

SERPOCAULON A.R. SM. (POLYPODIACEAE L.), UNA REVISIÓN AL GÉNERO DE HELECHOS CON FORMA DE SERPIENTE

*David Sanín**

Resumen

Desde 1820 la familia Polypodiaceae, ha sufrido una serie de segregaciones taxonómicas a todo nivel. Actualmente es grande, diversa y no se define a partir de una sola característica, la agrupan 56 géneros y ca. 1200 especies, su distribución es cosmopolita y su riqueza, se encuentra en los trópicos y subtropicos. Recientemente se separan del género *Polypodium*, las especies neotropicales con largos rizomas en forma de serpiente (*serpo-caulon*), escamas clatradas y venas areoladas. Esto sustentado en análisis de ADN, el cual demuestra su monofilia y su origen reciente. Radiándose textualmente a la sombra de las Angiospermas. Presentan ciertas adaptaciones fisiológicas, anatómicas y morfológicas, que les permite evolucionar en un mundo dominado por la interacción y competencia entre organismos. Se recopila la descripción de Polypodiaceae, *Serpocaulon* y sus categorías infragenéricas. Se comenta su distribución geográfica, sus relaciones ecológicas y su distribución vertical. El género presenta gran potencial, gracias a su efecto hepatotóxico, edulcorante, antiinflamatorio, analgésico y por la presencia de carbohidratos y almidones. Asimismo, su belleza, plasticidad fenotípica, capacidad de reproducción y adaptación, lo señala como un interesante recurso para la ornamentación como plantas de interior y follajes. Es necesario incrementar la investigación en el género, principalmente en la taxonomía y la filogenia. Colombia representa un reto para esta investigación, ya que registra la mayor riqueza de las especies del Neotrópico.

Abstract

SERPOCAULON A.R. SM. (POLYPODIACEAE), A REVIEW OF FERNS GENERA WITH SNAKE SHAPE

Since 1820 Polypodiaceae family has suffered a series of taxonomic segregations at every level. This family is currently large, diverse and unable to define out of one single characteristic; it groups 56 genera and ca. 1200 species; its distribution is cosmopolitan and it is widespread principally in the tropics and subtropics. Recently, the species with presence of long serpent-shaped rhizomes (*serpo-caulon*), clatrate scales and areoled veins were separated from the genus *Polypodium*, based on DNA analyses, which confirmed its monophilia and recent origin. Its radiation and diversification are literally "at the shadow of Angiosperms". These plants present many physiological, anatomical and morphological adaptations, which allow their evolution in a world dominated by competition and organism interaction. The description of the Polypodiaceae, *Serpocaulon*, and infragenera category are compiled. Its geographic distribution, ecological relationships, and vertical distribution are commented. The genus shows great potential thanks to its hepatotoxic effect, sweet-flavor use, anti-inflammatory, and analgesic effect, as well as the presence carbohydrates and starch. Likewise, it is an interesting resource for bouquets and in-house ornamental plants because of its beauty, phenotypic plasticity, and its reproductive

* Profesor de Botánica General, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Estudiante Maestría en Biología Vegetal, Universidad de Caldas, Calle 65 No. 26-10, Manizales, david.sanin@ucaldas.edu.co, helechorama@yahoo.com

El país puede definirse como uno de los principales centros de diversificación. Y una serie de hipótesis de distribución y especiación se encuentra aún oculta por un abrumador desconocimiento de la taxonomía y la evolución del grupo.

Palabras clave: *Serpocaulon*, Polypodiaceae, diversidad, filogenia, potencial, Colombia.

and adaptive potential. It is necessary to increase the research in the genus, especially regarding taxonomy and phylogenetics. Colombia represents a major challenge for such research, since it registers the greatest diversity of species in the Neotropic. This country could be considered as one of the main centers of diversification in the world. Yet, a series of hypotheses concerning speciation and distribution are unknown because of the lack of information on its taxonomy and evolution.

Key words: *Serpocaulon*, Polypodiaceae, diversity, phylogeny, potential, Colombia.

INTRODUCCIÓN

La familia Polypodiaceae L. fue descrita en 1820 por los botánicos Bercht y C. Presl. (*O Prirozenosti Rostlin* 272. 1820), originalmente agrupaba gran parte de las familias de pteridofitos Leptosporangiados (Tryon & Tryon, 1982). Actualmente las familias Aspleniaceae, Blechnaceae, Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae, Grammitidaceae, Lomariopsidaceae, Pteridaceae, Tectariaceae, entre otras, presentan una clara identidad taxonómica (Tryon & Stolze, 1989, 1991, Davidse *et al.*, 1995; Steyermark *et al.*, 1995); situación contraria a la antigua inclusión en Polypodiaceae. Dicha familia es grande, diversa y no puede definirse a partir de una sola característica (Davidse *et al.*, 1995), está compuesta por 40 géneros y 600 especies aproximadamente, presenta una distribución cosmopolita (Davidse *et al.*, 1995), y gran parte de los géneros y especies se encuentra en los trópicos y subtrópicos (Smith, 1995).

