre los pliegues, color verde) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado mencionado anteriormente también se registró en otros cinco taxa (*T. mexicana*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 2 y *T. vivipara*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (poco espacio entre los pliegues, color azul) se encontró en siete taxa (*Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1 y *T. heracleifolia*). El estado sin espacio entre los pliegues, color rojo, se presentó en *H. nicotianifolia* (autopomorfía). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

H) Elementos entre los pliegues, donde se detalla que el estado basal (elementos reticulados, color azul) se observó en el grupo externo (*L. maxonii*), este estado también se presentó en otros siete taxa: *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. fimbriata*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 002 (homoplasia, reversión).

El estado derivado (elementos microequinados, color verde) se observó en seis taxa (*O. bradei*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001). El estado sin elementos entre los pliegues (color rojo) se presentó en *H. nicotianifolia* (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

En el anexo 9 se describe la topología de los caracteres palinológicos: A) interior del perisporio con pilares, donde se observa que el estado ancestral ausencia de pilares en el interior del perisporio (color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). Este estado además se presentó en ocho taxa de *Tectaria* (*T. fimbriata*, *T. mexicana*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (presencia de pilares en el interior del perisporio, color azul) se presentó en el resto de los taxa. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

B) Interior del perisporio equinado, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia del interior del perisporio equinado, color rojo), se presentó en siete taxa: *L. maxonii*, *O. bradei*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *H. nicotianifolia*, *T. panamensis* y *T. incisa* (simplesiomorfía). El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico presencia del interior del perisporio equinado (color azul). Los resultados se confirman con el alto valor de consistencia asociado al carácter (Cuadro 17).

C) Pliegues cavados-equinados, para este carácter el estado basal (ausencia de pliegues cavados-equinados, color rojo) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii*



y *O. bradei*). El estado mencionado anteriormente también se observó en otros cuatro taxa (*H. nicotianifolia*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *Tectaria* sp. 2), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado presencia de pliegues cavados-equinados, color azul, se registró en el resto de los taxa. Los resultados son congruentes con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

D) Forma de la espora, donde se observa que el estado basal (forma esférica, color rojo) se presentó en los grupos externos y en *Tectaria* sp. 3. El estado derivado (forma elipsoidal, color azul), se presentó en el resto de los taxa, a excepción de *Tectaria* sp. 2 que registró una reversión al estado basal. Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

E) Pliegues con espinas, para este carácter se detalla el estado basal (ausencia de espinas en los pliegues, color rojo), que se presentó en los grupos externos y en *T.* sp. 3. Este estado se compartió además con otros tres taxa (*H. nicotianifolia*, *Tectaria panamensis* y *T. mexicana*) lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentan el estado derivado (presencia de espinas en los pliegues, color azul). Estos resultados coinciden con un valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 17).

En el anexo 10 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos:

A) Número de meristelas en rizoma, donde se detalla que el estado basal (10-12 meristelas, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y en otros ocho

taxa del género *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (5-9 meristelas, color rojo) se observó en el grupo externo *O. bradei* y grupos hermanos; además se compartió con *T. fimbriata* lo que indica homoplasia (reversión). El estado sinapomórfico (13-14 meristelas, color verde), se presentó en tres taxa del género *Tectaria* (*T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara*). Los resultados corroboran el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

B) Forma de la meristela en rizoma, donde se observa el estado ancestral (forma alargada, color rojo) que se presentó en los grupos externos y se compartió con *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado (forma circular, color azul). Estos resultados son congruentes con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

C) Número de hileras en periciclo en rizoma, el cual presentó el estado ancestral (2-3 hileras, color rojo) en los grupos externos, y se compartió con *T. vivipara*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado derivado, (1-2 hileras, color azul). Los resultados son congruentes con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

D) Esclereidas en rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de esclereidas, color azul), se observó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió además con otros ocho taxa de *Tectaria* (*T. mexicana*, *T. transiens*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia*

002), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa compartieron el estado derivado ausencia de esclereidas en rizoma, (color rojo). Estos resultados son congruentes con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

E) Endodermis oscura en el rizoma, donde se observa el estado basal (presencia de endodermis oscura, color azul), que se presentó en los grupos externos; este estado se compartió con otros nueve taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (ausencia de endodermis oscura, color rojo), se presentó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*), *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3 y *T. heracleifolia*. Los resultados coinciden con el bajo nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

F) Cutícula gruesa en rizoma, donde se manifiesta el carácter ancestral (presencia de cutícula gruesa, color azul) en los grupos externos. El resto de los taxa presentaron el carácter sinapomórfico (ausencia de cutícula gruesa, color rojo). Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica el bajo nivel de homoplasia del carácter (Cuadro 19).

G) Número de células de metaxilema en raíz, en el cual se detalla que el estado ancestral (5-6 células, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió además con otros 10 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), incluyendo el grupo hermano, lo que indica

homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado derivado (3-4 hileras de células, color rojo) considerado homoplasia (paralelismo). Estos resultados confirman el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

H) Células de protoxilema en contacto con el periciclo de raíz, para este carácter se observa que el estado basal (2-4 células, color rojo), se presentó en los grupos externos y se compartió además con otros siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 002) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (5-6 células, color azul) se observó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y se compartió con el resto de taxa de *Tectaria*. Estos resultados son congruentes con el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

En el anexo 11 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos:

A) Número de hileras de periciclo en raíz, donde el estado ancestral (1-2 hileras, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con otros seis taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 002) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (1 hilera, color rojo) se presentó en el grupo externo, grupo hermano y seis taxa de *Tectaria* (*O. bradei*, *H. nicotianifolia*, *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001). Estos resultados concuerdan con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

B) CórteX con parénquima y engrosamientos pardos en raíz, en este carácter se observa que el estado basal (presencia de córtex con parénquima y engrosamientos pardos, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y se compartió con otros ocho taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (ausencia de parénquima y engrosamientos pardos, color rojo) se presentó en el resto de los taxa como homoplasia. Estos resultados son congruentes con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

C) CórteX con parénquima y esclerénquima en raíz, donde se detalla que el estado basal (ausencia de parénquima y esclerénquima en raíz, color rojo) se presentó en el grupo externo, grupo hermano y en diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (presencia de parénquima y esclerénquima en raíz, color azul) se presentó en el grupo externo y en dos taxa de *Tectaria* (*O. bradei* y *T. panamensis*, *T. transiens* respectivamente). Los resultados concuerdan con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

D) CórteX solo con parénquima en raíz, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de solo parénquima, color rojo), se presentó en los grupos externos y se compartió con otros 10 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado

(presencia de solo parénquima, color azul) se presentó en el grupo hermano y en dos taxa del género *Tectaria* (*H. nicotianifolia*, *T. vivipara* y *T. heracleifolia* 002, respectivamente). Los resultados son congruentes con el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

E) Configuración del xilema en pecíolo, se observa que los estados basales (configuración en tuba, color azul y configuración media luna, color rojo) se presentaron en los grupos externos. El estado configuración del xilema en tuba se compartió con cinco taxa, incluido el grupo hermano (*T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (configuración de huella, color verde), se presentó en siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001), y como una autopomorfía se observó el estado configuración del xilema alargado en *T. fimbriata*. Los resultados son comparables con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

F) Haces vasculares rodeados por esclerénquima en pecíolo, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de esclerénquima, color azul) se presentó en los grupos externos. El estado sinapomórfico (ausencia de esclerénquima rodeando el haz vascular, color rojo) se presentó en el resto de los taxa. Los resultados concuerdan con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 19).

G) Células engrasadas del córtex en contacto con la epidermis pecíolo, donde se observa que el carácter ancestral (presencia de células engrosadas en contacto con

la epidermis, color azul) se presentó en los grupos externos, y se compartió además con 11 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado se encontró en el grupo hermano y en *T. vivipara*, lo que indica homoplasia (paralelismo). Los resultados son congruentes con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

H) Cutícula del pecíolo, donde se observa que los estados ancestrales (cutícula delgada, color azul y cutícula gruesa, color rojo) se presentó en los grupos externos. El estado cutícula delgada se compartió con seis taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). El estado cutícula gruesa se observó en cinco taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia*), lo que indica homoplasia para ambos estados. El estado derivado (sin cutícula, color verde) se presentó en *H. nicotianifolia* (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

En el anexo 12 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos:

A) Número de haces vasculares en la costa, donde se detalla que el estado ancestral (2 haces, color azul) se presentó en los grupos externos. El estado derivado (1 haz, color rojo) se observó en el grupo hermano, y en otros ocho taxa de *Tectaria* (*T. mexicana*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado

3-5 haces vasculares, color verde, se presentó en *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3 y *T. transiens*. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

B) Configuración del xilema en la costa, donde se detalla que el estado ancestral (configuración ovalada, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano y seis taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *Tectaria mexicana*, *T. transiens* y *T. fimbriata*). El estado sinapomórfico (configuración triangular, color azul) se presentó en cinco taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). El estado configuración en W, color verde, se presentó en la especie *T. vivipara* (autopomorfía). Los resultados concuerdan con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 19).

C) Esclerénquima rodeando las meristelas en rizoma, donde se observa que el estado ancestral (presencia de esclerénquima rodeando las meristelas, color azul) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*. El resto de los taxa presentaron el estado derivado ausencia de esclerénquima rodeando las meristelas, color rojo. Los resultados se respaldan con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

D) Número de haces vasculares en el pecíolo basal, en el cual se describe el estado ancestral (8-9 haces vasculares, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano, además de compartirse con *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (5-7 haces vasculares, color azul) se observó en diez taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*,



*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002).

El estado: 2 haces vasculares, color verde, se presentó en *T. fimbriata* (autopomorfía).

Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, donde se indica su valor de homoplasia (Cuadro 19).

E) Número de haces vasculares en el pecíolo medio, donde se detalla que el estado ancestral (7-8 haces vasculares, color rojo), se encontró en los grupos externos y grupo hermano, sin embargo,, este estado también se presentó en *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (5-6 haces vasculares, color azul) se compartió con otros nueve taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001). El estado 2-3 haces vasculares, color verde, se presentó en los taxa *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 002 (homoplasia, paralelismo). Los resultados son congruentes con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

F) Número de haces vasculares en el pecíolo final, donde se observa que el estado ancestral (5-6 haces vasculares, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano, y se compartió además con dos taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 2 y *Tectaria* sp. 3), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (2-3 haces vasculares, color verde), se presentó en ocho taxa del género *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 002). El estado derivado (5-6 haces vasculares, color azul) se observó en *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 001, lo que indica homoplasia (reversión). Los resultados coinciden

con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

G) Células pardas rodeando el haz del segmento foliar, donde se observa que el estado ancestral (ausencia de células pardas, color rojo) se presentó en los grupos externos y se compartió con cinco taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara*), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa, presentaron el estado derivado (presencia de células pardas rodeando el haz del segmento foliar, color azul). Los resultados anteriores son congruentes con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

H) Esclerénquima rodeando el haz del segmento foliar, donde se presentó el estado ancestral (presencia de esclerénquima rodeando el haz, color azul) en los grupos externos. El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico ausencia de esclerénquima, rodeando el haz, color rojo. Los resultados obtenidos son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 19).

En el anexo 13 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos:

A) Pelos ctenitoides en segmento foliar, donde se detalla el estado ancestral (ausencia de pelos ctenitoides, color rojo) que se presentó en los grupos externos, grupo hermano y *T. panamensis*, además de compartirse con *T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado presencia

de pelos ctenitoides, color azul. Los resultados se corroboran con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

B) Posición de los pelos ctenitoides en el segmento foliar, donde se presentó el estado basal (sin pelos ctenitoides, color rojo) en los grupos externos, grupo hermano, *T. panamensis*, y se compartió además con *T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (posición abaxial, color azul), se presentó en nueve taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). El estado posición abaxial y adaxial, color verde, se presentó en *T. fimbriata* (autopomorfía). Los resultados corroboran los valores intermedios de consistencia asociados al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

C) Drusas en segmento foliar, donde se presentó el estado simplesiomórfico (ausencia de drusas, color rojo) en los grupos externos, grupo hermano y en cuatro taxa de *Tectaria* (*L. maxonii* y *O. bradei*, *H. nicotianifolia*, *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3 y *T. mexicana*, respectivamente). Este estado se compartió con *T. vivipara* y *Tectaria* sp. 2, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa mostraron el estado derivado (presencia de drusas, color azul). Los bajos valores de consistencia obtenidos corroboran el nivel de homoplasia asociado al carácter (Cuadro 19).

D) Diferenciación de hoja, donde se detalla el estado ancestral (hoja dimorfa, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y se compartió con *T. panamensis*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (hoja monomorfa, color azul) se observó en el resto de los taxa incluyendo al grupo externo *O. bradei* y grupo

hermano. Los resultados corroboraron el nivel de homoplasia congruente con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter (Cuadro 19).

E) División de la lámina, donde se observa que el estado ancestral (lobada a pinnada, color azul) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*, el grupo hermano y 10 taxa de *Tectaria* (*H. nicotianifolia*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002, respectivamente). El estado derivado (lámina entera, color rojo) se presentó como un paralelismo para el grupo externo (*O. bradei*) y *T. panamensis*; y como una autopomorfía para el estado 2-pinnado-pinatífida, color verde, en *T. mexicana*. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

F) Relación pecíolo lámina, se observa que el estado ancestral (casi tan largo como la lámina, color azul), se presentó en el grupo externo *L. maxonii*, y se compartió con nueve taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica presencia de homoplasia (reversión). El estado derivado (corto o ausente, color rojo) se presentó en *O. bradei* (autopomorfía), y el estado derivado (1-2 veces mas largo que la lámina, color verde), se manifestó en *H. nicotianifolia*, *T. incisa*, *T. vivipara* y *T. fimbriata* (paralelismo). Los resultados son congruentes con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

G) Areolas con venillas incluidas, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de venillas incluidas, color rojo) se observó en los grupos externos, y se compartió con

*T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado sinapomórfico presencia de venillas incluidas. Los resultados corroboran el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

H) Pelos en raquis y costa, donde se expone que el estado ancestral (ausencia de pelos en raquis y costa, color rojo), se presentó en los grupos externos, grupo hermano y *Tectaria* sp. 2, lo que indica homoplasia (reversión). En los 11 taxa restantes se presentó el estado derivado presencia de pelos en raquis y costa, color azul. Los resultados son congruentes con el valor intermedio asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

En el anexo 14 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos:

A) Escamas en el rizoma, donde se observa que el estado basal (presencia de escamas, color azul) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*, y 12 taxa de *Tectaria*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (ausencia de escamas en rizoma, color rojo), se presentó en el grupo externo *O. bradei* y grupo hermano. Los resultados coinciden con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

B) Color de escamas en rizoma, en el cual se detalla que el estado ancestral (color pajizo-ferrugíneas, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (sin escamas, color rojo) se observó en el grupo externo *O. bradei* y grupo hermano. El estado derivado (color pardo-rojizo), se presentó en ocho taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T.*

*fimbriata* y *T. heracleifolia*). El estado color de escamas bicoloras, color amarillo, se presentó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 19).

C) Tipo de rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (rizoma rastrero, color rojo) se presentó en los grupos externos y grupo hermano. El estado derivado (rizoma semi-erecto, color azul), se presentó en dos taxa dentro de *Tectaria* (*T. panamensis* y *T. incisa*) y se compartió con *T. vivipara* y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado rizoma erecto, color verde, se presentó en ocho taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Este resultado se confirma con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

D) Soros, donde se detalla que el estado derivado (soros acrosticoides, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (soros redondeados, color verde) se presentó en el grupo externo y grupo hermano, se compartió además con 11 taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado soros lineales, color azul, se observó en *Tectaria panamensis* (autopomorfía). Los resultados indican homoplasia, lo que concuerda con el bajo valor de consistencia asociado al carácter (Cuadro 19).

E) Indusio, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de indusio, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió además con el grupo

hermano, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado derivado presencia de indusio, color azul. Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

F) Tipo de indusio, en el cual se observa que el estado ancestral (sin indusio, color rojo), se presentó en el grupo externo *L. maxonii* y en el grupo hermano, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (indusio reniforme, color amarillo) se presentó en el grupo externo (*O. bradei*) y 6 taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara* y *T. fimbriata*), lo que indica homoplasia (reversión). El estado indusio peltado, color verde, se presentó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002 (sinapomorfía). La especie *T. panamensis* presentó el estado indusio lineal, color azul (autopomorfía). Los resultados son respaldados por el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 19).

G) Yemas axilares, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de yemas, color rojo) se presentó en todos los taxa estudiados, a excepción de *T. vivipara* que mostró el estado autopomórfico presencia de yemas, color azul. Los resultados son respaldados por el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

H) Margen del ápice, en el cual se observa que el estado ancestral (margen repando, color rojo) se presentó en los grupos externos y grupo hermano. El estado derivado margen entero, color azul, se presentó en *T. panamensis* y *T. incisa*. El estado derivado (margen dentado-aserrado, color verde), se presentó en diez taxa de

*Tectaria*: *Tectaria* sp. 3, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 1, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002 (sinapomorfía). Los resultados concuerdan con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que muestra el bajo nivel de homoplasia (Cuadro 19).

En el anexo 15 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos:

A) Forma de la base del segmento apical, donde se detalla que el estado basal (forma cuneada, color azul) se presentó en los grupos externos, en el grupo hermano, en *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002, lo que indica homoplasia (reversión). Los estados derivados forma decurrente, color verde, y forma cordiforme, color rojo, se presentaron en *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *Tectaria mexicana*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1 y en *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* respectivamente. Los resultados muestran el nivel de homoplasia corroborado con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter (Cuadro 19).

B) Pares de pinnas, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de pares de pinnas, color azul) se observó en el grupo externo *L. maxonii*, grupo hermano y diez taxa de *Tectaria* (*H. nicotianifolia* y *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, respectivamente); y sólo tres taxa presentaron el estado derivado ausencia de pares de pinas, color rojo (paralelismo). Los resultados son congruentes con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).



C) Número de pares de pinnas, donde el estado basal (7-19 pares de pinnas, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado, sin pares de pinnas, color rojo, se presentó en el grupo externo y en dos taxa de *Tectaria* (*O. bradei* y *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 2, respectivamente). El grupo hermano presentó el estado derivado (1-4 pares de pinnas, color verde), que se compartió con cinco taxa de *Tectaria* (*T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002 y *Tectaria* sp. 1), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (3-7 pares de pinnas, color amarillo), se presentó en *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara* (sinapomorfía). Los resultados se respaldan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

D) Tipo de hábito, donde se observa que el estado ancestral (hemiepífito, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (epífito, color azul) se observó en *O. bradei*. El estado de carácter terrestre, color verde, se presentó en el grupo hermano y en 11 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002). El estado de carácter, rupícula, color amarillo, se presentó en *T. fimbriata* (autopomorfía). Estos resultados se respaldan con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

E) Tipo de venación, donde el carácter ancestral (venación libre, color rojo) se presentó en los grupos externos. En el resto de los taxa se presentó el estado sinapomórfico: venación reticulada, color azul. Estos resultados concuerdan con el alto índice de

consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 19).

F) Pecíolo sulcado, para este carácter se detalla que el estado ancestral (presencia del sulco, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y se compartió con *H. nicotianifolia* y diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (ausencia de pecíolo sulcado, color rojo) se presentó en el grupo externo (*O. bradei*), y en *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (paralelismo). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

G) Posición de los soros, donde se observa que el estado ancestral (posición acrosticoide, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (soros dispersos, color verde), se presentó en el grupo externo *O. bradei*, grupo hermano y se compartió con otros 11 taxa dentro de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado soros marginales, color azul, se presentó en *T. panamensis* (autopomorfía). Estos resultados son respaldados por el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

H) Raquis alado, donde se observa que el estado ancestral (raquis alado ausente, color rojo) se presentó en los grupos externos, compartido con 12 taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T.*

*heracleifolia* 002, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*), lo que indica homoplasia (regresión). El estado presencia de raquis alado, color azul, se observó en el grupo hermano (autoapomorfía). Los resultados son congruentes con un bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que demuestra su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

En el anexo 16 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos:

A) porcentaje de venillas incluidas, en el cual se detalla que el carácter ancestral (0% venillas incluidas, color rojo), se presentó en los grupos externos. El estado derivado (1-15 % de venillas incluidas, color azul) se presentó en el grupo hermano, y se compartió con *T. mexicana* y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado con más de 15% de venillas incluidas, color verde, se presentó en diez taxa de *Tectaria*. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 19).

En el anexo 17 se describe la topología de los caracteres morfológicos + palinológicos:

A) Diferenciación de la hoja, donde se detalla que el carácter ancestral (hoja dimorfa, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con *T. panamensis*, lo que se indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado derivado hoja monomorfa, color azul. Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

B) División de la lámina, donde se muestra que el estado ancestral (lobado a pinnada, color azul), se presentó en el grupo externo *L. maxonii*, y se compartió con el grupo hermano y diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). El estado derivado (lámina entera), se presentó en el grupo externo (*O. bradei*), y se compartió con *T. panamensis*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado 2-pinnada-pinnatífida, se presentó en *T. mexicana* (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

C) Relación pecíolo lámina, en el cual se detalla que el estado basal (pecíolo casi tan largo como la lámina, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y compartido con otros nueve taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado corto o ausente, color rojo, se observó en el grupo externo *O. bradei* (autopomorfía). El estado derivado pecíolo 1-2 veces más largo que la lámina, color verde, se presentó en el grupo hermano y *T. incisa*, *T. vivipara* y *T. fimbriata* (paralelismo). Los resultados se corroboran con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

D) Venillas incluidas, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de venillas incluidas, color rojo), se presentó en los grupos externos y se compartió con *T. mexicana*, lo cual indica homoplasia (reversión). En los 12 taxa restantes se presentó el estado sinapomórfico presencia de venillas incluidas color azul. Los resultados son

congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

E) Pelos en raquis y costa, en el cual se observa que el estado ancestral (ausencia de pelos en raquis y costa, color rojo) se presentó en los grupos externos y el grupo hermano, sin embargo,, se compartió con *Tectaria* sp. 2, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado presencia de pelos en raquis y costa, color azul. Los resultados son respaldados por el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

F) Escamas en el rizoma, en este carácter se detalla que el estado ancestral (presencia de escamas en rizoma, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y todos los taxa de *Tectaria*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (ausencia de escamas en rizoma, color rojo), se presentó en el grupo externo *O. bradei* y grupo hermano. Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

G) Color de las escamas del rizoma, el estado ancestral (color pajizo-ferrugíneas, color azul) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*. El estado sin escamas, color rojo, se presentó en el grupo externo *O. bradei* y grupo hermano (sinapomorfía). El estado derivado (escamas pardo-rojizas, color verde) se presentó en ocho taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia*). El estado derivado (escamas bicoloras, color amarillo), se presentó en cuatro taxa de *Tectaria*: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002 (sinapomorfía). Los resultados son congruentes con el valor alto

de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 20).

H) Tipo de rizoma, en el cual se detalla que el estado basal (rizoma rastrero, color rojo), se presentó en los grupos externos y grupo hermano. El estado derivado (rizoma semi-erecto, color azul) se presentó en *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. vivipara* y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). Para el resto de taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), se presentó el estado derivado, rizoma erecto, color verde. Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

En el anexo 18 se describe la topología de los caracteres morfológicos + palinológicos:

A) Soros, donde se detalla que el estado ancestral (soros acrosticoides, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (soros redondeados, color verde) se observó en el grupo externo *O. bradei*, grupo hermano, y 11 taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado soros alargados, color azul, se presentó en *T. panamensis* (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

B) Indusio, donde se describe que el estado ancestral (ausencia de indusio, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y se compartió con el grupo hermano, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado

(presencia de indusio, color azul). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

C) Tipo de indusio, el estado ancestral (sin indusio) se presentó en *L. maxonii* y *H. nicotianifolia*. El estado derivado (indusio reniforme, color amarillo), se observó en el grupo externo (*O. bradei*) y seis taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*). El estado indusio peltado, color verde, se presenta en *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2 como un estado sinapomórfico. En *T. panamensis* se expresó el estado de carácter indusio lineal (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el nivel alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 20).

D) Yemas axilares, donde se detalla que el estado simplesiomórfico (ausencia de yemas axilares, color rojo), se presentó en todos los taxa, a excepción de *T. vivipara*, que presentó el estado autopomórfico presencia de yemas axilares, color azul. Estos resultados se respaldan con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

E) Margen del ápice, en este carácter se puede observar que el estado ancestral (margen repando, color rojo), se presentó en los grupos externos y grupo hermano. El estado derivado (margen entero, color azul), se presentó en *T. panamensis* y *T. incisa*. El estado (margen dentado-aserrado, color verde) se presentó en diez taxa de *Tectaria*: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002

(sinapomorfía). Los resultados son congruentes con el nivel alto de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 20).

F) Base del segmento apical, donde se detalla que el estado ancestral (base cuneada, color azul), se presentó en los grupos externos, grupo hermano, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (base decurrente, color verde), se presentó en cinco taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *Tectaria incisa*, *T. vivipara* y *T. mexicana*). El estado derivado (base cordiforme, color rojo), se presentó en *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* y *Tectaria* sp. 2 (sinapomorfía). Estos resultados son respaldados por el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

G) Pares de pinnas, donde se observa que el estado basal (presencia de pares de pinnas, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), en el grupo hermano y diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (ausencia de pinnas, color rojo) se presentó, en el grupo externo (*O. bradei*) y dos taxa de *Tectaria* (*T. panamensis* y *Tectaria* sp. 2 paralelismo). Estos resultados se respaldan con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

H) Número de pares de pinnas, en este carácter se detalla que el estado ancestral (7-19 pares de pinnas, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (sin pares de pinnas, color rojo), se observó como un paralelismo en el grupo externo (*O. bradei*) y dos taxa de *Tectaria* (*T. panamensis* y *Tectaria* sp. 2). El estado



derivado (1-4 pares de pinnas, color verde) se presentó en el grupo hermano y en cinco taxa de *Tectaria* (*T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (3-7 pares de pinnas, color amarillo), en *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara* y *T. mexicana*, se presentaron como una sinapomorfía. Estos resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

En el anexo 19 se describe la topología de los caracteres morfológicos + palinológicos:

A) Tipo de hábito, donde se detalla que el carácter ancestral (hemiepífito, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (epífito, color azul) se observó en el grupo externo *O. bradei*. El estado derivado (terrestre, color verde) se presentó en el grupo hermano y en 11 taxa de *Tectaria*: *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002 (sinapomorfía). *Tectaria fimbriata* presentó el estado hábitat rupícola, color amarillo (autopomórfico). Los resultados respaldan el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

B) Tipo de venación, para este carácter se observa que el estado ancestral (venación libre, color rojo) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico venación reticulada, color azul. Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 20).

C) Pecíolo sulcado, el estado ancestral (presencia del sulco, color azul), se presentó en el grupo externo *L. maxonii*, en el grupo hermano y 11 taxa de *Tectaria*: *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. El estado derivado: ausencia de sulco, color rojo, se presentó en el grupo externo *O. bradei*, que a su vez se compartió con *T. fimbriata* (homoplasia, paralelismo). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

D) Posición de los soros, donde se observa que el estado ancestral (acrosticoide, color rojo) se presentó en el grupo externo *L. maxonii*. El estado derivado (soros dispersos, color verde), se observó en el grupo externo *O. bradei*, grupo hermano y 11 taxa de *Tectaria*: *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. El estado soros marginales, color azul, se presentó en *T. panamensis* (autopomorfía). Los resultados son respaldados por el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

E) Raquis alado, para este carácter se detalla que el estado ancestral (ausencia de raquis alado, color rojo) se observó en todos los taxa estudiados, a excepción del grupo hermano que presentó el estado presencia de raquis alado, color azul (autoapomorfía). Estos resultados son respaldados por el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

F) Porcentaje de venillas incluidas, donde se presentó el estado ancestral (0% de venillas incluidas, color rojo), en los grupos externos. El estado derivado (1-15% de

venillas incluidas, color, azul) se observó en el grupo hermano y se compartió con *T. mexicana* y *T. fimbriata* (homoplasia, reversión). El resto de los taxa (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), presentaron el estado derivado (más de 15% de venillas incluidas, color verde). Estos resultados concuerdan con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que demuestra su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

G) Longitud de la apertura de la espora, donde se observa que el estado ancestral (apertura  $\frac{3}{4}$  del cuerpo de la espora, color rojo), se presentó en los grupos externos. El estado sinapomórfico (apertura  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  del cuerpo de la espora, color azul), se presentó en el resto de los taxa. Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica el bajo nivel de homoplasia (Cuadro 20).

H) Tipo de alas de la espora, para este carácter el estado ancestral (alas prominentes, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (alas pequeñas, color azul), se observó en el grupo externo *O. bradei*, y cuatro taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana* y *T. fimbriata*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (sin alas, color verde) se observó en el grupo hermano y en ocho taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

En el anexo 20 se describe la topología de los caracteres morfológicos y palinológicos:

A) Perisporio equinado, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de perisporio equinado, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). Este estado se compartió con todos los taxa de *Tectaria*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (presencia de perisporio equinado, color azul), se presentó en el grupo externo *O. bradei* y grupo hermano (sinapomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

B) Pliegues en el perisporio, donde se observa que el estado ancestral (presencia de pliegues en el perisporio, color azul), se presentó en los grupos externos y todos los taxa de *Tectaria*. El estado ausencia de pliegues en el perisporio, color rojo, se presentó en el grupo hermano (autopomorfía). Estos resultados se respaldan con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

C) Grosor de los pliegues, en este carácter se detalla que el estado ancestral (pliegues delgados, color azul) se observó en los grupos externos, y se compartió con otros cinco taxa de *Tectaria*: *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. mexicana* y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado ausencia de pliegues en el perisporio, color rojo, se observó en el grupo hermano (autoapomorfía). El estado derivado (pliegues gruesos, color verde), se presentó en siete taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de índice de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

D) Superficie de la espora perforada, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de perforaciones, color rojo), se presentó en los grupos externos, y se compartió con tres taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *T. vivipara* y *T. mexicana*). El resto de los taxa presentaron el estado derivado presencia de perforaciones en la superficie de la espora, color azul. Estos resultados concuerdan con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica el nivel de homoplasia del carácter (Cuadro 20).

