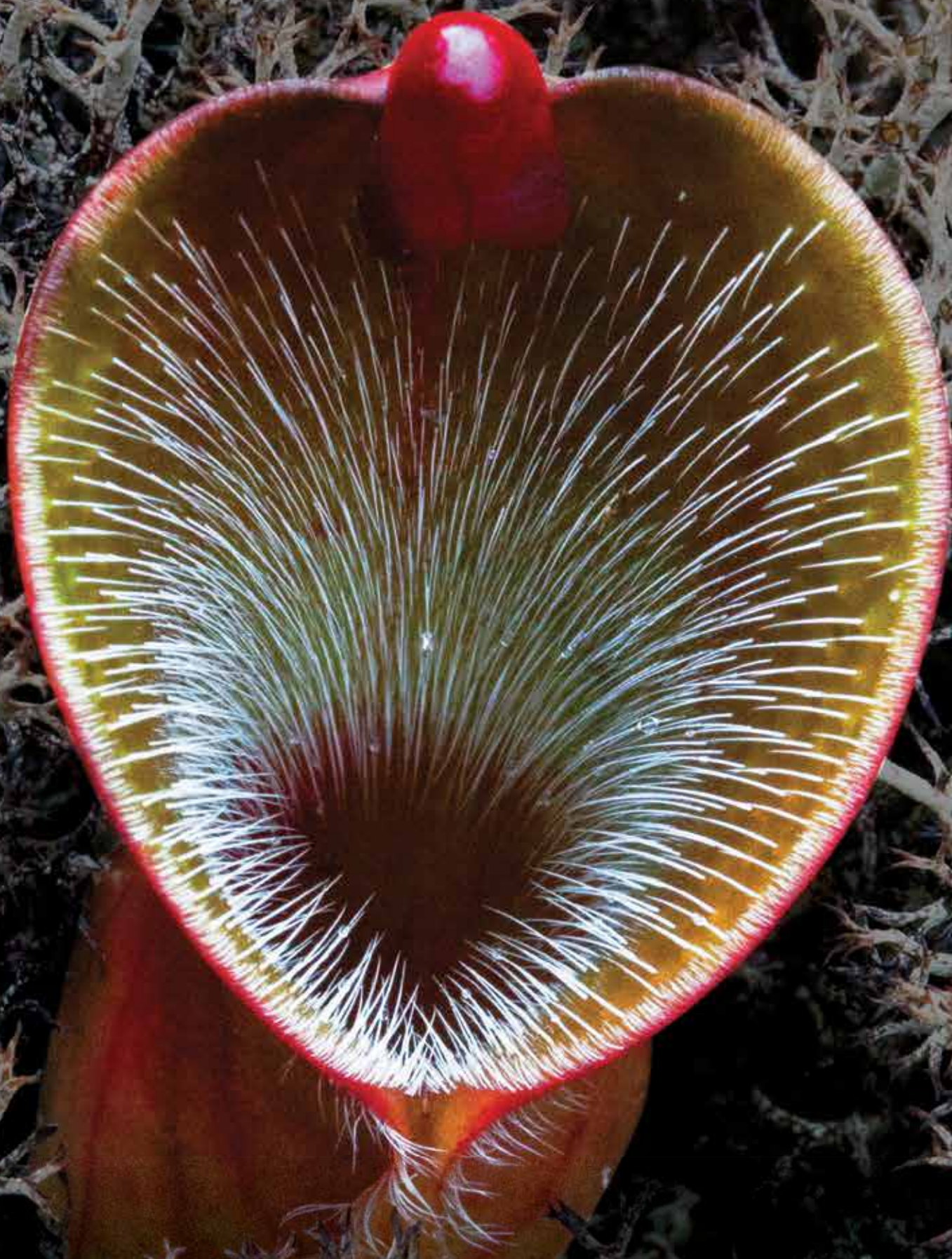


PLANTAS DE LOS TEPUYES



CHARLES BREWER-CARIAS
SOCIEDAD VENEZOLANA DE CIENCIAS NATURALES





Charles Brewer-Carías ha sido el más prolífico explorador de la Guayana venezolana, desde que inició sus expediciones en 1961 y salió a explorar por el río Erebató, donde se quedó a vivir con los indígenas *Maquiritare* hasta aprender su lengua y tomar apuntes sobre su cultura. Esto le permitió publicar en el 2019 un extraordinario libro de enseñanzas y tejidos que tituló "Simbología de la Cestería Ye'kwana". Pero antes, y como resultado de su convivencia con indígenas de la etnia *Yanomamö*, había publicado el libro "Desnudo en la Selva" en el 2013, con el cual informó sobre los recursos alimenticios de subsistencia y supervivencia que estos indígenas encuentran por el piso de la selva. No obstante, dos años antes de eso, publicó en el 2011 el libro "Entrañas del Mundo Perdido", donde relató su experiencia como director de las 12 expediciones con las que se descubrió sobre el tepuy de Chimantá la cueva más extensa de Venezuela y la más larga del mundo en roca cuarcita que ahora lleva su nombre. En su más reciente publicación: "Cronicas del Mundo Perdido" del 2022, describe e ilustra profusamente el desarrollo de las 10 expediciones más importantes de su vida. Aunque, treinta años antes ya había publicado en 1983 un libro mostrando el descubrimiento de las Simas más voluminosas del mundo en la meseta de "Sarisariñama", después de haber publicado en 1978 un par de libros para dar a conocer el "Monte Roraima", así como la "Vegetación del Mundo Perdido". Aunque el más voluminoso de todos resultaría ser un libro de casi 1000 páginas sobre los resultados de la expedición que dirigió al "Cerro de la Neblina" entre 1983 y 1987. En los últimos 60 años Brewer-Carías ha dirigido 247 expediciones en las que se hizo acompañar por 328 técnicos y renombrados científicos que realizaron descubrimientos geográficos, espeleológicos, botánicos, zoológicos etnológicos y antropológicos que han sido documentados en centenares de publicaciones, además de los 18 libros que él ha publicado. Siendo el naturalista y polímata que más lugares ha explorado y más libros haya publicado sobre la Guayana en toda la historia, ahora a los 85 años tiene en mente otros 10 libros que incluyen uno sobre Canaima, otro sobre su vida y otro donde informa sobre su descubrimiento del Lago Parima y El Dorado. Aunque el que considera que el libro más hermoso que haya ilustrado es este sobre "Las Plantas de los Tepuyes", donde comparte con el resto del mundo la belleza y formas de las plantas aún desconocidas que encontró en las mesetas del Mundo Perdido, como nadie lo pudo hacer antes y el cual ha sido editado gracias al interés y al apoyo recibido de la profesora Giselle Petricca, directora de la Sociedad Civil Universidad Santa María, quien además es autora de una de las fotografías sobre las *Heliamphoras*.

Plantas de los Tepuyes

Plantas de los Tepuyes

Charles Brewer-Carias

Miembro de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales

Giselle Petricca

Universidad Santa María



To Charles Brewer-Carias
With great esteem and
admiration for your
zeal and leadership
Julian A Steyermark
22 enero de 1988

To my good friend, Charles Brewer
Carias, whose red blood of adventure
with scientific curiosity, will lead
Venezuela to appreciate its natural
resources, and now,
MEMOIRS starting with the
Meseta de Jaua, will
follow onward the
exploration published
in this volume.
Regards of Julian A. Steyermark
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
August, 1973

To Charles Brewer distinguished
explorer of Venezuela Guayana
MEMOIRS
OF
Bassett Maguire.
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN

Este libro es un reflejo de lo que observé cuando dirigí las expediciones, a las cuales me acompañaron Julian A. Steyermark, Bassett Maguire, Brian Boom, Tom Givnish, William Buck, Francisco Delascio, Javier Mesa, Vicente Marcano, G. C. K. Dunsterville y José Grande-Allende. Los botánicos que mejor conocieron las Tierras Altas de Guayana.

EDITORES:

Giselle Petricca
Charles Brewer-Carias

INVESTIGACIÓN Y TEXTOS:

Charles Brewer-Carias

PRÓLOGO:

Karen Brewer-Carias M.

FOTOGRAFÍA:

©Charles Brewer-Carias
©Fanny de Brewer
©Javier Mesa
©Giselle Petricca

DISEÑO GRÁFICO:

©Pedro Quintero

CORRECCIÓN DE TEXTOS:

Elizabeth Haslam

PREPrensa E IMPRESIÓN:

Altolitho

EJEMPLARES:

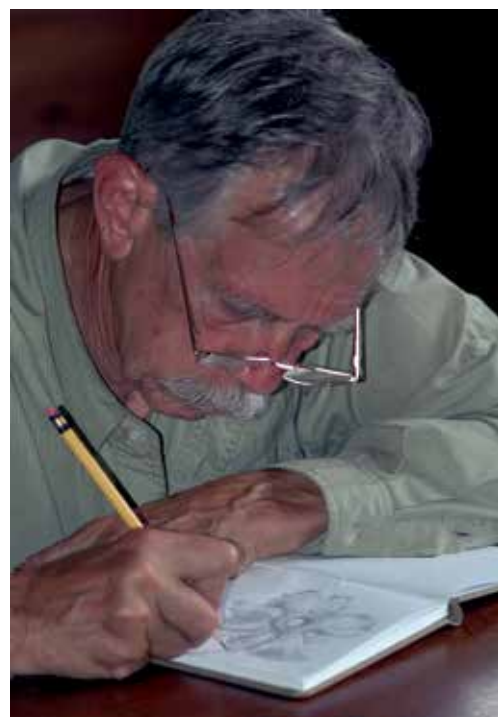
2.000

DEPÓSITO LEGAL

MI2023000327
ISBN 978-980-18-3489-2

Impreso en Venezuela
Printed in Venezuela

©Charles Brewer-Carias, 2023
Todos los derechos reservados
All rights reserved



Contenido

7	Prólogo
13	Presentación
15	Agradecimientos
17	Introducción
27	Endemismo y biodiversidad
37	La <i>Terra incognita</i> de Humboldt y Robert Schomburgk
41	Hasta la cumbre del Roraima
52	Los mejores naturalistas
57	La arena de los tepuyes
62	La clave está en el polen
67	<i>Heliamporas</i> , plantas carnívoras
70	<i>Heliamporas</i> en el Cerro de la Neblina
83	<i>Heliamporas</i> en el Chimantá
109	<i>Heliamporas</i> en el Roraima
119	<i>Heliamporas</i> en el Duida y Huachamacari
125	<i>Heliamporas</i> en el Auyantepui
133	<i>Heliamporas</i> en el Aprada tepui
137	<i>Heliamporas</i> en el Ilu-tepui
143	<i>Heliamporas</i> en el Ptari-tepui
161	<i>Utricularias</i>
179	<i>Droseras</i>
195	Bromelias
213	Bromelias del Auyantepui
221	<i>Navias</i> del Cerro Duida
233	<i>Navias</i> del Cerro Autana y su lago
251	<i>Navias</i> en la Sierra de Lema
256	Otras bromelias
273	<i>Rapateaceas</i>
297	<i>Chimantaeas</i>
321	Orquídeas
361	Helechos
387	Líquenes y algas
409	Las algas
419	Los bioespeleotemas
429	Musgos
441	<i>Orectanthe</i>
457	Bibliografía

Prólogo

CHARLES BREWER-CARIÁS EL EXTRAORDINARIO EXPLORADOR DE EL MUNDO PERDIDO

Mi héroe es el Hombre, el Descubridor.

El mundo que ahora contemplamos desde la literatura occidental -el panorama del tiempo, los continentes y los mares, los cuerpos celestiales y hasta nuestro propio cuerpo, las plantas y los animales, la historia y las sociedades humanas del pasado y del presente- fueron abiertos por innumerables Colonos.

Daniel J. Boorstin, *The Discoverers*

En los anales de la historia han quedado registrados los nombres de algunos de los más conocidos héroes de la exploración y de sus legendarios descubrimientos: en Asia, Roy Chapman Andrews, en África, David Livingstone y en Sur América, Alexander von Humboldt, solo por nombrar algunos. Pero desde mi punto de vista, la historia va a juzgar que desde mediados del siglo XX y a principios del XXI, existió un explorador cuyo nombre pertenece a la misma categoría de los exploradores y descubridores más importantes de todos los tiempos. Los lectores de *Plantas de los Tepuyes*, van a entender por qué, a mí parecer, el autor de este libro es uno de esos exploradores de la categoría de los mencionados.



Cueva de El Fantasma ubicada en la base del Aprada tepui. Hicimos esta primera fotografía cuando Ricardo Cisneros nos invitó para explorarla, resultando una grieta en la montaña. En el agua empozada encontré una rana que resultó una nueva especie para el mundo, y César Barrio-Amoros la puso a mi nombre: *Anomaloglossus breweri*.

Yo conocí a Charles Brewer-Cariás hace cuatro décadas, cuando yo era un joven curador asociado al New York Botanical Garden y fui invitado a participar en una expedición que Charles había organizado para ir al Cerro de la Neblina, un sitio remoto y selvático al sur de Venezuela y en la frontera con Brasil, considerada la montaña más alta de las tierras altas de Guayana y una región conocida como "El Mundo Perdido" para los lectores familiarizados con los escritos de Sir Arthur Conan Doyle. Desde el momento en que empecé la expedición, me di cuenta de inmediato que estaba formando parte de un evento científico extraordinario. Solo participé en dos de las exploraciones, pero en general la expedición del área del Neblina se desarrolló durante cuatro años, 1983-1987. Yo considero que sin duda, este ha sido el esfuerzo para coleccionar especies nuevas más notable de expedición alguna en la historia de las ciencias naturales de todo el mundo. Al tomar en consideración que en esta empresa participaron 145 investigadores de 24 organizaciones



científicas y académicas de 6 países, encargados de 10 disciplinas científicas, los recursos humanos e institucionales dedicados a este esfuerzo no tienen paralelo. También tomando en consideración las decenas de miles de especímenes colectados, los miles de fotografías y los centenares de libretas de campo donde se registró la información en condiciones de gran riesgo físico, dando como resultado que se hayan descrito hasta el momento centenares de especies nuevas, esto representa un caudal de información científica sin precedente y que no ha sido superado desde entonces.

