



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Biológicas

Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

**Actualización taxonómica y distribución de las especies
peruanas del género *Cheilanthes* Sw. (Pteridaceae)**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en
Botánica

AUTOR

Soledad Ubaldina RIVERA GUILLEN

ASESOR

Dra. Blanca Rosa LEÓN BOCANGEL DE YOUNG

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Rivera, S. (2022). *Actualización taxonómica y distribución de las especies peruanas del género Cheilanthes Sw. (Pteridaceae)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Soledad Ubaldina Rivera Guillen
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46118901
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1250-3786
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Blanca Rosa León Bocangel de Young
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06341319
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6307-8639
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Betty Gaby Millán Salazar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06181829
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	José Eduardo Roque Gamarra
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08127013
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jasmín Alexandra Opisso Mejía
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09337584
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.1.1.2. BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Grupo de investigación	ESTUDIO DE LAS POBLACIONES AMENAZADAS DE LA FLORA – FLORAM
Agencia de financiamiento	<p>Perú, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 374-2019-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS.</p> <p>Perú, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 002-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS.</p> <p>Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Vicerrectorado de Investigación y Posgrado, GI-FLORAM, RR N° 03556-R-19.</p> <p>Perú, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 028-FONDECYT-BM-IADT-AV.</p>
Ubicaciones geográficas de la investigación	<p>Pais: Perú Departamento: Apurímac Provincia: Chincheros Distrito: Chincheros Longitud: -73.6323888888889 Latitud: -13.5505277777778</p> <p>Pais: Perú Departamento: Apurímac Provincia: Aymares Distrito: Cotaruse Longitud: -73.3206666666667 Latitud: -14.5437500000000</p> <p>Pais: Perú Departamento: Apurímac Provincia: Aymares Distrito: Chalhuanca Longitud: -73.2539722222222 Latitud: -14.0763888888889</p> <p>Pais: Perú Departamento: Apurímac Longitud: -72.9681944444444 Latitud: -13.6783611111111</p> <p>Pais: Perú Departamento: Apurímac Provincia: Abancay</p>

Distrito: Pichirhua
Longitud: -72.9279166666667
Latitud: -13.6755000000000

Pais: Perú
Departamento: Apurímac
Longitud: -72.8368888888889
Latitud: -13.4335000000000

Pais: Perú
Departamento: Apurímac
Provincia: Abancay
Distrito: Lambrama
Longitud: -72.8306111111111
Latitud: -13.8083333333333

Pais: Perú
Departamento: Apurímac
Provincia: Grau
Distrito: Chuquibambilla
Longitud: -72.6159166666667
Latitud: -14.0859444444444

Pais: Perú
Departamento: Apurímac
Provincia: Abancay
Distrito: Curahuasi
Longitud: -72.6123611111111
Latitud: -13.5503111111111

Pais: Perú
Departamento: Apurímac
Provincia: Grau
Distrito: Progreso
Longitud: -72.5043611111111
Latitud: -14.0637777777778

Pais: Perú
Departamento: Apurímac
Provincia: Cotabambas
Distrito: Cotabambas
Longitud: -72.3418333333333
Latitud: -13.6858888888889

Pais: Perú
Departamento: Ayacucho
Provincia: Lucanas
Longitud: -74.0693611111111
Latitud: -14.6903055555556

Pais: Perú
Departamento: Huancavélica
Provincia: Castrovirreyna

	<p>Distrito: San Juan Longitud: -75.6303888888889 Latitud: -13.2605555555556</p> <p>Pais: Perú Departamento: Junín Provincia: Yauli Distrito: Santa Barbara de Carhuacayan Longitud: -76.4555833333333 Latitud: -11.2127777777778</p> <p>Pais: Perú Departamento: Lima Provincia: Oyon Distrito: Oyon Longitud: -76.7692222222222 Latitud: -10.5931388888889</p> <p>Pais: Perú Departamento: Lima Provincia: Huarochirí Distrito: San Jerónimo de Surco Longitud: -76.4334833333333 Latitud: -11.8954666666667</p> <p>Pais: Perú Departamento: Lima Provincia: Huarochirí Distrito: San Mateo Longitud: -76.2367972222222 Latitud: -11.7780638888889</p> <p>Pais: Perú Departamento: Lima Provincia: Huarochirí Longitud: -76.1148333333333 Latitud: -12.0502222222222</p> <p>Herbarios nacionales: HUT: Herbario de la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. USM: Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. HUSA: Herbario de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. HSP: Herbario Sur Peruano, Arequipa, Perú.</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 - 2022
URL de disciplinas OCDE	Ciencias de las plantas, Botánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.10



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN BOTÁNICA
(MODALIDAD: SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS)**

Siendo las 10:02 horas del 03 de mayo de 2022, en el Salón de Grados Virtual de la Facultad de Ciencias Biológicas cuya dirección electrónica fue <https://zoom.us/j/93616155916?pwd=N3Z2LzZUTk5HcnJvNU5uSTBUWUo5UT09>, y en presencia del Jurado formado por los profesores que suscriben, se inició la sesión para optar al **Título Profesional de Bióloga con mención en Botánica** de **SOLEDAD UBALDINA RIVERA GUILLEN**.

Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° UNMSM-20220005699, la titulando expuso su tesis: “**ACTUALIZACIÓN TAXONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES PERUANAS DEL GÉNERO *Cheilanthes* Sw. (PTERIDACEAE)**”, y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota **20**, calificativo: **Aprobado con máximos honores**.

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el **Título Profesional de Bióloga con mención en Botánica** a **SOLEDAD UBALDINA RIVERA GUILLEN** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las 11:30 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 03 de mayo de 2022.

Dra. BETTY G. MILLÁN SALAZAR
(PRESIDENTA)

Dra. BLANCA R. LEÓN BOCANGEL
(ASESORA)

Mg. JOSÉ E. ROQUE GAMARRA
(MIEMBRO)

Blga. JASMÍN A. OPISSO MEJÍA
(MIEMBRO)

Dedico esta tesis con mucho cariño a mi familia, en especial a mi Mamá y Papá, por el inmenso apoyo brindado en toda mi etapa universitaria y posterior a ella.

A mis hermanos y hermanas que desde lejos me desearon lo mejor para concluir mi tesis.

Gracias Haydee Guillen por darme la oportunidad de ser su hija.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	xi
ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Helechos y Licófitas.....	3
2.2. Morfología	3
2.2.1. Partes del esporofito.....	4
2.3. Modos reproductivos en helechos	5
2.3.1. Ciclo de vida típico.....	5
2.4. Antecedentes del estudio	7
2.4.1. Sobre la familia Pteridaceae	7
2.4.2. Sobre el género <i>Cheilanthes</i>	8
2.4.3. Clasificación taxonómica	10
2.4.4. Aceptación de las especies de <i>Cheilanthes</i> en la pteridoflora peruana.....	10
2.4.6. Antecedentes sobre tratamientos de las especies consideradas en <i>Cheilanthes</i>	12
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	16
3.1. Hipótesis de investigación	16
3.2. Objetivos	17
3.2.1. Objetivo general.....	17
3.2.2. Objetivos específicos.....	17
4. MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1. Materiales.....	18
4.1.1. Material biológico.....	18
4.1.2. Materiales e instrumentos para la colecta de los ejemplares	18
4.1.3. Materiales e instrumentos empleados en laboratorio y herbarios.....	18
4.2. Métodos	18
4.2.1. Área de estudio.....	18

4.2.2. Muestreo.....	18
4.2.2.1. Colecciones realizadas en campo.....	19
4.2.2.2. Revisión de herbarios	21
4.3. Datos procesados y Análisis.....	22
4.3.1. Evaluación de los caracteres morfológicos de uso taxonómico.....	22
4.3.2. Análisis estadísticos comparativos de los caracteres cuantitativos	23
4.3.3. Evaluación de la venación	23
4.3.3.1. Técnica de diafanización.....	23
4.3.4. Evaluación micromorfológica de los esporangios y esporas	26
4.3.4.1. Examen de esporas	26
4.3.4.2. Técnica de aplastamiento	27
4.3.4.3. Análisis del número de esporas por esporangio.....	27
4.4. Presentación de las determinaciones taxonómicas y clasificación.....	27
4.4.1. Clasificación y determinación taxonómica.....	27
4.4.2. Descripción del género, clave y descripción de las especies	28
4.4.3. Realización de ilustraciones y figuras	29
4.4.4. Distribución geográfica y hábitat	29
5. RESULTADOS	31
5.1. Caracteres macromorfológicos y micromorfológicos de las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	31
5.2. Caracterización macromorfológica.....	31
5.2.1. El rizoma.....	31
5.2.2. El peciolo y el raquis.....	38
5.2.3. La lámina, pinna y los segmentos	38
5.2.4. Caracteres cuantitativos: longitud de la fronda, el peciolo y la lámina	41
5.2.5. Indumento en la lámina y ejes	47
5.2.5.1. Escamas.....	48
5.2.5.2. Microescamas.....	52
5.2.5.3. Escuámulas	53

5.2.5.4. Pelos.....	53
5.2.5.5. Margen de los segmentos, pseudoindusio	55
5.2.5.6. Venación.....	57
5.3. Caracterización micromorfológica.....	62
5.4. Distribución geográfica-Número de registro y especies	65
5.5. TRATAMIENTO TAXONÓMICO.....	72
5.5.1. Género <i>Cheilanthes</i>	72
5.5.1.1. Clave taxonómica	74
5.5.2. Descripción de las especies peruanas.....	77
1. <i>Cheilanthes arequipensis</i>	77
2. <i>Cheilanthes cantangensis</i>	82
3. <i>Cheilanthes fractifera</i>	85
4. <i>Cheilanthes fraseri</i>	88
5. <i>Cheilanthes incarum</i>	93
6. <i>Cheilanthes lonchophylla</i>	97
7. <i>Cheilanthes mollis</i>	100
8. <i>Cheilanthes obducta</i>	102
9. <i>Cheilanthes peruviana</i>	105
10. <i>Cheilanthes pilosa</i>	110
11. <i>Cheilanthes poeppigiana</i>	113
12. <i>Cheilanthes pruinata</i>	116
13. <i>Cheilanthes rufopunctata</i>	119
14. <i>Cheilanthes scariosa</i>	122
6. DISCUSIONES	127
6.1. Caracteres morfológicos de valor taxonómico	127
6.1.1. Sobre el carácter morfológico de la venación	127
6.1.2. Sobre el ciclo de vida en las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	128
6.2. Posición sistemática de las <i>Cheilanthes</i> peruanas	130

6.2.1. Tipo morfológico de <i>C. arequipensis</i> , <i>C. incarum</i> , <i>C. lonchophylla</i> , <i>C. peruviana</i> y <i>C. scariosa</i>	131
6.2.2. Tipo morfológico de <i>C. fractifera</i> y <i>C. fraseri</i>	132
6.2.3. Tipo morfológico de <i>C. pilosa</i> y <i>C. pruinata</i>	133
6.2.4. Tipo morfológico de <i>C. poeppigiana</i> y <i>C. rufopunctata</i>	133
6.2.5. Tipo morfológico de <i>C. mollis</i>	134
6.3. Distribución y hábitat de las especies de <i>Cheilanthes</i>	135
7. CONCLUSIONES	137
8. RECOMENDACIONES	139
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
10. ANEXOS	145
11. GLOSARIO	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracteres morfológicos de <i>Cheilanthes</i> que diferencian o son comunes con los géneros <i>Gaga</i> y <i>Myriopteris</i>	9
Tabla 2. Historia de la clasificación taxonómica del género <i>Cheilanthes</i>	10
Tabla 3. Lista de las especies peruanas (subfamilia Cheilanthoideae) del género <i>Cheilanthes</i> excluidas después de Tryon y Stolze (1989).....	11
Tabla 4. Catorce especies reconocidas y aceptadas incluidas aún en el género <i>Cheilanthes</i>	12
Tabla 5. Ubicación geográfica de cada localidad de colecta. El datum de referencia es WGS84.	20
Tabla 6. Caracteres morfológicos del rizoma en las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	32
Tabla 7. Caracteres morfológicos del indumento de rizoma en las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	34
Tabla 8. Rango de valores cuantitativos y promedios para caracteres de tamaño (largo y ancho) de las escamas en el rizoma para nueve especies peruanas de <i>Cheilanthes</i> (con más de 5 ejemplares examinados).	37
Tabla 9. Caracteres morfológicos del peciolo y el raquis en las especies peruanas...	38
Tabla 10. Caracteres morfológicos de la lámina, pinna y segmento en las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	40
Tabla 11. Rango de valores cuantitativos y promedios para caracteres de la longitud de la fronda (LF), del peciolo (LP) y de la lámina (LL) en ocho especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	42
Tabla 12. Especies con indumento característicos en las frondas y sin indumento....	47
Tabla 13. Caracteres morfológicos de las escamas, microescamas, escuámulas en la lámina y los ejes (peciolo y otros) en seis especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	50
Tabla 14. Caracteres morfológicos de los pelos en la lámina y los ejes en ocho especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	54
Tabla 15. Caracteres morfológicos del margen de los segmentos y pseudoindusios en la lámina de las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	56
Tabla 16. Forma y división de la lámina en nueve especies de <i>Cheilanthes</i> peruanas.	57
Tabla 17. Carácter morfológico de la forma de ápice de venillas en las especies de <i>Cheilanthes</i> peruanas.	62
Tabla 18. Número de los ejemplares de las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i> localizadas en los herbarios peruanos.....	65

Tabla 19. Matriz de presencia y ausencia de las especies de <i>Cheilanthes</i> peruanas en 20 departamentos.	69
Tabla 20: Número de esporas por esporangio para las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i>	130
Tabla 21. Ficha botánica de caracteres macromorfológicos y micromorfológicos.	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del esporofito de un miembro de Pteridaceae (izquierda) y Polypodiaceae (derecha) (León <i>et al.</i> 2012).....	3
Figura 2. Ciclo de vida típico de un helecho (León <i>et al.</i> 2012).....	5
Figura 3. Variantes del ciclo de vida de un helecho homosporado (Haufler <i>et al.</i> 2016).	6
Figura 4. Ambientes y localidades donde se realizó la colecta. A. Localidad entre la carretera Chincheros-Andahuaylas, km 595, Abancay, Apurímac; B. Prensado y tomando apuntes en libreta de campo, Ciudad de Abancay; C. Localidad de pueblo de Chocna, San Mateo, Lima; D. Localidad de camino a Choquequirao, Abancay, Apurímac; E. Río Apurímac, margen izquierdo del río Apurímac; F. Piso de cactáceas, localidad de Quicachas, Ático, Arequipa.	21
Figura 5. Proceso de extracción de pigmentos y diafanización de nueve pinnas para nueve especies de <i>Cheilanthes</i> . A. Instrumentos para la técnica; B. Muestras sometidas a alcohol de 60º, 70º, 80º, 90ºC; C. Muestras después de la extracción de pigmentos con alcohol; D. Muestras después de la extracción de pigmentos con hidróxido de sodio y lavadas con agua destilada.	25
Figura 6. Materiales para el montaje de esporangios.	26
Figura 7: Tipos y formas de las escamas en rizoma: A, B. Linear a acicular, ligeramente sinuosa de <i>C. arequipensis</i> y <i>C. obducta</i> , respectivamente; C. Acicular en <i>C. scariosa</i> ; D. Linear a lanceada en <i>C. fractifera</i> ; E. Lanceada a triangular en la base del peciolo y rizoma en <i>C. fractifera</i> ; F. Lanceada con ápice caudado en <i>C. fraseri</i> ; G, H. Linear a acicular, sinuosa en <i>C. incarum</i> y <i>C. peruviana</i> , respectivamente.....	35
Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes para <i>C. arequipensis</i> y <i>C. peruviana</i> . Especies morfológicamente similares. Fronda (F), Peciolo (P) y Lámina (L).	43
Figura 9. Diagrama de cajas y bigotes para <i>C. incarum</i> y <i>C. scariosa</i> . Especies morfológicamente similares. Fronda (F), Peciolo (P) y Lámina (L).	44
Figura 10. Diagrama de cajas y bigotes para <i>C. fraseri</i> y <i>C. obducta</i> . Especies morfológicamente diferentes. Fronda (F), Peciolo (P) y Lámina (L).....	45
Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes para <i>C. pilosa</i> y <i>C. pruinata</i> . Especies morfológicamente diferentes. Fronda (F), Peciolo (P) y Lámina (L).	46
Figura 12. Nueve tipos de las escamas foliares y en los ejes: A. Concolora a seudoclatradas en envés, margen laciniado a eroso; B. Concoloras, conformes de márgenes ciliados en el peciolo; C. Concoloras a seudoclatradas en envés, márgenes laciniados; D. Concolora inmadura en el peciolo (izquierda), bicolora en envés (derecha), márgenes laciniados en base desarrolla filamentos conspicuos, nótese el	

escaso lumen celular; E. Concolora a pseudoclatrada en envés, márgenes profundamente laciniados hacia la base; F. Concoloras a pseudoclatradas en raquis, márgenes laciniados, dentellados, erosos; G. Concolora a pseudoclatrada en envés, margen profundamente laciniado hacia la base; H. Concolora en el peciolo, margen eroso; I. Concoloras a pseudoclatradas en envés, márgenes profundamente laciniados hacia la base.	52
Figura 13. Tipos de microescamas y escuámulas: A. Microescama clatrada, lanceada a linear del haz, ca. 3 células de ancho y ca. 5 células de largo; B. Microescama concolora, linear a acicular del haz, ca 4 células de ancho; C. Escuámulas concoloras del peciolo.....	53
Figura 14. Tipos de pelos: A, B. Pelo dendroideo; C. Pelo simple con ápice ensanchado; D. Pelos glandulares con ápices diferenciados; E. Pelo radial, pseudoactinomorfo.....	55
Figura 15. Tipo I de patrón de venación en segmentos. A: <i>Cheilanthes arequipensis</i> , B: <i>C. peruviana</i> , C: <i>C. incarum</i> , D: <i>C. lonchophylla</i> , E: <i>C. scariosa</i> . Se nota el eje de simetría de cada segmento, las venillas laterales a cada lado. Las flechas exteriores marcan los ápices ligeramente ensanchados. Las flechas interiores las furcaciones basales y suprabasales, mayoritariamente pseudodicotómicas y dicotómicas.	59
Figura 16. Tipo II de patrón de venación en segmentos. A: <i>Cheilanthes obducta</i> ; B. <i>C. cantangensis</i> . Se nota el eje longitudinal en cada segmento, las venillas laterales a cada lado con flechas interiores mostrando las furcaciones basales y suprabasales, mayoritariamente pseudodicotómicas y dicotómica. Las flechas rojas en el ápice de venillas marcadas por la posición de los soros.....	60
Figura 17. Tipo III de patrón de venación en pinnas. A, B: <i>C. fractifera</i> ; C, D y E: <i>C. fraseri</i> . Venillas secundarias de ramificación dendrítica, ramificaciones dicotómicas y pseudodicotómicas en ambas especies.	61
Figura 18. Ubicación soral, esporangios y esporas en las especies de <i>Cheilanthes</i> . A. <i>Cheilanthes pilosa</i> (foto P. Gonzáles), pinna tomada bajo cámara fotográfica; B. Esporangio cerrado de <i>C. cantangensis</i> , tomado en microscopio estereoscópico Leica S9i; C. Esporangio abierto de <i>C. pilosa</i> ; D. Esporangio abierto de <i>C. peruviana</i> ; E. Esporangio abierto con esporas de <i>C. fractifera</i> ; F. Esporangio abierto de <i>C. arequipensis</i> . Esporas tomadas bajo microscopio óptico Leica DM500.....	63
Figura 19. Frecuencia del número esporas por esporangios examinados para cada especie del género <i>Cheilanthes</i> . Las barras verdes y celestes sin relleno fueron tomadas de los datos de Ponce y Scataglini (2018).....	64
Figura 20. Número de los ejemplares y las especies peruanas de <i>Cheilanthes</i> por departamentos.	66

Figura 20A. Dendrograma de similitud en la composición de las especies de <i>Cheilanthes</i> de 20 regiones del Perú. Método de agrupamiento asociación del vecino más lejano y la medición de distancia de similitud de Sorensen (PC-Ord versión 7). .	70
Figura 21. <i>Cheilanthes arequipensis</i> : A. Hábito; B. Escama de rizoma; C. Escama de peciolo engrosando las paredes celulares; D. Escama de envés pseudoclatrada	78
Figura 22. <i>Cheilanthes arequipensis</i> : Muestras sin indumento. A. Pinnula triangular-ovada (diafanizada); B. Segmento con ápice de venillas ensanchadas, véase las venillas secundarias pseudodicotómicas; C. Margen de segmento revoluto	79
Figura 23. <i>Cheilanthes cantangensis</i> : A. Ejemplar tomado de Pteridoportal.org, pertenece a Werff H. et al. 14607; B. Segmento sin indumento, muestra ápice de venillas rectas y marcado por la posición soral un medio a más sobre la venilla cerca al margen; C. Pelo eglandular, pluricelular, simple, con ápice ensanchado; D. Escama de peciolo. E. Escamas de envés.....	83
Figura 24. <i>Cheilanthes fractifera</i> : A. Hábito; B. Escamas de rizoma; C. Escama de rizoma y base del peciolo persistente; D. Seudoindusio lunulado, pubescente, discreto, membranoso; E. Parte de segmento sin indumento nótese los ápices de venillas ensanchadas; F. Venación pinnada libre de venillas de ramificación dendrítica.	86
Figura 25. <i>Cheilanthes fraseri</i> : A. Hábito, fronda derecha lado abaxial, izquierda lado adaxial; B. Rizoma; C. Escama del rizoma; D. Peciolo; E. Indumento de la lámina; F. Pinnas, lado adaxial (superior) y abaxial (inferior).	89
Figura 26. <i>Cheilanthes fraseri</i> : A. Pinna sin indumento, venación pinnada, libre, ramificación dendrítica, nótese el segmento basiscópico conspicuo; B. Ápice de venillas ligeramente ensanchadas prolongándose hacia el seudoindusio; C. Seudoindusio continuo, longitudinal.....	90
Figura 28. <i>Cheilanthes incarum</i> : A. Pinna basal, círculo señalado en b; B. Pínnula basiscópica, conspicua, véase superficie de microescamas; C. Margen de segmento con seudoindusio continuo y revoluto; D. Segmentos sin indumento sometido a tratamiento de diafanización, nótese, ápice de venillas rectas a ensanchadas. Nota: Segmentos orbiculares y ovado-trianguulares.....	95
Figura 29. <i>Cheilanthes lonchophylla</i> : A. Hábito; B. Escama de envés; C. Segmento sin indumento sometido a tratamiento de diafanización, ápice de venillas rectas a ensanchadas.....	98
Figura 30. Ejemplar de <i>Cheilanthes mollis</i> de la colección USM.....	101
Figura 32. <i>Cheilanthes peruviana</i> : A. Hábito, fronda derecha lado abaxial y izquierda lado adaxial; B. Escama del rizoma; C. Escama del peciolo; D. Escama de envés; E. Microescamas del haz.....	106

Figura 34. Ejemplar de <i>Cheilanthes pilosa</i> de la colección de Rivera S. 31.....	111
Figura 35. Ejemplar de <i>Cheilanthes poeppigiana</i> de la colección USM-162290.	114
Figura 36. Ejemplar de <i>Cheilanthes pruinata</i> de la colección de Rivera S. 28.	117
Figura 37. Ejemplar de <i>Cheilanthes rufopunctata</i> de la colección USM.....	120
Figura 39. <i>Cheilanthes scariosa</i> : A. Escama del rizoma; B. Escama del Pecíolo; C. Escama de la lámina; D. Escuámula del pecíolo; E. Escuámula de la lámina.....	124
Figura 40. Especies incluidas en la filogenia de Ponce y Scataglini (2018) que incluye siete especies peruanas (con asterisco rojo) de <i>Cheilanthes</i> , las cuales quedaron resueltas en tres grandes clados con diferente grado de apoyo.	131

AGRADECIMIENTOS

En el proceso de mi trabajo de tesis varias personas han contribuido desde un detalle mínimo. Si sucede que me olvide de alguien discúlpenme, siempre llevaré el recuerdo de su enorme apoyo.

Quiero agradecer inmensamente a mi profesora y asesora Blanca León, por su orientación, guía, incansable apoyo, paciencia, motivación, entusiasmo, generosidad y bondad; lo cual permitió continuar mi camino para concluir mi investigación de tesis, ¡muchas gracias!

Muchísimas gracias también a la profesora Mónica Arakaki, que sin ser oficialmente mi coasesora cumplió esa función, por su constante apoyo, comentarios en mi trabajo de tesis, incluirme en las salidas de campo, sus enseñanzas impartidas en el Laboratorio de Sistemática y Diversidad Vegetal, en eventos, reuniones y en las clases de Sistemática, Dicotiledóneas I y II de la Universidad. Gracias inmensamente, sin su apoyo no hubiera sido posible mi tesis, además por tener su personalidad noble, sincera y ser muy fuerte, características que son ejemplo a seguir.

A mi segundo hogar la Universidad Nacional Mayor de San Marcos donde aprendí a aprender, por mi formación en la carrera de biología, los principios, valores, conocimiento y aspectos académicos como botánica y bióloga. Asimismo, a la Facultad de Ciencias Biológicas. Y a lo que es mi tercera casa, al Museo de Historia Natural donde pasé largas horas y horas que no parecían pasar.

A mis compañeros y amigos del Laboratorio de Sistemática y Diversidad Vegetal por su valiosa presencia y comentarios en el desarrollo de este proceso. Asimismo, por ser el lugar donde más tiempo me detuve en procesar mis datos y redactar mi tesis. En especial a Alejandra Huamán, Malu Ore, Franco Damián, Zully Flores, Pamela Aroni, Elmer Ramos y Rocio Quispe.

Al laboratorio de Botánica Económica y Etnobotánica por brindarme apoyo con la observación de mis muestras.

A mis amigos y compañeros del Laboratorio de Florística, por su cooperación con comentarios, revisiones y palabras de ánimo en avanzar con la tesis. A Elluz Huamán, Diego Paredes, Susy Castillo y Bryan Espinoza. A Paúl Gonzáles por brindarme fotografías y las muestras colectadas en campo.

Al laboratorio de Gimnospermas y Monocotiledóneas. En especial a la profesora Betty Millán, a Margoth Acuña, Miguel Machahua y Marinoli Rivas, por opiniones en mi trabajo, revisiones y gran apoyo moral.

A los profesores por su paciencia, enseñanzas en clase, además de guía con material bibliográfico referente a temas que desconocía, considerarme en salidas de campo y

compartir comentarios a mi tesis: Asunción Cano, Jasmín Opisso, Manuel Marín y Hamilton Beltrán.

A los directores, personal y curadores del Herbario San Marcos (USM), Herbario de la Universidad San Agustín (HUSA), Herbario Sur Peruano (HSP) y Herbario de la Universidad de Trujillo (HUT). A Erick Rodríguez, Hamilton Beltrán, María Isabel La Torre, Severo Baldeón y Mario Benavente. Al personal como a Daissy Rodríguez y Eber Quispe por permitirme acceder a las colecciones, su amabilidad y guía para la examinación de los ejemplares.

A mi hermana Lorena Rivera por su compañía y apoyo en procesar muestras en el Herbario de la Universidad San Agustín (HUSA). A mis abuelitos, A mi tía Victoria, y prima Grecia Reque.

A mis amigas botánicas y zoólogas por constante motivación y ánimo, a Inés Sachahuaman, Anzell Nuñez, Alexandra Zegarra, María Sánchez, Lourdes Ponce, Patcy Niño, Ursula Arieta y Verónica Zuñiga, muchísimas gracias.

A los proyectos que permitieron mi llegada a campo, disponer de muestras y solventar los viajes de mi tesis, a través del grupo de investigación Floram y de los miembros del Museo del Historia Natural. Al proyecto “La Pteridoflora andina en el centro y sur del Perú” (Permiso 374-2019-MINAGRI-SERFOR.DGGSPFFS), “Composición de cactáceas en una gradiente de bosque seco a húmedo en la región Apurímac”, “Banco de semillas de cactáceas para su conservación y restauración: aplicando tecnologías hortícolas y estudios de diversidad biológica para especies peruanas en riesgo de extinción” (Permiso 603-2019-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS), “Complementando vacíos de información para la familia asterácea” y “Diversidad de la flora vascular del bosque seco interandino en el valle del Marañón” (Permiso 002-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS).

A mi jurado evaluador de tesis: Dra. Betty Millán, Mg. Jasmín Opisso y Mg. José Roque por su disposición de trabajar mi borrador de tesis, por sus sugerencias y comentarios valiosos que permitieron pulir mi escrito.

Finalmente, a todos por tenerme paciencia y confiar en mí, en especial a mi asesora de tesis. Muy agradecida siempre.

ABREVIATURAS

Amazonas: AM

Áncash: AN

Apurímac: PA

Arequipa: AR

Ayacucho: AY

Cajamarca: CA

Cusco: CU

Huancavelica: HV

Huánuco: HU

Ica: IC

Junín: JU

La Libertad: LL

Lambayeque: LA

Lima: LI

Moquegua: MO

Pasco: PA

Piura: PI

Puno: PU

Tacna: TA

Tumbes: TU

RESUMEN

Cheilanthes comprende ca. 100 especies, ocupando microhábitats saxícolas, extendiéndose en el Perú a lo largo de los Andes. La plasticidad morfológica en el género *Cheilanthes* ha propiciado disputas taxonómicas, requiriéndose reevaluar morfológicamente para facilitar la delimitación de las especies, confirmar los componentes del género y actualizar la distribución geográfica. Se revisaron 439 ejemplares de cuatro herbarios peruanos incluyendo colectas de campo. Para la caracterización morfológica se examinaron 168 ejemplares, se empleó la técnica de diafanización en las pinnas y la técnica de aplastamiento en los esporangios. Además, una filogenia molecular reciente fue empleada para la hipótesis de linajes en la flora. Los caracteres morfológicos de información taxonómica encontrados son: color, tipo, forma de las escamas en el rizoma; estadios del indumento en la fronda, márgenes de escamas, tipo de venación, forma de ápice de venillas y número de esporas. *Cheilanthes* se reconoce con 14 especies peruanas y se provee una clave taxonómica. Los caracteres de las 14 especies en esta tesis permiten reconocer seis tipos morfológicos constituidos de una a más especies. Estos tipos corroboran las afinidades vinculadas a los linajes propuesto previamente. El género en el Perú muestra un patrón de distribución regional: Norte y Centro-Sur cada uno con las especies características.

Palabras clave: *Cheilanthes*, morfología, venación, esporangios, linajes.

ABSTRACT

Cheilanthes comprises about 100 species occupying saxicolous microhabitats; in Peru, it extends along the Andes. Morphological plasticity in the genus *Cheilanthes* has led to taxonomic disputes, requiring a morphological reevaluation to facilitate the delimitation of the species and to confirm the components of the genus, as well as updating knowledge about geographical distribution. A total of 439 specimens from four Peruvian herbaria including new field collections, were examined; of which 168 were characterized morphologically. A recent molecular phylogeny was used as hypotheses of lineages in the flora. The morphological characters of taxonomic information were found to be color, type, and shape of the scales on the rhizome; indumentum on the frond, scale margins, type of venation, shape of vein apex, and number of spores. *Cheilanthes* is recognized with 14 Peruvian species and an updated taxonomic key is provided. The characters of the 14 species in this thesis allow the recognition of six morphological types made up of one or more species. These types allow corroboration of affinities linked to the lineages proposed previously. *Cheilanthes* in Peru shows a North and Center-South regional distribution pattern, each with the characteristic species.

Keywords: *Cheilanthes*, morphology, venation, sporangia, lineages.

1. INTRODUCCIÓN

El alto grado de variación o plasticidad morfológica en plantas vasculares constituyen un reto para establecer límites taxonómicos. Entre los helechos, esta variación se resalta en la fase esporofítica y se observa en familias diversas como en las Pteridaceae. Esta familia es de distribución cosmopolita (Schuettpelez *et al.* 2007) y es reconocida como una de las más diversas para la flora peruana (León *et al.* 1996). Las Pteridaceae se reconocen en cinco subfamilias: Ceratopteridoideae, Cheilantheoideae, Cryptogrammoideae, Vittarioideae y Pteridoideae. En el caso de los Cheilantheoideae, sus representantes abarcan 23 géneros y cerca de 426 especies (PPG I 2016). Estudios taxonómicos y sistemáticos en la subfamilia Cheilantheoideae se esfuerzan en redefinir los géneros integrantes sobre todo *Cheilanthes* y sus parientes morfológicamente similares.

El género *Cheilanthes* comprende cerca de 100 especies, incluyendo a la especie tipo (Ponce y Scataglini 2018). Abarca plantas pequeñas a medianas, terrestres y rupestres, se distribuye en el Perú a lo largo de las vertientes andinas, en sitios abiertos como roquedales y extendiéndose a lomas. Ocupan preferentemente microhábitat saxícolas y debido a la modificación de su ciclo vital, contiene varias especies apogámicas (León *et al.* 1996). En Perú, Tryon y Stolze (1989) registraron 23 especies de *Cheilanthes*, reconocen al género como el más contencioso, conflictivo por su disparidad morfológica y la falta de claridad en su delimitación taxonómica. Tryon y Stolze (1989) incluyeron además en él especies de otros géneros, como *Adiantopsis*, *Doryopteris* y *Notholaena* (Tryon 1964, Tryon y Tryon 1982, Schuettpelez *et al.* 2007). Actualmente, las especies incluidas en *Cheilanthes* son producto de una larga historia taxonómica con varios cambios en nomenclatura en base a evidencias micromorfológicas y moleculares. Los estudios en taxonomía y sistemática realizados por Benham y Windham (1992), Gastony (1995), Li *et al.* (2012), Grusz *et al.* (2013) y Ponce y Scataglini (2018), permitieron la segregación del género *Cheilanthes* en al menos tres géneros, disminuyendo la composición del género que inicialmente se conocía por Tryon y Stolze (1989). Aquellos trabajos permitieron entender y circunscribir al género *Cheilanthes*, aunque se mantiene su condición de grupo polifilético o parafilético, indicando la necesidad de una redefinición y evaluación (Smith *et al.* 2006, Schuettpelez *et al.* 2007, Ponce y Scataglini 2018).

Los tratamientos taxonómicos clásicos de *Cheilanthes sensu lato* han utilizado caracteres morfológicos para definir las entidades biológicas del género, sin embargo,

todos estos atributos, tanto cualitativos como cuantitativos, son ampliamente variables, convergentes y fácilmente abarcan a todos los linajes del grupo Cheilanthoideae. En el trabajo sistemático de Ponce y Scataglini (2018) se sostiene que ciertas especies tradicionalmente consideradas en *Cheilanthus* requieren posiblemente pasar a un nuevo género aparte o alternativamente restringir a *Cheilanthus* unas pocas especies incluyendo a la especie tipo. Esta tesis emplea la propuesta de Ponce y Scataglini (2018) para evaluar a los integrantes del grupo de *Cheilanthus* en el Perú. De esta manera, se examina tanto material de campo como de herbarios; al mismo tiempo que se evalúan las características morfológicas y los rangos de variación de esas, para poder proponer un tratamiento taxonómico del género, sus integrantes y poder vincular a los trabajos más recientes en sistemática.

En la flora de Perú, *Cheilanthus* se distribuye principalmente en ambientes áridos, siendo diverso en las vertientes andinas, extendiéndose por las estribaciones y alcanzando la franja costera misma (León *et al.* 2006). Tiene la capacidad de colonizar sitios ecológicos donde otros helechos no prosperan, siendo excepcional su comportamiento (Windham *et al.* 2009, Pérez-Atilano 2017). Por predominar en ambientes subáridos en las vertientes andinas y valles interandinos, estos sitios constituyen un laboratorio para explorar cuáles son las formas y adaptaciones de estos helechos a esas condiciones extremas.

En Perú se registraron 23 especies del género *Cheilanthus* (Tryon 1964, Tryon y Stolze 1989), con cerca de 11 de ellas descritas de material peruano en base a caracteres morfológicos. Estos estudios sirven como marco de referencia para entender la riqueza del género en el Perú. Además, los trabajos que incorporan temas filogenéticos proveen el marco a los linajes evolutivos de *Cheilanthus*, como el de Grusz *et al.* 2013 y Ponce y Scataglini 2018. Sin embargo, se desconoce cuál es el grado de variación morfológica, así como la composición actualizada, riqueza y distribución geográfica de los miembros de *Cheilanthus* en su entendimiento actual. La combinación de un tratamiento taxonómico desfasado frente a propuestas sistemáticas que segregan el género *Cheilanthus*, apoya el reexamen del género para proveer un concepto nuevo de las especies de *Cheilanthus* del Perú. Por consiguiente, se hace necesario añadir evidencias, por ejemplo: características del esporofito, evaluar atributos morfológicos, micromorfológicos, número de esporas por esporangio, así como registrar y ampliar los datos de distribución geográfica. Este conocimiento es básico para poder establecer mejor los límites de las especies en el territorio peruano, así como reconocer los linajes y ubicar las áreas geográficas con mejor representación de este género.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Helechos y Licófitas

Estos dos grupos fueron reconocidos en la División Pteridophyta. Son plantas vasculares que se dispersan por esporas y tiene un ciclo de vida caracterizado por generaciones independientes de esporofito y gametofito de vida libre. Los helechos, sin embargo, comparten el antecesor común más reciente con las plantas con semillas y distantes de los licófitos. Por lo tanto, “pteridofitos” es un grupo parafilético y que ya no es utilizado como categoría taxonómica. Los helechos y licófitos ocurren en todo el mundo, desde las tundras heladas sobre el Círculo Polar Ártico hasta ambientes áridos y sofocantes bosques tropicales ecuatoriales, si bien alcanzan su mayor frecuencia y abundancia en bosques húmedos (Moran 2018).

2.2. Morfología

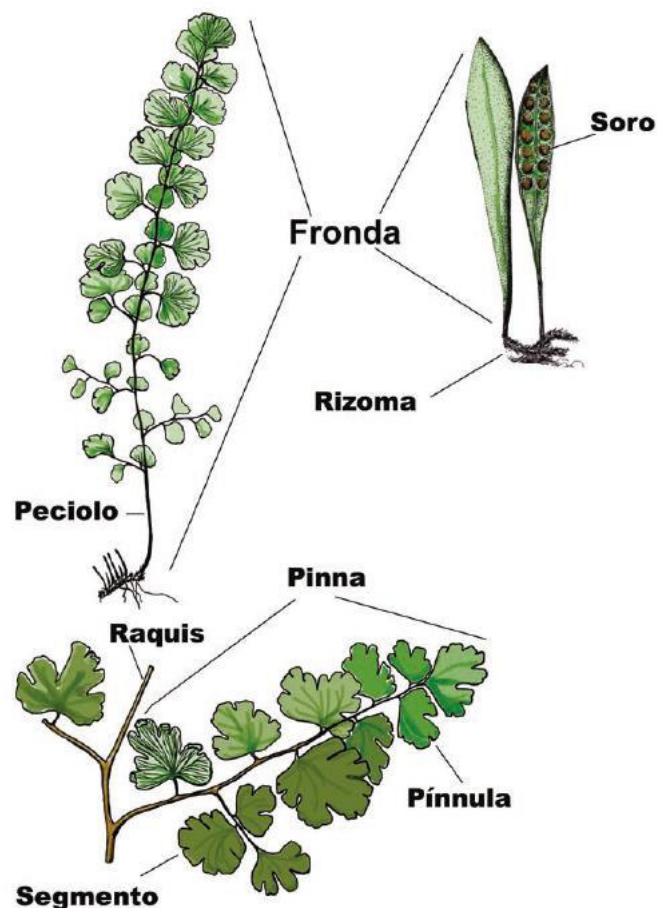


Figura 1. Partes del esporofito de un miembro de Pteridaceae (izquierda) y Polypodiaceae (derecha) (León *et al.* 2012).

2.2.1. Partes del esporofito

Los caracteres empleados aplicables a *Cheilanthes* (figura1):

- a. Rizoma: Una estructura con dictiostela generalmente corta (comparada con las frondas), escamosa o pilosa (raramente glandífera o glabra), que tiene las raíces y las frondas y se desarrolla en general, parcialmente o completamente en el interior del sustrato.
- b. Fronda: Órgano fotosintético, constituido por el peciolo (estípite) y lámina, caracterizado por su tamaño frecuentemente grande, su sistema vascular ramificado complejo, de actividad meristemática difusa y prolongada de una célula apical en el extremo de cada eje, en todos los casos monomorfas.
- c. Peciolo: Estructura que conecta la base de la lámina con el punto de inserción de la misma en el rizoma.
- d. Raquis: Eje principal de la lámina.
- e. Costa: Eje mayor de una pinna.
- f. Pinna: Primera división peciolulada o sésil de la lámina compuesta.
- g. Pínnula: Segunda división peciolulada o sésil de una pinna.
- h. Segmento: Diferentes grados de división mayor pueden tomar este nombre, más allá de la pinna y pinnula. Puede ser peciolulado o completamente adnato y llevar un seno a cada lado, cuya profundidad sobrepasa la mitad de la distancia entre el ápice del segmento y el eje portador del mismo.
- i. Soro: Conjunto de esporangios con una forma definida. La maduración de los esporangios puede ser mixta: simple (simultánea), sucesiva (secuencial).
- j. Indusio: Estructura que no se encuentra en las especies de *Cheilanthes*. No obstante, es una membrana epidérmica generalmente delgada, a menudo escuamiforme, extrorsa o más raramente introrsa, rodea a los soros y sirve de protección para los esporangios jóvenes
- k. Seudoindusio: Relacionado al proceso de desarrollo de los esporangios, su función es de protección hasta el momento en que los esporangios estén preparados para abrirse y expulsar las esporas. Depende directamente del proceso de crecimiento de los esporangios y las estructuras circundantes.

2.3. Modos reproductivos en helechos

2.3.1. Ciclo de vida típico

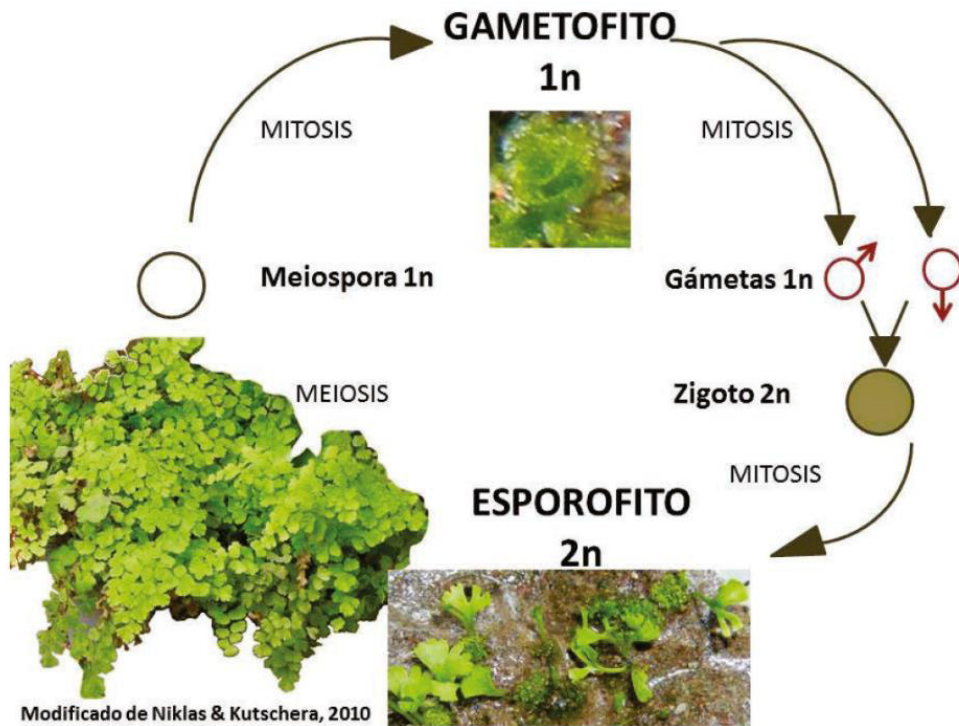


Figura 2. Ciclo de vida típico de un helecho (León *et al.* 2012).

Los ciclos de vida proporcionan uno de los marcos conceptuales más eficaces para explorar la evolución de las plantas terrestres (Haufler *et al.* 2016). Para los helechos homosporados, el ciclo de vida típico (figura 2) incluye un esporofito diploide en el cual la meiosis da lugar a esporas con número cromosómico reducido. Se indican variantes del ciclo de vida de un helecho por Haufler *et al.* 2016 (figura 3).

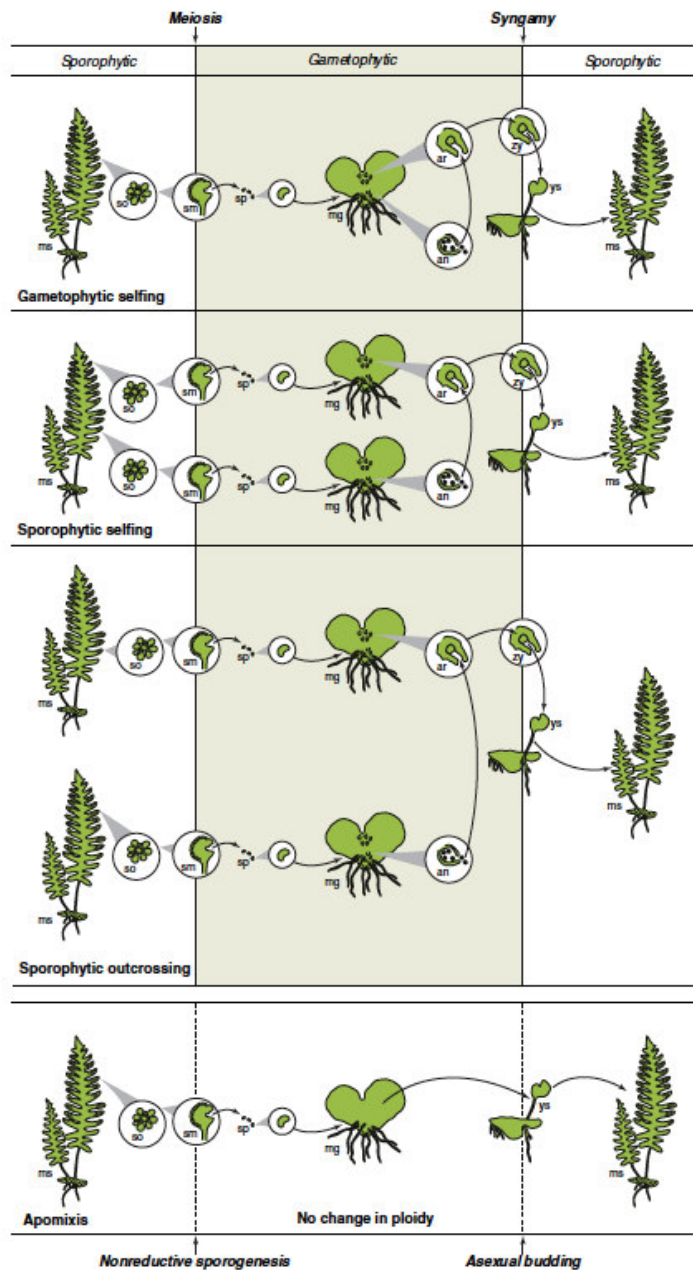


Figura 3. Variantes del ciclo de vida de un helecho homosporado (Haufler *et al.* 2016).

En la figura 3, el ciclo de vida tradicional consiste en la generación o iniciación del esporofito mediante la autofecundación gametofítica. Otra opción de reproducción es la autofecundación esporofítica. Estos dos últimos tipos de reproducción no hay combinación genética, ni variabilidad, no obstante, es una estrategia ecológica para el establecimiento de nuevas poblaciones. Además del potencial de la autofecundación gametofítica, cerca de todos los esporofitos diploides en poblaciones naturales surgen del cruzamiento entre huevo y esperma de dos gametofitos genéticamente diferentes. Asimismo, los autores concluyen que todas las opciones de sistemas de reproducción pueden ser exploradas en la naturaleza para maximizar el éxito frente a las condiciones

ecológicas variables. La reproducción apomítica se ilustra en la parte inferior de la figura 3, en la cual el esporofito surge directamente de un gametofito sin singamia. Los helechos apomíticos se encuentran en una variedad de hábitats y prefieren ambientes estacionalmente secos (Haufler *et al.* 2016).