E) Espacio entre los pliegues, donde se observó que el estado ancestral (mucho espacio entre los pliegues, color verde), se presentó en los grupos externos. El estado sin espacio entre los pliegues, color rojo, se presentó en *H. nicotianifolia* (autopomorfía). El estado, mucho espacio entre los pliegues, también se compartió con otros cinco taxa de *Tectaria*: *T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002, lo que es un indicador de homoplasia (reversión). El estado derivado poco espacio entre los pliegues, color azul, se observó en siete taxa de *Tectaria*: *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *Tectaria* sp. 2, *T. transiens*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia*. Estos resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

F) Elementos entre los pliegues, el cual detalla como estado ancestral (elementos reticulados, color azul) donde se observó en el grupo externo *L. maxonii*, este estado también se compartió en siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 002), lo que se considera homoplasia (reversión). El estado derivado (elementos microequinados, color verde) se presentó en el grupo externo *O. bradei*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T.*

*heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001. El estado sin elementos entre los pliegues, color rojo, se observó en el grupo hermano (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

G) Interior del perisporio con pilares, para este carácter se detalla que el estado ancestral (ausencia de pilares, color rojo), se observó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002, lo que se considera homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado presencia de pilares, color azul (sinapomórfico). Los resultados son congruentes con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

H) Interior del perisporio equinado, en el cual se observa que el estado simplesiomórfico (ausencia de interior equinado del perisporio, color rojo), se presentó en los grupos externos, grupo hermano y en cuatro taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3 y *T. transiens*). El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico presencia del interior del perisporio equinado, color azul. Los resultados concuerdan con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 20).

En el anexo 21 se describe la topología de los caracteres morfológicos + palinológicos:

A) Pliegues cavados equinados, donde se observa que el estado ancestral (ausencia de pliegues cavado equinados, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano, y se compartió con tres taxa de *Tectaria* (*T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 002

y *Tectaria* sp. 2), lo que indica homoplasia (reversión), y en nueve de los taxa se presentó el estado derivado (presencia de pliegues cavados equinado, color azul). Los resultados concuerdan con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

B) Forma de la spora, donde se observa que el estado ancestral (forma esférica, color rojo), se presentó en los grupos externos, y en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado forma elipsoidal, color azul. Los resultados coinciden con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 20).

C) Pliegues con espinas, para este carácter se detalla que el estado ancestral (ausencia de espinas, color rojo) se presentó en los grupos externos, y en *Tectaria* sp. 3 y *T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). En el resto de los taxa se observó el estado derivado presencia de espinas en los pliegues, color azul. Los resultados reflejan homoplasia, respaldados por el bajo nivel de consistencia asociado al carácter (Cuadro 20).

En el anexo 22 se describe la topología de los caracteres anatómicos + palinológicos:

A) Número de meristelas en rizoma, donde se detalla que el estado basal (10-12 meristelas, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. Maxonii*), además de ser compartido por *T. panamensis*, *T. Incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (5-9 meristelas, color rojo), se presentó en el grupo externo *O. bradei*, grupo hermano, y *T. fimbriata*. El estado derivado (13-14

meristelas), se observó en tres taxa de *Tectaria* (*T. transiens*, *T. vivipara* y *T. mexicana*). Los resultados son respaldados por el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja la presencia de homoplasia (Cuadro 21).

B) Forma de meristelas en rizoma, donde se observa que el estado ancestral (forma alargada, color rojo) se presentó en los grupos externos, y *T. fimbriata*, lo que es un indicador de homoplasia. En los 12 taxa restantes se presentó el estado sinapomórfico forma circular, color azul. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

C) Número de hileras de periciclo en rizoma, donde se presenta el estado ancestral (2-3 hileras, color rojo) en los grupos externos y *T. vivipara*, lo que es un indicador de homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado 1-2 hileras de periciclo, color azul. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado el carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

D) Esclereidas en el rizoma, donde el estado basal (presencia de esclereidas, color azul), se observó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con ocho taxa de *Tectaria* (*T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado presencia de esclereidas en rizoma, color rojo. Los resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

E) Endodermis oscura en rizoma, para este carácter se observa que el estado ancestral (presencia de endodermis oscura, color azul), se presentó en los grupos externos, y se compartió con nueve taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*,



*T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2). El estado derivado, ausencia de epidermis oscura, color rojo, se presentó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) (paralelismo) y en tres taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3 y *T. heracleifolia*). Los resultados son congruentes con el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

F) Cutícula gruesa en rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de cutícula gruesa, color azul) se presentó en los grupos externos. En los 13 taxa restantes se observó el estado sinapomórfico ausencia de cutícula gruesa, color rojo. Estos resultados concuerdan con el nivel alto de consistencia asociado al carácter, lo que señala el bajo nivel de homoplasia (Cuadro 21).

G) Número de células de metaxilema en raíz, donde se detalla que el estado basal (5-6 células, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), en el grupo hermano y en diez taxa de *Tectaria* (*H. nicotianifolia*, *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (3-4 células, color rojo) se presentó entre el grupo hermano (*O. bradei*) y *T. incisa* y *T. fimbriata* (paralelismo). Los resultados son respaldados por el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

H) Protoxilema en contacto con el periciclo de raíz, donde se detalla que el estado ancestral (2-4, células de protoxilema, color rojo), se presentó en los grupos externos y se compartió con *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 001, lo que indica homoplasia (reversión). El estado

derivado (5-6 células de protoxilema, color azul), se presentó entre el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y cinco taxa de *Tectaria* (*T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 002 y *Tectaria* sp. 1) (paralelismo). Estos resultados son congruentes con el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que es un indicador de su homoplasia (Cuadro 21).

En el anexo 23 se describe la topología de los caracteres anatómicos + palinológicos:

A) Número de hileras de periciclo en raíz, donde se presentó el estado ancestral (1-2 hileras, color azul), en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con seis taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 002), lo que refleja homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado 1 hilera periciclo, color rojo. Los resultados concuerdan con el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

B) CórteX con parénquima y engrosamientos pardos en raíz, para este carácter se describe que el estado ancestral (presencia de parénquima y engrosamientos pardos, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y se compartió con ocho taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado (ausencia de córtex con parénquima y engrosamientos pardos, color rojo). Los resultados concuerdan con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

C) C6rtex con par6nquima y escler6nquima en ra6z, donde se observa que el estado ancestral (ausencia de par6nquima y escler6nquima, color rojo) se present6 en el grupo externo (*L. maxonii*), y se comparti6 con el grupo hermano y diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia. El estado derivado (presencia de c6rtex con par6nquima y escler6nquima, color azul), se observ6 entre el grupo externo (*O. bradei*) y dos taxa de *Tectaria* (*T. panamensis* y *T. transiens*) (paralelismo). Estos resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al car6cter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

D) C6rtex solo con par6nquima en ra6z, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de solo par6nquima, color rojo) se observ6 en los grupos externos, y se comparti6 con diez taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001), lo que indica homoplasia (reversi6n). El estado derivado (presencia de solo par6nquima en ra6z, color azul), se observ6 entre el grupo hermano y *T. vivipara*, *T. heracleifolia* 002 (paralelismo). Estos resultados son congruentes con el nivel bajo de consistencia asociado al car6cter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

E) Configuraci6n de xilema en pec6olo, donde se presenta que el estado ancestral (configuraci6n en tuba, color azul) se observ6 en el grupo externo (*L. maxonii*), en el grupo hermano y en cuatro taxa de *Tectaria* (*T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversi6n). Los estados:

configuración en luna, color rojo y configuración alargada, color amarillo, se presentaron como autoapomorfías en el grupo externo (*O. bradei*) y en *T. fimbriata*, respectivamente. El estado derivado (configuración en huella, color verde) se presentó en siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001). Los resultados concuerdan con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

F) Haces vasculares rodeados por esclerénquima, donde el estado ancestral (presencia de esclerénquima rodeando el haz, color azul) se presentó en los grupos externos. El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico ausencia de esclerénquima rodeando el haz vascular, color rojo. Los resultados son congruentes con el alto nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 21).

G) Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis del pecíolo, en este carácter se observa que el estado ancestral (presencia de células engrosadas en contacto con la epidermis, color azul) se presentó en los grupos externos, y se compartió con 11 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (ausencia de células engrosadas en contacto con la epidermis, color rojo), se presentó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y en *T. vivipara* (homoplasia, paralelismo). Estos resultados se corroboraron con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

H) Cutícula del pecíolo, el cual detalla que el estado ancestral (cutícula delgada, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002), lo que es un indicador de homoplasia (reversión). El estado derivado (cutícula gruesa, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), en *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3 *T. transiens*, *T. vivipara* y *T. heracleifolia*. El estado sin cutícula, color verde, se presentó en el grupo hermano *H. nicotianifolia* (autopomorfía). Estos resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

En el anexo 24 se describe la topología de los caracteres anatómicos + palinológicos:

A) Número de haces vasculares en la costa, donde se detalla que el estado ancestral (2 haces vasculares, color azul), se presentó en los grupos externos. El estado derivado (1 haz vascular, color rojo) se observó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*), y se compartió con ocho taxa de *Tectaria* (*T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2), lo que indica homoplasia (reversión). El estado 3-5 haces vasculares, color verde, se observó en *T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3 y *T. transiens* (sinapomorfía). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

B) Configuración del xilema en costa, el cual presentó el estado ancestral (configuración ovalada, color rojo) entre los grupos externos, grupo hermano, y seis taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana* y

*T. fimbriata*) (simplesiomorfía). El estado sinapomórfico (configuración triangular, color azul) se observó en *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2). La especie *T. vivipara*, presentó configuración en W, color verde (autopomorfía). Los resultados concuerdan con el alto nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica la baja homoplasia del carácter (Cuadro 21).

C) Esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma, donde se observa el estado basal (presencia de esclerénquima, color azul) que se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). En el resto de los taxa se observó el carácter derivado ausencia de esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma, color rojo. Los resultados se asocian con el bajo valor de consistencia del carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

D) Número de haces en pecíolo basal, en el cual se detalla que el estado ancestral (8-9 haces vasculares, color rojo), se presentó en los grupos externos y grupo hermano, y se compartió con *Tectaria* sp. 3 (homoplasia, reversión). El estado sinapomórfico (5-7 haces vasculares, color azul), se observó en diez taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp.1 y *Tectaria* sp. 2). Para *T. fimbriata* se presentó el estado 2 haces vasculares, color verde (autopomorfía). Los resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

E) Número de haces en pecíolo medio, donde se observa que el estado ancestral 7-8 haces vasculares, color rojo), se presentó en los grupos externos y grupo hermano, y se compartió con *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado

derivado (5-6 haces vasculares, color azul), se observó en *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001). Se observa el estado 2-3 haces vasculares, color verde, entre *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 002 (paralelismo). Estos resultados coinciden con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

F) Número de haces vasculares en pecíolo final, en el cual se detalla que el estado ancestral (5-6 haces vasculares, color rojo), se presentó en los grupos externos y grupo hermano, *Tectaria* sp. 2 y *Tectaria* sp. 3 lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (3-4 haces vasculares, color verde), se observó en ocho taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 002). El estado (1-2 haces vasculares, color azul), se presentó en *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 001 (sinapomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

G) Células pardas rodeado el haz vascular del segmento foliar, donde se percibe que el estado ancestral (ausencia de células pardas, color rojo) se presentó en los grupos externos, y se compartió con cinco taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara* y *T. mexicana*), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado (presencia de células pardas, color azul). Estos resultados se respaldan con el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

H) Esclerénquima rodeando el haz del segmento foliar, donde se observa que el estado basal (presencia de esclerénquima rodeando el haz, color azul) se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado sinapomórfico ausencia de esclerénquima rodeando el haz, color rojo, se observó en 13 de los taxa. Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 21).

En el anexo 25 se describe la topología de los caracteres anatómicos + palinológicos:

A) Pelos ctenitoides en segmento foliar, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de pelos ctenitoides en segmento foliar, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano, *T. panamensis* y *T. mexicana*. El estado derivado (presencia de pelos ctenitoides, color azul), se observó en diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 2 y *Tectaria* sp. 3). Los resultados coinciden con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

B) Posición de los pelos en el segmento foliar, en el cual se describe que el estado ancestral (sin pelos ctenitoides en segmento foliar, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano y en dos taxa de *Tectaria* (*T. panamensis* y *T. mexicana*). El estado derivado (pelos ctenitoides adaxiales, color azul), se observó en nueve taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 2 y *Tectaria* sp. 3). El estado pelos ctenitoides abaxiales y adaxiales, color verde, se observó en *T.*



*fimbriata* (autopomorfía). Los resultados coinciden con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

C) Drusas en segmento foliar, en este carácter se observa que el estado ancestral (ausencia de drusas, color rojo), se presentó en los grupos externos, grupo hermano y en seis taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara* y *Tectaria mexicana*, *Tectaria* sp. 2), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (presencia de drusas, color azul), se observó en el resto de los taxa (homoplasia, convergencia). Los resultados coinciden con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

D) Longitud de la apertura en la espora, donde se detalla que el estado ancestral (3/4 de apertura del cuerpo de la espora, color rojo) se presentó en los grupos externos. El estado sinapomórfico 1/2 a 3/4 de apertura del cuerpo de la espora, color azul, se observó en el resto de los taxa. Los resultados concuerdan con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que señala su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 21).

E) Tipo de alas en la espora, donde se observa que el estado ancestral (alas prominentes, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (alas pequeñas, color azul), se observó en el grupo externo (*O. bradei*), y se compartió con cuatro taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana* y *T. fimbriata*), lo que indica homoplasia (reversión). Para el grupo hermano (*H. nicotianifolia*), se presentó el estado sin alas, color verde, que se compartió con ocho taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Los resultados son

congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que demuestra su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

F) Perisporio equinado, para este carácter se expresa que el estado ancestral (Ausencia de perisporio equinado, color rojo), se observó en el grupo externo (*L. maxonii*) y todos los taxa de *Tectaria*, lo que refleja homoplasia (reversión). El estado sinapomórfico (presencia de perisporio equinado, color azul) se presentó en el grupo externo y grupo hermano. Los resultados coinciden con el valor de intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

G) Pliegues en el perisporio, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de pliegues, color azul), se observó en todos los taxa, a excepción del grupo hermano, que presentó el estado autopomórfico ausencia de pliegues, color rojo. Los resultados son respaldados por el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que señala el nivel de homoplasia (Cuadro 21).

H) Grosor de los pliegues, en este carácter se observa que el estado ancestral (pliegues delgados, color azul), se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*), y cinco taxa de *Tectaria*, lo que indica homoplasia (reversión). El grupo hermano, presentó el estado autopomórfico ausencia de pliegues, color rojo. El estado derivado (pliegues gruesos, color verde), se observó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

En el anexo 26 se describe la topología de los caracteres anatómicos + palinológicos:

A) Superficie perforada, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de perforaciones, color rojo), se presentó en los grupos externos, y se compartió con *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara* y *T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa (10) presentaron el estado derivado presencia de perforaciones en la superficie de la espora. Los resultados concuerdan con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

B) Espacio entre los pliegues, donde se describe que el estado ancestral (mucho espacio entre los pliegues, color verde), se presentó en los grupos externos, y cinco taxa de *Tectaria* (*T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado sin pliegues, color rojo, se observó en el grupo hermano (autopomorfía). El estado derivado (poco espacio entre los pliegues, color azul), se observó en siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 001). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

C) Elementos entre los pliegues, para este carácter se presentó el estado ancestral (elementos reticulados, color azul) en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 002), lo que refleja homoplasia (reversión). El estado sin pliegues, color rojo, se observó en el grupo hermano (autopomorfía). El estado derivado (elementos microequinados, color verde), se presentó en el grupo externo (*O. bradei*) y se compartió con *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia* y

*T. heracleifolia* 001. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

D) Interior del perisporio con pilares, en el cual se detalla que el estado ancestral (ausencia de pilares, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y se compartió con ocho taxa del género *Tectaria* (*T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 2), lo que se considera homoplasia (reversión). En el resto de los taxa se observó la sinapomorfía (presencia de pilares, color azul). Los resultados concuerdan como el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

E) Interior del perisporio equinado, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia del perisporio equinado en el interior, color rojo), se presentó en los grupos externos, grupo hermano y en cuatro taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3 y *T. transiens*). El resto de los taxa (8) presentaron el estado derivado presencia del perisporio equinado en el interior, color azul. Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

F) Pliegues cavados equinados, donde se observa que el estado ancestral (ausencia de pliegues cavado equinados, color rojo) se presentó en los grupos externos y grupo hermano, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 002 y *Tectaria* sp. 2, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (presencia pliegues cavado equinados, color azul), se observó en el resto de los taxa como una sinapomorfía. Estos resultados coinciden

con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

G) Forma de la espora, para este carácter se observa que el estado ancestral (forma esférica, color rojo) se presentó en los grupos externos, y se compartió con *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado (forma elipsoidal, color azul). Los resultados son respaldados por el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

H) Pliegues con espinas, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de espinas, color rojo) se observó en los grupos externos, grupo hermano, *T. panamensis*, y dos taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3 y *T. mexicana*), lo que indica homoplasia (reversión). Los resultados reflejan el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 21).

En el anexo 27 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Diferenciación de hoja, donde se detalla que el estado ancestral (hoja dimorfa, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y *T. panamensis* (homoplasia (reversión)). En el resto de los taxa (13) se observó el estado derivado hoja monomorfa, color azul. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) División de la lámina, donde se detalla que el estado ancestral (lobada a pinnada, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), grupo hermano y diez taxa

de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que refleja homoplasia (reversión). El estado (lámina entera, color rojo) se presentó en el grupo externo (*O. bradei*) y *T. panamensis* (paralelismo). En *T. mexicana* se observa una autopomorfía (2-pinnada-pinatífida, color verde). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Relación pecíolo lámina, donde se observa que el estado ancestral (pecíolo casi tan largo como la lámina, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y nueve taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). Como una autopomorfía, se presenta el estado pecíolo corto o ausente, color rojo, en el grupo externo (*O. bradei*). El estado derivado (1-2 veces más largo que la lámina, color verde), se presentó en grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y tres taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *T. vivipara* y *T. fimbriata*) (paralelismo). Los resultados reflejan el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Venillas incluidas, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de venillas incluidas, color rojo), se presentó en los grupos externos, y *T. mexicana*, lo que se considera homoplasia (reversión). El resto de los taxa (12) presentaron el estado derivado (presencia de venillas incluidas, color azul). Los resultados reflejan el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Pelos en raquis y costa, en el cual se observa que el estado ancestral (ausencia de pelos en raquis y costa, color rojo), se presentó en los grupos externos, grupo hermano y *Tectaria* sp. 2, lo que indica homoplasia (reversión). El estado sinapomórfico (presencia de pelos en raquis y costa, color azul), se observó en el resto de los taxa. Estos resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Escamas en el rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de escamas, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y en todos los taxa de *Tectaria* (homoplasia, reversión). El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico, ausencia de escamas en rizoma, color rojo. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

G) Color de escamas en rizoma, para este carácter se presentó el estado ancestral (pajizo-ferrugíneas, color azul) en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado sinapomórfico (sin escamas, color rojo) se observó en el grupo externo y grupo hermano. *Tectaria panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia*, presentaron el estado derivado escamas pardo-rojizas, color verde. El estado derivado (escamas bicoloras, color amarillo), se observó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que permite ver el bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

H) Tipo de rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (rizoma rastrero, color rojo), se presentó en los grupos externos y grupo hermano. El estado derivado (rizoma

semi-erecto, color azul), se observó en *T. panamensis*, *T. incisa*, *T. vivipara* y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002) presentaron el estado derivado (rizoma erecto, color verde). Los resultados reflejan el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

En el anexo 28 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Soros, donde se observó el estado ancestral (soros acrosticoides, color rojo), en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (soros dispersos, color verde) se presentó en todos los taxa, a excepción de *T. panamensis* que presentó el estado soros alargadas, color azul. Los resultados reflejan el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) Indusio, donde se detalla que el estado basal (ausencia de indusio, color rojo), se presentó en el grupo externo y grupo hermano (*H. nicotianifolia*), lo que indica homoplasia (reversión). En el resto de los taxa se observó el estado sinapomórfico presencia de indusio, color azul. Los resultados reflejaron el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica el nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Tipo de indusio, para este carácter se detalla que el estado basal (sin indusio, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y grupo hermano (*H. nicotianifolia*), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (indusio, reniforme, color amarillo), se observó en el grupo externo (*O. bradei*) y seis taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana* y *T. fimbriata*). Como una



autopomorfía se observó el estado indusio lineal, color azul, en *T. panamensis*. El estado sinapomórfico (indusio peltado, color verde) se presentó en *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Los resultados son congruentes con el valor alto de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Yemas axilares, en el cual se observa que el estado ancestral (ausencia de yemas, color rojo) se presentó en todos los taxa, a excepción de *T. vivipara* que presenta la autopomorfía presencia de yemas axilares, color azul. Estos resultados reflejan el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Margen del ápice, donde se detalla que el estado ancestral (margen repando, color rojo) se presentó en los grupos externos y grupo hermano. El estado sinapomórfico (margen entero, color azul), se observó en *T. panamensis* y *T. incisa*. Para el resto de los taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002) se observó el estado sinapomórfico (margen dentado-aserrado, color verde). Los resultados son congruentes con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Base del segmento apical, en el cual se observa que el estado ancestral (base cuneada, color azul), se presentó en los grupos externos, grupo hermano y en *T. panamensis*. El estado anterior se compartió con *T. transiens*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (base decurrente, color verde) se presentó en cinco taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp.

1, *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara* y *T. mexicana*). Como una sinapomorfía se observó el estado base cordiforme, color rojo, en *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* y *Tectaria* sp. 2. Los resultados reflejan el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

G) Pares de pinnas, en el cual se detalla que el estado ancestral (presencia de pares de pinnas, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) grupo hermano y diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron ausencia de pares de pinnas, color rojo (paralelismo). Estos resultados reflejan el valor bajo de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

H) Número de pares de pinnas, donde se detalla que el estado ancestral (7-19 pares de pinnas, color azul), se observó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (sin pares de pinnas, color rojo), se presentó en el grupo externo (*O. bradei*), *T. panamensis* y *Tectaria* sp. 2 (homoplasia, paralelismo). En el grupo hermano se observó el estado derivado (1-4 pares de pinnas, color verde), y cinco taxa dentro de *Tectaria* (*T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). Como una sinapomorfía el estado derivado 3-7 pares de pinnas, se presentó en *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara* y *T. mexicana*. Estos resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

En el anexo 29 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Tipo de hábito, en este carácter se observa que el estado ancestral (hemiepífita, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (epífita, color azul) se observó en el grupo externo (*O. bradei*). Para el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y 11 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo cual es considerado como homoplasia (reversión). *Tectaria fimbriata* presentó el estado autopomórfico tipo de hábito rupícola, color amarillo. Los resultados reflejan el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) Tipo de venación, donde se detalla que el carácter ancestral (venación libre, color rojo), se presentó en los grupos hermanos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El resto de los taxa mostraron el estado sinapomórfico, venación reticulada, color azul. Los resultados son congruentes con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Pecíolo sulcado, donde se observa que el carácter ancestral (presencia de sulco, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y se compartió con todos los taxa, a excepción del grupo externo (*O. bradei*) y *T. fimbriata*, que presentaron el estado ausencia de sulco, color rojo (paralelismo). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Posición de soros, en el cual se detalla que los estados basales soros acrosticoides, color rojo y soros dispersos, color verde, se presentaron en los grupos externos y otros

11 taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), considerado como una homoplasia. *Tectaria panamensis* presentó una autopomorfía (soros marginales, color azul). Los resultados reflejan el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Raquis alado, donde se describe que el estado ancestral (ausencia de raquis alado, color rojo), se observó en todos los taxa a excepción del grupo hermano, que presentó el estado autopomórfico presencia de raquis alado, color azul. Estos resultados reflejan el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Porcentaje de venillas incluidas, donde se expresa que el estado ancestral (0% de venillas incluidas, color rojo), se presentó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado derivado 1-15 % de venillas incluidas, color azul, se observó en el grupo hermano, *T. mexicana* y *T. fimbriata*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), presentaron el estado derivado (más de 15% de venillas incluidas, color verde). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

G) Número de meristelas en rizoma, en el cual se aprecia que el estado ancestral (10-12 meristelas, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), sin embargo, este estado se compartió con ocho taxa *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia*

002) lo que indica homoplasia (reversión). Estado derivado (5-9 meristelas, color rojo), se observó en el grupo externo *O. bradei*, grupo hermano y *T. fimbriata* (reversión). El resto de las especies (*T. transiens*, *T. vivipara* y *T. mexicana*) mostraron el estado 13-14 meristelas, color verde. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

H) Forma de meristela en rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (forma alargada, color rojo) se presentó en los grupos externos y *T. fimbriata*, lo que refleja homoplasia (reversión). En el resto de los taxa se presentó el estado derivado forma circular, color azul. Este resultado refleja el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

En el anexo 30 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Número de hileras de periciclo en rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (2-3 hileras, color rojo) se presentó en los grupos externos, y *T. vivipara*, lo que se considera homoplasia (reversión). El resto de los taxa (12) presentaron el estado derivado 1-2 hileras, color azul. Estos resultados reflejan el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) Esclereidas en el rizoma, en el cual se aprecia que el estado ancestral (presencia de esclereidas, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*) y ocho taxa de *Tectaria* (*T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa compartió el estado derivado (ausencia de esclereidas

en rizoma, color rojo). Los resultados concuerdan con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Endodermis oscura del rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de endodermis oscura, color azul), se observó en los grupos externos y nueve taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado ausencia de endodermis oscura, color rojo. Este resultado reflejó el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Cutícula gruesa en rizoma, en el cual se observa que el estado ancestral (presencia de cutícula gruesa, color azul), se presentó en los grupos externos. El estado sinapomórfico (ausencia de cutícula gruesa, color rojo), se observó en 13 de los taxa. Los resultados son congruentes con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Número de células de metaxilema en raíz, el cual detalla que el estado ancestral (5-6 células, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), el grupo hermano, y diez taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (paralelismo), se observó en el grupo externo (*O. bradei*) y en *T. incisa* y *T. fimbriata*. Este resultado refleja el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Protoxilema en contacto con el periciclo de raíz, donde se observa que el estado basal (2-4 células, color rojo) se presentó en los grupos externos, y siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentó el estado derivado 5-6 células de protoxilema en contacto con el periciclo de raíz, color azul. Este resultado es reflejo del nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

G) Hileras de células de periciclo en raíz, donde se detalla que el estado ancestral (1-2 hileras, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y seis taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 002), por lo que es considerado como homoplasia (reversión). El resto de taxa presentaron el estado derivado (1 hilera, color rojo). Estos resultados reflejan el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

H) Córtex con parénquima y engrosamientos pardos en raíz, donde el estado basal (presencia de parénquima y engrosamientos, color azul) se observó en el grupo externo (*L. maxonii*), y ocho taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001), el cual sugiere homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado ausencia de parénquima y engrosamientos pardos en raíz, color rojo. Los resultados concuerdan con el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

En el anexo 31 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Córtez con parénquima y esclerénquima en raíz, en el cual se detalla que el estado ancestral (ausencia de parénquima y esclerénquima, color rojo) se observó en el grupo externo (*L. maxonii*). Este estado también se presentó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y diez taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que refleja homoplasia (reversión). El estado derivado (presencia de parénquima y esclerénquima, color azul) se presentó como un paralelismo entre el grupo externo (*O. bradei*), *T. panamensis*, *T. transiens*. Este resultado refleja el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) Córtez solo con parénquima en raíz, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de solo parénquima, color rojo), se presentó en los grupos externos, y diez taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001), lo que se considera homoplasia (reversión). El estado derivado (presencia de solo parénquima, color azul) se presentó entre el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y *T. vivipara*, *T. heracleifolia* 002 (paralelismo). Estos resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Configuración de xilema en pecíolo, donde se observa que el estado ancestral (configuración en tuba, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), el grupo hermano y cuatro taxa de *Tectaria* (*T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y



*T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). Como una autopomorfía se presentó el estado configuración en media luna, en el grupo externo (*O. bradei*). El estado derivado (configuración en huella) se observó en siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001). El estado configuración del xilema alargada, color amarillo, se presentó en *T. fimbriata* (autopomorfía). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Haces vasculares rodeados por esclerénquima, donde se aprecia que el estado basal (presencia de esclerénquima, color azul) se presentó en los grupos externos. En el resto de los taxa (13) se observó el estado sinapomórfico (ausencia de esclerénquima rodeando los haces vasculares, color rojo). Los resultados concuerdan con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis del pecíolo, en el cual se detalla que el estado ancestral (presencia de células engrosadas, color azul), se observó en los grupos externos, y 11 taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que se indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado derivado (ausencia de células engrosadas, color rojo). Los resultados concuerdan con el valor intermedio asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Cutícula del peciolo, donde se detalla que el estado ancestral (cutícula delgada, color azul), se observó en el grupo externo (*L. maxonii*), y siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (cutícula gruesa, color rojo) se presentó en el grupo externo (*O. bradei*) y *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia*. Como una autopomorfía se presentó el estado sin cutícula, color verde en *H. nicotianifolia*. Estos resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

G) Número de haces vasculares de la costa, en el cual se detalla que el estado ancestral (2 haces vasculares, color azul) se observó en los grupos externos (*L. maxonii* y *O. bradei*). El estado derivado (un haz vascular, color rojo), se observó en el grupo hermano (*H. nicotianifolia*) y ocho taxa de *Tectaria* (*T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 1, *T. fimbriata*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3 y *T. transiens*) presentaron el estado 3-5 haces vasculares, color verde (sinapomorfía). Los resultados son congruentes con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

H) Configuración del xilema en la costa, donde se detalla que el estado ancestral (configuración ovalada, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano y en seis taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana* y *T. fimbriata*). El estado autopomórfico (configuración en W, color verde) se observó en *T.*

*vivipara*. El estado sinapomórfico (configuración triangular, color azul) se presentó en *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. Los resultados son congruentes con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

En el anexo 32 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma, donde se detalla que el estado ancestral (presencia de esclerénquima, color azul) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El resto de los taxa (14) presentaron el estado derivado (ausencia de esclerénquima, color rojo). Este resultado refleja el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que refleja su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) Número de haces vasculares del pecíolo basal, en el cual se observa que el estado ancestral (8-9 haces, color rojo), se presentó en los grupos externos y grupo hermano, *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado sinapomórfico (5-7 haces, color azul) se mostró en diez taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Como autopomorfía se presentó el estado 2 haces vasculares, color verde, en *T. fimbriata*. Estos resultados son congruentes con el valor intermedio asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Número de haces vasculares del pecíolo medio, donde se detalla que el estado ancestral (7-8 haces, color rojo) se presentó en los grupos externos y grupo hermano,

y *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado sinapomórfico (5-6 haces, color azul) se observó en nueve taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001). El estado 2-3 haces vasculares, color verde, se observó en *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 002 (paralelismo). Estos resultados son congruentes con el valor intermedio asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Número de haces vasculares en el pecíolo final, donde se detalla que el estado ancestral (5-6 haces vasculares, color rojo) se presentó en los grupos externos y hermano, *Tectaria* sp. 2 y *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (2-3 haces vasculares, color verde), se presentó en ocho taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. transiens*, *T. vivipara*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 002). El estado 5-6 haces vasculares, color se presentó en *T. fimbriata* y *T. heracleifolia* 001 (paralelismo). Los resultados coinciden con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Células pardas rodeando el haz del segmento foliar, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de células pardas, color rojo) se observó en los grupos externos, y cinco taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3, *T. mexicana*, *T. transiens* y *T. vivipara*), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa, presentaron el estado derivado (presencia de células pardas rodeando el haz del segmento foliar, color azul). Los resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Esclerénquima rodeando el haz del segmento foliar, donde se detalla el estado ancestral (presencia de esclerénquima rodeando el haz, color azul) que se presentó en los grupos externos. El resto de los taxa (13) mostraron el estado sinapomórfico (ausencia de esclerénquima, rodeando el haz, color rojo). Los resultados coinciden con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su bajo nivel de homoplasia (Cuadro22).