Si solamente se tomara en consideración como logro su liderazgo en las espectacularmente exitosas expediciones al Cerro de la Neblina, él se habría merecido un lugar de honor en la historia de las expediciones científicas. Pero, a lo largo de los últimos sesenta años, él (Charles Brewer-Carías) ha dirigido más de 200 expediciones a este Mundo Perdido, durante las cuales se ha hecho acompañar por más de 250 especialistas representando diversas disciplinas científicas. Y, aunque no es un zoólogo, botánico, geólogo, geógrafo, espeleólogo, o antropólogo, él ha hecho descubrimientos importantes en todos esos campos y ha publicado el resultado de sus descubrimientos en distinguidas publicaciones científicas, como el *American Journal of Physical Anthropology*, *Economic Botany*, *Memoirs of The New York Botanical Garden*. Además de ser el autor de más de quince libros, donde ha expuesto tópicos que van desde la geografía, hasta la vegetación de las Tierras Altas de Guayana, incluidos sus descubrimientos de las simas de hundimiento más voluminosas del mundo en el tepuy Sarisariñama y la caverna más extensa del mundo en roca cuarcita que ahora lleva su nombre, situada a 2.300 ms.n.m. en la cumbre de otro tepuy de cumbre plana llamado "Chimantá".

La tremenda resistencia física y su prodigiosa facilidad lingüística sin dudas ha sido una combinación que le ha ayudado para ser un líder y descubridor tan exitoso; ya que habla siete lenguas, incluida la lengua indígena Ye'kwana del tronco Caribe. Estas cualidades físicas y mentales son las que le han permitido convivir y aprender de los hombres de la selva los principios de supervivencia y subsistencia, que a combinado con su propia investigación y experimentación sobre tecnología aborigen para generar el material y la idea general que encontramos en sus libros *Desnudo en la Selva* y *Simbología de la cestería Ye'kwana*.

Aunque su reciente libro *Plantas de los Tepuyes*, pudiera haber sido el *magnum opus*, la obra cumbre de Charles Brewer-Carías, de entrada sabemos que este no será su último libro; ya que el menos tenemos pendiente un libro que debemos publicar juntos y que dará a conocer lo que descubrimos durante una expedición que Charles dirigió para investigar el uso de las plantas de los indígenas *Yanomamö* del poblado de *Ashidowa-teri* en 1991, el cual obviamente también irá ilustrado con sus excepcionales fotografías.

A pesar de haber pasado seis décadas explorando, las expediciones no son para Charles cosa del pasado, porque su naturaleza es la de ir explorando y descubriendo cosas nuevas por la selva. Centenares de especies nuevas para la ciencia han sido descubiertas en las expediciones que él ha dirigido, incluidas entre estas 29 especies epónimas que han sido nombradas en su honor por los biólogos. Hay muchísimas más especies nuevas que serán descubiertas en las Tierras Altas de la Guayana e igualmente Charles Brewer-Carías continuará su rumbo para ser considerado como uno de los "Colón" más prolíficos, creativos y apasionados de El Mundo Perdido.

Brian M. Boom

*Ph.D., Curator Emeritus, and former Bassett Maguire Curator
of Botany and Vice President for Conservation Strategy,
The New York Botanical Garden
April 2023, New York City*



Presentación

Me produce una gran satisfacción compartir estas imágenes que estarían perdidas para siempre y nadie las habría podido conocer si no se hubiesen salvado del incendio que destruyó completamente mi biblioteca en el 2021, y si no me hubiese empeñado en haber fotografiado las plantas que vi mientras dirigía algunas de las expediciones botánicas más importantes que se hicieron en la historia hacia las cumbres de los tepuyes, y donde estuve acompañado por los botánicos Julian A. Steyermark, Bassett Maguire, Brian M. Boom, G. C. K. Dunsterville, Volkmar Vareschi, Francisco Delascio-Chitty, James Luteyn, Thomas Givnish, William Buck, Javier Mesa, Michal R. Golos, José Grande-Allende y Vicente Marcano; los entomólogos Luis José Joly, Paul Spangler, Jurg de Marmels y Tomás Derka, así como los herpetólogos César Barrio-Amorós, Oswaldo Fuentes y Roy McDiarmid; todos considerados por mí como los más importantes investigadores sobre la biodiversidad que existe en estas montañas de las Tierras Altas de Guayana, del Pantepui y del también llamado «Mundo Perdido», donde, bajo condiciones muy adversas, algunas plantas y animales han logrado especiar y desarrollarse para establecerse exitosamente.

Este libro lo preparé, principalmente, para asombrar, deleitar y estimular la imaginación, y fue concebido gracias a los consejos de mi hija Karen con el propósito de despertar el interés en unas cosas tan distantes y desconocidas como lo han sido hasta ahora las extrañísimas plantas que crecen en las cumbres de estas montañas de cumbre plana y paredes verticales «*porque para que se entienda la necesidad de preservar estas formas de vida hay que conocerlas*» (Karen Brewer-Carías *dixit*).

Sé que en estas imágenes muestro con detalles cosas que nadie pudo ver antes, porque casi la totalidad de los botánicos y otros especialistas que verán este libro-documento no tuvieron la oportunidad de observar con tanto detalle esta vegetación única en el mundo. Así es que este libro servirá para los botánicos que quieran conocer mejor la taxonomía de algunas de estas plantas que los especialistas habrán estudiado en los herbarios y jardines botánicos cuando ya se encontraban secas y prensadas. Sin embargo, a pesar de eso se ha logrado la identificación de la mayoría de ellas, como se puede apreciar por los dibujos a tinta que realizó Bruno Manara para los nueve volúmenes de la *Flora of the Venezuelan Guayana*, publicado por el Missouri Botanical Garden y dirigida por Julian A. Steyermark y aso-

Cuando uno va por la selva o navegando por un río debe detenerse cuando vea una playita formada en los lugares donde llegan las quebradas, porque allí se encuentran las semillas y las frutas de muchos de los árboles que se encuentran río arriba. Uno debe pensar como hacen los garimpeiros, que van analizando los sedimentos que derraman los ríos para encontrar el origen del polvo de oro que ellos puedan extraer. Así, esas semillas y frutas nos permitirán saber que más arriba, por la orilla de esa quebrada, encontraremos las palmas cuyas frutas y nueces vemos en esta mesa, como son las nueces de las palmas de **Seje grande** (*Oeocarpus bataua*), **Seje pequeño** (*Oeocarpus bacaba*) de **Manaca** o **Açai** (*Euterpe oleracea*), de **Cucurito** (*Attalea maripa*), del **Moriche** (*Mauritia flexuosa*) y del **Morichito** (*Mauritiella armata*); o hay por allí árboles que nos servirían como barbasco, es decir, como veneno para pescar, como son la savia del **Jabillo** (*Hura crepitans*) y la cáscara del fruto de la **Parapara** (*Sapindus saponaria*), que también sirve como jabón; o latex para pegar e iluminar como el del **Peramán** (*Moronobea jenmani*) que tiene un fruto en forma de tornillo y la resina del **Tacamajaco** (*Protium decandrum*); o nueces para alimentarnos como las de la **Juvia** o **Nuez del Pará** (*Bertholletia excelsa*), o del arrugado **Almendrón montañero** (*Caryocar nuciferum*), del **Caro caro** u **Orejón** (*Enterolobium cyclocarpum*) y del **Coco de mono grande** (*Lecythis zabucajo*), o nueces que tienen agua limpia en su interior, como las de la palma **Temiche** (*Manicaria saccifera*), o podemos alimentarnos del maloliente arilo de las vainas del **Algarrobo** (*Hymenaea courbaril*). Foto: Fanny de Brewer.

Toda esta información y mucho más, se encuentra explicada en el libro "Desnudo en la Selva" (2013) de Charles Brewer-Carías y Karen.

ciados; así como en las múltiples publicaciones sobre *The Guayana Highland* del New York Botanical Garden que fueron dirigidas por Bassett Maguire y sus colaboradores Brian Boom, William Buck, James Luteyn, John Wurdack y L. B. Smith, entre otros.

Resulta oportuno informar que, gracias a los millares de fotografías que logré salvar, en unos discos duros, del incendio de mi oficina; con el cuarto de millón de imágenes que se encuentran guardadas por la Fundación Cisneros y las imágenes que ha reunido mi compañero de expediciones Javier Mesa, nos hemos dispuesto a organizar con otro formato, una *Guía de Campo Ilustrada* con la cual podamos dar a conocer la vegetación de los tepuyes organizada según su taxonomía y las montañas en donde se encuentran.

Agradecimientos



En primer lugar, debo agradecer la confianza y la compañía que tuve con los 264 investigadores que me acompañaron y publicaron los trabajos que realizaron durante algunas de las 83 expediciones que dirigí a la cumbre de 31 tepuyes y hacia otros lugares de Guayana. Igualmente agradezco a mis hijos María Margarita, Carla, Charles y John, quienes en diversas oportunidades me acompañaron a las expediciones que hicimos para conocer las plantas de los tepuyes y debo un especial reconocimiento al apoyo permanente que me han ofrecido mi entusiasta y dedicada hija Karen, así como mi esposa, Fanny, quien, además de entender de bromelias, me ayudaron a fotografiar muchas plantas.

Un especial agradecimiento debo expresarle a Giselle Petricca, vicerrectora administrativa de la Universidad Santa María, porque, gracias a su amistad y a su visión forjada en la educación, me sugirió que, a pesar de la pérdida que había tenido en el incendio de mi biblioteca, buscara yo algunas de las fotografías que se hubiesen salvado en mis discos duros y preparara un libro para compartir con el mundo esta valiosa información que contenían las imágenes que yo había obtenido durante más de 60 años de expediciones a las cumbres de los tepuyes.

Por otra parte, y aunque en el pasado no lo haya demostrado de manera suficiente por razones de privacidad, fue gracias a los viajes en helicóptero a los que fuimos invitados por Ricardo Cisneros, Patty Cisneros y Gustavo junto con mi esposa e hijos, donde tuve la oportunidad de obtener la mayor parte de las imágenes que muestro en este libro.

Para asistirme en la identificación de las especies de algunas plantas fotografiadas y además facilitarme unas muy buenas imágenes, encontré muy buena disposición del fotógrafo y compañero Javier Mesa, así como por parte de Vicente Marcano, José Grande Allende. Y sobre el apoyo local, me es difícil expresar en pocas palabras la atención permanente que he recibido de mis hermanos Allan, Jimmy y Dennis, de mi sobrino Eric Brewer Leal, de mis primos los médicos Max Ravard y Karin, así como especialmente de Federico Mayoral, Luis Alberto Carnicero, Tony Velásquez, Alberto Blanco, Juan Vicente Carrillo-Batalla y Alfredo Chacón, quienes siempre han mostrado especial interés en asistirme.

Introducción

Para todos los que nos hemos dedicado a explorar las Tierras Altas de Guayana, como llamara Bassett Maguire a las cumbres de estas mesetas con paredes escarpadas, ha sido constante motivo de asombro observar cómo en las montañas que explorábamos, encontrábamos plantas que en montañas cercanas habían evolucionado como especies distintas. Con tales diferencias entre sí, como las que se ha encontrado entre algunas de las plantas que crecen en las islas de la Polinesia o en las Islas Galápagos.

Lo que más influye en ese endemismo y la diversidad que muestran las plantas que se desarrollan en las cumbres de los distintos tepuyes, son condiciones climáticas extremas que permiten compararlas con las que hay en un desierto húmedo, porque las plantas que están en estas montañas se aferran a un suelo ácido formado por arena de cuarzo estéril, donde cualquier nutriente acumulado es lavado de inmediato por las intensas precipitaciones y donde, además de cambios bruscos de temperatura de 7 °C a 42 °C en 4 horas (Kaštovský, 2011), hay una intensa radiación solar debido a la altitud. Por lo que, gracias a muchas mutaciones convenientes, las plantas que encontramos en esas cumbres han logrado prosperar, adoptando formas tan inusuales que, al observar una fotografía en la que haya algunas de estas plantas, aún quedamos unas cuatro personas que podemos identificar de cual tepuy se obtuvo esa imagen.

Sin embargo, hasta hace pocos años no se tenía claro cuáles habían sido los factores climáticos y topográficos que a lo largo de milenios, o de varios centenares de milenios, habían incidido para definir el aspecto, la manera de reproducirse y hasta la vía que emplearon las plantas para migrar y adaptarse a los cambios climáticos que experimentaron durante al menos los cuarenta periodos glaciales e interglaciales que tuvieron lugar durante los últimos dos y medio millones de años, garantizando así su supervivencia y la de los extraños animales que con ellas conviven, protegen y alimentan.

El título Plantas de los Tepuyes suplanta al de Plantas del Mundo Perdido que pensé emplear para este libro y se basaba en la emoción que siempre me ha embargado al encontrar plantas o animales que nadie ha visto antes. Algo parecido a lo que logró Sir Arthur Conan Doyle cuando empleó ese mismo título para su famosa novela de ciencia-ficción y así dar a entender

Drosera roraimae



lo distante y extraño que resultaba el lugar donde la ubicó, después de que cambiara la prosa de la azarosa vida del detective Sherlock Holmes por las sesudas explicaciones que ofrecía el profesor George Challenger sobre la evolución de las especies de plantas y animales que habitaban la cumbre de aquella meseta donde se encontraban los límites de tres países y las fuentes de los tres ríos más importantes de Sudamérica.

Ya yo había empleado el nombre *La Vegetación del Mundo Perdido* como el título de otro libro que publiqué en 1978, donde mostré imágenes de algunas de las plantas que fotografié durante la expedición que organicé en 1970 al Cerro de la Neblina (número 47 en el mapa) y las que realicé después con el apoyo de CODESUR en 1977 y 1978 con el propósito de coleccionar plantas y animales en el *Auyantepui* (26), el *Kukenam* (36), el *Ptari-tepui* (32), el *Aprada-tepui* (27), el *Ilu-tepui* (34) y el *Yuruaní-tepui* (35) que nadie había visitado antes.



Durante aquellas expediciones pioneras estuve acompañado por los botánicos Julian A. Steyermark, Víctor Carreño, Francisco Delascio-Chitty y Volkmar Vareschi, el orquideólogo G. C. K. Dunsterville, el geólogo Santosh Kumar Ghosh, el herpetólogo Roy McDiarmid del Smithsonian, el biólogo Leopoldo García Berrizbeitia y el entomólogo Luis José Joly del Museo del Instituto de Zoología Agrícola (MIZA), quienes después publicaron sus múltiples descubrimientos en revistas especializadas.

De izq. a der. Santosh K. Ghosh, Francisco Delascio, Prof. Volkmar Vareschi (de pie), Leopoldo García-Berrizbeitia, Charles Brewer-Carías, Edgar Cherubini Lecuna y Roy McDiarmid. Cumbre del tepuy *Kukenam* (36). Enero 1977.