Recientemente se integra dentro del grupo “Polypoid Ferns” (Pryer *et al.*, 2004), considerado el más diverso linaje de helechos, el cual necesita especial atención (Pryer *et al.*, 2004). Plantean la necesidad de incluir datos moleculares, en especial el estudio de la estructura genómica (Pryer *et al.*, 2004).

El género *Polypodium* L. (Polypodiaceae) fue descrito en 1753 por el botánico sueco Carl Von Linnaeus, (*Sp. Pl.* 2: 1082. 1753); desde entonces, al igual que la familia Polypodiaceae, ha sido continuamente redefinido,

Serpocaulon A.R. Sm. (Polypodiaceae L.)

segregándose géneros como *Campyloneurum* C. Presl., *Microgramma* C. Presl., *Pecluma* M.G. Price, *Dicranoglossum* J. Sm, *Neurodium* Fée, *Microphlebodium* L.D. Gómez y *Pseudocolysis* L.D. Gómez (Smith *et al.*, 2006a). Señalándose claramente la necesidad de afectar el polifiletismo de *Polypodium* (de la Sota, 2003).

Davidse *et al.* (1995), reconocen cuatro grupos en el género: grupo de *P. dulce* Poir., g. *P. loriceum* L., g. de *P. plesiosorum* Kunze y g. *P. polypodioides* (L.) Watt. Estas categorías taxonómicas representan asignaciones informales, por lo cual se insinúa la necesidad de elevar dichos grupos a otro nivel (Giraldo-Cañas, *com pers*).

Lo que se definió como “*P. loriceum-complex*” comprendía el 25% de las especies del antiguo género *Polypodium* para el Neotrópico, agrupadas por la presencia de escamas clatradas en el rizoma y varias series de venas areoladas, las cuales escurren libres en la lámina (Moran, 1990). Hensen (1990), realiza una primera revisión del grupo, e incrementa la confusión taxonómica al omitir en el estudio la revisión de ejemplares depositados en herbarios con amplias y confiables colecciones neotropicales y especialmente andinas (Moran, 1990). Consecuentemente, los mapas de distribución son incompletos, no se acopiaron nominaciones infraespecíficas y no se citan las localidades, ni los especímenes estudiados (Moran, 1990).

Smith *et al.* (2006a), segregan dicho grupo del género *Polypodium*, proponen así, el nuevo taxón *Serpocaulon* A.R. Sm., soportado a partir de varias secuencias de cpDNA. En todos los análisis filogenéticos, *Serpocaulon* es separado claramente de cualquier otro linaje tradicionalmente asignado a *Polypodium* s.l. (Schneider *et al.*, 2004a, b). Morfológicamente, *Serpocaulon* ya había sido reconocido como un grupo natural, bajo la antigua circunscripción al grupo de *Polypodium loriceum* (Tryon, & Tryon 1982; Hensen, 1990).

El Neotrópico, y especialmente Los Andes colombianos, representan el centro de diversificación de las cerca de 40 especies pertenecientes a este género (Smith *et al.*, 2006a); para Colombia se registran entre 15 y 21 especies (Murillo & Harker, 1990; Smith *et al.*, 2006a, w3tropicos).

Las cuales actualmente no cuentan con una revisión, lo cual promueve el desconocimiento de su distribución, ecología, identidad taxonómica (en algunos complejos específicos) y potencial aprovechamiento, limitando su manejo y conservación.

FILOGENIA E HISTORIA EVOLUTIVA

Hasta 2004 la comunidad botánica, había conservado la cómoda creencia de que todas las plantas vasculares que realizan su reproducción por esporas, pertenecían a un grupo muy primitivo, el cual incluso estaba representado por verdaderos “fósiles vivientes” que adornaban con sus primitivas y elegantes formas los bordes de muchos caminos y vías de acceso. Fue justo en dicha fecha en que Schneider *et al.* (2004a), postulan una revolucionaria historia evolutiva del ensamblado grupo conocido como Pteridophyta. Caracterizado por continuas politomías, integrado a conveniencia, o por la falta de herramientas que permitían discriminar con claridad los grupos (vg. Filogenia molecular). Además, la dificultad de discernir sobre los complejos procesos de hibridación (de la Sota, 1982), y la gran radiación del grupo, lo convierten en un taxón realmente conflictivo (Moran, 2001). Estos investigadores modificaron dicho paradigma gracias a la integración de especialidades y experiencias de investigación, desde el análisis morfológico (revisión de ejemplares actuales y fósiles), hasta el análisis molecular a partir de genes del cloroplasto (*rbcL*, *rps4*). Apoyan su hipótesis desde la estadística y el análisis de filogenia de estos caracteres (Schneider *et al.*, 2004a).