G) Pelos ctenitoides en segmento foliar, donde se observa que el estado ancestral (ausencia de pelos ctenitoides, color rojo), se presentó en los grupos externos, grupo hermano *T. panamensis* y *T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa presentaron el estado sinapomórfico presencia de pelos ctenitoides, color azul. Los resultados reflejan el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

H) Posición de los pelos ctenitoides en el segmento foliar, donde se detalla que el estado basal (sin pelos ctenitoides, color rojo) se observó en los grupos externos, grupo hermano y *T. panamensis*, *T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (posición abaxial, color azul), se observó en nueve taxa de *Tectaria* (*T. incisa*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Como una autopomorfía se presentó el estado derivado (posición abaxial y adaxial, color verde), en la especie *T. fimbriata*. Los resultados concuerdan con el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

En el anexo 33 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Drusas en segmento foliar, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de drusas, color rojo) se presentó en los grupos externos, grupo hermano y en seis taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 2, *T. vivipara* y *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 3, lo que refleja homoplasia (reversión). El resto de los taxa mostraron el estado derivado (presencia de drusas, color azul). Los resultados reflejan el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) Longitud de la apertura en la espora, donde se detalla que el estado ancestral (apertura  $\frac{3}{4}$  del cuerpo de la espora, color rojo), se presentó en los grupos externos. El estado sinapomórfico o derivado (apertura  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  del cuerpo de la espora, color azul), se presentó en el resto de los taxa (13). Los resultados concuerdan con el alto valor de consistencia asociado al carácter, lo que señala el bajo nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Tipo de alas en la espora, donde se observa que el estado ancestral (alas prominentes, color rojo) se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*). El estado derivado (alas pequeñas, color azul), se observó en el grupo externo *O. bradei*, y cuatro taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana* y *T. fimbriata*) lo que indica homoplasia (reversión). El estado derivado (sin alas, color verde) se observó en el grupo hermano y en ocho taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 1, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Perisporio equinado, donde se observa que el estado ancestral (ausencia de perisporio equinado, color rojo), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y en todos los taxa de *Tectaria*, lo que indica homoplasia (reversión). El estado sinapomórfico (presencia de perisporio equinado, color azul), se presentó en el grupo externo y grupo hermano. Los resultados son congruentes con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Pliegues en el perisporio, en el cual se detalla que el estado ancestral (presencia de pliegues en el perisporio, color azul), se presentó en los grupos externos y todos los taxa de *Tectaria*. El estado derivado ausencia de pliegues en el perisporio, color rojo, se presentó como una autopomorfía en el grupo hermano. Los resultados reflejan el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Grosor de los pliegues, donde se detalla que el estado ancestral (pliegues delgados, color azul) se presentó en los grupos externos, y cinco taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. transiens*, *T. mexicana* y *T. fimbriata*), lo que indica homoplasia (reversión). Como una autopomorfía se presentó el estado ausencia de pliegues en el perisporio, color rojo, en el grupo hermano. El estado derivado (pliegues gruesos, color verde), se observó en siete taxa de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 1, *T. vivipara*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002). Los resultados son congruentes con el nivel intermedio asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

G) Superficie de la espora perforada, donde se observa que el estado ancestral (ausencia de perforaciones, color rojo), se observó en los grupos externos, y tres taxa

de *Tectaria* (*Tectaria* sp. 3, *T. vivipara* y *T. mexicana*). El resto de los taxa presentó el estado derivado (presencia de perforaciones en la superficie de la espora, color azul). Estos resultados son congruentes con el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que señala el nivel de homoplasia del carácter (Cuadro 22).

H) Espacio entre los pliegues, donde se detalla que el estado ancestral (mucho espacio entre los pliegues, color verde), se observó en los grupos externos, y cinco taxa de *Tectaria* (*T. vivipara*, *T. mexicana*, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que refleja homoplasia (reversión). Como una autopomorfía se presentó el estado sin espacio entre los pliegues, color rojo, en *H. nicotianifolia*. El estado derivado (poco espacio entre los pliegues, color azul), se presentó en siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3, *Tectaria* sp. 2, *T. transiens*, *T. fimbriata* y *T. heracleifolia*). El resultado es congruente con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

En el anexo 34 se describe la topología de los caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: A) Elementos entre los pliegues, donde se observa que el estado ancestral (elementos reticulados, color azul), se presentó en el grupo externo (*L. maxonii*), y siete taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2 y *T. heracleifolia* 002), lo que refleja homoplasia (reversión). El estado derivado (elementos microequinados, color verde) se presentó en el grupo externo (*O. bradei*), *Tectaria* sp. 3, *T. transiens*, *T. vivipara*, *T. heracleifolia* y *T. heracleifolia* 001. Como una autopomorfía se observa el estado derivado (sin elementos entre los pliegues, color rojo), en el grupo hermano. Estos resultados



reflejan el nivel intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

B) Interior del perisporio con pilares, donde se detalla que el estado ancestral (ausencia de pilares, color rojo), se observó en el grupo externo (*L. maxonii*), y ocho taxa de *Tectaria* (*T. vivipara*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 1, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002), lo que indica homoplasia (reversión). En el resto de los taxa se observó el estado sinapomórfico (presencia de pilares, color azul). Los resultados reflejaron el bajo valor de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

C) Interior del perisporio equinado, en el cual se detalla que el estado simplesiomórfico (ausencia de interior equinado del perisporio, color rojo), se observó en los grupos externos, grupo hermano y en cuatro taxa de *Tectaria* (*T. panamensis*, *T. incisa*, *Tectaria* sp. 3 y *T. transiens*). El resto de los taxa presentaron el estado derivado (presencia del interior del perisporio equinado, color azul). Los resultados concuerdan con el valor intermedio de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

D) Pliegues cavados equinados, en el cual se observa que el estado ancestral (ausencia de pliegues cavado equinados, color rojo) se presentó en los grupos externo y grupo hermano, y tres taxa de *Tectaria* (*T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 002 y *Tectaria* sp. 2), lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa (9) presentaron el estado derivado (presencia de pliegues cavados equinado, color azul). Los resultados reflejan el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que indica su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

E) Forma de la espora, en este carácter el estado ancestral (forma esférica, color rojo), se presentó en los grupos externos, *Tectaria* sp. 1 y *Tectaria* sp. 3, lo que indica homoplasia (reversión). El resto de los taxa (10) presentaron el estado derivado (forma elipsoidal, color azul). Los resultados reflejan el nivel bajo de consistencia asociado al carácter, lo que muestra su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

F) Pliegues con espinas, donde se presentó el estado ancestral (ausencia de espinas, color rojo) en los grupos externos, grupo hermano y en *T. panamensis*, *Tectaria* sp. 3 y *T. mexicana*, lo que indica homoplasia (reversión). En el resto de los taxa se presentó el estado derivado (presencia de espinas en los pliegues, color azul). Los resultados reflejan el bajo nivel de consistencia asociado al carácter, lo que señala su nivel de homoplasia (Cuadro 22).

## 8. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos difieren con lo propuesto por Mickel y Smith (2004) que citaron únicamente ocho especies del género *Tectaria* para México (*T. fimbriata*, *T. mexicana*, *T. heracleifolia*, *T. trichodes*, *T. incisa*, *T. vivipara*, *T. panamensis* *T. transiens*). Cabe señalar que en este estudio no se incorporó *T. trichodes* debido a la urbanización y pérdida de hábitat de los sitios de colecta visitados.

Con respecto a trabajos anatómicos de *Tectaria* en México solo se tiene registrada la tesis de Velázquez Montes (1983), en la cual se describe a *T. heracleifolia* y *T. mexicana*, cabe señalar que las descripciones coinciden con las presentadas en esta tesis. Las aportaciones de este trabajo son las descripciones anatómicas de todos los órganos (rizoma, raíz, pecíolo, raquis, costa y segmento foliar) de los taxa *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. fimbriata*, *T. incisa*, *T. vivipara* y *T. transiens*, en las cuales se describen caracteres que ayudan a distinguir entre las especies. Cabe resaltar que también se describen los complejos estomáticos para cada uno de los taxa trabajados.

Con respecto a los estudios Palinológicos, Gómez-Noguez *et al.* (2013), realizaron la descripción de las esporas de *T. heracleifolia*, la cual concuerda con lo presentado en esta tesis. Como nuevas aportaciones se presentan las descripciones del resto de los taxa (10) estudiados en esta tesis.

Una de las aportaciones de la presente tesis son las descripciones anatómicas y palinológicas de los diferentes taxa representados en México de *Tectaria*, debido a que la mayoría de los trabajos a nivel mundial que describen el género utilizan especies del viejo continente (Holttum (1947), Tryon y Tryon (1982), Kramer *et al.* (1990), Tryon

y Lugardon (1991). En dichos trabajos utilizan información morfológica y palinológica para describir especies del género *Tectaria*.

En México, los estudios filogenéticos del género *Tectaria* son nulos, siendo éste el primer trabajo que explora las relaciones ancestro-descendientes de los taxa representativos del género en México, como una contribución para la sistemática y taxonomía. De acuerdo con los resultados de los análisis filogenéticos se delimitaron solo 2 entidades taxonómicas con caracteres morfológicos: *Tectaria* sp. 1 y un segundo clado que incluyó en una politomía a *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. heracleifolia* 001, *T. heracleifolia* 002, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*. Con el resto de los caracteres (anatómicos, palinológicos y las diferentes combinaciones de matrices de datos) se delimitaron 12 entidades taxonómicas: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara*, *T. incisa*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. Vale la pena destacar que la segregación reconocida en *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002 coincide con la alta variabilidad fenotípica reportada por el autor, para las tres muestras recolectadas de diferentes ejemplares de *T. heracleifolia* de diferentes localidades (San Luis Potosí y Puebla).

A nivel mundial, existen diversos trabajos que exploran las relaciones ancestro-descendiente del género *Tectaria* los cuales están basados principalmente en datos moleculares y en menor proporción utilizan información morfológica y palinológica.

Los análisis filogenéticos con datos únicamente morfológicos; delimitaron al género *Tectaria* como un grupo monofilético; sin embargo, no resuelven las relaciones al

interior del género, lo que es congruente con lo presentado por Moran *et al.* (2014), donde argumentaron que la mayoría de los caracteres tradicionales o morfológicos utilizados para delimitar a las especies del género *Tectaria* son caracteres poco informativos. De acuerdo con los índices de consistencia y retención obtenidos, dos de los caracteres morfológicos más informativos en nuestro análisis son: tipo de rizoma y tipo de venación, respaldando lo publicado por Moran *et al.* (2014).

En este estudio por primera ocasión se analizaron filogéneticamente taxones del género *Tectaria* con base en datos anatómicos. Los resultados obtenidos permitieron recuperar al género *Tectaria* como grupo monofilético. De los caracteres utilizados para este análisis, la cutícula gruesa y el esclerénquima rodeando los haces vasculares del rizoma fueron los más informativos. La mayor parte de información anatómica es una nueva aportación para *Tectaria*, tanto filogenéticamente, como para las descripciones anatómicas de cada especie del género.

En el análisis filogenético con datos palinológicos, no se recuperó al género *Tectaria* como monofilético; sin embargo, el carácter de longitud de la apertura de la espora, se presentó como un carácter altamente informativo. El análisis mostró que la topología obtenida con datos palinológicos presentó el valor de índice de retención más elevado (IR: 0.666), lo que confirmó lo propuesto por Moran *et al.* (2014), el cual mencionó la importancia de las esporas para la delimitación de especies en diferentes géneros de helechos.

Los análisis filogenéticos combinados con dos tipos de matrices (morfológica+anatómica, anatómica+palinológica y morfológica+palinológica) y con tres matrices (morfológica+anatómica+palinológica), generaron las topologías mejor

resueltas, comparado con la información que se obtuvo analizando cada tipo de matriz de caracteres individual. Esto confirma lo sugerido por Wang *et al.* (2014) y Ding *et al.* (2014), que mencionan que para obtener un mejor entendimiento de las relaciones filogenéticas del género *Tectaria*, es necesario explorar nuevos caracteres morfológicos, para combinar con los caracteres moleculares.

Los resultados filogenéticos obtenidos con la información morfológica, anatómica y palinológica permitieron recuperar al género *Tectaria* como monofilético. Con respecto a esto Wang y colaboradores (2014), comentaron sobre la carencia de estudios morfológicos y moleculares existentes para esclarecer las relaciones filogenéticas en el complejo de especies *Tectaria incisa* (*T. incisa*, *T. vivipara*, *T. fimbriata* y *T. transiens*). La topología con los mejores índices de soporte en los nodos resultó con la combinación de estos datos (caracteres morfológicos, anatómicos y palinológicos). En este análisis *T. incisa* se ubicó en un clado basal, *T. transiens* y *T. vivipara* se agruparon más estrechamente relacionadas y *T. fimbriata* se relacionó más cercanamente con *T. mexicana*,

El análisis de caracteres para cada topología generada con las diferentes matrices y sus combinaciones, indicó que 33 de los 70 caracteres utilizados presentaron homoplasia, sin embargo, caracteres morfológicos tales como tipo de rizoma, tipo de indusio, margen de la lámina, color de escamas en el rizoma y tipo de venación, son caracteres altamente informativos. Ding *et al.* (2014), Zhang *et al.* (2017) y Zhang *et al.* (2018), analizaron el comportamiento de 13 caracteres utilizados principalmente para identificar a las especies del género *Tectaria*, representadas en el viejo continente, concluyendo que la mayoría de caracteres presentaron homoplasia, sin

embargo, el tipo de venación se consolidó como un carácter altamente informativo, lo que es corroborado por los resultados obtenidos en la presente tesis; sin embargo, para las especies de *Tectaria* en México, los análisis sugieren que además del tipo de venación también los caracteres: tipo de rizoma, tipo de indusio, margen de la lámina y color de escamas en el rizoma son caracteres informativos para la filogenia del género.

Caracteres anatómicos tales como cutícula gruesa, haces vasculares rodeados por esclerénquima, y forma del xilema, son caracteres altamente informativos para la filogenia de las especies de *Tectaria* en México. Sin embargo, nace la pregunta ¿cómo se comportarían estos caracteres con especies del viejo continente?, ya que hasta el momento no se han implementado caracteres anatómicos para las reconstrucciones filogenéticas del género *Tectaria*.

El análisis de caracteres palinológicos indicó que el largo de la apertura del cuerpo de la espora y grosor de los pliegues son caracteres que pueden ser utilizados para la identificación de las especies del género *Tectaria*, de tal manera que pueden reforzar lo expuesto por Moran *et al.* (2014).

## 9. CONCLUSIONES

1. Con base en los análisis de taxonomía tradicional, se delimitaron 11 taxa para el género *Tectaria*: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara* y *T. incisa*.
2. Los mapas de distribución mostraron que el intervalo de distribución de las especies de *Tectaria* abordadas se ubica en las siguientes coordenadas: 26° 48' 56" latitud Norte y 14° 32' 27" latitud Sur.
3. En todos los análisis se recuperó al género *Tectaria* como grupo monofilético, a excepción de la topología derivada de la matriz palinológica. Los análisis filogenéticos sugieren la delimitación de 12 entidades taxonómicas: *Tectaria* sp. 1, *Tectaria* sp. 2, *Tectaria* sp. 3, *T. panamensis*, *T. transiens*, *T. heracleifolia*, *T. mexicana*, *T. fimbriata*, *T. vivipara*, *T. incisa*, *T. heracleifolia* 001 y *T. heracleifolia* 002. A excepción del análisis realizado con la matriz morfológica donde se delimitaron solo dos entidades taxonómicas.
4. En los análisis filogenéticos con matrices individuales, la topología generada con datos palinológicos fue la mejor resuelta y de mayor soporte. Los análisis filogenéticos combinados con dos tipos de matrices (morfológica+anatómica) y tres matrices (morfológica+anatómica+palinológica), generaron las topologías mejor resueltas y de mayor soporte.
5. Los intervalos de valores de índice de consistencia generados en los análisis, oscilaron entre 0.43 (matriz anatómica + palinológica) y 0.56 (morfológica + palinología). Los intervalos de índice de retención oscilaron entre 0.35 (matriz morfológica) y 0.66 (matriz palinológica).



## 10.PERSPECTIVAS

- ✓ Incluir en estudios posteriores a *Tectaria Xmeliana* y la especie *Tectaria trichodes*, especímenes que no fueron incorporados en el presente estudio.
- ✓ Se recomienda incluir caracteres moleculares (genes *rbcL* y *atp B*) que permitirán obtener hipótesis filogenéticas más robustas, y por ende, una mejor delimitación de los taxa del género.
- ✓ Se recomienda considerar la herramienta de morfometría geométrica que robustecerá el estudio.

## 11. LITERATURA CITADA

- Bird, A.** 1963. Helechos ornamentales. Rhoers Company Publishers. Exótica 3. USA.
- Brodribb, T., S. McAdam, G. Jordan y T. Feild.** 2009. Evolution of stomatal responsiveness to CO<sub>2</sub> and optimization of water-use efficiency among land plants. *New Phytologist* 183: 839-847.
- Choudhari, A., R. Prerna, M. M. Deshpande, A. G. Wali, A. Zanwar, S. L. Bodhankar y R. K. Ghanekar.** 2013. Evaluating the anti-inflammatory potential of *Tectaria cicutaria* L. rhizome extract *in vitro* as well as *in vivo*. *Journal of Ethnopharmacology* 150(1): 215-222.
- Ching, R.** 1940. On natural classification of the family Polypodiaceae. *Sunyatsenia* 5: 201-268.
- Christenhusz, M. J. M. y M. W. Chase.** 2014. Trends and concepts in fern classification. *Annals of Botany* 113: 571-594.
- Ding, H., Y. S. Chao y S. Y. Dong.** 2013. Taxonomic novelties in the fern genus *Tectaria* (Tectariaceae). *Phytotaxa* 122(1): 61-64.
- Ding, H., Y. S. Chao, J. R. Callado y S. Y. Dong.** 2014. Phylogeny and character evolution of the fern genus *Tectaria* (Tectariaceae) in the Old World inferred from chloroplast DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 80: 66-78.
- Dong, S. Y.** 2010. Nomenclature and sporophyte and gametophyte morphology of a fern species misapplied as *Tectaria subpedata* (Tectariaceae). *Systematic Botany* 35(2): 235-243.

- Donoghue, M. J. y M. J. Sanderson.** 1992. The suitability of molecular and morphological evidence in reconstructing plant phylogeny. Pp. 340-368 in P. S. Soltis, D.E. Soltis, y J.J Doyle, (eds.) Molecular systematics of plants. Chapman and Hall, New York.
- Goloboff, P. A., J. S. Farris y K. Nixon.** 2008. TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics* 24: 774-786. *Botanical Sciences*. 91(2). pp. 135-154.
- Gómez, L. D.** 1977. Contribuciones a la Pteridología Centroamericana. IX. *Novitates. Brenesia*. 10-11: 115-119.
- Gómez-Noguez F., B. Pérez, A. Mendoza y A. Orozco.** 2013. Flora palinológica de los helechos y licofitas del Río Malila, Hidalgo, México.
- Guzmán Cornejo, L.** 2015. Análisis de tolerancia al plomo en gametofitos de *Adiantum capillus-veneris* L., en presencia de cobre y zinc. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de México. pp. 25-30.
- Hasebe, M., P.G. Wolf, K.M. Pryer, K. Ueda, M. Ito, R. Sano, G.J. Gastony, J. Yokoyama, J.R. Manhart, M. Murakami, E.H. Crane, C.H. Haufler y W.D. Hauk.** 1995. Fern phylogeny based on *rbcL* nucleotide sequences. *American Fern Journal* 85: 134-181.
- Haufler, C. H.** 1989. Species Concepts in Pteridophytes: Summary and Synthesis. *American Ferns Journal* 79(2): 90-93.
- Holttum, R.E.** 1947. A revised classification of leptosporangiate ferns. *Journal of the Linnean Society Botany* 53: 123-158.

- Kramer, K.U., R.E. Holttum, R.C. Moran y A.R. Smith.** 1990. Dryopteridaceae. Pp. 101-144. *In:* Kubitzki, K. (ed.) The families and genera of vascular plants. vol 1. Pteridophytes and Gymnosperms. Springer, Berlin.
- Lorea, F. y R. Riba.** 1900. Guía para la recolección y preparación de ejemplares para herbario de Pteridofitas. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México, D. F.
- Mayr, E.** 1991. One long, argument, Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Mickel, J.T. y A. R. Smith.** 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 88: 1-1054.
- Mishler, B. D. y E. C. Theriot** 2000. The phylogenetic species concept (sensu Mishler and Theriot): Monophyly, Apomorphy, and Phylogenetic Species Concept. *In* Wheeler, Q.D. y R. Meier (eds): *Species concept and phylogenetic theory*. Pp: 44-54. Ed. Columbia University Press. New York.
- Moran, R. C.** 1995. Tectariaceae, p. 195-210. *In:* R.C. Moran y R. Riba (eds.). *Flora Mesoamericana. Volumen 1. Psilotaceae a Salviniaceae*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.
- Moran, R. C.** 2008. Diversity, biogeography and floristics. *In:* T.A. Ranker y C.H. Hufner (eds.). *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*: 367-394. Cambridge University Press. New York.
- Moran, R. C, P. Labiak, H. Garrison y P. Jefferson.** 2014. The phylogenetic relationships of *Tectaria brauniana* and *Tectaria nicotianifolia*, and the recognition of *Hypoderris* (Tectariaceae). *Systematic Botany* 39(2): 384-395.

- Murillo, M. T.** 1993. Usos de los helechos. No.5. Instituto de ciencias naturales. Museo de Historia Natural. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia Bogotá.
- Nayar, B. K. y K. Surjit.** 1964. Some new taxa of Indian ferns: 3-9.
- Pacheco, L. y L. Bautista-Rodríguez.** 2001. Los helechos, ¿una alternativa en la alimentación?. Contactos 42: 5-10.
- Pérez, B. y A. Mendoza.** 2005. Comparative studies of the gametophytes of five new world species of *Tectaria* (Tectariaceae). American Fern Journal 95(4): 141- 152.
- PPG I.** 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. Journal Systematic Evolution. 54 (6): 563–603.
- Pryer M., A. R. Smith y E. Skog.** 1995. Phylogenetic relationships of extant based on evidence from morphology and *rbcL* sequences. American Fern Journal 85(4): 205-282.
- QGIS.** Development Team. 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.
- Renzaglia, K. S., D. L. Duff, D. J. Nickrent y L. Garbary.** 2000. Vegetative and reproductive innovations of early land plants: implications for a unified phylogeny. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 355: 769-793.
- Riverón, F. y C. Sánchez.** 2015. Two new species of *Tectaria* (Tectariaceae) from Cuba. Novitiatae Florae Cubensis 48: 189-194.
- Rodríguez Romero, M. L., L. Pacheco, A. Zavala.** 2008. Pteridofitas indicadoras de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, Edo. de México, México. Revista de Biología Tropical 56(2): 641-656.

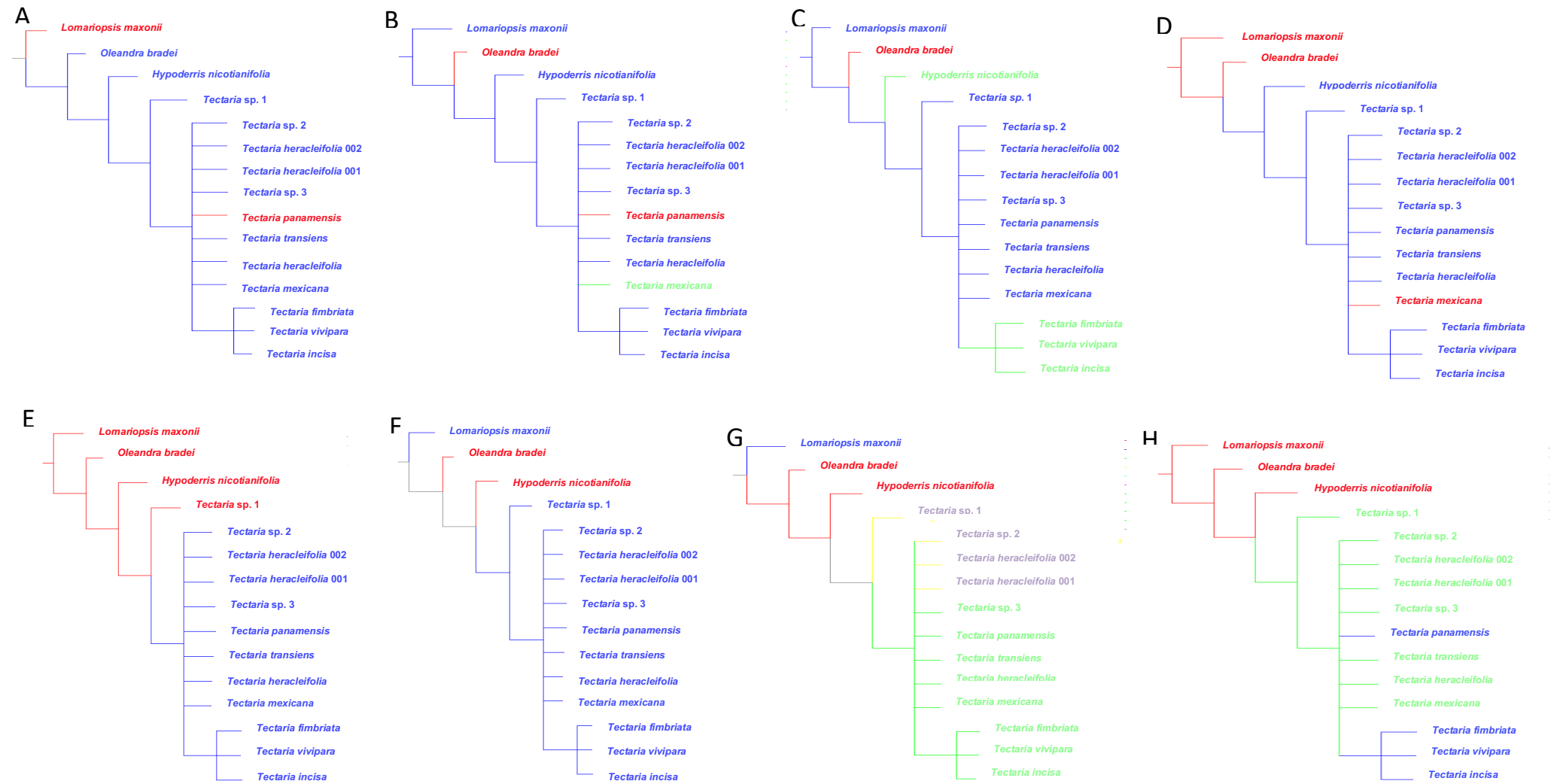
- Rojas, A.F. y D. Sanín.** 2014. Dos species nuevas de *Tectaria* (Tectariaceae) para Costa Rica, Panamá y Colombia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 71(1): 1-6.
- Sass, J.F.** 1961. *Botanical Microtechnique*. 3a, Ed. The Iowa State University Press, Ames Iowa.
- G. Wolf.** 2002. Evolution of vascular plant body plans: a phylogenetic perspective. In Q. Cronk, R.M. Bateman, and J.A. Hawkins [eds.], *Developmental genetics and plant evolution*: 330-363. Taylor and Francis, London, UK.
- SEMARNAT,** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Smith, A.R., K.M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider y P.G. Wolf.** 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3): 705-731.
- Tryon, A. F. y B. Lugardon.** 1991. Spores of the Pteridophyta, surface, wall structure and diversity based on electron Microscope studies. Springer Verlag. New York. 633 pp.
- Tryon R. M. y A. F. Tryon.** 1982. Ferns and Allied Plants with especial reference to tropical America. Springer-Verlag. New York Heidelberg Berlin. pp. 470-481.
- Van Cotthem, W. R. J.** 1970a. A classification of stomatal types. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 63: 235-246.
- Van Cotthem, W. R. J.** 1970b. Comparative morphological study of the stomata in the Filicopsida. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*. 40: 81-239.