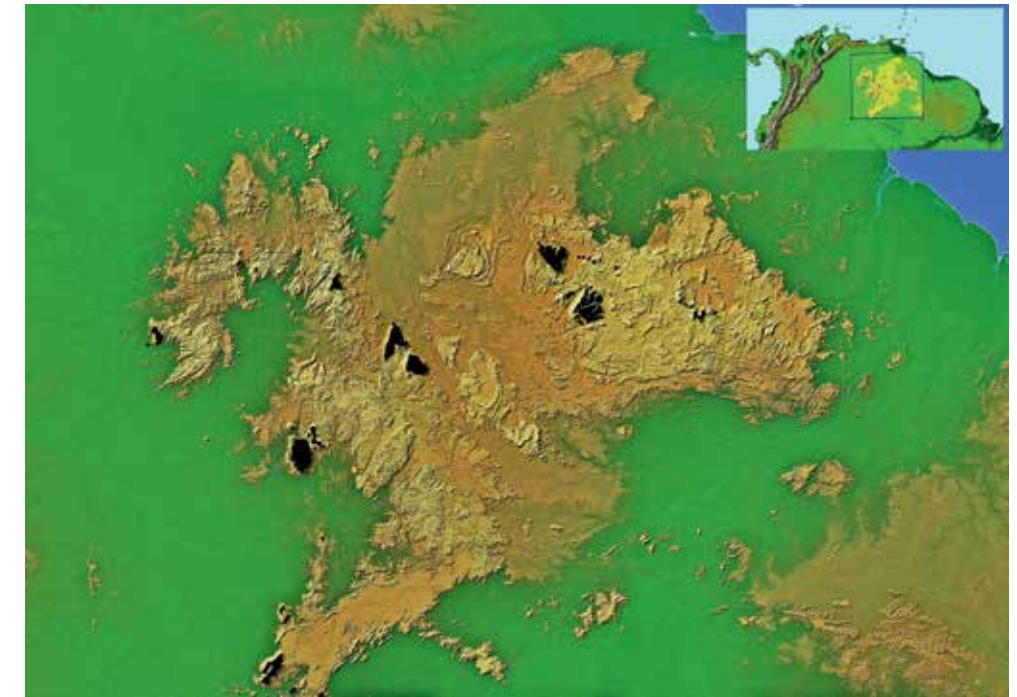
En esta marisma del *Kukenam tepui*, se pueden apreciar hacia el fondo los abanicos de la *Stegolepis guianensis* en la base de la pared. También podemos observar una *Heliamphora nutans* del lado derecho y varias rosetas espinosas de la *Orectanthe sceptrum*, acompañadas en el primer plano por las pequeñas motas rojas de la *Drosera roraimae* junto a los pequeños abanicos de unas *Xyris* sp. Todas consideradas plantas endémicas. Buena parte del polen que están produciendo estas plantas caerá al agua y formará parte de la turba que se ha estado acumulando en el fondo de la marisma; por lo que en un futuro remoto se podrá saber cuáles plantas se encontraban reunidas en este lugar, durante este siglo en el que las observamos.

Por otra parte, también pude haber elegido para este libro el título *Plantas de las Islas en el Tiempo*, ya que al salir del interior de la Sima Mayor de Sariariñama en 1974 (14), comprendí mejor cómo el aislamiento durante millones de años había influido sobre la especiación de las plantas de los tepuyes (Brewer-Carías, 1974). Aunque al conocer mejor la dinámica que determina la evolución de los organismos y compartido con Otto Huber el resultado de mis investigaciones, me di cuenta de que con el título *Plantas de los Tepuyes* podría mostrar con imágenes, el lugar y el efecto que ha provocado en las plantas la ausencia de nutrientes en el suelo, la radiación solar, las lluvias intensas y los cambios diarios de temperatura locales, así como los cambios de temperatura globales y periódicos que ocurrieron cada cuarenta milenios aproximadamente, y que obligó a algunas plantas sensibles a migrar y ubicarse en franjas altitudinales donde encontrarán la temperatura que les fuera apropiada durante aquellos largos períodos glaciales e interglaciales. Por lo que en las muestras de polen que se ha obtenido en algunas de las ácidas turberas que yacen en el fondo de las frías marismas que hay en la cumbre de algunos tepuyes, se ha intentado conocer, en parte, la manera como los alrededores de estas lagunas, que permanecen en una cota altitudinal fija, estuvieron brevemente colonizadas por algunas especies de plantas tepuyanas mientras se movilizaban hacia arriba o hacia abajo, para así ubicarse en la cota altitudinal donde la temperatura fuera para ellas, la más conveniente para su desarrollo.

De las plantas maravillosas que mostraré en esta publicación, hay muchísimas que le resultarán completamente desconocidas, incluso a cualquier botánico que no haya visitado esas cumbres, y en donde se han encontrado hasta el momento 885 plantas que son especies endémicas y distintas a las que crecen en cualquier otro lugar del planeta y que constituyen una tercera parte (34 %) del total de las 2579 especies que se han identificado en la región que ahora se considera como la *Provincia biogeográfica del PANTEPUI*. (Riina, Berry, Huber y Michelangeli. p.125 (2019))

Para entender bien la importancia de la idea de esta Provincia Biogeográfica y conocer cómo se adaptaron y establecieron las diferentes manifestaciones de la vida en las cumbres de esas maravillosas mesetas que hay en Guayana, se pueden repasar algunos trabajos en los que se presentó esta idea; tal como la investigación inicial de Mayr y Phelps (1967), donde definieron como *Pantepui* la región de los tepuyes en la que vivían los pájaros que ellos estudiaron. Algo que fue mejor explicado en 1986 por nuestro compañero de expediciones Julian Steyermark, aunque el concepto quedó mejor definido después que nuestro amigo Otto Huber (1987) incorporara a esta definición el clima, así como la vegetación que se encuentra en esa Provincia fitogeográfica, empleando para ello criterios geográficos, topográficos, florísticos, climáticos, geológicos y ecológicos (1994). Algo que ha sido explicado recientemente con mayor detalle en la versada publicación *Biodiversity of Pantepui* editada por Rull, Vegas-Villarrúbia, Huber y Señaris (2019).

Así, el lugar del PANTEPUI, entendido como una «Provincia Biogeográfica», comprende las cumbres de algunas montañas o tepuyes formados principalmente de areniscas y cuarcita, que se ubican entre los 1500 y 3000 metros sobre el nivel del mar en la región de Guayana al norte de Sudamérica, por lo que las secciones pertenecientes a esta provincia biogeográfica se encuentran separadas entre sí, pero relacionadas, como un archipiélago en medio de un mar de nubes. Pero, además se consideró de interés comprender la influencia que tuvo sobre la vegetación del Pantepui los cambios de temperatura que hubo a lo largo de los 17 ciclos glaciares y 17 ciclos interglaciares que ocurrieron durante el Pleistoceno, es decir entre 2.58 millones de años y hasta hace 11.700 años aproximadamente, que fue cuando terminó el último período glacial y donde, hace unos 21.000 años (*Last Glacial Maximum*) la temperatura promedio en la Tierra fue equivalente a unos 6 grados



centígrados más baja que el promedio global que tenemos en la actualidad (Seltzer Alan et al. 2021)

Fue entonces, y de acuerdo a la *Tasa de lapso adiabático* que corresponde a los cambios de temperatura que sufre una parcela de aire por compresión o expansión, equivalente a una disminución en 9.8 grados de la temperatura del aire por cada 1000 m de altitud. Por lo que tomando en consideración los 6 grados de más de temperatura que hay ahora con respecto a la que hubo hace 21.000 años durante el *Lapso Glacial Máximo* (Alan M. Seltzer et al. 2021), se estima que algunas plantas más sensibles y con afinidad por el frío, fueron ascendiendo y ocupando cotas altitudinales de mayor altura para alcanzar la cota de nivel cuya temperatura les resultara más apropiada para su desarrollo. Esto ha permitido estimar que durante el *Lapso Glacial Máximo* esas plantas más sensibles se encontraban más abajo y a una altitud que en la actualidad corresponde aproximadamente a la base de todos los tepuyes (Rull y Vilarrúbia p. 55-67. 2019). Un evento que puso a esas plantas en contacto con una amplísima región por donde pudo haber ocurrido la migración que nos permite entender cómo, algunos de estos géneros de plantas endémicos como las *Heliamporas* que veremos más adelante y se encuentran exitosamente distribuidos y representados por especies diferentes en muchos de los tepuyes que hay en Guayana.

De esta manera, las plantas del género *Stegolepys* con forma de abanico, las bromelias del género *Navia* con forma de rosetas y las plantas carnívoras del género *Heliampora* con forma de copas que viven en la actualidad en las cotas más altas de los tepuyes (aprox. entre 2300 y 3000 m s. n. m.) se vieron en la necesidad de descender durante el último período glacial y reproducirse a lo largo de esos grandes trechos ubicados en la base de los tepuyes, que en algunos casos se encuentran separados entre sí por centenares de kilómetros, como se estima que ocurrió con algunos géneros de plantas que se

En color negro, el área del Pantepui ubicada por encima de los 1500 m s. n. m. en la actualidad. Con el color beige se muestra el área que se encuentra en promedio 1000 y 1500 metros sobre el nivel del mar, y se estima que esa superficie sirvió de corredor para que las especies más sensibles al frío se distribuyeran por toda esa región cuando hace 21.000 años había un promedio de seis grados menos de temperatura que la que hay en la actualidad. Las tierras por debajo de los 1000 m s. n. m. se muestran de color verde (modificado de Rull y Vegas-Villarrúbia, 2019, p. 59).



La *Heliamphora heterodoxa* se encuentra adaptada a 1200 m s. n. m., en una sabana ubicada en la *Sierra de Lema* (33) cerca de la base del *Ptari-tepui* (32), donde se adaptó a esta altitud después de descender y alcanzar esa altitud durante alguno de los períodos glaciales.

Karen Brewer-Carías atiende a la explicación de Stewart McPherson sobre la presencia de la *Heliamphora heterodoxa* en una sabana situada a 1200 m s. n. m. en la *Sierra de Lema*, hasta donde esta planta descendió y quedó rezagada para establecerse como una especie distinta, probablemente durante el último período glacial.

encuentran ahora en la cumbre del monte *Roraima* (37) y del macizo de *Chimantá* (29) ubicados en el norte de la Guayana, donde hay especies de plantas endémicas parecidas a las que encontramos en 1970 en la cumbre del *Cerro de la Neblina* (48), ubicado en el extremo sur del mapa que mostramos (también en la solapa) y a 800 kilómetros del *Roraima* y del *Chimantá*.

El resultado de estas migraciones fue lo que pudieron apreciar Steyermark y Dunsterville cuando estudiaron la vegetación que encontraron por las pendientes el cerro *Guaiquinima* (17), que es el tepuy de mayores dimensiones y se encuentra ubicado al oeste del *Auyantepui* (26) (Steyermark y Dunsterville, 1980). Algo que Valentí Rull y otros también han podido apreciar, al revisar el polen que han encontrado a diferentes profundidades en las marismas de varios tepuyes (Rull, 2004; Rull et al., 2019, p. 33), incluido el *Churi-tepui* (29) en el macizo *Chimantá*, que es donde se encuentra la *Cueva Charles Brewer* y a la que hemos organizado hasta ahora nueve expediciones para realizar estudios espeleológicos, botánicos y herpetológicos.

Pero esta movilización de las plantas durante las glaciaciones también ocurrió a la inversa durante los períodos interglaciales, los cuales fueron más calientes y parecidos al período en el que nos encontramos en la actualidad; por lo que las plantas adaptadas al frío se vieron obligadas a subir hasta cotas de mayor altitud para así continuar disfrutando de temperaturas más frescas. Algo que ocurre en la actualidad con la vegetación en los Alpes, donde se advirtió que las plantas han estado ascendiendo y persiguiendo el borde helado de los glaciares que se han ido derritiendo y encogiéndose. Un proceso que también está ocurriendo en los Andes venezolanos, como lo pude comprobar casualmente al ver un video que realizó mi hijo John cuando escalaba el pico Humboldt de la Sierra Nevada de Mérida en abril del 2022, y pude allí apreciar cómo las plantas que vi enraizadas hace 66 años (1956) en el borde del glacial del pico Humboldt, ubicado entonces cerca de la «Laguna del Suero», ahora se encontraban creciendo a mayor altitud y arraigadas en el espacio que antes estuvo cubierto por el glaciar, porque en la actualidad esas plantas se encuentran persiguiendo el frío del hielo que se encuentra en franco y acelerado retroceso.

Como el desplazamiento de la vegetación durante el período interglacial en el que vivimos se ha documentado bien en los Alpes, ello ha permitido



estimar que para el año 2100 habrá un aumento de 2 a 4 grados de temperatura; por lo que en el *Pantepui* este incremento de la temperatura va a poner en riesgo de desaparecer a una buena parte de la vegetación que ocupa en la actualidad las partes más altas del *Chimantá* (30), del *Ptari-tepui* (32) y del *Roraima* (37), porque, de acuerdo a ese lapso adiabático que, como dijimos, corresponde a 0,6° por cada 100 metros de desnivel, las plantas sensibles que así lo requieren, como son las de los géneros *Chimantaea* y *Heliamphora*, entre otras, se estima que antes del año 2100 se verán obligadas a efectuar un ascenso paulatino de entre 500 a 700 metros en desnivel, para alcanzar una cota de mayor altitud que ofrezca la frescura equivalente a la que disfrutaban en la actualidad (Safont *et al.*, 2016). Pero estas plantas se estima que desaparecerán, debido a que en esas cumbres lo que queda por encima es el cielo y porque no encontrarán pendientes por las cuales habrían podido ascender para disfrutar de esos 2 a 4 grados de menor temperatura.

De adelante hacia atrás y de Sureste a Noroeste se aprecian los tepuyes *Amurí*, *Toronó* y *Agparamán*. Al fondo el *Apakará tepui*. Todos estos forman parte del macizo del *Chimantá* (30) con cumbres que alcanzan 2650 m s. n. m.

La variación del aspecto del nectario se ha desarrollado de diferentes formas, debido a la hibridación entre la *Heliamphora sarracenioides* y la *Heliamphora pupurascens* que crecen a 2400 m s. n. m. en la cumbre del *Ptari-tepui*, y cuya existencia estará comprometida por el aumento de temperatura que se estima para el final de este siglo.



La situación de esas plantas tepuyananas al borde de la extinción, ha sido comentada y publicada por varios investigadores (Rull, Nongué, Safont y Vegas-Villarrúbia, 2019, cap. 17, pp. 408 y 411; Vegas-Villarrúbia, Nogué y Rull, 2012. «Global warming, habitat shifts and potential refugia for biodiversity



conservation in the neotropical Guayana Highlands». *Biol. Conserv.* 152, 159, 168). Así como por Safont *et al.* (2016) y también Michal R. Golos, Wistuba y Stewart McPherson (2011); quienes consideran que guardando las semillas en un banco, o replicando y vendiendo las semillas de las diversas especies de las *Heliampora* que ellos ya están cultivando, ese género planta endémicas tendría garantizada su supervivencia.