2.4. Antecedentes del estudio

2.4.1. Sobre la familia Pteridaceae

Pteridaceae E.D.M. Kirchn., en sentido moderno, comprende cerca de 50 géneros y más de 1000 especies (PPG I 2016), con aproximadamente el 10% de la diversidad de los helechos leptoesporangiados (Smith 2006). Se caracteriza por poseer esporangios a lo largo de las venas o en posición marginal de la pinna, a menudo protegidos por un pseudoindusio (margen del segmento modificado) y un número base de cromosomas predominante de $x=29$ o 30. Ocupa regiones tropicales húmedas y áridas, con un inusual y amplio rango de nichos ecológicos que la diferencia de otras familias de helechos, con hábitos terrestre, epífita, rupestre adaptado a hábitat áridos y hasta acuáticos (Schuettpelz *et al.* 2007).

En el tratamiento de Tryon *et al.* (1990) Pteridaceae fue reconocida con siete subfamilias. Sin embargo, estos autores comentaron la incertidumbre de las afinidades entre ellas y entre los miembros de las subfamilias. Prado *et al.* (2007) resaltaron que algunos grupos de Tryon *et al.* (1990) se reconocen claramente, mientras que otros están pobremente definidos.

Actualmente, Pteridaceae comprende cinco subfamilias: Cheilantheoideae, Cryptogrammoideae, Parkerioideae, Pteridoideae y Vittarioideae (PPG I 2016). La subfamilia Cheilantheoideae se estima que abarca 23 géneros y 426 especies, es considerada un componente significativo de toda la familia (PPG I, 2016). Las Cheilantheoideae se encuentran en regiones tropicales y templadas, en variedad de ambientes desde el nivel del mar hasta los 5000 m de elevación (León, com. Pers., Ponce y Scataglini 2018). Ambientes áridos y subáridos incluyen el mayor número de helechos Cheilantheoideae, adaptándose a situaciones estresantes, con características xeromorfas, eventos de apogamia, hibridación y poliploidía, que les permite perpetuarse y reproducirse bajo dichas circunstancias extremas (Ponce y Scataglini 2018). La convergencia morfológica adaptativa asociada a hábitats áridos suele atribuírsele la responsabilidad de los problemas en la evaluación de linajes evolutivos naturales en este grupo, así como ser obstáculo para desarrollar una taxonomía aceptable de los

géneros. Dicha historia de frustración taxonómica se resume en una oración sobre los helechos Cheilanthoideae a nivel mundial “líneas evolutivas dentro de la subfamilia Cheilanthoideae y sus relaciones con otros grupos son poco conocidas” (Gastony y Rollo 1998).

2.4.2. Sobre el género *Cheilanthes*

El nombre del género se deriva del griego *cheilos*: labio, más *anthos*: flor; alude al pseudoindusio y soros (Moran 2018). *Cheilanthes* fue descrito por Olof Swartz en 1806, aceptándose hoy como nombre conservado. Su lectotipo es *Cheilanthes micropteris* que fue designado por Maxon en 1926 (Ponce y Scataglini 2018). Desde la descripción inicial de *Cheilanthes* que abarcaba 16 especies, varios autores han trasladado cientos de taxones al género (Grusz y Windham 2013). Ahora, *Cheilanthes* comprende cerca de 100 especies, alrededor de 30 especies para Sudamérica (Ponce y Scataglini 2018).

Cheilanthes en Perú fue inicialmente tratado por Tryon (1964) donde consideró 15 especies, luego en el tratamiento posterior (Tryon y Stolze 1989) reconoció 23 especies. Cabe mencionar que ese último tratamiento comentó las dificultades e incertidumbres para desarrollar las descripciones de sus ejemplares y la validez de las especies, aun así, sus diagnósticos son enriquecedoras.

Cheilanthes es morfológicamente similar a los géneros *Myriopteris* (Grusz *et al.* 2013) y *Gaga* (Li *et al.* 2012). Mediante trabajos de Li *et al.* (2012), Grusz *et al.* (2013), Ponce *et al.* (2016) y Ponce y Scataglini (2018), que incluyeron datos moleculares y caracteres morfológicos (tabla 1), intentan delimitar a *Cheilanthes* de los géneros mencionados. El trabajo de Yesilyurt *et al.* (2015) relacionado al género *Doryopteris* (hermano de *Cheilanthes*) proporciona información sobre caracteres fuertemente plásticos como: la forma, tamaño y grado de división de la lámina. Este último carácter de división con últimos segmentos pequeños y revolutos, junto con el indumento de pelos o escamas, funcionan como una estrategia adaptativa común, utilizadas por los helechos para reducir la pérdida de agua en hábitats semiáridos y se encuentran esparcidos en la mayor parte del grupo de Cheilanthoideae (Grusz *et al.* 2013).

En la delimitación de los géneros como *Cheilanthes*, *Gaga* y *Myriopteris* se consideran caracteres morfológicos que permitan separar los tres géneros. Con respecto, a *Gaga*, a veces con indumento de pelos o glabra en la lámina (*vs.* escamas, microescamas, escuámulas y pelos o glabra en *Cheilanthes*), hidátodos prominentes en ápice de las

venas (vs. hidátodos prominentes a ausentes), presentan 32 esporas largas apomíticas y 64 pequeñas sexuales (vs. 16 esporas largas apomíticas y 32 pequeñas sexuales en esporangios), su distribución de *Gaga* es neotropical (vs. distribución exclusivamente sudamericanos y del Viejo Mundo en *Cheilanthes*). Con el género *Myriopteris* los hidátodos en ápice de venillas son ausentes (vs. prominentes a ausentes en *Cheilanthes*), 32 esporas largas apomíticas y 64 pequeñas sexuales (vs. 16 largas apomíticas y 32 pequeñas sexuales), su distribución en Norte y Centro de América (vs. exclusivos sudamericanos y del Viejo Mundo).

Tabla 1. Caracteres morfológicos de *Cheilanthes* que diferencian o son comunes con los géneros *Gaga* y *Myriopteris*.

	<i>Cheilanthes</i>	<i>Gaga</i>	<i>Myriopteris</i>
Forma de la lámina	Variables	Ovado-deltada a pentagonal	Lanceoladas, a ovado-deltadas
División de la lámina	1 pinnada-pinnatífida a 3 pinnada	2 a 4 pinnada	2 a 4 pinnada
Indumento de la lámina	Glabras, escamas, microescamas, escuámulas, pelos	Glabras, excepcionalmente con pelos	Escamas, pelos
Venas	Libres	Libres	Libres
Hidátodos	Prominentes o sin hidátodos	Prominentes hidátodos	Sin hidátodos
Seudoindusio	Pobrememente a fuertemente diferenciado	Fuertemente diferenciado	Pobrememente a fuertemente diferenciado
Soros	Confinados al ápice de venas, o ½ a más de la nervadura marginal	Confinados al ápice de venas	Confinados al ápice de venas
Número de esporas	16 largas apomíticas, 32 pequeñas sexuales	32 largas apomíticas, 64 pequeñas sexuales	32 largas apomíticas, 64 pequeñas sexuales
Ornamentación de esporas	Crestadas, equinadas, granuladas o raramente verrucosas, ruguladas, crestado-reticuladas	Crestado-reticuladas, o ruguladas	Crestadas o ruguladas
Distribución	Exclusivos sudamericanos y del viejo mundo	Neotropical	Norte y América Central

2.4.3. Clasificación taxonómica

La tabla 2 provee la historia de la clasificación de *Cheilanthes*. El género fue incluido en la tribu Cheilantheae y familia Polypodiaceae por Tryon (1964), después fue transferido a Pteridaceae por Tryon y Tryon (1982); más tarde, la tribu Cheilantheae con nueva combinación fue elevada a nivel de subfamilia Cheilanthoideae (Tryon 1986), manteniéndose esta última categoría taxonómica hasta el tratamiento de Tryon y Stolze (1989) e incluso en la clasificación actual del PPG I (2016). Recientemente, el esfuerzo de ordenar y agrupar se enfoca no solamente con caracteres morfológicos, sino además con herramientas moleculares que brindan una mirada filogenética en la clasificación de este grupo considerado parafilético o polifilético (Ponce y Scataglini 2018). *Cheilanthes* se reconoce en la subfamilia Cheilanthoideae, familia Pteridaceae, orden Polypodiales y clase Polypodiopsida (PPG I 2016).

Tabla 2. Historia de la clasificación taxonómica del género *Cheilanthes*.

Categoría taxonómica	Tryon, 1964	Tryon y Tryon, 1982	Tryon y Stolze 1989	PPG I, 2016
División				
Clase				Polypodiopsida
Subclase				Polypodiidae
Orden				Polypodiales
Suborden				Pteridineae
Familia	Polypodiaceae	Pteridaceae	Pteridaceae	Pteridaceae
Subfamilia			Cheilanthoideae	Cheilanthoideae
Tribu	Cheilantheae	Cheilantheae		
Género	<i>Cheilanthes</i>	<i>Cheilanthes</i>	<i>Cheilanthes</i>	<i>Cheilanthes</i>

2.4.4. Aceptación de las especies de *Cheilanthes* en la pteridoflora peruana

Las especies en la subfamilia Cheilanthoideae son conocidas por su amplia convergencia en morfología y significaron un reto para los taxónomos en continuar con reexaminaciones morfológicas, estudios citogenéticos, moleculares y modos reproductivos (Tryon y Stolze 1989, Ponce y Scataglini 2018).

Debido a los avances en la sistemática de la familia, nueve especies han sido excluidas de las *Cheilanthes* peruanas (tabla 3). Estas especies han pasado a ser integrantes de los géneros *Adiantopsis*, *Aleuritopteris*, *Astrolepis*, *Doryopteris*, *Gaga* y *Myriopteris*. Las 23 especies reconocidas en *Cheilanthes* por Tryon y Stolze (1989) para la flora peruana representan por tanto un grupo no natural. En esta tesis se consideran las 14 especies

aún dentro del género *Cheilanthes* (tabla 4) como base para evaluar su taxonomía y caracteres morfológicos y se emplea la propuesta de Ponce y Scataglini (2018) para evaluar la posición de estos integrantes en los linajes que integran al género en el Perú.

Tabla 3. Lista de las especies peruanas (subfamilia Cheilantheoideae) del género *Cheilanthes* excluidas después de Tryon y Stolze (1989).

Nombre en Tryon y Stolze (1989)	Caracteres de exclusión de <i>Cheilanthes</i>	Nombre aceptado
<i>Cheilanthes concolor</i> (Langsd. Y Fisch.) R.M. Tryon y A.F. Tryon	Lámina pedada, caracteres moleculares resuelven la posición hermana a <i>Doryopteris</i> s.str. (1)	<i>Doryopteris concolor</i> (Langsd. Y Fisch.) Kuhn
<i>Cheilanthes farinosa</i> (Forssk.) Kaulf.	Indumento farinoso, similares a <i>Notholaena</i> , pero con márgenes revolutos muy modificados. Género de estatus incierto (2)	<i>Aleuritopteris farinosa</i> (Forssk.) Fée
<i>Cheilanthes marginata</i> Kunth	Lámina glabra, sinapomorfías de los nucleótidos GAGA, pseudoindusio inframarginal, reproducción sexual produce 64 esporas por esporangio, mientras apomícticas son 32 esporas (3)	<i>Gaga marginata</i> (Kunth) F.-W. Li y Windham
<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	Especies con reproducción sexual 64 esporas por esporangios y apomícticas con 32 esporas, ornamentación de esporas mayormente cristalino-ruguladas, ápices de venas ausencia de terminaciones obvias cerca al margen (4)	<i>Myriopteris aurea</i> (Poir.) Grusz y Windham
<i>Cheilanthes moritziana</i> Kunze		<i>Myriopteris moritziana</i> (Kunze) Grusz y Windham
<i>Cheilanthes myriophylla</i> Desv.		<i>Myriopteris myriophylla</i> (Desv.) J. Sm.
<i>Cheilanthes notholaenoides</i> (Desv.) Weath.		<i>Myriopteris notholaenoides</i> (Desv.) Grusz y Windham
<i>Cheilanthes orbignyana</i> Kuhn	Lámina glabra, soros discretos, esporas reticulado-crestadas (5)	<i>Adiantopsis orbignyana</i> (Kuhn) Ponce y Scataglini
<i>Cheilanthes sinuata</i> (Sw.) Domin	29 pares de cromosomas, 2 paquetes vasculares en peciolo, escamas pectinadas estrelladas en el haz (6)	<i>Astrolepis sinuata</i> (Lagasca ex Sw.) Benham y Windham

(1) Yesilyurt *et al.* 2015; (2) PPG I 2016; (3) Li *et al.* 2012; (4) Grusz y Windham 2013; (5) Ponce y Scataglini 2012; (6) Benham y Windham 1992.

Tabla 4. Catorce especies reconocidas y aceptadas incluidas aún en el género *Cheilanthus*.

NOMBRE CIENTÍFICO
<i>Cheilanthus arequipensis</i> (Maxon) R. M. Tryon y A. F. Tryon
<i>Cheilanthus cantangensis</i> (R.M. Tryon) R.M. Tryon
<i>Cheilanthus fractifera</i> R.M. Tryon
<i>Cheilanthus fraseri</i> Kuhn
<i>Cheilanthus incarum</i> Maxon
<i>Cheilanthus lonchophylla</i> (R.M. Tryon) R.M. Tryon y A. F. Tryon
<i>Cheilanthus mollis</i> (Kunze) C. Presl
<i>Cheilanthus obducta</i> Mett. Ex Kuhn
<i>Cheilanthus peruviana</i> (Desv.) T. Moore
<i>Cheilanthus pilosa</i> Goldm.
<i>Cheilanthus poeppigiana</i> Kuhn
<i>Cheilanthus pruinata</i> Kaulf.
<i>Cheilanthus rufopunctata</i> Rosenst.
<i>Cheilanthus scariosa</i> (Sw.) C. Presl

2.4.6. Antecedentes sobre tratamientos de las especies consideradas en *Cheilanthus*

Tryon y Tryon (1982) reconocieron a *Cheilanthus* como uno de los géneros más diversos y grandes, con cerca de 150 o más especies y de distribución casi mundial. Ellos describieron que la mayoría de las especies ocurren en ambientes áridos y tales condiciones fácilmente influirían en su evolución. Mencionan que las especies presentan patrones morfológicos complejos, que no permiten una clasificación en subgéneros y secciones discretas, no obstante, propusieron las especies americanas en 10 grupos más un conjunto de especies morfológicamente aisladas, para mostrar las líneas principales de diversidad en América y proporcionar un marco para otros estudios.

Tryon y Stolze (1989) realizaron el tratamiento para la pteridoflora peruana, donde describen a *Cheilanthes* como un género diverso, con algunos elementos previamente incluidos en el género *Doryopteris*, *Pellaea* y *Notholaena*, los que previamente eran aceptados por Tryon (1956 y 1964). Esta pteridoflora presenta el estudio taxonómico e información sobre distribución geográfica de 23 especies de *Cheilanthes* producto de la examinación de los ejemplares de herbarios nacionales, extranjeros y colectas de campo realizadas en nuestro país. Asimismo, descripciones de las especies estrechamente relacionadas y una clave taxonómica donde aclaran la separación morfológica bajo caracteres morfológicos. Además, proveen información sobre colectas que podrían representar híbridos, así como datos de distribución geográfica registrando las especies raras que solo se conocen del ejemplar tipo.

Gastony y Rollo (1995) proveen un análisis cladístico de varias especies del grupo Cheilanthoideae, para demostrar si el gen de la subunidad grande de rubisco del cloroplasto (*rbcL*) proporciona nuevos datos para un mejor entendimiento de líneas evolutivas de helechos Cheilanthoides. Emplearon el concepto de *Cheilanthes* mencionado por Tryon y Tryon (1982) para probar la propuesta de los límites del género con la inclusión de representantes de *Argyrochosma*, *Notholaena* y grupos americanos como apoyo. Las relaciones filogenéticas construidas son concordantes con realineamientos taxonómicos de *Cheilanthes* propuestos por Tryon y Tryon (1982); sin embargo, dado el reducido muestreo taxonómico de los datos para el marcador *rbcL* no pudieron resolver a *Cheilanthes* bajo el concepto de Tryon y Tryon (1982), ni la taxonomía de los grupos de las especies de *Cheilanthes*, indicando que las especies americanas del género representaban grupos claramente polifiléticos. Este trabajo remarca la importancia de trabajar con datos moleculares plastidiales y nucleares, además de estudio tradicional entre relaciones *rbcL* y atributos morfológicos tradicionales.

Gastony y Rollo (1998) empleando genes maternos y biparentales mostraron que el género *Cheilanthes* en el sentido de Tryon *et al.* (1990) era polifilético y por tanto apoya la propuesta de la fragmentación dentro del género.

Hernández y Albornoz (2001) trabajaron la caracterización morfológica y anatomía foliar de algunas especies de *Cheilanthes* del noroeste argentino, los cuales provenían de material de campo y de herbarios. *Cheilanthes* en ese estudio es considerado en el sentido de Tryon y Tryon (1982), comentando que en este se da la inclusión de algunas especies de *Notholaena*. Hernández y Albornoz (2001) mencionan también que los

antecedentes que existen en el grupo de *Cheilanthes* del noroeste argentino son de tipo morfológico y comentaron la opinión de varios estudios sobre el escaso valor diagnóstico de esos caracteres para la diferenciación de las especies. Estas autoras fundamentalmente contribuyeron a completar la caracterización de las especies y sentar las bases para futuros estudios sistemáticos. Ellas presentaron una clave dicotómica, ilustraciones y descripción taxonómica de las especies. Las autoras concluyen en reconocer las ocho especies en *Cheilanthes*. Por otra parte, este trabajo resalta los tipos diferentes de indumento que son citados por primera vez en *Cheilanthes arequipensis*, *C. microphylla* vel aff. *C. notholaenoides* y *C. obducta*; siendo estos caracteres diagnósticos para cada una de las especies.

Hernández *et al.* (2011) trabajaron la morfología y anatomía del esporofito de *Cheilanthes pilosa* Goldm. En relación con su ambiente. Los caracteres encontrados a nivel de la lámina indican que tanto el indumento denso, estomas y segmentos reducidos, permiten a estas plantas habitar condiciones de estrés hídrico, agregando características morfológicas que ayudan a diferenciarla de otras especies xerofíticas de Argentina. Resaltan que los estudios basados en filogenia, palinología y del desarrollo de gametofitos en la familia Pteridaceae proporcionan datos para la resolución de los problemas taxonómicos del género y de otros helechos Cheilanthoides.

Rodríguez *et al.* (2015) desarrollaron un catálogo de helechos de la región La Libertad, basados en la revisión de material de herbario y colecciones en campo. Presentan cinco nuevos registros de las especies de *Cheilanthes* según Tryon y Stolze (1989), ampliando rangos de distribución y aumentando la riqueza de *Cheilanthes* para esa región, siendo ese lugar privilegiado para el estudio de *Cheilanthes*.

Pérez-Atilano *et al.* (2017) realizaron un estudio anatómico y morfológico del complejo *Myriopteris lendigera* (Cav.) Sw. de México. Este grupo taxonómico, pertenece al grupo Cheilanthoideae e incluye taxones tratados previamente en *Cheilanthes*. Ellos mostraron que ese complejo presenta amplia variación en el carácter de la lámina, la cual es considerada como una adaptación que contribuye a su capacidad de sobrevivir a una variedad de ambientes, en especial, áridos y semiáridos. Los caracteres morfológicos son de valor taxonómico para definir su estatus, sin embargo, los caracteres anatómicos evaluados resultaron ser muy similares entre sí y ninguno de ellos fue de relevancia en la discriminación de taxones.

Ponce y Scataglini (2018) emplearon herramientas moleculares y caracteres morfológicos, para examinar los límites del género *Cheilanthes* con énfasis en las especies de Sudamérica. Ellas obtuvieron clados con buena resolución, a su vez demostraron la ausencia de grupos monofiléticos en el concepto tradicional de *Cheilanthes*. Los clados de *Cheilanthes* con buen soporte están asociados a su distribución continental, estos son: sudafricanos, sudamericano-australásicos (*Cheilanthes* verdaderos), el cual incluye a la especie tipo de *Cheilanthes* y andino-amazónicos. Mientras que aquellos con bajo soporte son los linajes exclusivamente sudamericanos. Sobre la base de estos hallazgos, ellas sostienen que los grupos con alto soporte forman parte de *Cheilanthes* s.s. o alternativamente podrían ser separados como entidades diferentes de *Cheilanthes*. Para apoyar estas hipótesis relacionadas a la delimitación del género *Cheilanthes*, los estudios futuros requieren la incorporación de caracteres morfológicos detallados, análisis de esporas, examinación de caracteres diagnósticos con muestreo de taxones peruanos que no han sido incluidos en la filogenia de Ponce y Scataglini (2018).

Sosa *et al.* (2021) propusieron una especie nueva de *Cheilanthes* empleando datos moleculares, morfología del esporofito, esporas, cromosomas y distribución geográfica. Para corroborar la nueva entidad en su estudio filogenético confrontaron con las especies morfológicamente similares. Las evidencias mencionadas por los autores apoyan la hipótesis que representa una especie nueva de Ecuador, *C. ecuadorensis*. Esta especie tiene relación hermana a la especie tipo, *C. micropteris*, morfológicamente se distinguen por la forma y división de la lámina, número de pinnas. Los pocos ejemplares conocidos de *C. ecuadorensis*, ocurren disyuntamente con poblaciones distantes mayores de 2000 km. La convergencia morfológica ocurre con *C. rufo punctata* y *C. pilosa*, pero estas dos especies aparecen en un clado con bajo soporte y distanciado de *C. ecuadorensis*. El estudio es el primero en identificar un pariente cercano a *C. micropteris*, asimismo, la necesidad de los estudios complementarios que dará un mejor entendimiento de los componentes del género *Cheilanthes*.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. Hipótesis de investigación

1. Hipótesis sobre cambios nomenclaturales y riqueza de las especies de *Cheilanthes*. Con los avances en investigaciones, el más reciente de Ponce y Scataglini (2018), el descubrimiento de nuevas especies, cambios de segregación e inclusión de taxones en la historia del género *Cheilanthes*, tanto para el Neotrópico como el Paleotrópico, ha generado vacíos de información sobre el estado actual de la taxonomía, teniéndose un concepto distinto del empleado en la pteridoflora de Tryon y Stolze (1989) y que impactan a las especies peruanas de *Cheilanthes*. Por esta razón, se espera que *Cheilanthes* estará compuesto por un número menor de las especies de las tratadas en la pteridoflora peruana.

2. Hipótesis sobre la circunscripción de *Cheilanthes* y los linajes andinos restringidos. El reciente trabajo de Ponce y Scataglini (2018) revisó la circunscripción de *Cheilanthes* dada la condición de polifilético. El nombre de *Cheilanthes* s.s. está basado (y lectotipificado) en una especie neotropical (*C. micropteris*). La filogenia preliminar indica que en los Andes se puede hallar más de un linaje de *Cheilanthes*: un primer linaje que incluye las especies sudamericana-australásicas (el grupo central de *Cheilanthes* y que incorpora al tipo), con estrecha relación filogenética al linaje sudafricano, un segundo linaje de las especies exclusivamente sudamericanas, aunque con bajo soporte filogenético y un tercer linaje conformado por las especies andino-amazónicas con buen apoyo filogenético, distante del resto de las especies de *Cheilanthes*. Bajo lo anterior se sostiene que *Cheilanthes* s.s. para el Perú estará compuesto por linajes estrictamente andinos. Simultáneamente, se espera, reconocer cuáles son los linajes presentes en la flora, para contribuir al conocimiento de los vínculos histórico-evolutivos de los orígenes de la pteridoflora peruana.

3. Hipótesis sobre distribución geográfica y hábitats de las especies de *Cheilanthes* s.s. La pteridoflora peruana ha sido explorada a través de una larga historia de colecciones botánicas, esta información disponible en tratamientos e inventarios (Tryon 1964, Tryon y Stolze 1989, León y Valencia 1998, León *et al.* 1996, León *et al.* 2006, Smith *et al.* 2006 y Rodríguez *et al.* 2015) muestra a las especies de *Cheilanthes* s.l. asociados a ambientes áridos y semiáridos. Esos ejemplares han sido depositados en herbarios nacionales e internacionales, pero, el recubrimiento geográfico para las especies es aún deficitario, por lo tanto, se espera que en una exhaustiva colección en campo y revisión de los herbarios permita establecer la distribución geográfica actual de *Cheilanthes* s.s. Por otro lado, en el Perú, se conoce que los ambientes estacionalmente secos ocurren

en condiciones fragmentadas (p. ej. Linares-Palomino *et al.* 2011) y con evidencia de diferenciación regional. Por ello, se sostiene que el grupo *Cheilanthes* s.s. incluirá las especies de distribución geográfica restringida y limitadas solamente a sitios semiáridos del territorio sin diferencias regionales.

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo general

Actualizar la taxonomía y distribución de las especies peruanas del género *Cheilanthes* Sw.

3.2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar la macromorfología y micromorfología de las especies peruanas de *Cheilanthes*.
2. Evaluar estadísticamente caracteres cuantitativos.
3. Evaluar el valor taxonómico de los caracteres morfológicos que puedan incluirse en los estudios sistemáticos.
4. Proponer una clave taxonómica actualizada para las especies peruanas de *Cheilanthes*.
5. Establecer la distribución geográfica y los hábitats de las especies peruanas de *Cheilanthes*.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material biológico

Ejemplares herborizados de *Cheilanthes* de cuatro herbarios: USM, HUSA, HSP y HUT. Asimismo, colectas en el marco de cuatro proyectos del grupo Floram y del Museo de Historia Natural.

4.1.2. Materiales e instrumentos para la colecta de los ejemplares

Mapas, GPS (Sistema de Posicionamiento Global), cámara fotográfica, lupa geológica, prensas, papel periódico, papel canson, cartones, rafia, tijera de podar, picotas, cintas adhesivas y de embalaje, libreta de campo, lápices, lapiceros, marcadores indelebles, borradores, minas, bolsas Ziploc de diferentes medidas, tijera de disección, pinzas, alcohol 70% y sobres de sílicagel.

4.1.3. Materiales e instrumentos empleados en laboratorio y herbarios

Microscopios estereoscópico y óptico acoplados con cámara, microscopio simple, termobloque, cocina eléctrica, cámara fotográfica, computadora, impresora, scanner, lámpara de luz, vidrio rectangular, papeles bond, vegetal, canson y milimetrado, estilógrafos, tinta china, regla milimétrica, calibrador digital, hoja de bisturí, pinzas y estiletes, frascos Beaker, frascos tapa rosca, goteros, pipetas Pasteur, placas Petri, láminas y laminillas, tubos Eppendorf, alcohol 70% y 96%, agua destilada, agar agar, esmalte de uñas e hidróxido de sodio 50%.

4.2. Métodos

4.2.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en diversas localidades de las vertientes de los Andes que abarcan el rango de 1500 a más de 4000 m.s.n.m. Se muestrearon localidades de los departamentos de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín y Lima.

4.2.2. Muestreo

Los ejemplares estudiados provienen de las colecciones de herbarios nacionales como USM, HUT, HUSA y HSP (ver sección 4.2.2.) y colectas exhaustivas en distintas localidades de las vertientes de los Andes (figura 4). Asimismo, cada material

examinado para la evaluación de caracteres morfológicos está refrendado por un ejemplar depositado en el Herbario San Marcos (USM).

4.2.2.1. Colecciones realizadas en campo

Se realizaron siete viajes de campo dentro del marco de los siguientes proyectos: “La pteridoflora andina en el centro y sur del Perú”, “Composición de cactáceas en un gradiente de bosque seco a húmedo en la región Apurímac”, “Banco de semillas de cactáceas para su conservación y restauración: aplicando tecnologías hortícolas y estudios de diversidad biológica para especies peruanas en riesgo de extinción” y “Complementando vacíos de información para la familia asterácea”. Dichos proyectos son parte del grupo de investigación Floram y miembros del Museo de Historia Natural. Las expediciones contaban con permisos de colecta gestionados por los referidos proyectos, incluyendo el de Blanca León (Permiso 374-2019-MINAGRI-SERFOR_DGFFS), Mónica Arakaki (603-2019-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS), Hamilton Beltrán, Asunción Cano. Se requirió recolectar en periodos de estación húmeda, sin embargo, debido a la naturaleza de algunos proyectos se viajó en temporada seca.

Se preseleccionaron localidades para la recolección de muestras de las vertientes y valles interandinos (tabla 5). Los criterios que se consideró para visitar las localidades fueron: escasa representación de los ejemplares en USM, localidades tipo y endemismos, accesibilidad y seguridad. Entonces, las siguientes localidades San Mateo (Pueblo de Chocna), San Juan de Tantarache fueron explorados después de mucho tiempo y presentaba comunidades nativas cercanas a la capital de Lima. Para las localidades de Apurímac, Cusco y Ayacucho se visitó después de la estación húmeda y fueron más enfocados a tipos de vegetación de bosques secos, roquedales y matorrales. Otras localidades en Huancavelica y Arequipa (alrededores de Lomas de Atiquipa y Quicachas) fueron visitadas en temporada de verano, donde se observó el impacto de expansión de terreno para ganadería y contaminación por residuos. No obstante, en localidades de Arequipa no fue oportuno el muestreo por ser la temporada seca.

Se recolectaron los ejemplares siguiendo el método tradicional de herborización sugerido por Cerrate (1969). Este consiste en obtener una muestra de preferencia fértil con su respectivo rizoma, después colocarlos sobre papeles periódicos y cartones por medio de una prensa botánica. Cada ejemplar y sus duplicados se le asignó: un código,

localidad, ubicación geográfica a través del receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) Garmin Etrex 20, fecha de colecta, caracteres cualitativos como color de las escamas y soros que se pierdan durante el proceso de herborización, así como características del hábitat. Asimismo, se realizó el registro fotográfico con una cámara fotográfica. Los ejemplares únicos recolectados se depositarán en el herbario USM. Sin embargo, en caso se haya obtenido un segundo duplicado se destinará a los herbarios locales.

Tabla 5. Ubicación geográfica de cada localidad de colecta. El datum de referencia es WGS84.

Departamento	Provincia	Distrito	Latitud(S)	Longitud(W)	Altitud(m)
Apurímac	Abancay	Cachora	13°26'0.6"	72°50'12.8"	2003
		Curahuasi	13°33'1.12"	72°36'44.5"	1967
		Lambrama	13°48'30"	72°49'50.2"	2495
		Pichirhua	13°40'31.8"	72°55'40.5"	1812
			13°40'42.1"	72°58'5.5"	2594
	Aymaraes	Chalhuanca	14°4'35"	73°15'14.3"	2535
		Cotaruse	14°32'37.5"	73°19'14.4"	4140
	Chincheros	Chincheros	13°33'1.9"	73°37'56.6"	3906
	Cotabambas	Cotabambas	13°41'9.2"	72°20'30.6"	2180
	Grau	Chuquibambilla	14°5'9.4"	72°36'57.3"	3191
Progreso		14°3'49.6"	72°30'15.7"	3795	
Ayacucho	Lucanas	Puquio	14°41'25.1"	74°4'9.7"	3739
Huancavelica	Castrovirreyna	San Juan	13°15'38"	75°37'49.4"	1641
Junín	Yauli	Santa Bárbara de Carhuacayán	11°12'46"	76°27'20.1"	4601
Lima	Oyón	Oyón	10°35'35.3"	76°46'9.2"	3857
	Huarochirí	San Juan de Tantarache	12°3'0.8"	76°6'53.4"	3866
		San Mateo	11°46'41.03"	76°14'12.47"	3600-3900
		San Jerónimo de Surco	11°53'43.68"	76°26'0.54"	2453

Nota: Ejemplares a ser depositados en el herbario USM.



Figura 4. Ambientes y localidades donde se realizó la colecta. **A.** Localidad entre la carretera Chincheros-Andahuaylas, km 595, Abancay, Apurímac; **B.** Prensado y tomando apuntes en libreta de campo, Ciudad de Abancay; **C.** Localidad de pueblo de Chocna, San Mateo, Lima; **D.** Localidad de camino a Choquequirao, Abancay, Apurímac; **E.** Río Apurímac, margen izquierdo del río Apurímac; **F.** Piso de cactáceas, localidad de Quicachas, Ático, Arequipa.

4.2.2.2. Revisión de herbarios

Se revisaron los ejemplares del género de los siguientes herbarios nacionales: Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (USM), Herbarium Arequipense de la

Universidad Nacional de San Agustín (HUSA), Herbario Sur Peruano del Instituto Científico Michael Dillón (HSP) y Herbario de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT). Cuando fue necesario, se revisó las fotografías del material tipo en los portales web para poder esclarecer los conflictos taxonómicos de los *Cheilanthes* peruanos.

Cada ejemplar examinado se corroboró que contenga todos los órganos presentes, se completó o verificó la asignación de un nombre científico (ver determinación-identificación), de ellos se evaluaron los caracteres morfológicos cualitativos y cuantitativos con énfasis en su diagnóstico, todos anotados en las fichas botánicas (ver anexos), así como, datos de procedencia (localidad, georreferenciación), fecha de colecta, colector, número de colecta y código de examinación fueron incluidas en las fichas. Posteriormente fueron transcritos a una base de datos.

4.3. Datos procesados y Análisis

4.3.1. Evaluación de los caracteres morfológicos de uso taxonómico

Con el propósito de describir la caracterización morfológica, se realizó mediciones y observaciones de cada carácter seleccionado tanto cualitativo como cuantitativo. Cada material examinado comprendió de una a tres mediciones por ejemplar. Para una adecuada observación de las muestras se requirió revivirlas por su capacidad de reviviscencia. De esta manera, los ejemplares secos fueron rehidratados en una bolsa cerrada, acondicionando una cámara micro climática, logrando la extensión de toda la lámina y estado óptimo para montaje e ilustración científica.

Los caracteres morfológicos examinados para las catorce especies fueron: indumento en el rizoma y la lámina, superficie (luego de remoción del indumento) y forma del peciolo, número de haces vasculares (en base del peciolo), forma y margen de segmentos, forma de la lámina, forma de pseudoindusio, así como, dos caracteres de probable valor diagnóstico como ápice de venillas, número de esporas por esporangio y otros caracteres incluidos en la ficha botánica (ver anexos, tabla 21). Siendo 58 caracteres morfológicos con diferentes estados, requiriendo un número de caracteres diferente para cada especie. Asimismo, dichas fichas se elaboraron en base a caracteres cualitativos y cuantitativos de estudios previos en helechos: Tryon y Stolze (1989), Kessler *et al.* (2007), Hernández *et al.* (2012), Pérez *et al.* (2017), Kessler *et al.* (2017), Ponce *et al.* (2016), Ponce y Scatagliini (2018). Se utilizó la terminología del glosario de pteridología de Lellinger (2002), conceptos de Lujan *et al.* (2011) y el diccionario de botánica de Font Quer *et al.* (1982).

4.3.2. Análisis estadísticos comparativos de los caracteres cuantitativos

Con el propósito de determinar la forma de las escamas se midieron el tamaño de largo y ancho de las escamas. Para ello, se muestreó 5 a 10 ejemplares y de cada ejemplar se examinó 1 a 10 escamas en *C. arequipensis*, *C. fractifera*, *C. incarum*, *C. obducta*, *C. peruviana*, *C. pilosa*, *C. pruinata* y *C. scariosa*, excepto en *C. fraseri* con mayor esfuerzo hasta 16 ejemplares. Estos datos del tamaño se midieron usando el largo mayor del eje longitudinal y el ancho más extenso del eje horizontal. Los datos obtenidos se ordenaron de menor a mayor en un cuadro de distribución de frecuencias, de ellos se estimaron los valores estadísticos descriptivos, como medidas de la tendencia central y medidas de variabilidad.

Asimismo, se enfatizó el análisis estadístico descriptivo en aquellos grupos contenciosos, para el tamaño longitudinal de la fronda, la lámina y el peciolo. Por ello, se muestreó de 5 a 20 ejemplares y cada uno hasta con 3 mediciones en *C. arequipensis*, *C. incarum*, *C. obducta*, *C. peruviana*, *C. pilosa*, *C. pruinata* y *C. scariosa*, excepto en *C. fraseri* con mayor esfuerzo hasta 31 ejemplares. Todo este análisis estadístico se realizó mediante el programa de cálculo de Microsoft Excel (2019).

4.3.3. Evaluación de la venación

Se tomaron 51 pinnas basales para las especies evaluadas: *C. arequipensis*, *C. cantangensis*, *C. fractifera*, *C. fraseri*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. obducta*, *C. peruviana* y *C. scariosa*. De esas pinnas basales se procuró evaluar el último segmento para siete especies, excepto en *C. fractifera* y *C. fraseri* que correspondió a la pinna basal. Dichas muestras están distribuidas en 51 ejemplares con sus respectivas replicas o repeticiones, que correspondieron a 42 localidades provenientes de los herbarios y colectas propias.

Se eligieron a las especies para el estudio de la venación, considerando los clados propuestos por Ponce y Scataglini (2018) y un grupo propuesto por Tryon y Tryon (1982) y uno de Tryon y Stolze (1989). De dichos clados se seleccionó a tres linajes peruanos representativos de cada clado obtenido por Ponce y Scataglini (2018); a cinco miembros del grupo *C. squamosa*, uno del grupo de *C. brandegeei* y a *C. cantangensis*. De esa manera, se evaluó margen de segmentos, forma de ápice de venillas, divisiones y furcaciones máximas de venillas.

4.3.3.1. Técnica de diafanización

Una técnica importante para la observación del carácter de venación es la diafanización, cuyo objetivo es dejar la muestra tratada en condiciones tales que, a través de ellas, pueda pasar la luz (D`Ambrosio de Argüeso, 1986).

En la figura 5 se aprecia parte del proceso de la técnica de diafanización. El primer paso consistió en retirar el indumento de la pinna basal sin dañar el material herborizado y recientemente fresco. Las muestras se sometieron a alcohol 70% por un lapso máximo de 6 días a menos. Por la antigüedad de la muestra y para acelerar el proceso de extracción de pigmentos (clorofila y otros compuestos orgánicos) con un termobloque se pasó gradualmente de 60°C, 70°C, hasta 90°C por un espacio de cuatro horas, o directamente a 90°C por cerca de dos horas. Posteriormente, se enjuagaron las muestras con agua destilada para remover el químico. Seguidamente, se transfirió a una solución al 50% de hidróxido de sodio (NaOH) a 40 °C a 70 °C por un espacio de dos horas a tres horas (para lograr la eliminación de taninos, resinas, etc.). Luego, se enjuagaron en agua destilada repetidas veces y se guardó en tubos Eppendorf en alcohol al 70%. Posteriormente para la observación de las venas y venillas se trabajó en microscopio estereoscópico Leica S9i y Nikon SMZ 745T.

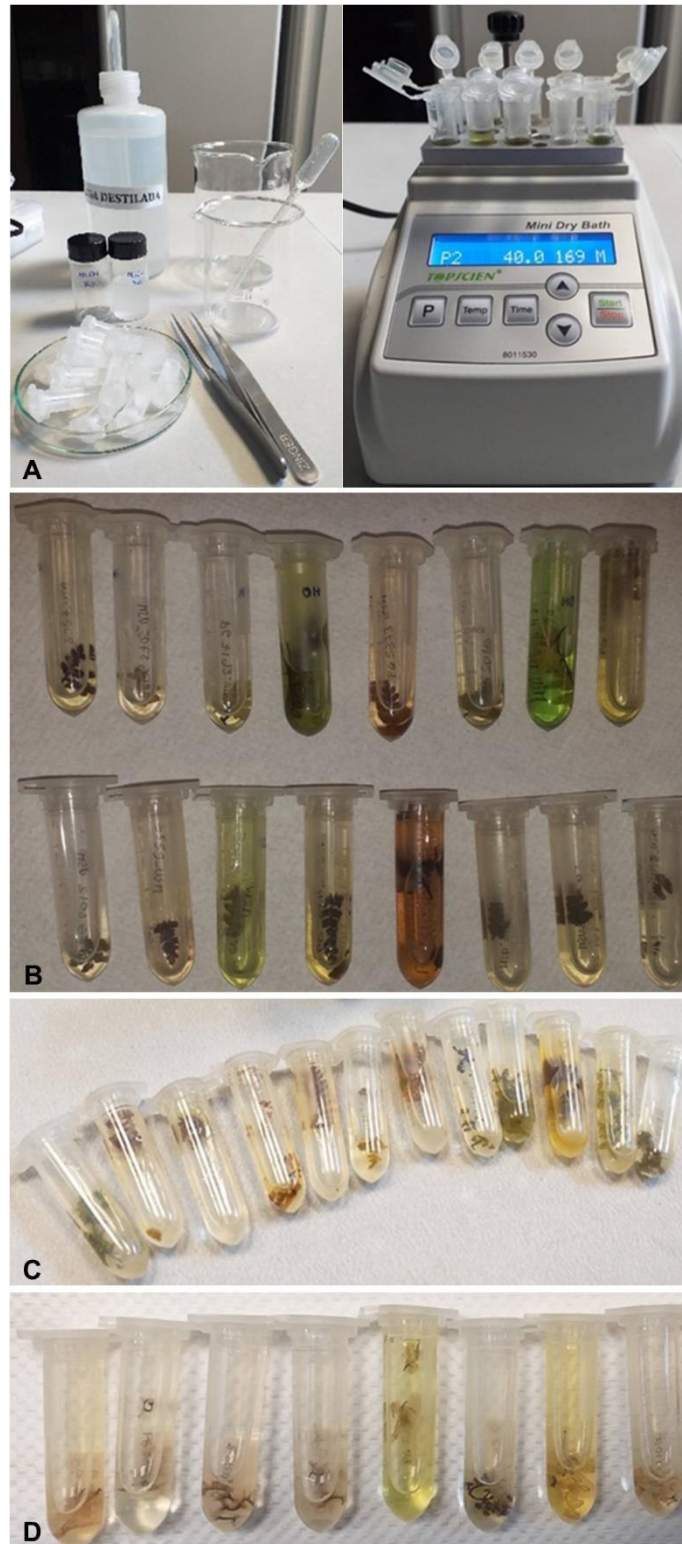


Figura 5. Proceso de extracción de pigmentos y diafanización de nueve pinnas para nueve especies de *Cheilanthes*. **A.** Instrumentos para la técnica; **B.** Muestras sometidas a alcohol de 60°, 70°, 80°, 90°C; **C.** Muestras después de la extracción de pigmentos con alcohol; **D.** Muestras después de la extracción de pigmentos con hidróxido de sodio y lavadas con agua destilada.

4.3.4. Evaluación micromorfológica de los esporangios y esporas

4.3.4.1. Examen de esporas

Le elección de esporangios fue aleatoria tanto en los ejemplares fértiles de herbario como de colecciones de campo. Se procedió a la exhaustiva búsqueda de cada esporangio íntegro (con su respectiva cápsula) y estadio maduro. Se retiró el indumento en caso de los ejemplares con indumento denso.

Medio de montaje: La preparación del medio sólido consistió en seguir el método de D`Ambrosio de Argüeso (1986), con modificaciones en los volúmenes.

Para obtener una solución de gelatina glicerinada 152 ml:

- Agua destilada 102 ml.
- Glicerina a 44 ml.
- Agar agar sin sabor 6 g.

En la figura 6 se muestra las materiales e instrumentos necesarios para el medio de montaje. Primero se pesó agar agar comercial, este se colocó en un matraz que contenía agua destilada, enseguida se calentó por media hora en una cocina eléctrica convencional, se movió y agitó con una varilla de vidrio hasta disolver el agar agar, luego se adicionó glicerina hasta homogenizar la solución. Inmediatamente, se almacenó la gelatina glicerinada en frascos de vidrio con tapa. La solución se solidificó a temperatura ambiente, asegurando que no forme burbujas de aire en el medio sólido, cuando existió burbujas se procedió a fundir hasta desaparecerlas para finalmente almacenar al ambiente y rotularlo.



Figura 6. Materiales para el montaje de esporangios.

4.3.4.2. Técnica de aplastamiento

Consistió en colocar un esporangio íntegro y maduro en una lámina de vidrio estéril, sobre el esporangio con la pipeta se agregó una a tres gotas de gelatina glicerizada fundida. Instantáneamente, se ubicó la laminilla en diagonal sobre el área del esporangio y se cubrió con la misma, luego usando la yema del dedo suavemente se presionó el esporangio con un toque de masajes suaves para romper la cápsula del esporangio. Generalmente, se dejó hasta 24 horas la lámina preparada a temperatura ambiente para la adecuada dispersión de las esporas en medio sólido. Finalmente, para cada laminilla se retiró el excedente de gelatina glicerizada en los bordes, después se realizó el sellado con esmalte en los márgenes de esta (Ponce y Scataglini, 2018).

4.3.4.3. Análisis del número de esporas por esporangio

Todas las láminas preparadas con el esporangio montado fueron examinadas en microscopio óptico Leica DM500 bajo los objetivos de 10X, 40X y 100X (donde se utilizó aceite de inmersión por la superposición o artefactos en la muestra) y el ocular 10X. Para proceder al conteo se realizó el registro fotográfico para algunas especies y barridos oculares de las esporas distribuida en el campo de observación.

En el proceso de contabilización se calculó el valor de la moda del esporangio analizado (por motivos de superposición de esporas, artefactos o daños en el montaje) o de otra manera se aproximó a las categorías de número de esporas por esporangio esperadas. La moda consistió en el número de esporas con mayor frecuencia que se esperó (16, 32, 64), ello fue necesario para evitar sesgos en la evaluación del esporangio montado en la lámina.

Se examinó desde 2 hasta 48 esporangios montados por ejemplar tanto de material de herbario como de campo, contando con un universo de 662 esporangios.

4.4. Presentación de las determinaciones taxonómicas y clasificación

4.4.1. Clasificación y determinación taxonómica

En la clasificación taxonómica se utilizó la propuesta del Pteridophyte Phylogeny Group (PPG I 2016). Para la determinación taxonómica se consideró el tratamiento taxonómico de Tryon y Stolze (1989), los artículos científicos de Benham y Windham (1992), Ponce y Scataglini (2012), Li *et al.* (2012) y Grusz *et al.* (2013). Asimismo, se emplearon claves taxonómicas de Kessler *et al.* (2017) y Ponce *et al.* (2016). Los datos de endemismos se obtuvieron de León *et al.* (2006).

Se confirmaron las determinaciones taxonómicas revisando los ejemplares disponibles de los herbarios y en algunos casos se completó con imágenes fotográficas de los tipos de las especies de *Cheilanthes* en portales en línea especializadas: Pteridophyte Collection Consortium (<https://www.pteridoportal.org/portal/index.php>), Tropicos Specimen Data (<https://doi.org/10.15468/hja69f>), W3 Tropicos (<https://tropicos.org>), The New York Botanical Garden (<http://sweetgum.nybg.org/science/collections/ferns/>), The Field Museum of Chicago (https://collections-botany.fieldmuseum.org/list?f%5B0%5D=ss_CatCatalogSubset%3A%22Pteridophytes%22), The National Museum of Natural History of Smithsonian (<https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/>), The Royal Botanical Gardens of Kew (http://apps.kew.org/herbcat/getHomePageResults.do?homePageSearchText=Cheilanthes&x=0&y=0&homePageSearchOption=scientific_name&nameOfSearchPage=home_pag) y The Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin (<http://ww2.bgbm.org/herbarium/default.cfm>).

4.4.2. Descripción del género, clave y descripción de las especies

Los caracteres morfológicos empleados por Ponce y Scataglini (2018) para delimitar linajes en el género son evaluados para cada ejemplar examinado (como se indica en 4.3) y sirvieron de sustento para confirmar los miembros de *Cheilanthes* en el Perú.

Para los límites y concepto del género en sentido amplio se siguió a Ponce y Scataglini (2018). La descripción del género incluye además toda información nomenclatural asociada. Una clave dicotómica fue elaborada para las especies reconocidas.

Para las descripciones de las especies se empleó la información de las fichas botánicas de los ejemplares examinados que provienen de un formato estandarizado, donde los caracteres están ordenados por órganos (rizoma, peciolo y lámina). El orden de las especies está presentado alfabéticamente. El nombre de cada taxón reportado va acompañado de la citación nomenclatural correspondiente (nombre científico, autor, publicación, año), después el basónimo (autor, publicación, año, tipo, país, localidad, altitud, colector (es), número de colecta, holotipo e isotipos (acrónimo del herbario depositado) y la sinonimia respectiva.