Ellos proponen que cuando el reconocimiento de la diversidad y la filogenia son difíciles de definir por la falta de registro fósil, es posible hacer comparaciones por la estimación de la divergencia “tiempo estimado” basados en diversos datos moleculares (Schneider *et al.*, 2004a). Así, logran estimar que las Angiospermas se diversifican en el Cretáceo y el Terciario, con un número aproximado de 250.000-300.000 especies (Schneider *et al.*, 2004a). Los helechos tuvieron un notorio nivel de diversificación y abundancia desde el Carbonífero hasta el Jurásico, el cual declina hasta el Cretáceo, y concurre con la dominancia de las Angiospermas (Schneider *et al.*, 2004a). Es decir, los helechos Monilophyta representados por su grupo más grande los Polypodidos, son de los más recientemente diversificados dentro de las plantas vasculares en el planeta. Por lo que se

postula entonces que estas plantas radiaron textualmente “a la sombra de las Angiospermas”.

Debido a que estas surgen con especies que principalmente presentan hábitos arbóreos, lo cual brinda un nuevo ecosistema vertical, caracterizado por la escasez de agua, luz y nutrientes. Por lo que este grupo de helechos evoluciona basado en una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas como la presencia de una capa de células muy porosa en sus raíces que les permite absorber el agua que se presenta en forma gaseosa (Callaway *et al.*, 2002); los Polypodidos, hasta la fecha, son el único grupo en donde se ha encontrado el fotorreceptor conocido como Fotocromo 3 (*PHY3*), el cual les permite captar la luz roja y azul, propias de ecosistemas sombríos (Schneider *et al.*, 2004a). Igualmente, presentan estructuras típicas de las plantas con flores, los “nectarios”, cuya única función es estimular la presencia de hormigas protectoras, siendo clara la necesidad de participar en un ecosistema rodeado de competencias y amenazas impuestas por artrópodos derivados “recientes” (Hendrix, 1980). De esta forma, se puede afirmar que este grupo de Polypodidos, no sólo está más emparentado con las plantas con flores, sino también, que es tan reciente o más que algunos taxa de Spermatophyta, incluso de Angiospermas.

Smith *et al.* (2006b), proponen un nuevo sistema de clasificación para los helechos (Monilofitos), basan su hipótesis en el estudio de diversos trabajos morfológicos y en el análisis de siete genes del cloroplasto (*rbcL*, *atpA*, *atpB*, *accD*, *rps4*, 16S rDNA, ITS), un gen nuclear (18S rDNA) y tres genes mitocondiales (*atp1*, *nad2*, *nad5*). Dicha propuesta genera la clase Polypodiopsida; agrupa siete órdenes, dentro de los cuales se encuentra Polypodiales, con 15 familias, donde Davalliaceae y Polypodiaceae son las más derivadas (Smith *et al.*, 2006b). Complementariamente mencionan la relación filogenética existente entre los helechos arbóreos (orden Cyatheales) y el orden Polypodiales, los dos grupos los más derivados (Pryer *et al.*, 2001, 2004). Los últimos representan el grupo más diverso, agrupan el 80% del total de las especies del mundo (Pryer *et al.*, 2004).

A nivel genérico, comparte varios caracteres con el género neotropical *Campyloneurum*, principalmente a nivel molecular (Smith *et al.*, 2006a) y morfológico, debido a la presencia de largos rizomas reptantes, y la venación gonofleboide, junto a la amplia expansión de las láminas (Hensen,

1990; Smith *et al.*, 2006a). Igualmente los análisis moleculares revelan la cercanía genética con el género *Microgramma* (Smith *et al.*, 2006a), el cual morfológicamente sólo comparte el largo rizoma reptante.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FAMILIA Y DEL GÉNERO

Descripción de la familia Polypodiaceae L. (recopilado de Moran en Davidse *et al.*, 1995, y Smith en Steyemark *et al.*, 1995):

Plantas terrestres, rupícolas, generalmente epífitas; rizomas reptantes, en ocasiones pruinosos, escamosos, las escamas orbiculares, ovadas o lanceoladas, generalmente clatradas, peltadas o pseudopeltadas, dorsiventrales; con dos series de hojas en la superficie ventral, articuladas, monomorfas, lámina generalmente simple a 1-pinnado, raramente 1-pinnado-pinnatifida a 3 pinnada; nervaduras libres o anastomosadas; soros generalmente redondeados, ocasionalmente lineares o alargados, sin indusio; esporangios con 2 a 3 pedículos alineados, los anillos verticales e interrumpidos en el pedículo; esporas reniformes y amarillas; $x=25, 34, 35, 36, 37$. Aproximadamente 40 géneros y 600 spp. Cosmopolita.