La extinción completa de las plantas que se encuentren en la cumbre de algunas montañas de Guayana para el año 2100 se ha estimado completa (100 %) en algunos tepuyes como el *Guaiquinima* (17), *Sipapo* (1) y *Huachamacari* (5); y aunque se estima que *Sarisariñama* (14) perdería el 95 % de sus plantas endémicas, se estima que por su altitud el *Marahuaka* (6) y el *Chimantá* (30) perderían la menor cantidad, quedando con el 63 % y el 57 % de sus plantas, respectivamente; por lo que se considera que estos dos tepuyes pudiesen ser lugares apropiados para replantar de manera controlada algunas de las especies que se ha estimado desaparecerán en sus lugares de origen (Rull, Nongué, Safont y Vegas-Villarrúbia, cap. 17, pp. 408 y 411).

No obstante, y pensando como un habitante local debido a mi experiencia andina en los páramos, donde en la actualidad se cultivan papas, zanahorias y ajos a la misma altitud en que crecen las *Heliamporas* y las *Chimataeas*, no veo inconveniente alguno en cultivarlas en ambientes cerrados, o al igual como lo sugiere Rull, que aquí en los Andes venezolanos se podría establecer una estación de control y propagación de especies tepuyananas en franco peligro de desaparición, como ocurrirá con las varias especies de Chimantea (*Asteraceae*); ya que estas plantas que sobreviven en las cumbres de mayor altura del tepuy *Chimantá* (30) no tienen la posibilidad de ascender más evadiendo el calor, porque no hay pendientes; así es que, cultivando estas especies de *Chimanteas* en algunas parcelas experimen-

Acompañado por Otto Huber y Ernesto Medina atendimos en Puerto Ayacucho al príncipe Charles de Inglaterra, el 23 de febrero de 1989, y después, el 17 de febrero del 2001 fuimos invitados por Gustavo Cisneros y Patty Phelps, para que acompañamos al presidente George Bush hasta el lago Leopoldo o lago *Paraka-Wachoi* cerca del cerro *Autana*. Ambos estaban interesados en la biodiversidad de los tepuyes.

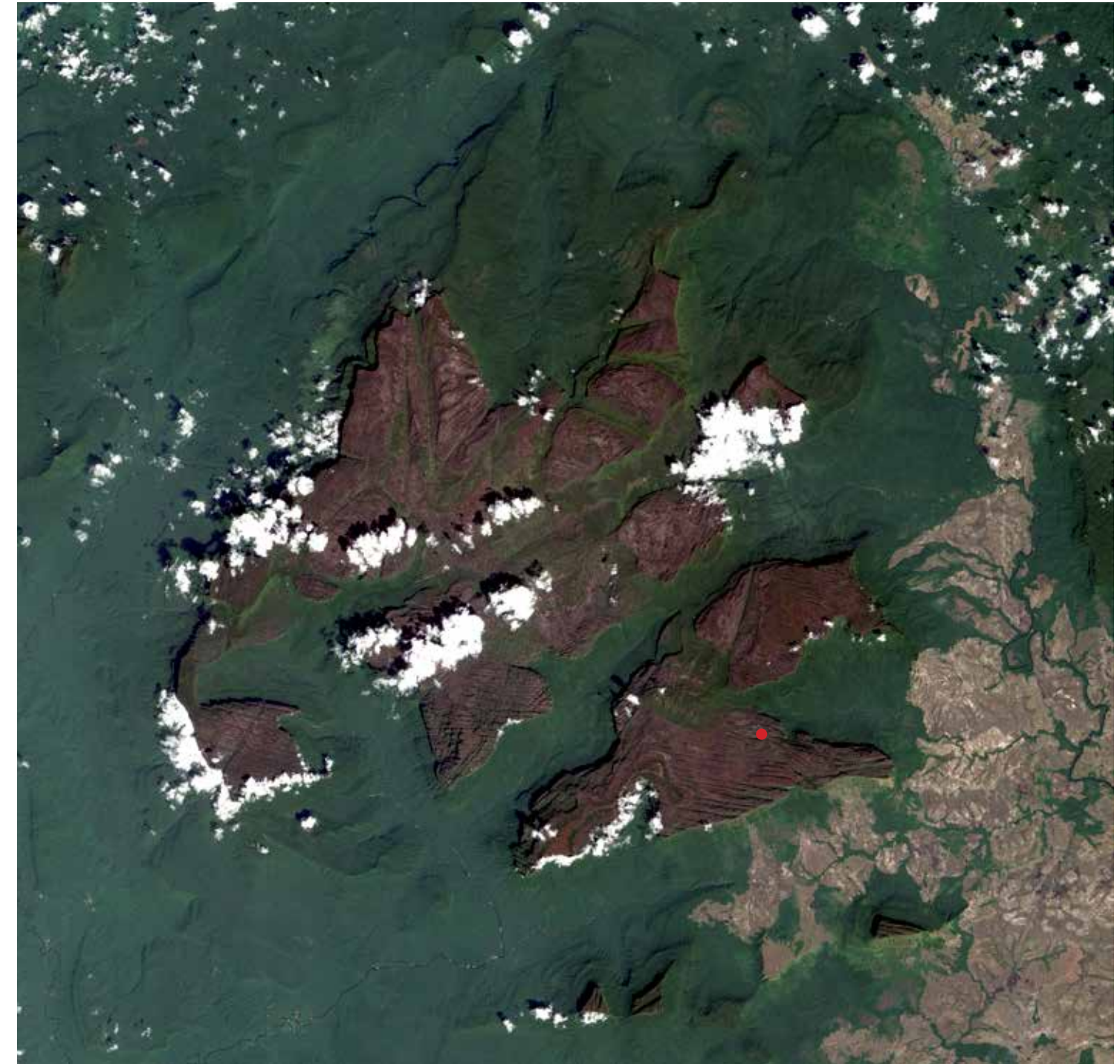


Foto satelital del macizo de Chimantá (30) donde se puede apreciar la ubicación de los 10 tepuyes que lo forman y se elevan hasta 2400 y 2650 m s. n. m. Abajo en el centro, las cumbres de los tepuyes *Amurí*, *Toronó* y *Agparamán* y *Apakará* de la imagen que mostré antes. Arriba a la izq., el *Aprada tepui* (27), en cuya base se encuentra una garganta que bauticé como «La Cueva de El Fantasma» (27) (Barrio-Amorós, 2006). El punto rojo en el *Churi-tepui* (29) es el lugar de la boca *Muchimuk* (29), por donde emerge hacia el norte la Cueva de cuarcita más extensa y larga del mundo que descubrí en el 2004 y fuera bautizada con mi nombre.

tales ubicadas en las laderas altas de los Andes, con pendientes que les permitan acceder sobre los 3000 m s. n. m., se podría garantizar la permanencia de esas plantas extraordinarias para la posteridad. Así es que debido a esta curiosidad personal, mostraré a las *Chimataeas* en el primer capítulo sobre las plantas.

De manera inversa, ocurrirá que en los tepuyes completamente aislados y escarpados, como es el caso del mismo *Ptari-tepui* (32), del Cerro *Autana* (2) y del *Roraima* (27), sus cumbres quedarán desiertas en el próximo período glacial; porque las plantas más sensibles al frío descenderán hacia un ambiente más cálido para encontrar allí una cota altitudinal apropiada para sobrevivir. Pero, en un nuevo período interglacial que se estima ocurrirá dentro de 40.000 o 100.000 años, nuevas especies de plantas aparecerán y subirán, o sus semillas serán transportadas por el viento y serán colonizadas de nuevo las cumbres de esas montañas (Rull *et al.*, 2019, cap. I, pp. 19-21).

Endemismo y biodiversidad



Aunque se continúan encontrando especies nuevas durante cualquier expedición botánica o herpetológica que explore la cumbre de los tepuyes, el botánico Julian Steyermark, quien me acompañó en muchas expediciones, estableció que, si bien después de la expedición de im Thurn a la cumbre del Roraima en 1884 se consideró que el 90 % de las plantas que se colectaron eran exclusivas de esa montaña; a medida que se fueron explorando los demás tepuyes, se estableció que hasta el momento hay 885 especies endémicas de las 2579 especies conocidas (34 %) (Riina Ricarda, Paul E. Berry, Otto Huber and Fabian A. Michelangeli, en: Rull et al., 2019) y que, como podemos apreciar con algunas plantas que nuestro en esta publicación; en esas cumbres al parecer continúan apareciendo especies nuevas exclusivas del Pantepui.

El origen de este endemismo que se ha encontrado especialmente por encima de los 1500 m de altitud en los tepuyes de Guayana, se debe a la *especiación* resultante de las mutaciones que han favorecido a algunas plantas que se habrían originado en esas montañas, en las tierras bajas circundantes, en los Andes, o en otras regiones tropicales. Pero ha sido en la región del Pantepui, donde algunas de esas plantas experimentaron continuas migraciones de ascenso y descenso en altitud, mientras se ubicaban en las cotas de nivel y temperatura más apropiadas para su desarrollo, a lo largo de los numerosos intervalos glaciales e interglaciales que tuvieron lugar en el planeta debido a los *ciclos de Milankovitch*, que identifican a ciertas variaciones cíclicas de la órbita de la Tierra y su orientación hacia el sol; lo cual afecta la cantidad de energía que absorbe el planeta e incide sobre la formación de hielo. Estos ciclos glaciales se han repetido cuarenta veces en los últimos 2,5 millones de años; por lo que algunas plantas sensibles, como ya mencionamos, se vieron obligadas a subir hacia cotas de nivel más altas cuando había calor, o descender durante los períodos glaciales, además de superar el aislamiento debido a derrumbes, a las condiciones de suelos muy pobres en nutrientes, a la radiación solar y a las lluvias torrenciales que lavaban cualquier elemento nutritivo. Como resultado, las plantas que viven actualmente en las cumbres y otros lugares dentro del rango de 1300 a 3000 m s. n. m., que define la región del Pantepui; tienen aspectos y adaptaciones sumamente interesantes que les permiten competir y mantener su posición en esos lugares y en contra de las probabilidades; porque son los que les resultan los más propicios para su desarrollo, como es el caso de esta agrupación de plantas endémicas del Pantepui que



Aquí, la cumbre del monte *Kukenam* o *Mataui-tepui* y de todos los otros tepuyes lucen de color oscuro, debido a las algas cianofíceas que cubren todas las rocas expuestas. En algunos lugares, donde la lluvia no logra arrancar todo vestigio de mineral o material orgánico, se ven plantas de la familia *Rapateaceae*, *Bromeliaceae*, *Xyridaceae* y otras que se han adaptado a este ambiente extremadamente hostil, considerado como un desierto húmedo. El *Ilu-tepui* cubre el horizonte norte. A la izq., el breve *Karaurín tepui*, y al centro el picacho *Wadakapiapué-tepui* que recuerda a los indígenas Pemón el lugar donde se inició el gran diluvio cuando, debido a la avaricia, los hombres cortaron un gran plátano que ofrecía todos los frutos del mundo. Foto: Javier Mesa.



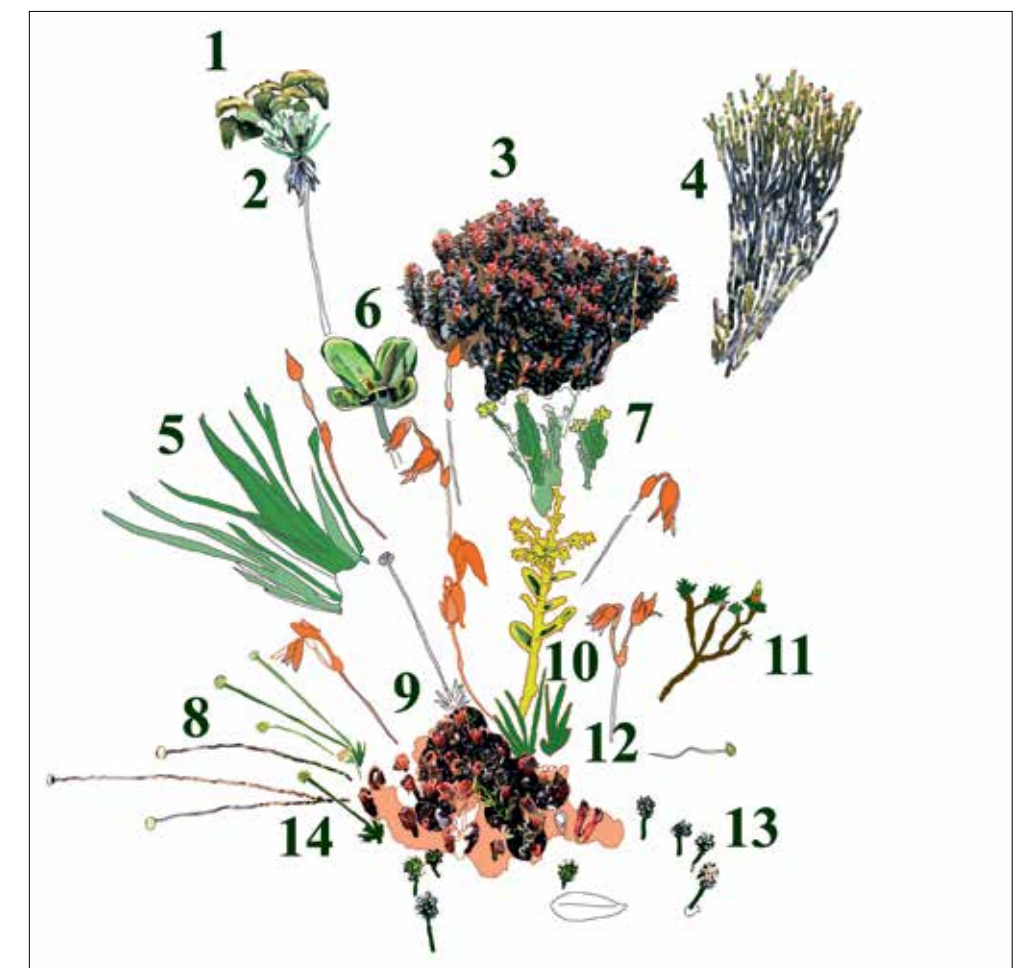
En este espacio de 75 cm de ancho, que observé el 23 de febrero de 1978 en la cumbre del *Eruoda-tepui* (28) del extremo noreste del macizo del Chimantá, como competían más de catorce especies de plantas endémicas de los tepuyes, que en las siguientes páginas he organizado según su número y presento identificadas individualmente.

muestro a en esta página, y donde se aprecian en gran competencia a 14 especies distintas que hay allí y que fotografié en la cumbre del *Eruoda-tepui* (28) del extremo noreste del macizo del Chimantá el 23 de febrero de 1978, mientras estuve acompañado por Julian Steyermark, Víctor Carreño, G. C. K. Dunsterville, Nora Dunsterville, Roy McDiarmid, Edgar Cherubini y Luis José Joly.