- Velázquez-Montes, F.** 1983. Anatomía comparada de dos especies del género *Tectaria* Cav. (Filicales, Pterophyta). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Velázquez-Morales, E.** 2016. Estudio palinológico y anatómico de cuatro especies del género *Tectaria* (Tectariaceae-Polypodiopsida). Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México.
- Velázquez-Morales, E., L. Pacheco, G. González-Mancera y A. Sánchez-Morales.** 2016b. Palynology of eleven species of the genus *Tectaria* Cav. (Tectariaceae-Polypodiaceae). Microscopy y Microanalysis Congress: 20: 24-28.
- Wagner W. H., F. S. Wagner y L. D. Gómez-Pignataro.** 1978. The singular origin of a Central American Fern, *Pleuroderris* michleriana. Biotropica. 10: 254-264.
- Wang F., S. Barratt, W. Falcón, M. Fay, S. Lehtonen, H. Tuomisto, F. Xing y M. Christenhusz.** 2014. On the monophyly of subfamily Tectarioideae (Polypodiaceae) and the phylogenetic placement of some associated fern genera. Phytotaxa. 164 (1). pp. 1-16.
- Zhang L., X. Zhou, D. Chen, E. Schuettpelz, R. Knapp, N. Thi Lu, T. Luong, M. Dang, Y. Duan, H. He, X. Gao y L. B. Zhang.** 2017. A global phylogeny of the fern genus *Tectaria* (Tectariaceae: Polypodiales) based on plastid and nuclear markers identifies major evolutionary lineages and suggests repeated evolution of free venation from anastomosing venation. Molecular Phylogenetics and Evolution: 114, pp. 295-333.

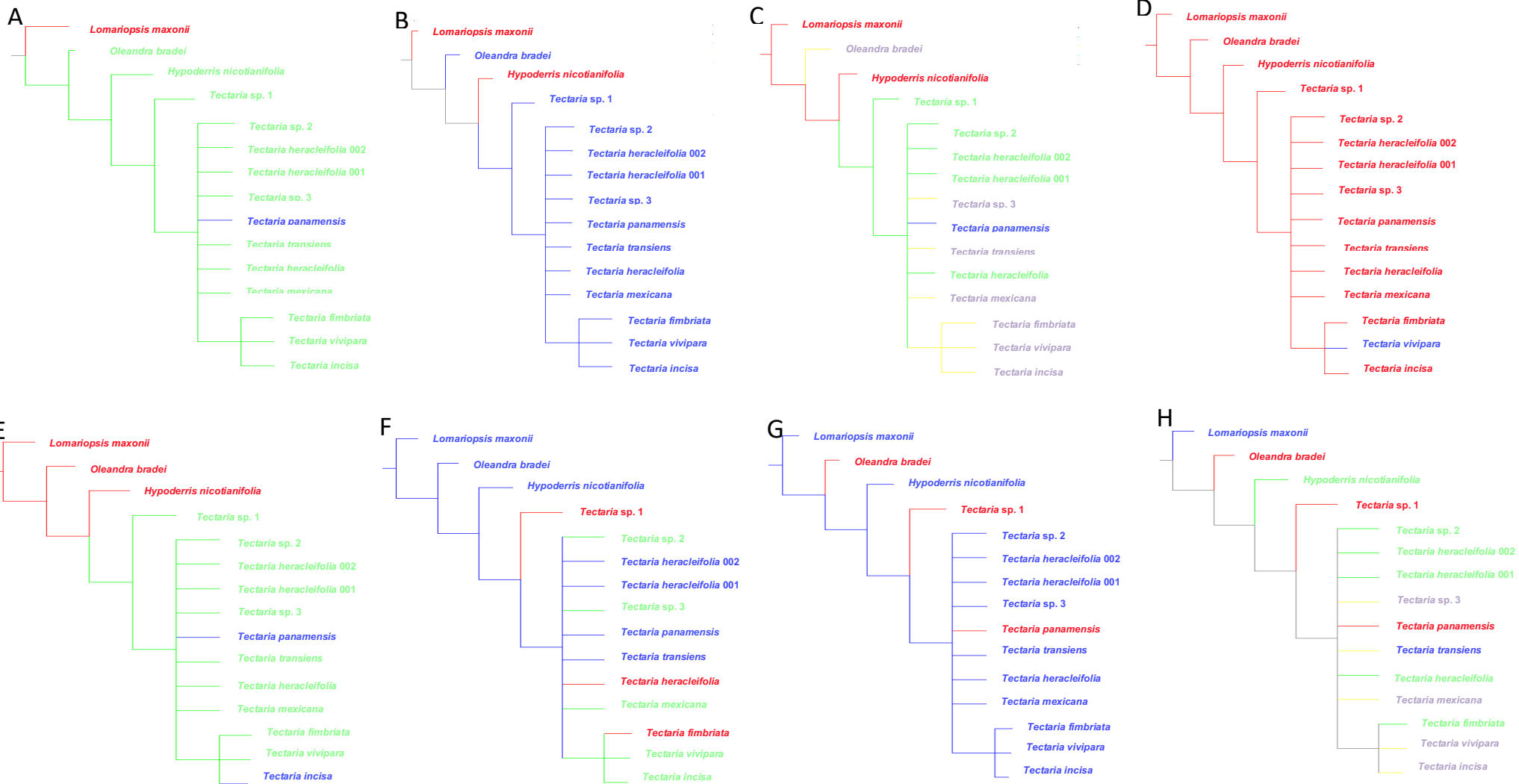
**Zhang L. y L. B. Zhang.** 2018. A classification of the fern genus *Tectaria* (Tectariaceae: Polypodiales) based on molecular and morphological evidence. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 103(2). 188-199.



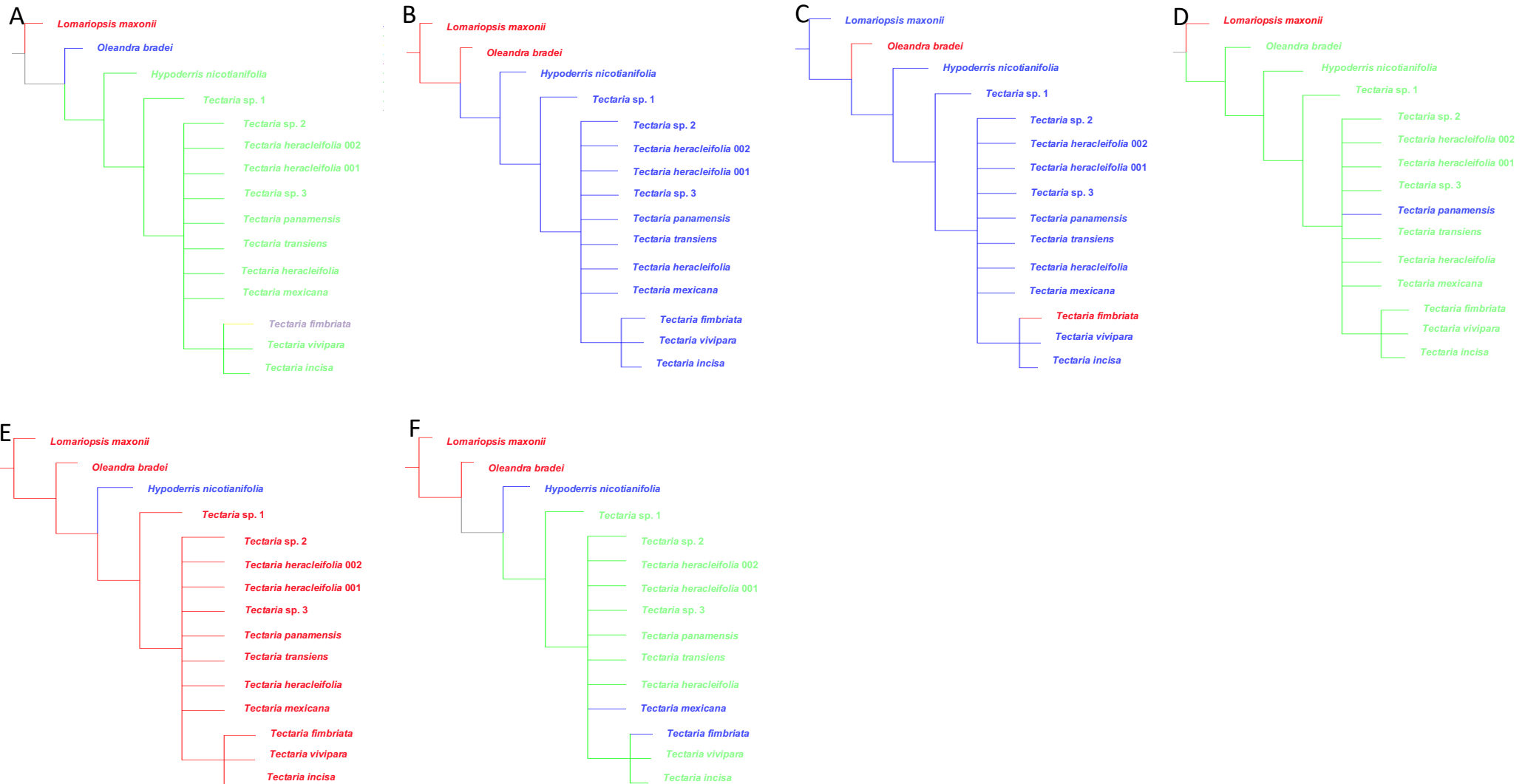
## 12. ANEXOS



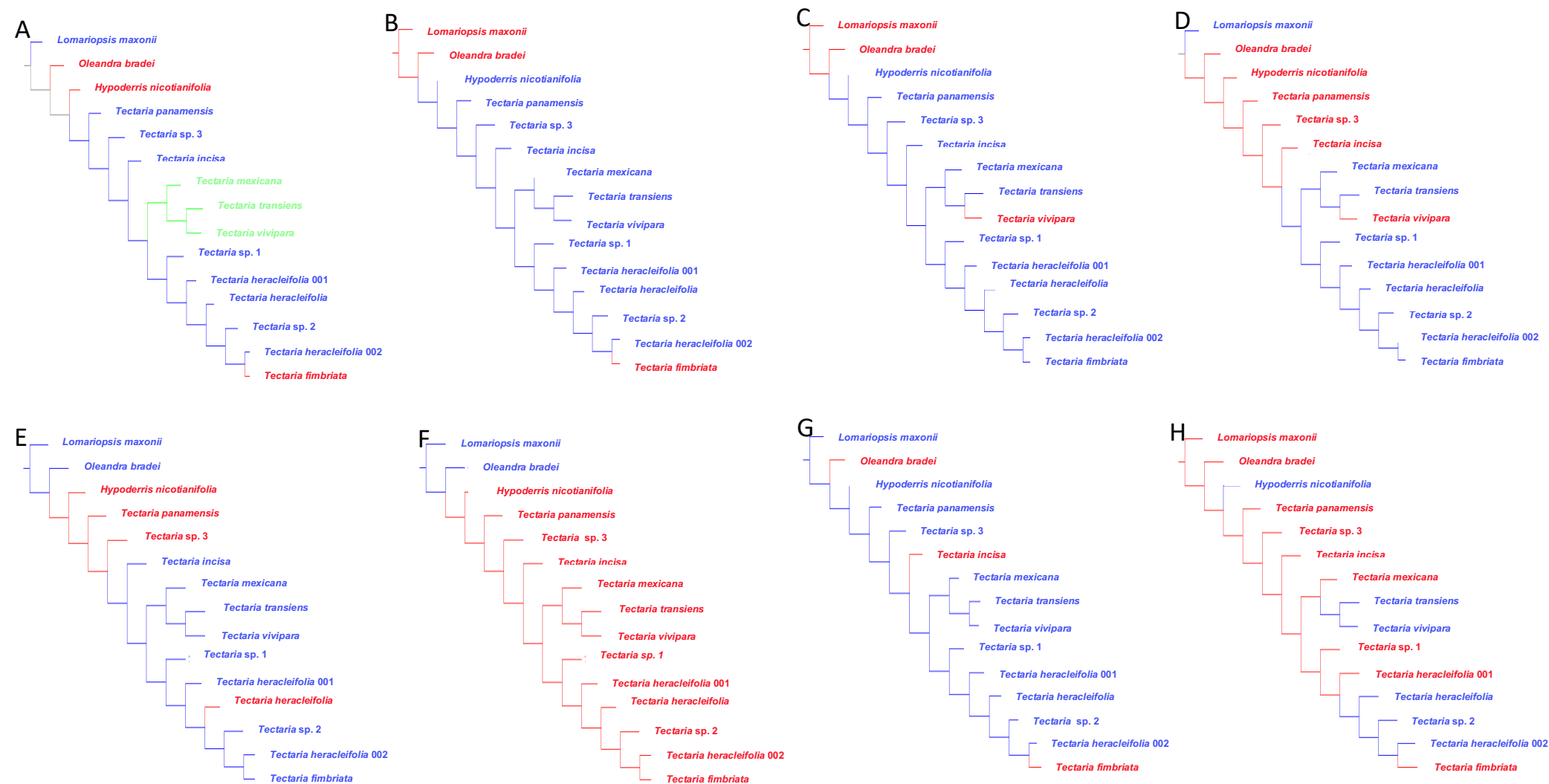
**Anexo 1.** Análisis de caracteres morfológicos: **A.** Diferenciación de hoja: Dimorfa (rojo), monomorfa (azul), **B.** División de lámina: Entera (rojo), lobada a 1-pinnada (azul), pinnada-pinnatifida (verde), **C.** Relación de tamaño peciolo lámina: Corto o ausente (rojo), casi tan largo como la lámina (azul), 1-2 veces más largo que la lámina (verde), **D.** Venillas incluidas: Ausentes (roja), Presentes (azul), **E.** Pelos en raquis y costa: Ausentes (roja), Presentes (azul), **F.** Escamas en el rizoma: Ausentes (roja), presentes (azul), **G.** Color de escamas en rizoma: Sin escamas (rojo), Pajizo-ferrugíneas (azul), Pardo-rojizo (verde), bicoloras (amarillo), **H.** Tipo de rizoma: Rastrero (rojo), semi-erecto (azul), erecto (verde).



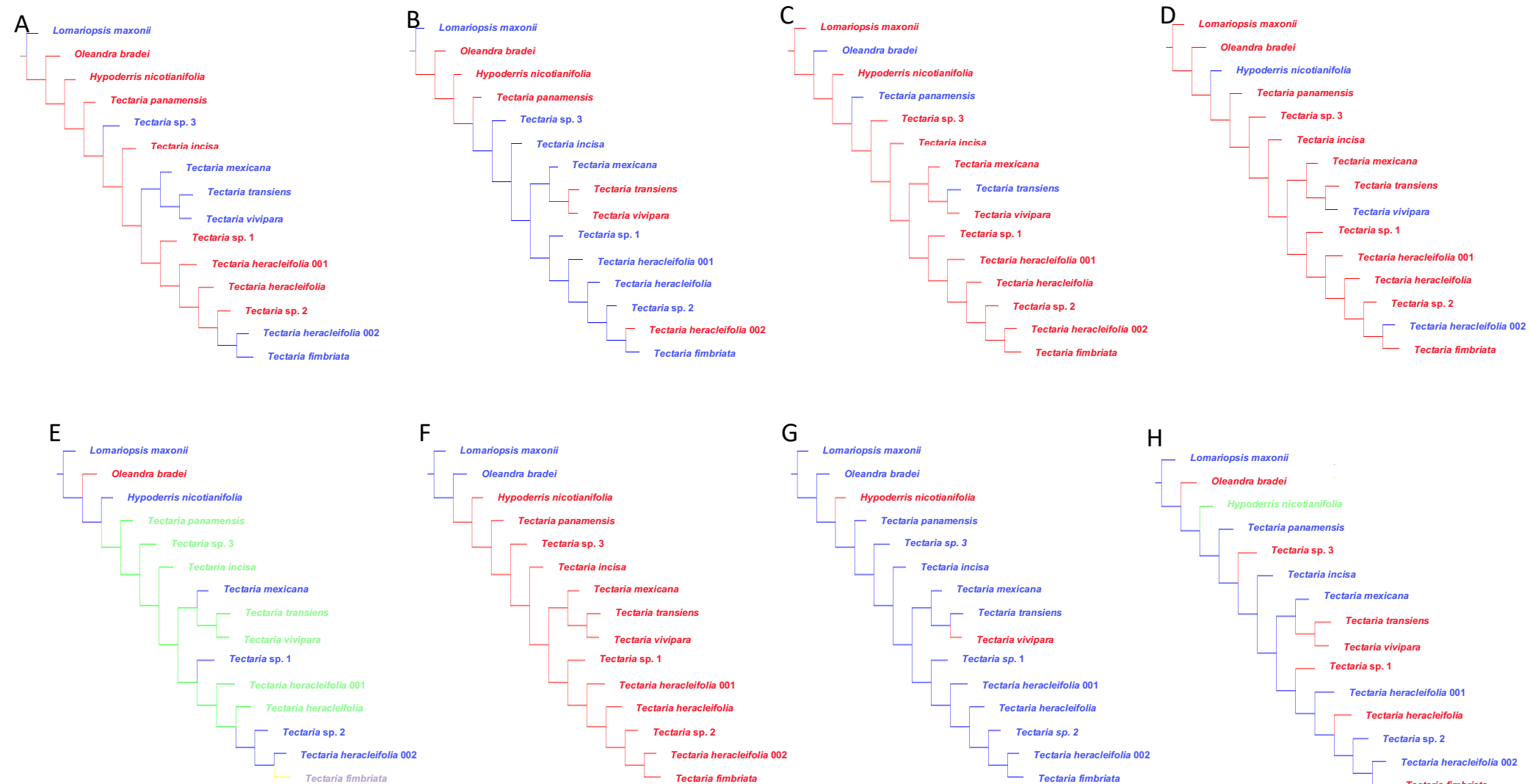
**Anexo 2.** Análisis de caracteres morfológicos: **A.** Soros: Acrosticoide (rojo), Alargados (azules), redondeado (verde), **B.** Indusio: Ausente (rojo), Presente (azul), **C.** Tipo de indusio: Sin indusio (rojo), lineal (azul), peltado (verde), reniforme (amarillo), **D.** Yemas axilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E.** Margen del ápice: Repando (rojo), entero (azul), dentado-aserrado (verde), **F.** Base del segmento apical: Cordiforme (rojo), cuneado (azul), decurrente (verde), **G.** Pares de pinnas: Ausentes (rojo), presentes (azul), **H.** Número de pares de pinnas: Sin pares (rojo), 7-19 (azul), 1-4 (verde) 3-7 (amarillo).



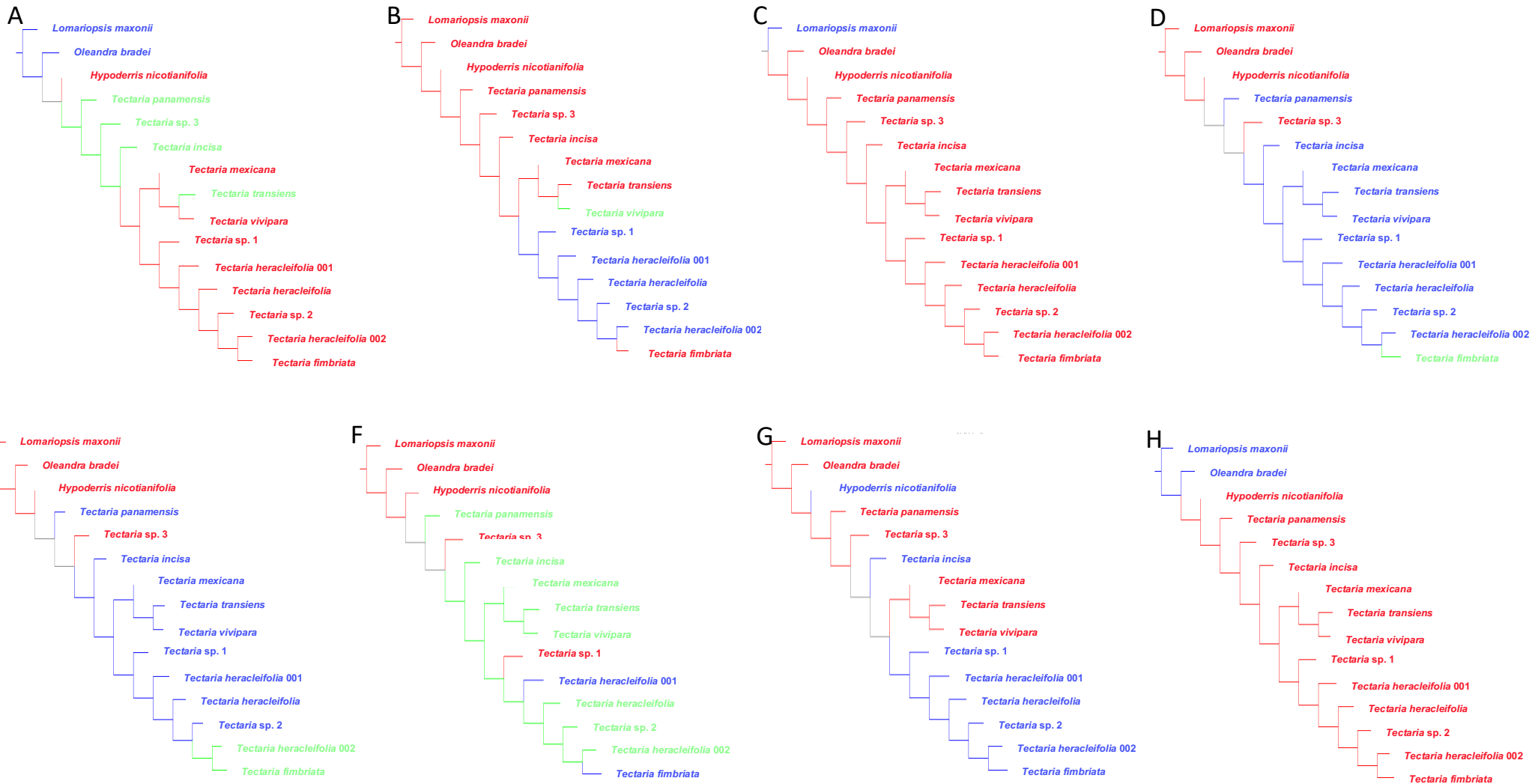
**Anexo 3.** Análisis de caracteres morfológicos: **A.** Tipo de hábito: Hemiepífito (rojo), epífito (azul), terrestre (verde), rupícola (amarillo), **B.** Tipo de venación: Libre (rojo), reticulada (azul), **C.** Pecíolo sulcado: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Posición de los soros: Acrosticoide (rojo), marginales (azul), dispersos (verde), **E.** Raquis alado: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Porcentaje de venillas incluidas: 0% (rojo), 1-15 % (azul), mayor a 15 % (verde).



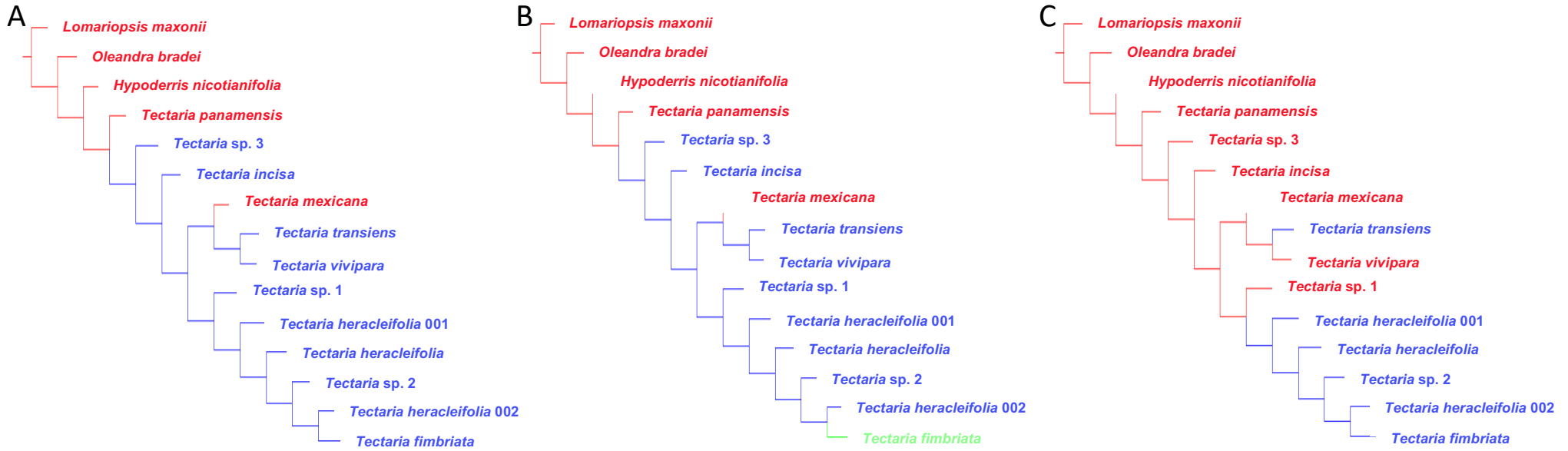
**Anexo 4.** Análisis de caracteres anatómicos: **A.** Número de meristelas del rizoma: 5-9 (rojo), 10-12 (azul), 13-14 (verde), **B.** Forma de la meristela en rizoma: Alargada (rojo), circular (azul), **C.** Número de hileras de periciclo en rizoma: 2-3 (rojo), 1-2 (azul), **D.** Esclereidas en rizoma: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E.** Endodermis oscura del rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Cutícula gruesa en rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **G.** Número de células de metaxilema en raíz: 3-4 (rojo), 5-6 (azul), **H.** Protoxilema en contacto periciclo de raíz. 2-4 (rojo), 5-6 (azul).



**Anexo 5.** Análisis de caracteres anatómicos: **A.** Número de hileras de células del periciclo en raíz: 1 (rojo), 1-2 (azul), **B.** Córtex de raíz con parénquima y engrosamientos pardos: Ausente (rojo), presente (azul), **C.** Córtex con parénquima y esclerénquima en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Córtex con parénquima en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **E.** Configuración de xilema en pecíolo: Media luna (rojo), tuba (azul), huella (verde), alargada (amarillo), **F.** Haces vasculares rodeados por esclerénquima: Ausentes (rojo), presentes (azul), **G.** Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis del pecíolo: Ausente (rojo), presente (azul), **H.** Cutícula del pecíolo: Guesa (rojo), delgada (azul), sin cutícula (verde).