Descripción del género *Serpocaulon* A.R. Sm. (tomado de Smith *et al.*, 2006a):

Plantas epífitas, o rupícolas, raramente terrestres; rizomas en la mayoría de especies largamente reptantes, en pocas especies cortamente reptante, esparcidamente ramificados, con filopodios (0,5)5-20 veces el ancho del rizoma, algunas veces glaucos, raíces prolíferas ausentes, bandas negras de esclerénquima ausentes; escamas redondeadas, oblongas, lanceoladas atenuadamente lanceoladas, algunas con puntas filiformes, bicoloras, parte de la escama clatrada, con una pared de células castaño oscuro o negro, generalmente peltadas, (o con lobos fuertemente pronunciados, o profundamente cordadas en la base), superficies glabras, margen entero o dentado. Pecíolos estramíneos, claramente parduscos, próximamente téretes y distalmente acanalados o alados. Hojas pinnatífidas a pinnadas, raramente simples [*S. levigatum* (Cav.) A.R. Sm.] o levemente pinnatífidas, monomorfas, estipitadas, con filopodios cortos; lámina glabra, pelos

y escamas ausentes, o cuando presentes, esparcidamente dispuestas alrededor de las costas y el raquis, clatradas; venas regularmente anastomosadas (goniophlebioides), areolas en forma angular y cada una con una vena incluida. Soros redondos a redondeados, en una a diez hileras entre la costa y el margen, exindusiados, cada soro termina en una vena libre incluida; parafisos ausentes o si presentes muy cortos, 2-3 células glandulares, difícilmente visibles; esporangios glabros. Esporas amarillo brillante a blancas, bilaterales, exina verrugada, perispora delgada, ocasionalmente espesa, generalmente tuberculada, ocasionalmente alada; $x=37$. Aproximadamente 40 especies, varias recientemente descritas (Kessler & Smith, 2005), y otras con necesidad de serlo. Principalmente las sudamericanas, ya que la distribución de las especies señala esta región como la más diversa: donde 14 especies presentan distribución restringida a Las Antillas, América Central y el sur de México; dos están circunscritas a Las Antillas, el norte de América y de Colombia, y 26 se ubican en Suramérica.

Categorías infragenéricas dentro de *Serpocaulon* A.R. Sm.:

Smith *et al.* (2006a) describen cuatro grupos informales para el género:

1. Grupo de *S. loriceum* [*S. dasypleuron* (Kunze) A.R. Sm., *S. falcaria* (Kunze) A.R. Sm., *S. intricatum* (M. Kessler & A.R. Sm.) A.R. Sm., *S. latipes* (Langsd. & L. Fisch.) A.R. Sm., *S. latissimum* (R.C. Moran & B. Øllg.) A.R. Sm. y *S. loriceum* (L.) A.R. Sm.], con rizomas glaucos, o no, rizomas con escamas dispersas (o desnudo) hasta denso, clatrado centralmente, redondeadas a ovadas u ovadolanceoladas, hojas pinnatisectas o fuertemente adnadas; venas anastomosándose en 1 (ocasionalmente 2 ó 3) hileras, escamas esparcidas en las costillas medias de la superficie abaxial, estas son oscuras y clatradas.

2. Grupo de *S. fraxinifolium* [*S. adnatum* (Kunze ex Klotzsch) A.R. Sm., *S. appressum* (Copel.) A.R. Sm., *S. caceresii* (Sodirot) A.R. Sm., *S. fraxinifolium* (Jacq.) A.R. Sm., *S. giganteum* (Desv.) A.R. Sm., *S. richardii* (Klotzsch) A.R. Sm.], con rizomas no glaucos, escamas esparcidas (o rizomas desnudos) a densos, decididamente clatrados (levemente al centro), redondas a ovadas a ovado atenuadas, hojas 1-pinnadas con las pinnas

sésiles o adnadas, no decurrentes, venas regularmente anastomosadas en (1-) 2-10 series entre las costas y el margen de las pinnas.

3. Grupo de *S. subandinum* [*S. eleutherophlebium* (Fée) A.R. Sm., *S. funckii* (Mett.) A.R. Sm., *S. levigatum* (Cav.) A.R. Sm., *S. ptilorhizon* (H. Christ) A.R. Sm.], con escamas esparcidas pardas, rizomas algunas veces glaucos; hojas pinnatisectas (simple en *S. levigatum*).