Este mapa de la vegetación permite entender la biodiversidad y el endemismo de catorce plantas que identifiqué compitiendo por lograr un estrecho espacio al borde de una pequeña marisma en la cumbre del *Eruoda-tepui* en el extremo norte del macizo Chimantá (28).

1. *Macairea cardonae*
2. *Aphanocarpus steyermarkii*
3. *Bonetia roraimae*
4. *Ledothamnus guyanensis*
5. *Stegolepis ligulata*
6. *Chimantaea cinerea*
7. *Ledothamnus luteus*
8. *Paepalanthus fraternis*
9. *Heliamphora pulchella*
10. *Epidendrum dendrobioides*
11. *Stomatochaeta condensata*
12. *Xyris bicephala*
13. *Tepuia tatei*
14. *Drosera roraimae*





1



4

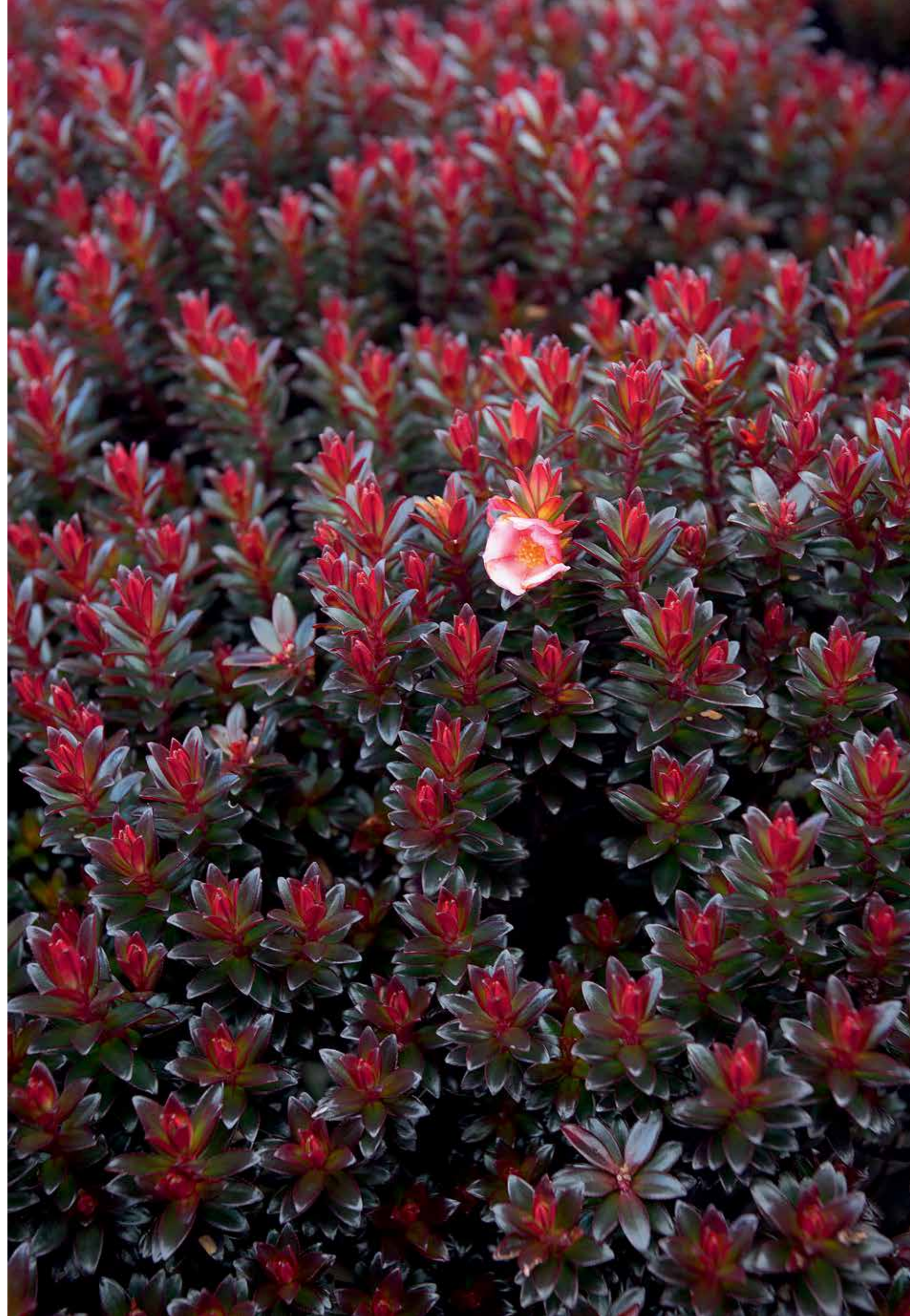


5



2

1. *Macairea cardonae*
2. *Aphanocarpus steyermarkii*
3. *Bonetia roraimae* (página siguiente)
4. *Ledothamnus guyanensis*
5. Hojas entorchadas de la *Stegolepis ligulata*. Una *Rapateaceae* endémica del Chimanta.





7



10



8



6



9

- 6. *Chimantaea cinerea*,
endémica del Chimantá
- 7. *Ledothamnus luteus*,
endémica del Chimantá
- 8. *Paepelanthus fraternus*
- 9. *Heliamphora pulchella*,
endémica del Chimantá
- 10. *Epidendrum dendrobioides*
- 11. *Stomatochaeta condensata*
(página siguiente)



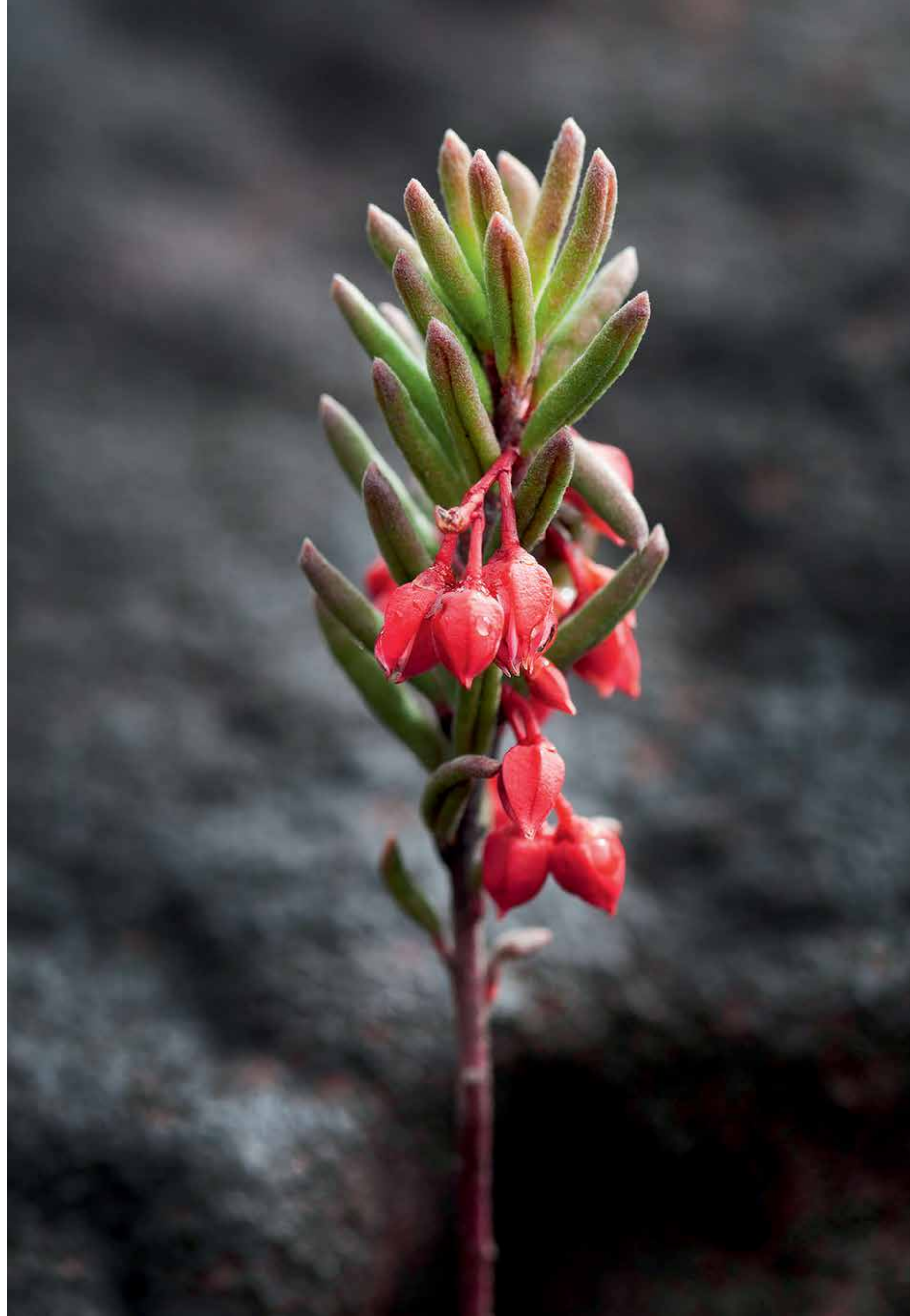


12

14



12. *Xyris bicephala*
 13. *Tepuia tatei* (página siguiente)
 14. *Drosera rorimae*, probablemente.





La Terra Incognita de Humboldt y Robert Schomburgk

Empiezo por explicar cómo un extraordinario explorador inglés, pero de origen alemán, llamado Robert H. Schomburgk, fue quien descubrió el primer tepuy durante una expedición que dirigió para investigar si era verdad la existencia de un gran lago salado llamado «Parima», que había aparecido impreso en todos los mapas de Sudamérica durante más de doscientos cincuenta años, a partir de que Walter Raleigh lo mencionara en 1596, en su libro *The Discoverie*, y que su forma y ubicación fueran después dadas a conocer mundialmente, aunque de manera ilegal, por Jodocus Hondius y Teodoro De Bry en 1598 y 1599, respectivamente. Pero, debido principalmente a un mapa mostrando este lago que fuera publicado por el misionero fray Filipo Salvatore Gilij, apenas 18 años antes de que Humboldt llegara hasta la sabana de La Esmeralda en el Alto Orinoco, fue la razón por la que este famoso naturalista le propusiera al cartógrafo Robert Schomburgk, que durante la expedición que en 1835 se disponía a realizar por el norte de la Amazonía hasta el cerro Duida, tuviera cuidado en registrar por medio de coordenadas celestiales lo que encontrara a su paso por aquella «Terra Incognita».

Debido a aquella inquietud de Humboldt, en 1835, la *Royal Geographical Society* encargó a Robert H. Schomburgk para que fuera a explorar esa *Terra Incognita*; resultando esta una expedición sin paralelo en la historia, donde este cartógrafo incomparable atravesaría más de cuatro mil kilómetros de



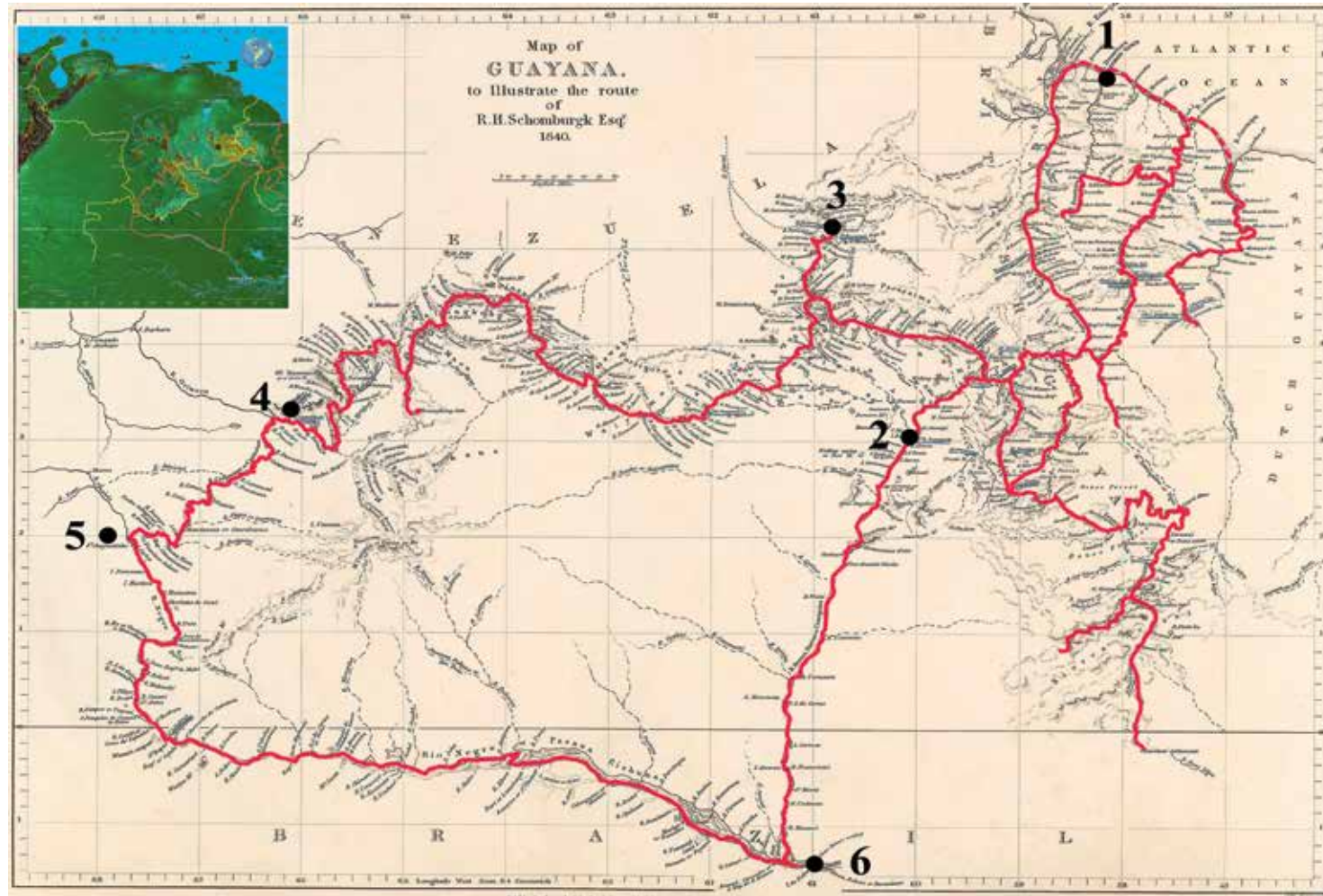
Sir Robert Schomburgk de 36 años, al regresar de su expedición en 1840.