Se organizó la cita de los ejemplares revisados e identificados correctamente, bajo este párrafo: orden alfabético de los departamentos, provincia, distrito o localidad, altitud (es),

fecha de colecta, colector (es), primer apellido y la primera letra inicial del nombre (cuando son dos colectores datos de ambos, si son más de dos solo se nombra el primer colector seguida de la locución latina *et al.*, todo lo anterior de acuerdo al programa informático Brahms), número de colector y acrónimo del herbario registrado. Se subrayó el nombre de colector (es) para localizarlos dentro del párrafo de los ejemplares revisados.

4.4.3. Realización de ilustraciones y figuras

Se elaboraron ilustraciones de los ejemplares para representar a cada especie reconocida en el género. Primero, se empleó un ejemplar modelo de cada especie, el cual se digitalizó mediante un escáner Epson en modo profesional a resolución 1200 ppp y formato tiff. Este ejemplar escaneado fue impreso para el dibujo técnico. Se consiguió materiales para la ilustración científica que fueron lapiceros artísticos (rotring 0.3, 0.1), descartables (artline 0.05, 0.1), tinta china negra, papel vegetal y canson y un microscopio simple. Segundo, se realizó la técnica de calcado, sobre un vidrio rectangular en el lado interior se adhirió en modelo impreso, de tal forma que la incidencia la luz favorecía realizar los trazos y líneas para la obtención del bosquejo. Se completó detalles del dibujo inicial con trazos finos y suaves basado en el ejemplar digitalizado. Para mantener las proporciones y manejar las dimensiones de las formas en los dibujos se les colocó una escala. Asimismo, se empleó la técnica de dibujo en cuadrícula, la cual consistió en dibujar sobre un papel milimetrado, después pasarlo a una escala mayor manteniendo las proporciones exactas.

Se preparó ilustraciones fotográficas de caracteres morfológicos resaltantes que provienen de imágenes capturadas, con su respectiva escala, tomadas con microscopios: óptico Leica DM500 y estereoscópicos Leica S9i y Nikon SMZ745T. Todas las imágenes fotográficas y dibujos se editaron manteniendo sus características originales en el programa Adobe Photoshop CS6 versión 13.0.1. Por último, para diseñar las figuras finales para cada especie se utilizó el programa Microsoft Publisher (2019).

4.4.4. Distribución geográfica y hábitat

Para la distribución geográfica y hábitats de las especies de *Cheilanthes* se compilaron los datos luego de la verificación en la identificación de cada ejemplar revisado en los herbarios y colecciones realizadas. Además, se compiló información bibliográfica del tratamiento de Tryon y Stolze (1989) para complementar este estudio de distribución y

hábitat de cada especie. Toda la información obtenida de coordenadas, localidades, distrito, provincias, departamentos, altitud y hábitats se ingresó en una base de datos. Se corroboraron las altitudes e información de las etiquetas por si existiera sesgos de redacción. Se recurrió a tomar datos de localidades, cuando no se disponía se registraba la unidad administrativa de distrito o provincia y departamento.

Para responder si existe o no un patrón regional en la distribución de *Cheilanthes s.s.* Se empleó PC-Ord vers. 7. (McCune y Mefford 2016) en el análisis los datos de distribución geográfica. Mediante el cual se realizó un dendrograma usando el método de agrupamiento de asociación del vecino más lejano (*Farthest Neighbor*) y la opción de medición de distancia de Sorensen (*Bray Curtis*).

5. RESULTADOS

5.1. Caracteres macromorfológicos y micromorfológicos de las especies peruanas de *Cheilanthes*

Las colecciones examinadas permitieron además de registrar las distribuciones de las especies, material para realizar la caracterización morfológica, asimismo, para determinar la variación morfológica y la amplia convergencia en los caracteres de este grupo de especies de *Cheilanthes*. Por lo cual, se examinaron 168 ejemplares que representa la totalidad de la colección científicas, en las especies como *C. arequipensis* (11 ejemplares), *C. cantangensis* (4), *C. fractifera* (8), *C. fraseri* (30), *C. incarum* (16), *C. lonchophylla* (6), *C. mollis* (2), *C. obducta* (7), *C. peruviana* (36), *C. pilosa* (12), *C. poeppigiana* (15), *C. pruinata* (5), *C. rufopunctata* (4) y *C. scariosa* (12).

5.2. Caracterización macromorfológica

5.2.1. El rizoma

El rizoma en las especies de *Cheilanthes* es mayormente corto, rastrero, multicipital y compacto (tabla 6). El tipo de rizoma corto a largamente rastrero presenta nudos que refiere puntos de crecimiento. Las especies *C. fraseri*, *C. mollis*, *C. pilosa*, *C. pruinata* y *C. rufopunctata* presentan rizoma corto a largamente rastrero, además de nudoso; *C. incarum*, *C. obducta*, *C. peruviana*, *C. pruinata* y *C. scariosa* es multicipital, compacto, cortamente rastrero a erecto; mientras en *C. arequipensis*, *C. cantangensis*, *C. fractifera*, *C. lonchophylla* y *C. poeppigiana*, corto, erecto, grueso o cortamente rastrero.

Tabla 6. Caracteres morfológicos del rizoma en las especies peruanas de *Cheilanthes*.

Especie	Tipo de Rizoma
<i>C. arequipensis</i>	Corto, erecto, grueso
<i>C. cantangensis</i>	Corto
<i>C. fractifera</i>	Cortamente rastrero, grueso a erecto
<i>C. fraseri</i>	Corta a largamente rastrero, nudoso
<i>C. incarum</i>	Multicipital, compacto, cortamente rastrero, erecto
<i>C. lonchophylla</i>	Corto, grueso, erecto
<i>C. mollis</i>	Corto a moderadamente largamente rastrero, nudoso
<i>C. obducta</i>	Cortamente rastrero, compacto
<i>C. peruviana</i>	Multicipital, corto, erecto, compacto
<i>C. pilosa</i>	Corto a largamente rastrero, nudoso
<i>C. poeppigiana</i>	Corto, erecto
<i>C. pruinata</i>	Corto a largamente rastrero, multicipital, nudoso
<i>C. rufopunctata</i>	Corto a largamente rastrero, algunas veces nudoso
<i>C. scariosa</i>	Multicipital, compacto, muy cortamente rastrero, erecto

El color de las escamas en el rizoma para las especies de *Cheilanthes* son concoloras a bicoloras o mixtas. Las escamas concoloras, castaño-atrocastaños, castaño-ferrugíneos o castaño-estramíneos están en el grupo de *C. arequipensis*, *C. fractifera*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. obducta*, *C. peruviana* y *C. scariosa*. El siguiente grupo de escamas mixtas, siendo concoloras, castañas, esclerosadas parcial a total y bicoloras, se encuentra en *C. cantangensis*, *C. fraseri*, *C. mollis*, *C. pilosa*, *C. poeppigiana*, *C. pruinata* y *C. rufopunctata* (ver tabla 7).

La inserción de las escamas puede ser basífija, subasífija o adherida. Aquellas especies de rizoma corto a largamente rastrero tienen las escamas con inserción en su mayoría adheridas como *C. fraseri*, *C. mollis*, *C. pilosa*, *C. pruinata* y *C. rufopunctata*; mientras de inserción basífija generalmente se presenta en aquellas con rizoma principalmente corto, erecto, compacto o multicipital como en *C. arequipensis*, *C. cantangensis*, *C. fractifera*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. obducta*, *C. peruviana*, *C. poeppigiana* y *C. scariosa* (ver sección 5.5).

Las formas de escamas que se reconocen son: aciculares, lanceadas, intermedias de aciculares a lineares, de lanceadas a lanceoladas y de lanceadas a triangulares. Las escamas varían de planas y rectas a sinuosas (ver figura 7).

Para seis de las especies, las escamas son lineal a aciculares, sinuosas a ligeramente sinuosas: *C. arequipensis*, *C. fractifera*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. obducta*, *C. peruviana*. Las escamas aciculares están en *C. scariosa*; lanceadas en *C. fraseri*, *C. pilosa*, *C. poeppigiana*, *C. pruinata* y *C. rufopunctata*, mientras que en *C. mollis* es lineal a lanceada. Las escamas son lanceadas o lanceoladas en *C. cantangensis*. En *C. fractifera* las formas de escamas son variables, ellas varían de lineal a aciculares, lanceadas y lanceadas a triangulares y suelen ser persistentes en la base del peciolo.

En cuanto al ápice de las escamas lanceadas varias extienden su ápice de forma caudada como en *C. fraseri*, *C. pilosa*, *C. poeppigiana*, *C. pruinata* y *C. rufopunctata* (ver tabla 7).

La forma de la escama del rizoma está refrendada con valores estadísticos para *C. arequipensis*, *C. fractifera*, *C. fraseri*, *C. incarum*, *C. obducta*, *C. peruviana*, *C. pilosa*, *C. pruinata* y *C. scariosa* (ver tabla 8).

Los márgenes de las escamas del rizoma en su mayoría son inconspicuos a conspicuamente dentellados, unguados, o serrulados como se observa en *C. arequipensis*, *C. cantangensis*, *C. fraseri*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. mollis*, *C. obducta*, *C. peruviana* y *C. scariosa*; mientras que en *C. fractifera* son inconspicuamente dentellados, unguados, ciliados hasta enteros; para *C. pilosa* sus márgenes con ligeras prolongaciones pubescentes de ápices diferenciados; mientras enteros en *C. pruinata* y *C. rufopunctata*; y entero a ligeramente unguado a dentellado en *C. poeppigiana*.

Tabla 7. Caracteres morfológicos del indumento de rizoma en las especies peruanas de *Cheilanthes*.

ESCAMA DE RIZOMA			
Especie	Color y tipo	Forma	Margen
<i>C. arequipensis</i>	Concolora, castaño-ferrugíneo	Linear-acicular, ligeramente sinuosa	Dentellado, ungulado inconspicuo
<i>C. cantangensis</i>	Concolora, castaño, algunas veces parcialmente esclerosada	Lanceada-lanceolada	Dentellado, aserrulado
<i>C. fractifera</i>	Concolora, castaño-estramíneo	Linear-acicular, lanceada, lanceada-triangular	Dentellado, ungulado, ciliado inconspicuo, entero
<i>C. fraseri</i>	Concolora, castaño, parcialmente esclerosada, bicolora	Lanceada	Dentellado a ligeramente ungulado
<i>C. incarum</i>	Concolora, castaño-atrocastaño	Linear-acicular, sinuosa	Dentellado a ungulado
<i>C. lonchophylla</i>	Concolora, castaño	Linear-acicular, sinuosa	Dentellado a ungulado conspicuo
<i>C. mollis</i>	Concolora, castaño, esclerosada parcial a total, bicolora, brillantes	Linear-lanceada	Dentellado inconspicuo
<i>C. obducta</i>	Concolora, algunas veces ligeramente esclerosada, castaño-atrocastaño	Linear-acicular, ligeramente sinuosa	Dentellado, ungulado
<i>C. peruviana</i>	Concolora, castaño-atrocastaño	Linear-acicular, sinuosa	Dentellado inconspicuo, ungulado
<i>C. pilosa</i>	Concolora, atrocastaño, esclerosada parcial a total, bicolora, brillantes, rígidas	Lanceada	Ligeras prolongaciones pubescentes con ápices diferenciados
<i>C. poeppigiana</i>	Concolora, castaño, esclerosada parcial a total, bicolora	Lanceada	Ligeramente ungulado a dentellado, entero
<i>C. pruinata</i>	Concolora, castaño, parcialmente esclerosada, bicolora, brillantes, rígidas	Lanceada	Entero
<i>C. rufopunctata</i>	Castaño, parcialmente esclerosada, rígidas	Lanceada	Entero
<i>C. scariosa</i>	Concolora, castaño-atrocastaño, castaño-ferrugíneo	Acicular	Dentellado a ungulado inconspicuo

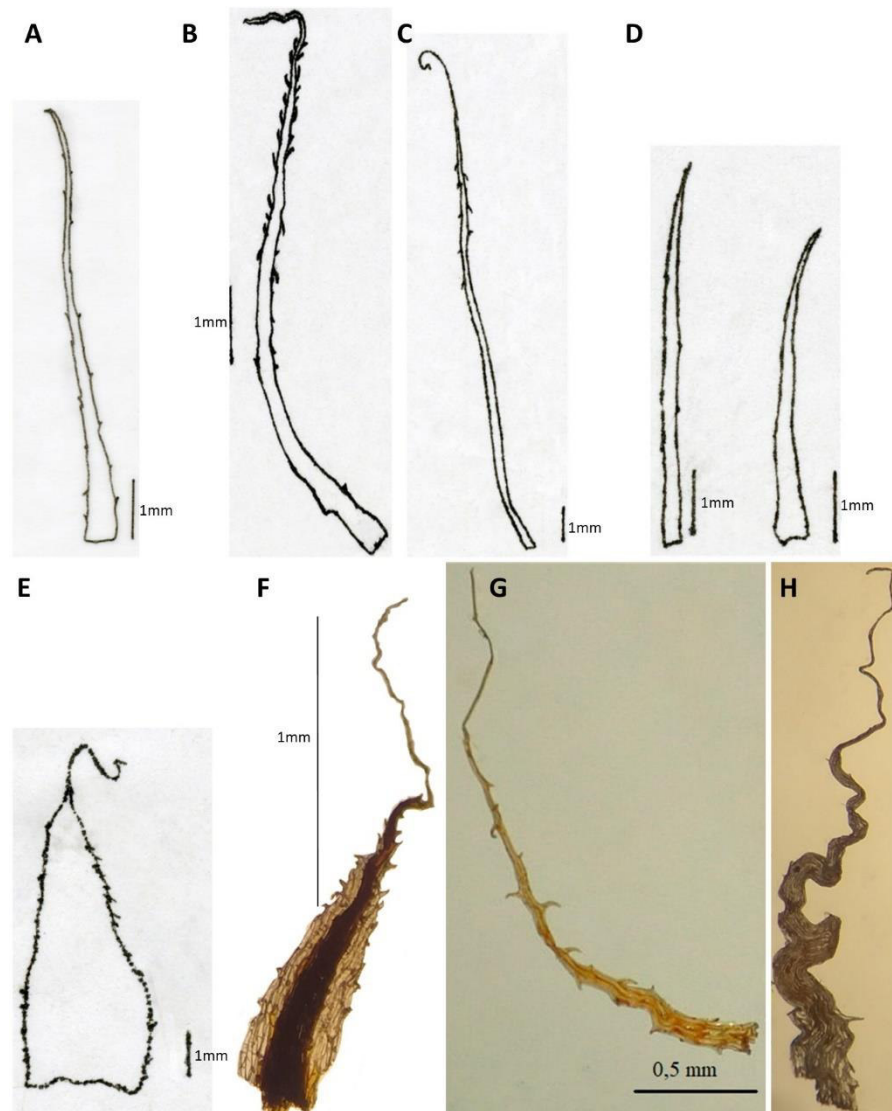


Figura 7: Tipos y formas de las escamas en rizoma: **A, B.** Linear a acicular, ligeramente sinuosa de *C. arequipensis* y *C. obducta*, respectivamente; **C.** Acicular en *C. scariosa*; **D.** Linear a lanceada en *C. fractifera*; **E.** Lanceada a triangular en la base del peciolo y rizoma en *C. fractifera*; **F.** Lanceada con ápice caudado en *C. fraseri*; **G, H.** Linear a acicular, sinuosa en *C. incarum* y *C. peruviana*, respectivamente.

Los datos distribuidos en la tabla 8 corresponden a rangos mínimos, máximo, media y desviación estándar para el largo y ancho de las escamas en rizoma. Los rangos máximos del largo de las escamas en orden decreciente están en: *C. scariosa*, *C. obducta*, *C. incarum*, *C. peruviana*, *C. arequipensis*, *C. fractifera*, *C. pilosa*, *C. pruinata* y *C. fraseri*. Los rangos máximos de ancho en orden decreciente están en: *C. fractifera*, *C. arequipensis*, *C. peruviana*, *C. scariosa*, *C. incarum*, *C. pruinata*, *C. fraseri*, *C. pilosa* y *C. obducta*.

Resaltan los valores extremos máximos de las dimensiones de las escamas. En *C. scariosa* va de 5.8–19 mm de largo por 0.05–0.8 mm de ancho, seguido de *C. obducta* con 4–12 mm por 0.1–0.3 mm, *C. incarum* 5.2–11 mm por 0.15–0.8, *C. peruviana* 1.6–10.5 por 0.1–1 mm, *C. arequipensis* 2.4–9 mm por 0.15–1 mm, todas las anteriores con anchos máximos de 1 mm a menos; los rangos de variación de largo y ancho son similares en *C. incarum* y *C. obducta*; asimismo, comparten rangos similares de largo como ancho en *C. arequipensis* y *C. peruviana*; contrastando en *C. scariosa* su rango de variación de largo es extremadamente máximo y ancho mínimo con respecto a las especies antes mencionadas.

Por el contrario, los valores más bajos de 1–2.6 mm de largo por 0.1–0.5 mm de ancho en *C. fraseri*, seguido de 1.5–3.6 mm por 0.3–0.6 mm en *C. pruinata* y 2.8–4.5 mm por 0.2–0.5 mm en *C. pilosa*. Mientras el rango de variación intermedio entre los valores de largo en *C. fractifera* de 1.5–8 mm y 0.2–1.2 mm este último más extenso en ancho con respecto a las demás especies.

Con respecto a los promedios de largo de escama va desde 5.09 mm, 5.08 mm, 6.54 mm, 8.20 mm y 9.59 mm, todas constan de menos 1 mm en promedio de ancho, reconociéndose estas dimensiones promediadas a formas de las escamas lineares a aciculares vistas en la tabla 8 para *C. arequipensis*, *C. incarum*, *C. obducta*, *C. peruviana* y *C. scariosa*. Contrastando con los promedios de largo de 1.85 mm, 2.86 mm, 3.52 mm y 4.13 mm, todas constan de menos 1 mm en promedio de ancho, correspondiendo estas dimensiones promediadas a escamas lanceada, linear a lanceada y lanceada a triangulares para *C. fractifera*, *C. fraseri*, *C. pilosa*, *C. pruinata*.

Tabla 8. Rango de valores cuantitativos y promedios para caracteres de tamaño (largo y ancho) de las escamas en el rizoma para nueve especies peruanas de *Cheilanthes* (con más de 5 ejemplares examinados).

Especie	Ejemplares	Largo (mm)				Ancho (mm)			
		Mínimo	Media	Máximo	Desviación estandar	Mínimo	Media	Máximo	Desviación estandar
<i>C. arequipensis</i>	18	2.4	5.08	9	1.52	0.15	0.43	1	0.29
<i>C. fractifera</i>	31	1.5	4.13	8	1.54	0.2	0.59	1.2	0.40
<i>C. fraseri</i>	95	1	1.85	2.6	0.33	0.1	0.25	0.5	0.09
<i>C. incarum</i>	27	5.2	8.20	11	1.71	0.15	0.33	0.8	0.15
<i>C. obducta</i>	29	4	6.54	12	1.98	0.1	0.18	0.3	0.07
<i>C. peruviana</i>	37	1.6	5.09	10.5	1.79	0.1	0.25	1	0.23
<i>C. pilosa</i>	30	2.8	3.52	4.5	0.46	0.25	0.36	0.5	0.08
<i>C. pruinata</i>	25	1.5	2.86	3.6	0.59	0.3	0.41	0.6	0.11
<i>C. scariosa</i>	41	5.8	9.59	19	2.86	0.05	0.37	0.8	0.19

5.2.2. El peciolo y el raquis

En la tabla 9 se presenta al peciolo y raquis de las especies de *Cheilanthes* peruanas. En la mayoría de las especies el peciolo es terete y su superficie es lisa, estriada; además escabrosa, o muricada en *C. cantangensis* y *C. scariosa*; o sulcado hacia el haz en *C. poeppigiana* y *C. rufopunctata*. El raquis mayormente es terete, excepto sulcado y alado en *C. fractifera*, *C. poeppigiana* y *C. rufopunctata*.

Tabla 9. Caracteres morfológicos del peciolo y el raquis en las especies peruanas.

Especie	Superficie de peciolo	Forma del raquis
<i>C. arequipensis</i>	Estriada	Terete
<i>C. cantangensis</i>	Estriada, escabrosa, muricada	Terete
<i>C. fractifera</i>	Lisa, estriado	Sulcado y alado
<i>C. fraseri</i>	Estriada	Terete
<i>C. incarum</i>	Estriada	Terete
<i>C. lonchophylla</i>	Estriada	Terete
<i>C. mollis</i>	Lisa, estriada	Terete
<i>C. obducta</i>	Lisa, estriado	Terete
<i>C. peruviana</i>	Estriada	Terete
<i>C. pilosa</i>	Estriada	Terete
<i>C. poeppigiana</i>	Lisa, estriada, sulcado hacia el haz	Sulcado y alado**
<i>C. pruinata</i>	Lisa, estriada	Terete
<i>C. rufopunctata</i>	Lisa, estriada, sulcado hacia el haz	Sulcado
<i>C. scariosa</i>	Estriada, escabrosa, muricada	Terete

Nota: **Conspicuo

5.2.3. La lámina, pinna y los segmentos

De la tabla 10 se encuentra que la forma de la lámina varía de linear, lanceada, lanceolada, elíptica, ovada, triangular a romboidal, o incluso intermedias entre dos formas, lo que hace que este carácter no permita distinguir entre las especies, por ello, se le considera altamente plástico y con poco valor taxonómico. Sin embargo, se observa que al menos la lámina en *C. fraseri* es estrechamente linear y *C. pruinata* linear-lanceada, mantienen muy robusta la forma laminar a diferencia de las demás especies. Mientras, las especies como *C. arequipensis*, *C. cantangensis*, *C. fractifera*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. mollis*, *C. obducta*, *C. peruviana*, *C. pilosa*, *C. poeppigiana*, *C. rufopunctata* y *C. scariosa* varían ampliamente, e incluso formas como linear, lanceada, lanceolada, elíptica, triangular y sus intermedios entre estas formas

convergen en casi todas. Asimismo, *C. fractifera* y *C. rufopunctata* de forma ovada a triangular no se debería excluir de esta variación, por observarse también una alta plasticidad de la forma de la lámina.

El grado de división de la lámina va de 1-pinnado-pinnatífida o 1-pinnado-pinnatisecta a 3-pinnada para las especies presentadas en la tabla 10. De 1-pinnado-pinnatífida en *C. fraseri*; 1-pinnado-pinnatisecta lobulada en *C. cantangensis*, *C. fractifera* y *C. poeppigiana*; 2-pinnada, e inusualmente el segmento basal se divide en *C. obducta*; 2-pinnada a 2-pinnado-pinnatífida o 2-pinnado-pinnatisecta en *C. arequipensis*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana* y *C. pruinata*; 2-3 pinnada en *C. incarum*, *C. mollis*, *C. pilosa*, *C. rufopunctata* y *C. scariosa*.

La forma de la pinna sigue el mismo patrón de alta convergencia, al igual que la forma de la lámina, va de ovada, lanceada, triangular, hasta forma intermedia entre ellas. La forma ovada-triangular está presente en *C. arequipensis*, *C. fractifera*, *C. fraseri*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana*, *C. pilosa*, *C. poeppigiana*, *C. pruinata*, *C. rufopunctata* y *C. scariosa*; mientras lanceada-triangular en *C. cantangensis*; y estrechamente lanceada en *C. obducta*. Una característica contrastante en dos especies se encuentra en las pinnas basales que son gradualmente reducidas en *C. lonchophylla* y no gradualmente reducidas (pinnas basales con pinnula basiscópicas conspicuas) en *C. incarum* (ver sección 5.5).

Con respecto a la forma de los segmentos, se presenta desde elíptica, ovada, oblonga, orbicular, flabelada, lanceada, triangular, de la misma manera las formas intermedias y convergentes en la mayoría de las especies. En *C. arequipensis*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana*, *C. pilosa* es ovado-triangular. Para *C. incarum*, *C. mollis* y *C. scariosa* es orbicular-flabelada, con formas intermedias de triangular a ovado (ver tabla 10). En *C. obducta* es oblongo, a veces ensanchado en la base. Se presentan sésiles en *C. cantangensis*, *C. fractifera*, *C. fraseri* y *C. poeppigiana* (lanceada), por último, *C. rufopunctata* (lanceada y elíptica).

Tabla 10. Caracteres morfológicos de la lámina, pinna y segmento en las especies peruanas de *Cheilanthes*.

Especie	LAMINA		PINNA	SEGMENTO
	Forma	División	Forma	Forma
<i>C. arequipensis</i>	Lanceada-lanceolada, lanceada-triangular, romboidal	2-pinnada, 2-pinnada-pinnatífida, 2-pinnada-pinnatisecta	Ovada-triangular	Ovada-triangular
<i>C. cantangensis</i>	Lanceada- triangular, elíptica	1-pinnada-pinnatisecta lobulada	Lanceada-triangular	Sésil
<i>C. fractifera</i>	Ovada-triangular	1-pinnada-pinnatisecta lobulada	Ovada-triangular	Sésil
<i>C. fraseri</i>	Estrechamente linear	1-pinnada-pinnatífida	Ovada-triangular	Sésil
<i>C. incarum</i>	Estrechamente lanceada-lanceolada	2-3 pinnada	Ovada-triangular	Flabelada, orbicular, ovada-triangular
<i>C. lonchophylla</i>	Estrechamente lanceada-lanceolada	2-pinnada-pinnatífida, 2 pinnada-pinnatisecta	Ovada-triangular	Ovada-triangular
<i>C. mollis</i>	Lanceolada	2-3 pinnada	~	Orbicular-oblonga
<i>C. obducta</i>	Lanceolada, lanceada, elíptica	2-pinnada	Estrechamente lanceada	Oblonga, ~ensanchada hacia la base
<i>C. peruviana</i>	Linear-elíptica, linear-lanceolada, linear-lanceada, lanceada-triangular	2-pinnada-pinnatífida	Ovada-triangular	Ovada-triangular
<i>C. pilosa</i>	Linear-lanceada, lanceolada	2-3 pinnada	Ovada-triangular	Ovada-triangular
<i>C. poeppigiana</i>	Ovada-triangular	1-pinnada-pinnatisecta	Ovada-triangular	Lanceada
<i>C. pruinata</i>	Lineal-lanceada	2-pinnada-pinnatisecta	Ovada-triangular	~
<i>C. rufopunctata</i>	Lanceada, ovada-triangular	2-3 pinnada	Ovada-triangular	Lanceada, elíptica, lobulada
<i>C. scariosa</i>	Linear a estrechamente lanceolada-lanceada	2-3 pinnada	Ovada-triangular	Flabelada-orbicular

~ Casi no visible por enrollamiento de la pinna.

5.2.4. Caracteres cuantitativos: longitud de la fronda, el peciolo y la lámina

De la tabla 11. Se realizaron diagramas de cajas y bigotes de las longitudes de F (fronda), P (peciolo) y L (lámina) para las especies como *C. arequipensis*, *C. fraseri*, *C. incarum*, *C. obducta*, *C. pilosa*, *C. peruviana*, *C. pruinata* y *C. scariosa*. Se presenta los valores mínimos (extremo inferior), media (X), mediana (segmento central), máximos (extremo superior) y atípicos (círculos). La distribución del 50% de datos están dentro de las cajas, el otro 50% dentro de los bigotes más los valores atípicos.

Tabla 11. Rango de valores cuantitativos y promedios para caracteres de la longitud de la fronda (LF), del peciolo (LP) y de la lámina (LL) en ocho especies peruanas de *Cheilanthes*.

Especie	Mínimo	Media	Máximo	Desviación estandar
<i>C. arequipensis</i> (30)				
LF	5.6	10.55	17	2.68
LP	2.3	5.71	9	1.59
LL	2.5	4.81	8	1.52
<i>C. fraseri</i> (96)				
LF	8.1	20.86	38.7	6.63
LP	3.6	8.35	25	3.49
LL	3.9	12.49	24.5	3.96
<i>C. incarum</i> (38)				
LF	12.5	23.82	37.5	6.19
LP	3.8	7.72	14.5	2.89
LL	8.5	16.12	23.3	4.18
<i>C. obducta</i> (13)				
LF	8.7	21.39	33	7.77
LP	1.5	4.18	7.5	1.89
LL	7.2	16.44	25.5	6.04
<i>C. peruviana</i> (49)				
LF	7.8	15.95	31.3	5.48
LP	3	7.63	17.9	3.91
LL	3	8.08	16.8	3.50
<i>C. pilosa</i> (15)				
LF	7	21.51	42.5	8.77
LP	2.5	8.30	16	3.32
LL	4.5	13.21	26.5	6.13
<i>C. pruinata</i> (15)				
LF	15.8	26.91	41.2	6.71
LP	5.8	9.29	15.5	2.74
LL	10	17.62	28.5	4.54
<i>C. scariosa</i> (21)				
LF	12	20.58	32.2	5.71
LP	3.4	5.80	9	1.75
LL	7.8	14.78	26	4.93

Paréntesis (ejemplares examinados).

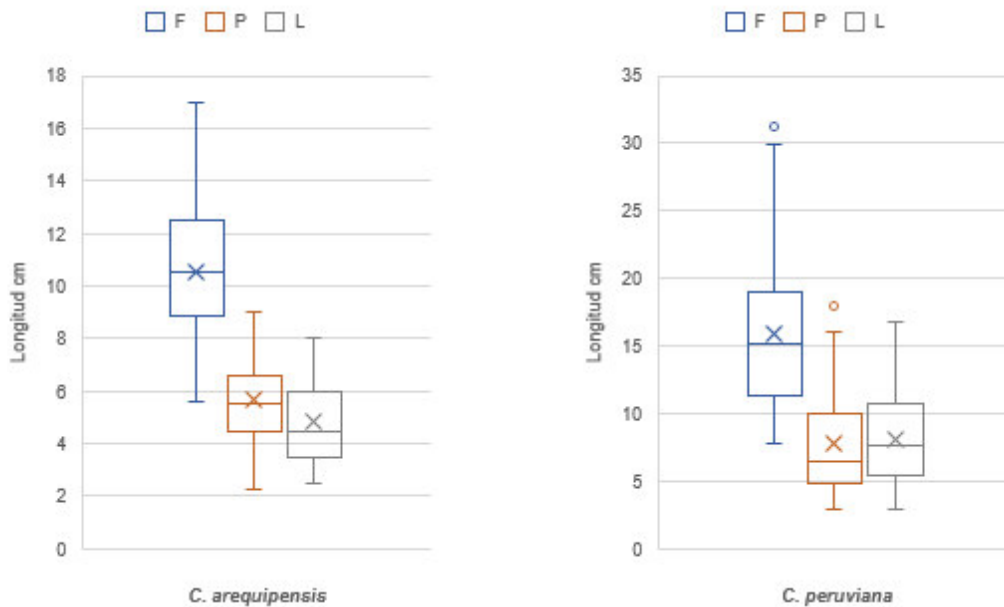


Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes para *C. arequipensis* y *C. peruviana*. Especies morfológicamente similares. Fronda (F), Pecíolo (P) y Lámina (L).

En la figura 8 se muestra los datos para *Cheilanthes arequipensis* y *C. peruviana*, ambas especies morfológicamente similares. Para *C. arequipensis* los rangos de longitudes de la fronda mínimo–máximo varían de 5.6–17 cm, 2.3–9 cm en el pecíolo y 2.5–8 cm para la lámina. Casi todas las distribuciones de datos son ligeramente simétricas, excepto la distribución en la lámina. En el caso de *C. peruviana* los rangos mín–máx es 7.8–31.3 cm en la fronda, 3–17.9 cm en el pecíolo y 3–16.8 cm en la lámina, siendo sus distribuciones asimétricas, con datos atípicos en la fronda y el pecíolo; tanto las longitudes de la fronda, el pecíolo y la lámina tienen datos más dispersos por encima de la mediana. Asimismo, los rangos de variaciones más amplios están en las longitudes de la fronda, el pecíolo y la lámina de *C. peruviana* frente a menos amplios como en *C. arequipensis*. Las tasas de tamaños de longitud del pecíolo y la lámina con respecto a la fronda se superponen en su mayoría de casos en *C. peruviana* y *C. arequipensis*, no obstante, estos datos están más dispersos por encima de la mediana en *C. peruviana*.

Se observa que los estadísticos descriptivos de longitudes de la fronda, el pecíolo y la lámina no son del todo informativos como caracteres para proveer distinción en las entidades morfológicamente similares como *C. arequipensis* y *C. peruviana*.

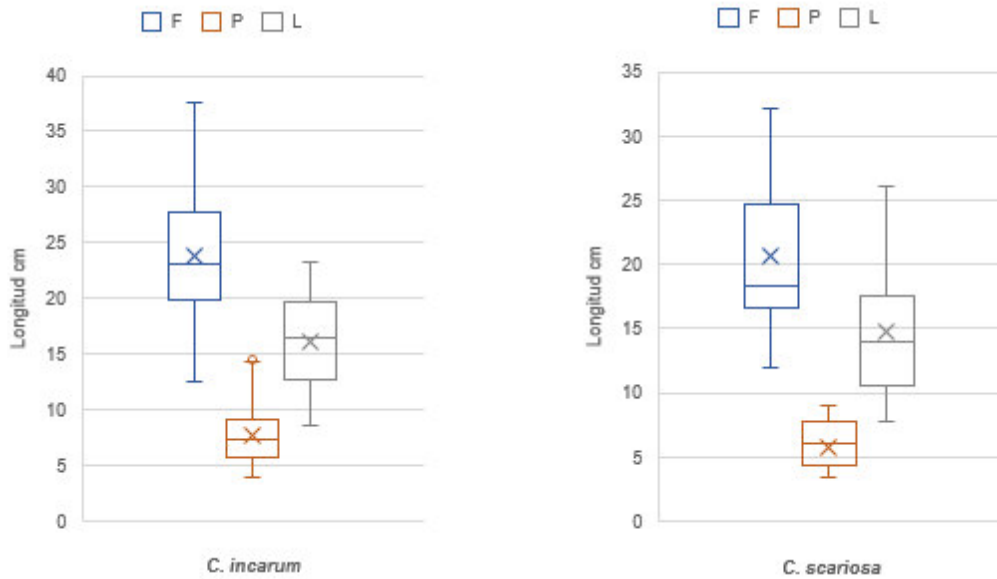


Figura 9. Diagrama de cajas y bigotes para *C. incarum* y *C. scariosa*. Especies morfológicamente similares. Fronda (F), Pecíolo (P) y Lámina (L).

En la figura 9 ambas especies son morfológicamente similares y se prueba comparar cuantitativamente sobre los caracteres de las longitudes. Para *C. incarum* se presentan los rangos de longitudes mín–máx que varían de 12.5–37.5 cm en la fronda, 3.8–14.5 cm en el pecíolo y 8.5–23.3 cm en la lámina, casi todas las distribuciones de datos son ligeramente asimétricas con dato atípico en el pecíolo. En *C. scariosa* los rangos mín–máx es 12–32.2 cm en la fronda, 3.4–9 cm en el pecíolo y 7.8–26 cm en lámina; asimismo, sus distribuciones son asimétricas, excepto en el pecíolo que es simétrica, los datos de longitudes de la fronda y la lámina se encuentran más dispersos por encima de la mediana. Ambas especies superponen totalmente los rangos de variación de las longitudes de las frondas, más no sucede en el pecíolo y la lámina. Los rangos de variación de longitud del pecíolo son extensos en *C. incarum*, pero no en *C. scariosa*. Contrariamente, los rangos de variación de longitud de la lámina son estrechos en *C. incarum* frente a más variables en *C. scariosa*. Con respecto, a la tasa de longitud en la lámina y el pecíolo relacionado a la fronda en ambas especies se observan distinciones. La tasa de la longitud del pecíolo relacionado a la fronda en *C. scariosa* es mucho menor que la tasa de la lámina. En cambio, las tasas del pecíolo y la lámina relacionado a la fronda en *C. incarum* son casi cercanas.

Por lo tanto, las tasas de longitudes del pecíolo y la lámina con respecto a las frondas son informativos para facilitar su evaluación de las especies morfológicamente similares como *C. incarum* y *C. scariosa*.

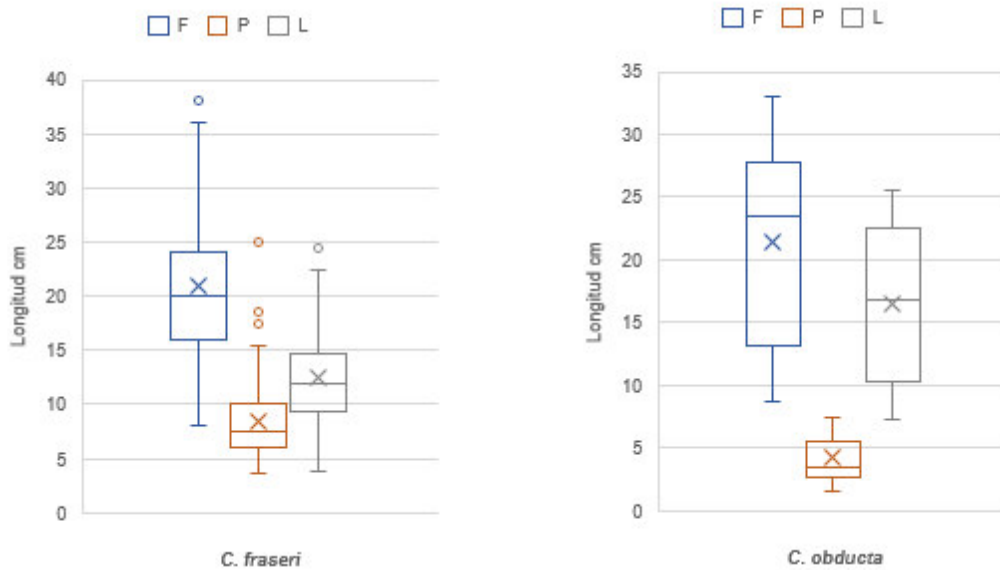


Figura 10. Diagrama de cajas y bigotes para *C. fraseri* y *C. obducta*. Especies morfológicamente diferentes. Fronda (F), Pecíolo (P) y Lámina (L).

En la figura 10 se presentan los datos de *C. fraseri* para los rangos de longitudes mín–máx que varían de 8.1–38.7 cm en la fronda, 3.6–25 cm en el pecíolo y 3.9–24.5 cm en la lámina, todas las distribuciones de datos son ligeramente simétricas con datos atípicos. En *C. obducta* los rangos mín–máx es 8.7–33 cm en la fronda, 1.5–7.5 cm en el pecíolo y 7.2–25.5 cm en la lámina, mostrando en los datos distribuciones asimétricas en la fronda y el pecíolo, excepto en la lámina. Se contrasta los rangos de variación de las longitudes del pecíolo en ambas especies, son de mayor variación en *C. fraseri* frente a menor variación en *C. obducta*. Las tasas de longitudes del pecíolo y la lámina con respecto a la fronda son casi similares en *C. fraseri* y diferentes en *C. obducta*. Las tasas de longitudes del pecíolo con respecto a la fronda en menor en *C. obducta* y mayor en *C. fraseri*. No obstante, la tasa de la longitud de la lámina en ambas especies se podría superponer.

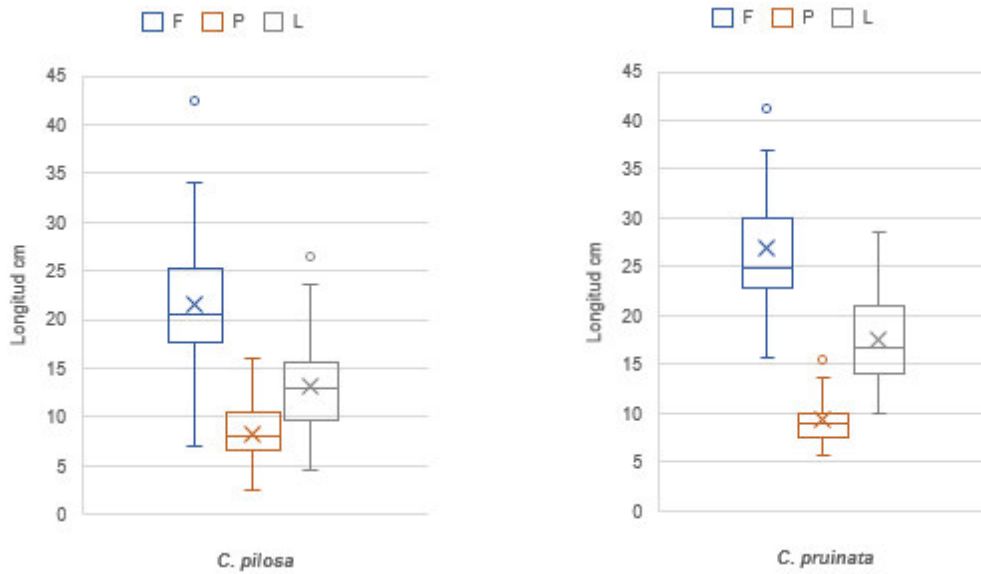


Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes para *C. pilosa* y *C. pruinata*. Especies morfológicamente diferentes. Fronda (F), Pecíolo (P) y Lámina (L).

En la figura 11 se observan los datos de longitudes de *C. pilosa*, donde los rangos mín–máx varían de 7–42.5 cm en la fronda, 2.5–16 cm en el pecíolo y 4.5–26.5 cm en la lámina, las distribuciones de datos son ligeramente simétricas con valores atípicos. Para *C. pruinata* los rangos mín–máx 15.8–41.2 cm en la fronda, 5.8–15.5 cm en el pecíolo y 10–28.5 cm en la lámina, sus distribuciones son ligeramente asimétricas con datos atípicos. El carácter de la longitud del pecíolo en *C. pilosa* es de mayor variación y en *C. pruinata* de menor variación. Asimismo, las tasas de longitudes del pecíolo con respecto a la fronda en *C. pruinata* es menor en comparación con *C. pilosa*. Las tasas de longitudes de la lámina con respecto a la fronda son similares en ambas especies.

5.2.5. Indumento en la lámina y ejes

Todas las especies de *Cheilanthes* peruanas presentan indumento en la lámina y ejes, excepto en las láminas de *C. poeppigiana*. Aquellas especies con indumento pubescente o escamoso (ver tabla 12) pueden presentar las escamas en la base del peciolo ya sea persistentes como en *C. fractifera*, e inconspicuas en *C. mollis*, *C. pilosa*, *C. rufopunctata*, o en *C. poeppigiana* y *C. pruinata* con las escamas inconspicuas extendiéndose hacia el raquis.

En este estudio se reconocen tres tipos de estructuras multicelulares aplanadas: escamas, microescamas y escuámulas. Otro tipo unicelular no aplanadas que puede ramificarse son los pelos o que puede ser globoso y sésil. Se detalla los estados descriptivos del indumento en la tabla 13 para seis especies de *Cheilanthes* y en la tabla 14 se incluye estados descriptivos de los pelos en siete especies.

Tabla 12. Especies con indumento característicos en las frondas y sin indumento.

Especie	Indumento en la fronda (lámina y ejes)
<i>C. arequipensis</i>	Escamas
<i>C. cantangensis</i>	Escamas y pelos
<i>C. fractifera</i>	Pelos (*)
<i>C. fraseri</i>	Pelos
<i>C. incarum</i>	Escamas y microescamas
<i>C. lonchophylla</i>	Escamas y microescamas
<i>C. mollis</i>	Pelos (*)
<i>C. obducta</i>	Pelos
<i>C. peruviana</i>	Escamas y microescamas
<i>C. pilosa</i>	Pelos (*)
<i>C. poeppigiana</i>	Glabras (*)
<i>C. pruinata</i>	Pelos (*)
<i>C. rufopunctata</i>	Glabras, con estructuras globosas rojizas en la superficie abaxial de la pinna
<i>C. scariosa</i>	Escamas y escuámulas

(*) Ejes con escamas inconspicuas y dispersas.

5.2.5.1. Escamas

En *Cheilanthes* la inserción de las escamas en el peciolo y la lámina puede ser basífilas, subbasífilas. Las escamas pueden disponerse imbricadamente, densas, cubriendo toda la superficie o regularmente esparcidas en la fronda. Las escamas pueden localizarse en los ejes como el peciolo, raquis, raquilla, costa y en ambas superficies de la lámina, siendo menos conspicuas en la superficie del haz. Ambas escamas en posiciones diferentes tanto del peciolo como envés de la lámina no se encuentra contrastante diferencia para el color, ni márgenes (ver sección 5.5).

Las escamas en su mayoría son concoloras a pseudoclatradas, o bicoloras, o conformes, cuando pseudoclatradas sus paredes celulares se engrosan en diferente intensidad generalmente cerca de la zona central y de inserción pudiendo extender el engrosamiento hasta los márgenes de la escama. Con respecto al lumen celular, en la mayoría de las escamas son de abundante a moderado y solo en un caso es escaso (ver tabla 13, figura 12).

La forma de escama en el peciolo varía de lanceadas, ovadas, redondeadas, triangulares, periformes, elípticas, ligeramente subuladas, e irregulares cuando están en un estado inmaduro de desarrollo y formas intermedias entre ellas para todas las especies descritas de la tabla 13 (ver 5.5). En cuanto a las escamas de la superficie abaxial de la lámina su forma varía de lanceadas, ovadas, elípticas, triangulares, ligeramente subuladas, redondeadas e irregulares y formas intermedias entre ellas (ver 5.5).

No se observa diferencias contrastantes en el tipo, color de las escamas en la mayoría de las especies de la tabla 13, solo en *C. cantangensis* y *C. peruviana* (ver sección 5.5). Las escamas tanto en el envés de la lámina como en eje del peciolo de *C. arequipensis*, *C. cantangensis*, *C. incarum*, *C. lonchophylla* y *C. peruviana* son concoloras a pseudoclatradas con lumen celular no escaso; además, en el peciolo pueden ser exclusivamente conformes y ligeramente conformes en *C. cantangensis* y *C. peruviana*; mientras en la lámina y el peciolo son concoloras a bicoloras y con escaso lumen celular en *C. scariosa*.

Los márgenes de las escamas en el peciolo de *C. arequipensis*, *C. incarum*, *C. lonchophylla* y *C. peruviana* son en su mayoría dentellados a laciniados y erosos, solo en *C. cantangensis* son ciliados, mientras que *C. scariosa* en la base de las escamas

laciniadas desarrollan filamentos. Con respecto a los márgenes de las escamas en envés de la lámina en la mayoría son laciniados, además erosos en *C. arequipensis* (con dientes marginales agudos), dentellados a profundamente laciniado hacia la base en *C. incarum*, *C. lonchophylla* y *C. peruviana* (con dientes marginales elongados), o muy conspicuamente con filamentos en la base en *C. scariosa* (ver tabla 13, figura 12).

Tabla 13. Caracteres morfológicos de las escamas, microescamas, escuámulas en la lámina y los ejes (peciolo y otros) en seis especies peruanas de *Cheilanthes*.