4. Grupo de *S. lasiopus* [*S. catharinae* (Langsd. & Fisch.) A.R. Sm., *S. crystalloneuron* (Rosenst.) A.R. Sm., *S. dissimile* (L.) A.R. Sm., *S. lasiopus* (Klotzsch) A.R. Sm., *S. panorense* (C. Chr.) A.R. Sm. y *S. wagneri* (Mett.) A.R. Sm.], presentan rizomas densamente escamosos, escamas usualmente distribuidas, hojas pinnatisectas o 1-pinnadas con pinnas adnadas.

DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

El género se distribuye altitudinalmente desde los 0 m hasta los 3800 m. Se ha registrado en el sur de México, Nicaragua, Costa Rica, Cuba, Jamaica, Hispaniola, Guadalupe, Las Antillas, Trinidad y Tobago, Panamá, La Guayana Francesa, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Bolivia, Paraguay y Argentina (Smith *et al.*, 2006a). Encontrándose especies en lugares alterados, como cultivos forestales, bordes de caminos y carreteras, y otras en bosques con avanzado estado de conservación (Álvarez-M. *et al.*, 2007).

Su ecología aún es desconocida, debido a los pocos estudios dirigidos al género; se conoce por ejemplo la presencia de nectarios en la base de las pinnas (Hendrix, 1980; Koptur *et al.*, 1998), los cuales proporcionan alimento (néctar) a diversos grupos, principalmente Formícidos, los cuales a su vez protegen de la herbivoría provocada por lepidópteros (Noctidae).

Esta interesante interacción no es algo novedoso, al parecer helechos de la familia Polypodiaceae, hacen efectiva no sólo la producción de estas estructuras en las hojas, sino también en las raíces, internamente en los pecíolos e incluso en los parafisos dentro de los soros (de la Sota, 1966; Koptur *et al.*, 1998). En casos más complejos, estos nectarios complementan la dispersión de las esporas del género *Solanopteris* Copel., dado que estas son equinadas y se acoplan con el dorso del abdomen de algunos Formícidos

(Tryon, 1985). Es aún más interesante recalcar que la mayor producción de néctar es efectuada antes y durante la esporulación, debido a la necesidad de producir y madurar las esporas (Koptur *et al.*, 1998). Brindan así un incentivo alimenticio a las hormigas protectoras de las láminas.

El hemiepifitismo como forma de crecimiento en Pteridofita, principalmente en *Serpocaulon*, es un común denominador, dando ciertas características fisiológicas y morfológicas a estas plantas, donde la presencia del fotorreceptor conocido como Fotocromo 3 (*PHY3*) les permite captar la luz roja y azul, propias de ecosistemas sombríos, asumidos por plantas con dicha forma de vida (Schneider *et al.*, 2004a). Igualmente la falta de agua, y la constante desecación del ambiente, conjugada con la continua neblina, rica en humedad, generan el contraste característico de las zonas tropicales, el cual es impuesto a todas las plantas epífitas (Zoz & Andrade, 2002).

Por estas razones, diversos géneros de Helechos, poseen la propiedad de recoger sus hojas en forma espiral, y propiciar la expulsión lenta del agua presente en sus estructuras, logran disminuir de esta forma sus procesos metabólicos al cerrar sus estomas, evitando la transpiración (Helset & Fischer, 2005), dando la impresión de que estas plantas resucitan, ya que sus láminas pierden la coloración típica y se enrollan en ellas mismas.

Otro aspecto relacionado con la forma de crecimiento epífita, está dada por la asociación de estos grupos con Briofitas, donde los musgos por su tamaño, su capacidad de absorción de agua y sus propiedades antifúngicas, se consolidan en los semilleros naturales de los helechos y otras epífitas vasculares; brindan posteriormente otros ambientes que permiten la regeneración de otros estadios sucesionales de musgos y afines (Story, 2000).

Algunas perspectivas de investigación ecológica podrían ser dadas por el estudio de la distribución espacial de estas plantas, tanto horizontal como vertical, donde la distribución vertical, es realmente interesante, si se menciona cómo los largos y adheridos rizomas soportan fuertes e intrincados escalones y sistemas de conexión entre el subdosel y el suelo.

POTENCIAL ECONÓMICO

Varias especies del antiguo género *Polyopodium*, han sido utilizadas para atenuar efectos hepatotóxicos. Bermúdez-Camps *et al.* (1998), probaron este efecto en ratones de laboratorio, comprobando cómo después de aplicarles tetracloruro de carbono, y dosis posteriores de macerados de *Polyopodium polypodioides*, disminuían este efecto tóxico y limpian el hígado.