El lago Parima en *America Meridionalis* fue impreso en 1630 por Henricus Hondius, hijo de Jodocus Hondius, quien fuera el primero que en 1598 publicó este lago en un mapa. (Image ©Pinterest).

PÁGINA ANTERIOR:

Debido a una casualidad, porque el cartógrafo que hizo este mapa no estuvo en Sudamérica, a Louis Stanislas D'Arcy Delarochette se le ocurrió casualmente en 1823 dibujar al río Siapa originándose en el lago Parima; cosa que confirmé en el año 2022.





Mapa de las expediciones realizadas por Sir Robert Schomburgk entre 1836 y 1839 con el propósito de ver si encontraba por allí el lago Parima que hasta entonces se había incorporado en todos los mapas de Sudamérica, así como en el mapa que en 1782 había dibujado pocos años antes de ese viaje el misionero Filippo Salvatore Gilij, quien había vivido durante 18 años por el río Orinoco.

1. Georgetown.
2. Forte São Joaquim en el río Branco o Parima.
3. Monte Roraima.
4. La Esmeralda y cerro Duida.
5. Confluencia del Casiquiare con el río Guainía para formar el río Negro.
6. Moura o Pedrero en la confluencia del río Branco con el Río Negro, lugar este desde donde Schomburgk se regresa al fuerte São Joaquim en 1839 (Schomburgk, 1840).

selva y ríos para alcanzar, guiado solo por observaciones astronómicas, la posición que Humboldt había registrado treinta y nueve años antes en la base del cerro Duida. Pero, además, Schomburgk fue extremadamente metódico en esta expedición, y a lo largo de su viaje fue tomando notas sobre la geografía, ríos, etnias, así como de plantas y peces; además de realizar triangulaciones, registros barométricos y de temperatura que le permitieron conocer las alturas de las montañas desconocidas por donde iba pasando. Ubicando así más de un millar de lugares geográficos, ríos, pueblos y etnias que nadie había conocido antes.

Las expediciones de Schomburgk se iniciaron en Georgetown en 1836 y, después de explorar los ríos Corentyn, Berbice y las cabeceras del río Esequibo, por donde el misionero Gilij sugería la existencia del lago Parima, se fue hasta el fuerte São Joaquim en la confluencia del río *Takutu* con el río *Parima* o río *Branco*, desde donde partió el 27 de septiembre de 1838 hacia el oeste, para llegar hasta la sabana de La Esmeralda en la base del cerro Duida, atravesando a su paso selvas, ríos y montañas por lugares absolutamente desconocidos hasta entonces y donde no menos 50 cartógrafos habían ubicado al lago Parima después de que este fuera presentado por primera vez en un mapa grabado por Jodocus Hondius en 1598 así como por Theodor De Bry en 1599; después de que alguien lo copiara del mapa secreto dibujado por Sir Walter Raleigh o por su piloto Lawrence Keymis antes de ser entregado a la reina Isabel I en 1596.



Mientras realizaba su extraordinario recorrido entre San Joaquim y la sabana de La Esmeralda, adonde llegó el 22 de febrero de 1839, Schomburgk descubrió la existencia del Monte Roraima y los tepuyes orientales que dibujaría el 9 de noviembre de 1838 sobre el papel de una lata de galletas (Schomburgk, 2006, p. 322); lo que le permitió demostrar la existencia del cerro *Wacarima* y la Montaña de los Cristales, que fueron mencionadas por Sir Walter Raleigh en su libro *The Discoverie* de 1596. Lo que le permitió a Schomburgk «demostrar lo correcto que había estado Raleigh en sus observaciones», al referir la existencia de unas montañas de cumbres planas y paredes verticales, que ahora son conocidas como tepuyes, y que Raleigh indicara que formaban parte de la frontera del lago Parima (Schomburgk, 1848, p. ix; Raleigh, en: Schomburgk, 1848, p. 101).

Durante su expedición, Sir Robert Schomburgk colectó principalmente peces y plantas que fueron descritos con minucioso detalle; siendo de su mayor interés las plantas que recogiera en un lugar ubicado en la base del Roraima, que él consideró como *The Botanical El Dorado* (Schomburgk, 2006, p. 321). Debido a lo cual, y siguiendo sus pasos, otros exploradores ingleses y alemanes organizaron a continuación ocho arriesgadas expediciones para atravesar selvas y remontar ríos torrentosos a remo y palanca y llegar así a la base del enigmático monte Roraima. Aunque su cumbre sería hollada finalmente por Sir Everard F. im Thurn y Harry Inniss Perkins, quienes se mantuvieron unas pocas horas el 18 de diciembre de 1884 y lograron colectar las extrañas plantas de la cumbre junto con las otras que encontraron en el sitio que ellos llamaron «*El Dorado Swamp*» y que habría sido el mismo *The Botanical El Dorado* de Schomburgk, que habría estado ubicado en el talud de la montaña justo antes de entrar en la rampa (Schomburgk, 2006, p. 321; im Thurn, 1885, p. 510; im Thurn, 1887, p. 261).

Este es el dibujo con acuarela de la serranía del Roraima que hizo Sir Robert Schomburgk sobre el papel de una lata de galletas el 9 de noviembre de 1838, cuando encontró estas montañas en la «*Terra Incognita*» donde se pensaba que pudo haber estado el lago Parima (Schomburgk, 2006, p. 312).



Esta es una muestra de la entonces extrañísima *Heliophora nutans*, una planta carnívora que aún se encuentra prensada y seca en el herbario del Kew Garden en Londres, desde que Sir Robert Schomburgk la colectara en 1838 en una zona anegada situada en la base del monte Roraima que él llamó «The Botanical El Dorado». Al llegar a Londres esta planta, ya prensada y seca, fue recibida en el Royal Kew Garden por Sir William Jackson Hooker, y dibujada e identificada a continuación por George Bentham en 1840. Este William J. Hooker sería el padre de Joseph Dalton Hooker, que después también fuera director del Kew Garden y quien 44 años después sería el que recibiera las plantas que colectó im Thurn en la cumbre del Roraima en 1884.

En 1925 el coronel Persival Harrison Fawcett desapareció en el Amazonas buscando «La Ciudad perdida de Z», y fue él quien le informó al escritor Sir Arthur Conan Doyle sobre muchas de las cosas que este incorporara en su novela *El Mundo Perdido*, publicada en 1912.

Aquellas muestras que llevó im Thurn hasta Londres, así como los comentarios de los naturalistas exploradores que antes que él también habían arriesgado sus vidas para llegar hasta esa montaña, captaban la atención del público victoriano que se agolpaba por asistir a las conferencias que ellos ofrecían y entre estos espectadores se encontraba el escritor Sir Arthur Conan Doyle, quien además de ser médico, polímata y atleta, era entonces un exitoso escritor de novelas detectivescas muy interesado en las investigaciones sobre la evolución que había realizado Charles Darwin. Adicionalmente este escritor ponía mucha atención a las historias fantásticas que le contaba privadamente su amigo el explorador y cartógrafo Coronel Percival Harrison Fawcett, quien en 1925 desapareciera en la selva de Brasil durante su empeño en ubicar «*La Ciudad perdida de Z*» y el lago *Paititi* al este de los Andes. Porque fue él quien le informó a Conan Doyle sobre una culebra gigantesca y la existencia de una extraña meseta que había explorado en la frontera entre Brasil y Bolivia. Parte de esto lo mezclaría Conan Doyle con otros detalles que escuchó durante las conferencias sobre el Roraima dictadas por el naturalista Henry Whitely, quien propuso un ascenso en globo o el empleo de unas escaleras de madera para alcanzar la cumbre, así como lo que expresara el explorador Everard im Thurn sobre la manera como tuvo que organizar la expedición que alcanzó la cumbre de esa meseta en 1884 y también, se enteró de lo que dijeron el dúo de botánicos Frederick McConnell y John Quelch, después que regresaron de sus viajes al Roraima en 1894 y en 1898 cargados con muestras importantes que daban fe de la extraña riqueza biológica que había en la cumbre de aquella meseta donde se origiaban los principales ríos de Suramérica. Aquella mezcla y su manera de presentar tan extensa y novedosa información, hizo que Conan Doyle se apartara de su personaje estrella, el detective Sherlock Holmes, y se dispusiera a escribir la novela «El Mundo Perdido» que tuvo un éxito inmediato y la cual ubicó en la cumbre de una meseta perdida en la selva que obviamente corresponde al Monte Roraima, donde habrían sobrevivido algunos pterodáctilos y otros reptiles del



Harry Inniss Perkins fue el compañero de Everard im Thurn durante el primer ascenso a la cumbre del Roraima en 1884 y quien estuvo encargado de hacer el mapa del recorrido. Después en 1904 sería el director de la expedición de la Comisión mixta de Fronteras donde participaría el Dr Elías Toro por Venezuela (im Thurn 1885, p. 513; Perkins, 1885; Toro, 1905).

Este lugar es conocido por los excursionistas que van al Roraima como «El paso de las lágrimas», debido a la cascada que hay allí y corresponde a la pendiente inclinada que el ornitólogo Henry Withely dibujó y que después im Thurn y Perkins emplearon para alcanzar la cumbre de la montaña el 18 de diciembre de 1884. Este talud se encontraba antes cubierto por un bosque muy denso que protegía una suerte de pantano o marisma que im Thurn llamó «El Dorado Swamp», debido a la cantidad de plantas nuevas para el mundo que encontró allí, y cuyos dibujos publicaría en 1887. Sin embargo, todo aquel bosque y la marisma desaparecieron en 1926 debido al trágico incendio que provocaron los indígenas Pemón mientras estaban cazando, como constatará G.H.H. Tate en 1927. Foto: Odimar López.

Lugar que denominé «Los laberintos del Norte» que consiste en un área de paso imposible, ubicado del lado oeste de la «proa» del Roraima, en cuyo extremo se aprecia el lago que llamé «Gladys», para así recordar a la novia del periodista Edward Malone en la novela *El Mundo Perdido*, escrita por Sir Arthur Conan Doyle en 1912. (Brewer-Carías, 1978, p. 55)



período Cretácico. Todo ello relatado en varias entregas y con unos detalles que hoy día se consideran el estilo de «Ciencia ficción».

Una rica información que también, estimulados por la narrativa de Conan Doyle en 1912, aprovecharían los grandes expedicionarios del siglo XX como George H. H. Tate y sus compañeros, quienes quince años después de publicada la novela salieron a buscar pájaros y plantas en la cumbre del Monte Roraima en 1927 y después, al año siguiente, fueron a escalar el supuestamente inaccesible Cerro Duida, ubicado al lado de la sabana de La Esmeralda, donde exploraron su cumbre durante varios meses.

HASTA LA CUMBRE DEL RORAIMA

Un dedicado ornitólogo con gran habilidad para preparar pieles de aves, llamado Henry Whitely, organizó en 1879 una expedición para explorar los alrededores del Roraima y cuando regresó a Londres dió una conferencia donde recomendó que, además de un globo de aire caliente para alcanzar la cumbre, como también lo habían sugerido otros exploradores antes de él; podría emplearse un andamiaje para coronar la montaña por la vía del picacho *Towashing*, que él mostró en un dibujo (página siguiente) que hizo de la cara sureste del Roraima y donde este aparece como una torre hacia el extremo derecho (sur) de la cumbre.

Pero resultaría curioso, por no decir extraño, que, a pesar de aquellas recomendaciones que Whitely presentó en su informe sobre la necesidad de un globo o de unos andamios, en su dibujo este pusiera en evidencia la existencia de una pendiente con forma de escalón que pasaba por debajo de una cascada y que llegaba hasta la cumbre, comentando sobre esta posible ruta de ascenso que «quizás con unas cuerdas podría superarse algún paso que fuese allí comprometido» (página siguiente).



Pero ocurrió que aquella frase y el dibujo de Whitely resultaría una inspiración y la clave para Everard im Thurn, quien era un entusiasta naturalista que vivía en Guyana designado por Sir Joseph Hooker como curador del Guiana Museum; antes que aceptara la sugerencia de organizar una expedición para alcanzar la cumbre del Roraima. Una propuesta que im Thurn aceptó y antes de recibir el financiamiento de la Royal Geographical Society, de la Royal Society y de la British Association se mudara al río Pomeroon de la Guayana inglesa para estar más cerca del Roraima.

Como veremos un poco más adelante, el botánico Sir Joseph Hooker había sido amigo de Sir Robert Schomburgk, y desde que lo recibió cuando regresó del Roraima en 1838, Hooker quedó muy interesado en el resultado que tendría una expedición a la cumbre del Roraima; por lo que, al parecer, fue él, quien sin firmarlo, en abril de 1877 publicara en el Diario *The Spectator* de Londres el siguiente reto:

One of the most astounding mysteries on Earth can be found in one of our colonies, and we have yet to solve its incognita, nor have we taken many pains to view its marvels. Will some one at last go to Roraima and bring back the knowledge which has remained hidden for thousands of years?

Everard im Thurn invitaría al topógrafo Harry Inniss Perkins, que vivía en Georgetown y era Crown Surveyor (im Thurn, 1885; Perkins, 1885, p. 534), para que lo acompañara en esa expedición y acordaron encontrarse en la confluencia del río Mazaruni con el río Esequibo. Desde allí embarcaron junto con 17 indígenas provenientes del río Pomeroon para remontar por el Esequibo y el río Potaro. Esto, debido a que como estos indígenas de la costa no conocían las leyendas de los demonios *Mawaritones* de la región del Roraima, no tendrían impedimento alguno para acompañarlos durante el ascenso final a la cumbre del Roraima

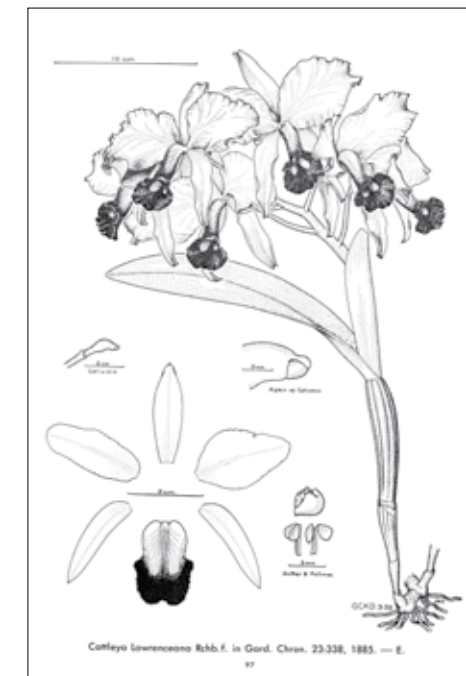
La expedición de im Thurn y Perkins sería la novena o décima que se efectuaba después de su descubrimiento por Schomburgk en 1838, y cuando llegaron a la base de la montaña despidieron a todos menos a cuatro de los



17 indígenas que los habían acompañado desde el río Pomeroon. Cuando se preparaban para subir a la montaña, les resultó curioso el encontrarse con un empeñado colector de orquídeas del género *Cattleya* sp., llamado W. Siedel, quien se encontraba en su segundo viaje de exploración; debido a que, después de haber concluido su primer viaje en el mes de abril de ese mismo año, había perdido toda la colección que había hecho de unas orquídeas *Cattleya lawrenceana*. Pero lo que más les llamó la atención fue que al reunirse con Siedel cuando se disponían a coronar el Roraima, este decidió no distraerse y continuar con su colección de orquídeas mientras im Thurn y Perkins alcanzaban por primera vez la ansiada cumbre donde se mantuvieron apenas tres horas el 18 de diciembre de 1884.