Especie	LÁMINA						
	ESCAMA DEL ENVÉS			MICROESCAMA DEL HAZ			ESCUÁMULA
	Tipo y color	Margen	Lumen celular	Tipo y color	Margen	Forma	Color
<i>C. arequipensis</i>	Concolora a seudoclatrada	Laciniado a eroso	No reducido	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>C. cantangensis</i>	Concolora a seudoclatrada	Laciniado	No reducido	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>C. incarum</i>	Concolora a seudoclatrada	Aserrado, dentellada, laciniado profundamente hacia la base	No reducido	Concolora a seudoclatrada	Dentellado a ungulado	Linear a acicular	Ausente
<i>C. lonchophylla</i>	Concolora a seudoclatrada	Dentellada, a laciniado profundamente hacia la base	No reducido	Concolora a seudoclatrada	Dentellado	Linear a acicular	Ausente
<i>C. peruviana</i>	Concolora a seudoclatrada	Dentellada, a laciniado profundamente hacia la base, unguada	No reducido	Clatrada	Dentellado a ungulado	Lanceada a linear	Ausente
<i>C. scariosa</i>	Concolora a bicolora	Laciniado conspicua, con filamentos en la base	Reducido	Ausente	Ausente	Ausente	Concolora

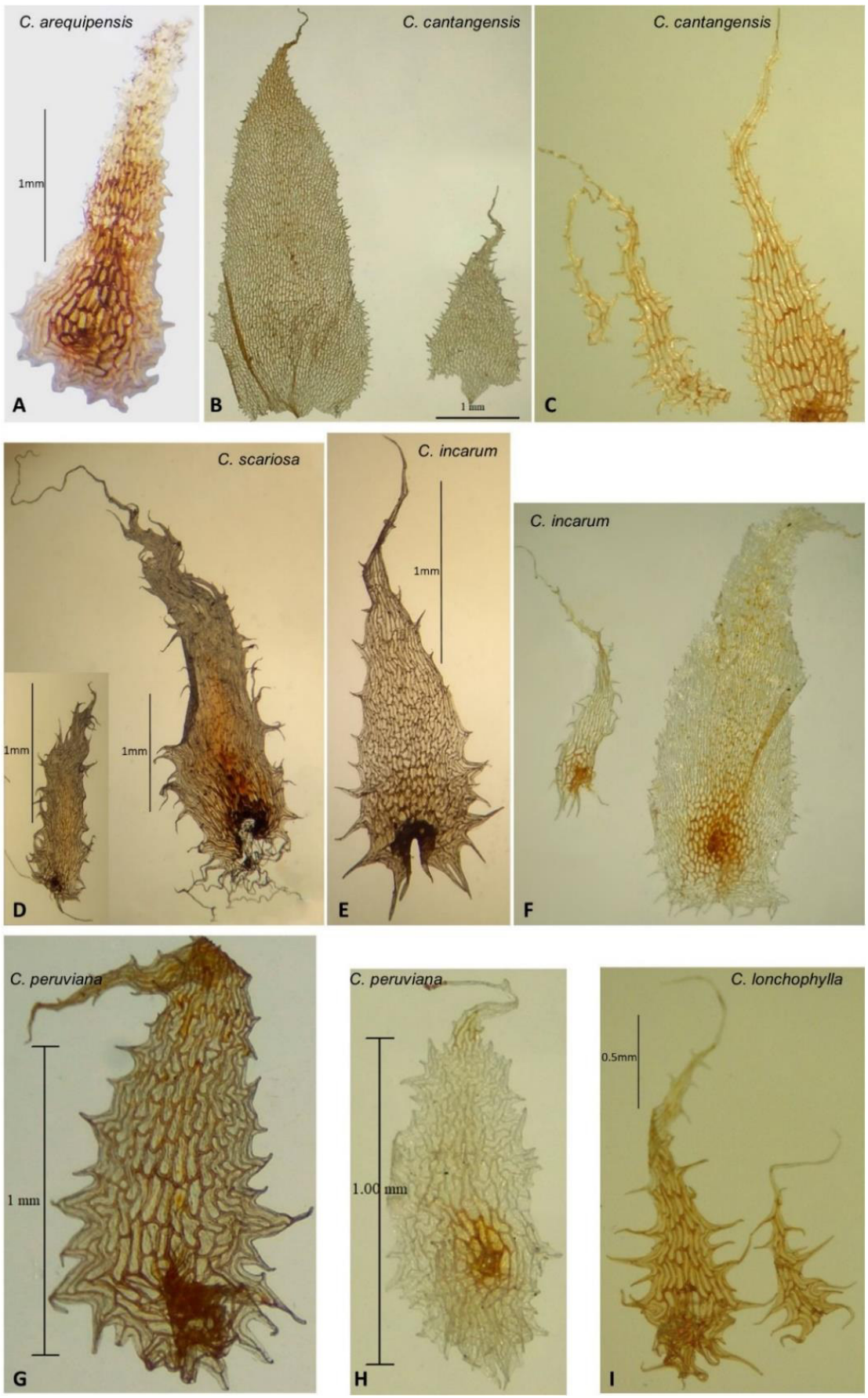


Figura 12. Nueve tipos de las escamas foliares y en los ejes: **A.** Concolora aseudoclatradas en envés, margen laciniado a eroso; **B.** Concoloras, conformes de márgenes ciliados en el peciolo; **C.** Concoloras aseudoclatradas en envés, márgenes laciniados; **D.** Concolora inmadura en el peciolo (izquierda), bicolora en envés (derecha), márgenes laciniados en base desarrolla filamentos conspicuos, nótese el escaso lumen celular; **E.** Concolora aseudoclatrada en envés, márgenes profundamente laciniados hacia la base; **F.** Concoloras aseudoclatradas en raquis, márgenes laciniados, dentellados, erosos; **G.** Concolora aseudoclatrada en envés, margen profundamente laciniado hacia la base; **H.** Concolora en el peciolo, margen eroso; **I.** Concoloras aseudoclatradas en envés, márgenes profundamente laciniados hacia la base.

5.2.5.2. Microescamas

Son mucho más pequeñas que las escamas, localizadas en el haz de la lámina, constituidas por más de una columna o series de células. Las microescamas son concoloras aseudoclatradas en *C. incarum* y *C. lonchophylla*, clatradas en *C. peruviana*. Su forma puede ser linear-acicular en *C. incarum* y *C. lonchophylla* y lanceada-linear en *C. peruviana*. Los márgenes son dentellados para *C. incarum*, *C. lonchophylla* y *C. peruviana* o a veces unguado (ver tabla 13 y figura 13).

5.2.5.3. Escuámulas

Estructura amorfa, concolora, ca. 5 células de ancho y largo amorfo, márgenes con filamentos conspicuos que se encuentra en el envés y cubre la superficie del haz, también está presente en los ejes de *C. scariosa* (ver tabla 13, figura 13).

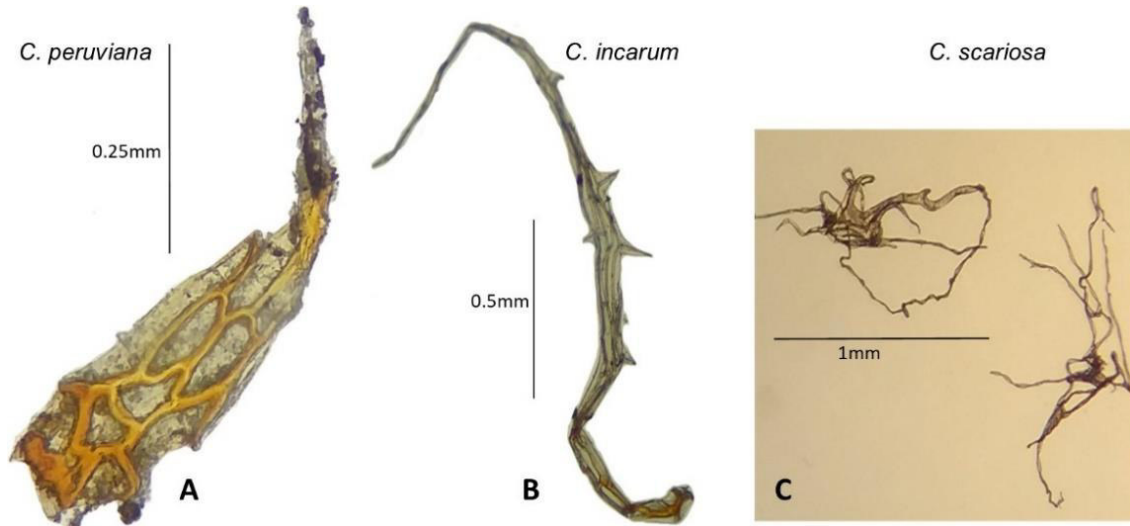


Figura 13. Tipos de microescamas y escuámulas: **A.** Microescama clatrada, lanceada a linear del haz, ca. 3 células de ancho y ca. 5 células de largo; **B.** Microescama concolora, linear a acicular del haz, ca 4 células de ancho; **C.** Escuámulas concoloras del peciolo.

5.2.5.4. Pelos

Los pelos se agrupan en dos tipos básicos, glandulares y eglandulares para las especies descritas en la tabla 14.

Los pelos glandulares pluricelulares simples están presentes en *C. pilosa* y *C. pruinata*, este último de apariencia pruinosa (ver tabla 14, figura 14).

Los pelos eglandulares son ya sea pluricelulares simples o ramificados: Los simples como en *C. fractifera*, *C. fraseri* y *C. cantangensis* (ver tabla 14), son pelos cortos que constan de 2–6 células en *C. fractifera*; o largos, filamentosos, suaves, finos en *C. fraseri*. Mientras que en *C. cantangensis* solo en el lado adaxial de la lámina los pelos tienen de 12–15 células rectangulares estrechándose y alargándose hacia la célula apical ensanchada (ver figura 14). Los pelos ramificados están presentes en *C. mollis* y *C. obducta*. Son radiales, pseudoactinomorfos, estos pelos son (8), 9–12 ramificaciones largas sobre un eje de células más o menos articulado, distribuyéndose en distintos planos como en *C. mollis*. Dendroideos, con algunas particularidades en las células que

están en una sola serie, ancladas por medio de un pie celular corto para la fijación, cada extremo de la célula lleva un apéndice acicular elongado que está articulado con una conexión excéntrica tangencial como en *C. obducta* (ver tabla 14, figura 14).

La densidad y persistencia del indumento en ejes y la lámina en *C. fractifera*, *C. fraseri*, *C. mollis*, *C. obducta*, *C. pilosa* y *C. pruinata* las define como pubescentes a glabrescente. Excepto en *C. cantangensis* con indumento de escamas en el peciolo y envés, se suman pelos dispersos a congregados en el haz. En la mayoría de las especies la pubescencia es densa en el envés, pero dispersa a glabras en el haz de la lámina. La lámina en *C. rufopunctata* es glabra, excepto por las estructuras globosas rojizas en la superficie adaxial de la pinna.

Tabla 14. Caracteres morfológicos de los pelos en la lámina y los ejes en ocho especies peruanas de *Cheilanthes*.

Especie	LÁMINA	
	Tipo de pelo en envés	Tipo de pelo en el haz
<i>C. cantangensis</i>	Ausencia	Eglandular, pluricelular, simple
<i>C. fractifera</i>	Eglandular, pluricelular, simple	Eglandular, pluricelular, simple
<i>C. fraseri</i>	Eglandular, pluricelular, simple	Eglandular, pluricelular, simple
<i>C. mollis</i>	Eglandular, pluricelular, radiales, pseudoactinomorfos	Eglandular, pluricelular, radiales, pseudoactinomorfos
<i>C. obducta</i>	Eglandular, pluricelular, dendroideos	Eglandular, pluricelular, dendroideos
<i>C. pilosa</i>	Glandular, pluricelular, simple	Glandular, pluricelular, simple
<i>C. pruinata</i>	Glandular, pluricelular, simple	Glandular, pluricelular, simple
<i>C. rufopunctata</i>	Con estructuras globosas rojizas	Glabra

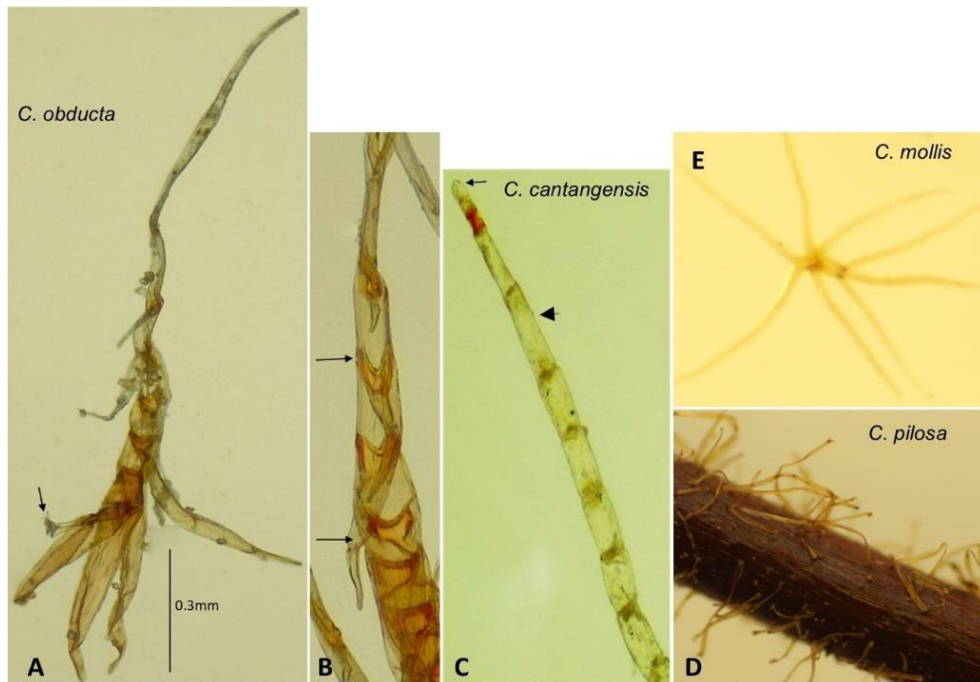


Figura 14. Tipos de pelos: **A, B.** Pelo dendroideo; **C.** Pelo simple con ápice ensanchado; **D.** Pelos glandulares con ápices diferenciados; **E.** Pelo radial, pseudoactinomorfo.

5.2.5.5. Margen de los segmentos, pseudoindusio

Los márgenes son estrictamente revolutos (tabla 15), o pueden ser recurvados a extendidos (planos). Para la mayoría de las especies, se presenta un pseudoindusio el cual se ubica en el envés de los márgenes de los segmentos. El enrollamiento del margen podría considerarse como una estrategia para disminuir la transpiración en las especies de *Cheilanthes*.

En la mayoría de las especies de *Cheilanthes* presentadas en la tabla 15, los márgenes de los segmentos están asociados al desarrollo del pseudoindusio. El pseudoindusio para la mayoría de las especies como *C. fractifera*, *C. fraseri*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana*, *C. pilosa*, *C. poeppigiana*, *C. pruinata*, *C. rufopunctata* y *C. scariosa* son discretos a continuos (tabla 15). Observándose lunado a lunulado en *C. fractifera*, *C. peruviana* y *C. pilosa*; mientras longitudinal en *C. fraseri*, *C. poeppigiana* y *C. rufopunctata*. Los márgenes del pseudoindusio para la mayoría de las especies es eroso a lacerado. Asimismo, casi todas las especies no tienen indumento en el pseudoindusio, excepto *C. fractifera* y *C. pilosa*. También, los márgenes de los segmentos, a veces no están asociados al pseudoindusio, especialmente en *C. arequipensis*, *C. mollis* y *C. obducta* y algo modificado en *C. cantangensis* con márgenes recurvados a extendidos.

Tabla 15. Caracteres morfológicos del margen de los segmentos y pseudoindusios en la lámina de las especies peruanas de *Cheilanthes*.

Especie	SEGMENTO		SEUDOINDUSIO		
	Margen		Forma	Margen	Indumento
<i>C. arequipensis</i>	Revoluto	No modificado	Ausente	Ausente	Ausente
<i>C. cantangensis</i>	Recurvado a extendido	Algo modificado	Ausente	Ausente	Ausente
<i>C. fractifera</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio membranoso	Discreto a continuo, lunado a lunulado	Eroso a lacerado	Pubescente
<i>C. fraseri</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio	Discreto, longitudinal	Eroso a crespado	Glabro
<i>C. incarum</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio	Continuo a discreto	Eroso a lacerado	Glabro
<i>C. lonchophylla</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio	Continuo	Eroso a lacerado	Glabro
<i>C. mollis</i>	Revoluto	No modificado	Ausente	Ausente	Ausente
<i>C. obducta</i>	Revoluto, recurvado, extendido	No modificado	Ausente	Ausente	Ausente
<i>C. peruviana</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio	Discreto a continuo, lunulado	Eroso a lacerado, crespado	Glabro
<i>C. pilosa</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio	Discreto a continuo, lunado a lunulado	Lobado o crespado, eroso a lacerado	Pubescente
<i>C. poeppigiana</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio membranoso	Continuo a discreto, longitudinal, conspicuo	Eroso a lacerado, crespado	Glabro
<i>C. pruinata</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio	Discreto	Eroso o lacerado, crespado	Glabro
<i>C. rufopunctata</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio Membranoso	Continuo a discreto, longitudinal, conspicuo	Eroso a lacerado	Glabro
<i>C. scariosa</i>	Revoluto	Modificado en pseudoindusio membranoso	Continuo	Lobado	Glabro

5.2.5.6. Venación

En las especies de *Cheilanthes* (ver tabla 16) para describir los patrones de venación se utilizó el sistema de venas que sean comparables. Los análisis correspondieron a estructuras como las pinnas basales en *C. fractifera* y *C. fraseri*; mientras que en *C. arequipensis*, *C. cantangensis*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. obducta*, *C. peruviana* y *C. scariosa*, a los segmentos ligeramente sésiles a peciolulados.

Tabla 16. Forma y división de la lámina en nueve especies de *Cheilanthes* peruanas.

Especie	LÁMINA	
	División	Estructuras analizadas
<i>C. arequipensis</i>	2-pinnada a 2-pinnada- pinnatisecta	Segmento ligeramente sésil a peciolulado
<i>C. cantangensis</i>	1-pinnada-pinnatífida lobulada	Segmento sésil
<i>C. fractifera</i>	1-pinnada-pinnatisecta lobulada	Pinna basal
<i>C. fraseri</i>	1-pinnada-pinnatífida lobulada	Pinna basal
<i>C. incarum</i>	2-3 pinnada	Segmento ligeramente sésil a peciolulado
<i>C. lonchophylla</i>	2-pinnada-pinnatífida a 2-pinnada-pinnatisecta	Segmento ligeramente sésil a peciolulado
<i>C. obducta</i>	2-pinnada	Segmento peciolulado
<i>C. peruviana</i>	2-pinnada-pinnatífida	Segmento ligeramente sésil a peciolulado
<i>C. scariosa</i>	2-3 pinnada	Segmento peciolulado

Para describir el patrón de venación se utilizó trabajos realizados en otros grupos de helechos como de Dematteis *et al.* (2019), Jaimez *et al.* (2021), Tejero-Díez *et al.* (2010), el glosario de Lellinger (2002) y el esquema de clasificación de Hickey (1974). Esta última, si bien se refiere para las eudicotiledóneas, sin embargo, la topología principal puede ser aplicado a sistemas de venación para no angiospermas. Se organizó en tipos de venación para las especies de *Cheilanthes* (figuras 15, 16 y 17).

Para el orden de venación se presenta tres órdenes: vena principal (vena primaria, vena media, venilla principal), venillas secundarias, terciarias o de más orden. En todas las especies los tamaños de grosor de las venas son muy aproximadamente igual en anchura a las demás venas laterales. Las furcaciones de venillas secundarias o terciarias de la mayoría de las especies se estimó a partir del eje de simetría del último

grado de división de la lámina que fue el segmento o la pinna como se menciona en la tabla 16. Todas las especies presentan patrón de venación isódromos, libres o abiertas,seudodicotómicas y dicotómicas.

Tipo I: Patrón de venas pinnadas, libres, mayoritariamente seudodicotómicas, dicotómicas con venillas secundarias o terciarias. Es característico del grupo *C. arequipensis*, *C. peruviana*, *C. lonchophylla*, *C. incarum* y *C. scariosa*, Las venillas secundarias en los segmentos peciolulados como *C. scariosa* tienen furcaciones de 1-2 bifurcadas, estas son mayormente dicotómicas. Las otras cuatro especies del grupo tienen segmentos ligeramente sésiles donde las venillas recorren furcándose de 1-6 veces desde el eje de simetría hacia los márgenes de los segmentos y estas son mayormente seudodicotómicas. Las venillas laterales secundarias o terciarias son menos densas que el tipo II. Las venillas terminan en o cerca del margen revoluto, elongadas, en *C. peruviana* termina en la base de pseudoindusio, o se prolonga hacia el pseudoindusio como en *C. scariosa*.

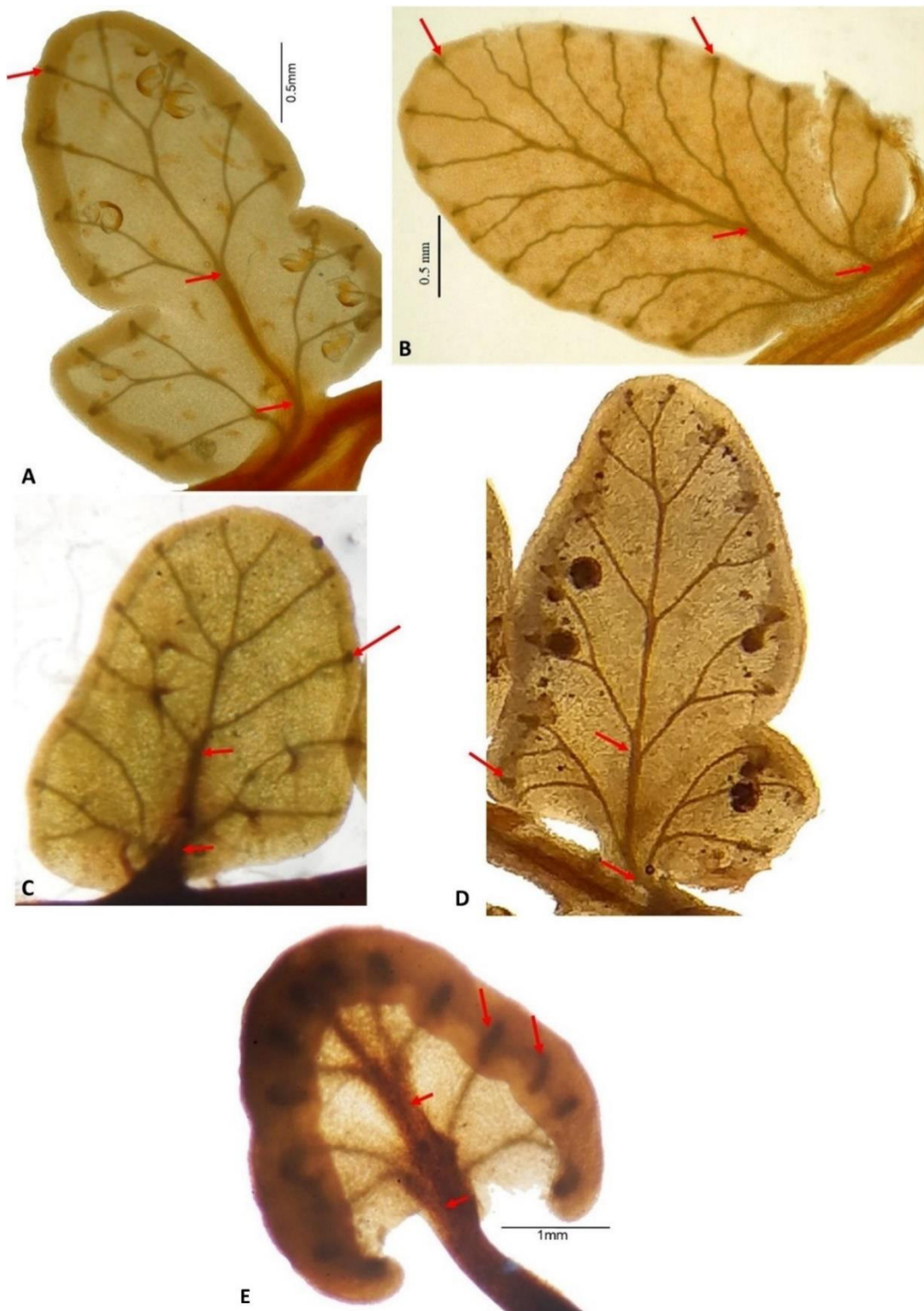


Figura 15. Tipo I de patrón de venación en segmentos. **A:** *Cheilanthes arequipensis*, **B:** *C. peruviana*, **C:** *C. incarum*, **D:** *C. lonchophylla*, **E:** *C. scariosa*. Se nota el eje de simetría de cada segmento, las venillas laterales a cada lado. Las flechas exteriores marcan los ápices ligeramente ensanchados. Las flechas interiores las furcaciones basales y suprabasales, mayoritariamente pseudodicotómicas y dicotómicas.

Tipo II: Patrón de venas pinnadas, libres, dicotómicas,seudodicotómicas, con pequeños ensanchamientos a lo largo del ápice de las venillas terciarias o cuaternarias. Se reconocen este tipo a *C. obducta* y *C. cantangensis*. En la primera se presenta una vena principal y venillas, estas recorren furcándose de 1-4, o 2 bifurcadas, los ápices de venillas terminan en o cerca del margen del segmento, elongadas hacia el margen recurvado a revoluto (figura 16). La segunda se observa una vena media conspicua como la vena principal (estrella roja en figura 16), venillas secundarias (como eje de simetría), venillas terciarias y cuaternarias que recorren furcándose de 1-4 veces, los ápices de venillas terminan en o cerca del margen del segmento recurvado o extendido. Las venillas laterales terciarias o cuaternarias son más densas que el tipo I.

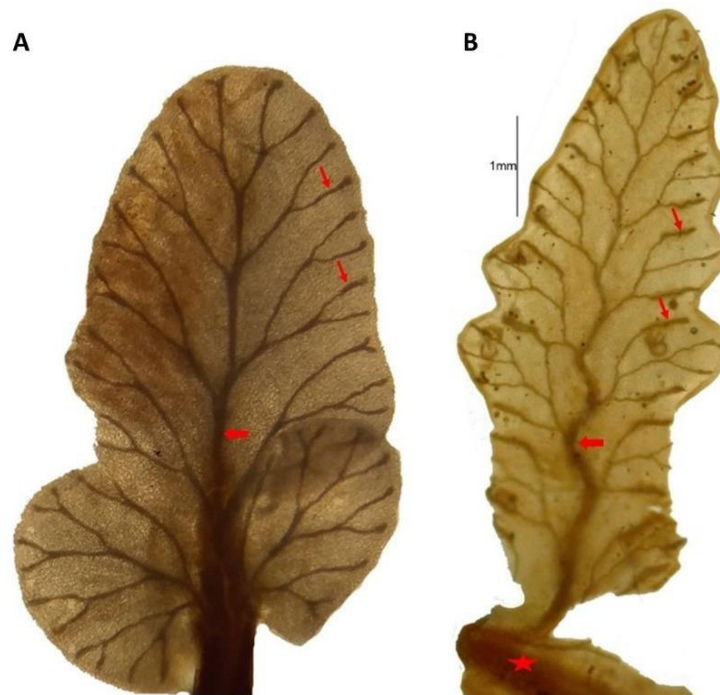


Figura 16. Tipo II de patrón de venación en segmentos. **A:** *Cheilanthes obducta*; **B:** *C. cantangensis*. Se nota el eje longitudinal en cada segmento, las venillas laterales a cada lado con flechas interiores mostrando las furcaciones basales y suprabasales, mayoritariamenteseudodicotómicas y dicotómica. Las flechas rojas en el ápice de venillas marcadas por la posición de los soros.

Tipo III: Patrón de venas pinnadas, libres, dicotómicas,seudodicotómicas, con ramificaciones dendríticas y abundantes. Se reconocen para *C. fractifera* y *C. fraseri*. La conformación de las venillas en las pinnas, muy diferente a las demás especies. Las venillas laterales furcándose en la base y suprabasal. Las venillas secundarias recorren furcándose llegan al margen o a base de pseudoindusio en *C. fractifera* y se prolonga hacia el pseudoindusio en *C. fraseri* (figura 17).

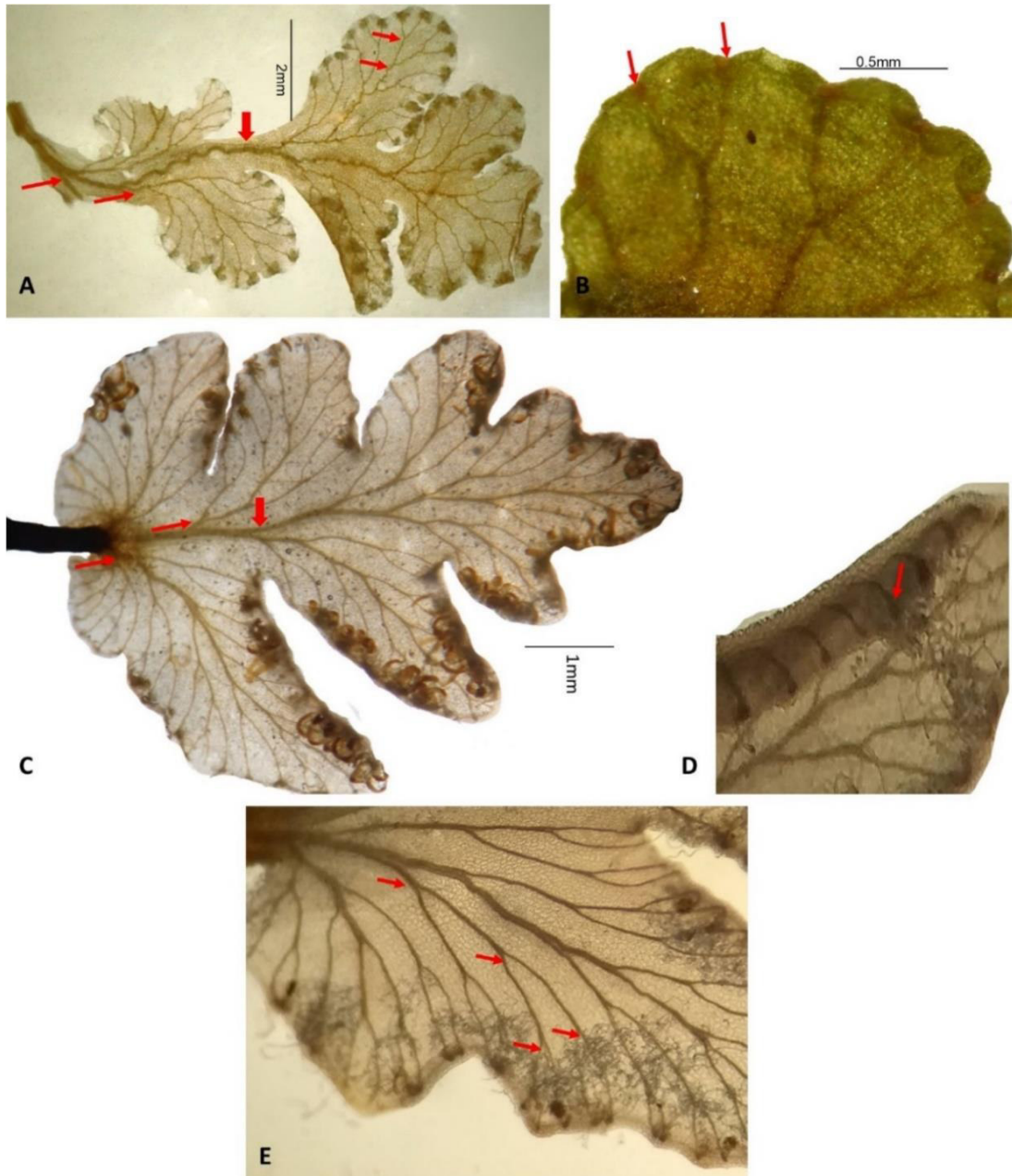


Figura 17. Tipo III de patrón de venación en pinnas. **A, B:** *C. fractifera*; **C, D** y **E:** *C. fraseri*. Venillas secundarias de ramificación dendrítica, ramificaciones dicotómicas yseudodicotómicas en ambas especies.

En cuanto a la forma del ápice de venillas (ver tabla 17) son: Rectas a ensanchadas en: *C. arequipensis*, *C. fraseri*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana*, *C. pilosa* y *C. pruinata*. Ensanchadas fuertemente en *C. fractifera*, *C. poeppigiana*, *C. rufopunctata* y de forma oblonga en *C. scariosa*, a veces, circulares en las demás especies. Rectas y marcadas por la posición soral un medio a más sobre la venilla cerca del margen en *C. cantangensis*, o rectas a ligeramente marcadas por la posición soral un medio a más sobre la venilla cerca del margen en *C. obducta*. (figuras 15, 16 y 17).

Tabla 17. Carácter morfológico de la forma de ápice de venillas en las especies de *Cheilanthes* peruanas.

Especie	Forma de ápice de venilla
<i>C. arequipensis</i>	Rectas a ensanchadas
<i>C. cantangensis</i>	Rectas
<i>C. fractifera</i>	Ensanchadas fuertemente
<i>C. fraseri</i>	Rectas a ensanchadas
<i>C. incarum</i>	Rectas a ensanchadas
<i>C. lonchophylla</i>	Rectas a ligeramente ensanchadas
<i>C. mollis</i>	-
<i>C. obducta</i>	Rectas
<i>C. peruviana</i>	Rectas a ensanchadas
<i>C. pilosa</i>	(*) Ensanchadas
<i>C. poeppigiana</i>	Ensanchadas fuertemente
<i>C. pruinata</i>	(*) Ensanchadas
<i>C. rufopunctata</i>	Ensanchadas fuertemente
<i>C. scariosa</i>	Oblongas, ensanchadas fuertemente

(*) Extraídas del trabajo de Ponce y Scataglini (2018).

5.3. Caracterización micromorfológica

El número de esporas por esporangio en el género *Cheilanthes* proveen información del probable modo reproductivo, ya sea sexual o apogámico.

El examen de 662 esporangios de las especies de *Cheilanthes* peruanas permitieron seleccionar los esporangios. De los cuales, el 31% (202 esporangios) fueron datos descartados (perdidos, por la condición no apta del esporangio) y el 69% (460) fueron válidos (aptos, enteros y maduros) para la contabilización del número de esporas (ver figura 18).

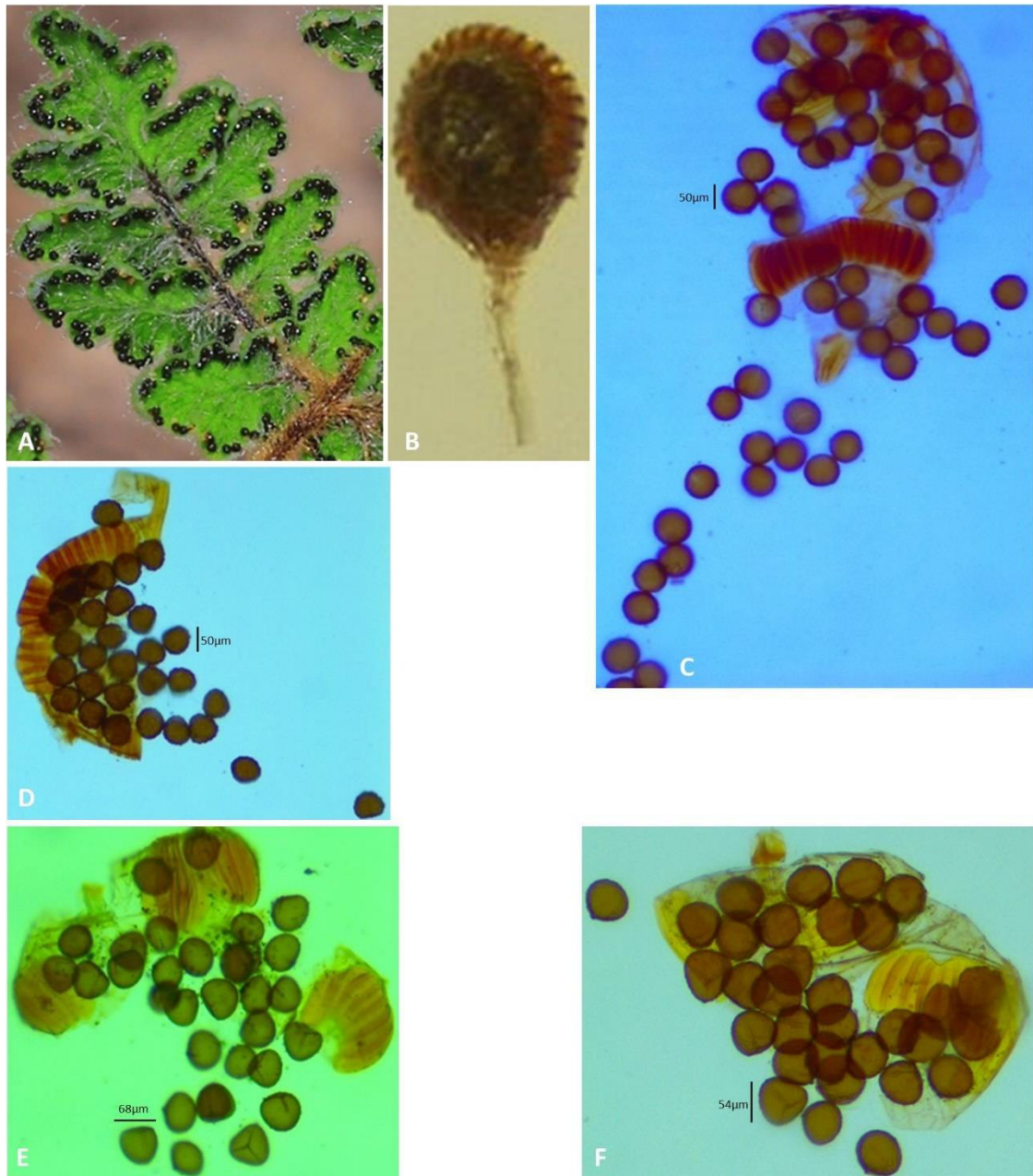


Figura 18. Ubicación soral, esporangios y esporas en las especies de *Cheilanthes*. **A.** *Cheilanthes pilosa* (foto P. Gonzáles), pinna tomada bajo cámara fotográfica; **B.** Esporangio cerrado de *C. cantangensis*, tomado en microscopio estereoscópico Leica S9i; **C.** Esporangio abierto de *C. pilosa*; **D.** Esporangio abierto de *C. peruviana*; **E.** Esporangio abierto con esporas de *C. fractifera*; **F.** Esporangio abierto de *C. arequipensis*. Esporas tomadas bajo microscopio óptico Leica DM500.

En la figura 19: Para las especies de *Cheilanthes* se obtuvieron tres categorías: 16, 32 y 64 esporas por esporangio. Se observa para nueve especies de *Cheilanthes* la mayor frecuencia de 32 esporas (presentado por barras celestes) con más del 90% de los 662 esporangios examinados y menor frecuencia en 16 y 64 esporas (en barras verdes y

amarillas). El número de 32 esporas provienen de la vía de endomitosis premeiótica, para el número 64 posiblemente provengan de una vía mitótica y meiótica completa (Grusz *et al.* 2021).

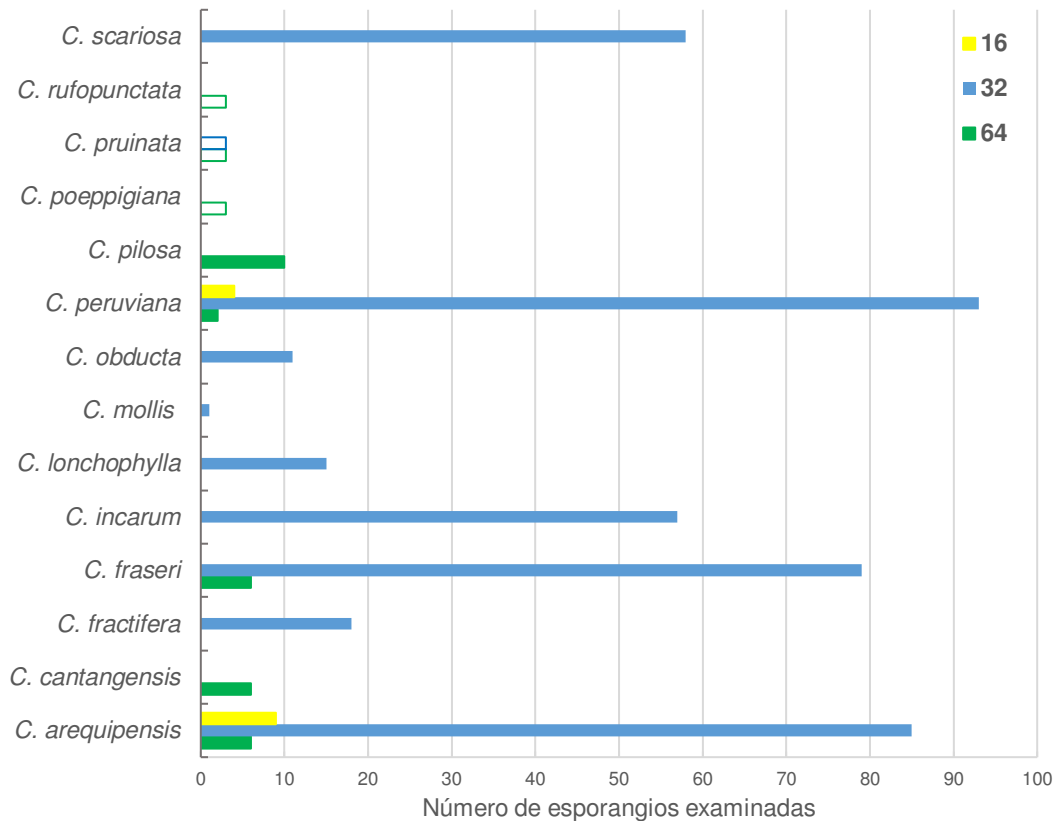


Figura 19. Frecuencia del número esporas por esporangios examinados para cada especie del género *Cheilanthes*. Las barras verdes y celestes sin relleno fueron tomadas de los datos de Ponce y Scataglini (2018).

En este trabajo no se midieron los tamaños de las esporas en esporofitos para extrapolar a su condición diploide o poliploide de las cuales probablemente provienen, pero con el número de esporas por esporangios en este estudio se puede sugerir propuestas del modo reproductivo de las especies de *Cheilanthes* peruanos.

Se complementa las observaciones (en asterisco) de Ponce y Scataglini (2018). Ver en la figura 19 a *C. obducta* (32peq_sex &/o *16lar_apo), *C. scariosa* (32peq_sex &/o *16lar_apo), *C. fractifera* (32peq_sex &/o *16lar_apo), *C. cantangensis* (64), *C. incarum* (32), *C. lonchophylla* (32) y *C. mollis* (32), *C. arequipensis* (32sex &/o 16apo, 64sex) y *C. peruviana* (32sex &/o 16apo, 64sex)., **C. poeppigiana* (64peq_sex &/o 32lar_apo), **C. pruinata* (64peq_sex &/o 32lar_apo), **C. rufopunctata* (64peq_sex &/o 32lar_apo), *C. fraseri* (64peq_sex &/o 32lar_apo) y *C. pilosa* (64peq_sex &/o *32lar_apo).

Nota: sex=sexuales, apo=apogámicas, peq=pequeñas y lar=largas.

5.4. Distribución geográfica-Número de registro y especies

La distribución de las especies peruanas de *Cheilanthes* se determinó con los ejemplares de campo y de los herbarios. El material propio proveniente de campo se incluyó también en el registro del Herbario San Marcos.

El herbario USM cuenta con 350 ejemplares e incluye a todas las especies del género *Cheilanthes* siendo, por tanto, el herbario que representa toda la diversidad de *Cheilanthes*, con su colección curada y actualizada (tabla 18). Los herbarios en las ciudades de Arequipa y Trujillo, como HUSA, HSP y HUT albergan colecciones importantes de las especies locales, hallándose algunos duplicados de esos en USM. Para el caso de las especies de distribución restringida resalta la importancia de las colecciones locales, por ejemplo, el registro del tipo de *C. cantangensis* en el herbario de la Universidad de Trujillo (HUT).

Tabla 18. Número de los ejemplares de las especies peruanas de *Cheilanthes* localizadas en los herbarios peruanos.

Especie	Registros de los ejemplares	Herbarios			
		USM	HUT	HUSA	HSP
<i>C. arequipensis</i>	12	5		7	
<i>C. cantangensis</i>	4	3	1		
<i>C. fractifera</i>	9	6	1	3	
<i>C. fraseri</i>	33	33			
<i>C. incarum</i>	15	14		1	
<i>C. lonchophylla</i>	6	2	4		
<i>C. mollis</i>	2	1		1	
<i>C. obducta</i>	7	6	1		
<i>C. peruviana</i>	38	20	15	3	
<i>C. pilosa</i>	53	49	2	4	
<i>C. poeppigiana</i>	15	9	7		
<i>C. pruinata</i>	207	173		21	13
<i>C. rufopunctata</i>	4	4			
<i>C. scariosa</i>	34	29	5		
Total	439	350	36	40	13

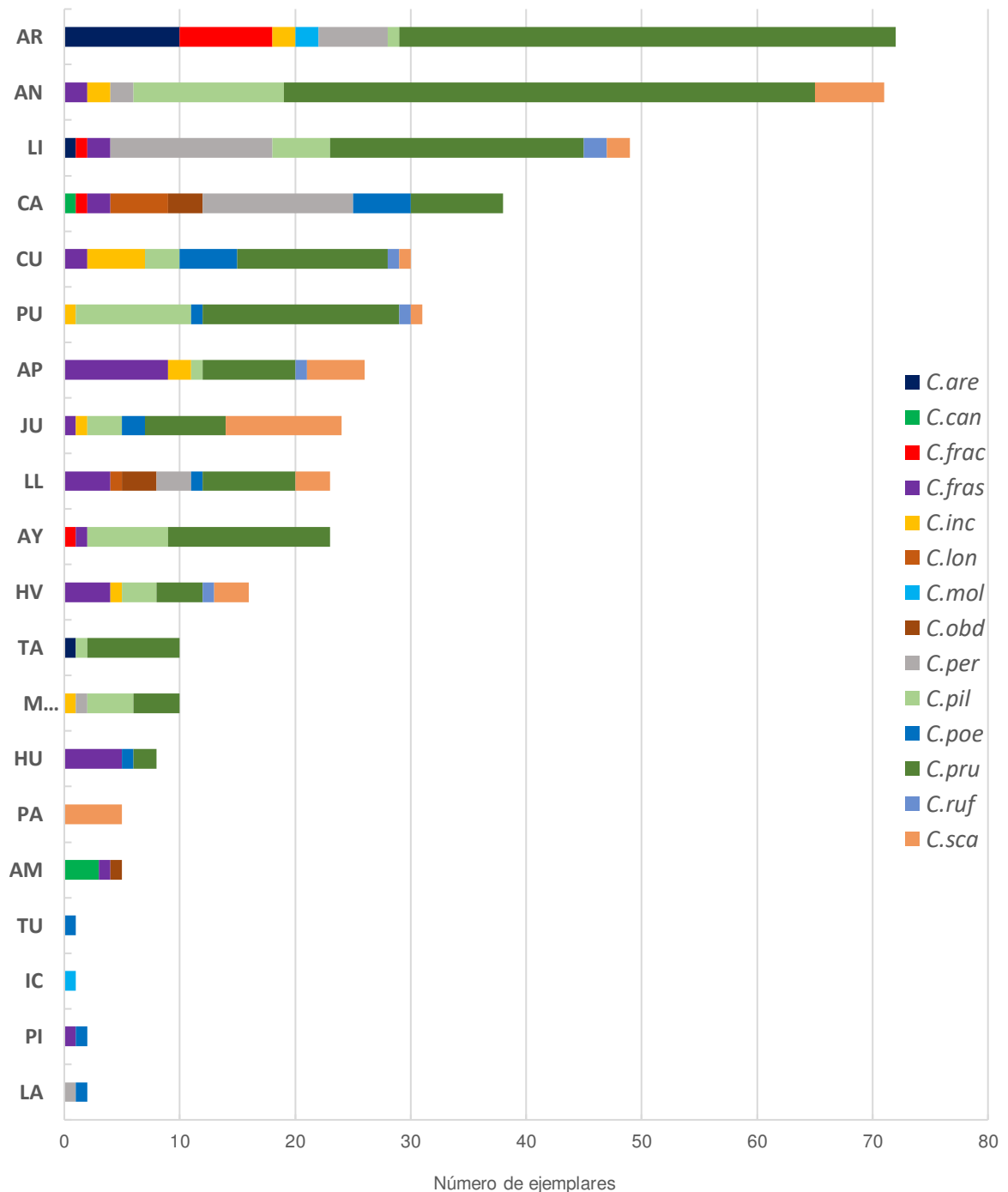


Figura 20. Número de los ejemplares y las especies peruanas de *Cheilanthes* por departamentos.

Especies: *C. are* = *C. arequipensis*, *C. can* = *C. cantangensis*, *C. frac* = *C. fractifera*, *C. fras* = *C. fraseri*, *C. inc* = *C. incarum*, *C. lon* = *C. lonchophylla*, *C. mol* = *C. mollis*, *C. obd* = *C. obducta*, *C. per* = *C. peruviana*, *C. pil* = *C. pilosa*, *C. poe* = *C. poeppigiana*, *C. pru* = *C. pruinata*, *C. ruf* = *C. rufopunctata* y *C. sca* = *C. scariosa*.