En especies representantes del género como *S. levigatum*, *S. loriceum* y *S. triseriale* (Sw.) A.R. Sm. se han registrado considerables niveles de Proantocianidinas, las cuales son edulcorantes, constituidas por compuestos como el Olsadin, y el Polypodopsido-A, que además de tener el efecto mencionado, también presentan actividad antiinflamatoria y analgésica (Kinghorn & Soejarto, 2002). En este sentido Pacheco y Bautista-Rodríguez (2001), mencionan el potencial de *Polyopodium auritum* (Hook.) E.J. Lowe (Polypodiaceae), en la alimentación, promoviendo la utilización de sus rizomas por ser reservas de carbohidratos y aminoácidos.

Murillo (1983), menciona cómo algunas especies pertenecientes al género (*S. triseriale*, *S. levigatum* y *S. polypodioides*) han registrado diferentes usos, principalmente desde la medicina popular, los cuales van desde la utilización del rizoma para expeler gusanos parásitos, el uso de toda la planta para jarabes contra la tos, la curación de “heridas rebeldes”, la prevención de la ictericia, hasta la generación de antídotos contra las serpientes.

Una alternativa de utilización que generalmente no es reconocida por la bibliografía, pero que continuamente se ve representada en diferentes escenarios urbanos, es el uso de helechos (Polypodiaceae), como ornamentales. Este potencial no sólo se observa en arreglos florales (follaje), sino también en adornos vivos de antejardines de casas, patios y en oficinas y hogares de diferentes países del trópico. En algunas ocasiones dichas especies se establecen de forma espontánea, tal es el caso de *S. triseriale*, *S. levigatum*, *Pleopeltis macrocarpa* (Bory ex Willd.) Kaulf., *Microgramma percussa* (Cav.) de la Sota, *Campyloneurum angustifolium* (Sw.) Fée, *C. amphostemon* (Kunze ex Klotzsch) Fée, etc. Las cuales se

encuentran ampliamente distribuidas en Manizales, y en muchos casos los pobladores permiten su continuidad debido a la elegancia y rareza de sus frondas. La Universidad de Antioquia en convenio con el Jardín Botánico de Medellín y Corantioquia, desarrollaron un proyecto encaminado a propagar masivamente helechos con potencial ornamental, obteniendo resultados interesantes, dentro de los cuales resalta la propagación de *C. phyllitidis* (L.) C. Presl., helecho epífito propio de ecosistemas secundarios.

Dicha especie se llevó al cultivo, al lograr modificar la posición del sustrato, cultivándose de manera horizontal en el suelo para incrementar su superficie fotosintética y lograr así mayor productividad. Posicionándose esta especie en un mercado internacional, generoso, seguro y constante; que además es único, por cuanto no existen en el mundo otros productores de dicho recurso no maderable del bosque (Giraldo-G., *com pers*).

PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La perspectiva más importante de investigación en el género es la delimitación taxonómica y filogenética de las especies que lo componen. Asimismo, es importante determinar las relaciones de parentesco con otros géneros del Neotrópico y Australes (Pryer *et al.*, 1995), debido a que aún no es clara la relación con las especies de *Campyloneurum* y *Microgramma*, desde perspectivas moleculares y taxonómicas (Smith *et al.*, 2006a). Igualmente, el género *Goniophlebium* (Polypodiaceae), era incluido dentro de *Polypodium* (grupo *P. loriceum* = nuevo g. *Serpocaulon*), debido a la presencia de rizomas reptantes y venación gonofleboide (Rodl-Linder, 1990). A esta empresa debe sumarse el conteo cromosómico, la quimiotaxonomía, el desarrollo ontogénico de esporangios, esporas y gametofitos (de la Sota, 1982; Reyes-Jaramillo *et al.*, 2000).

La determinación de los procesos de hibridación y sus implicaciones en las hipótesis de filogenia, resultan otra clara perspectiva de investigación pobremente explorada en el grupo (Hauffer *et al.*, 1995). La forma externa de las esporas (Hensen, 1990), permitió definir inicialmente las especies reconocidas hacia ese entonces. La anatomía y morfología fósil, ha complementado hipótesis de filogenia y sustentado las clasificaciones en grupos afines o no a *Serpocaulon* (Rothwell, 1999; Schneider *et al.*,

2004a). La evolución y el desarrollo foliar, la arquitectura y morfología, la anatomía estelar, no sólo proveen interesantes argumentos taxonómicos y sistemáticos, sino también permiten relacionar y reconocer la función que cumplen estos organismos en los ecosistemas (Lukansky, 1974; Mcculloch *et al.*, 1974; Sharp & Jernstendt, 1990).