Aquel día 18 de diciembre de 1884 en el que im Thurn estaba justo en el borde de la cumbre, expresó con su magnífica prosa el sentimiento que lo embargaba. Foto: Odimar López.

Por esta última parte de la pendiente subimos con cierta comodidad hasta un lugar donde, al dar un paso más, nuestros ojos quedarían al mismo nivel de la cumbre y entonces podríamos ver lo que nadie había visto desde que empezó el mundo; veríamos aquello que si bien no pudiéramos decir que todo el mundo se lo preguntaba, al menos mucha gente si lo hicieron durante mucho tiempo. Veríamos finalmente aquello que muchos de los hombres blancos o rojizos cuyos ojos se han posado en la montaña, habían declarado que nunca se vería lo que hay en la cumbre del Roraima. Dimos otro paso y vimos algo muy extraño para ser un producto de la naturaleza; porque estando ya arriba, tuve una incapacidad mental para comprender el entorno. La siguiente fue que estaba entrando en un extraño país de pesadillas para el cual, en aquel día tormentoso se habría formado un paisaje fantástico y apropiado, donde en plena carrera, las nubes caóticas se convirtieron súbitamente en piedra. Estábamos rodeados completamente por rocas y pináculos con formas extraordinarias que parecían desafiar la gravedad. Había rocas agrupadas, otras solitarias, en terrazas, luciendo como columnas, formando paredes y con forma de pirámides. Rocas parecidas a caricaturas ridículamente de caras, formas humanas, animales, paraguas tortugas, iglesias, cañones e innumerables objetos de formas incongruentes e inesperadas (im Thurn, 1885, p. 517).



La orquídea *Cattleya lawrenceana* era la nueva especie que W. Siedel estimaba vender en Londres a los horticultores y estaba coleccionándolas por la base del Roraima cuando se encontró con Everard H. im Thurn y Harry I. Perkins el 18 de diciembre de 1884. Dibujo: G. C. K. Dunsterville, 1979).



«Teníamos una incapacidad mental para comprender el entorno y sentíamos que estábamos entrando en un extraño país de pesadillas», dijo im Thurn.

Continuaría im Thurn:

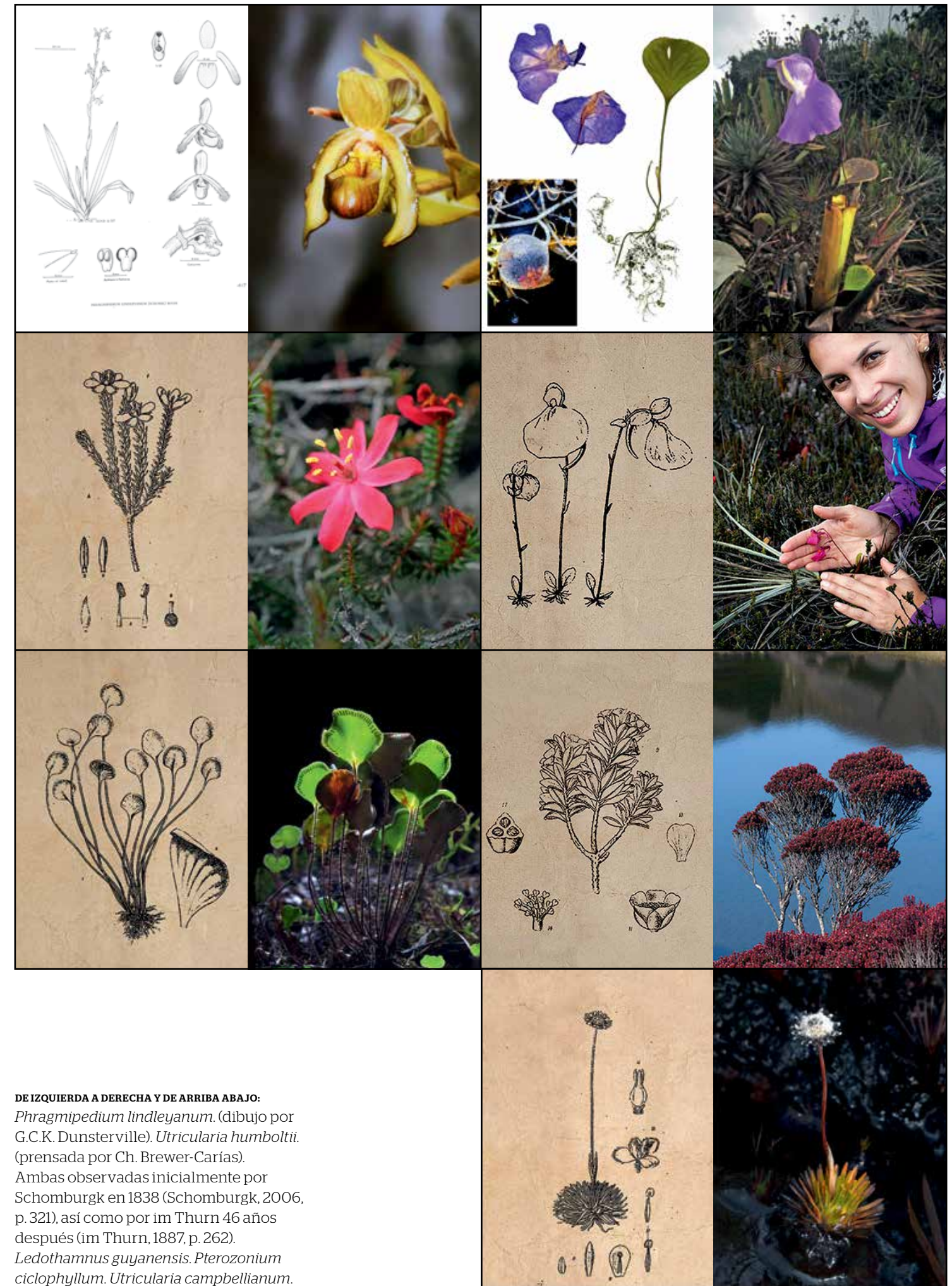
En medio de las rocas planas había lugares no muy extensos llenos de arena blanca, por donde corrían riachuelos con pequeñas cascaditas que formaban charcos de agua pura que se derramaba hacia las turberas cubiertas por una vegetación baja y herbácea. Por todas partes había árboles en miniatura y los abanicos de esas plantas con raíces babosas que nos hicieron resbalar durante el ascenso (im Thurn, 1885, p. 517).



En la publicación que en 1887 hicieron im Thurn y D. Oliver para presentar la colección botánica de su expedición de 1884, im Thurn incorporó algunos dibujos de las 53 nuevas especies de plantas que colectara en *El Dorado Swamp* (im Thurn y Oliver, 1887). Por lo que me pareció interesante compartir algunos de esos dibujos acompañados con las fotografías que yo logré de esas mismas plantas cuando las encontré en la cumbre del Roraima, y así compartir los colores que entonces apreciaron im Thurn y Perkins.

Las primeras plantas que im Thurn (1887) menciona en su publicación, al igual que hizo Schomburgk 46 años antes (2006, p. 321), fueron una orquídea *Phragmipedium*, y una planta carnívora *Utricularia humboldtii*, que eran las más abundantes en *El Dorado Swamp*, que im Thurn encontró frente a su campamento.

Utricularia humboldtii



DE IZQUIERDA A DERECHA Y DE ARRIBA ABAJO:
Phragmipedium lindleyanum. (dibujo por G.C.K. Dunsterville). *Utricularia humboldtii*. (prensada por Ch. Brewer-Carías).
 Ambas observadas inicialmente por Schomburgk en 1838 (Schomburgk, 2006, p. 321), así como por im Thurn 46 años después (im Thurn, 1887, p. 262).
Ledothamnus guyanensis. *Pterozonium cyclophyllum*. *Utricularia campbellianum*.
Bonnetia roraimae. *Paepalanthus roraimae*.



Esta planta *Orectanthe sceptrum* con forma de roseta que muestro en esta página era desconocida cuando im Thurn la colectó en 1884 y comentó:

Al alcanzar la cumbre encontramos algunas partes el suelo cubierto por una planta enana parecida por su forma a la Yucca, debido a que sus hojas terminan con espigas muy afiladas, acompañadas por la injusta reputación de ser supuestamente tóxicas. Por lo que al caminar sobre sus rosetas nos cuidábamos como si fueran dagas envenenadas (im Thurn, 1885, p. 515).



Antes de que im Thurn y Perkins emplearan la información que obtuvieron del dibujo de la pendiente que había publicado Henry Whitely y hubiesen seguido una parte del camino que este dejó abierto por la selva en la base del Roraima, ellos se encontraban bien informados sobre el porqué todas las ocho expediciones anteriores a la de ellos habían fracasado en su intento por alcanzar la cumbre; principalmente debido a que las provisiones se les acababan muy rápido. Pero como im Thurn y Perkins residían en el río Pomeroon, así como en Georgetown, respectivamente, estaban familiarizados con las tortas de casabe y el granulado de mañoco que los indígenas locales obtenían de la yuca. Por lo cual organizaron su expedición de acuerdo a la temporada de cosecha de la yuca y así garantizarse que encontrarían alimento en los pueblos indígenas por donde pasaran. Igualmente se hicieron acompañar por indígenas del Pomerroom, debido a que, según los reportes de expediciones anteriores, supieron de antemano sobre el temor que los indígenas locales le tenían a los demonios *Makunaima* que moraban en esas montañas.

Sin saberlo nosotros entonces, resultó que después de la exitosa expedición de im Thurn a la cumbre del Roraima, hubo apenas otras 17 expediciones que alcanzaron la cumbre antes de las tres expediciones que nosotros organizamos en los años 1976, 1977 y 1978, cuando permanecimos en la cumbre más días que la suma de todas las otras expediciones anteriores.

Selaginella vernicosa, Baker, n. sp.
Epidendrum violascens, Ridley, n. sp.



No obstante, las expediciones más importantes después de im Thurn fueron la 4.a y la 5.a organizadas por Frederick V. McConnell y John J. Quelch del British Guiana Museum, quienes estuvieron en la cumbre el Roraima haciendo colecciones botánicas y zoológicas en 1894 y 1898; por lo que muchas de las especies que fueron colectadas por ellos, fueron identificadas por los taxónomos con los epónimos McConnell y Quelch; como es el caso del pequeño sapito *Oreophrynella quelchii* que solo vive en la cumbre el Roraima y el de la bromelia *Connellia quelchii* que también se encuentra exclusivamente en esa montaña.

Resulta interesante que los naturalistas que más expediciones realizaron al Roraima fueran los colectores de orquídeas, quienes las cultivaban y las vendían y después, los ornitólogos dedicados a clasificar los pájaros.

El primer ornitólogo en ir al Roraima fue Henry Whitely en 1879 y en 1884, y después George Hamilton Henry Tate (G. H. H. Tate) en 1927, quien durante su expedición pudo apreciar con profunda tristeza que, a una distancia promedio de 10 km de la montaña, toda la selva y todos los animales que la habitaban en ella, incluidos los monos y los pájaros, habían desaparecido por causa de un incendio que los indígenas Pemón habían preparado el año anterior para cazar venados y que carbonizó todo alrededor del Roraima y el Kukenam, incluida el área anegada donde, maravillado por su biodiversidad, Schomburgk calificara aquella marisma como un «*The Botanical Paradise*», porque allí encontró las plantas carnívoras *Heliamphora nutans* y una *Utricularia* que nombraría en honor a Humboldt y que a continuación los botánicos Bentham y Hooker dibujarían y guardarían en el herbario del jardín botánico de Kew, donde todavía se pueden estudiar.

En la aerofotografía de la página siguiente, se aprecia la dimensión del desastre irrecuperable que generó el incendio de 1926, donde desapareció hasta el horizonte toda la selva que tapizaba este espacio que se aprecia como una sabana en esta fotografía. En el extremo izquierdo, se ven agrupados el Kukenam y el Roraima. En el extremo derecho y más aislado el Wei-tepui (38) con forma de pagoda, tal como lo describiera la Sra. Cecil Clementi en 1916.

El sapito *Oreophrynella quelchii* y la bromelia *Connellia quelchii* únicamente encontrados de la cumbre del Roraima. Foto: Javier Mesa.



Yo conocí la selva con una biodiversidad que no se volverá a conocer, cuando esta cubría toda esta región cercana al pueblo de Kavanayen que ahora se ve como un erial que sigue aumentando de tamaño; debido a los incendios que, por diversión, se inician todos los días del año. Situación que fue denunciada también por Huber (1995), Hernández and Folster (1994) y por Rull *et al.* (2016) quienes reportan la forma como los Pemón provocan unos 5.000 a 10.000 incendios cada año.

Para un naturalista, la vista de millares de árboles destruidos y aun erguidos sobre estas pendientes resulta trágico. Hasta hace unos años, esta región estaba cubierta por una selva donde se encontraba el conjunto de plantas más diverso y menos explorado en Sur América. Pero todo lo que queda ahora de aquella riqueza son algunos mogotes aislados que se ven como manchas en algunas quebradas y en la base de algunas escarpas (Tate, 1932, p. 237).

Estas terribles imágenes que muestran los árboles quemados, documentan el proceso de la desertificación de la Gran Sabana y que está ocurriendo diariamente sin que alguien denuncie que es el resultado de una práctica irracional y destructora de la biodiversidad. Arriba, un incendio de 100 km de ancho desarrollándose cerca del *Amaurai-tepui* en el centro y del *Chimantá* hacia el extremo derecho.