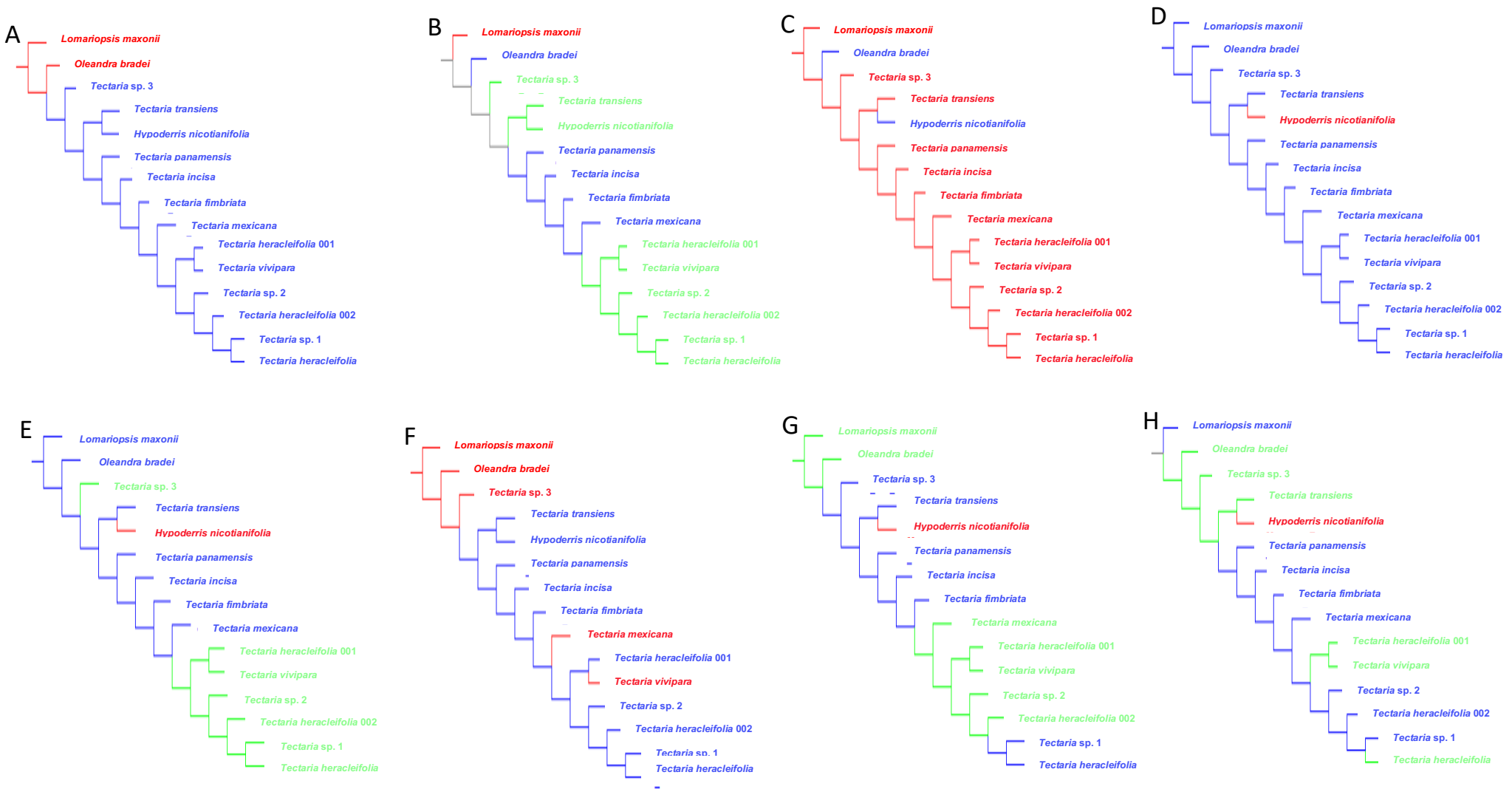


**Anexo 6.** Análisis de caracteres anatómicos: **A.** Número de haces vasculares en la costa: 1 (rojo), 2 (azul), 3-5 (verde), **B.** Configuración del xilema en la costa: Ovalada (rojo), triangular (azul), “W” (verde), **C.** Esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Número de haces vasculares en pecíolo basal: 8-9 (rojo), 5-7 (azul), 2 (verde), **E.** Número de haces vasculares en pecíolo medio: 7-8 (rojo), 5-6 (azul), 2-3 (verde), **F.** Número de haces vasculares en pecíolo final: 5-6 (rojo), 1-2 (azul), 3-4 (verde), **G.** Células pardas rodeando el haz vascular del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul), **H.** Esclerénquima rodeando el haz del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul).

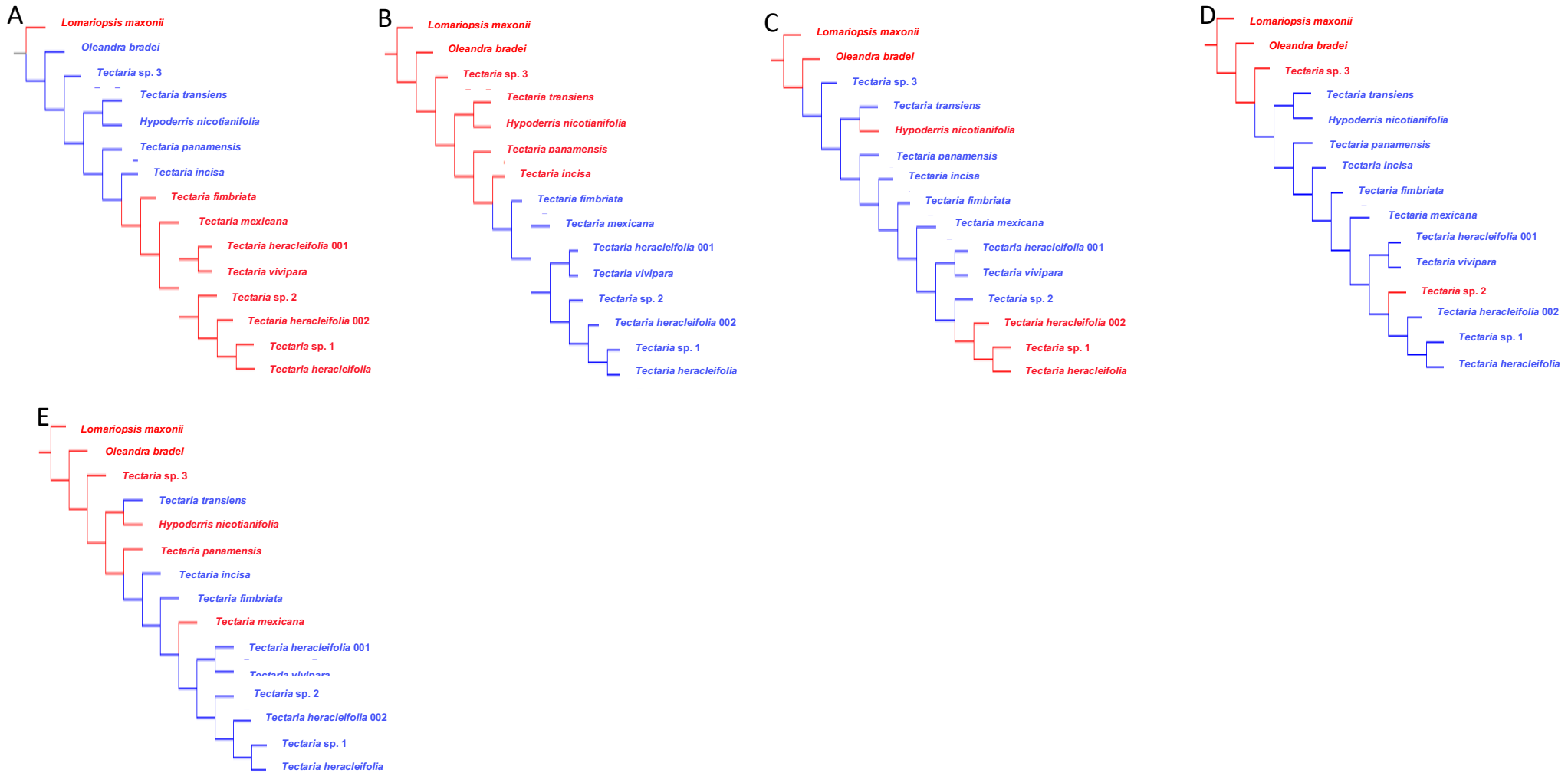


**Anexo 7.** Análisis de caracteres anatómicos: **A.** Pelos ctenitoides en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul), **B.** Posición de los pelos en el segmento foliar: Sin pelos (rojo), adaxial (azul), adaxial y abaxial (verde), **C.** Drusas en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul).

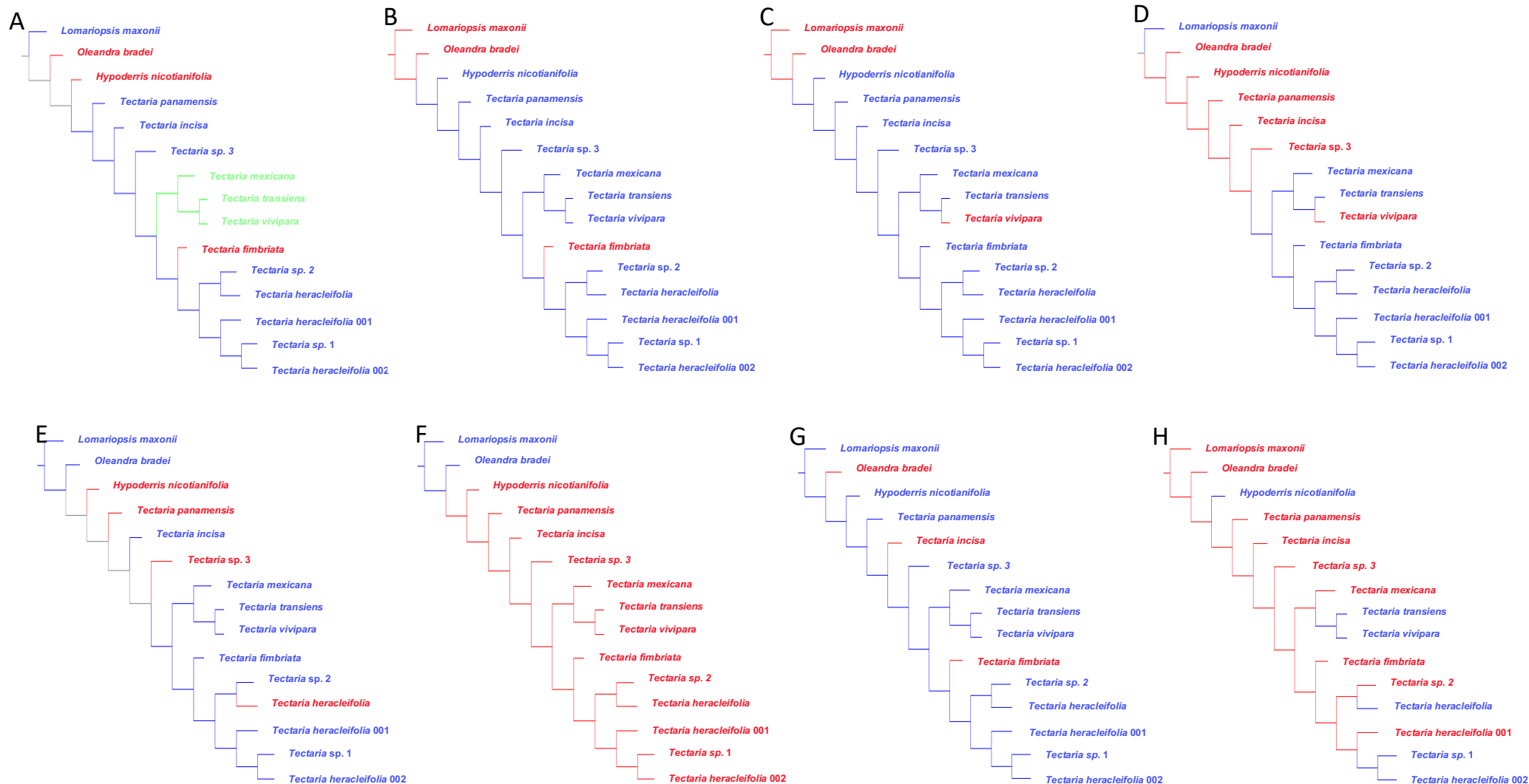




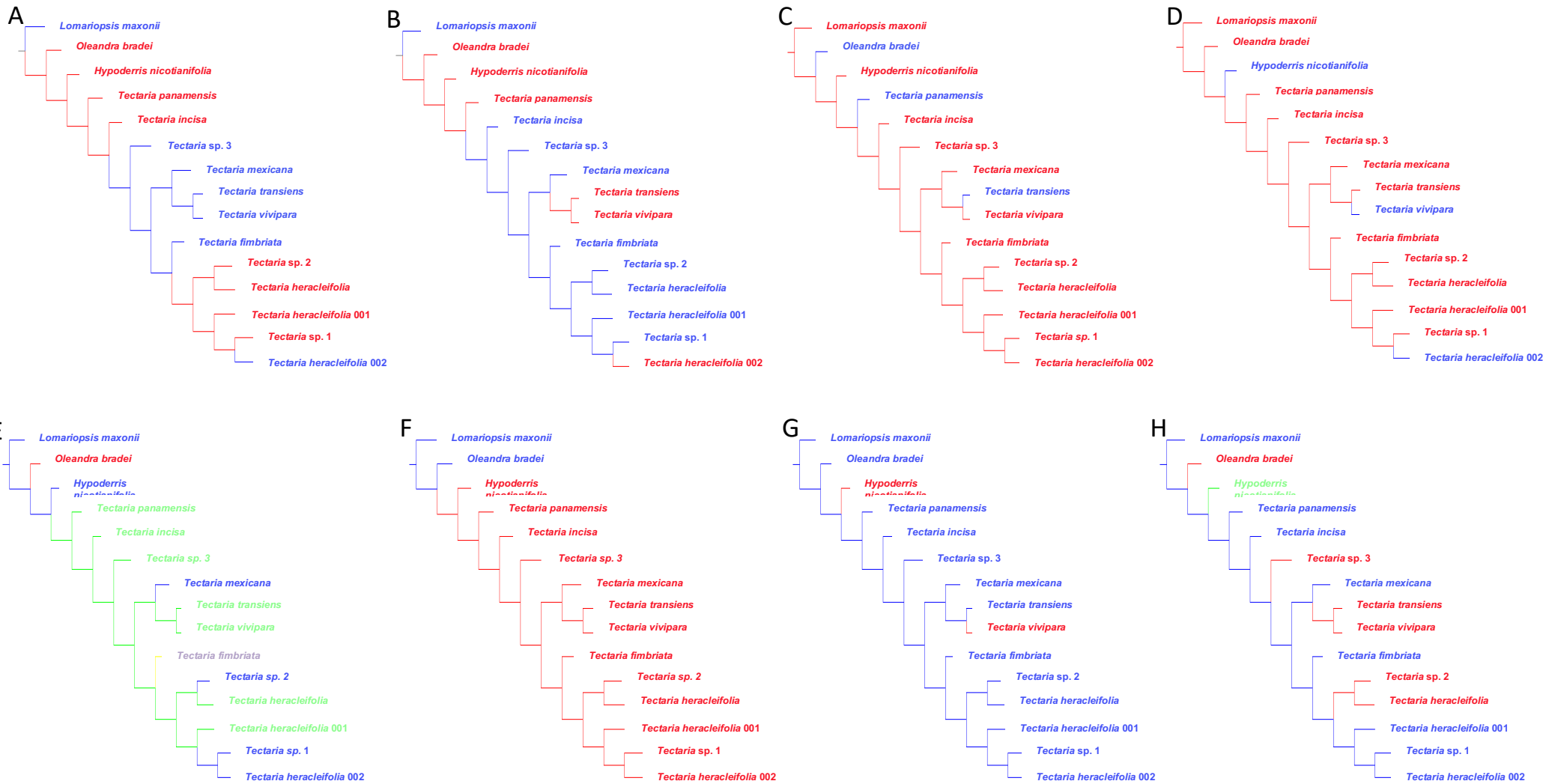
**Anexo 8.** Análisis de caracteres palinológicos: **A**. Longitud de la apertura en espora:  $\frac{3}{4}$  (rojo),  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  (azul), **B**. Tipo de alas en las espora: Prominentes (rojo), pequeñas (azul), sin alas (verde), **C**. Perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul), **D**. Pliegues en el perisporio: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E**. Grosor de pliegues: Sin pliegues (rojo), delgados (azul), gruesos (verde), **F**. Superficie de la espora perforada: Ausente (rojo), presente (azul), **G**. Espacio entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), poco espacio (azul), mucho espacio (verde), **H**. Elementos entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), reticulados (azul), microequinados (verde).



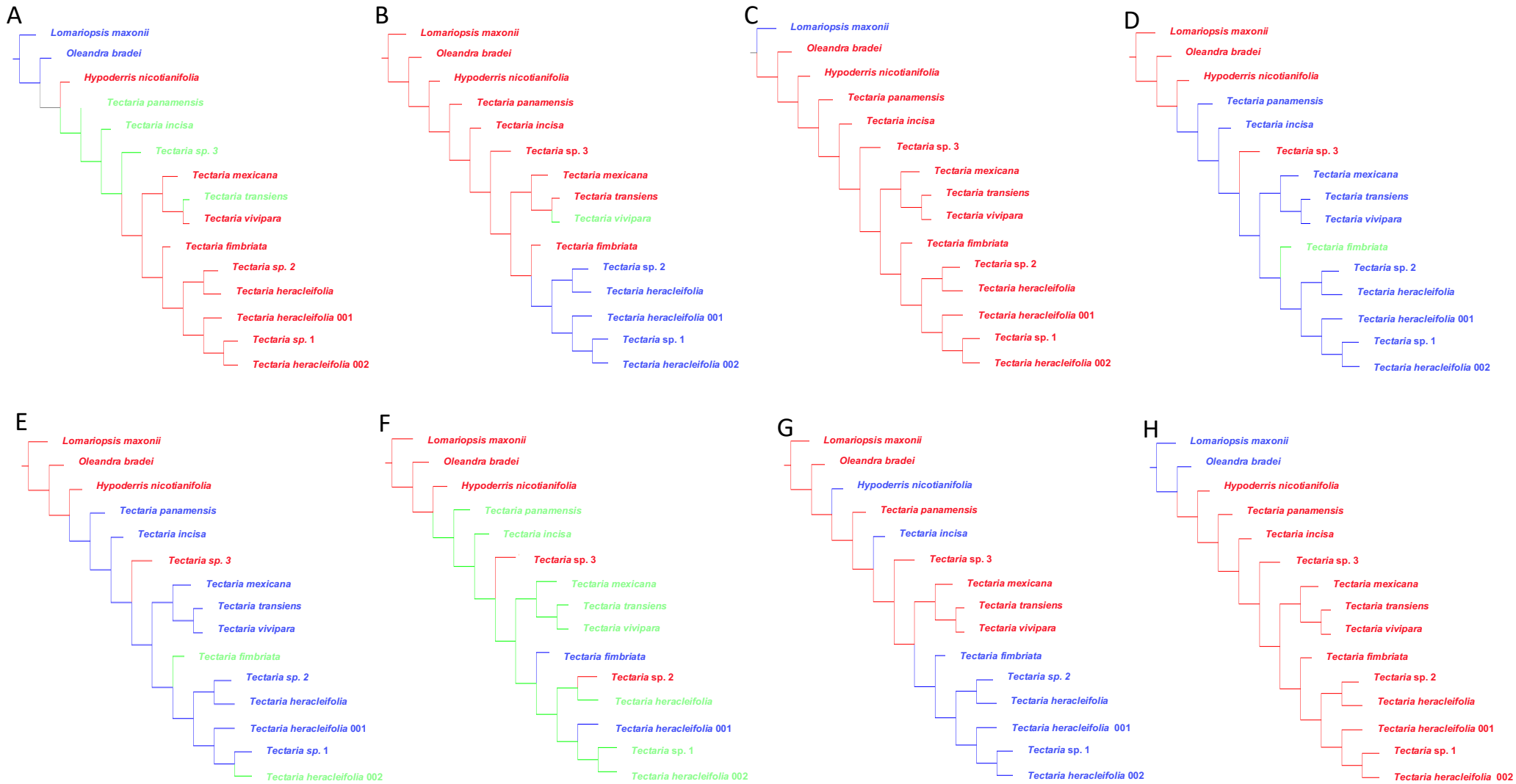
**Anexo 9.** Análisis de caracteres palinológicos: **A.** Interior del perisporio con pilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **B.** Interior del perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul), **C.** Pliegues cavados-equinados: Ausente(rojo), presente (azul), **D.** Forma de la espora: Esférica (rojo), elipsoidal (azul), **E.** Pliegues con espinas: Ausente (rojo), presente (azul).



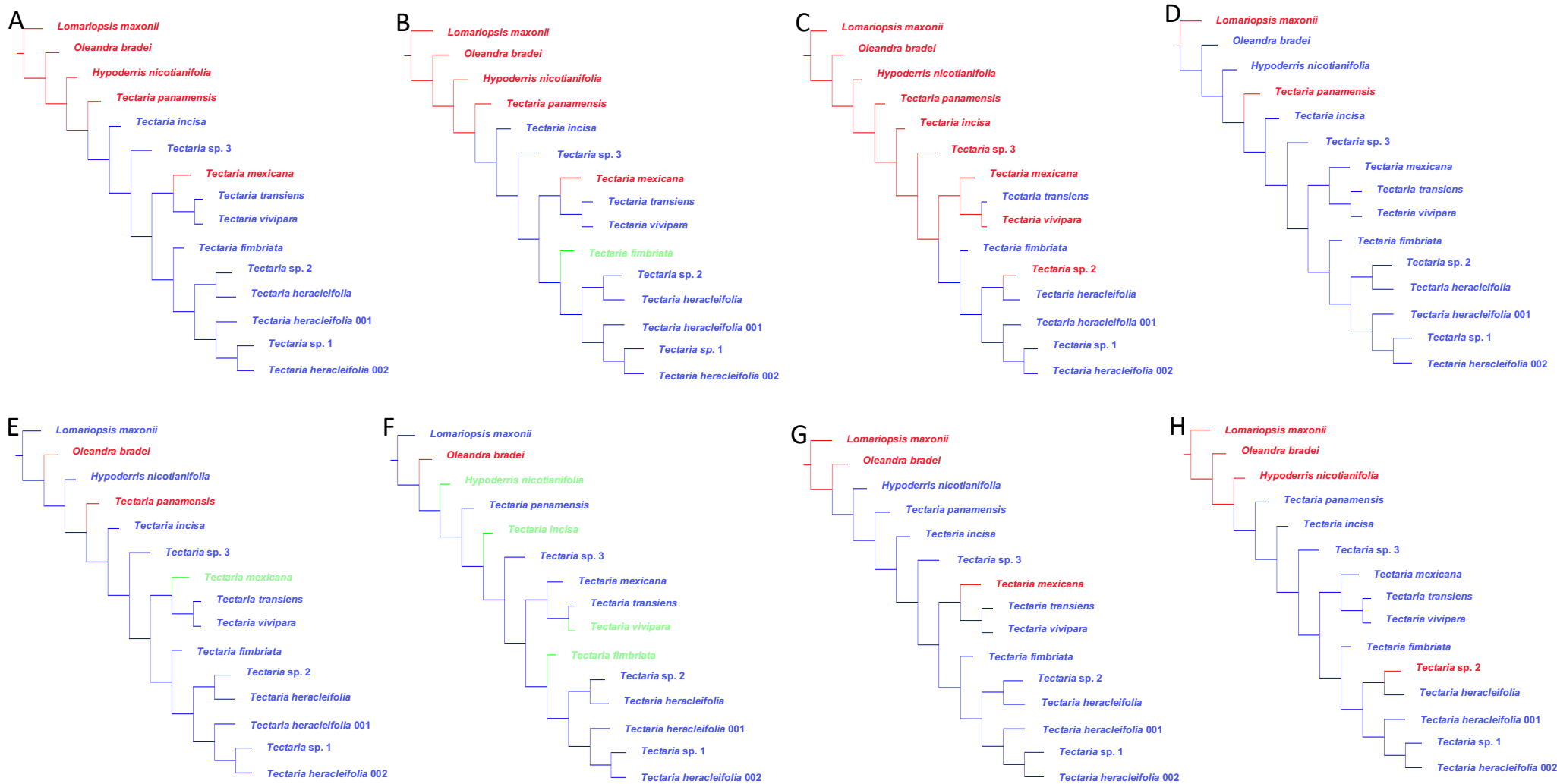
**Anexo 10.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos: **A.** Número de meristelas en rizoma: 5-9 (rojo), 10-12 (azul), 13-14 (verde), **B.** Forma de la meristela en rizoma: Alargada (rojo), circular (azul), **C.** Número de hileras de periciclo en rizoma: 2-3 (rojo), 1-2 (azul), **D.** Esclereidas en rizoma: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E.** Endodermis oscura del rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Cutícula gruesa en rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **G.** Número de células de metaxilema en raíz: 3-4 (rojo), 5-6 (azul), **H.** Protoxilema en contacto periciclo de raíz: 2-4 (rojo), 5-6 (azul).



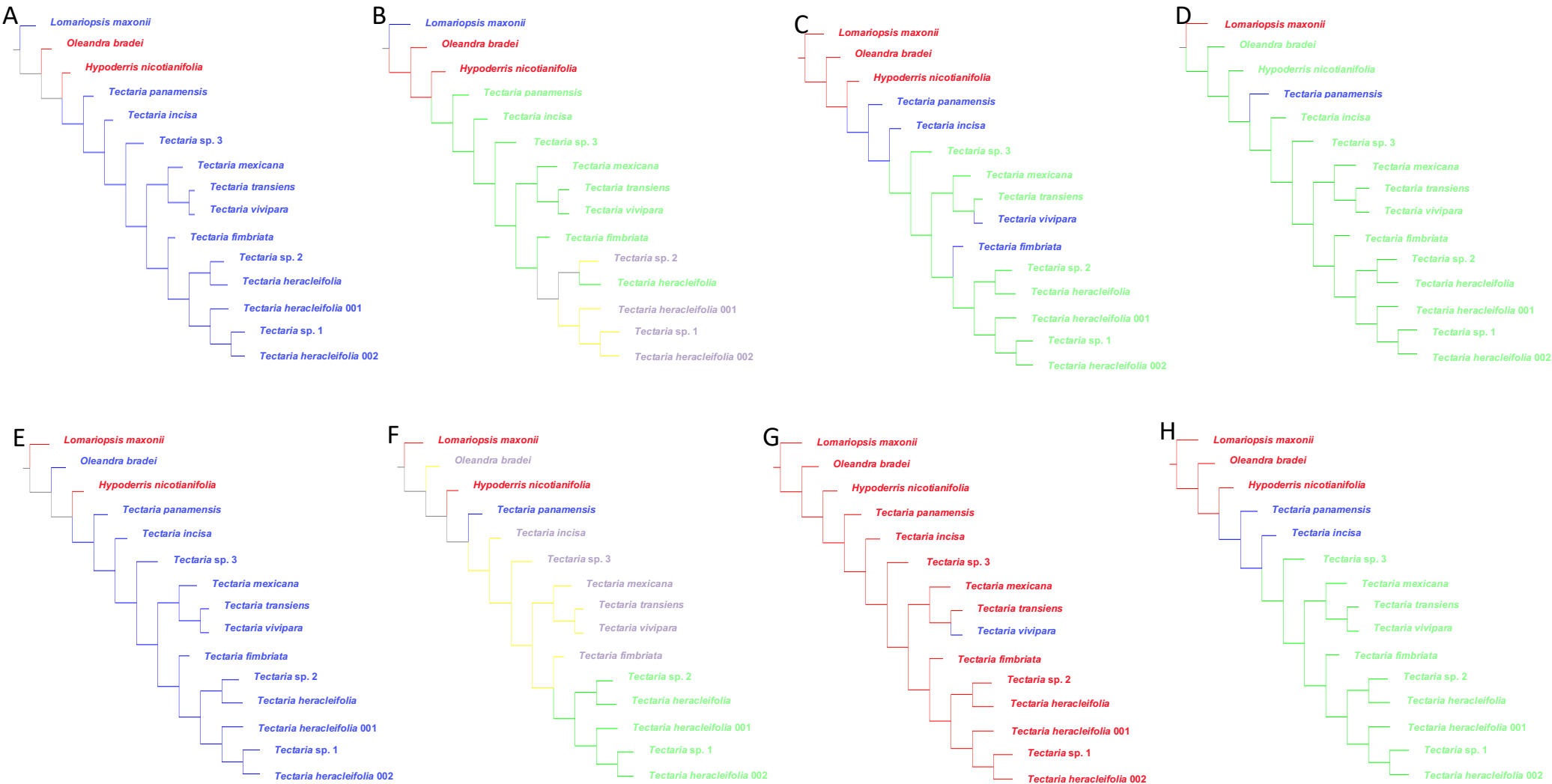
**Anexo 11.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos: **A.** Número de hilas de células de periciclo en raíz: 1 (rojo), 1-2 (azul), **B.** Córtex con parénquima y engrosamientos pardos en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **C.** Córtex con parénquima y esclerenquima raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Córtex con parénquima en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **E.** Configuración de xilema en pecíolo: Media luna (rojo), tuba (azul), huella (verde), alargada (amarillo), **F.** Haces vasculares rodeados por esclerenquima: Ausentes (rojo), presentes (azul), **G.** Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis pecíolo: Ausente (rojo), presente (azul), **H.** Cutícula del pecíolo: Gruesa (rojo), delgada (azul), sin cutícula (verde).