Regiones del Perú: AM = Amazonas, AP = Apurímac, AN = Áncash, AR = Arequipa, AY = Ayacucho, CA = Cajamarca, CU = Cusco, HU = Huánuco, HV = Huancavelica, IC = Ica, JU = Junín, LL = La Libertad, LA = Lambayeque, LI = Lima, MO = Moquegua, PA = Pasco, PI = Piura, PU = Puno, TA = Tacna y TU = Tumbes.

Las 14 especies peruanas de *Cheilanthus* ocupan principalmente los Andes peruanos y se hallan en 20 de los 24 departamentos del país (Figura 20, Tabla 19). Al examinar, los esfuerzos de recolecta expresados en número de colecciones de herbario de las especies de *Cheilanthus* por departamento (Figura 20) se encuentra que el mayor esfuerzo de registros de los ejemplares corresponde a los departamentos de Arequipa (72 ejemplares) y de Áncash (72). Otros departamentos con más de 10 ejemplares son, Lima (48), Cajamarca (38), Cusco (28), Puno (27), Apurímac (26), Junín (24), La Libertad (23), Ayacucho (21), Huancavelica (16). Mientras, que departamentos como Tacna, Moquegua, Huánuco, Amazonas, Pasco, Ica, Piura, Lambayeque y Tumbes cuentan con menos de 10 registros de ejemplares y que corresponden a partes del país menos explorados para este grupo.

En la figura 20, se muestra también las especies con mayor número de los ejemplares y su distribución departamental como *Cheilanthus pruinata* destaca por hallarse en la mayoría de los departamentos (14), excepto en Amazonas, Ica, Pasco, Piura, Lambayeque y Tumbes, siendo la especie de distribución más extensa. Otra especie, *C. pilosa* es conocida de once departamentos, no cuenta con registros en departamentos de la zona norte como Amazonas, Ica, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes y en los del centro, Huánuco y Pasco.

Cheilanthus fraseri se encuentra extensamente distribuida en 12 departamentos, Piura, Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Áncash, Lima, Huánuco, Junín, Huancavelica, Ayacucho y Cusco. Otra especie *C. peruviana* de distribución amplia se encuentra en Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Áncash, Lima, Arequipa y Moquegua.

Cheilanthus scariosa está distribuida en Áncash, Apurímac, Cusco, La Libertad, Lima, Huancavelica, Junín, Pasco y Puno. Zonas más restringidas al centro del país, tanto norte como sur. *C. incarum* representado en Áncash, Arequipa, Apurímac, Junín, Huancavelica, Cusco, Moquegua y Puno, restringidos al sur y centro del país.

Cheilanthus poeppigiana se encuentra en los departamentos del centro y sur como Cusco, Huánuco, Junín y Puno, también se extiende hasta el norte en Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes. *C. rufopunctata* se encuentra en los departamentos de Apurímac, Huancavelica, Puno, Cusco y Lima.

En la figura 20 se puede ver también las especies con distribución más restringida, indicando al mismo tiempo diferencias en composición tanto en el norte como el sur del

país. *Cheilanthes cantangensis*, *C. lonchophylla* y *C. obducta* solamente están representadas en tres departamentos del norte, Amazonas, Cajamarca y La Libertad. *Cheilanthes arequipensis* y *C. mollis* están en Arequipa, Lima, Ica y Tacna. Un caso de distribución de una aparente disyunción entre el norte y centro-sur del país se observa en *C. fractifera* presente en Arequipa, Ayacucho, Cajamarca y Lima.

En la tabla 19 se muestra la matriz de presencia y ausencia de las especies de *Cheilanthes* para 20 regiones del país. Los departamentos de mayores registros de las especies se encuentran en Cajamarca (8), Lima (8), La Libertad (7), Arequipa (7), Cusco (7), Junín (6), Huancavelica (6), Apurímac (6), Puno (6), Áncash (6); mientras Amazonas, Lambayeque, Tumbes, Piura, Huánuco, Moquegua, Ayacucho, Tacna, Ica y Pasco ocurren 1 a 4 spp.

Tabla 19. Matriz de presencia y ausencia de las especies de *Cheilanthes* peruanas en 20 departamentos.

14 taxa 20 Departamentos	<i>Care</i>	<i>Ccant</i>	<i>Cfrac</i>	<i>Cfras</i>	<i>Cinc</i>	<i>Clon</i>	<i>Cmol</i>	<i>Cobd</i>	<i>Cper</i>	<i>Cpil</i>	<i>Cpoe</i>	<i>Cpru</i>	<i>Cruf</i>	<i>Csca</i>	# Especies
AM	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
CA	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	8
LL	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	7
LA	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	0	1	0	0	0	2
TU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	0	0	0	1
PI	0	0	0	1*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
HU	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1*	1	0	0	3
JU	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	6
CU	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1*	1*	7
HV	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	6
AP	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	6
PU	0	0	0	0	1*	0	0	0	0	1	1*	1	1*	1*	6
AN	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	6
MO	0	0	0	0	1	0	0	0	1*	1	0	1	0	0	4
AR	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	7
LI	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	8
AY	0	0	1*	1*	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4
TA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
IC	0	0	0	0	0	0	1+	0	0	0	0	0	0	0	1

Nota: Presencia: 1, Ausencia: 0, 1*: Incluidas en el tratamiento de Tryon y Stolze (1989), 1+: Incluida en el estudio de Monteneneto- Hoyos *et al.*

2022. Especies del Perú: *Care* = *C. arequipensis*, *Ccant* = *C. cantangensis*, *Cfrac* = *C. fractifera*, *Cfras* = *C. fraseri*, *Cinc* = *C. incarum*, *Clon* = *C. lonchophylla*, *Cmol* = *C. mollis*, *Cobd* = *C. obducta*, *Cper* = *C. peruviana*, *Cpil* = *C. pilosa*, *Cpoe* = *C. poeppigiana*, *Cpru* = *C. pruinata*, *Cruf* = *C. rufopunctata* y *Csca* = *C. scariosa*.

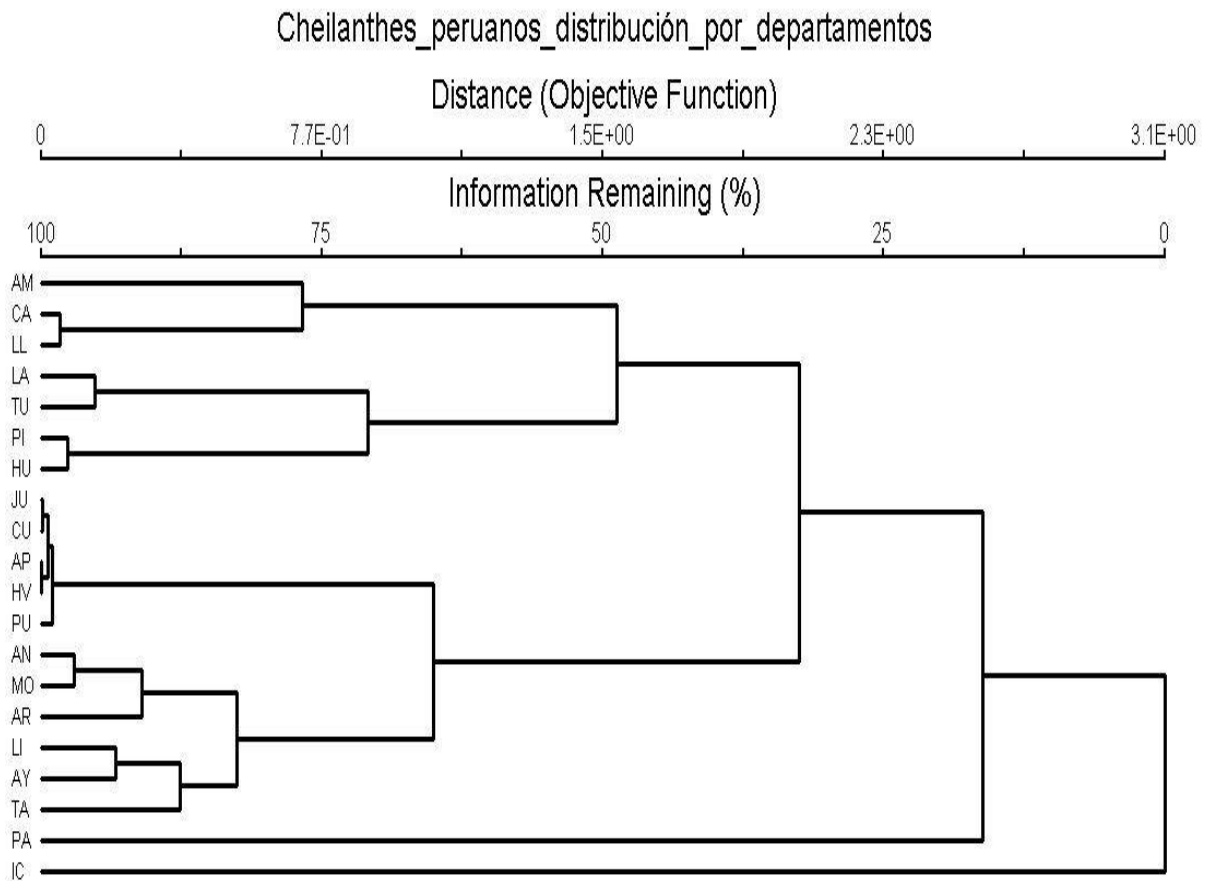


Figura 20A. Dendrograma de similitud en la composición de las especies de *Cheilanthes* de 20 regiones del Perú. Método de agrupamiento asociación del vecino más lejano y la medición de distancia de similitud de Sorensen (PC-Ord versión 7).

Regiones del Perú: AM = Amazonas, CA = Cajamarca, LL = La Libertad, LA = Lambayeque, TU = Tumbes, PI = Piura, HU = Huánuco, JU = Junín, CU = Cusco, AP = Apurímac, HV = Huancavelica, PU = Puno, AN = Áncash, MO = Moquegua, AR = Arequipa, LI = Lima, AY = Ayacucho, TA = Tacna, PA = Pasco e IC = Ica.

Para examinar vínculos entre la distribución de los *Cheilanthes* y la escala regional (norte, centro y sur) la Tabla 20 se resolvió en un dendrograma de la Figura 20A. En ese se encuentra dos grupos principales, excluyéndose Pasco e Ica por contar con un solo registro. El primer grupo constituido por los departamentos de Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Tumbes, Piura y Huánuco, con similitud (50%). En esta región se reconocen dos subgrupos. El primer subgrupo está conformado por Cajamarca y La Libertad con alta similitud (más de 95%), las cuales compartieron seis especies, mientras que Amazonas está relacionado con estos dos departamentos con similitud de más de 75% compartiendo tres especies. El segundo subgrupo incluyó los departamentos de Lambayeque, Tumbes, Piura y Huánuco quienes compartieron dos especies, siendo las similitudes aproximadamente del 70%. La segunda región es la

Centro-Sur y formada por los departamentos de Junín, Cusco, Apurímac, Huancavelica, Puno, Áncash, Moquegua, Arequipa, Lima, Ayacucho y Tacna con aprox. 65% similitud. En este grupo también se observaron dos subgrupos: El primero fue formado por Junín, Cusco, Apurímac y Huancavelica con alta similitud (aprox. 100%) dado que compartieron cinco especies. Además, Puno se relacionó a este subgrupo con alta similitud (casi 95%) dado que compartió cuatro especies. El segundo subgrupo fue formado por dos subgrupos pequeños, en el primero, las regiones Áncash, Moquegua y Arequipa se agruparon con alta similitud (85%), ya que compartieron cuatro especies. Y el segundo, las regiones Lima, Ayacucho y Tacna se agruparon con 80% de similitud, ya que compartieron dos especies. El departamento de Pasco e Ica, con *C. scariosa* y *C. moliis* respectivamente, quedaron aislados al no compartir una especie propia de una de las dos regiones reconocidas.

5.5. TRATAMIENTO TAXONÓMICO

5.5.1. Género *Cheilanthes*

Cheilanthes Sw., Syn. Fil.: 5, 126. 1806, nom. cons. Tipo: *Cheilanthes micropteris* Sw.
Aleuritopteris Fée, (Mém. Foug. 5) Gen. fil. 153. 1852. Tipo: *Aleuritopteris farinosa*
(Forssk.) Fée, *Pteris farinosa* Forssk. = *Cheilanthes farinosa* (Forssk.) Kaulf.
Midella Trev., Rendic. R. Inst. Lombardo II, 9: 810. 1876. Tipo: *Midella intramarginalis*
(Link) Trev. *Pteris intramarginalis* Link = *Cheilanthes intramarginalis* (Link) Hook.

Rizoma: Corto a largamente rastrero, erecto, grueso y multicipital; escamas basifijas, adheridas, concoloras, parcialmente o totalmente esclerosadas bicoloras; aciculares, linear-aciculares, sinuosas, linear-lanceadas, lanceada-lanceoladas, lanceada-trianguulares. **Peciolo:** Terete, estriado o liso, a veces sulcado en el haz; glabro o con indumento de escamas o pelos; escamas subbasifijas, basifijas, concoloras, pseudoclatradas, conformes, bicoloras; pelos simples o ramificados, eglandulares, glandulares; 1 paquete vascular cerca a la base. **Lámina:** 1-3 pinnada, de forma variable; glabro o con indumento de escamas, microescamas, escuámulas, pelos simples o ramificados, a veces estructuras globosas en el lado adaxial de la pinna. Las escamas basifijas, subbasifijas, imbricadas, concoloras, pseudoclatradas, bicoloras; microescamas concoloras, pseudoclatradas, clatradas en el lado adaxial de la pinna. Raquis estriado, a veces sulcado y alado en el haz. Pinnas pecioluladas, a veces aladas, sésiles a subsésiles, o aladas hacia la costa; alternas, opuestas, subopuestas. Los segmentos pueden ser sésiles lobulados, o no sésiles como ovado-trianguulares, flabelados, orbiculares, oblongos, lanceados, elípticos; márgenes de los segmentos revolutos, recurvados, mayormente diferenciados en un falso indusio. Este último de posición marginal, discreto, continuo, con márgenes erosos, lacerados, crispados hasta enteros, glabros o pubescentes. Soros cerca al ápice de las venas, o a lo largo del ápice de venas como líneas sorales, o en el margen de los segmentos. Esporangios con 16, 32 o 64 esporas. Ornamentación de esporas crestadas, equinadas, granulosas, o raramente verrucosas, ruguladas, crestado-reticuladas. Venación pinnada o no pinnada, todas las venas libres, pseudodicotómicas y dicotómicas, en segmentos ligeramente sésiles a peciolulados, las venillas pueden furcarse de 1-6 veces, en segmentos peciolulados las venillas pueden ser 1-2 bifurcadas, en segmentos sésiles pueden furcarse 1-4 veces, además las venillas pueden ser de ramificación dendrítica en las pinnas. Ápice de venillas rectas, ensanchadas, fuertemente ensanchadas, venillas en o cerca del margen, elongadas hacia el margen de los segmentos, algunas venillas llegan a la base o se prolongan hacia el pseudoindusio.

Definición de las *Cheilanthes* peruanas en sentido amplio.

Cheilanthes es un género grande y complejo, cuya circunscripción es todavía incierta. Los estudios moleculares han mostrado que la delimitación en el tratamiento del Perú es insostenible, en parte dada la segregación de *Doryopteris*, *Gaga* y *Myriopteris*, además que las especies aún en *Cheilanthes* incluyen varios linajes distintos que podrían quizás ser tratados como distintos géneros, aunque descartado por Ponce y Scataglini (2021), por el reto nomenclatural y señalando que la delimitación del género *Cheilanthes* aún está en marcha.

Los *Cheilanthes* peruanos son definidos y reconocidos en el tratamiento taxonómico de esta tesis, reexaminando el concepto histórico de *Cheilanthes* (Tryon y Stolze 1989), en base a la evaluación morfológica y considerando como marco de afinidades, la filogenia preliminar de Ponce y Scataglini (2018). Aquí se propone a los *Cheilanthes* peruanos dentro de los linajes reconocidos en esa filogenia.

5.5.1.1. Clave taxonómica

En esta tesis la clave taxonómica actualizada incluye las 14 especies peruanas de *Cheilanthes* que se han mantenido después de tres décadas de estudios sistemáticos en el género. La elaboración de la clave taxonómica permite distinguir las especies gracias a caracteres conspicuos del indumento, primer carácter descriptivo fundamental, procurando usar caracteres contrastantes que no se superpongan, ni sean altamente plásticos en el género *Cheilanthes*.

- 1 Fronda con indumento de escamas en envés y ejes, densas, sí pelos estos dispersos a congregados en el haz de la lámina.....2
- 1' Fronda glabra, glabrescente o con indumento de pelos en ambas caras y ejes, a veces escamas dispersas en los ejes.....7
- 2 Lámina 1-pinnada-pinnatífida lobulada; superficie adaxial de la lámina con pelos glandulares, pluricelulares, superficie abaxial sin microescamas ni escuámulas; escamas de rizoma concoloras y parcialmente esclerosadas.....**C. cantangensis**
- 2' Lámina 2–3 pinnada; superficie adaxial sin pelos visibles, superficie abaxial con o sin microescamas y/o escuámulas; escamas de rizoma concoloras sin esclerosamiento.....3
- 3 Escamas de la superficie abaxial de la lámina con márgenes laciniados y con filamentos a la base, células con escaso lumen celular, concoloras, bicoloras y escuámulas concoloras; el haz de la lámina cubierta por indumento similar a el envés; escamas de rizoma aciculares; superficie del peciolo estriado, escabroso o muricado.....**C. scariosa**
- 3' Escamas de la superficie abaxial de la lámina con márgenes laciniados, erosos, aserrados, dentellados, unguados, células con evidente lumen celular, concoloras, pseudoclatradas (con paredes celulares definidas, pero no contrastantes como clatradas); el haz de la lámina glabra o con microescamas concoloras a pseudoclatradas, clatradas; escamas de rizoma linear-aciculares; superficie del peciolo estriado, no escabroso ni muricado.....4
- 4 Peciolo mayormente $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ de la longitud con respecto a la fronda; haz glabra o con microescamas clatradas; esporangios con 16, 32 o 64 esporas.....5
- 4' Peciolo mayormente $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de la longitud con respecto a la fronda; haz con microescamas pseudoclatradas, si paredes gruesas estas concoloras como el lumen; esporangios con 32 esporas.....6
- 5 Márgenes de escamas en envés laciniados, erosos, con dientes marginales agudos no prolongados; sin microescamas visibles en el haz;

- márgenes de los segmentos no modificados en pseudoindusio; longitud de fronda de 5.6–17 cm; de un rango altitudinal de 2400–3800 m.....**C. arequipensis**
- 5'** Márgenes de escamas en envés dentellados, unglados, laciniados profundamente en la base y con dientes marginales elongados; con microescamas visibles clatradas en el haz; márgenes de los segmentos modificados en pseudoindusio; longitud de la fronda 7.8–31.3 cm; de un rango altitudinal de 500–3900 m.....**C. peruviana**
- 6** Pinnas basales no gradualmente reducidas; segmentos flabelados, ovada-trianguulares, orbiculares; de amplia distribución en el país.....**C. incarum**
- 6'** Pinnas basales gradualmente reducidas; segmentos ovada-trianguulares; de distribución restringida al norte del país.....**C. lonchophylla**
- 7** Pelos pluricelulares radiales, pseudoactinomorfos o dendroideos, densos a dispersos.....**8**
- 7'** Pelos simples, ausentes o densos.....**9**
- 8** Indumento de pelos radiales, pseudoactinomorfos; escamas de rizoma linear-lanceadas, concoloras, parcial a totalmente escleróticas, a bicoloras; segmentos orbiculares, a oblongos; peciolo $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ de longitud con respecto a la fronda.....**C. mollis**
- 8'** Indumento de pelos dendroideos; escamas de rizoma linear-aciculares, concoloras, a veces ligeramente esclerosadas, segmentos oblongos; peciolo $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ y $\frac{1}{7}$ de longitud con respecto a la fronda.....**C. obducta**
- 9** Lámina y ejes con pelos eglandulares.....**10**
- 9'** Lámina y ejes glabros o con pelos glandulares.....**11**
- 10** Lámina triangular a ovada; rizoma cortamente rastrero, erecto, escamas concoloras; raquis sulcado y alado; fronda con pelos cortos (2–8 células), dispersas a conspicuos; pseudoindusio con pelos; ápice de venillas visibles, ensanchadas.....**C. fractifera**
- 10'** Lámina estrechamente linear; rizoma corto a largamente rastrero, escamas concoloras, parcialmente esclerosadas, a bicoloras; raquis no sulcado ni alado; fronda con pelos ampliamente largos, finos, suaves, lanosos; pseudoindusio glabro; ápice de venillas no visibles.....**C. fraseri**
- 11** Haz de peciolo y raquis sulcado; lámina y eje glabros, excepto en lado adaxial de la pinna; pseudoindusio inframarginal; ápice de venillas visibles, fuertemente ensanchadas.....**12**

- 11'** Haz de peciolo y raquis no sulcado; lámina y ejes con pelos glandulares pluricelulares de ápice diferenciado; pseudoindusio no inframarginal; ápice de venillas no visibles.....**13**
- 12** Rizoma erecto; lámina 1-pinnada-pinnatisecta sin estructuras globosas en la superficie abaxial de la pinna.....***C. poeppigiana***
- 12'** Rizoma corto a largamente rastrero; lámina 2-3 pinnada con estructuras globosas en la superficie abaxial de la pinna..***C. rufopunctata***
- 13** Lámina y peciolo no pruinoso, pelos mayormente constan de 5 células; escamas de rizoma con márgenes que tiene ligeras prolongaciones de pelos con ápice diferenciando; pseudoindusio con pelos.....***C. pilosa***
- 13'** Lámina y peciolo pruinoso, pelos en su mayoría de 1–2 células (1–8); escamas de rizoma con márgenes enteros; pseudoindusio glabro.....***C. pruinata***

Nota: Para el uso de la clave ver ilustraciones-fotografías de cada especie y revisar la terminología.

5.5.2. Descripción de las especies peruanas

1. *Cheilanthes arequipensis*

(Maxon) R.M. Tryon y A.F. Tryon, *Rhodora* 83: 133. 1981.

Notholaena arequipensis Maxon, *Smithsonian Misc. Coll.* 65(8): 9. 1915. Tipo: Perú, Arequipa, near Tingo, Ms. Rose y J. N. Rose 18797 (holotipo US, US-761435; isotipo NY, NY-00144380; foto GH).

Figuras 21 y 22

Fronda: 5.6– (8.88–12.5) –17 cm (\bar{X} 10.55 cm). **Rizoma:** erecto, corto, grueso. Escamas, largo 2.4–9 mm (\bar{X} 5.08 mm) × ancho 0.15–1 mm (\bar{X} 0.43 mm), basífijas, concoloras, castañas a ferrugíneas, linear-aciculares, ligeramente sinuosas en el cuerpo de la escama, ápices ligeramente sinuosos, márgenes dentellados, unglados inconspicuamente. **Pecíolo:** 2.3– (4.5–6.58) –9 cm (\bar{X} 5.71 cm), $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado. Escamas subbasífijas, dispersas, concoloras a seudoclatradas, lanceadas, ovadas, oblongas, redondeadas, ovado-triangules, irregulares en diferente estado de desarrollo, márgenes dentellados, erosos a laciniados. **Lámina:** 2.5– (3.5–6) –8 cm (\bar{X} 4.81 cm), lanceada a lanceoladas, romboidales, lanceada-triangules, 2-pinnadas, 2 pinnado-pinnatífida, 2 pinnado-pinnatisectas. Escamas, largo 1.2–4.5 mm (\bar{X} 2.69 mm) × ancho 0.5–1.5 mm (\bar{X} 0.98 mm). Raquis estriado. Pinnas ovado-triangules, pecioluladas, alternas, opuestas, subopuestas, Segmentos ovados a triangules, márgenes revolutos. Envés con escamas subbasífijas, imbricadas, densas, concoloras a seudoclatradas, lanceadas, lanceada-ovadas, elípticas, triangules, ligeramente subuladas, márgenes laciniados a erosos con dientes marginales agudos no prolongados, ápices de escamas se curvan hacia el haz. Haz glabra a raras con escamas dispersas. Esporangios con 16, 32 y 64 esporas. Venación libre, pinnada, venillas secundarias y terciarias seudodicotómicas o dicotómicas, venillas 1–4 furcadas; ápice de venillas rectas a ensanchadas, venillas en o cerca del margen, elongadas hacia el margen revoluto.

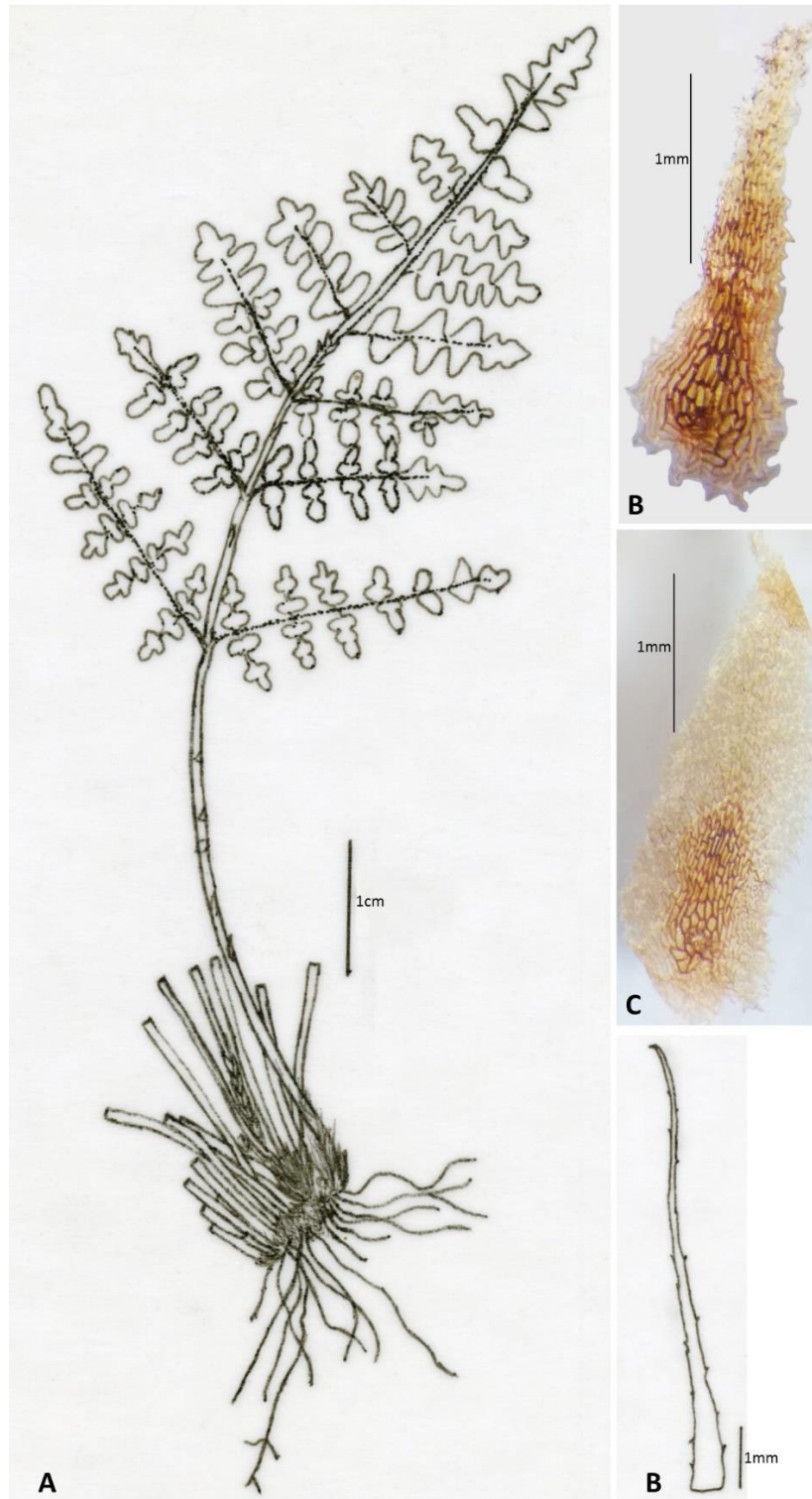


Figura 21. *Cheilanthes arequipensis*: **A.** Hábito; **B.** Escama de rizoma; **C.** Escama de peciolo engrosando las paredes celulares; **D.** Escama de envésseudoculm.

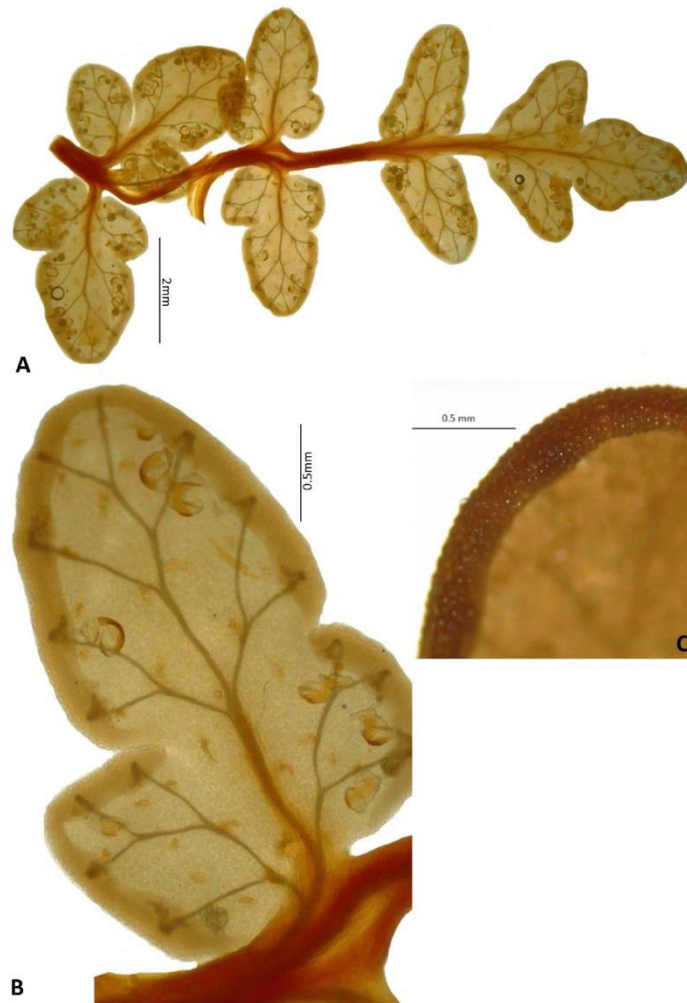


Figura 22. *Cheilanthes arequipensis*: Muestras sin indumento. **A.** Pinnula triangular-ovada (diafanizada); **B.** Segmento con ápice de venillas ensanchadas, véase las venillas secundarias pseudodicotómicas; **C.** Margen de segmento revoluto.

Morfológicamente se caracteriza: rizoma, escamas concoloras, castañas a ferrugíneas, linear a aciculares; láminas lanceadas a lanceoladas, romboidales, lanceadas a triangulares, pinnas ovado-triangulares, envés con escamas concoloras a pseudoclitradas, de márgenes eroso con dientes marginales agudos, márgenes de los segmentos revolutos no modificados; venación libre, venillas secundarias pseudodicotómicas y dicotómicas, ápice de venillas rectas a ensanchadas.

Cheilanthes arequipensis es morfológicamente similar a *C. squamosa* Gillies ex Hook. y Grev. Esta última se distingue de la primera por el lado abaxial de la pinna con pelos glandulares inconspicuos, márgenes de segmentos modificados en pseudoindusio, esporangios con 32 esporas. Comparten caracteres como escamas castañas a ferrugíneas en el rizoma, raquis terete, forma y división de la lámina y venas

ensanchadas en su ápice. *C. squamosa* tiene distribución en Bolivia, Chile y Argentina, de 200–4500 m de altitud, ocupa un amplio rango de distribución con respecto a *C. arequipensis* que se encuentra en Perú, más restringido a 2400–3480 msnm.

Otro evento de convergencia morfológica ocurre con *C. peruviana*. Ambas especies se encuentran en vertientes occidentales. En base a registros actuales *C. arequipensis* se entiende como especie de distribución al sur y centro de Perú, con un rango altitudinal reducido en el país y extendiéndose hasta Chile y Argentina, diferenciado de *C. peruviana* que ocupa lugares más amplios en Perú y está dentro de la categoría de endémico.

Los caracteres que diferencian a *C. peruviana* de *C. arequipensis* son: en que la primera tiene escamas de rizoma castañas, atrocastañas, envés con escamas de márgenes ungulados, dentellados a laciniados profundamente hacia la base (y con dientes marginales elongados), márgenes de los segmentos modificados, haz con microescamas clatradas lanceadas a linear, ápice de venillas en margen y base de pseudoindusio. Además, la primera es de distribución más amplia en las vertientes occidentales de Áncash, Arequipa, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Lima y Moquegua, de los 500–3550 m de altitud.

Ejemplares revisados: **Arequipa:** Arequipa, Faldas del Misti en San Luis A.S.A., 2600 m, 1 abr 1999, Cáceres F. y Baldarrago U. 1605 (HUSA); Arequipa, Characato, Ojo del Milagro, cerca de 3 km de Characato, 2400 m, 6 ene 2018, León B. et al. 5737b (USM); Arequipa, Cerro Colorado, Subida a stanquillo Ahogado Chachani, 2800 m, 31 mar 1973, Arenas G. 102 (USM); Arequipa, Quebrada honda, 2600 m, 31 may 1999, Roque J. y Betancourt J. 906 (USM); Arequipa, Mollebaya, Santa Ana, Cáceres F. et al. 5333 (HUSA); Arequipa, Quequeña, Alrededores de Sogay, 2688 m, 1 mar 2007, Cueva M. 31 (HUSA); Arequipa, Polobaya, 5 km antes de Chapi, 3059 m, 12 may 2001, Quipuscoa V. et al. 2526 (HUSA); Arequipa, Alto Selva Alegre, Parque ecológico Alto Selva Alegre, 2608 m, 19 ene 2000, Quipuscoa V. et al. 1744 (HUSA); Arequipa, Yura, cerca de Yura Nuevo, 2576 m, 1 may 2001, Quipuscoa V. et al. 2512 (HUSA); Arequipa, Yarabamba, 2720–2760 m, 14 abr 2015, Cáceres F. et al. 8518 (HUSA); Arequipa, a lo largo de carretera Arequipa-Yura, 3260 m, 13 abr 2006, *van der Werff et al. 20479 (MO). **Lima:** Yauyos, Laraos, 2700 m, 11 jul 1997, Beltrán H. 2952 (USM). **Tacna:** Tarata, Camino a Caro, margen derecha de río Chacavira, 3070–3480 m, 5 dic 1997, La Torre M. 1844 (USM).

Nota: Para el ejemplar de Arequipa que tiene asterisco, fue extraído de la web del pteridoportal e incluido en la filogenia de Sosa *et al.* 2021 y resuelto como una entidad con nombre de *C. arequipensis*.

Distribución geográfica y hábitat:

Cheilanthes arequipensis se encuentra básicamente al sur de Perú, norte de Chile y noroeste de Argentina. En Perú está en los departamentos de Arequipa, Lima y Tacna. Crece en laderas pedregosas y rocosas, quebradas húmedas asociadas a matorral disperso. Ocupa un rango altitudinal de 2400–3480 m.

2. *Cheilanthes cantangensis*

(R.M. Tryon) R.M. Tryon, Fieldiana Bot. 22 (2): 32. 1989.

Notholaena cantangensis R.M. Tryon, Rhodora 63: 81. 1961. Tipo: Perú, Dep. Cajamarca, Prov. Celendín, Cantange, Ruta Celendín-Río Marañón, López y Sagástegui 3366 (holotipo GH, GH-00021675; isotipo HUT!).

Figura 23

Fronda: 13–44.2 cm (\bar{X} 30.63 cm). **Rizoma:** corto, escamas largo 1.5–1.8 mm (\bar{X} 1.60 mm) × ancho 0.2–0.4 mm (\bar{X} 0.08 cm), basífilas, concoloras, a veces parcialmente esclerosadas, lanceadas a lanceoladas, márgenes dentelladas a aserruladas. **Pecíolo:** 4.8–20 cm (\bar{X} 12.93 cm), $\frac{1}{2}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado, escabroso, muricado, escamas, subbasífilas-basífilas; concoloras, pseudoclatradas, conformes, lanceadas, lanceadas a triangulares, lanceada a ovadas, triangulares a ovadas, márgenes aserradas dentadas, ciliadas a laciniadas, ápices atenuados, acuminados, caudados. **Lámina:** 8.2–24.2 cm (\bar{X} 17.70 cm), lanceadas a triangulares, elípticas, 1 pinnado-pinnatisecta lobulada. Escamas en la superficie adaxial de la pinna, largo 1.2–2.7 mm (\bar{X} 2.17 mm) × ancho 0.2–0.9 mm (\bar{X} 0.52 mm). Raquis con escamas concoloras, lanceadas, ovadas, márgenes laciniadas. Pinnas oblongas, lanceadas, pecioluladas, alternas, opuestas. Envés de escamas basífilas, imbricadas, concoloras a pseudoclatradas, lanceadas, ligeramente subulada, márgenes laciniadas, ápices caudados. Haz pubescente, eglandular, pluricelular, pelos densos a dispersos, constan de 12–15 células rectangulares estrechándose y alargándose hacia el ápice y con una célula apical ensanchada. Márgenes de los segmentos algo modificado, extendidos a curvados. Esporangios con 64 esporas. Venación libre, pinnada, vena central, venillas secundarias, terciarias y cuaternarias pseudodicotómicas, a veces dicotómicas hacia los márgenes, 1–4 furcadas; ápice de venillas rectas y marcado por la posición soral $\frac{1}{2}$ a más sobre la venilla cerca del margen, venillas en o cerca del margen de los segmentos.



Figura 23. *Cheilanthes cantangensis*: **A.** Ejemplar tomado de Pteridoportal.org, pertenece a Werff H. et al. 14607; **B.** Segmento sin indumento, muestra ápice de venillas rectas y marcado por la posición soral un medio a más sobre la venilla cerca al margen; **C.** Pelo eglandular, pluricelular, simple, con ápice ensanchado; **D.** Escama de peciolo. **E.** Escamas de envés.

Morfológicamente se caracteriza por presentar la lámina 1 pinnado-pinnatisecta lobulada, una combinación de pelos eglandulares en el haz y escamas en envés, caracteres poco frecuentes en los miembros de *Cheilanthes*, márgenes de los segmentos ligeramente modificados, esporangios con 64 esporas, venación libre,

pinnada, venillas terciarias y cuaternariasseudodicotómicas, a veces dicotómicas, ápice de venillas rectas y marcado por la posición soral un medio a más sobre la venilla cerca del margen.

Nombre inicialmente propuesto en *Notholaena* con afinidades a *C. hassleri* (Weath.) Ponce con la que comparte el indumento pubescente en la superficie adaxial y escamas en la superficie abaxial de la lámina, caracteres considerados únicos en las especies de *Cheilanthes*. Las dos especies pueden presentar 64 esporas por esporangio. *Cheilanthes hassleri* se diferencia de *C. cantangensis* en que el primero se distribuye en Paraguay y Brasil, mientras que *C. cantangensis* está distribuido para Perú asociado a vegetación de bosque seco y matorral semideciduo seco.

Se agrega material isotipo de la localidad de Cajamarca, se amplía el rango de distribución geográfica no solo en la localidad de Cajamarca, sino además en Amazonas.

Ejemplares revisados: **Amazonas:** Chachapoyas, Chuquibamba, La Pizarra, km 14 entre Balsas y San Vicente de Paul, 910 m, 8 feb 2020, González P. et al. 6067 (USM); Chachapoyas, A lo largo Bagua Grande y Pedro Ruiz, 500–1000 m, 10 mar 1998, van der Werff 14607 (USM); Chachapoyas, A lo largo de carretera Pedro Ruiz a Chachapoyas, 1300–1900 m, 11 mar 1998, van der Werff 14670 (USM). **Cajamarca:** Celendín, Cantange, ruta Celendín-río marañón, 1450 m, 4 jun 1960, López A. y Sagástegui A. 3366 (HUT).

Distribución geográfica y hábitat:

Esta especie es endémica del país. Se encuentra en Cajamarca y Amazonas. Era conocida solo de la localidad tipo (Cajamarca), ahora se amplía hasta Amazonas. Crece en el rango altitudinal de 500–1900 m, habita asociado con vegetación a bosque seco y matorral semideciduo seco.

3. *Cheilanthes fractifera*

R.M. Tryon, *Rhodora* 62: 7, t. 1252. 1960. Tipo: Perú, Dep. Ayacucho, D.S. Correll y E.E. Smith P169 (holotipo GH; isotipo LL-0037001).

Cheilanthes saundersii Alston, *Lilloa* 30: 110, t. 6. Aug. 1960. Tipo: Perú, Dep. Lima, Huarochirí, S.G.E. Saunders 353 citado como "350" (holotipo BM, BM-000936608; isotipo US, US-236049).

Figura 24

Fronda: 7.5–15 cm (\bar{X} 11 cm). **Rizoma:** cortamente rastrero, grueso, a erecto, escamas largo 1.5–8 mm (\bar{X} 4.13 mm) × ancho 0.2–1.2 mm (\bar{X} 0.59 mm), basífilas, subbasífilas, castañas, estamíneas, concoloras, linear a aciculares, lanceadas, lanceada a triangulares, márgenes dentellados, ungulados, ciliados, todos inconspicuamente, hasta enteros. **Peciolo:** 2–5 cm (\bar{X} 4 cm), $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{4}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, liso, estriado, pubescente, pelos similares a la lámina, glabrescentes; escamas persistentes conspicuas en la intersección base de peciolo y rizoma, concoloras, lanceadas, lanceadas a triangulares, ápices caudados. **Lámina:** 3.5–10 cm (\bar{X} 7 cm), triangulares, ovadas, 1 pinnado-pinnatisecta lobulada, pubescente. Raquis sulcado y alado hacia el haz. Pinnas ovadas a triangulares, ligeramente pecioluladas a sésiles, opuestas a subopuestas, pinnas basales a veces más largas. Segmentos sésiles, márgenes revolutos, Envés con pelos eglandulares, pluricelulares, simples, dispersos a conspicuos, presenta entre 2–8 células. Haz con pelos similares al envés, dispersos a glabros. Seudoindusios membranáceos, discretos, a continuos cuando inmaduro, lunado a lunulado, márgenes erosos a lacerados, pubescentes. Esporangios con 32 esporas. Venación pinnada, libres, venillas secundarias a más ordenseudodicotómicas a dicotómicas, con ramificaciones dendríticas abundantes, venillas en margen y en base de seudoindusio; ápice de venillas ensanchadas conspicuamente.

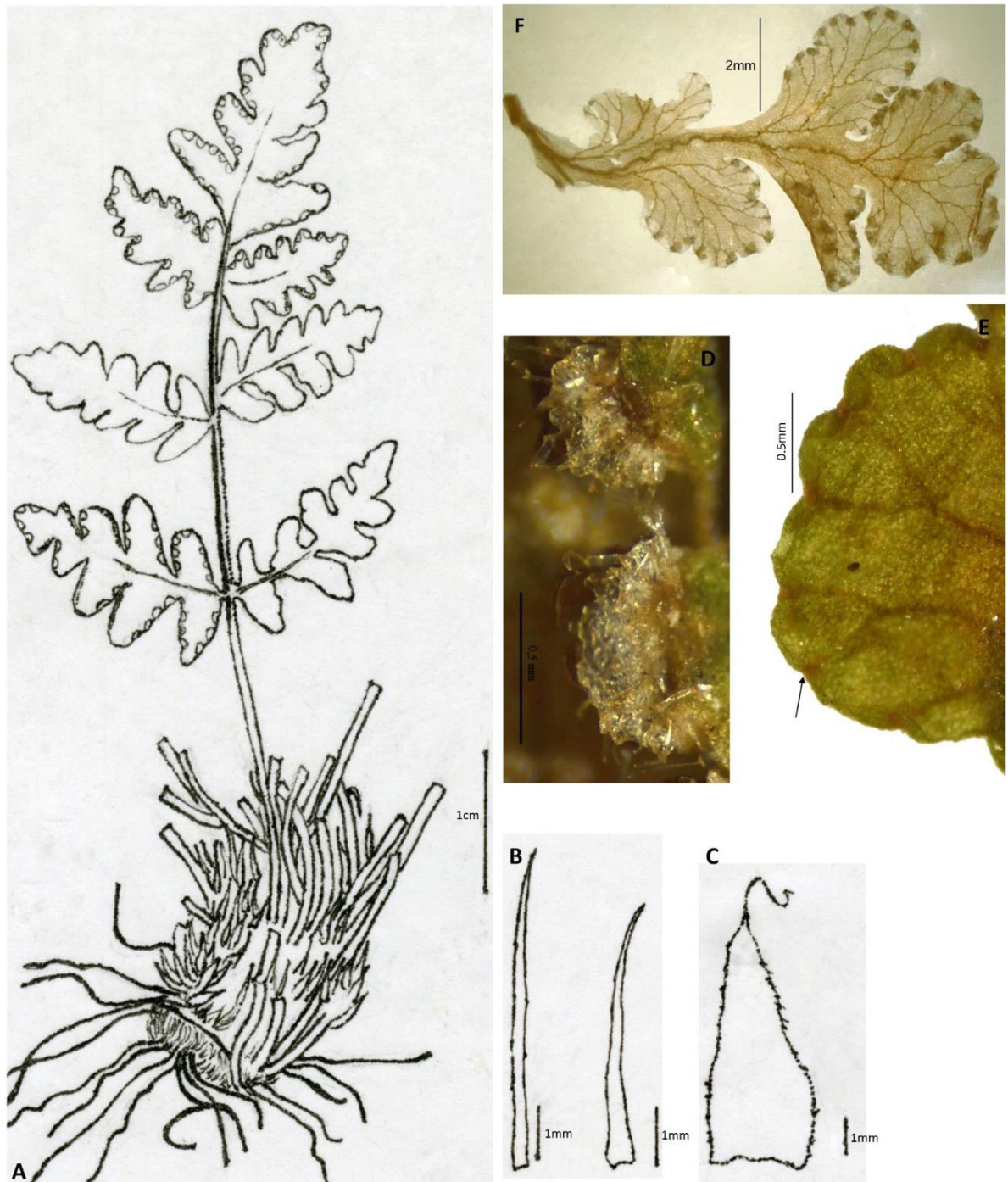


Figura 24. *Cheilanthes fractifera*: **A.** Hábito; **B.** Escamas de rizoma; **C.** Escama de rizoma y base del peciolo persistente; **D.** Seudoindusio lunulado, pubescente, discreto, membranoso; **E.** Parte de segmento sin indumento nótese los ápices de venillas ensanchadas; **F.** Venación pinnada libre de venillas de ramificación dendrítica.

Morfológicamente se caracterizan por las escamas conspicuas persistentes concoloras en la base del peciolo, indumento pubescente en la fronda, seudoindusio discreto, lunulado, pubescente, venación pinnada, libre, furcaciones dendríticas, seudodicotómicas, a veces dicotómicas, ápice de venillas ensanchadas fuertemente.

Cheilanthes fractifera es morfológicamente similar a *Baja brandegeei* (D. C. Eaton) Windham y L. O. George, antiguamente llamada *C. brandegeei* D. C. Eaton, sin embargo, se diferencia porque esta última tiene pelos unicelulares rectos puntiagudos, que surge de un grupo bulboso de células parcialmente embebidas en la superficie de la lámina, raras escamas, mientras que *C. fractifera* posee pelos pluricelulares curvados en forma diversa, además la morfología de la espora y gametofito son diferentes en estas dos especies. Ambas especies tienen caracteres convergentes altamente plásticos como: escamas del rizoma concoloras, la abscisión del peciolo, base del peciolo que se fractura con la edad, láminas deltoideas a triangulares con pinnas basales largas, raquis sulcado y alado hacia el haz, pinnas casi opuestas, pelos y márgenes modificados en pseudoindusio. Este ruido taxonómico se resolvió con el trabajo de George *et al.* (2019) proponiendo un nuevo género *Baja* e incluyendo a *Baja brandegeei* como una entidad alejada de *C. fractifera* y distante del tipo del género *Cheilanthes*.