En el futuro, estudiar los pecíolos, los patrones de venación, los estomas, el desarrollo de órganos, esporas, conductos de mucílago y química de los mismos, la fisiología y genética, sustentarán decisivos argumentos en el conocimiento de este grupo (Raubenson & Jansen, 1992).

Colombia representa un reto para la investigación taxonómica del género en el mundo, debido a que en el país se registran actualmente de 20 a 25 especies, más de las mitad de las especies del Neotrópico. Asimismo, alberga los cuatro grupos propuestos por Smith *et al.* (2006a). Por lo anterior, el país puede definirse como uno de los principales centros de diversificación, si no el principal. De esta manera, una serie de hipótesis de distribución y especiación se encuentran aún ocultas por un abrumador desconocimiento de la taxonomía y la evolución del grupo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Gabriel Jaime Villa, Néstor Fabio Alzate Quintero, por la lectura crítica del documento, y por sus valiosos aportes en la corrección del lenguaje.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Mejía, L. M.; D. Sanín; N. F. Alzate-Q.; N. Castaño-R.; J. C. Mancera-SANTA & G. González-O. (2007). *Plantas de la Región Centro-Sur de Caldas*. Ed. Universidad de Caldas. Cuadernos de Investigación No. 28. 363p.

Bermúdez-Camps I.; M. Torres-Alemán; O.S. León & P. Tamaki. (1998). Atenuación del efecto hepatotóxico del tetracloruro de carbono en ratas tratadas con *Polypodium polypodioides*. *Rev. Cubana Farm.*, 33 (2): 132-138.

Callaway R. M.; K. O. Reinhart; G. W. Moore; D. J. Moore & S. C. Pennings. (2002). Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia*, 132: 221-230.

Serpocaulon A.R. SM. (Polypodiaceae L.)

Davidse G.; Sousa M. & Knapp S. (gen. eds.). (1995). *Flora Mesoamericana. Vol. 1. Psilotaceae a Salviniaceae*. R. C. Moran y R. Riba (Pteridophyte eds.). Univ. Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria.

Haufler K.; M. D. Windhand & E. W. Rabe. (1995). Reticulate evolution in the *Polypodium vulgare* complex. *Sys. Bot.*, 20(2): 89-109.

Helset L. E. & T. M. Fischer. (2005). Physical Mechanism of rehydration in *Polypodium polypodioides*, a resurrection plant. *Phys. Rev. E.*, 71:1-6.

Hendrix S. (1980). An evolutionary and ecological perspective of the insects fauna of ferns. *Am. Nat.*, 115(2): 171-196.

Hensen R.V. (1990). Revision of the *Polypodium loriceum* Complex (Polypodiaceae). *Nova Hedwingia*, 50(3-4): 279-336.

Kessler M. & A. R. Smith. (2005). Seven new species, 13 new combinations, and one new name of Polypodiaceae from Bolivia. *Candollea*, 60: 271-288.

Kinghorn A. D. & D. D. Soejarto. (2002). Discovery of terpenoid and phenolic sweeteners from plants. *Pure Appl. Chem.*, 74(7): 1169-1179.

Koptur S.; V. Rico-GRAY & M. Palacios-Ríos. (1998). Ant protection of the nectaried fern *Polypodium plebeium* in central Mexico. *Amer. J. of Botanic.*, 85(5): 736-739.

Lukansky L. (1974). Comparative studies in nodal and vascular anatomy in the neotropical Caytheaceae. II. Scumate genera. *Amer. J. Bot.*, 61(5): 472-480.

Mcculloch J. E.; P.A. Volz & I. W. Knobloch. (1974). The rhizome anatomy of certain species of the genus *Cheilanthes*. *Bot. Gaz.*, 135(2): 132-139.

Moran R. C. (1990). A review of "Revision of the *Polypodium loriceum* Complex (Filicales, Polypodiaceae)", by R.V. Hensen. 1990. *Amer. Fern J.*, 80(3): 118-119.

_____. (2001). *The genera of the Neotropical ferns*. 1 ed. New York Botanical Garden. Bronx, New York. 130p.

Murillo M. T. (1983). *Uso de los helechos en Sudamérica con especial referencia a Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural. Biblioteca José Jerónimo Triana. No. 5. Universidad Nacional. Bogotá. p.332.

Murillo M. T. & M. A. Haeker. (1990). *Helechos y plantas afines de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. Bogotá. No. 2. 233p.