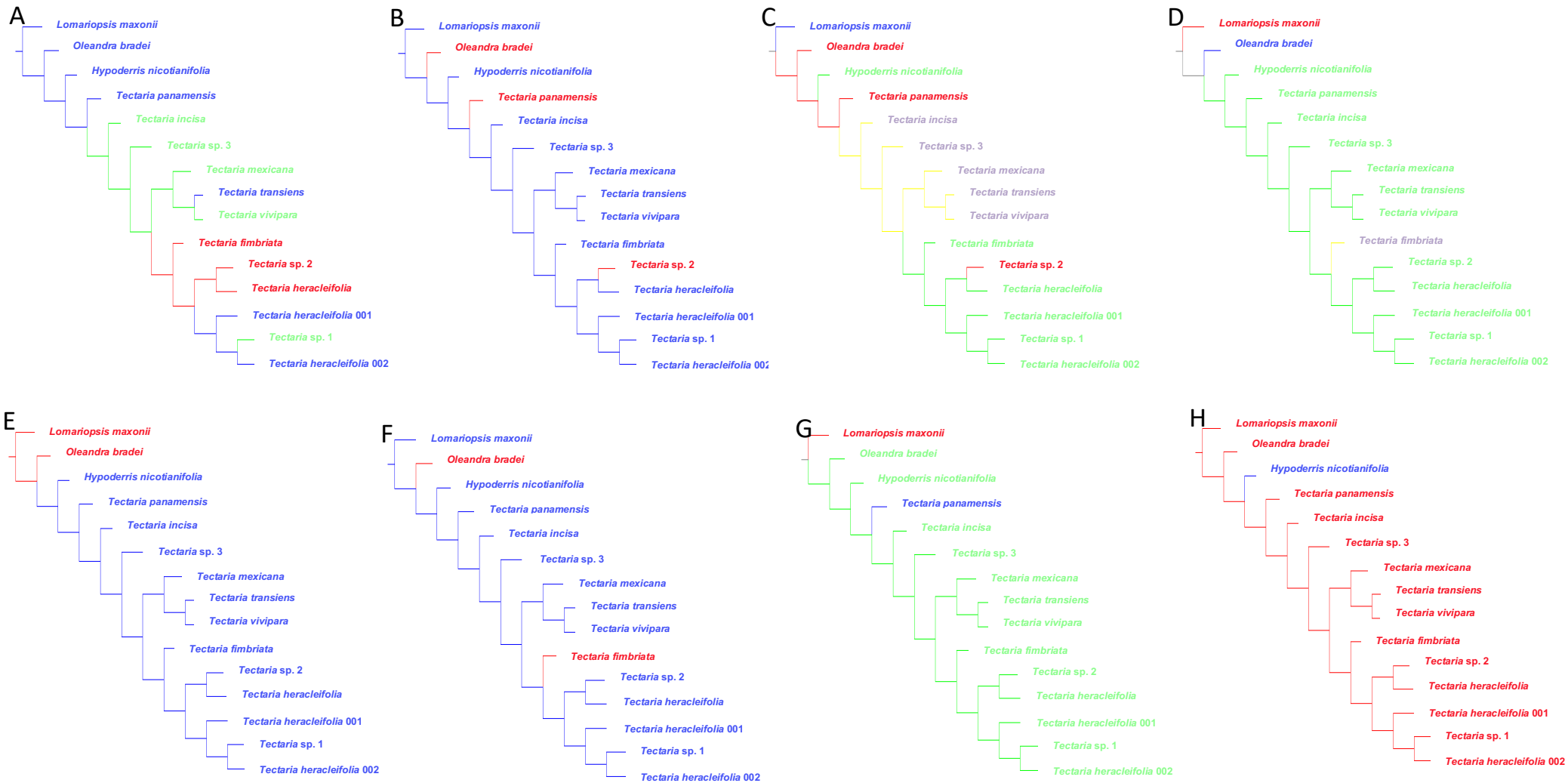
**Anexo 12.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos: **A.** Número de haces vasculares en la costa: 1 (rojo), 2 (azul), 3-5 (verde), **B.** Configuración del xilema en la costa: Ovalada (rojo), triangular (azul), “W” (verde), **C.** Esclerenquima rodeando las meristelas del rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Número de haces en el pecíolo basal: 8-9 (rojo), 5-7 (azul), 2 (verde), **E.** Número de haces en el pecíolo medio: 7-8 (rojo), 5-6 (azul), 2-3 (verde), **F.** Número de haces en el pecíolo final: 5-6 (rojo), 1-2 (azul), 3-4 (verde), **G.** Células pardas rodeando el haz del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul), **H.** Esclerenquima rodeando el haz del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul).



**Anexo 13.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos: **A.** Pelos ctenitoides en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul), **B.** Posición de los pelos en el segmento foliar: Sin pelos (rojo), adaxial (azul), adaxial y abaxial (verde), **C.** Drusas en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul), **D.** Diferenciación de hoja: Dimorfa (rojo), monomorfa (azul), **E.** División de la lámina: Entera (rojo), lobada a pinnada (azul), 2-pinnada-pinnatífida (verde), **F.** Relación pecíolo lámina: Corto o ausente (rojo), casi tan largo como la lámina (azul), 1-2 veces más largo que la lámina (verde), **G.** Areolas con venillas incluidas: Ausentes (roja), presentes (azul), **H.** Pelos en raquis y costa: Ausentes (roja), presentes (azul).

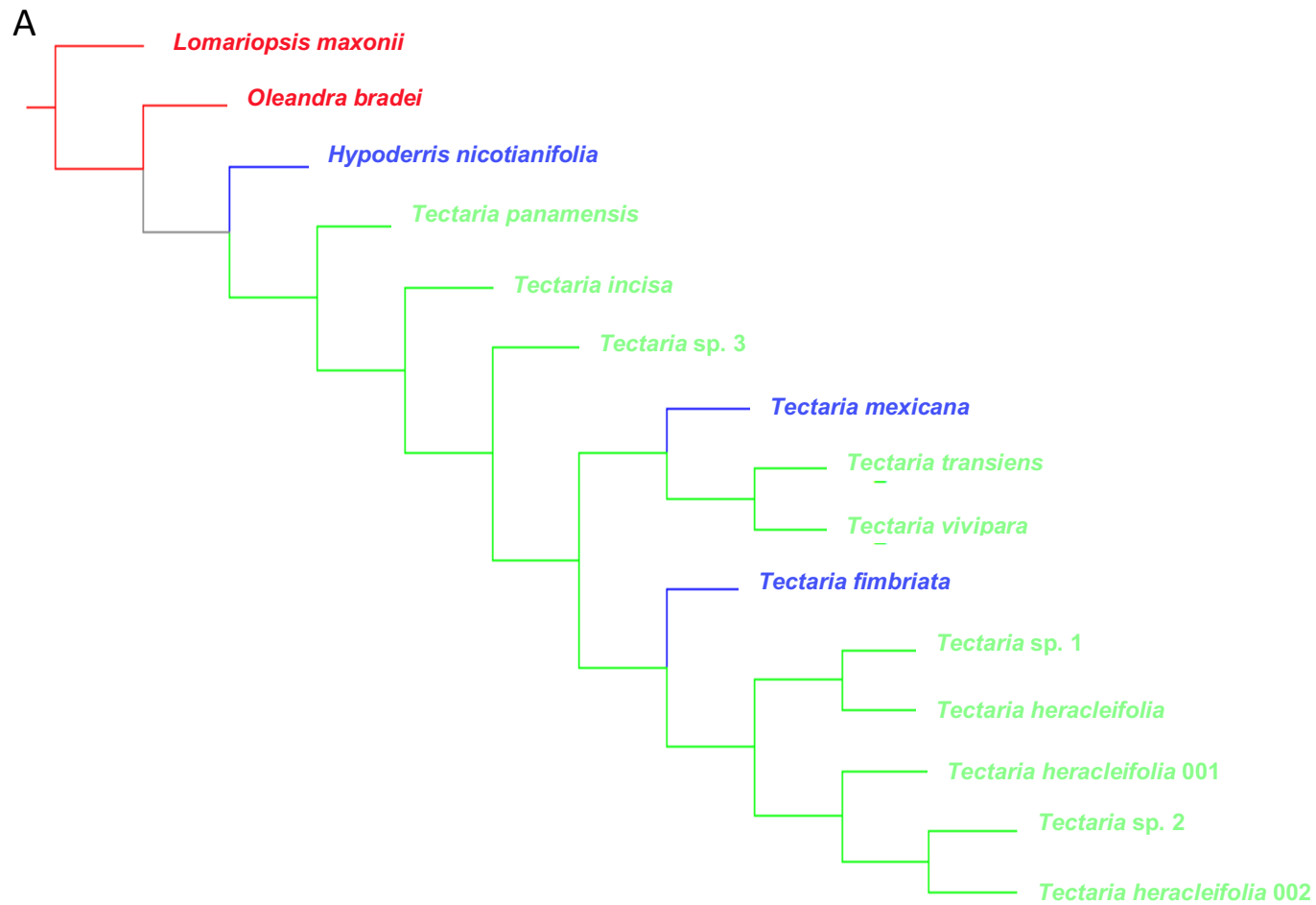


**Anexo 14.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos: **A**. Escamas en el rizoma: Ausentes (roja), Presentes (azul), **B**. Color de escamas en rizoma: Sin escamas (rojo), Pajizo-ferrugíneas (azul), Pardo-rojizo (verde), bicoloras (amarillo), **C**. Tipo de rizoma: Rastrero (rojo), semi-erecto (azul), erecto (verde), **D**. Soros: Acrosticoide (rojo), Alargados (azules), redondeado (verde), **E**. Indusio: Ausente (rojo), Presente (azul), **F**. Tipo de indusio: Sin indusio (rojo), lineal (azul), peltado (verde), reniforme (amarillo), **G**. Yemas axilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **H**. Margen del ápice: Repando (rojo), entero (azul), dentado-aserrado (verde).

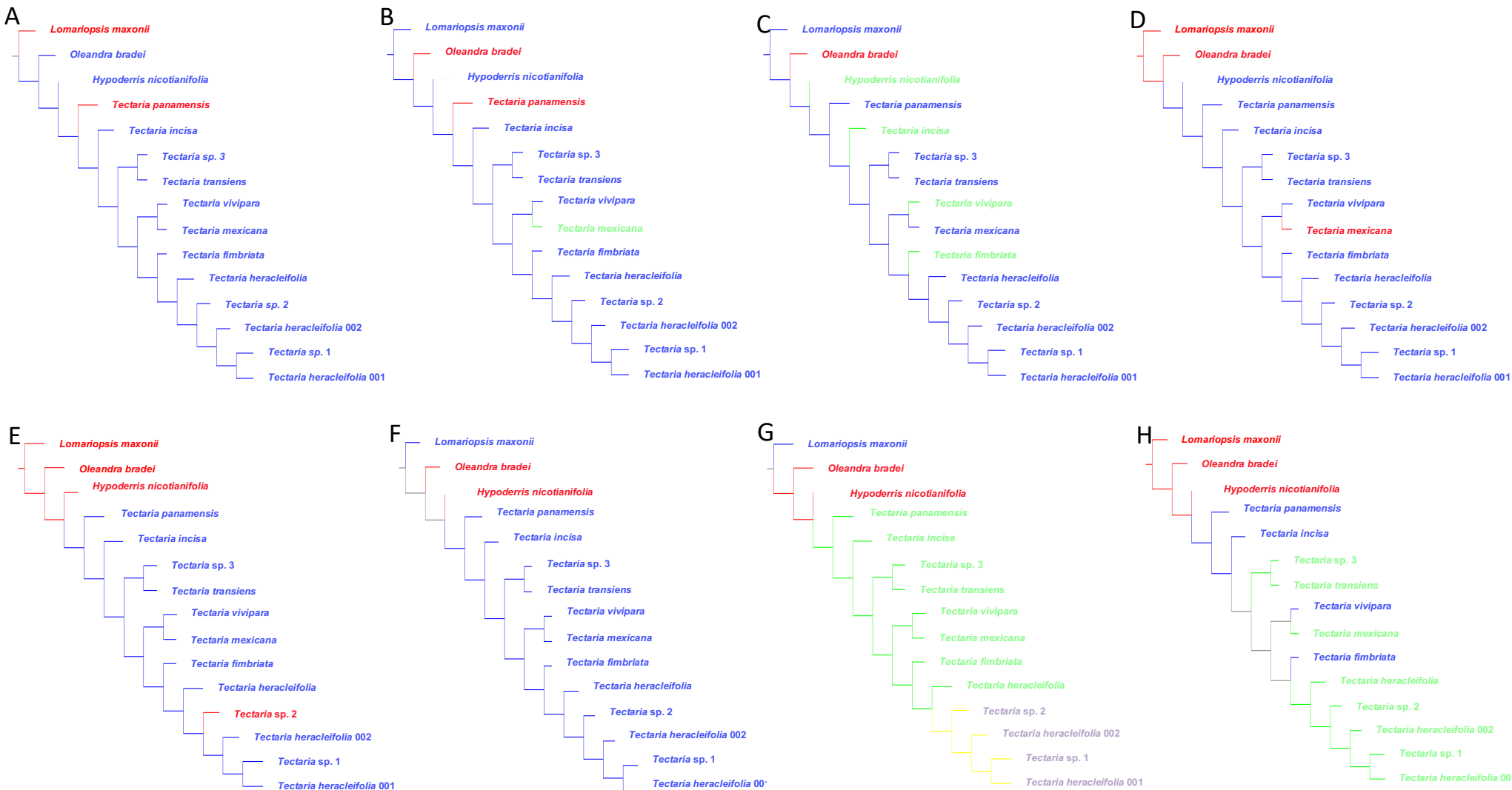


**Anexo 15.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos: **A.** Forma base del segmento apical: Cordiforme (rojo), cuneado (azul), decurrente (verde), **B.** Pares de pinnas: Ausentes (rojo), presentes (azul), **C.** Número de pares de pinnas: Sin pares (rojo), 7-19 (azul), 1-4 (verde) 3-7 (amarillo), **D.** Tipo de hábito: Hemiepífito (rojo), epífito (azul), terrestre (verde), rupícola (amarillo), **E.** Tipo de venación: Libre (rojo), reticulada (azul), **F.** Pecíolo sulcado: Ausente (rojo), presente (azul), **G.** Posición de los soros: Acrosticoide (rojo), marginales (azul), dispersos (verde), **H.** Raquis alado: Ausente (rojo), presente (azul).

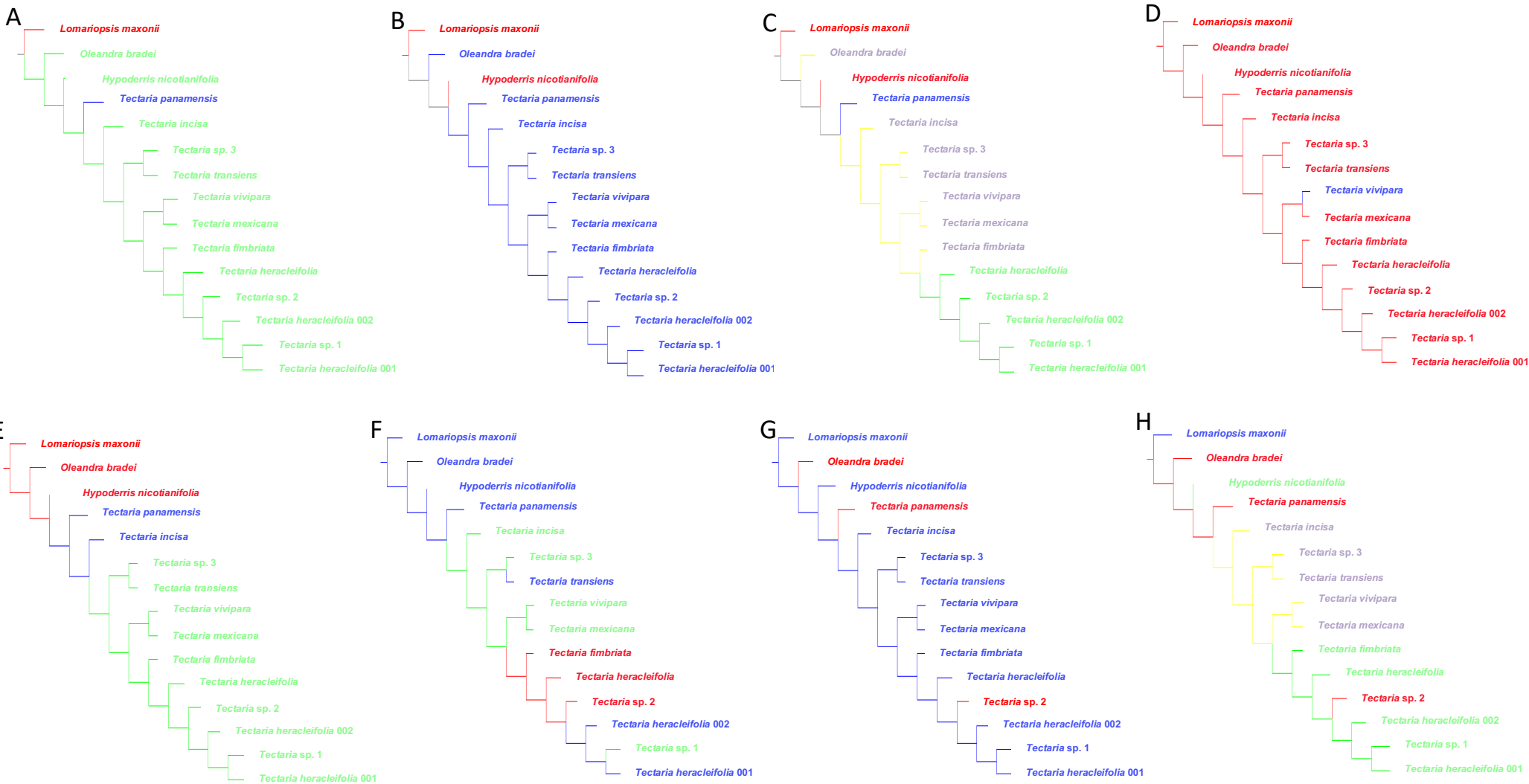




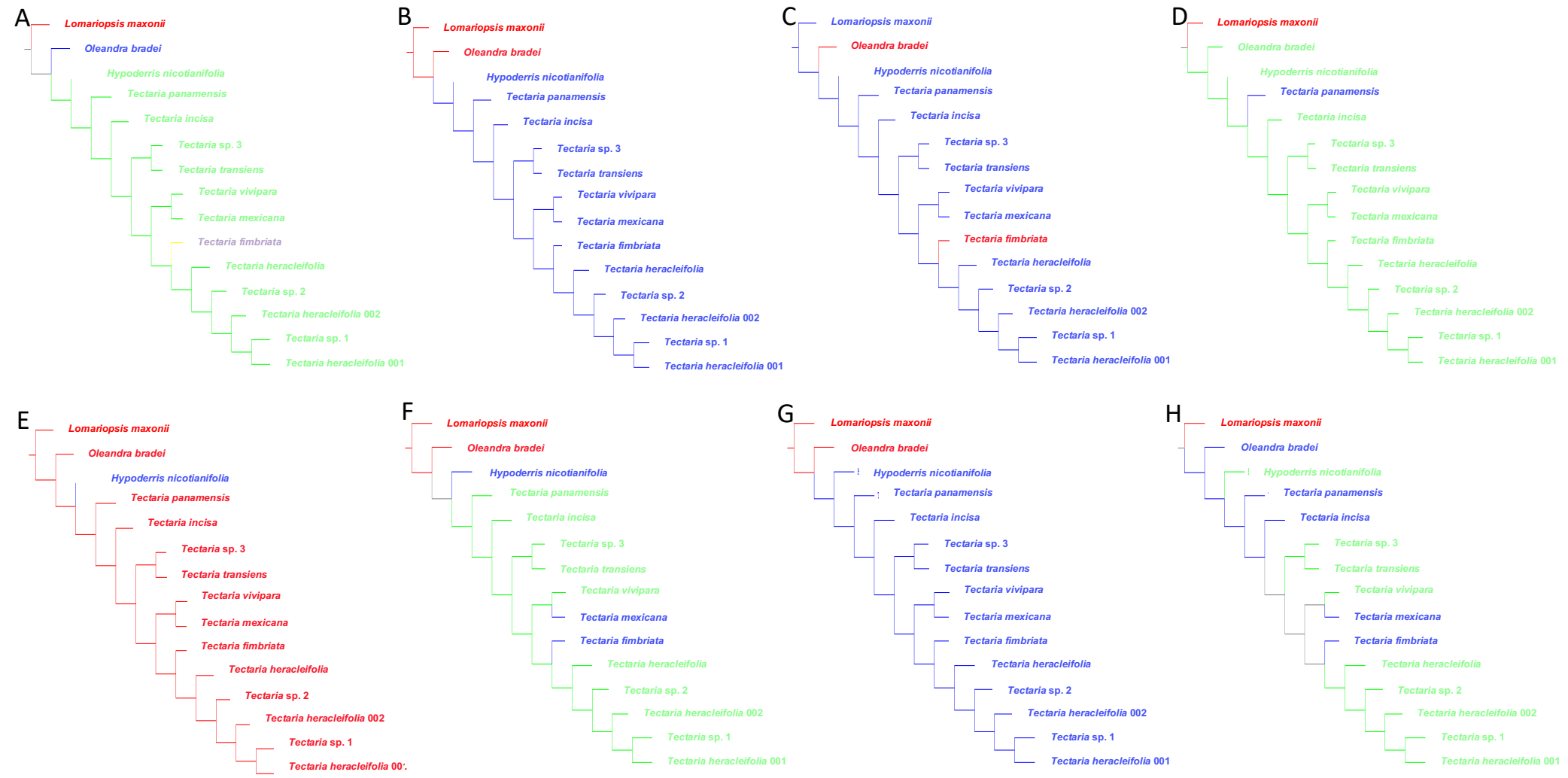
**Anexo 16.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos: **A.** Porcentaje de venillas incluidas: 0% (rojo), 1-15 % (azul), mayor a 15 % (verde).



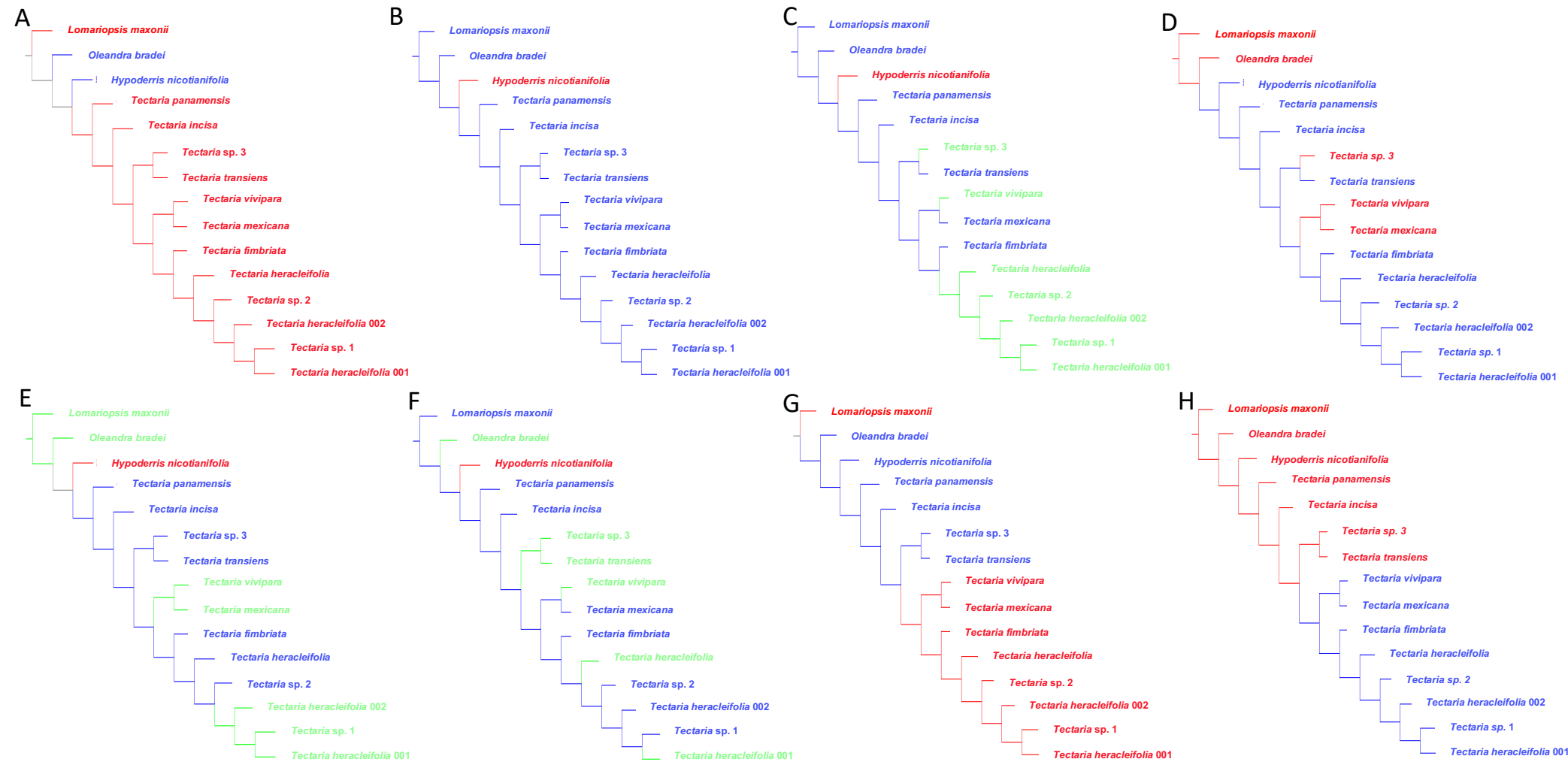
**Anexo 17.** Análisis de caracteres morfológicos + palinológicos: **A.** Diferenciación de la hoja: Dimorfa (rojo), monomorfa (azul), **B.** División de la lámina: Entera (rojo), lobada a pinnada (azul), 2-pinnada-pinnatífida (verde), **C.** Relación pecíolo lámina: Corto o ausente (rojo), casi tan largo como la lámina (azul), 1-2 veces más largo que la lámina (verde), **D.** Venillas incluidas: Ausentes (roja), Presentes (azul), **E.** Pelos en raquis y costa: Ausentes (roja), Presentes (azul), **F.** Escamas en el rizoma: Ausentes (roja), presentes (azul), **G.** Color de las escamas en rizoma: Sin escamas (rojo), Pajizo-ferrugíneas (azul), pardo-rojizo (verde), bicoloras (amarillo), **H.** Tipo de rizoma: Rastrero (rojo), semi-erecto (azul), erecto (verde).



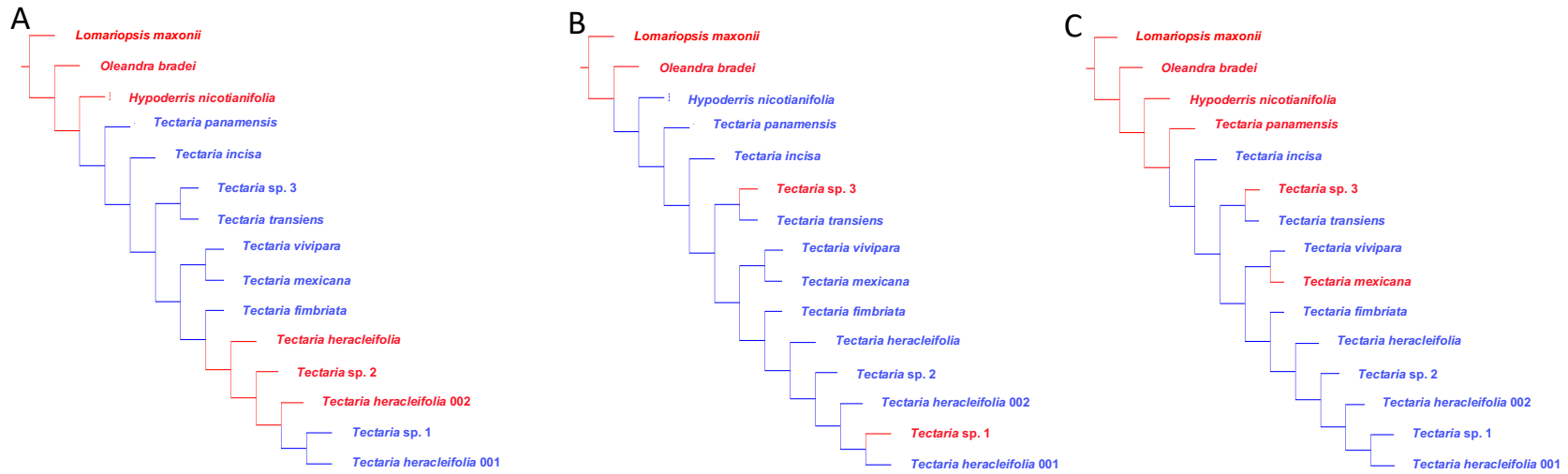
**Anexo 18.** Análisis de caracteres morfológicos + palinológicos, **A.** Soros: Acrosticoide (rojo), Alargados (azules), redondeado (verde), **B.** Indusio: Ausente (rojo), Presente (azul), **C.** Tipo de indusio: Sin indusio (rojo), lineal (azul), peltado (verde), reniforme (amarillo), **D.** Yemas axilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E.** Margen del ápice: Repando (rojo), entero (azul), dentado-aserrado (verde), **F.** Base del segmento apical: Cordiforme (rojo), cuneado (azul), decurrente (verde), **G.** Pares de pinnas: Ausentes (rojo), presentes (azul), **H.** Número de pares de pinnas: Sin pares (rojo), 7-19 (azul), 1-4 (verde) 3-7 (amarillo).