Ejemplares revisados: **Arequipa:** Arequipa, Uchumayo, Quebrada Huayrondo, Cerro Verde, 2300–2600 m, 6-9 feb 1995, Cano A. 6419 (USM); Arequipa, Mollebaya, Santa Ana. Cerro grande, 2445 m, 30 mar 2002, Obando Y. et al. 21 (USM); Arequipa, Jacobo Hunter, Cerro San Ignacio Huasacache, 2570 m, 2 mar 2012, Montesinos D. 3351 (USM, HUSA), 3347 (USM); Arequipa, Alto Selva Alegre, San Luis, 2900 m, 3 feb 1998, Cáceres F. 1629 (HUSA); Castilla, Chuquibamba, Chuquibamba towards Aplao, 2231 m, 24 mar 2019, Weigend M. 9864/ MW 19-54 (HUSA, USM). **Cajamarca:** Contumazá, Cascas, entre Cascas y Chepate, 1800 m, 1 may 1964, Sagástegui A. y Benites N. 4482 (HUT). **Lima:** Huarochirí, Valle de Santa Eulalia, cerca de Callahuanca, 1450 m, 14 mar 2015, León B. 2015 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

Esta especie es endémica de Perú. Crece en Arequipa, Ayacucho, Cajamarca y Lima. Habita en lugares de laderas rocosas, quebradas, suelos cultivados, arenosos, asociado a vegetación de cactáceas. En altitudes de 1800–2600 m.

De este helecho terrestre se conoce siete localidades, naturalmente fragmentadas y dispersas en la vertiente del Pacífico (León *et al.* 2006) que se contrasta en esta tesis.

4. *Cheilanthes fraseri*

Mett. ex Kuhn, *Linnaea* 36: 83. 1869. Sintipos: Perú, H. Ruiz y J.A. Pavón s.n. (B-20-0101079); Ecuador, J. Fraser s.n. (B-20-0101078-a); Ecuador, M. Wagner s.n. (B-20-0101079-b); fotos GH, US.

Notholaena fraseri (Mett. ex Kuhn) Baker, *Syn. Fil.* (Hooker y Baker) ed. 2, 514. 1874.

Figuras 25 y 26

Fronda: 8.1– (16.03–24.13) –36 (–38, 38.5) cm (\bar{X} 20 cm), distancia entre las frondas sobre el rizoma de 1 a 10 mm. **Rizoma:** corto a largamente rastrero, simple o ramificado. Escamas, largo 1–2.6 mm (\bar{X} 1.85 mm) × ancho 0.1–0.5 mm (\bar{X} 0.25 mm), basífilas, adheridas, concoloras, castañas, parcialmente esclerosada, a bicoloras, lanceadas, ápices marcadamente caudados traslucidos, sinuosos, márgenes translucidos, dentellados a ligeramente unguados. **Pecíolo:** 3.6– (6–10) –15.5 (–17.5, 18.5, 25) cm (\bar{X} 8.35 cm), $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{3}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado, pubescente, pelos similares a la lámina, lanosos, ligeramente seríceos, vellosos, glabrescentes. **Lámina:** 3.9– (9.33–14.73) –22.5 (–24.5) cm (\bar{X} 12.49 cm), estrechamente linear, 1 pinnado–pinnatífida, pubescentes. Raquis estriado, pubescente similar a la pinna, pelos lanosos, seríceos, vellosos, glabrescentes. Pinnas ovadas a triangulares, asimétricas, pecioluladas y sésiles, alternas, subopuestas, opuestas. Pinnas que llevan indumento de pelos eglandulares, pluricelulares, simples, retorcidos, tortuosos, enmarañados, rizados, finos, suaves, ampliamente largos, transparentes. Pinnas basales ligeramente reducidas con 7–9 segmentos, las no basales del tercio inferior hasta 13, segmentos basiscópicos más desarrollados en pinnas basales y medias; margen de segmentos modificados en pseudoindusio, revuelto y ligeramente lobulados. Envés de pelos lanosos, seríceos. Haz con pelos similares al envés, seríceos, vellosos, pero menos densas, dispersas, esparcidas a glabrescentes o glabras. Pseudoindusio discreto, continuo, longitudinal, linear; márgenes erosos, crispados, glabros. Esporangios con 32 y 64 esporas. Venación pinnada, libres, venillas secundarias a más orden pseudodicotómicas y dicotómicas, ramificaciones dendríticas y abundantes; ápice de venillas rectas a ensanchadas, venillas en margen, elongadas y prolongadas hacia el pseudoindusio.

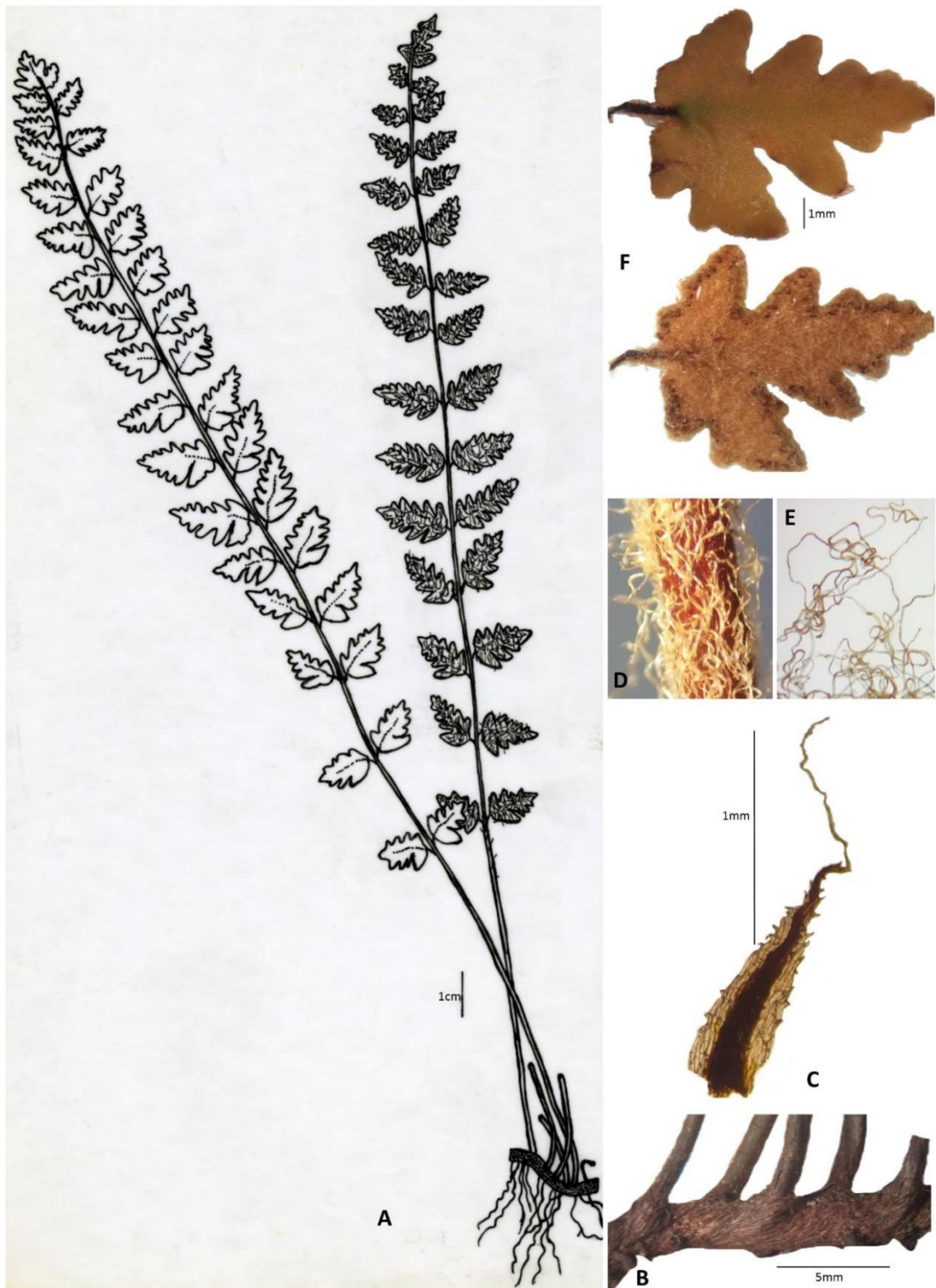


Figura 25. *Cheilanthes fraseri*: **A.** Hábito, fronda derecha lado abaxial, izquierda lado adaxial; **B.** Rizoma; **C.** Escama del rizoma; **D.** Peciolo; **E.** Indumento de la lámina; **F.** Pinnas, lado adaxial (superior) y abaxial (inferior).

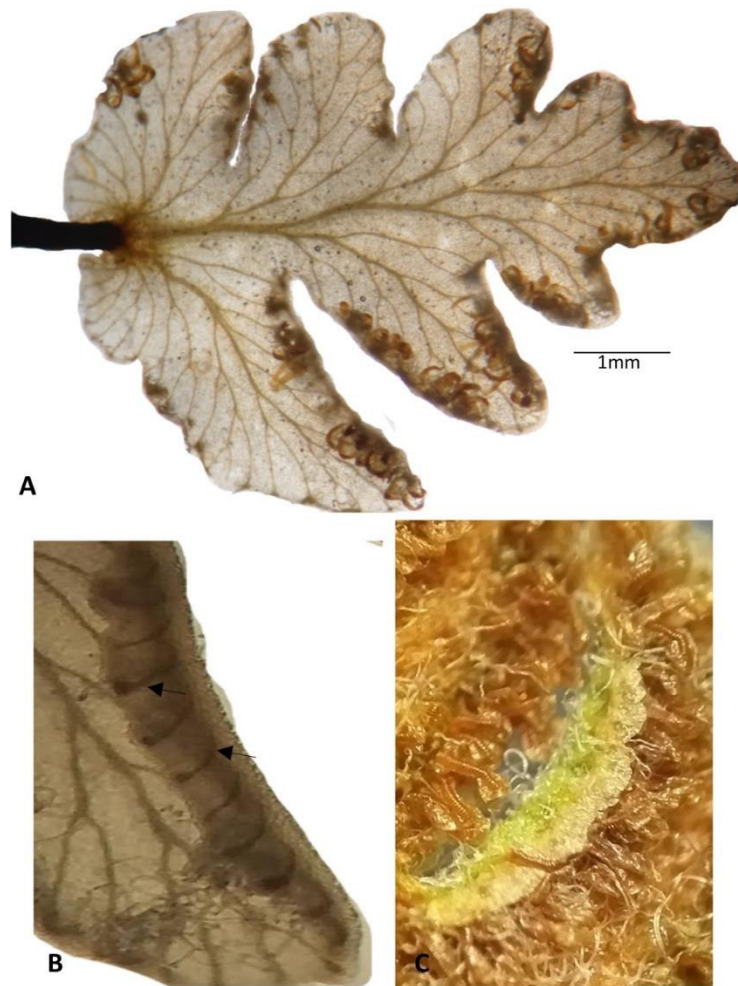


Figura 26. *Cheilanthes fraseri*: **A.** Pinna sin indumento, venación pinnada, libre, ramificación dendrítica, nótese el segmento basiscópico conspicuo; **B.** Ápice de venillas ligeramente ensanchadas prolongándose hacia el pseudoindusio; **C.** Pseudoindusio continuo, longitudinal.

Cheilanthes fraseri se reconoce por el rizoma corto a largamente rastrero, con escamas concoloras, castañas, parcialmente esclerosadas, a bicoloras, de ápice marcadamente caudado sinuoso; las frondas presentan indumento pubescente, eglandular, pluricelular, simple, en el envés lanoso y el haz vellosa, serícea a glabra; lámina estrechamente linear, 1 pinnado-pinnatífida, pinnas triangular-ovadas, asimétricas, márgenes modificados en pseudoindusio discreto, linear, glabro; venación pinnada, libres, venillas con ramificaciones detríticas abundantes, ápice de venillas rectas a ensanchadas, elongadas y prolongadas hacia el pseudoindusio.

Cheilanthes fraseri ha sido morfológicamente vinculada a *C. hypoleuca* (Kunze) Mett. y *C. buchtienii* (Rosenst.) R.M. Tryon (Ponce *et al.* 2016).

Cheilanthes fraseri se diferencia de *C. butchii*, esta última presenta ápice de escamas parcialmente esclerosada (vs. translúcida en *C. fraseri*), escamas deciduas mínimas entre la pubescencia del peciolo y raquis (vs. ausencia de escamas); pinnas más lanceoladas (vs. estrechamente linear), lado basiscópico del segmento usualmente no conspicuos (vs. conspicuos), venas impresas visibles en la superficie adaxial de los segmentos (vs. no visibles). Mientras *C. hypoleuca* se diferencia de *C. fraseri*, en que el primero su peciolo acanalado adaxialmente, raquis acanalados y con aristas laterales (vs. peciolo teretes). Con respecto a su distribución *C. hypoleuca* presenta un área de distribución confinada a Chile y sur de la Argentina, en tanto *C. butchii* crece en Bolivia y en el norte y centro de la Argentina. Se ha considerado a *C. butchii* una forma robusta de *C. fraseri*, aunque sin describir formalmente esta variedad (Ponce *et al.* 2016).

En la pteridoflora peruana, *C. fraseri* es similar morfológicamente a *Myriopteris aurea* (Poir.) Grusz y Windham, una especie antes reconocida como *C. bonariensis* (Willd.) Proctor (Grusz y Windham 2013). Esta última especie se diferencia de *C. fraseri* por su rizoma anudado, grueso, compacto, ápice de escamas en rizoma marrón a negro, ápice de venillas no ensanchadas.

Ejemplares revisados: Raimondi A. s.n. (USM) sin localidad; **Amazonas:** Chachapoyas, one hour outside Chachapoyas on road to Mendoza, 1500 m, 10 abr 2001, Werff H. et al. 16878 (USM). **Áncash:** Bolognesi, Llaclay, Abelardo Pardo Lazueta, 2200 m, 27 may 1962, Cerrate E. 4049, (USM); Huaylas, Caraz, 220–2500 m, Weberbauer A. 3020 (USM). **Apurímac:** Abancay, Comunidad San Gabriel, 1982 m, 2 jul 2015, Zuñiga V. 640 (USM); Carretera hacia Abancay, 2594 m, 1 ago 2019, Rivera S. et al. 54B (USM); Cachora, camino a Choquequirao, 2003 m, 3 ago 2019, Rivera S. et al. 59 (USM); Curahuasi, km 864 entre carretera Curahuasi–Limatambo, 1967 m, 2 ago 2019, Rivera S. et al. 81, 101 (USM); Lambrama, km 23.9 camino a Chuquibambilla, 2495 m, 4 ago 2019, Rivera S. et al. 65, 71, 73, 100 (USM); Cotabambas, carretera de Anta–Limatambo, puente Huallpachoca, cerca de los márgenes altos del río Apurímac, 2180 m, 7 ago 2019, Rivera S. et al. 87 (USM); Pichirhua, km 772, 773 carretera hacia Andahuaylas–Abancay, 1812 m, 1 ago 2019, Rivera S. et al. 58B (USM). **Cajamarca:** Celendín, Ucto, Km 145.5, en la ruta Celendín–Balsas, 1408 m, 1 feb 2020, González P. et al. 5388 (USM); Santa Cruz, 1904, Weberbauer A. 4139 (USM). **Cusco:** La Convención, Echarate, 800 m, 8 feb 1973, Vargas C. 22365 (USM); La Convención, Valle del río Sambray, al oeste affluent of Rio Vilcanota, 1005 m, 13 may 1930, Mexia Y. 8055 (USM). **Huancavelica:** Castrovirreyna, San Juan, km 74, margen derecha del

río, 1641 m, 6 feb 2020, Rivera S. et al. 103 (USM); Huancavelica, Ayacacha, valle del río Mantaro, 50 km. Sout of Mejorada, 2600 m, 30 oct 1957, Hutchison P. 1684 (USM); Tayacaja, Cerro del Águila, zona hidroeléctrica, 2013, Huamán E. s.n. (USM); Tayacaja, Muchca, entre Pampas y Salcabamba, 1500–1700 m, 22 abr 1962, Tovar O. 3848 (USM). **Huánuco:** Ambo, alrededores de la hacienda Quicacán, 2200–2300 m, 15 feb 1950, Ferreyra R. 6912 (USM); Ambo, quebrada arriba de Huacar y Cochachainche, 2200–2300 m, 16 oct 1981, Ferreyra R. y Huallapa J. 19401 (USM); Huánuco, Huancachupi, 2100 m, 6 jun 1980, Mantel M. 1873 (USM); Huánuco, Rancho, 1800 m, 9 set 1980, Mantel M. s.n. (USM). Alrededores de la Ciudad, 1900 m, 6 jun 1967, Calderón S. s.n. (USM). **Junín:** Tarma, entre Huacapistana y Palca, 1900–2100 m, Weberbauer A. 1991 (USM). **La Libertad:** Sánchez Carrión, Cochorco, km 94 de la carretera 10C, en la ruta Aricapampa–Chagual, 1835 m, 18 feb 2020, Gonzáles P. et al. 6683 (USM); Pataz, Pías, km 20 entre Chagual y Pías, 2047 m, 20 feb 2020, Gonzáles P. et al. 6847 (USM); Bolivar, Ucuncha, zona media de la trocha entre Ucuncha y Jecumbuy, 1700–2000m, 6 feb 2020, Gonzáles P. et al. 5894 (USM); Pataz, Bella Aurora, 2148 m, 4 may 2014, Castillo H. 152a (USM). **Lima:** Rímac Tal, 1600 m, 17 feb 1954, Rauh W. et al. 145, 146 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

De Ecuador, Perú y Bolivia. En el Perú habita en áreas de laderas rocosas, sitios abiertos en quebradas y borde de carretera. Habita en diversos tipos de vegetación asociados a bosque secos, matorrales; entre los 800–2600 m de altitud. Conocida de los departamentos de Amazonas, Áncash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Lima y Piura.

5. *Cheilanthes incarum*

Maxon, Smithsonian Misc. Coll. 65(8): 5. 1915. Tipo: Perú, Cuzco, set 1914, J.N. Rose y Rose 19061 (holotipo US, US-761644; isotipo NY, NY-00144365; fragmento P, P-00584337).

Figuras 27 y 28

Fronda: 12.5– (19.8–27.7) –37.5 cm (\bar{X} 23.82 cm). **Rizoma:** multicipital, compacto, erecto, cortamente rastrero. Escamas, largo 5.2–11 mm (\bar{X} 8.20 mm) × ancho 0.15–0.8 mm (\bar{X} 0.33 mm), basífijas, concoloras, castañas a atrocastañas, linear a aciculares, sinuosas, ápices marcadamente sinuosos, márgenes dentellados, a veces inconspicuamente unguados. **Peciolo:** 3.8– (5.65–9.1) –14.2 (–14.5) cm (\bar{X} 7.72 cm), $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{4}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado con protuberancias. Escamas subbasífijas, concoloras a seudoclatradas, lanceada-ovadas, lanceada-trianguulares, periformes, irregulares, ápices acuminados, agudos, caudados, cuneados, márgenes erosos, aserrados, dentados, laciniados profundamente en la base. **Lámina:** 8.5– (12.63–19.65) –23.3 cm (\bar{X} 16.16 cm), estrechamente lanceadas, lanceoladas, 2-3 pinnada, segmento basiscópico conspicuo en pinnas basales. Escamas, largo 1.3–4.5 mm (\bar{X} 2.95 mm) × ancho 0.5–1.8 mm (\bar{X} 1.08 mm). Raquis estriado similar al peciolo; escamas similares a las pinnas. Pinnas ovado-trianguulares, pecioluladas, alternas, subopuestas, opuestas. Segmentos ovado-trianguulares, orbiculares, flabelados, márgenes revolutos y modificados en seudoindusio. Envés con escamas subbasífijas, imbricadas, densas, concoloras a seudoclatradas, lanceada-trianguulares, lanceada-ovadas, elípticas, redondeadas, márgenes aserrados, dentellados, laciniados profundamente en la base, ápices acuminados, caudados, cuneados, redondeados, ápice de escamas doblándose hacia el lado adaxial. Haz con microescamas, ca. 1–4 mm longitud, ca. 4 células de ancho, concoloras, sinuosas, linear a aciculares, márgenes dentellados a unguados, dispersas a glabras o conspicuos en lado adaxial de la costa. Seudoindusio discreto o continuo, márgenes erosos a lacerados, glabros. Esporangios con 32 esporas. Venación libre, pinnada, venillas secundarias y terciarias seudodicotómicas, dicotómicas hacia el margen de segmento, 1–3, furcadas; ápice de venillas rectas a ensanchadas, venillas en margen y ligeramente elongadas hacia el margen revoluto.

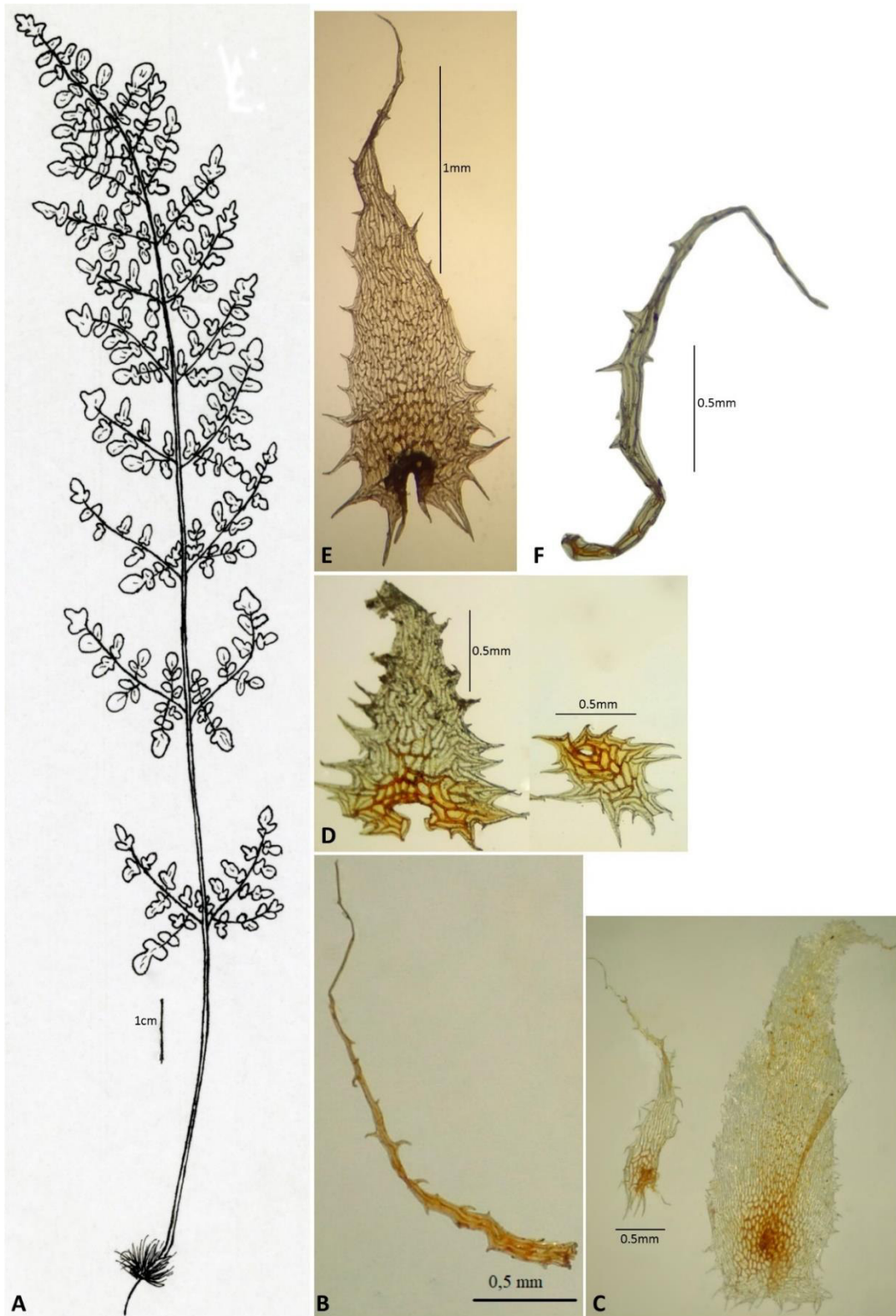


Figura 27. *Cheilanthes incarum*: **A.** Hábito; **B.** Escama del rizoma; **C.** Escamas de raquis; **D.** Escamas del peciolo; **E.** Escama de envés; **F.** Microescama del haz.

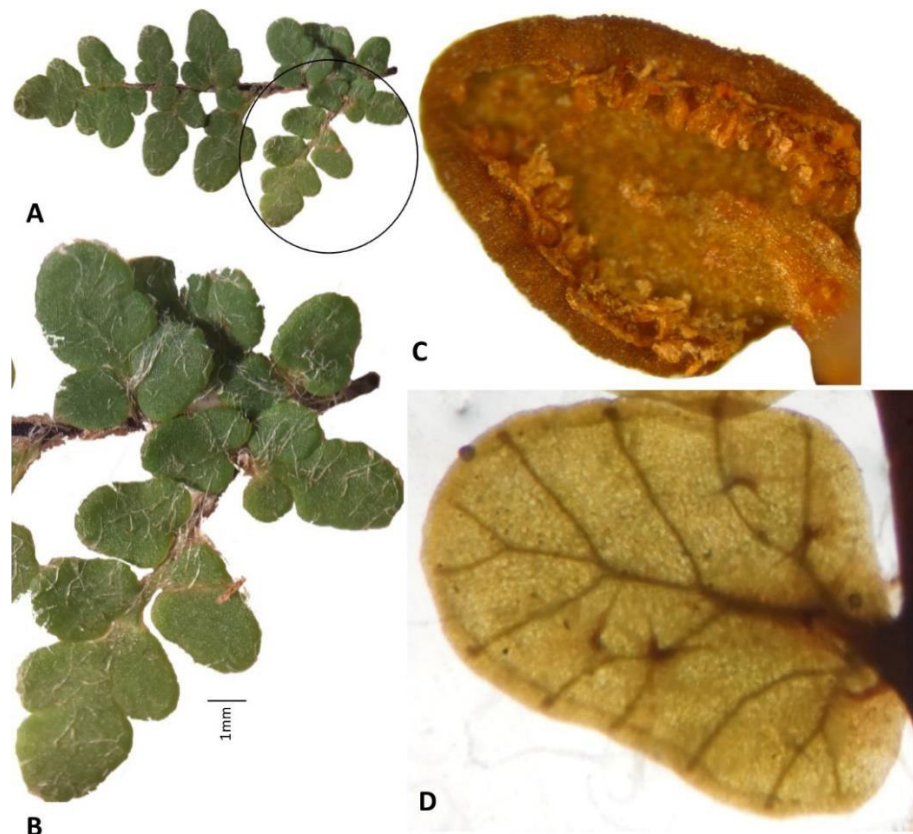


Figura 28. *Cheilanthes incarum*: **A.** Pinna basal, círculo señalado en b; **B.** Pínnula basiscópica, conspicua, véase superficie de microescamas; **C.** Margen de segmento con pseudoindusio continuo y revoluto; **D.** Segmentos sin indumento sometido a tratamiento de diafanización, nótese, ápice de venillas rectas a ensanchadas. Nota: Segmentos orbiculares y ovado-triangulares.

Morfológicamente se caracteriza por las escamas de rizoma concoloras, ápices marcadamente sinuosos, márgenes dentellados a veces inconspicuamente ungulados, indumento de escamas concoloras a pseudoclitradas en el envés y microescamas concoloras en el haz, lámina estrechamente lanceadas, lanceoladas, 2-3 pinnada, segmento basiscópico conspicuo, ovado-trianguulares, flabelados, orbiculares, pseudoindusio discreto a continuo, esporangios con 32 esporas, venación libre, venillas secundarias pseudodicotómicas y dicotómicas, ápice de venillas rectas a ensanchadas.

Cheilanthes incarum es muy similar a *C. squamosa* con la que comparten el carácter de escamas en el envés y microescamas (escamas piliformes) en el haz (Tryon y Stolze 1989); pseudoindusio discreto a continuo, 32 esporas por esporangios; ápices de venillas ensanchadas. *Cheilanthes incarum* difiere en el segmento basiscópico conspicuo en las pinnas basales frente (no conspicuas en *C. squamosa*), ambas especies pertenecieron

al grupo de *Cheilanthes squamosa* de Tryon y Tryon (1982). En cuanto a distribución *C. incarum* se conoce en Perú y raro en Bolivia (con una sola colección) y *C. squamosa* está en Bolivia y Argentina. Los rangos de distribución se superponen para ambas especies para Bolivia.

Ejemplares revisados: **Áncash:** Huaylas, Caraz, 2200-2500 m, Weberbauer A. 3021a (USM); Huaraz, Monterrey, 3000 m, 29 ago 1965, Griffin D. s.n. (USM). **Apurímac:** Abancay, Andahuaylas-Abancay, 4200 m, 1 set 2002, Lehnert M. 340 (USM); Aymaraes, Chalhuanca, desvió Huayquipa km 373, carretera Nazca-Abancay km 375, 2535 m, 10 ago 2019, Rivera S. et al. 94 (USM). **Arequipa:** La Unión, Quebrada arbustiva de Huaynacotas a Luicho, 2915 m, 19 mar 2011, Montesinos D. et al. 2978 (USM, HUSA). **Cusco:** Cusco, near Saxihuaman, 3600 m, 28 set 1956, Tryon R. M. y Tryon A. F. 5343 (USM); Cusco, Cerro Sape, alrededores de Cusco, 3300-3400 m, 17 nov 1974, Ferreyyra R. 2668 (USM); Chumbivilcas, Vellille, Tuntuma, ca a 5 km de Vellille por la carretera Vellille Colquemarca hacia Tuntuma y sus cerros vecinos, 3750 m, 17 abr 1987, Núñez P. y Delgado L. 7939 (USM); Paruro, Yaurisque, SO de Cusco, 3300 m, 7-8 mar 1987, Núñez P. 7384 (USM); Urubamba, 52 km de Cusco desde Pomatales, por Rapcca y Pachar en el camino ferroviario de Cusco a Quillabamba, 2800-2950 m, 6 mar 1987, Núñez P. 7332 (USM); Urubamba, Trail from Chincheros plaza to Antakillqa hillside, 3800 m, 13 ene 1982, Davis W. et al. 1455 (USM). **Huancavelica:** Tovar O. 1391 (USM), sin localidad; Huancavelica, Mejorada, entre Izcuchaca y Acoria, 2900 m, 17 abr 1952, Tovar O. 1014 (USM). **Junín:** Jauja, Cerro al W de laguna de Paca, 3552 m, 11 set 1972, Cerrate E. y Chanco M. s.n. (USM). **Moquegua:** General Sánchez Cerro, Ubinas, path between Tassa and Pampilla, 3562-3850 m, 29 mar 2009, Montesinos D. 2244 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

Cheilanthes incarum está en Perú, Bolivia, noroeste de La Argentina. En nuestro país habita en los departamentos Áncash, Apurímac, Arequipa, Cusco, Huancavelica, Junín, Moquegua y Puno. Desde los 2200–4200 m de altitud. Ocupa generalmente lugares xerofíticos, pedregosos, entre rocas volcánicas, quebradas, laderas rocosas, a veces asociados a musgos.

6. *Cheilanthes lonchophylla*

(Weath. ex R.M. Tryon) R.M. Tryon y A.F. Tryon, *Rhodora* 83: 133. 1981.

Notholaena lonchophylla Weath. ex R.M. Tryon, *Contr. Gray Herb.* 179: 19. 1956. Tipo: Perú, B.F. Mathews 610 (holotipo K, K-000633281; isotipo P, P-00586992; foto GH).

Figura 29

Fronda: 19.4–27 cm (\bar{X} 22.38 cm). Rizoma: erecto, corto, grueso, escamas largo 6–9.5 mm (\bar{X} 7.36 mm) × ancho 0.1–0.6 mm (\bar{X} 0.28 mm), basífijas, concoloras, castañas, linear a aciculares, sinuosas, ápices caudados, márgenes dentellados, unguados.

Pecíolo: 3.4–6.6 cm (\bar{X} 5.5 cm), $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{5}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado, escamas subbasífijas, concoloras a seudoclatradas, lanceadas, elípticas, márgenes erosos a aserrados, laciniados profundamente en la base, ápices caudados.

Lámina: 14.3–22 cm (\bar{X} 17 cm), estrechamente lanceadas, a lanceoladas, 2 pinnado-pinnatífida, 2 pinnado-pinnatisecta, pinnas basales gradualmente reducidas. Escamas, largo 1.5–3.2 mm (\bar{X} 2.3 mm) × ancho 0.3–1.2 mm (\bar{X} 0.84 mm). Raquis estriado, escamas similares a la pinna, densas. Pinnas ovadas a triangulares, pecioluladas, alternas, subopuestas. Segmentos oblongos a triangulares, márgenes revolutos y modificados en pseudoindusio. Envés con escamas subbasífijas, imbricadas, densas, concoloras a seudoclatradas, lanceadas a triangulares, márgenes dentellados, laciniados marcadamente en la base, ápices caudados, curvados hacia el haz. Haz con microescamas de 4 células de ancho, ca. 2 mm longitud, dispersas a glabras, concoloras, linear a aciculares, márgenes dentellados. Pseudoindusio continuo, márgenes erosos a lacerados, glabros. Esporangios con 32 esporas. Venación libre, pinnada, venillas secundarias y terciarias pseudodicotómicas, dicotómicas, 1–3 furcadas; ápice de venillas rectas a ligeramente ensanchadas, venillas en margen, elongadas hacia el margen revoluto.

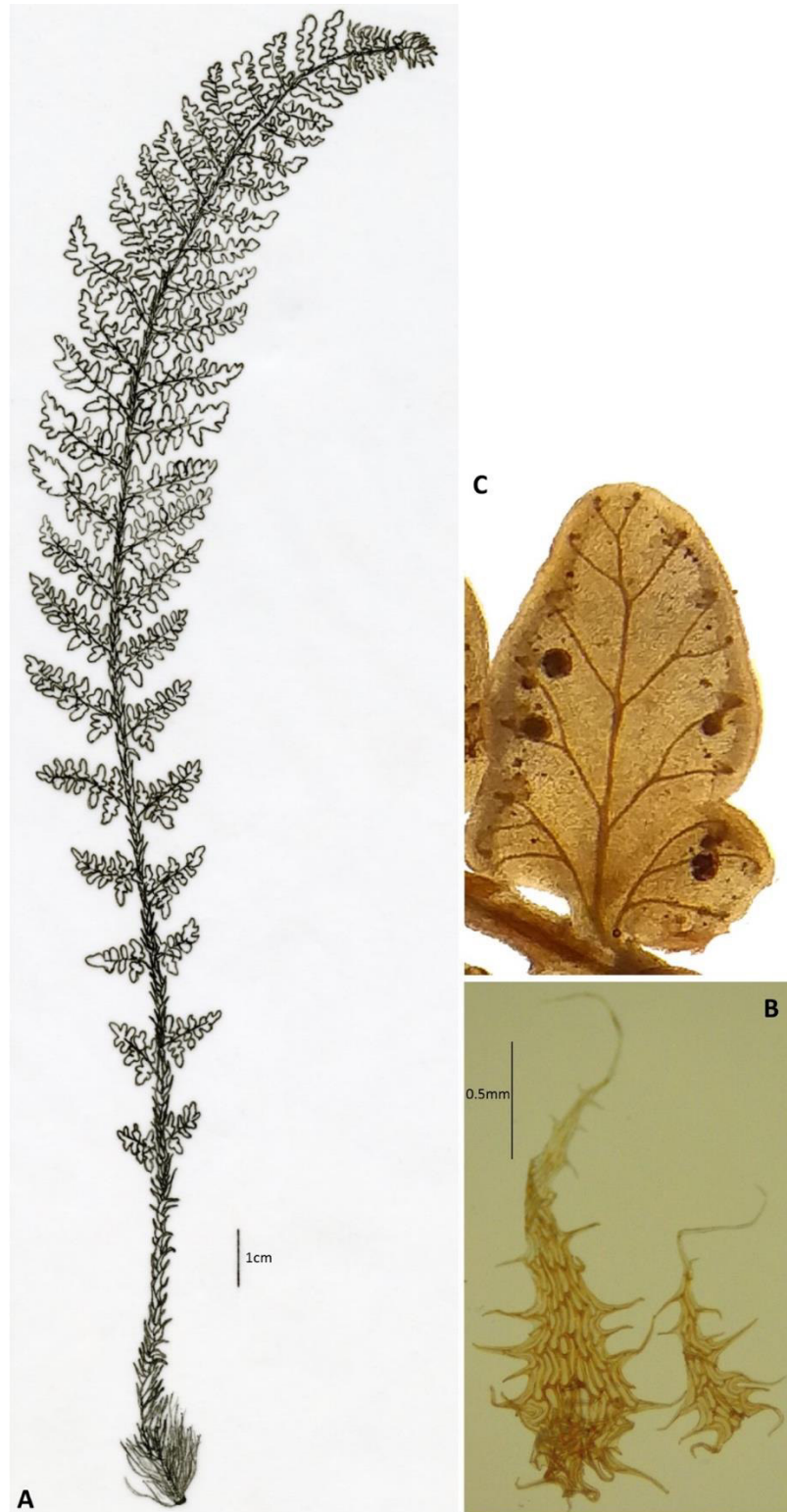


Figura 29. *Cheilanthes lonchophylla*: **A.** Hábito; **B.** Escama de envés; **C.** Segmento sin indumento sometido a tratamiento de diafanización, ápice de venillas rectas a ensanchadas.

Cheilanthes lonchophylla es endémico de Perú, restringido al norte, conocido de la vertiente del Pacífico y valles secos del Maraón. Esta especie presenta un mayor

desarrollo foliar en las pinnas no basales, provocado probablemente por la estación de lluvias marcadas ocurrentes en estos ambientes (León, *et al.* 2006).

Cheilanthes lonchophylla es muy similar a *C. incarum*, sin embargo, detalles en las pinnas: las pinnas basales son gradualmente reducidas en *C. lonchophylla* vs. pinnas basales no gradualmente reducidas en *C. incarum*. Sin embargo, esta aseveración puede ser reevaluada por la amplia variación de forma y desarrollo de segmentos, así como el tamaño que podría estar influenciado por las condiciones ambientales. Se propone hacer análisis de ADN para verificar si hay diferencias genéticas en ambas especies, ya que hay amplia variación y convergencia morfológica.

Ejemplares revisados: **Cajamarca:** Celendín, Cerro Gelít al S de Celendín, 2800 m, 9 nov 1984, Clark P. *et al.* 4364 (USM); Celendín, Chalán-EI Aliso, 2900 m, 2 nov 1994, Pelaez F. *et al.* 364 (HUT); Celendín, 2850 m, 24 jul 1967, Agudo H. 6791 (HUT); Celendín, Gelig, 2900 m, 27 jul 1985, Mostacero J. *et al.* 881 (HUT); Contumazá, Cruz de Hueco, carretera Cascas-Contumazá, 2650 m, 27 dic 1970, López A. y Sagástegui A. 7653 (HUT). **La Libertad:** Pataz, entre Vijus y el Cedro, 2229 m, 22 feb 2020, González P. *et al.* 7193 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

Cheilanthes lonchophylla se encuentra en Cajamarca y La Libertad, desde los 2229–2850 m de altitud. Crece en sitios rocosos asociados a vegetación de bosque seco.

7. *Cheilanthes mollis*

(Kunze) C. Presl, Tent. Pterid. 160. 1836.

Notholaena mollis Kunze, Linnaea 9: 54. 1834. Tipo: Chile (Valparaíso), cerca de Valparaíso, Playa Ancha, jun 1827, E.F. Poeppig s.n. (lectototipo designado por M. Ponce y A. Scataglini 2021: LE-0000852; isolectotipo: BM-001067980). Holotipo, LZ destruido.

Figura 30

Fronda: 10.5–12 (\bar{X} 11.17 cm). **Rizoma:** corto a moderadamente largamente rastrero, anudado, escamas largo 2.2–3 mm (\bar{X} 2.58 mm), basífigas, adheridas, concoloras, castañas, esclerosadas parcial a totalmente, a bicoloras, linear a lanceadas, márgenes translucidos, dentellados inconspicuamente. **Peciolo:** 3.5–5 (\bar{X} 4.17 cm), $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ de longitud con respecto a fronda, terete, liso, estriado, pubescentes a glabrescentes, pelos eglandulares, pluricelulares, radiales, pseudoactinomorfos, con escamas dispersas concoloras a bicoloras. **Lámina:** 7 cm, lanceolada, 2-3 pinnada, pubescente. Raquis pubescente similar al peciolo. Pinnas pecioluladas, alternas, segmentos orbiculares, oblongos, márgenes de segmentos revolutos y sin modificarse. Envés con pelos eglandulares pluricelulares radiales, pseudoactinomorfos, de (8), 9–12 ramificaciones largas sobre un eje de células más o menos articulado, distribuyéndose en distintos planos, blanquecinas a ferrugíneas, lanosos, aracnoides, tomentosos, dispersos. Haz con pelos similares al envés, dispersas, glabrescentes. Esporangios con 32 esporas.



Figura 30. Ejemplar de *Cheilanthes mollis* de la colección USM.

Ejemplares revisados: **Arequipa:** Caravelí, Lomas de Atico, 10 km al sur de Atico, 50 m, 23 nov 1964, Hutchison P. y Kenneth J. 7130 (USM); Caravelí, Atiquipa, Quebrada de Taro Seco, 1049 m, 8 mar 2005, Cano Y. 33 (HUSA).

Se registró esta especie en el trabajo de Montenegro-Hoyos *et al.* 2022, dentro de una localidad de **Ica**.

Distribución geográfica y hábitat:

En Perú y Chile. En lomas de Arequipa, entre áreas rocosas, de 50–1050 m de altitud.

8. *Cheilanthes obducta*

Mett. ex Kuhn, Linnaea 36: 83. 1869. Tipo: Bolivia, La Laguna, D'Orbigny 386 (holotipo B-20-0102214; isotipo P, P-00586581, P-00586582; foto GH).

Notholaena obducta (Mett. ex Kuhn) Baker, Syn. Fil., ed. 2, 515. 1874.

Figura 31

Fronda: 8.7– (13.1–27.75) –33 cm (\bar{X} 21.39 cm). **Rizoma:** cortamente rastrero, compacto, escamas, largo 4–12 mm (\bar{X} 6.54 mm) × ancho 0.1–0.3 mm (\bar{X} 0.18 mm), basífilas, concoloras, castañas, atrocastañas, a veces parcialmente esclerosadas, linear a aciculares, ligeramente sinuosas, márgenes ungulados, dentellados, ápices sinuosos. **Pecíolo:** 1.5– (2.7–5.5) –7.5 cm (\bar{X} 4.18 cm), $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ y $\frac{1}{7}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, liso, estriado, pubescente, pelos eglandulares pluricelulares dendroideos, seríceos, lanosos, glabrescentes. **Lámina:** 7.2– (10.25–22.5) –25.5 cm (\bar{X} 16.44 cm), lanceoladas, lanceadas, elípticas, 2 pinnadas, raro primeros segmentos de las pinnas se dividen una vez más, pinnas basales reducidas, pelos similares al pecíolo. Raquis estriado, lanosos a seríceos. Pinnas oblongas, lanceadas, pecioluladas, alternas, subopuestas. Segmentos oblongos, triangulares. Envés con pelos eglandulares, pluricelulares, dendroideos (con algunas particularidades en las células que están en una sola serie, ancladas por medio de un pie celular corto para la fijación, cada extremo de la célula lleva un apéndice acicular elongado que está articulado con una conexión excéntrica tangencial), lanosos y seríceos. Haz con pelos similares al envés, vellosas, glabrescentes, glabras. Márgenes de los segmentos sin modificarse, extendidos, recurvados a revolutos. Esporangios con 32 esporas. Venación pinnada, libre, venillas secundarias y terciarias marcadamente dicotómicas,seudodicotómicas, 1–4, furcadas, 2 bifurcadas; ápice de venillas rectas a ligeramente marcadas por la posición soral un medio a más sobre la venilla cerca al margen, venillas en o cerca del margen, elongadas hacia el margen de los segmentos.

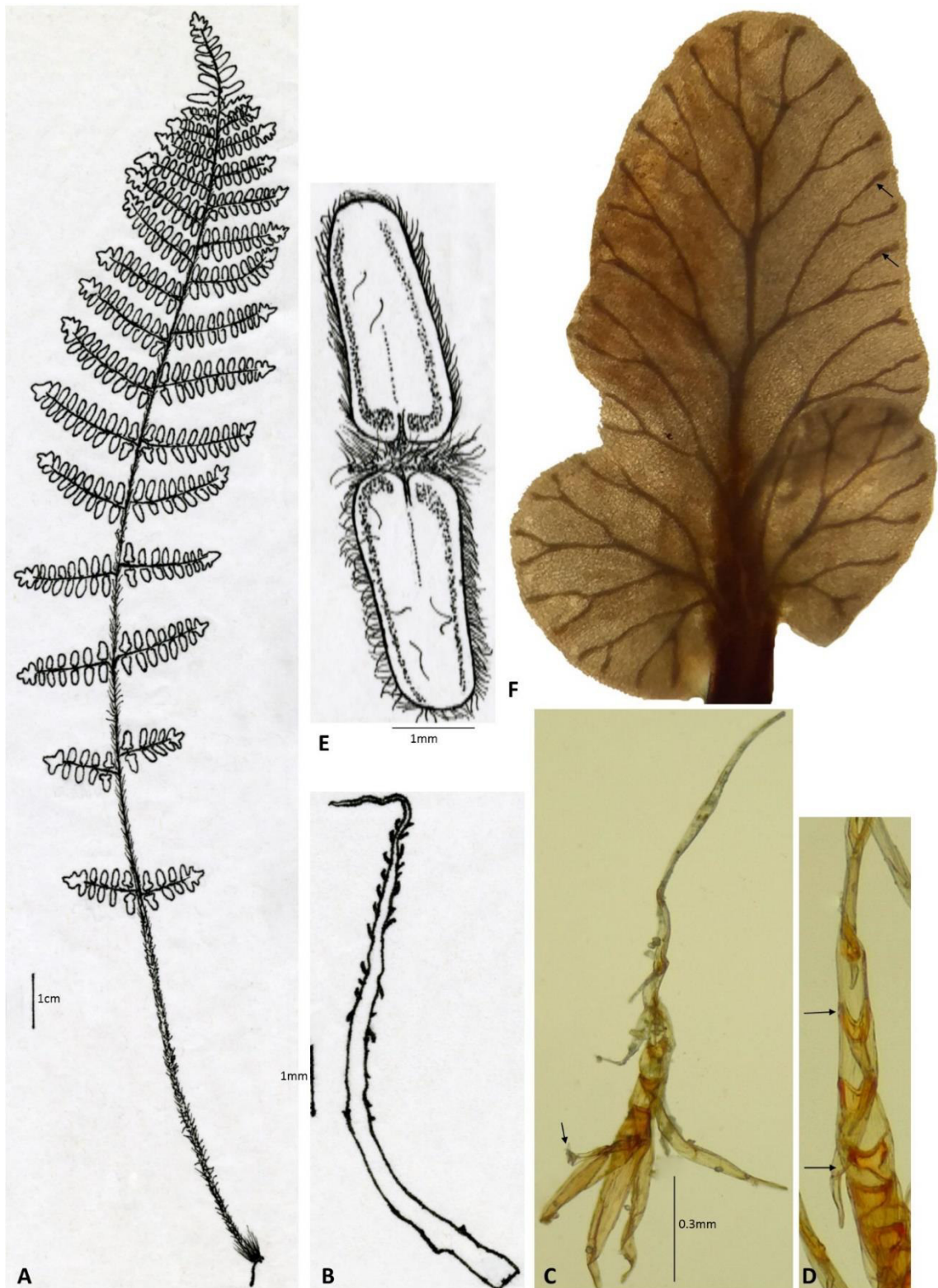


Figura 31. *Cheilanthes obducta*: **A.** Hábito; **B.** Escama del rizoma; **C.** Pelo dendroideo, flecha punto de fijación; **D.** Flechas indican apéndice acicular elongado; **E.** Segmento superficie adaxial; **F.** Segmento sin indumento sometido a tratamiento de diafanización, nótese ápice de venillas rectas y ligeramente marcadas por la posición soral.