- Pacheco L. & L. Bautista-Rodríguez. (2001). Son los helechos una alternativa en la alimentación. *Contactos*, 45: 5-10.
- Pryer K. M.; A. R. Smith & J. E. Skog. (1995). Phylogenetic relationship of extant ferns based on evidence from morphology and *rbcL* sequences. *Amer. Fern. J.*, 85: 205-282.
- Pryer K. M.; H. Schneider; A. R. Smith; R. Cranfill; P. G. Wolf; J. S. Hunt & S. D. Sipes. (2001). Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closes living relatives to seed plant. *Nature*, 409: 618-622.
- Pryer K. M.; E. Schuettpelz; P. G. Wolf; H. Schneider; A. R. Smith & R. Cranfill. (2004). Phylogeny and evolution of ferns (Monilophytes) with a focus on the early Leptosporangiate divergences. *Amer. J. Botanic.*, 91(10): 1582-1598.
- Raubenson L. A. & R. K. Jansen. (1992). Chloroplast DNA evidence of the ancient evolutionary split in vascular land plants. *Science*, 255: 1697-1699.
- Reyes-Jaramillo I.; B. Pérez-García & A. Mendoza. (2000). Fase gametofítica del helecho *Llavea cordifolia* (Pteridaceae). *Rev. Biol. Trop.*, 48(1)19-23.
- Rodl-Linder G. (1990). A monograph of the fern genus *Goniophlebium* (Polypodiaceae). *Blumea* 34: 277-423.
- Rothwell G. (1999). Fossil and ferns in the resolution of land plant phylogeny. *Bot. Rev.*, 65: 188-218.
- Schneider H.; E. Schuettpelz; K. M. Pryer; R. Cranfill; S. Magallón & R. Lupia. (2004a). Ferns diversity in the shadow of angiosperms. *Nature.*, 428(1): 553-557.
- Schneider H.; T. Janssen; P. Hovenkamp; A. R. Smith; R. Cranfill; C. Hauffler & T. A. Ranker. (2004b). Phylogenetic relationships of the enigmatic Malesian fern K (Polypodiaceae, Polypodiidae). *Int. J. Plant Sci.*, 165(6): 1077-1087.
- Sharp J. M. & J. A. Jernstend. (1990). Leave grown and phenology in dimorphic herbaceous layer fern *Danaea wedlandii* (Marattiaceae) in Costa Rican rain forest. *Amer. J. Bot.*, 77(8): 1040-1099.
- Smith A. R. (1995). Phylogeographic principles and their use in understanding fern relationships. *J. of Biogeography*, 20(3): 255-264.
- Smith A. R.; K. Hans-Peter; C. H. Haufler; T. A. Ranker & H. Schneider. (2006a). *Serpocaulon* (Polypodiaceae), a new genus segregated from *Polypodium*. *Taxon*, 55 (4): 919-930.

Serpocaulon A.R. SM. (Polypodiaceae L.)

Smith A. R.; K. M. Pryer; E. Schuettpelz; P. Korall; H. Schneider & P. Wolf. (2006b). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55(3): 705-731.

Sota E. R. De La. (1966). Revisión de las especies americanas del grupo "*Polypodium scuamatum* L. (Polypodiaceae s.l.) *Rev. Museo La Plata, Sec. Bot.*, 10: 69-108.

_____. (1982). *La taxonomía y la revolución de las ciencias biológicas*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington D.C. 86p.

_____. (2003). Nueva combinación en *Pleopeltis* (Polypodiaceae). *Hikenia*, 3(45): 195-197.

Steyermark J.; P. E. Berry & B. K. Holst (eds.). (1995). *Flora of the Venezuelan Guayana. Pteridophytes, Spermatophytes, Acanthaceae-Araceae*, 2:1-217.

Story J. W. (2000). The relationships between *Pleopeltis polypodioides* (Polypodiaceae) and associated mosses. *Proc. Okla. Acad. Sci.*, 80: 99-104.

Tryon A. F. (1985). Spores of mirmecophytic ferns. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 86b: 105-110.

Tryon R. M. & R. G. Stolze. (1989). Pteridophyta of Peru. Part II. Pteridaceae-15. Dennstaedtiaceae. *Fieldiana, Bot. n.s.*, 22: 1-128.

_____. (1991). Pteridophyta of Peru. Part IV. Dryopteridaceae. *Fieldiana, Bot. n.s.*, 27: 1-176.

Tryon R. M. & A. F. Tryon. (1982). *Ferns and Allied Plants with Special Reference to Tropical America*. Springer, Berlin.

W³Tropicos. 1993. Nomenclatural Data Base of Missouri Botanical Garden. Abr. 2007 <URL: <http://mobot.mobot.org/W3t/Search/vas.html>>

Zotz, G. & J. L. Andrade. (2002). La ecología y la Fisiología de las epífitas y las Hemiepífitas: Págs.: 271-296. En: Guariguata, M. & G. Kattán, (eds.) *Ecología y Conservación de Bosques*. Cartago, Costa Rica.