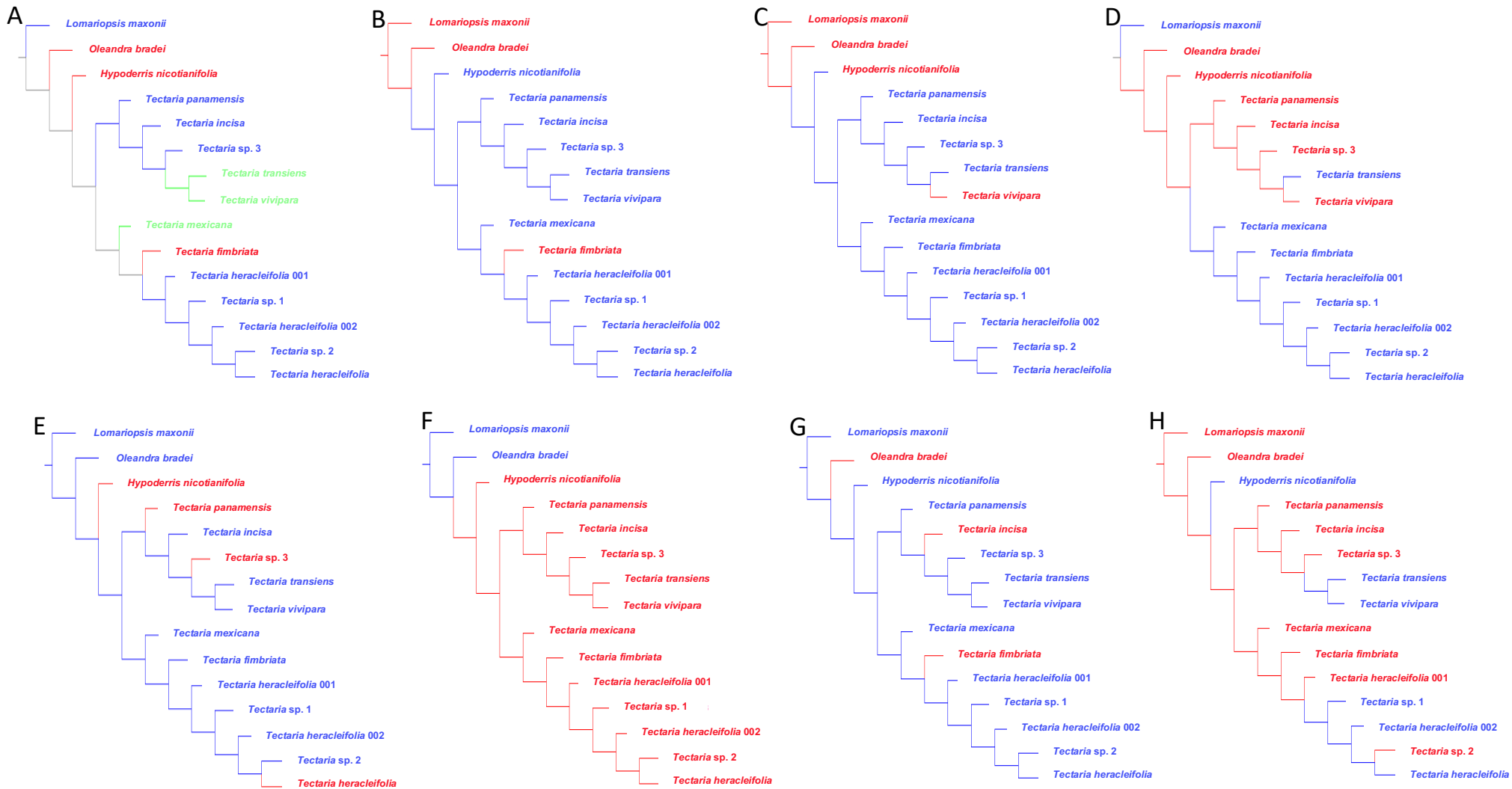
**Anexo 19.** Análisis de caracteres morfológicos + palinológicos: **A.** Tipo de hábito: Hemiepífito (rojo), epífito (azul), terrestre (verde), rupícola (amarillo), **B.** Tipo de venación: Libre (rojo), reticulada (azul), **C.** Pecíolo sulcado: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Posición de los soros: Acrosticoide (rojo), marginales (azul), dispersos (verde), **E.** Raquis alado: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Porcentaje de venillas incluidas: 0% (rojo), 1-15 % (azul), mayor a 15 % (verde), **G.** Longitud de la apertura de la espora:  $\frac{3}{4}$  (rojo),  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  (azul), **H.** Tipo de alas de la espora: Prominentes (rojo), pequeñas (azul), sin alas (verde).



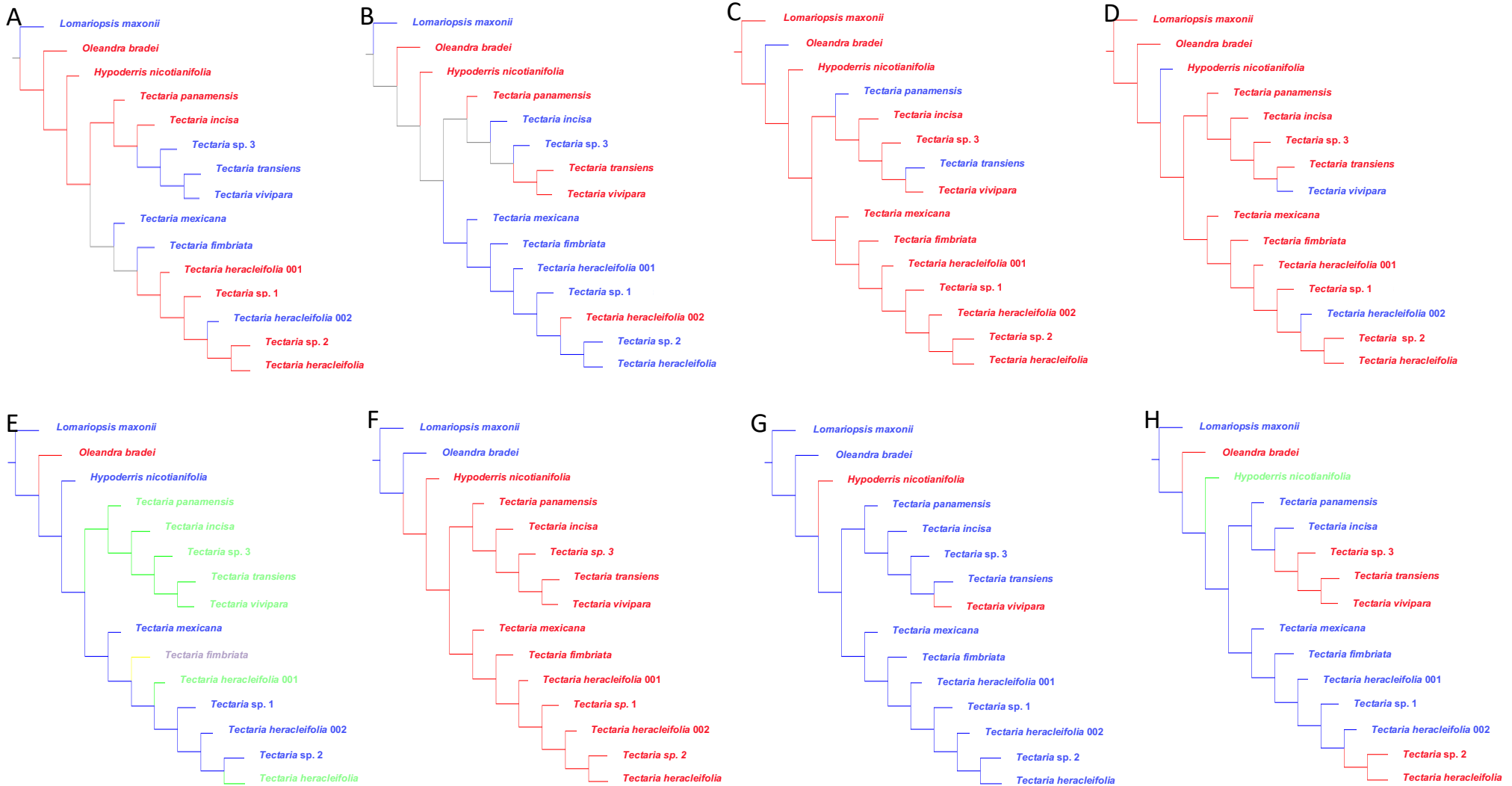
**Anexo 20.** Análisis de caracteres morfológicos + palinológicos: **A.** Perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul), **B.** Pliegues en el perisporio: Ausentes (rojo), presentes (azul), **C.** Grosor de los pliegues: Sin pliegues (rojo), delgados (azul), gruesos (verde), **D.** Superficie de la espora perforada: Ausente (rojo), presente (azul), **E.** Espacio entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), poco espacio (azul), mucho espacio (verde), **F.** Elemento entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), reticulados (azul), microequinados (verde), **G.** Interior del perisporio con pilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **H.** Interior del perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul).



**Anexo 21.** Análisis de caracteres morfológicos + palinológicos: **A.** Pliegues cavados equinados: Ausente(rojo), presente (azul), **B.** Forma de la espora: Esférica (rojo), elipsoidal (azul), **C.** Pliegues con espinas: Ausente (rojo), presente (azul).

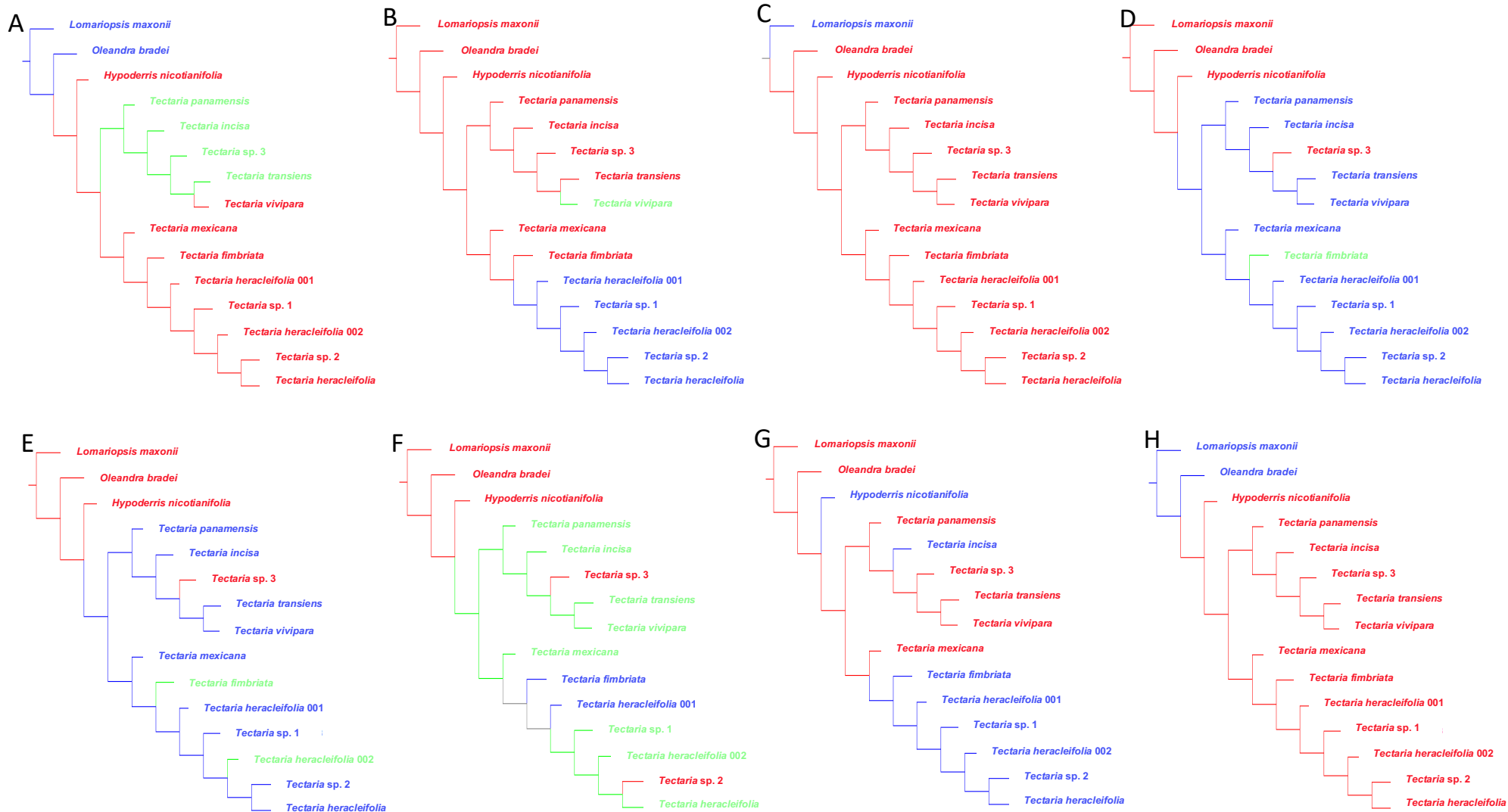


**Anexo 22.** Análisis de caracteres anatómicos + palinológicos: **A.** Número de meristelas en rizoma: 5-9 (rojo), 10-12 (azul), 13-14 (verde), **B.** Forma de meristelas en rizoma: Alargada (rojo), circular (azul), **C.** Número de hileras de periciclo en rizoma: 2-3 (rojo), 1-2 (azul), **D.** Esclereidas en el rizoma: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E.** Endodermis oscura en rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Cutícula gruesa en rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **G.** Número de células de metaxilema en raíz: 3-4 (rojo), 5-6 (azul), **H.** Protoxilema en contacto periciclo de raíz. 2-4 (rojo), 5-6 (azul).

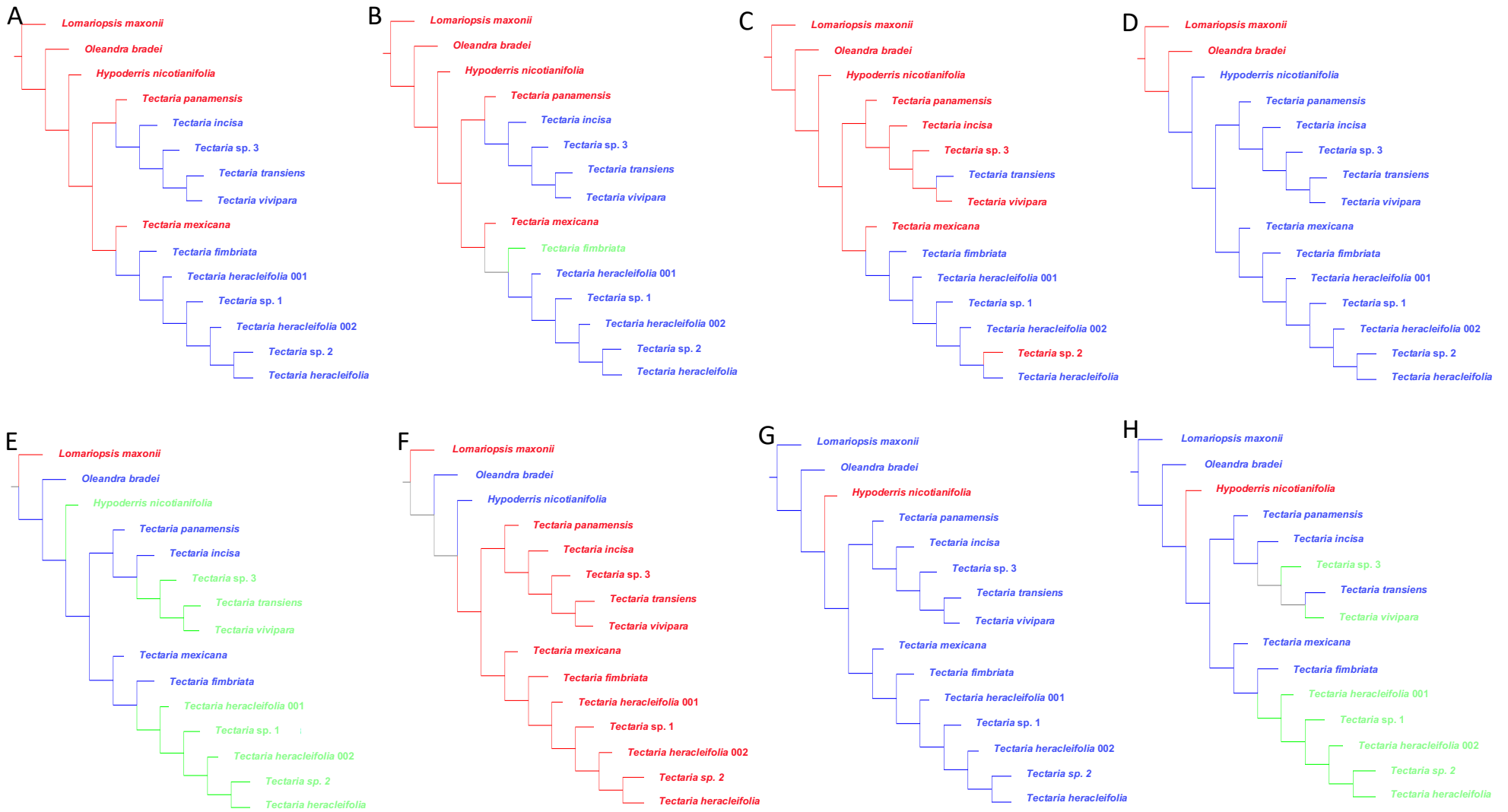


**Anexo 23.** Análisis de caracteres anatómicos + palinológicos: **A.** Número de hileras de células de periciclo en raíz: 1 (rojo), 1-2 (azul), **B.** Córtez con parénquima y engrosamientos pardos en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **C.** Córtez con parénquima y esclerénquima en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Córtez con parénquima en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **E.** Configuración de xilema en pecíolo: Media luna (rojo), tuba (azul), huella (verde), alargada (amarillo), **F.** Haces vasculares rodeados por esclerénquima: Ausentes (rojo), presentes (azul), **G.** Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis del pecíolo: Ausente (rojo), presente (azul), **H.** Cutícula del pecíolo: Gruesa (rojo), delgada (azul), sin cutícula (verde).

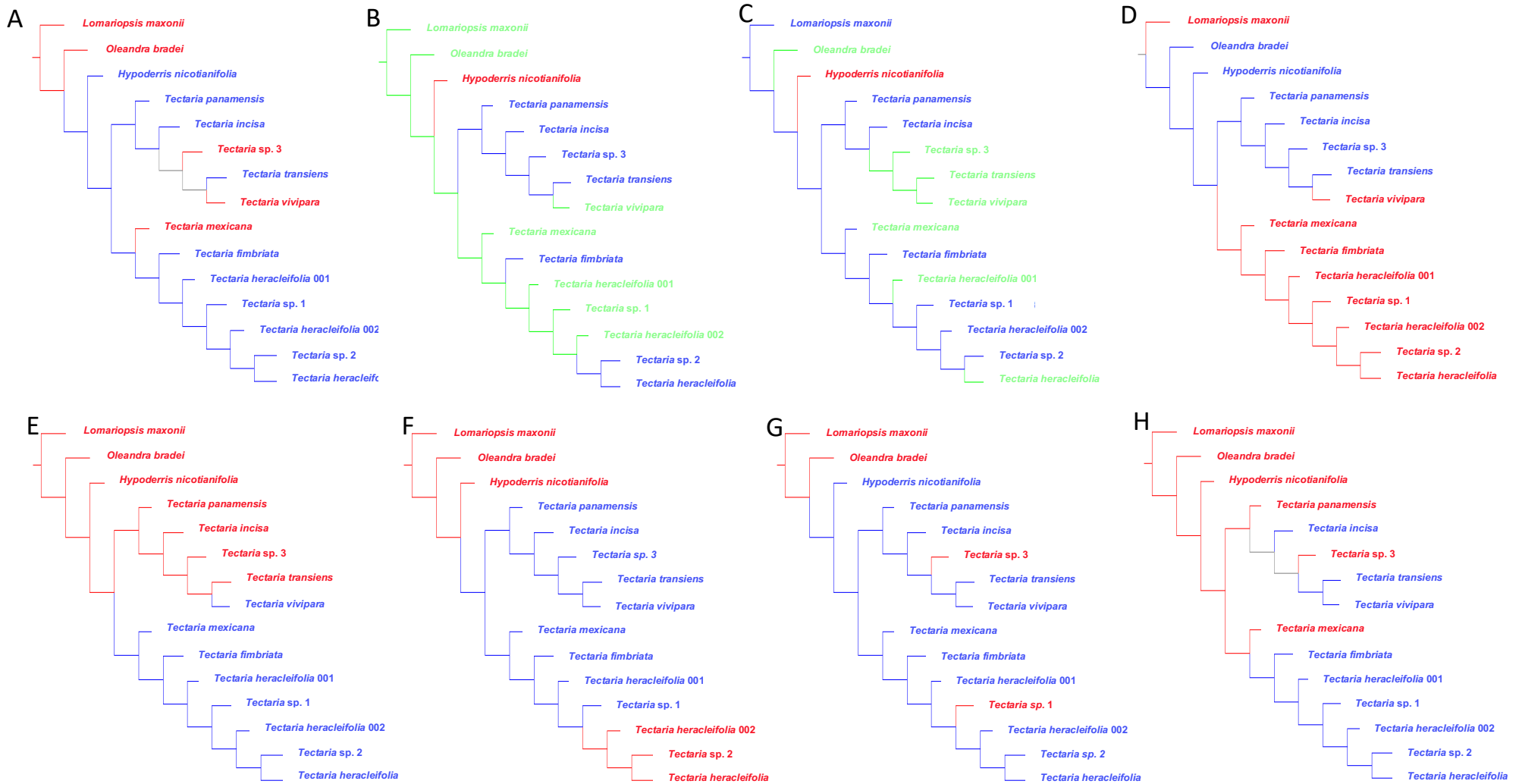




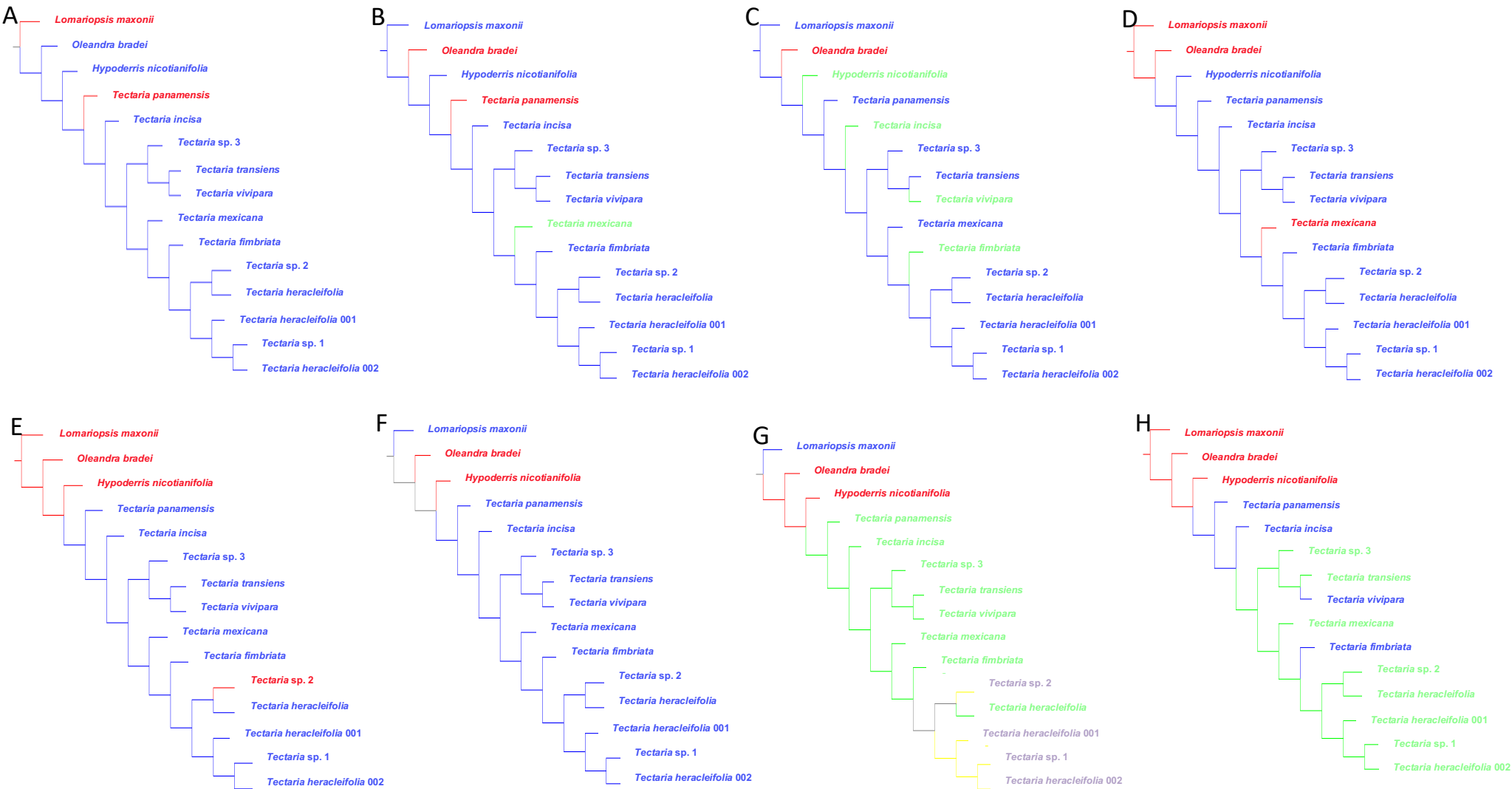
**Anexo 24.** Análisis de caracteres anatómicos + palinológicos: **A.** Número de haces vasculares en la costa: 1 (rojo), 2 (azul), 3-5 (verde), **B.** Configuración del xilema en la costa: Ovalada (rojo), triangular (azul), “W” (verde), **C.** Esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Número de haces en pecíolo basal: 8-9 (rojo), 5-7 (azul), 2 (verde), **E.** Número de haces en pecíolo medio: 7-8 (rojo), 5-6 (azul), 2-3 (azul), **F.** Número de haces en pecíolo final: 5-6 (rojo), 1-2 (azul), 3-4 (verde), **G.** Células pardas rodeando el haz del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul), **H.** Esclerénquima rodeando el haz del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul).



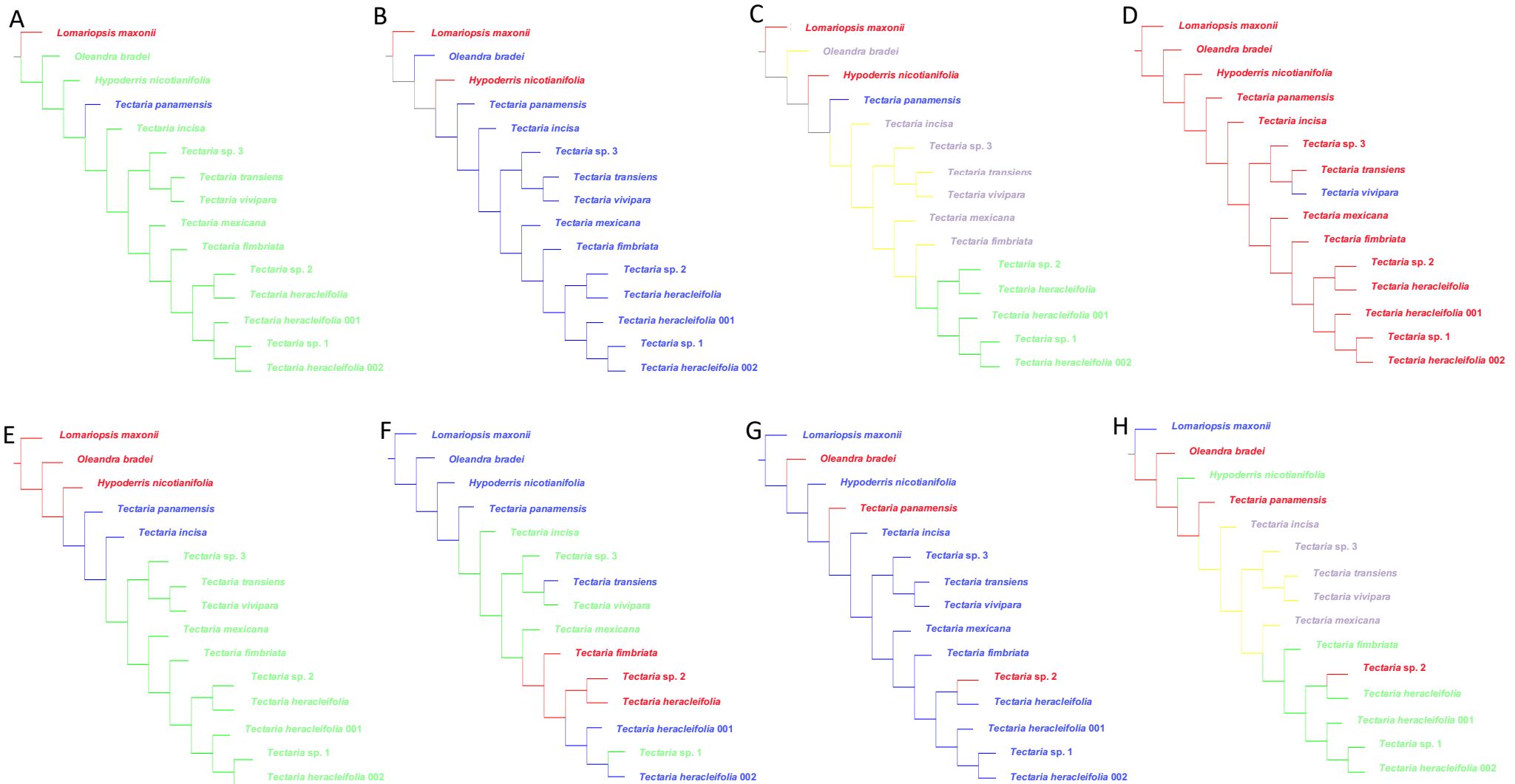
**Anexo 25.** Análisis de caracteres anatómicos + palinológicos: **A.** Pelos ctenitoides en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul), **B.** Posición de los pelos en el segmento foliar: Sin pelos (rojo), adaxial (azul), adaxial y abaxial (verde), **C.** Drusas en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul), **D.** Longitud de la apertura en la espora:  $\frac{3}{4}$  (rojo),  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  (azul), **E.** Tipo de alas en la espora: Prominentes (rojo), pequeñas (azul), sin alas (verde), **F.** Perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul), **G.** Pliegues en el perisporio: Ausentes (rojo), presentes (azul), **H.** Grosor de pliegues: Sin pliegues (rojo), delgados (azul), gruesos (verde).