Morfológicamente se caracteriza por rizoma cortamente rastrero, compacto, escamas concoloras, linear, aciculares, márgenes unguados, dentellados, ápices sinuosos; peciolo $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ y $\frac{1}{7}$ de longitud con respecto a la fronda; indumento de pelos eglandulares pluricelulares dendroideos en la fronda; lámina 2-pinnada, lanceoladas, lanceadas, elípticas, segmentos oblongos, triangulares, venación pinnada, libre, venillas secundarias marcadamente dicotómicas y pseudodicotómicas, ápice de venillas rectas y ligeramente marcadas posición soral un medio a más sobre la venilla cerca al margen, esporangios con 32 esporas.

La distribución de *C. obducta* como *C. cantangensis* se encuentra al norte de nuestro país en Amazonas, Cajamarca y La Libertad, ocupando rangos altitudinales no altos de los Andes, contrarios a otros linajes de *Cheilanthes* más andinos. Por otro lado, *C. obducta* fuera del país superpone su distribución con *C. hassleri* y *C. pantanalensis* E.L.M. Assis, Ponce y Labiak, estas dos ultima presentes en Brasil.

Ejemplares revisados: Amazonas: Utcubamba, Yamón, Caserío Chiñuña, 810 m, 5 mar 2015, Mendoza W. et al. 6614 (USM); **Cajamarca:** Cajabamba, Sitacocha, Santa Rosa de Crisnejas, 10 km arriba de Santa Ana, 1705 m, 12 feb 2020, Gonzáles P. et al. 6214 (USM); Celendín, Utco, km 145.5, en la ruta Celendín-Balsas, 1408 m, 1 feb 2020, Gonzáles P. et al. 5373, (USM); Jaén, Valle del río Chamaya, Olmos, 3 km E of Puente Chunchua. Mesones Muro Highway between Olmos and río Marañón, 680 m, 27 set 1957, Hutchison P. 1425 (USM). **La Libertad:** Gran Chimú, Sayapullo, Caserío Rancho Grande, 1600-1800 m, 23 jul 2007, Arroyo S. 236 (HUT); Pataz, Chagualito, 1246 m, 20 ago 2014, Pillaca L. MA18 (USM); Sánchez Carrión, Cochorco, Cuyayaccu, km 100 en la ruta Huamachuco Chagual, margen izquierdo del río Marañón, 1333 m, 18 feb 2020, Gonzáles P. et al. 6559 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

Crece en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay y Argentina. En nuestro país está en Amazonas, Cajamarca, La Libertad. En un rango altitudinal de 680–1705 m de altitud. Crece entre rocas asociado a vegetación de bosques secos, bajo el dosel o sitios abiertos.

9. *Cheilanthes peruviana*

(Desv.) T. Moore, Index Fil. 250. 1861.

Notholaena peruviana Desv., Mem. Soc. Linn. París 6: 220. 1827. Tipo: Perú, J. Dombey s.n. (holotipo P, P-00586588; isotipo B-200127985; fragmento P-00586540, B; fotos GH, UC, US).

Notholaena sinuata var. *Bipinnata* Hook., Sp. Fil. 5: 108. 1864. Tipo: Perú, (Huánuco), "Andes of Peru", Baños, Brackenridge (Wilkes, Exploratoria... Expedición) (holotipo K; fotos GH, US).

Notholaena brackenridgei Baker, Syn. Fil. 371. 1868. Tipo: *N. sinuata* var. *Bipinnata* Hook.

Figuras 32 y 33

Fronda: 7.8– (11.4–18.95) –29.9 (–31.3) cm (\bar{X} 15.95 cm). **Rizoma:** multicipital, compacto, corto, erecto. Escamas, largo 1.6 –10.5 mm (\bar{X} 5.09 mm) × ancho 0.1–1 mm (\bar{X} 0.25 mm), basífijas, concolora, castañas, atrocastañas, linear, aciculares, sinuosas, ápices marcadamente sinuosos, márgenes ungulados, dentellados inconspicuamente. **Pecíolo:** 3– (4.85–9.95) –16 (–17.9) cm (\bar{X} 7.84 cm), $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado con protuberancias, escamas, dispersas a glabrescentes, subbasífijas. Escamas concoloras, a pseudoclatradas, ligeramente conformes, lanceadas a triangulares, lanceadas a ligeramente subuladas, elípticas, ovadas, redondeadas, ápices atenuados, acuminados, caudados, márgenes dentellados a laciniados, ungulados inconspicuamente, erosos. **Lámina:** 3– (5.45–10.8) –16.8 (\bar{X} 8.11 cm), linear a elípticas, linear a lanceoladas, linear a lanceadas, lanceadas a triangulares, 2 pinnado-pinnatífidas. Escamas, largo 1–2.5 mm (\bar{X} 1.71 mm) × ancho 0.1–0.9 mm (\bar{X} 0.62 mm). Raquis estriado similar al pecíolo, escamas similares al pecíolo. Pinnas triangulares, a ovadas, pecioluladas, alternas, opuestas, subopuestas. Segmentos oblongo-triangulares, márgenes revolutos y modificados en pseudoindusio. Envés con escamas subbasífijas, imbricadas, densas, concoloras, a pseudoclatradas, lanceadas a triangulares, elípticas, ovadas, irregulares en proceso de desarrollo, márgenes ungulados, dentellados a laciniados profundamente en la base y con dientes marginales elongados, ápices acuminados, atenuados, cuneados, curvándose hacia el lado adaxial. Haz con microescamas ca. 1 mm de longitud, aprox. 3 células de ancho y 5 células de largo, clatradas, densas, dispersas, glabrescentes a glabras, lanceadas a linear, ápices caudados, márgenes dentellados a ungulados. Pseudoindusio, menos de 0.5 mm longitud, lunulado, discreto, a continuo, márgenes erosos a lacerados, crispados,

glabros. Esporangios con 16, 32 y 64 esporas. Venación libre, pinnada, venillas secundarias y terciarias pseudodicotómicas, a veces dicotómicas, 1–6 furcadas; ápice de venillas rectas a ensanchadas, venillas en el margen y en base de pseudoindusio.

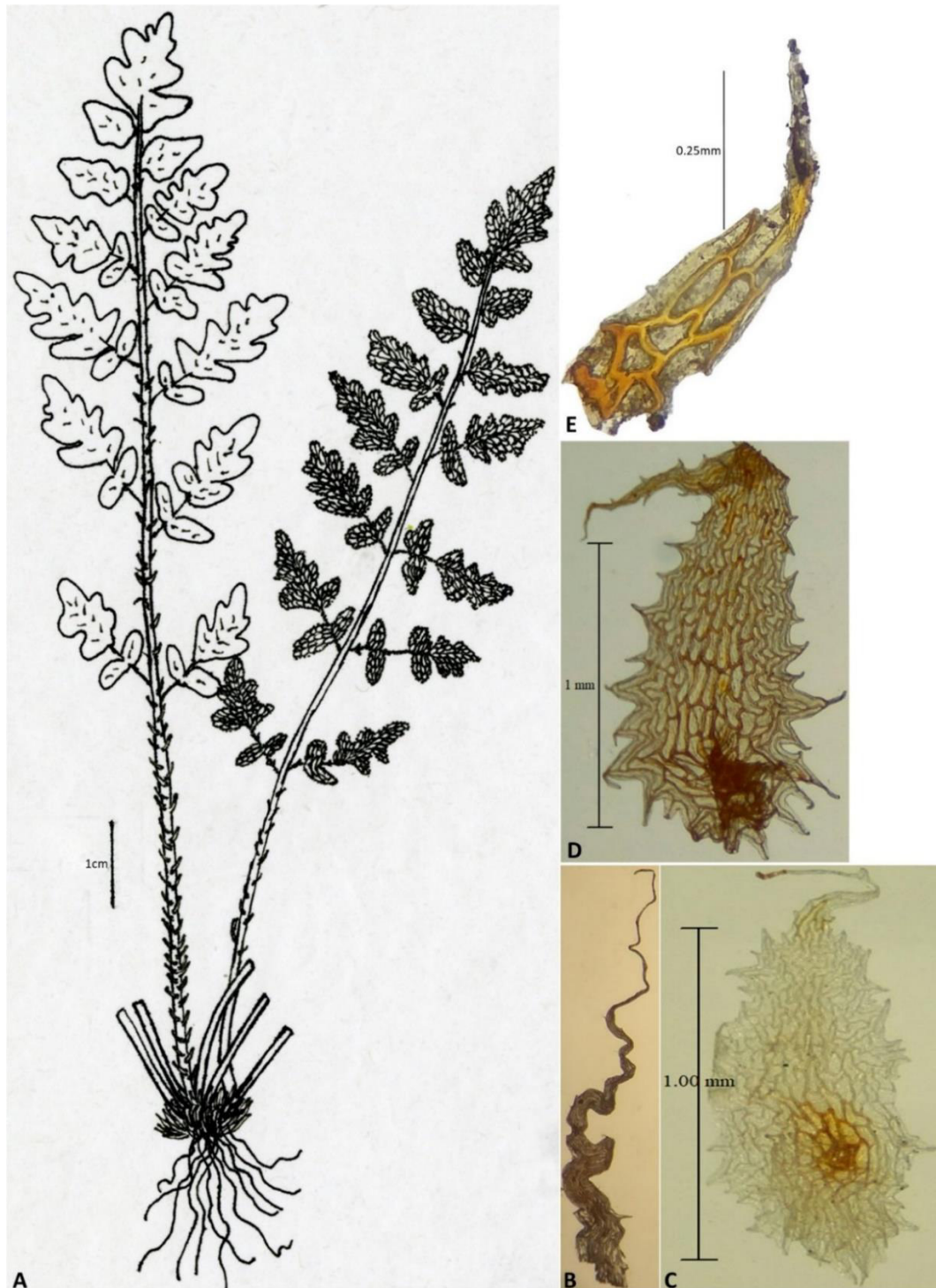


Figura 32. *Cheilanthes peruviana*: **A.** Hábito, fronda derecha lado abaxial y izquierda lado adaxial; **B.** Escama del rizoma; **C.** Escama del peciolo; **D.** Escama de envés; **E.** Microescamas del haz.

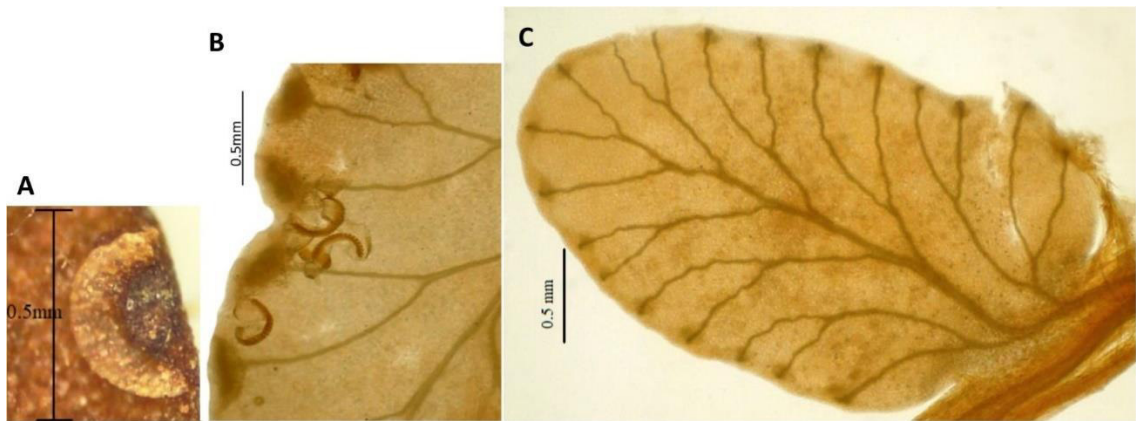


Figura 33. *Cheilanthes peruviana*: **A.** Seudoindusio discreto, muestra sin diafanizar; **B.** Parte de segmento sin indumento sometido a tratamiento de diafanizado, nótese ápice de venilla termina en base de seudoindusio; **C.** Segmento con ápice de venillas rectas a ensanchadas.

Cheilanthes peruviana es una de las cuatro especies consideradas como endémicas del género *Cheilanthes*, ocupa ambientes semixéricos de lomas, matorrales y bosques del lado occidental del país (León *et al.* 2006). Esta especie se caracteriza por el rizoma erecto, compacto, multicipital, presenta escamas concoloras, linear, aciculares, sinuosas, ápices marcadamente sinuosos, lámina 2 pinnado-pinnatífida, escamas concoloras a pseudoclatradas en envés, microescamas clatradas en el haz, márgenes de los segmentos modificados en seudoindusio, venación libre, venillas secundarias pseudodicotómicas y dicotómicas, ápice de venillas rectas a ensanchadas, venillas en margen y a base de seudoindusio.

Cheilanthes peruviana está estrechamente relacionado con *C. arequipensis* y a veces son difíciles de distinguir por su morfología. En la pteridoflora peruana (1989), fueron separadas bajo los siguientes caracteres morfológicos: escamas castañas, a atrocastañas en *C. peruviana* vs castañas a ferrugíneas en *C. arequipensis*, tamaño de lámina más larga o tanto igual que el peciolo vs más corta o tanto igual que el peciolo, escamas no clatradas en superficie abaxial de las pinnas vs escamas clatradas. No obstante, estos caracteres son ampliamente convergentes en ambas especies, dado que con frecuencia las escamas en la superficie abaxial de las pinnas no son del todo clatradas para *C. arequipensis* siendo a cambio concoloras y pseudoclatradas. Estos caracteres como tipo y color de escamas por tanto no son buenos para separar ambas especies.

Los caracteres que comparten son tipo de venación, división y forma de la lámina, ápice de venillas simples a ensanchadas, tamaños proporcionales del peciolo con respecto a la fronda, esporangios con 16, 32 y 64 esporas. Claramente, *C. peruviana* tiene caracteres de las dimensiones de la fronda que son altamente plásticos y convergentes con *C. arequipensis* (ver Fig. 8).

Las evidencias morfológicas que permiten diferenciarlos y de valor taxonómico está en los márgenes de las escamas de la lámina. En *C. arequipensis* el margen es laciniado a eroso con dientes marginales agudos no prolongados vs unguilados, dentellados a laciniados profundamente en la base y con dientes marginales elongados en *C. peruviana*. Otro carácter de importancia taxonómica es la ausencia de microescamas clatradas en el haz en *C. arequipensis* vs presentes en *C. peruviana*. Asimismo, el margen de segmentos no modificados en *C. arequipensis* vs modificados en pseudoindusio en *C. peruviana*.

Ejemplares revisados: **Áncash:** Bolognesi, Subida de la rinconada, camino a Ocros, 2900 m, 2 may 1977, Cerrate E. et al. 6638 (USM); Huaraz, 10 km por carretera de Cachabamba, 2870 m, 6–8 jun 1985, Smith D. y Buddensiek M. 10896 (USM); **Arequipa:** Mollebaya, Cerro Pajonal, 2530 m, 10 mar 2012, Montesinos D. 3465 (USM); Caravelí, Lomas de Capac, near Chala, 18 oct 1946, Ferreyra R. 1426 (USM); Caravelí, Lomas de Atiquipa, 28 nov 2018, Whaley O. et al. 1840 (USM); Caravelí, Lomas de Atiquipa, 500 m, 17 nov 1986, Del Carpio C. 140 (USM); Caravelí, Atiquipa, Cerro Cahuamarca, 999–1058 m, 28 feb 2005, Cano Y. 48 (HUSA); Islay, Mollendo, Lomas de Yuta, 501 m, 25 nov 2017, Quispe E. 124 (HUSA). **Cajamarca:** Cajamarca, Arriba de San Juan, 2800 m, 17 may 1976, Sagástegui A. et al. 8379 (HUT); Cajamarca, El bosque (Hda. Campodén), 2460 m, 12 may 1953, Vargas M. y Novoa A. 2220 (HUT); Contumazá, alrededores de Guzmango, 2400 m, 28 mar 1985, Sagástegui A. y Leiva S. 12530 (HUT); Contumazá, alrededores de Guzmango, 2600 m, 27 jul 1973, Sagástegui A. 7723 (HUT); Contumazá, Las Campanillas (Guzmango), 2700 m, 22 may 1978, Sagástegui A. y Mostacero J. 9146 (HUT); Contumazá, Guzmango-Santiago, 2400 m, 13 jun 1983, Sagástegui A. y López S. 10599 (HUT); Contumazá, Guzmango, El Puquio, 2900 m, 21 jun 1962, Sagástegui A. 3913 (HUT); Contumazá, Cascas-Contumaza, 2250 m, 19 may 1962, López A. et al. 3688 (HUT); Contumazá, Guzmango- Contumaza, 2500 m, 18 may 1979, Sagástegui A. et al. 9271 (HUT); Contumazá, Guzmango-Cruz grande, 2700 m, 18 abr 1967, Sagástegui A. et al. 6392 (HUT); Contumazá, Jalca de Nanrá (HDA. San Lorenzo), 3900 m, 20 jun 1962, Sagástegui A. 3892 (HUT); Contumazá, alrededores de Santiago, 2450 m, 12 jun 1983, Sagástegui A. y López A. 10613^a (HUT);

Contumazá, Santiago-Guzmango, 2100 m, 6 may 1965, Sagástegui A. y Fukushima M. 5073 (HUT); **La Libertad**: Gran Chimú, Cascas, entrada al bosque de Cachil, 2400 m, 31 ago 2007, Arroyo S. y Rodríguez E. 242 (HUT); Otuzco, Usquil, 2900 m, 5 feb, 2 abr 1997, Weigend M. et al. 97/210 (USM); Otuzco, Huaranchal, 2750 m, 6 jun 1958, López A. et al. 2665 (HUT). **Lima**: Canta, 26 ene 1963, Meza I. 12 (USM); Canta, Arriba de Canta, 3000–3200 m, 12 abr 1964, Ferreyra R. 15464 (USM); Canta, Arriba de Huascay, 2500–2800 m, 27 mar 1959, Acleto C. 40 (USM); Canta, Arahuy, Quebrada del rio Chico, trocha margen derecho del rio Chico, 2450 m, 20 mar 2008, Gonzáles P. 20 (USM, HUSA); Chancay, Chauca, arriba de Ñaupay, 2700 m, 22 mar 1975, Cerrate E. 6344, 6358 (USM); Huarochirí, San Jerónimo de Surco, Huaquicha, 2800 m, 9 mar 1974, Cerrate E. 5775 (USM); Huarochirí, Huaquicha, 3000 m, 9 mar 1974, Cerrate E. 5753 (USM); Huarochirí, San Bartolomé Above San Bartolomé, valle del Rímac, 2900–3000 m, 30 may 1954, Ferreyra R. 9742 (USM); Huarochirí, San Bartolomé, Monte Zárate, 1400–3550 m, 24–26 abr 2009, Gonzáles P. et al. 586b (USM); Huarochirí, San Jerónimo de Surco, Above Surco, 3000 m, 1 may 1948, Ferreyra R. 3458 (USM); Huarochirí San Jerónimo de Surco, Bosque de Zárate, 7 may 1986, León B. 904 (USM); Huarochirí, San Jerónimo de Surco, Camino a Palacala, 2453 m, 1 may 2019, Rivera S. 26 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

Cheilanthes peruviana es endémico de Perú. Se encuentra en los departamentos de Áncash, Arequipa, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Lima y Moquegua. Habita en laderas pedregosa, áreas rocosas, o quebradas, asociados a ecosistemas de lomas, matorral, matorral xerófilo y bosque relicto. Ocupando un amplio rango desde 500–3900 m de altitud.

10. *Cheilanthes pilosa*

Goldm., Nov. Act. Acad. Caes. Leopold. Carol. Nat. Cur. 19 (suppl. 1): 455. 1843. Tipo: Perú, F.J.F. Meyen s.n. (lectotipo designado por M. Ponce 295. 2016: B-20-0038096; isolectotipo: B-20-0038097, S-R-1066).

Cheilanthes macleanii Hook., Sp. Fil. 2: 93, t. 11 OB. 1852. Tipo: Andes de Perú, John MacLean s.n. (holotipo K; fotos GH, US; isotipo GH).

Cheilanthes andina Hook., Sp. Fil. 2: 115. 1852. Tipo: Andes de Perú, John MacLean (holotipo K; fotos GH, US).

Figura 34

Fronda: 7– (17.6–25.2) –34 (–42.5) cm (\bar{X} 21.51 cm). **Rizoma:** corto a largamente rastrero, escamas largo 2.8–4.5 mm (\bar{X} 3.52 mm) × ancho 0.25–0.5 mm (\bar{X} 0.36 mm), basifijas, adheridas, concoloras, atrocastañas, esclerótica parcial a totalmente, a bicoloras, rígidas, brillantes, lanceadas, ápices caudados que termina en forma de copa inconspicuamente, márgenes con ligeras prolongaciones pubescentes espaciadas con ápices diferenciados. **Pecíolo:** 2.5– (6.5–10.5) –16 (\bar{X} 8.3 cm), $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado, pubescente, glandular, pluricelular, simple, pelos ca. 5 células con ápices diferenciados, a glabrescente, escamas concoloras dispersas inconspicuamente. **Lámina:** 4.5– (9.6–15.5) –23.5 (–26.5) cm (\bar{X} 13.21) cm, linear a lanceadas, lanceoladas, 2-3 pinnada. Pinnas opuestas, subopuestas, alternas, pecioluladas, lanceadas a triangulares. Segmentos revolutos y márgenes modificados en pseudoindusio. Raquis pubescente similar al pecíolo. Envés pubescente con pelos glandulares pluricelulares simples, pelos con ápices diferenciados de forma acopados. Haz pubescente, con pelos dispersos similares al envés. Pseudoindusio discreto, continuo, lunulado a lunado, márgenes erosos a lacerados, con pelos dispersos. Venas no diferenciadamente ensanchadas.



Figura 34. Ejemplar de *Cheilanthes pilosa* de la colección de Rivera S. 31.

Ejemplares revisados: **Arequipa:** Arequipa, a lo largo de la carretera Arequipa-Ubinas, 2600-3400 m, 17 abr 2006, Werff H. 20758 (HUSA). **Ayacucho:** Huamanga, Tambillo, 4200-4300 m, 21 jun 2010, Cano A. et al. 19809 (USM); Lucanas, en la carretera Puquio-Nazca, 3739 m, 12 ago 2019, Rivera S. et al. 97(USM). **Junín:** Yauli, Santa Bárbara de Carhuacayán, Alpamarca, 4601 m, 26 may 2018, Rivera S. 01 (USM). **Lima:** Huarochirí, Mariatana, Wankalasila, 3800 m, 4 abr 1968, Cerrate E. et al. 4412 (USM); Huarochirí, San Juan de Tantarache, 3866 m, 29 may 2019, Rivera S. et al. 31 (USM). **Moquegua:** General Sánchez Cerro, Ubinas, Querapí, 3880 m, 1 abr 2014, Blanchard M. et al. 86 (HUSA). **Puno:** Carabaya, Ayapata, Comunidad Kana. Cerro al O de la población, 3300-

3500 m, 6 mar 2004, Vilca S. et al. 48 (HUSA); Huancané. Moho, 4000 m, 3 feb 1948, Aguilar P. s. n. (USM); Lampa, Lamparquen, 4130 m, 6 jun 2009, Montesinos D. y Pinto C. 2672 (HUSA);

Distribución geográfica y hábitat:

De Perú, Bolivia y Argentina. En Perú ese encuentra ocupando los Andes de casi 11 departamentos, de Norte a Sur: Áncash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín, Lima, Moquegua, Puno y Tacna. Crece entre rocas, debajo de rocas, en laderas rocosa-pedregosa, en afloramientos rocosos, asociado a bosques relictos, bosques de *Polylepis*, pajonales, roquedales, pastizales, matorrales, césped de puna, tolares y en suelos crioturbados. Se extiende desde los 2600–5010 m. de altitud. Es una de las especies de amplia distribución.

11. *Cheilanthes poeppigiana*

Mett. Ex Kuhn, *Linnaea* 36: 84. 1869. Sintipos: Perú, E.F. Poeppig. S.n. y Bolivia, H. Cuming. S.n. (B-20-0038108 a).

Figura 35

Fronda: 10.7–33 cm (\bar{X} 21.04 cm). **Rizoma:** corto a erecto, escamas largo 3–6.5 mm (\bar{X} 3.88 mm) × ancho 0.3–0.7 mm (\bar{X} 0.43 mm), basífilas, concoloras, esclerosadas parcial a totalmente, a bicoloras, lanceadas con ápices caudados, sinuosas, márgenes ligeramente unguados, dentellados hasta enteros. **Pecíolo:** 5–17 cm (\bar{X} 11.64 cm), $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, liso, estriado, sulcado hacia el haz, glabro, con escamas dispersas inconspicuamente. **Lámina:** 5.7–17 cm (\bar{X} 9.4 cm), ovadas a triangulares, 1 pinnado-pinnatisecta, glabra. Raquis sulcado y conspicuamente alado con escamas dispersas. Pinnas ovadas a triangulares, sésiles a subsésiles, ligeramente pecioluladas y alados hacia la costa, opuestas, subopuestas, alternas, Segmentos sésiles lanceadas, márgenes de los segmentos revolutos y modificados en pseudoindusio. Este último linear, continuo, conspicuo, márgenes erosos a lacerados, crispados, glabros. Esporangios con 64 esporas. Ápice de venillas visibles fuertemente ensanchadas.



Figura 35. Ejemplar de *Cheilanthes poeppigiana* de la colección USM-162290.

Ejemplares revisados: **Cajamarca:** Chota, Miracosta, Casupe, 2500 m, 18 may 1981, Díaz A. et al. 5070 (USM); Chota, Cumbil-Llama, 750 m, 21 may 1965, López A. y Sagástegui A. 5217 (HUT); Contumaza, Cascas-Contumaza, 2250 m, 16, 19 may 1962, López A. et al. 3681, 3725 (HUT); Contumaza, Guzmango-Santiago, 2400 m, 13 jun 1983, Sagástegui A. 10596 (HUT). **Cusco:** Cusco, 1954, Rauh W. 778 (USM); Cusco, Cerro Sape, frente a las ruinas de Sacsayhuamán, 3300-3500 m, 17 nov 1947, Ferreyra R. 2684 (USM); Urubamba, Machu Picchu, 25 ene 1983, León B. 455 (USM); Urubamba,

Ruins de Machu Pichu, 2700 m, 9 oct 1956, Tryon R. y Tryon A. 5396 (USM); Urubamba, Machu Picchu, 2000 m, 21 abr 1954, Rauh W. 876 (USM). **Junín:** Tarma, Carpapata, 2500 m, 26 oct 1956, Cerrate E. 2808 (USM); Tarma, 5 km SW of Huacapistana, 25 km NE of Tarma, 2100 m, 26 oct 1956, Tryon R. y Tryon A. 5436 (USM). **La Libertad:** Otuzco, Huaranchal, 2600-3000 m, 10 feb 1958, Sagástegui A. 194 (HUT). **Lambayeque:** Lambayeque, entre Beatita de Humay y km 38, carretera Olmos-Marañón, 1500 m, 21 may 1963, López A. et al. 4042 (HUT). **Piura:** Ayabaca, Arriba de los Caracuchos (Sullana-Ayabaca), 1200 m, 25 may 197, López A. et al. 7703 (HUT).

Distribución geográfica y hábitat

De Ecuador a Argentina. Se encuentra en Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad, Lambayeque, Piura, Puno y Tumbes. Crece en bordes de camino y carreteras, en grietas de rocas en ruinas, pendientes húmedas, en laderas rocosas, asociados a *Selaginella* y vegetación arbustiva. Ocupa rangos amplios de altitud entre 150–3500 m.

12. *Cheilanthes pruinata*

Kaulf., Enum. Filic. 210. 1824. Tipo: Perú (non-designated locality, A. d. Chamisso s.n. (not located).

Cheilanthes mathewsii Kunze, Farnkräuter 1: 50, t. 25. 1848. Tipo: Perú, Mathews 605 (holotipo BM; foto GH, this specimen, identified by Kunze, may be the holotype, or it may serve to replace the one probably destroyed at LZ).

Cheilanthes fasciculata Goldm., Nov. Act. Acad. Caes. Leopold. Carol. Nat. Cur. 19, suppl. 1 (Meyen, Obs. Bot.): 456. 1843. Tipo: Perú, 9000–12000 ft., Meyen (holotipo B; foto GH).

Figura 36

Fronda: 15.8– (22.9–30) –37 (–41.2) cm (\bar{X} 26.91 cm). **Rizoma:** multicipital, corto a largamente rastrero, nudoso, escamas, largo 1.5–3.6 mm (\bar{X} 2.86 mm) × ancho 0.3–0.6 mm (\bar{X} 0.41 mm), basífijas, adheridas, concoloras, escleróticas parcialmente, a bicoloras, rígidos, ápices caudados, márgenes enteros. **Peciolo:** 5.8– (7.5–10) –13.6 (–15.5) cm (\bar{X} 9.29 cm), $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, liso, estriado, pubescente, glandular, pluricelular, simple, pelos pequeños (comprendida por una célula con ápice diferenciada), pruinosos (apariencia polvorienta con pelos densos), con escamas dispersas, esclerosadas, rígidas, que continua hasta el raquis. **Lámina:** 10– (14–21) –28.5 cm (\bar{X} 17.62 cm), lanceadas a linear, 2 pinnado-pinnatisecta, pubescente similar al peciolo. Raquis similar al peciolo y pelos de diferentes tamaños. Pinnas ovadas a triangulares, pecioluladas, alternas, márgenes de segmentos revolutos y modificados en pseudoindusio. Envés pubescente glandular, pluricelular, densos, dispersos a glabrescentes, pelos simples de 1–2 o hasta 8 células. Haz pubescente similar al envés, glabrescentes, con pelos dispersos a glabros. Pseudoindusio discreto, márgenes erosos, crispados, glabros. Esporangios con 64 esporas.



Figura 36. Ejemplar de *Cheilanthes pruinata* de la colección de Rivera S. 28.

Ejemplares revisados: Lima: Oyón, cerca al Poblado de Quichas, 3857 m, 25 may 2018, Rivera S. et al. 11 (USM); Huarochirí, San Lorenzo de Quinti, cerca del pueblo de Carhuapampa, 28 may 2019, Rivera S. et al. 28 (USM); Huarochirí, San Mateo, cerca del pueblo de Chocna, 3600-3900 m, 27 may 2019, Rivera S. et al. 30 (USM); **Apurímac:** Abancay, Lambramana, camino a Chuquibambilla, km 23.9, 2495 m, 4 ago 2019, Rivera S. et al. 68 (USM); Grau, Progreso, km 173.00, Puente Tambopata, 3795 m, Rivera S. et al. 78 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

De Perú a Argentina. Está en la mayoría de los departamentos del Perú. Como Áncash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Lima, Moquegua, Puno y Tacna. Crece en afloramientos rocoso, debajo y entre rocas, lugares pedregosos, a veces en rocas calcáreas, laderas, quebradas, asociados a vegetación de bosques de *Polylepis*, bosques relictos, bosques secos, pastizales, formación de cactáceas, césped de puna, roquedales, pajonales, matorrales y rodales de Puya. Ocupa desde 1400–4580 m de altitud. Es una de las especies de amplia distribución.

Nota: Hasta el momento no han tenido éxito M. Ponce y A. Scatagliani en la búsqueda del ejemplar A. d. Chamisso s.n. citado por Kaulfuss en la descripción original, ni en los herbarios más antiguos de Europa, como B, BM, BR, C, HAL, HBG, K, KIEL, L, LE (colección principal), LZ (destruido), M, P, S, W.

13. *Cheilanthes rufopunctata*

Rosenst., Meded. Rijks-Herb. Leiden 19: 9. 1913. Tipo: Bolivia, (La Paz), Araca, oct 1911, T. Herzog 2366 (holotipo L-0063079; isotipo UC-478369, US-1187797; foto GH).

Figura 37

Fronda: 17.5–37.8 cm (\bar{X} 22.13 cm). **Rizoma:** corto a largamente rastrero, nudoso, escamas, largo 1.4–3 mm (\bar{X} 2.03 mm) × ancho 0.3–0.5 mm (\bar{X} 0.39 mm), basífilas, adheridas, rígidas, castañas oscuras, parcialmente esclerosadas, lanceadas, ápices ligeramente caudados, márgenes enteros. **Pecíolo:** 7.3–16.5 cm (\bar{X} 11.2 cm), $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, liso, estriado, sulcado hacia el haz, glabra, con escamas dispersas inconspicuamente. **Lámina** 7.5–11.3 cm (\bar{X} 9.42 cm), lanceadas, ovadas a triangulares, 2-3 pinnada, glabro, excepto en superficie abaxial de la pinna que presenta estructuras globosas pequeñas dispersas a congregadas. Raquis sulcado y alado hacia el haz. Pinnas ovadas a triangulares, pecioluladas, con segmento alado hacia la costa, alternas, opuestas, subopuestas. Segmento lanceadas, elípticas, lobuladas, márgenes de segmentos revolutos y modificados en pseudoindusio. Este último continuo a discreto, longitudinal, márgenes lacerados a erosos, glabros. Esporangios con 64 esporas. Ápice de venillas visibles marcadamente ensanchadas.



Figura 37. Ejemplar de *Cheilanthes rufopunctata* de la colección USM.

Morfológicamente *C. rufopunctata* es similar a *Gaga marginata* (Kunth) Fay W. Li y Windham. Se diferencia en que este último presenta rizoma cortamente rastrero, erecto, compacto. Otra diferencia está en las estructuras globosas pequeñas dispersas a congregadas en el lado abaxial de la pinna. Otro detalle que no se menciona es la presencia de escama clatrada en el rizoma de *C. rufopunctata*. Estas dos especies se resuelven en dos clados diferentes como *Cheilanthes* sudamericanos y *Gaga* en Ponce y Scataglini (2018).

Ejemplares revisados: **Apurímac:** Grau, Chuquibambilla, 2700 m, 12 may 1975, Hocking P. 7 (USM). **Huancavelica:** Huancavelica, Motcca a 4 km SE de Conaica, 3400-3450 m, 28 mar 1951, Tovar O. 316 (USM). **Lima:** Huarochirí, Cerca de Surco, km 56, entre Lima y la Oroya, 2400-2500 m, 20 feb 1974, Ferreya R. s.n. (USM); Canta, Llenacta, 20 feb 1960, Acleto C. 45 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

De Perú y Bolivia. Se encuentra en Apurímac, Cusco, Huancavelica, Lima y Puno. Crece en terrenos pedregoso, rocoso, desde los 2400–3450 m altitud.

14. *Cheilanthes scariosa*

(Sw.) C. Presl, Reliq. Haenk. 1(1): 65. 1825.

Acrostichum lanuginosum Willd., nom. ileg., Schr. Acad. Erf.: 31, t.3, f.4, 1802, non Desf. 1800. Tipo: Perú, Expedición Malaspina (holotipo B-W 19554-01 0; fotos GH, US).

Acrostichum scariosum Sw., Syn. Fil. (Swartz) 16. 1806, nom. nov. para *A. lanuginosum* Willd.

Cheilanthes ornatissima Maxon, Smithsonian Misc. Coll. 65(8): 3. 1915. Tipo: Perú, Lima, mountains back of Lima, Safford 996 (holotipo US; isotipos F, GH, MO, UC, US).

Cheilanthes tripinnata Copel., Univ. Calif. Publ. Bot. 19: 301, t.58. 1941. Tipo: Perú, Dep. Apurímac, Chincheros to Andahuaylas, West 3724 (holotipo UC).

Figuras 38 y 39

Fronda: 12– (16.55–24.75) –32.2 cm (\bar{X} 20.58 cm). **Rizoma:** multicipital, compacto, muy cortamente rastrero, bastante grueso, erecto. Escamas, largo 5.8–19 mm (\bar{X} 9.59 mm) × ancho 0.05–0.8 mm (\bar{X} 0.37 mm); basífijas, concoloras, castañas, atrocastañas, ferrugíneas, aciculares, ápice ligeramente sinuoso, margen dentellado, unglado inconspicuos. **Peciolo:** 3.4– (4.35–7.75) –9 cm (\bar{X} 5.8 cm), raro ($\frac{1}{2}$), $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{5}$ de longitud con respecto a la fronda, terete, estriado, escabroso. Escamas, subbasífijas, basífijas, concoloras, bicoloras, centro y base atrocastañas y castañas, márgenes translucidos, lanceadas a ovadas, lanceadas a triangulares, ovadas, redondeadas, elípticas, irregulares en proceso de crecimiento, márgenes laciniados con filamentos en su base, ápices cuneados, caudados. Escuámulas, concoloras, amorfas comprende ca. de 5 células, sus márgenes con filamentos. **Lámina:** 7.8– (10.6–17.6) –26 (\bar{X} 14.78 cm), linear a estrechamente lanceolada-lanceadas, 2–3 pinnada. Escamas, largo 2.3–5.5 mm (\bar{X} 3.75 mm) × ancho 0.6–2 mm (\bar{X} 1.21 mm), imbricadas, basífijas, subbasífijas al lado abaxial de los ejes. Raquis estriado, escabroso, indumento similar al peciolo. Costa y cóstula con escamas y escuámulas similares al peciolo. Pinnas ovadas a triangulares, alternas, opuestas, subopuestas, pecioluladas. Segmentos orbiculares a flabeladas, ápices ligeramente emarginados, márgenes de segmentos revolutos y modificados en pseudoindusio. Envés de apariencia lanosa, escamas concoloras, bicoloras base atrocastañas y márgenes traslúcidos, con reducido lumen celular, lanceadas, triangulares, ovadas, elípticas, irregulares cuando está en crecimiento, en su base con filamentos translúcidos que alcanzan el haz, ápice agudos, caudados, sinuosos, fibrilosos, doblándose hacia el haz, márgenes laciniados conspicuos; escuámulas similares al peciolo, concoloras de márgenes filamentosos; en general escamas

escuámulas del envés cubren parcial y totalmente los segmentos. Haz de apariencia lanosa (filamentos enmarañados que proviene de escamas y escuámulas), densa. Seudoindusio continuo, membranoso, inconspicuo, márgenes enteros. Esporangios con 32 esporas. Venación libre, pinnada, venillas secundarias y terciarias dicotómicas, a veces pseudodicotómicas, 1–2 bifurcadas; ápice de venillas oblongas marcadamente dilatadas y ensanchadas, venillas en o cerca del margen, elongadas y prolongadas hacia el seudoindusio.



Figura 38. *Cheilanthes scariosa*: **A.** Hábito, (foto de P. González, 2021); **B.** Pinna lado abaxial; **C.** Pinna lado adaxial; **D.** Pinna basal, desprovisto de indumento; **E.** Segmentos sometidos a tratamiento de diafanización, flecha izquierda señala seudoindusio

membranoso y flecha derecha muestra uno de los ápices de venillas fuertemente ensanchadas.

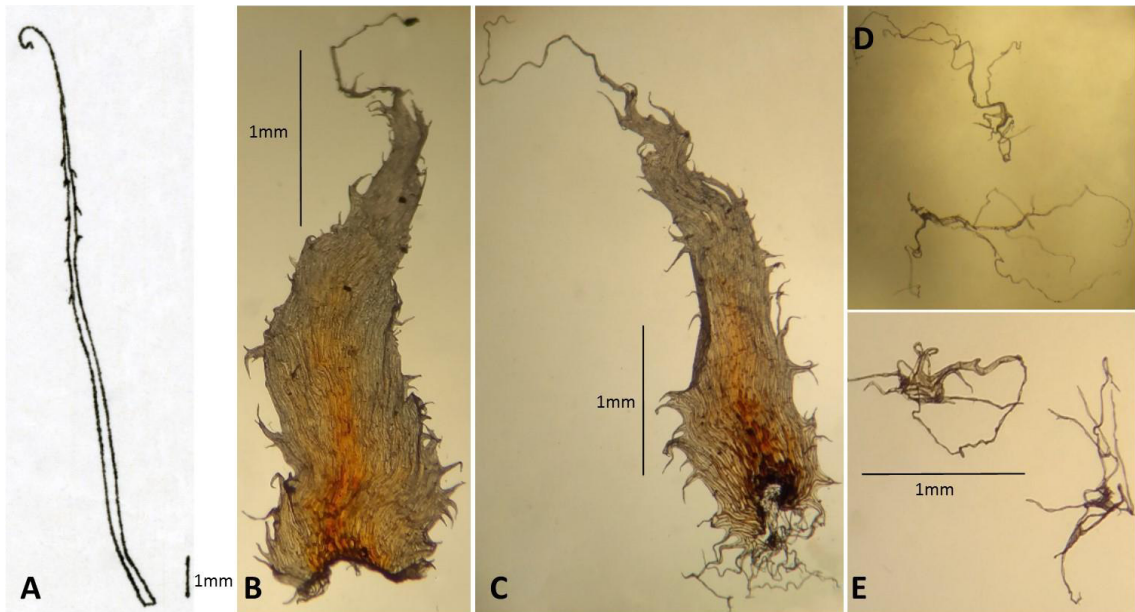


Figura 39. *Cheilanthes scariosa*: **A.** Escama del rizoma; **B.** Escama del Pecíolo; **C.** Escama de la lámina; **D.** Escuámula del pecíolo; **E.** Escuámula de la lámina.

Morfológicamente se caracteriza: rizoma multicipital, compacto, escamas concoloras, aciculares, pecíolo $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ de largo con respecto a la fronda, escamas concoloras y bicoloras, de escaso lumen celular, base de escama se desarrollan filamentos y ápice fibrilosa, escuámulas concoloras de márgenes filamentosos conspicuos, lámina 2-3 pinnada, segmentos orbiculares a flabelados, margen revoluto, haz y envés de apariencia lanosos, márgenes de segmentos modificados en seudoindusio, venación libre, venillas secundarias 1–2 bifurcadas, marcadamente dicotómicas a veces pseudodicotómicas, ápice de venillas ensanchadas dilatadas.

Cheilanthes scariosa formó parte del grupo *C. squamosa* sensu Tryon y Tryon (1982), por presentar los caracteres de esporas verrugosas e indumento de escamas. En este estudio no evaluamos la morfología de la spora, no obstante, el carácter de indumento de escamas y escuámulas es resaltante y lo diferencia de *C. squamosa*, *C. arequipensis*, *C. peruviana*, *C. incarum* y *C. lonchophylla*.

Cheilanthes scariosa es morfológicamente similar a *Myriopteris myriophylla* (Desv.) J. Sm. Ambas comparten el carácter de división de la lámina y el indumento de escamas. Se diferencian por las escamas bicoloras en el rizoma en la *M. myriophylla* (vs.

concoloras en *C. scariosa*); el peciolo tanto o más largo que la lámina (vs tanto o más pequeño), lámina con indumento de escamas y pelos (vs. escamas y escuámulas).

Ejemplares revisados: **Áncash:** Bolognesi, Aquia, 3200 m, 5 oct 1973, Zósimo s.n. (HUT); Bolognesi, Mahuay 3700 m, 22 may 1954, Cerrate E. 2200 (USM); Bolognesi, Laguna de Huamanhuaque antes de Aquia, 4400 m, 2 abr 1957, Cerrate E. y Ferreyra R. 12145 (USM); Huari, Quebrada Ayash, 3800–3850 m, 13 may 2003, Cano A. et al. 13222 (USM); Pallasca, Laguna de Pelagatos, 4150 m, 30 ago 1955, López A. 2388 (USM, HUT). **Apurímac:** Chincheros, km 595, entre la carretera Chincheros-Andahuaylas, 3906 m, 1 ago 2019, Rivera S. et al. 50, 51, 52, 53, 54 (USM). **Huancavelica:** Huancavelica, Canioorconna a 3 Km. S. E. de Conaica, 3550–3590 m, 10 mar 1951, Tovar O. 113 (USM); Huancavelica, Arriba de Alauma, entre Conaica y Laria, 3750 m, 22 mar 1952, Tovar O. 798 (USM); Tayacaja, Arriba de la hacienda Tocas entre Colcabamba y Paucarbamba, 3800 m, 23 abr 1954, Tovar O. 2087 (USM). **Junín:** Entre la Oroya y Tarma, 24 km W de Tarma, 3800 m, 29 jun 1983, Gentry A.H. et al. 39760 (USM); Junín, La Quinoa, Petersson U. s.n. (USM); Tarma, encima de Tarma, en el camino a la Oroya, 3700–4000, Weberbauer A. 2531 (USM); Tarma, Cocha, arriba de Tarma, 3400 m, 29 oct 1956, Cerrate E. 2909 (USM, HUT); Tarma, Hacienda Casa Blanca (ca 18 km SSE de Tarma), 3700–3850 m, 25 nov 1962, H.H. Iltis y C. M. Iltis 60 (USM); Tarma, Slopes and bottom of draw of Quebr. Jajaluli, Hacienda Casa Blanca, ca 18 km (air) SSE of Tarma, 4000 m, 27 nov 1962, H.H. Iltis et al. 117 (USM); Tarma, 8 km Tarma, 3400 m, 29 oct 1956, Tryon R.M. y Tryon A.F. 5457 (USM); Tarma, Above Tarma route to Oroya, 3400 m, 24 mar 1979, Hodge W. s.n. (USM); Tingo, Azulimnto, 3900 m, 26 abr 1982, Tvlls 804 (USM). **La Libertad:** Bolívar, Ucuncha, entre el desvío a Ucuncha y el Abra, 3842 m, Gonzáles P. et al. 6012 (USM, E); Huamachuco, Yanazara-Huaguil, 3200 m, 19 may 1961, López A. y Sagástegui A. 3395 (HUT); Pataz, Piedra Grande (La Paccha-Chilia), 4000 m, 9 may 2003, Sagástegui A. et al. 17344 (HUT). **Lima:** RimacTal, 2450 m, 18 feb 1954, Rauh W. y Hirsh G. 153 (USM); Huarochirí, San Juan de Tantarache, 3866 m, 29 may 2019, Rivera S. et al. 23 (USM). **Pasco:** 95 km S of Huánuco, road to Cerro de Pasco, 3590 m, 15 jul 1982, Gentry A.H. et al. 37495 (USM); Huariaca, Fundo Chaprin, margen derecha del río Huallaga, 3000–3300 m, 13 may 1999, Baldeón S. 3853 (USM); Huariaca, Fundo Chaprin, 3200–3300 m, 19 may 1995, Baldeón S. y Baras F. 1444 (USM); Huariaca, Fundo Chaprin, 3190 m, 19 may 2012, Baldeón S. et al. 7532 (USM); Huariaca, Fundo Cunaya, El hoyo, 3040 m, 18 may 2012, Baldeón S. et al. 7517 (USM).

Distribución geográfica y hábitat:

Cheilanthes scariosa habita en Perú y Bolivia. En Perú, está en Áncash, Apurímac, Cusco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lima, Pasco y Puno. Se encuentra en laderas y acantilados de rocas calcáreas asociados a vegetación de pajonal con parches de roquedal, bosques de *Polylepis* y matorrales. Desde los 2450 hasta 4400 m de altitud.

6. DISCUSIONES

6.1. Caracteres morfológicos de valor taxonómico

Los caracteres morfológicos empleados en los grupos morfológicos de Tryon y Tryon (1982) y Tryon y Stolze (1989) incluyen patrones complejos. Por otro lado, el estudio de la circunscripción de *Cheilanthes* y los clados por Ponce y Scataglini (2018) incluye caracteres diagnósticos morfológicos novedosos como la forma del ápice de venillas y el número de esporas por esporangios. En esta tesis se mantiene la propuesta del concepto de género sugerido por Ponce y Scataglini (2018). Bajo la propuesta se reconocen 14 especies de *Cheilanthes* peruanas donde destaca los caracteres morfológicos de valor taxonómico y hallazgos anotados en las tablas 7, 8, 11, 12, 13, 14, 17 y tipos de venación. Asimismo, los caracteres morfológicos plásticos y complejos que usó Tryon y Tryon (1982) y Tryon y Stolze (1989) son mencionados en las tablas 9 (caracteres morfológicos en la lámina, pinna y los segmentos), 10 (caracteres del peciolo y raquis), 11 y 15 (caracteres de los márgenes de los segmentos y pseudoindusios en la lámina) y que antiguamente los autores le otorgaron valor taxonómico. Cabe mencionar que en las tablas no se colocaron las formas de las escamas en la fronda, ya que son altamente convergentes entre las especies peruanas de *Cheilanthes*.