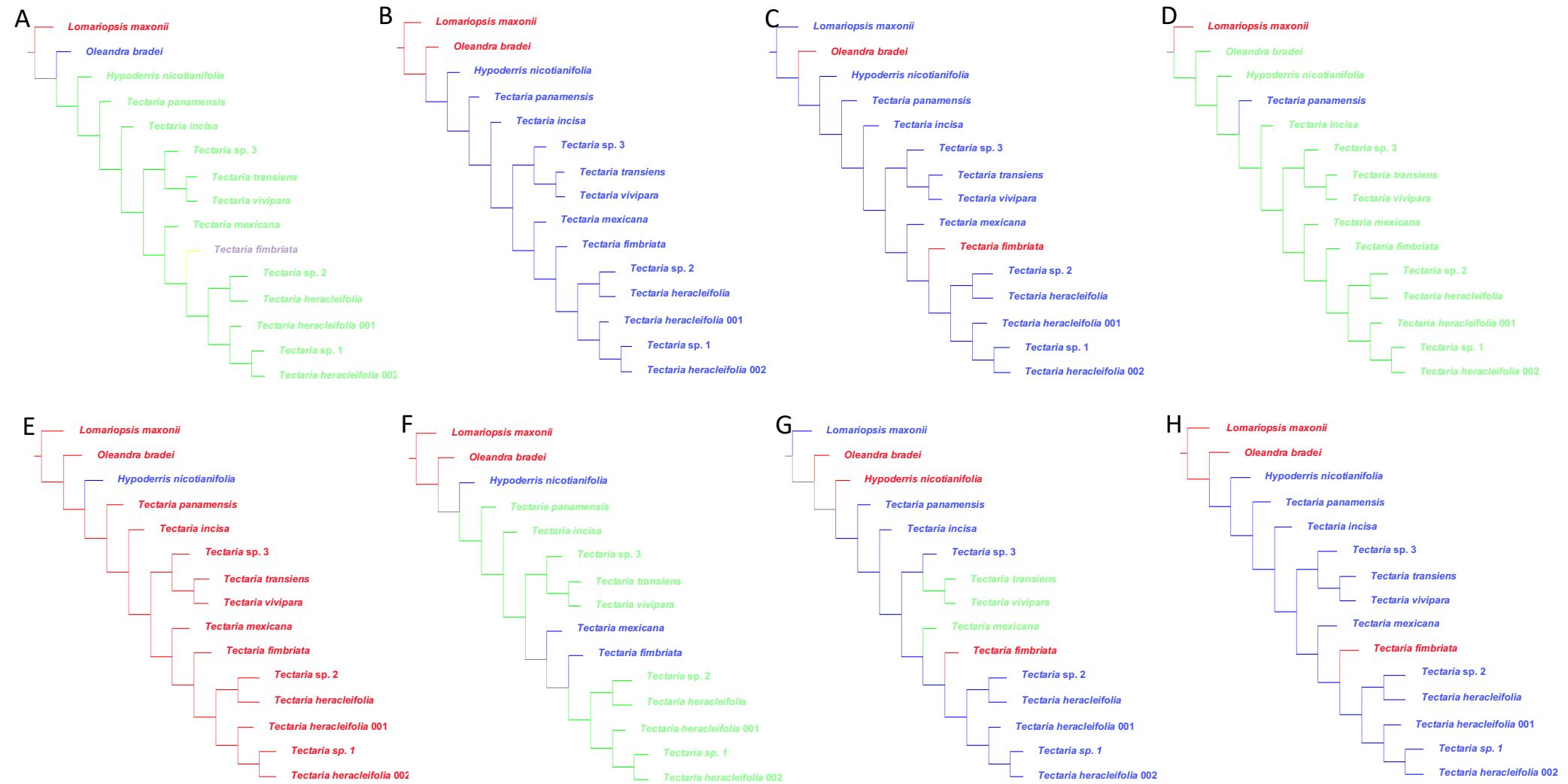
**Anexo 26.** Análisis de caracteres anatómicos + palinológicos: **A.** Superficie perforada: Ausente (rojo), presente (azul), **B.** Espacio entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), poco espacio (azul), mucho espacio (verde), **C.** Elementos entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), reticulados (azul), microequinados (verde), **D.** Interior del perisporio con pilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E.** Interior del perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Pliegues cavados equinados: Ausente(rojo), presente (azul), **G.** Forma de la espora: Esférica (rojo), elipsoidal (azul), **H.** Pliegues con espinas: Ausente (rojo), presente (azul).



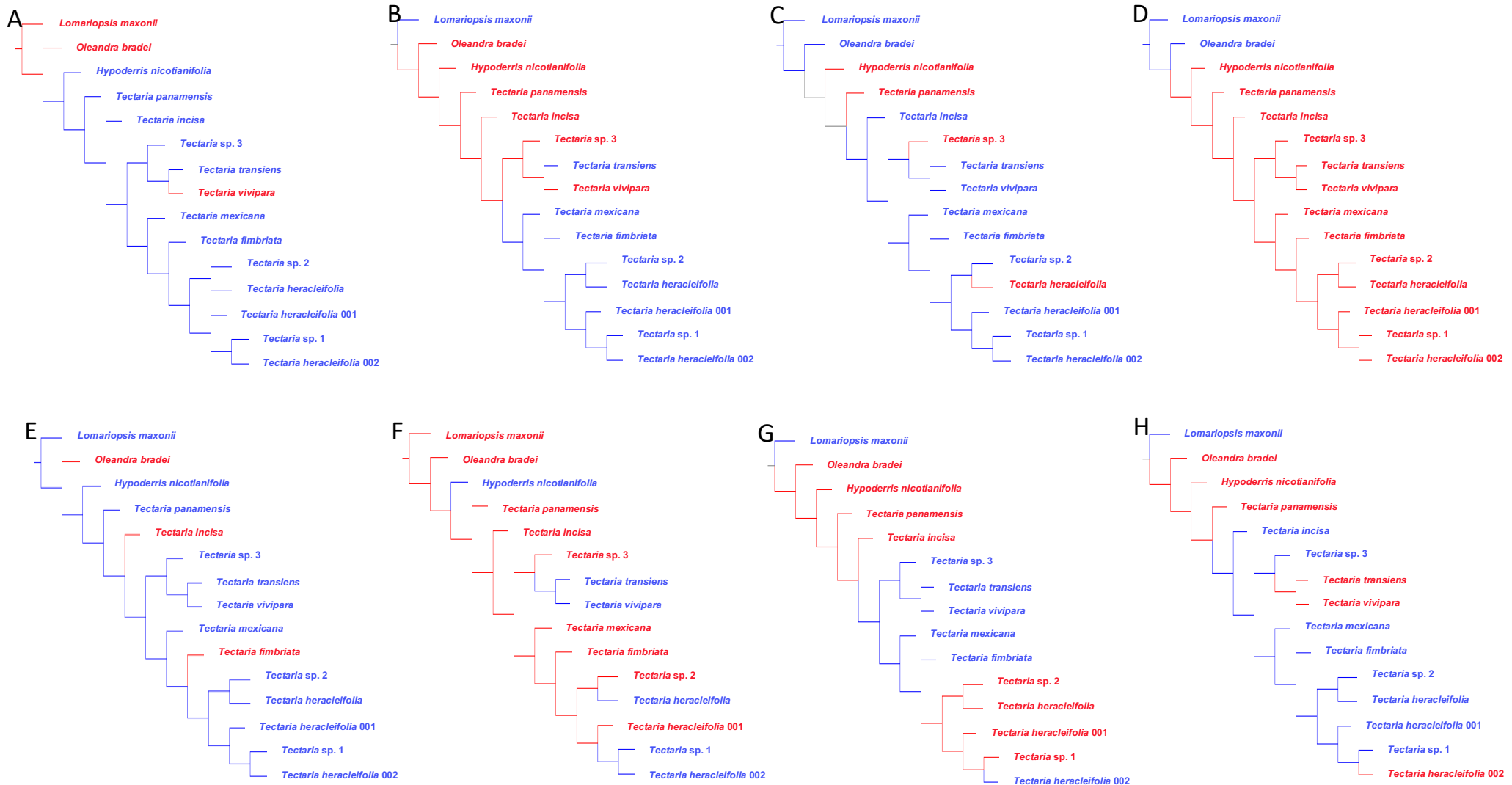
**Anexo 27.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A.** Diferenciación de hoja: Dimorfa (rojo), monomorfa (azul), **B.** División de lámina: Entera (rojo), lobada a pinnada (azul), 2-pinnada-pinnatífida (verde), **C.** Relación pecíolo lámina: Corto o ausente (rojo), casi tan largo como la lámina (azul), 1-2 veces más largo que la lámina (verde), **D.** Venillas incluidas: Ausentes (roja), Presentes (azul), **E.** Pelos en raquis y costa: Ausentes (roja), Presentes (azul), **F.** Escamas en el rizoma: Ausentes (roja), Presentes (azul), **G.** Color de escamas en rizoma: Sin escamas (rojo), Pajizo-ferrugíneas (azul), Pardo-rojizo (verde), bicoloras (amarillo), **H.** Tipo de rizoma: Rastrero (rojo), semi-erecto (azul), erecto (verde).



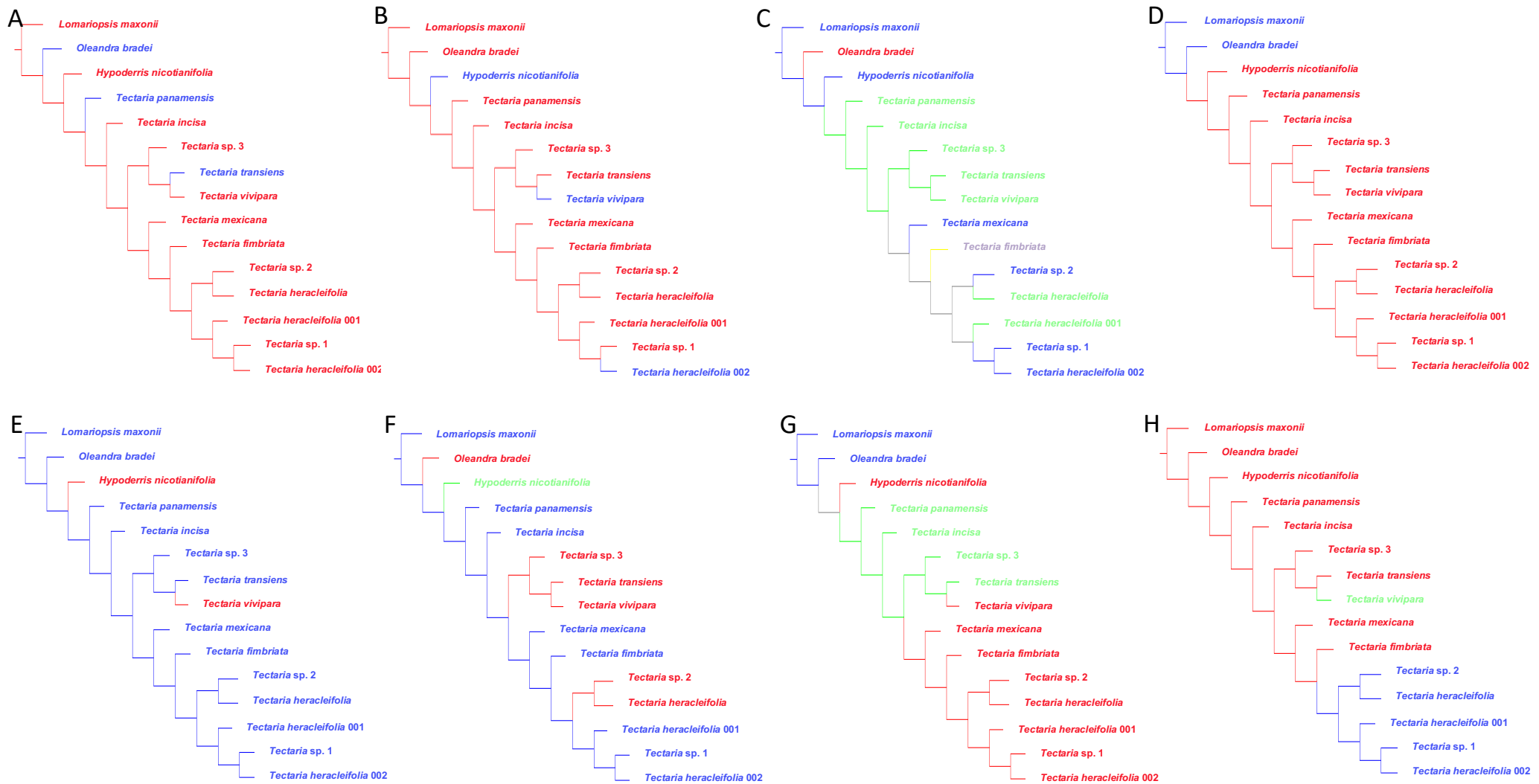
**Anexo 28.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A**. Soros: Acrosticoide (rojo), Alargados (azules), redondeado (verde), **B**. Indusio: Ausente (rojo), Presente (azul), **C**. Tipo de indusio: Sin indusio (rojo), lineal (azul), peltado (verde), reniforme (amarillo), **D**. Yemas axilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E**. Margen del ápice: Repando (rojo), entero (azul), dentado-aserrado (verde), **F**. Base del segmento apical: Cordiforme (rojo), cuneado (azul), decurrente (verde), **G**. Pares de pinnas: Ausentes (rojo), presentes (azul), **H**. Número de pares de pinnas: Sin pares (rojo), 7-19 (azul), 1-4 (verde) 3-7 (amarillo).



**Anexo 29.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A.** Tipo de hábito: Hemiepífito (rojo), epífito (azul), terrestre (verde), rupícola (amarillo), **B.** Tipo de venación: Libre (rojo), reticulada (azul), **C.** Pecíolo sulcado: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Posición de soros: Acrosticoide (rojo), marginales (azul), dispersos (verde), **E.** Raquis alado: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Porcentaje de venillas incluidas: 0% (rojo), 1-15 % (azul), mayor a 15 % (verde), **G.** Número de meristelas en rizoma: 5-9 (rojo), 10-12 (azul), 13-14 (verde), **H.** Forma de meristela en rizoma: Alargada (rojo), circular (azul).

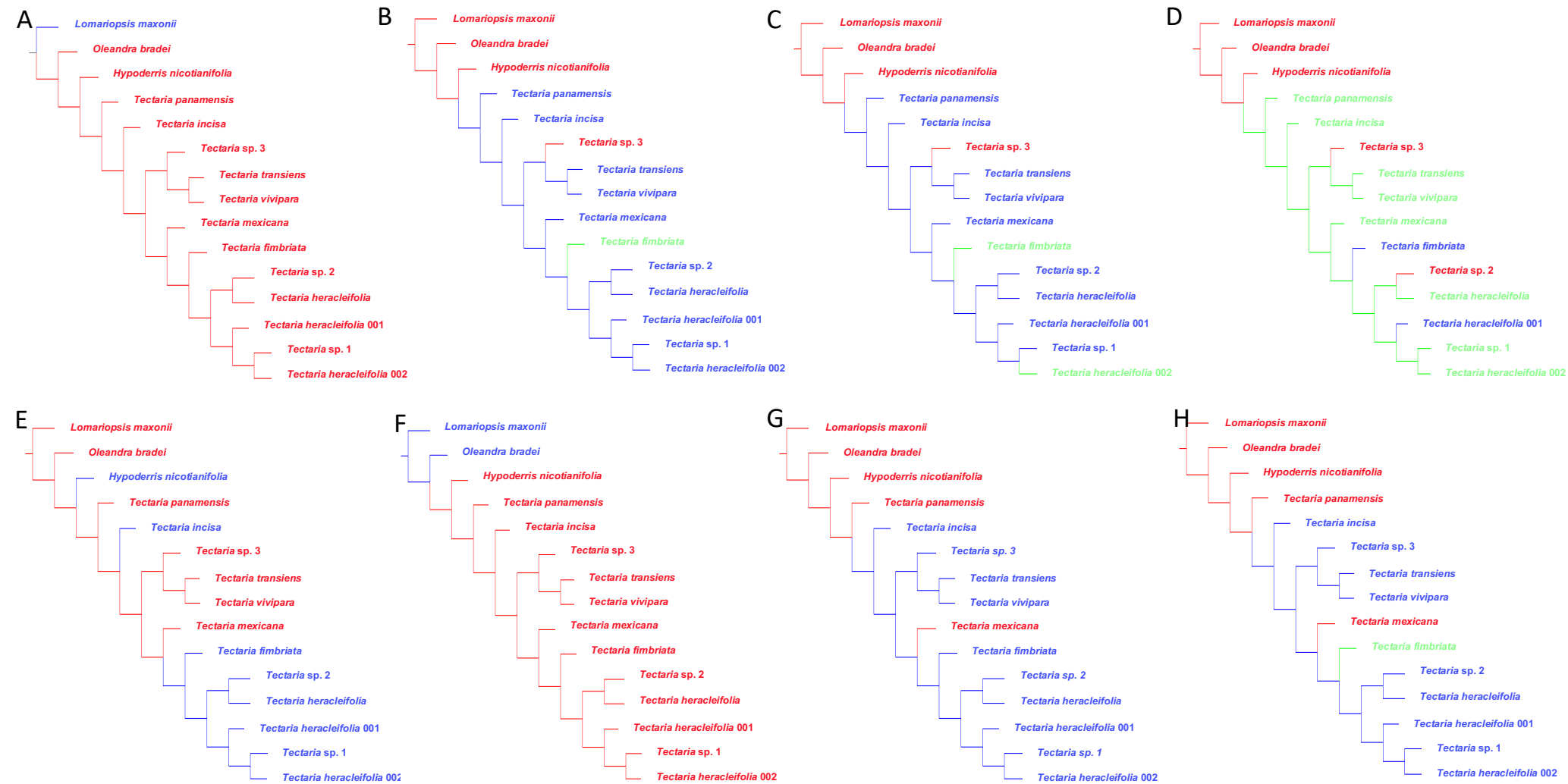


**Anexo 30.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A.** Número de hileras de periciclo en rizoma: 2-3 (rojo), 1-2 (azul), **B.** Esclereidas en el rizoma: Ausentes (rojo), presentes (azul), **C.** Endodermis oscura del rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Cutícula gruesa en rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **E.** Número de células de metaxilema en raíz: 3-4 (rojo), 5-6 (azul), **F.** Protoxilema en contacto con el periciclo de raíz. 2-4 (rojo), 5-6 (azul), **G.** Hileras de células de periciclo en raíz: 1 (rojo), 1-2 (azul), **H.** Córtex con parénquima y engrosamientos pardos raíz: Ausente (rojo), presente (azul).

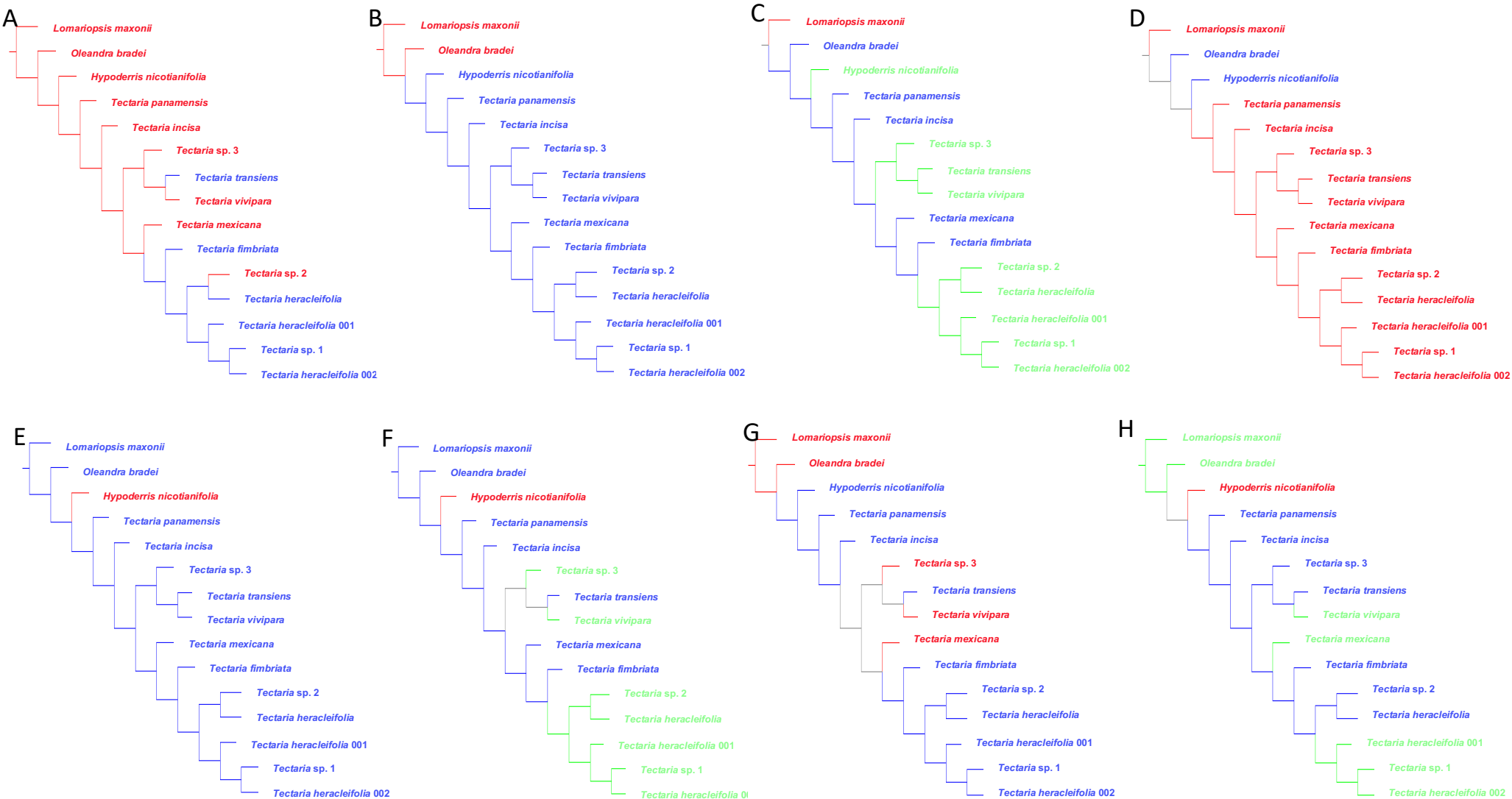


**Anexo 31.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A.** Córtex con parénquima y esclerénquima en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **B.** Córtex con parénquima en raíz: Ausente (rojo), presente (azul), **C.** Configuración de xilema en peciolo: Media luna (rojo), tuba (azul), huella (verde), alargada (amarillo), **D.** Haces vasculares rodeados por esclerénquima: Ausentes (rojo), presentes (azul), **E.** Células engrosadas del córtex en contacto con la epidermis del peciolo: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Cutícula del peciolo: Gruesa (rojo), delgada (azul), sin cutícula (verde), **G.** Número de haces vasculares en la costa: 1 (rojo), 2 (azul), 3-5 (verde), **H.** Configuración del xilema en la costa: Ovalada (rojo), triangular (azul), “W” (verde).

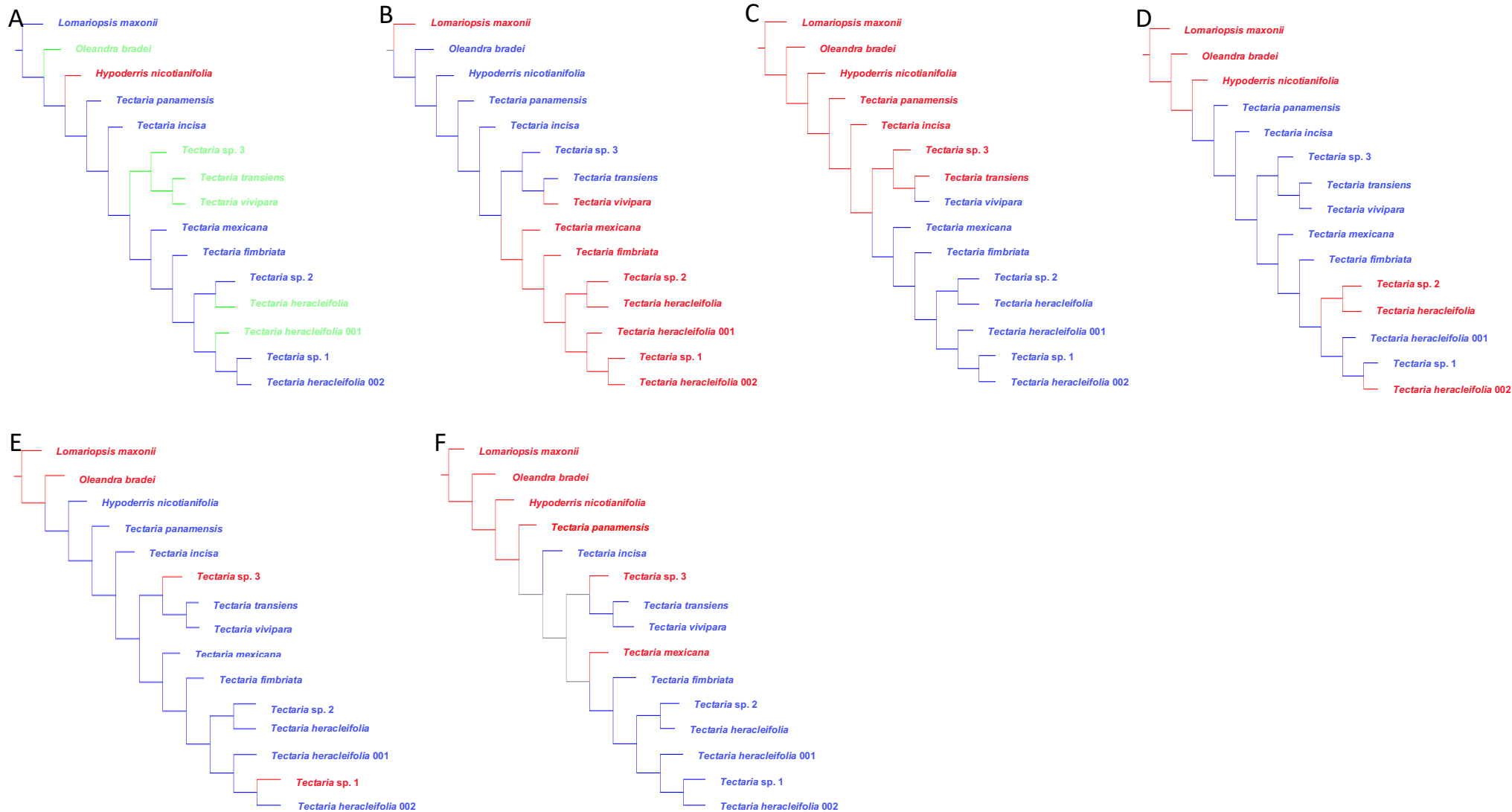




**Anexo 32.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A.** Esclerénquima rodeando las meristelas del rizoma: Ausente (rojo), presente (azul), **B.** Número de haces pecíolo basal: 8-9 (rojo), 5-7 (azul), 2 (verde), **C.** Número de haces vasculares del pecíolo medio: 7-8 (rojo), 5-6 (azul), 2-3 (verde), **D.** Número de haces vasculares en el pecíolo final: 5-6 (rojo), 1-2 (azul), 3-4 (verde), **E.** Células pardas rodeando el haz del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul), **F.** Esclerénquima rodeando el haz del segmento foliar: Ausente (rojo), presente (azul), **G.** Pelos ctenitoides en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul), **H.** Posición de los pelos ctenitoides en el segmento foliar: Sin pelos (rojo), adaxial (azul), adaxial y abaxial (verde).



**Anexo 33.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A.** Drusas en segmento foliar: Ausentes (rojo), presentes (azul), **B.** Longitud de la apertura en espora:  $\frac{3}{4}$  (rojo),  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  (azul), **C.** Tipo de alas en la espora: Prominentes (rojo), pequeñas (azul), sin alas (verde), **D.** Perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul), **E.** Pliegues en el perisporio: Ausentes (rojo), presentes (azul), **F.** Grosor de los pliegues: Sin pliegues (rojo), delgados (azul), gruesos (verde), **G.** Superficie de la espora perforada: Ausente (rojo), presente (azul), **H.** Espacio entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), poco espacio (azul), mucho espacio (verde).



**Anexo 34.** Análisis de caracteres morfológicos + anatómicos + palinológicos: **A.** Elemento entre los pliegues: Sin pliegues (rojo), reticulados (azul), microequinados (verde), **B.** Interior del perisporio con pilares: Ausentes (rojo), presentes (azul), **C.** Interior del perisporio equinado: Ausente (rojo), presente (azul), **D.** Pliegues cavados equinados: Ausente(rojo), presente (azul), **E.** Forma de la espora: Esférica (rojo), elipsoidal (azul), **F.** Pliegues con espinas: Ausente (rojo), presente (azul).



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00202

Matrícula: 2163802197

Filogenia y Taxonomía de las especies mexicanas del género *Tectaria* (Tectariaceae-Polypodiopsida) basada en caracteres morfológicos.



Con base en la Legislación de la Universidad Autónoma Metropolitana, en la Ciudad de México se presentaron a las 11:00 horas del día 28 del mes de julio del año 2021 POR VÍA REMOTA ELECTRÓNICA, los suscritos miembros del jurado designado por la Comisión del posgrado:

DRA. MAHINDA MARTINEZ Y DIAZ SALAS  
M. EN C. ANGELICA MARTINEZ BERNAL  
DR. LUIS MANUEL GUEVARA CHUMACERO  
DRA. SUSANA ADRIANA MONTAÑO ARIAS

Bajo la Presidencia de la primera y con carácter de Secretaria la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN BIOLOGIA

DE: EVERARDO VELAZQUEZ MORALES

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

## APROBAR

Acto continuo, la presidenta del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

EVERARDO VELAZQUEZ MORALES  
ALUMNO

REVISÓ  
MTRA. ROSALIA SERRANO DE LA PAZ  
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CBS

DRA. SARA LUCIA CAMARGO RICALDE

PRESIDENTA

DRA. MAHINDA MARTINEZ Y DIAZ SALAS

VOCAL

M. EN C. ANGELICA MARTINEZ BERNAL

VOCAL

DR. LUIS MANUEL GUEVARA CHUMACERO

SECRETARIA

DRA. SUSANA ADRIANA MONTAÑO ARIAS