6.1.1. Sobre el carácter morfológico de la venación

El patrón de venación tipo I agrupa a cinco especies (*C. arequipensis*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana* y *C. scariosa*). De ellas, tres han sido propuestas en el clado de *Cheilanthes* australásico-sudamericanas en la filogenia de Ponce y Scataglini (2021). Dos de las especies, *C. lonchophylla* y *C. incarum* aún no incluidas en una filogenia, pero con este estudio de venación, más los caracteres sinapomórficos como color y formas de las escamas en el rizoma y el tipo de indumento en la lámina se las propone como integrantes del clado de *Cheilanthes* australásico-sudamericanas. Por ello, el carácter de venación tiene valor taxonómico que permite agrupar linajes dentro de un clado.

El patrón de venación tipo II agrupa a *C. obducta* y *C. cantangensis*. La primera con indumento de pelos y la segunda con pelos más escamas. *Cheilanthes cantangensis* no ha sido examinada en un árbol filogenético, sin embargo, es morfológicamente similar a *C. hassleri* que fue incluida en la filogenia Ponce y Scataglini (2018), en la cual, esta última se presentó relacionada a *C. obducta* en un clado más cercano al género *Hemionitis*. En la nueva filogenia de Ponce y Scataglini (2021), solo incluyeron a *C.*

obducta cuya posición quedó resuelta dentro del clado de *Cheilanthes* sudamericano-australásicos.

El patrón de venación tipo III agrupa a *C. fractifera* y *C. fraseri*. La primera no ha sido incluida en ninguna de las filogenias de Ponce y Scataglini (2018, 2021), pero si *C. fraseri* integrando el clado de los *Cheilanthes* sudamericanos. Por ello, dado que esas especies mencionadas comparten el patrón de venación, se postula al endemismo peruano, *C. fractifera*, como integrante de este clado.

Los ápices de venillas ensanchadas en *Cheilanthes* posiblemente son un carácter diagnóstico, al menos para el género (Ponce y Scataglini 2018). No obstante, en este trabajo se observa ápices de venillas ensanchadas en la mayoría de las especies de *Cheilanthes*; con excepción de *C. cantangensis* y *C. obducta*, donde son rectas. Estos ápices de las venillas ensanchados corresponden a los hidátodos. Estas estructuras tienen funcionalidades fisiológicas, están asociados a procesos de gutación y reacciones con dióxido de carbono en el ambiente (Jaimez *et al.* 2021). Un caso peculiar se observa en *C. scariosa*, donde su hábitat está asociado a suelos calcáreos y tiene los hidátodos oblongos y conspicuos. En las demás especies con hidátodos no se evidencia una forma específica más sí un ensanchamiento que posiblemente sea circular como se presenta en otras especies de la familia Polypodiaceae (Jaimez *et al.* 2021).

6.1.2. Sobre el ciclo de vida en las especies peruanas de *Cheilanthes*

La tabla 20 permite inferir que varias especies peruanas de *Cheilanthes* provienen de poblaciones con reproducción sexual. Ponce y Scataglini (2018) sugirieron que los miembros del género *Cheilanthes* presentan 16 y 32 esporas por esporangio, en esta tesis se halló individuos con 64 esporas por esporangio que provienen de una vía meiótica completa, este hallazgo ha sido comentado por Ponce y Scataglini (2021). Grusz *et al.* (2013) indican que para los miembros de *Cheilanthes* que tienen 16 esporas las especies son apomícticas, mientras que si llevan 32 esporas las especies se reproducen sexualmente.

Especies como *C. arequipensis* y *C. peruviana* en su ciclo de vida tienen 16, 32 o 64 esporas por esporangio (ver tabla 20), lo que indica la presencia de poblaciones tanto apomícticas como sexuales.

Cheilanthes fractifera, *C. incarum*, *C. mollis*, *C. obducta* y *C. lonchophylla* presentan 32 esporas por esporangio, correspondiendo a las especies sexuales (Grusz *et al.* 2013) o posiblemente apomíticas por la vía de endomitosis premeiótica (Grusz *et al.* 2021).

Cheilanthes cantangensis presenta 64 esporas por esporangio que proviene de una meiosis completa, sugiriéndose que esta especie se reproduce sexualmente.

Cheilanthes fraseri presenta 32 esporas en modo apomíticas y 64 en modo sexual (Ponce y Scataglini 2018), con más frecuencia ocurren 32 esporas (ver figura 19) las que indican reproducción en modo apomítico por endomitosis premeiótica.

Cheilanthes pilosa, *C. poeppigiana* y *C. rufopunctata* presentan 64 esporas por esporangio, no reducen el número de esporas en el proceso esporogénico, es decir, provienen de una vía meiótica completa. *C. pruinata* con 32 esporas por esporangio que si reduce el número de esporas. Estos últimos datos son extraídos de Ponce y Scataglini (2018) (ver tabla 20), excepto *C. pilosa*.

Ponce y Scataglini (2018) mencionan como un carácter diagnóstico la presencia de 16 esporas por esporangio en las especies apomíticas y 32 en las especies sexuales para los miembros propuestos en el género *Cheilanthes*. En esta tesis (ver sección 5.3) se corrobora para las 14 especies peruanas de *Cheilanthes* poseen el número 16, 32 y 64 esporas por esporangios, haciéndose necesario mayores estudios sobre el ciclo de vida en las especies de *Cheilanthes*.

Tabla 20: Número de esporas por esporangio para las especies peruanas de *Cheilanthus*.

Especie	Número de esporas por esporangio		
<i>Cheilanthus arequipensis</i>	16	32	64
<i>Cheilanthus cantangensis</i>			64
<i>Cheilanthus fractifera</i> *		32	
<i>Cheilanthus fraseri</i> *		32	64
<i>Cheilanthus incarum</i>		32	
<i>Cheilanthus lonchophylla</i>		32	
<i>Cheilanthus mollis</i>		32	
<i>Cheilanthus obducta</i> *		32	
<i>Cheilanthus peruviana</i>	16	32	64
<i>Cheilanthus pilosa</i> *			64
<i>Cheilanthus poeppigiana</i> **			64
<i>Cheilanthus pruinata</i> **		32	64
<i>Cheilanthus rufopunctata</i> **			64
<i>Cheilanthus scariosa</i> *		32	

*Se confirma observaciones de Ponce y Scataglini (2018).

**Tomado de Ponce y Scataglini (2018).

6.2. Posición sistemática de las *Cheilanthus* peruanas

Los caracteres morfológicos de las 14 especies peruanas tratadas en esta tesis (tabla 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 17) permiten reconocer siete tipos o grupos morfológicos constituidos de una a más especies. Estos grupos permiten contrastar con las afinidades del marco de los 11 grupos morfológicos de Tryon y Tryon (1982) y también completar la caracterización morfológica de los linajes propuestos por Ponce y Scataglini (2018).

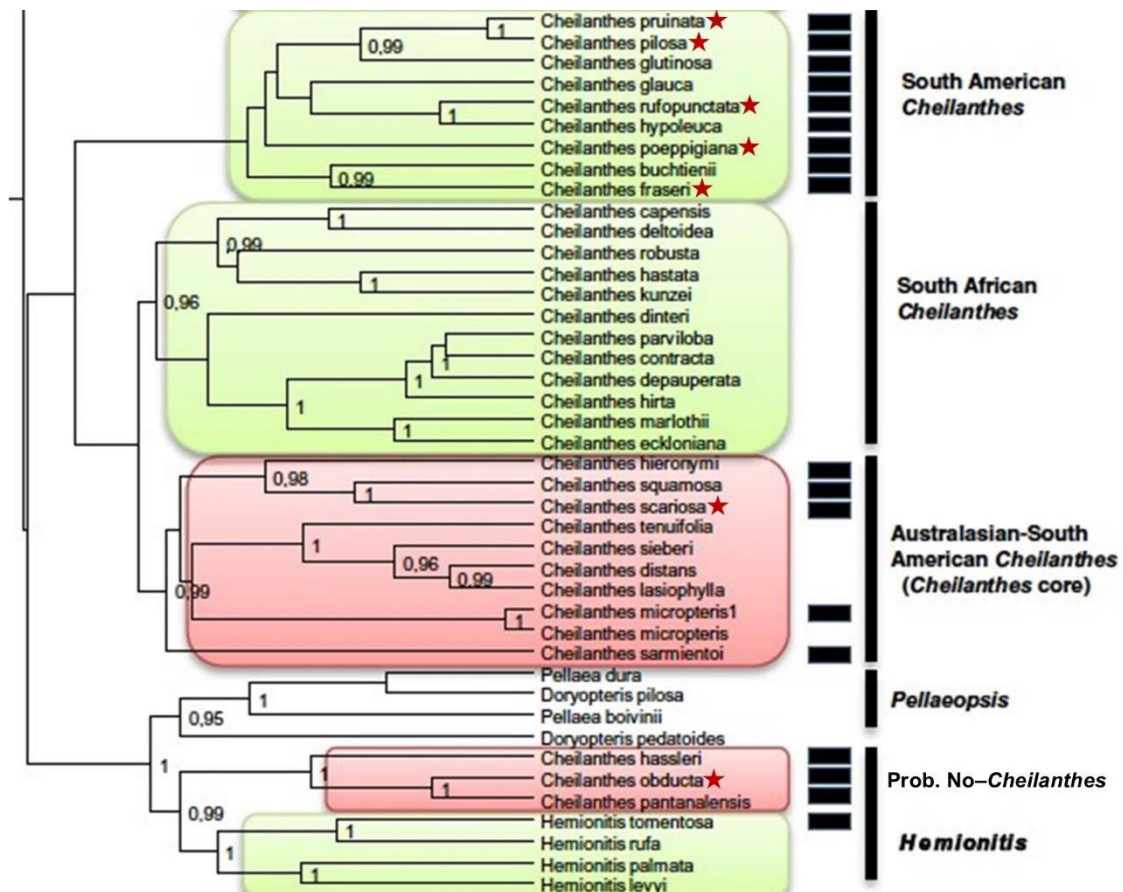


Figura 40. Especies incluidas en la filogenia de Ponce y Scataglini (2018) que incluye siete especies peruanas (con asterisco rojo) de *Cheilanthes*, las cuales quedaron resueltas en tres grandes clados con diferente grado de apoyo.

6.2.1. Tipo morfológico de *C. arequipensis*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana* y *C. scariosa*

Este grupo está nombrado bajo los siguientes caracteres morfológicos compartidos como: escamas del rizoma concoloras y aciculares a lineares contrastadas estadísticamente; escamas son concoloras, o pseudocltras, o bicoloras en la lámina los y ejes, escamas concoloras o pseudocltras con lumen celular no reducido y si concoloras o bicoloras el lumen reducido; ápice de venillas rectas a ensanchadas y patrón de venación tipo I.

Las cinco especies peruanas de este grupo se incluyeron dentro del grupo *Cheilanthes squamosa* (*C. arequipensis*, *C. incarum*, *C. lonchophylla*, *C. peruviana*, *C. scariosa* y el cual incluía también a *C. squamosa*) por Tryon y Tryon (1982) básicamente agrupadas por el indumento de escamas en la lámina y ejes. Además, primero *C. scariosa* y luego *C. arequipensis* y *C. peruviana* fueron incluidas en las filogenias de Ponce y Scataglini

(2018, 2021) agrupándolas dentro del clado *Cheilanthes* australásico-sudamericanas (figura 40).

Por las afinidades morfológicas, *C. incarum* y *C. lonchophylla* se proponen dentro del clado mencionado. En cuanto a su distribución geográfica este grupo se encuentra a lo largo de las vertientes occidentales de los Andes de América del Sur como en Perú, Bolivia, norte de Chile y norte de Argentina.

Por otro lado, *C. scariosa* presenta evidencias morfológicas únicas en el indumento de escamas con lumen celular reducido y escuámulas concoloras y ápice de venillas oblongas fuertemente ensanchadas. Estos últimos caracteres hacen que se distinga de *C. arequipensis*, *C. incarum*, *C. lonchophylla* y *C. peruviana*, con relaciones cercanas de parentesco con estas últimas cuatro especies.

Especie	Propuesta filogenética Ponce y Scataglini (2018)
<i>Cheilanthes arequipensis</i>	AustrSurAmerCheilanthes
<i>Cheilanthes incarum</i>	AustrSurAmerCheilanthes
<i>Cheilanthes lonchophylla</i>	AustrSurAmerCheilanthes
<i>Cheilanthes peruviana</i>	AustrSurAmerCheilanthes
<i>Cheilanthes scariosa</i>	AustrSurAmerCheilanthes

6.2.2. Tipo morfológico de *C. fractifera* y *C. fraseri*

En *Cheilanthes fractifera* y *C. fraseri* las evidencias morfológicas son cohesivas, estas especies comparten indumento de pelos en la lámina y ejes y patrón de venación tipo III. Respecto a su distribución *Cheilanthes fraseri* se encuentra en Ecuador, Perú y Bolivia, ocupando rangos altitudinales de 800–2600 m. *Cheilanthes fractifera* crece en Perú desde los 1800–2600 m, ambas especies son casi simpátricas en rangos altitudinales.

Tryon y Tryon (1982) incluyeron a *C. fraseri* y *C. fractifera* en dos grupos morfológicos diferentes (en el grupo *C. fraseri* y grupo de *C. brandegeei*). En esta tesis los relacionamos por caracteres morfológicos de patrón de venación tipo III e indumento de pelos. El linaje de *C. fraseri* fue resuelto en el clado de *Cheilanthes* sudamericanos por Ponce y Scataglini (2018) (ver figura 40) y confirmado con mayor apoyo por Ponce y Scataglini (2021). Aunque, ambos estudios no incluyeron a *C. fractifera*, por las evidencias morfológicas, se propone a *C. fractifera* relacionado a linaje de *C. fraseri* e

incluido en el clado de *Cheilanthus* sudamericanos. En esta tesis se agrega evidencia morfológica que vinculan ambas especies al mismo clado.

Especie	Propuesta filogenética Ponce y Scataglini (2018)
<i>Cheilanthus fractifera</i>	SamerCheilanthus
<i>Cheilanthus fraseri</i>	SamerCheilanthus

6.2.3. Tipo morfológico de *C. pilosa* y *C. pruinata*

En *Cheilanthus pilosa* y *C. pruinata* presenta caracteres morfológicos cohesivos como indumento de pelos glandulares en la lámina y ejes, escamas del rizoma concoloras, escleróticas parcialmente, a bicoloras, lanceadas contrastadas estadísticamente. Ambas especies son de amplia distribución en los Andes de Perú, Bolivia y La Argentina llegan hasta los 5000 m de altitud.

Tryon y Tryon (1982) incluyó a ambas especies mencionadas en el grupo de *C. micropteris* por características del indumento de pelos en la lámina y ejes, además incluyeron también al tipo del género (*C. micropteris*). Este grupo de *C. micropteris* ha sido disuelto por caracteres moleculares en la filogenia de Ponce y Scataglini (2018). En la filogenia, *C. micropteris* se incluye en el clado de *Cheilanthus* australásico-sudamericanas y los linajes de *C. pilosa* y *C. pruinata* en el clado de los *Cheilanthus* sudamericanos, formando un subclado con buen soporte filogenético. En esta tesis se agrega evidencia morfológica para el subclado (linajes de *C. pilosa* y *C. pruinata*) de *Cheilanthus* sudamericanos.

Especie	Propuesta filogenética Ponce y Scataglini (2018)
<i>Cheilanthus pilosa</i>	SamerCheilanthus
<i>Cheilanthus pruinata</i>	SamerCheilanthus

6.2.4. Tipo morfológico de *C. poeppigiana* y *C. rufopunctata*

Bajo las características morfológicas siguientes se propone a las dos especies aparte de otros grupos: ausencia de indumento en la lámina y ejes, excepto con estructuras globosas en la superficie adaxial de la pinna en una especie, escamas del rizoma concoloras, esclerosadas parcial a total, bicoloras, lanceadas, ápice de venillas fuertemente ensanchadas. Comparten, caracteres con otro miembro de *Cheilanthus*, como *C. pilosa*, *C. pruinata* y *C. fractifera*.

Tryon y Tryon (1982) incluyó a *C. poeppigiana* en el grupo *Cheilanthes marginata* considerándose los caracteres morfológicos altamente plásticos y convergentes. Ambas especies fueron incluidas en el clado de los *Cheilanthes* sudamericanos por Ponce y Scataglini (2018), corroborado por Ponce y Scataglini (2021) aunque con afinidad a *C. mollis*.

Especie	Propuesta filogenética Ponce y Scataglini (2018)
<i>Cheilanthes pilosa</i>	SamerCheilanthes
<i>Cheilanthes pruinata</i>	SamerCheilanthes

6.2.5. Tipo morfológico de *C. mollis*

En *Cheilanthes mollis* se encuentran los caracteres morfológicos siguientes: indumento de pelos en la lámina y ejes, escamas del rizoma concoloras, esclerosada parcial a total, bicoloras, lanceadas. Su distribución geográfica está restringida desde 50–1050 m de altitud, extendiéndose hasta la franja costera misma en lomas. Tryon y Tryon (1982) incluyeron a *C. mollis* en el grupo de *C. fraseri* por el indumento en la lámina y ejes. En el esquema filogenético de Ponce y Scataglini (2018) no lo analizaron, no obstante, en esta tesis por su morfología examinada se propone incluirlo en las especies de *Cheilanthes* sudamericanas y que queda corroborado en el análisis reciente de Ponce y Scataglini (2021).

Especie	Propuesta filogenética Ponce y Scataglini (2018)
<i>Cheilanthes mollis</i>	SamerCheilanthes

6.2.6. Tipo morfológico de *C. obducta* y *C. cantangensis*

En *Cheilanthes obducta* y *C. cantangensis* se presentan las evidencias morfológicas siguientes: patrón de venación tipo II, ápice de venillas rectas y un medio a más marcadas por la posición soral a lo largo de las venillas cercanas al margen. De estos caracteres compartidos novedosos presentados en esta tesis, el ápice de venillas rectas es un carácter diagnóstico para separar grupos de los miembros de *Cheilanthes* (Ponce y Scataglini 2018).

Cheilanthes obducta es hermana de *C. pantanalensis*, ellas comparten los caracteres de indumento de pelos en la lámina y la forma de superficie de esporas. Ambas especies forman junto con *C. hassleri* el subclado de *Cheilanthes* andino-amazónicos soportado y distanciado del clado de *Cheilanthes* australásico-sudamericanas (Ponce y Scataglini

2018) y más relacionado a los miembros de *Hemionitis*. Asimismo, *C. cantangensis* en esta tesis se reconoce morfológicamente vinculado a *C. hassleri* por el indumento de pelos y escamas en la lámina y ápice de venillas rectas y un medio a más marcadas por la posición soral a lo largo de las venillas cercanas al margen. En este sentido, *C. obducta* y *C. cantangensis* probablemente estén relacionados con miembros de *Hemionitis* (ver figura 40). Sin embargo, con el nuevo trabajo de Ponce y Scataglini (2021), ahora la posición de *C. obducta* se encuentra en el nuevo concepto del clado de las *Cheilanthes* australásico-sudamericanas.

6.3. Distribución y hábitat de las especies de *Cheilanthes*

Las especies peruanas de *Cheilanthes* se hallan en departamentos con ambientes andinos y costeros, pero no en los de la llanura amazónica.

El análisis de agrupamiento (Figura 20A) para la composición de las especies de *Cheilanthes* por departamento, muestra una conformación de dos grupos departamentales principales con delimitación regional: Grupo Norte y Grupo Centro-Sur. Las especies del Grupo Norte están distribuidas en siete departamentos de Amazonas, Cajamarca y La Libertad, Lambayeque, Piura a Huánuco. Los tres primeros y Huánuco vinculados a la cuenca del Río Marañón. Tres departamentos de esta región concentran el 75% de la riqueza de las especies, tres de ellas propias de esta, *C. cantangensis*, *C. lonchophylla* y *C. obducta*, siendo los dos primeros endemismos peruanos. Por otro lado, el Grupo Centro Sur incluye la flora de once departamentos con once especies. Este grupo se subdivide en el subgrupo de departamentos andinos con los departamentos de Junín, Cusco, Huancavelica, Apurímac y Puno relacionados a las cuencas del Centro y Sur como las del Río Perené, Mantaro, Ene, Pampas, Apurímac y la cuenca de Puno las que incluyen siete especies, siendo cerca del 50% de composición de las *Cheilanthes*; y el subgrupo de departamentos del Pacífico con los departamentos de Áncash, Moquegua, Arequipa y Lima vinculados a las cuencas del lado Pacífico Centro y Sur, donde se registran diez especies, cerca del 80% de la riqueza del género *Cheilanthes* incluyendo dos endemismos nacionales, *C. fractifera* y *C. peruviana*. Con este marco y conociendo las características de fragmentación de los diferentes ambientes semiáridos, esta tesis propone el reconocimiento de un patrón regional amplio, con el Norte muy aparte de la composición del Centro-Sur, similar a los indicios encontrados por Linares-Palomino *et al.* (2011) para los bosques estacionalmente secos refutándose así la hipótesis alternativa de ausencia de diferencias regionales.

Las especies peruanas de *Cheilanthes* provienen de sitios abiertos en ambas vertientes y valles interandinos. Ellas ocupan altitudes entre (150–) 500–4200 (–5000) m, las que corresponden a localidades con vegetación ya sea estacional de lomas a matorrales con arbustos o hierbas dispersos. Este rango se puede describir en ocho ecosistemas de las tres (Costa, Andina y Yungas) regiones reconocidas (Mapa Nacional de Ecosistemas 2019). Siendo todas las especies terrestres, el hábitat más frecuente es el de los intersticios rocosos en sitios que ocurren aprox. en 20 regiones del país.

7. CONCLUSIONES

1. *Cheilanthes* presentó una riqueza de 14 especies peruanas reconocidas en las vertientes andinas y extendiéndose hasta la franja costera misma, más no ocupa la llanura amazónica. Cuatro especies (28.5%) son endemismos nacionales.
2. Se reconocieron seis grupos o tipos morfológicos conformados cada uno por una o cinco especies, estos tipos representan la variación morfológica de los linajes propuestos por las filogenias de Ponce y Scataglini (2018, 2021), en particular en el clado Sudamericano. En esta tesis, también se confirma que *Cheilanthes* incluye a las especies con 16, 32 o 64 esporas por esporangio.
3. Los caracteres morfológicos examinados empleando muestras numerosas fueron fuente de información taxonómica valiosa como son: forma, color, tipo y tamaño de las escamas en el rizoma, indumento en la lámina y ejes con diferentes estados descriptivos, posición de los soros a lo largo de las venillas cercanas al margen, forma de ápice de venillas y el tipo de venación.
4. Los caracteres morfológicos como forma y división de la lámina, forma y margen de los segmentos, forma de las escamas en la lámina y ejes son altamente plásticos.
5. Novedades en la descripción de los tipos de venación en nueve especies peruanas proveyeron soporte para el reconocimiento morfológico de los linajes propuestos por Ponce y Scataglini (2018) y/o linajes confirmados por Ponce y Scataglini (2021).
6. Los caracteres con valor taxonómico reconocidos en esta tesis permitieron reconocer las catorce especies de *Cheilanthes* en el Perú y proveer una nueva clave taxonómica.
7. El rol de los cuatro herbarios peruanos (USM, HUSA, HSP y HUT) es importante para conocer la composición del género *Cheilanthes* y permitir la caracterización morfológica de cada especie. Asimismo, producto de las examinaciones, se complementa la distribución y el reconocimiento de la diversidad en colecciones del género *Cheilanthes*.
8. Las especies de *Cheilanthes* se encontraron distribuidas en 20 departamentos del país. Existe un patrón regional de distribución: Norte y Centro-Sur, cada una con las especies características, no compartidas. El 75% de las especies ocurren en la Región Norte, en los departamentos de Amazonas, Cajamarca y La Libertad vinculados por la cuenca del Río Marañón, en esta región se presentan tres endemismos. En la Región

Centro-Sur destacan los departamentos del lado Centro y Sur del Pacífico, como Áncash, Moquegua, Arequipa y Lima, donde se concentró aproximadamente el 80% de las especies, presentando un endemismo.

El registro de una sola especie en los departamentos de Pasco e Ica, aún cuando comparte ecosistemas similares con los departamentos vecinos de mayor riqueza sugiere que aún se requiere mayor exploración y documentación de la pteridoflora peruana.

9. La mayoría de las especies son terrestres o litófitas habitando intersticios rocosos, asociados a vegetación de lomas, matorrales, bosques secos, pajonales, roquedales, bosques relictos, césped de puna, pastizales, tolares y suelos crioturbados.

8. RECOMENDACIONES

1. Realizar mayor muestreo en las especies de distribución restringida ubicadas en el Norte del país: *C. lonchophylla*, *C. obducta* y *C. cantangensis*; y en el Sur: *C. arequipensis*, *C. fractifera* y *C. mollis*. Además, estudios morfológicos con mayor muestre para las especies raras como *C. cantangensis*, *C. lonchophylla*.
2. Incorporar grupos morfológicos no incluidos por Ponce y Scataglini (2018, 2021) en un trabajo filogenético.
3. Evaluar la venación en cinco especies de *Cheilanthes* no tratadas en esta tesis.
4. Evaluar el carácter de la forma de ápices de venillas para conocer procesos fisiológicos y anatómicos en los hidátodos que proporcionen información sobre estrategias adaptativas.
5. Realizar estudios de la morfología y tamaño de esporas.
6. Investigar sobre poliploidías e hibridación.
7. Estudiar las características de los hábitats de las especies en relación con diferentes condiciones ambientales que pudieran vincularse con las respuestas de modos de reproducción sexual o apomíctico o número de esporas en las especies de *Cheilanthes*.
8. Ampliar la observación de esporas abortadas o deformadas en varias de las especies de *Cheilanthes* para la comprensión del proceso esporogénico y ciclo de vida.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benham D.M. y Windham M.D. 1992. Generic affinities of the Star-Scaled Cloak Ferns. *America Fern Journal* 82(2): 47–58.
- Cerrate E. 1969. Manera de preparar plantas para el herbario. Museo de Historia Natural, Serie de Divulgación, N°1.
- D'Ambrogio de Arguñeso A. 1986. Manual de técnicas en histología vegetal. 1era Edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. Pp 5–79.
- Dematteis B., Solis E.M., Yesilyurt J.C. y Meza E.I. 2019. Comparative Anatomy in four Cheilanthoid Ferns. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 54(2): 203–214.
- Fay-Wei L., Pryer K.M., y Windham M.D. *Gaga*. 2012. *Gaga*, a new fern genus segregated from *Cheilanthes* (Pteridaceae). *American Society of Plant Taxonomists* 37(4): 845–860.
- Font Quer P., Antunes J., De Bolós O., Del Cañizo J., Guinea E., Homedes J., Huguet +E., Margalef R. y Pascual J. 1982. *Diccionario de Botánica*. Editorial Labor, S. A., Barcelona, España, 1982. Depósito Legal: B. 18.484-1982. I.S.B.N. 84-335-5804-8.
- Grusz A.L. y Windham M.D. 2013. Towards a monophyletic *Cheilanthes*: The resurrection and circumscription of *Myriopteris* (Pteridaceae). *PhytoKeys* 13(32): 49–64.
- Grusz A.L., Windham M.D., Plcard K.T., Pryer K.M., Schuettpelez E. y Hauffler C.H. 2021. A drought-driven model for the evolution of obligate apomixis in ferns: evidence from pellaoids (Pteridaceae). *American Journal of Botany* 108(2): 263–283.
- Gastony G.J. y Rollo D.V. 1995. Phylogeny and Generic Circumscriptions of Cheilanthoid Ferns (Pteridaceae: Cheilanthoideae) Inferred from rbcL Nucleotide Sequences. *American Fern Journal*. 85(4): 341–360.
- Gastony G.J. y Rollo D.V. 1998. Cheilanthoid Ferns (Pteridaceae: Cheilanthoideae) in the Southwestern United States and Adjacent Mexico: A Molecular Phylogenetic Rassessment of Generic Lines. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. 17(2): 131–144.
- George L.O., Pryer K.M., Kao T-T, Huiet L. y Windham M.D. 2019. Baja: A new monospecific genus segregated from *Cheilanthes s.l.* (Pteridaceae). *Systematic Botany* 44(3): 471–482.
- Hauffler C.H., Pryer K.M., Schuettpelez E., Sessa E.B., Farrar D.R., Moran R., Schneller J.J., Watkins J.E. y Windham M.D. 2016. Sex and the single gametophyte: Revising the homosporous vascular plant life cycle in light of contemporary research. *BioScience* XX: 1–10.

- Hernández M.A. y Albornoz P. 2001. Morfología y anatomía foliar en especies de *Cheilanthes* (Pteridaceae) del noroeste argentino. *Lilloa* 40(2): 187–207.
- Hernández M.A., Návaro M.G. y Orqueda M.E. 2011. Morfología y anatomía del esporofito de *Cheilanthes pilosa* (Pteridaceae). *Lilloa* 48(1): 74–82.
- Hernández-Hernández V., Terrazas T., Mehlreter K. y Ángeles G. 2012. Studies of petiolar anatomy in ferns; structural diversity and systematic significance of the circumendodermal band. *Botanical Journal of the Linnean Society* 169: 596–610.
- Hickey L.J. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* XVI (1–2).
- Kessler M., Siorak Y. y Wunderlich M., *et al.* 2007. Patterns of morphological leaf traits among pteridophytes along humidity and temperature gradients in the Bolivian Andes. *Functional Plant Biology* 34: 963–971.
- Jaimez D.G., León B. y Martínez O.G. 2021. Comparative anatomy of five species of *Campyloneurum* (Polypodiaceae) from South America. *Flora* 282: 151881.
- Kessler M., Smith A. y Prado J. 2017. Prodrómulo de una flora de helechos para Bolivia. XXVII. Pteridaceae. *Phytotaxa* 332(3): 217–224.
- León B., Young K.R. y Cano A. 1996. Observaciones sobre la flora vascular de la Costa Central del Perú. *Arnaldoa* 4(1): 67–85.
- León B. y Valencia N. 1998. Pteridophytes of Zarate, a forest on the western side of the Peruvian Andes. *The Fern Gazette* (The British Pteridological Society, Department of Botany, British Museum (Natural History), London) 13(4): 217–224.
- León B., Roque J., Ulloa C., Pitman N., Jorgensen P.M. y Cano A. 2006. El Libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología* 13(2): 914–915.
- León B., Cano A., Huamán E., Roque J. y La Torre M.I. 2012. Los helechos ornamentales en el Perú. ISBN 978-612-00-1064-8. Biblioteca nacional de Perú: N° 2012–16280.
- Lellinger D.B. 2002. A modern multilingual glossary for taxonomic Pteridology. American Fern Society, Inc. ISBN 0-933500-02-5. *Pteridología* 3: 1–263.
- Linares-Palomino R., Oliveira-Filho A.T. y Pennington R.T. 2011. Chapter 1. Neotropical Seasonally dry forests: Diversity, endemism, and biogeography of woody plants. Pp.3–21. En: Dirzo R. *et al.* (Eds). *Seasonally dry tropical forests: Ecology and conservation*. Island Press. DOI: 10.5822/978-1-61091-021-7_1.
- Lujan M.C., Moreno R. y Barboza G.E. 2011. Estudios epidérmicos en helechos y licófitas medicinales de la Provincia de Córdoba, Argentina. *Hoehnea* 30(4): 609–659.

- Montenegro-Hoyos A., Vega N. y Linares-Palomino R. 2022. Plant diversity and structure in desert communities of the Andean piedmont in Ica, Perú. *Vegetation Classification and Survey* 3: 53–66.
- Moran R. 2018. American Genera of Ferns and Lycophytes. A guide for students version 2. The New York Botanical Garden.
- McCune, B. y Mefford M.J. 2016. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 7. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Ministerio del Ambiente. Mapa Nacional de Ecosistemas. Grupo de Trabajo para el Mapa Nacional de Ecosistemas (RM N° 125-2015-MINAN). Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio (DMERNT). 2019. En: <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>. MINAN, 2019, (visitado en 2022).
- Pérez-Atilano Y., Sánchez A., Terrazas T. y Vasco A. 2018. Análisis morfológico y anatómico del complejo *Myriopteris lendigera* (Pteridaceae) en México. *Brittonia* 70(1): 40–59.
- Ponce M. y Scataglini A.M. 2012. Nuevas combinaciones en *Adiantopsis* (Pteridaceae, Cheilanthoideae) de América del Sur. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 22(1): 62–66.
- Ponce M., Arana M., Yesilyurt J.C. y Giudice G. 2016. Flora Argentina-Pteridaceae-Cheilanthoideae. ResearchGate. Disponible: <https://www.researchgate.net/publication/312190643>.
- Ponce M. y Scataglini A.M. 2018. Further progress towards the delimitation of *Cheilanthes* (Cheilanthoideae, Pteridaceae), with emphasis on South American species. *Organisms Diversity and Evolution* 15(2): 175–186.
- Ponce M. y Scataglini A.M. 2021. Phylogenetic position of South American *Cheilanthes* (Cheilanthoideae, Pteridaceae): Advance in the generic circumscription and segregation of the new genus *Mineirella*. *Journal of Systematics and Evolution* 0(0). 1–15.
- PPG I. 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution* 56(6).
- Prado J, Rodriguez CDN, Salatino A, Salatino MLF. 2007. Phylogenetic relationships among Pteridaceae, including Brazilian species, inferred from rbcL sequences. *Taxon* 56: 355–368.
- Rodríguez E.F., Izquierdo E.A., Pollack L. y Aguirre R. 2015. Catálogo de las Pteridófitas de la región La Libertad, Perú. *Sagasteguiana* 3(2): 115–136.
- Schuettelpelz E., Schneider H., Huiet L., Windham M.D y Pryer K.M. 2007. A molecular phylogeny of the fern family Pteridaceae: Assessing overall relationships and the

- affinities of previously unsampled genera. *Molecular Phylogenetic and Evolution* 44: 1172–1185.
- Smith A.R., Pryer K.M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H. y Wolf P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3): 705–731.
- Sosa K., Pryer K.M., Huiet L., Yatskievych G. y Windham M.D. 2021. *Cheilanthes ecuadorensis*: A new species of *Cheilanthes* s.s. (Pteridaceae) from Northern South America. *Systematic Botany* 46(2): 249–259.
- Solomon J., Stimmel H. 2021. Tropicos Specimen Data. Missouri Botanical Garden. Disponible: <https://doi.org/10.15468/hja69f>, (visitado en diciembre 2021).
- Solomon J. 2012. W³ TROPICOS. Base de datos del Jardín Botánico de Missouri. Disponible: <https://tropicos.org>.
- Swartz O. 1806. *Synopsis filicum earum Genera et Species fyftematice complectens. Kiliae, impenfis bibliopolii novi academici*.
- Tejero-Díez J.D., Aguilar-Rodríguez S., Terrazas T. y Pacheco L. 2010. Arquitectura y anatomía foliar del complejo *Polypodium plesiosorum sensu* Moran (Polypodiaceae). *Revista Biología Tropical* 58(3): 955–976.
- Tryon R.M. 1956. Ferns and Perú. A revisión of the American species of *Notholaena*. NO. CLXXIX. *The Gray Herbarium of Harvard University Cambridge, Mass., U.S.A.*
- Tryon R.M. 1964. Ferns and Perú. The ferns of Perú Polypodiaceae (Dennstaedtieae to Oleandreae) NO. CXCIV. *The Gray Herbarium of Harvard University Cambridge, Mass., U.S.A.*
- Tryon R.M. 1986. Some new names and combinations in Pteridaceae. *American fern Journal* 46(4): 184–186.
- Tryon R.M. y Tryon A.F. 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. New York: *Springer-Verlag*.
- Tryon R.M. y Stolze R.G. 1989. Pteridophyta of Perú. Part II. 13. Pteridaceae –15. Dennstaedtiaceae. *Fieldiana*: 1–28.
- Tryon R.M., Tryon A.F. y Kramer K.U. 1990. Pteridaceae. In K. Kubitzki (Ed), The families and genera of vascular plants. Pteridophytes and gymnosperms. Berlin: *Springer-Verlag* 1: 230–256.
- The Pteridophyte Collection Consortium TCN. Disponible: <https://www.pteridoportal.org/portal/index.php>.
- The National Museum of Natural History of Smithsonian. Department of Botany Collections. Disponible: <https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/>, (visitado en 2021).

- The Field Museum of Chicago. Botanical Collections Database. Disponible: https://collections-botany.fieldmuseum.org/list?f%5B0%5D=ss_CatCatalogSubset%3a%22Pteridophytes%22, (visitado en 2021).
- The New York Botanical Garden. The William and Linda Steere Herbarium. Disponible: <http://sweetgum.nybg.org/science/collections/ferns/>, (visitado 2021).
- The Royal Botanical Gardens of Kew. The Kew Herbarium Catalogue. Disponible: http://apps.kew.org/herbcat/getHomePageResults.do?homePageSearchText=Cheilanthes&x=0&y=0&homePageSearchOption=scientific_name&nameOfSearchPage=home_page, (visitado en 2021).
- The Freie Universität Berlin. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin. Berolinense The Herbarium. Disponible: <http://ww2.bgbm.org/herbarium/default.cfm>, (visitado en 2021).
- Windham M.D., Huiet L., Schuettpeiz E., Grusz A.L., Rothfels C., Beck J., Yatskievych G. y Pryer K.M. 2009. Using plastid and nuclear DNA sequences to redraw generic boundaries and demystify species complexes in Cheilanthoid Ferns. *American Fern Journal* 99(2): 128-132.
- Yesilyurt J.C., Barbará T., Schneider H., Russell S., Culham A. y Gibby M. 2015. Identifying the generic limits of the Cheilanthoid genus *Doryopteris*. *Phytotaxa*: 221(2): 101-122.

10. ANEXOS

Tabla 21. Ficha botánica de caracteres macromorfológicos y micromorfológicos.

CARACTERES MORFOLÓGICOS			
	FRONDA	30	Forma de pinnas
1	Indumento	31	Disposición de pinnas
2	Longitud (largo)	32	Fijación de pinnas
	RIZOMA	33	Número de segmentos en pinnas
3	Tipo	34	Forma de los segmentos
4	Indumento	35	Margen de los segmentos
5	Tipo de escamas	36	Indumento
6	Tipo de inserción de escamas	37	Tipo de pelos
7	Color de escamas	38	Tipo de escamas
8	Forma de escamas	39	Color de escamas
9	Forma de ápice de escamas	40	Tipo de inserción de escamas
10	Margen de escamas	41	Posición de escamas
11	Tamaño de escamas (largo x ancho)	42	Forma de escamas
	PECIOLO	43	Margen de escamas
12	Longitud (largo)	44	Lumen celular en escamas
13	Número de haces vasculares	45	Color de escuámulas
14	Forma al corte transversal	46	Color de microescamas
15	Superficie	47	Tipo de microescamas
16	Indumento	48	Forma de microescamas
17	Tipo de pelos	49	Margen de microescamas
18	Tipo de escamas	50	Forma de pseudoindusio
19	Tipo de inserción de escamas	51	Margen de pseudoindusio
20	Forma de escamas	52	Indumento en pseudoindusio
21	Forma de ápice de escamas	53	Posición de pseudoindusio
22	Margen de escamas	54	Posición de soros
23	Color de escuámulas	55	Número de esporas por esporangio
	LÁMINA	56	Venas
24	Longitud (largo)	57	Número de furcaciones de venillas
25	Forma	58	Forma de ápice de venillas
26	División		
27	Forma del raquis		
28	Superficie del raquis		
29	Tamaño de pinnas basales		

Solicitudes a herbarios:

Lima, 19 de octubre 2020

Dra. Joaquina Alban Castillo
Jefa del Herbario San Marcos (USM)
Museo de Historia Natural
UNMSM

Estimada Dra. Alban

Mi nombre es Soledad Ubaldina Rivera Guillen, soy bachiller de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y colaboradora en el laboratorio de Sistemática y Diversidad Vegetal, bajo la dirección de la Dra. Mónica Arakaki. Así mismo trabajo con la Dra. Blanca León, mi asesora de tesis.

Quiero solicitar por este medio su autorización para acceder al Herbario San Marcos (USM), durante los meses de octubre a diciembre, para revisar ejemplares del género *Cheilanthes* de la familia Pteridaceae y estudiar las características morfológicas. Para ello deberé realizar remoción de muestras de algunos de los ejemplares y a su vez compilar datos de distribución geográfica. La remoción de partes se efectuará sin causar daño a los ejemplares, dejando una etiqueta pequeña indicando que lo hice. Estas actividades ayudarán a comprender la taxonomía del género, como parte de mi proyecto de tesis "Actualización taxonómica y distribución de las especies del género *Cheilanthes* s.s. en el Perú" durante el periodo 2019-2020.

Le agradezco por su atención y me despido cordialmente.

Atentamente,



Soledad Ubaldina Rivera Guillen
DNI: 46118901
Museo de Historia Natural – UNMSM

cc. Dra. Blanca León

SOLICITO: Visita para revisar los ejemplares del género
Cheilanthes Sw.

Señor:

Blgo. Mariño Herrera Leoncio

Director del Herbarium Arequipense HUSA

Presente

Soledad Ubaldina Rivera Guillen, identificada con D.N.I. 4611801, domiciliada en Jr. Montezuma 772 dpto. 22, Callao, Callao, Lima, colaboradora en el laboratorio de Sistemática Molecular y Evolución Vegetal del Museo de Historia Natural – UNMSM, ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo:

Que, para la realización de mi proyecto de investigación de tesis, enfocado en la actualización taxonómica y de distribución del género *Cheilanthes*, requiero consultar material del herbario bajo su dirección, para poder evaluar caracteres morfológicos y tomar datos de distribución de dichos ejemplares. Este estudio de los ejemplares será sin comprometer la conservación de estos.

POR TANTO:

Pido a Usted señor Director acceder a la presente.

Lima, 16 diciembre de 2019

Soledad Ubaldina Rivera Guillen

SOLICITO: Visita para revisar los ejemplares del género
Cheilanthes Sw.

Señor:

Dr. Víctor Quipuscoa Silvestre

Director del Instituto Científico Michael Owen Dillon (IMOD)

Av. Jorge Chávez # 610 – Cercado

Arequipa, Perú

Soledad Ubaldina Rivera Guillen, identificada con D.N.I. 4611801, domiciliada en Jr. Montezuma 772 dpto. 22, Callao, Callao, Lima, colaboradora en el laboratorio de Sistemática y Diversidad Vegetal del Museo de Historia Natural – UNMSM, ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo:

Que, para la realización de mi proyecto de investigación de tesis, enfocado en la actualización taxonómica y de distribución del género *Cheilanthes*, requiero consultar material del herbario bajo su dirección, para poder evaluar caracteres morfológicos y tomar datos de distribución de dichos ejemplares. Este estudio de los ejemplares será sin comprometer la conservación de estos.

POR TANTO:

Pido a Usted señor Director acceder a la presente.

Lima, 11 diciembre de 2019

Soledad Ubaldina Rivera Guillen

11. GLOSARIO

Términos tomados de Lellinger 2002, aplicados a *Cheilanthes*:

Alterna: Que tiene estructura, que se inserta en un solo punto a lo largo del eje.

Basifijo: Que está unido por su base con otra estructura.

Basiscópico: Que está enfrentado o dirigido hacia la base del eje sobre el cual se inserta.

Bicolora: Estructura como las escamas que tiene dos colores. En algunas escamas aplicado a la región central negro y el margen transparente o traslucido.

Clatrada: Semejante a una rejilla; que tiene paredes laterales (adyacentes) gruesas y paredes superficiales delgadas.

Conforme: Que tiene todas las células del cuerpo con forma y orientación semejantes.

Concoloro: Que las paredes celulares son del mismo color que el lumen celular.

Escabroso: Superficie áspero al tacto.

Escama: Enación epidérmica pluricelular, plana, presenta forma variable, basífigas, subbasífigas, normalmente muchas células de ancho basal y una célula de ancho distalmente en el ápice.

Escuámula: Escama reducida, paucicelular.

Estriado: Superficie marcado con finas elevaciones longitudinales.

Forma: Para este carácter se utilizó dimensiones de largo y ancho de las estructuras.

Hidátodo: Área epidérmica comúnmente sobreelevada, oscura o a veces clara, en la superficie adaxial de la lámina, que coincide con las terminaciones venosas y que exuda agua y sales.

Imbricado: Que está sobrepuesto; generalmente en esta tesis se aplica a las escamas.

Indumento: Totalidad de pelos, escamas, microescamas y escuámulas de una estructura.

Indumento: Pueden ser de escamas y pelos, que son apéndices epidérmicos que muestran amplia variabilidad. Difieren entre sí, en la forma, tamaño y organización celular.

Inframarginal: Empotrado en el borde de la hoja; cerca del margen, se aplica en los soros.

Lanoso: Que esta densamente cubiertos por pelos enmarañados, retorcidos o tortuosos, ondulados o rizados, suaves semejantes a lana.

Lobado: Porción de la pinna, pinnula o segmento totalmente connado, con un seno somero a cada lado cuya extensión no es mayor que la mitad de la distancia entre el ápice de seno y el eje portador del mismo.

Lobulada: Que tiene senos superficiales que no son más profundos que la mitad de la distancia entre el ápice del lóbulo y el eje de la estructura que tiene los lóbulos.

Microescama: Aplicado para el lado adaxial de la lámina en *C. incarum*, *C. lonchophylla* y *C. peruviana*. Enación epidérmica pluricelular, parcial o totalmente uniseriada semejante a un pelo.

Multicipital: Conjunto de ramas rizomáticas cortas y ascendentes.

Muricado: Que tiene protuberancias muy bajas, algo afiladas.

Opuesto: Que tiene dos estructuras que se insertan en oposición en el mismo punto a lo largo de un eje.

Peciolulado: Aplíquese a porción basal libre de una pinna.

Pelo: Más simples o ramificados, uni-pluricelulares, filiformes.

Pruinoso: Que tiene superficie cubierta y opacada por un exudado espeso de aspecto ceroso, glauco a glauco-grisáceo.

Poliploides: Fenómeno por el cual se origina células, tejidos, u organismos con tres o más juegos de cromosomas de la misma o distintas especies, o con dos o más genomas de las especies distintas.

Ramificación dicotómica: Patrón en la cual las divisiones son iguales en tamaño, forma y posición.

Ramificación seudodicotómicas: Que es falsamente dicótomo, como las ramificaciones en *Cheilanthes*.

Recurvado: Que se curva abaxialmente hacia una base o eje.

Revoluto: Que tiene los márgenes laterales enrollados abaxialmente, dejando expuesta la superficie adaxial y cubriendo la abaxial.

Rizoma compacto: Apretadamente unido; entrenudos cortos y las frondas muy próximas.

Rizoma cortamente rastrero: Crece horizontalmente, al menos por unos pocos centímetros y que presenta sus frondas o sus bases muy próximas entre sí.

Rizoma largamente rastrero: Crece horizontalmente, al menos por unos pocos centímetros y que presenta las frondas o sus bases distanciadas entre 1 a 10 mm o más.

Rizoma multicipital: formando por varios ápices de meristemas, este conjunto de ramas rizomáticas cortas y ascendentes.

Seríceo: Que tiene pelos adpresos, largos, finos, generalmente rectos, sobrepuestos, ordenados; de textura sedosa.

Seudoindusio: Margen de la lámina, reflexo o revoluto, a menudo modificado, que protege los esporangios jóvenes.

Sinuoso: Distintivamente ondulado.

Subbasifijo: Que está unido por encima de la base con otra estructura; aplicado a escamas.

Subopuesta: Que tiene estructuras, que se inserta a 1mm de distancia una de la otra a lo largo de un eje.

Tomentoso: Densamente cubierto con pelos cortos, enmarañados, curvos o ramificados.

Velloso: Que tiene pelos largos, débiles finos, irregularmente rizados, retorcidos o tortuosos, menos densos, dispersos.

Vena media: Eje mayor de una lámina simple, entera o lobulada. También llamada vena primaria o vena central.

Vena: Un cordón de tejido vascular, especialmente de la lámina.

Venilla: Vena pequeña, usualmente una subdivisión o rama de una vena mayor. También llamada vena secundaria, contiene menos paquetes vasculares.