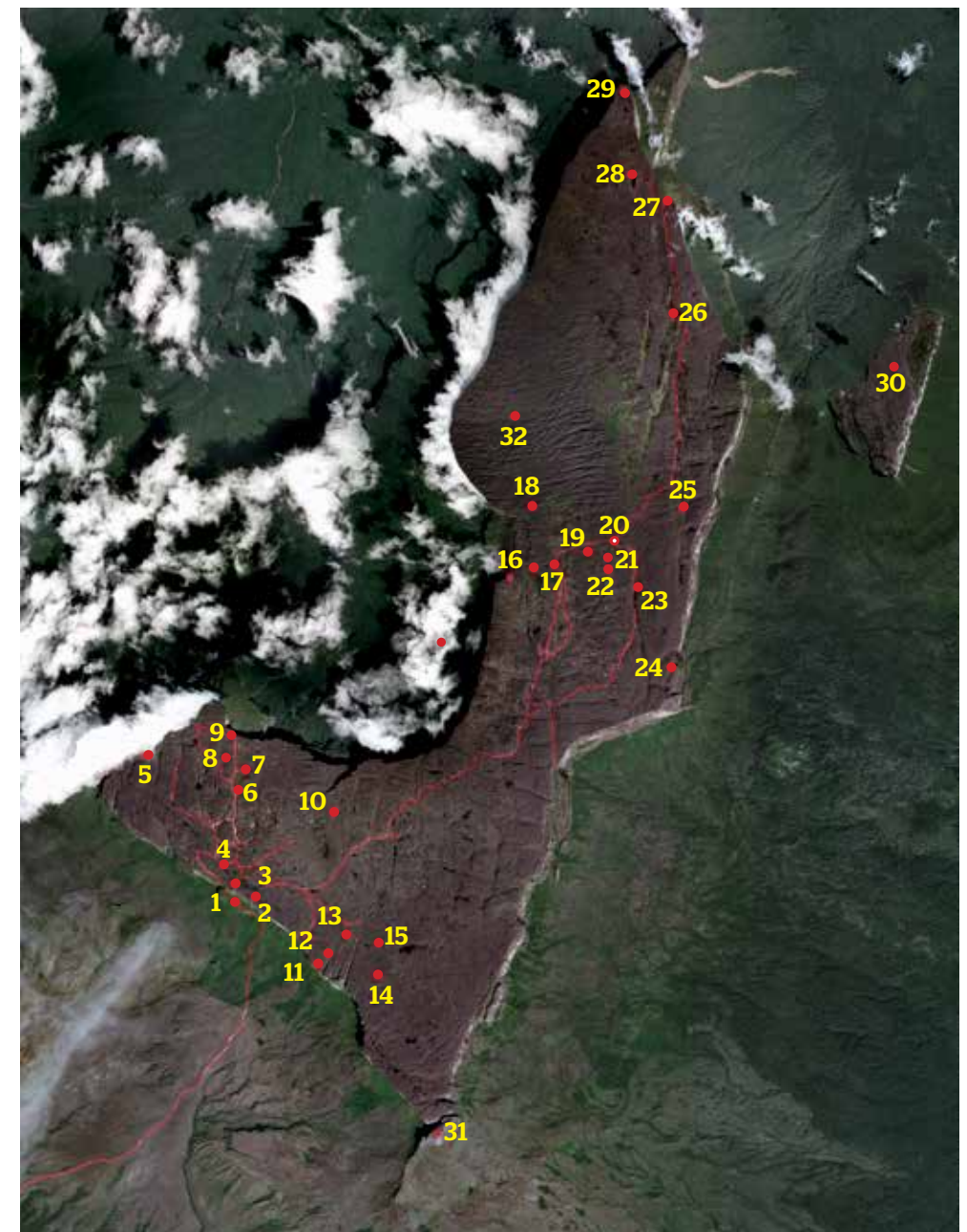




- 1.- El Maverick
- 2.- Tevasin. Pedazo separado
- 3.- El Foso
- 4.- Valle del Norte
- 5.- Los Laberintos
- 6.- Camino hacia el Lago Gladys
- 7.- Valle de los Cristales
- 8.- El mono comiendo helado (yardang)
- 9.- El lobo de caperucita (yardang)
- 10.- Hito de tres fronteras
- 11.- Kukenan

Lugares en la cumbre del Roraima

- 1 Entrada a la cumbre desde im Thurn 1884
- 2 Roca Ford Maverik 2880 m s. n. m.
- 3 Hotel Principal
- 4 Hotel indigena
- 5 La Ventana
- 6 Los Jacussi
- 7 El Elefante
- 8 Heliamphora nutans
- 9 El Abismo (1905)
- 10 Río Waruma
- 11 Hotel Guacharo
- 12 Cueva Oios de Cristal
- 13 Cueva Mishel
- 14 Grieta de los Guacharos
- 15 Puente sobre Sima
- 16 Campamento Brewer-Steyermark 1976
- 17 El Foso
- 18 Valle el Norte
- 19 El Mono comiendo helado
- 20 Hito triple
- 21 Campamento 1976
- 22 Campamento 1977
- 23 Valle de los Cristales
- 24 Río Arabopó
- 25 Río Cotinga
- 26 Hotel Coati
- 27 Río Paikwa
- 28 Lago Gladys
- 29 Proa
- 30 Wei-Asipú tepui
- 31 Tewashin
- 32 Los laberintos del Norte





Placa de bronce en *Devil's Point* en la boca del río Támesis, celebrando que el 27-12-1831 pasó por allí el barco *Beagle* cuando partió hacia Sudamérica desde donde estaba anclado en *Barn Pool*, en la margen opuesta del río. Foto: James Brewer Lemoine.

LOS MEJORES NATURALISTAS EN EL MUNDO

He repasado con atención los trabajos que realizaron los naturalistas para alcanzar la cumbre del Roraima en 1884, y me doy cuenta de que para la historia de las Ciencias Naturales fue una gran suerte el que todo aquel grupo de expedicionarios hubiese vivido en Inglaterra durante la Epoca Victoriana (1837-1901), así como después que Lord Horatio Nelson venciera en Trafalgar a la flota aliada de Francia y España (21 de octubre 1805), porque aquel triunfo permitió que Inglaterra se colocara en la cúspide de la revolución industrial que transformaría al país agrario que era, en una nación altamente industrializada e interconectada por una extensa red ferroviaria; permitiendo el desarrollo de todas las ramas de las ciencias y especialmente de la Biología. Aunque también resulta curioso que aquellos talentosos y arriesgados exploradores resultaran coetáneos, aunque aun no se conocían cuando en 1835 el joven Charles Darwin se encontraba dándole la vuelta al mundo a bordo del *Beagle*, y simultáneamente el botánico Joseph D. Hooker, que sería el mejor amigo de Darwin, se encontraba igualmente navegando pero a bordo del *HMS Erebus*, donde estaba empleado como cirujano y naturalista durante la expedición que dirigía James C. Ross para estudiar el polo magnético Sur en la Antártida. Por lo que no me cabe la menor duda de que fuera en gran parte gracias al descubrimiento del Monte Roraima por Robert Schomburgk, la razón por la que se relacionaron con él y se conocieron Hooker, Darwin, Wallace, Bates y otra media docena de exploradores extraordinarios, que después de dispersarse por todo el mundo, se ocuparon de manera entusiasta en divulgar el proceso y el resultado de sus expediciones, generando un interés mundial por las Ciencias Naturales.

Entonces, el naturalista Alfred Russel Wallace que empezó como entomólogo se fué a Suramérica junto con Henry Bates para coleccionar insectos y mariposas a lo largo del río Amazonas y del Río Negro, lugar donde después Wallace conocería a Richard Spruce, otro naturalista y botánico cuyos trabajos serían famosos, y quien mencionaría en su publicación, que una indígena de cierta edad que lo ayudaba recordaba que cuando era ella muy pequeña había visto a dos viajeros, uno alemán y el otro francés, cuando bajaban embarcados por el río Casiquiare, ocupados en coleccionar flores de día y viendo las estrellas por la noche (Spruce, 1908). Porque esta indígena vió a Alexander von Humboldt y a Aimé Bonpland, quienes de



Durante la expedición al Cerro de la Neblina (1982-1987) viajábamos por el Río Negro hacia el sur en un bongo que salía desde San Carlos hasta el pueblo de Santa Lucía, ubicado cerca del punto triple donde se encuentran las fronteras de Colombia, Venezuela y Brasil. Al fondo, el domo de granito de 300 m de altura conocido como la Piedra Cocui.

El 19 de julio de 1853, el botánico Richard Spruce se encontraba coleccionando plantas en la cumbre de la Piedra del Cocui cerca de la frontera de Brasil, Colombia y Venezuela, cuando notó que hacia el este había una montaña que, según los indígenas, brillaba como las escamas del pez *Pirapukú*.

Este es el pez *Pirapukú* (*Boulengerella cuvieri*) que pesqué en el río Baria en 1987 y que los indígenas mencionaban como el nombre de la montaña que los botánicos Richard Spruce en 1845 y después Bassett Maguire cien años más tarde, consideraron que correspondía a un tepui aún desconocido que desde la Piedra Cocui se veía brillar en el horizonte.

esta manera, quedaron incorporados al mapa indígena de esa región. Es también importante mencionar cómo Alfred Russel Wallace fuera quien recogiera todos los trabajos realizados por Richard Spruce durante los 15 años que estuvo por el Amazonas y los editara en dos tomos, después de su muerte, en una labor de cariño y de inusual reconocimiento (Spruce y Russell, 1908).

Aprovecho este momento para hacer notar que me he dispuesto a encadenar como eslabones a algunos de los eventos y personajes de la era victoriana; porque mientras Richard Spruce (1817-1893) coleccionaba plantas a lo largo del río Amazonas, el Río Negro y el Casiquiare en Venezuela, se le ocurrió subir en 1854 a la cumbre de la «Piedra Cocui», ubicada cerca del punto que forma la frontera de Colombia, Brasil y Venezuela, y al observar el paisaje que ofrecía aquel promontorio de granito de 300 metros de altura sobre toda la Amazonía; notó entonces cómo sobre el horizonte del este, habían unas montañas desconocidas que los indígenas llamaban «*Pirapukú*», porque sus paredes y un picacho singular les recordaba el brillo y la manera como aquel pez se asomaba fuera del agua.

Digo que es una cadena de eventos, porque, precisamente cien años después, y como resultado de haber leído aquella observación que hiciera Spruce en 1854, sería el botánico Bassett Maguire, considerado en el siglo XX como el más prolífico conocedor de la flora de Guayana, quien subiría hasta la cumbre de aquella Piedra Cocui buscando observar el mismo reflejo del sol de la tarde brillando sobre las paredes de aquella supuesta serranía *Pirapukú* y, al verla, Maguire decidiría organizar una expedición para explorarla, y navegando por el río Yatúa (51) la descubriría llamando a este nuevo tepui «*Mountain of the Mists*» o «Cerro de la Neblina» (47), que resultaría ser una meseta de 2500 m s. n. m. coronada por el pico Phelps (c. 3000 m s. n. m.), que es la mayor cumbre de Sudamérica fuera de los Andes.



Apenas 16 años después de aquel descubrimiento por Maguire, tuve la oportunidad de ser invitado por el astrónomo Georges Pantchenko y Jordi Cardona, a participar en una expedición de la Comisión Mixta de Fronteras que había establecido su Campamento Base en la Misión del río *Maturacá* (49), que estaba ubicada en la base de aquel cerro *Pirapukú* que Maguire dió a conocer como Cerro de la Neblina, y fue donde tuve la oportunidad de estudiar los componentes vegetales de una droga enteógena que los indígenas *Yanomamö* preparaban con el polvo de la corteza de un árbol que se insuflaban por la nariz; pero de origen distinto al del Yopo que estos indígenas empleaban usualmente por el alto Orinoco (Brewer-Carias y Steyermark, 1976).

Después y acompañado por el botánico Julian Steyermark y el orquideólogo G. C. K. Dunsterville, fuimos trasladados por helicóptero hasta la cumbre de ese Cerro de la Neblina (48), donde a 2500 m s.n.m. preparamos dos campamentos y tuve el tiempo necesario para fotografiar y comprender entonces algo del comportamiento de las plantas carnívoras *Heliamphora* o «jarras de los pantanos», así como el de otras plantas carnívoras que encontramos entonces y que mostraré más adelante.

Pero volvamos a compartir lo que hablaba sobre Alfred Russel Wallace; porque después de su fructífero viaje por el Amazonas donde empleó cuatro años para lograr una enorme colección de insectos que preparó para llevar consigo de regreso a Inglaterra con el propósito de repartirlos por varios museos del mundo; ocurrió una tragedia, porque durante aquel viaje en 1852 Wallace perdió todas sus colecciones, sus apuntes y sus dibujos, debido a un incendio y al naufragio del barco *Helen* en el que navegaba.

No obstante, Wallace no se inmutó por aquella tragedia y, con algunos apuntes que pudo salvar publicó seis trabajos académicos, y en 1853 publicó dos libros muy importantes: *Palm Trees of the Amazon and Their Uses* y *Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro*.

Después de su experiencia Amazónica, Alfred Russel Wallace viajaría al archipiélago Malayo donde pasó 8 años y publicó varias obras sobre sus descubrimientos, como lo fueron *The Malay Archipelago*, que dedicaría a

Desde la cumbre de la Piedra Cocui, Spruce en 1854 y después Maguire en 1954 vieron a unos 100 km de distancia en el horizonte, un brillo que correspondía a la paredes de unas mesetas o tepuyes que los indígenas llamaron «*Pirapukú*». Por lo que Maguire fue a explorarlas de inmediato, organizando una expedición que subió por el río Yatúa (51) para descubrir así al Cerro de la Neblina (47).

- 1 Aracamuni
- 2 Avispa
- 3 Neblina

Aquí he reunido las fotografías de seis grandes naturalistas que fueron coetáneos y se conocieron durante la era victoriana. Algunos de ellos viajaron al Roraima, otros al Amazonas, y algunas veces trabajaron juntos tanto en Inglaterra como en la Amazonía.

De izquierda a derecha:

1 *Sir Robert Hermann Schomburgk* (1804-1865), quien siguiendo el texto que había escrito Sir Walter Raleigh en 1596, descubrió el monte Roraima.

2 *Sir Joseph Dalton Hooker* (1817-1911), quien participó durante cuatro años en la expedición de Ross a la Antártida y después fue a coleccionar plantas por Marruecos, Palestina y la India. También fue Hooker quien recibió las plantas colectadas por im Thurn en el Roraima en 1884, y resulta importante agregar que fuera considerado el mejor amigo de

3 *Charles Robert Darwin* (1809-1882), quien fue el autor del *Origen de las Especies* y no requiere mayor presentación.

4 *Alfred Russel Wallace* (1823-1913), coautor junto con Darwin de la teoría de la evolución y explorador del Amazonas y Malasia.

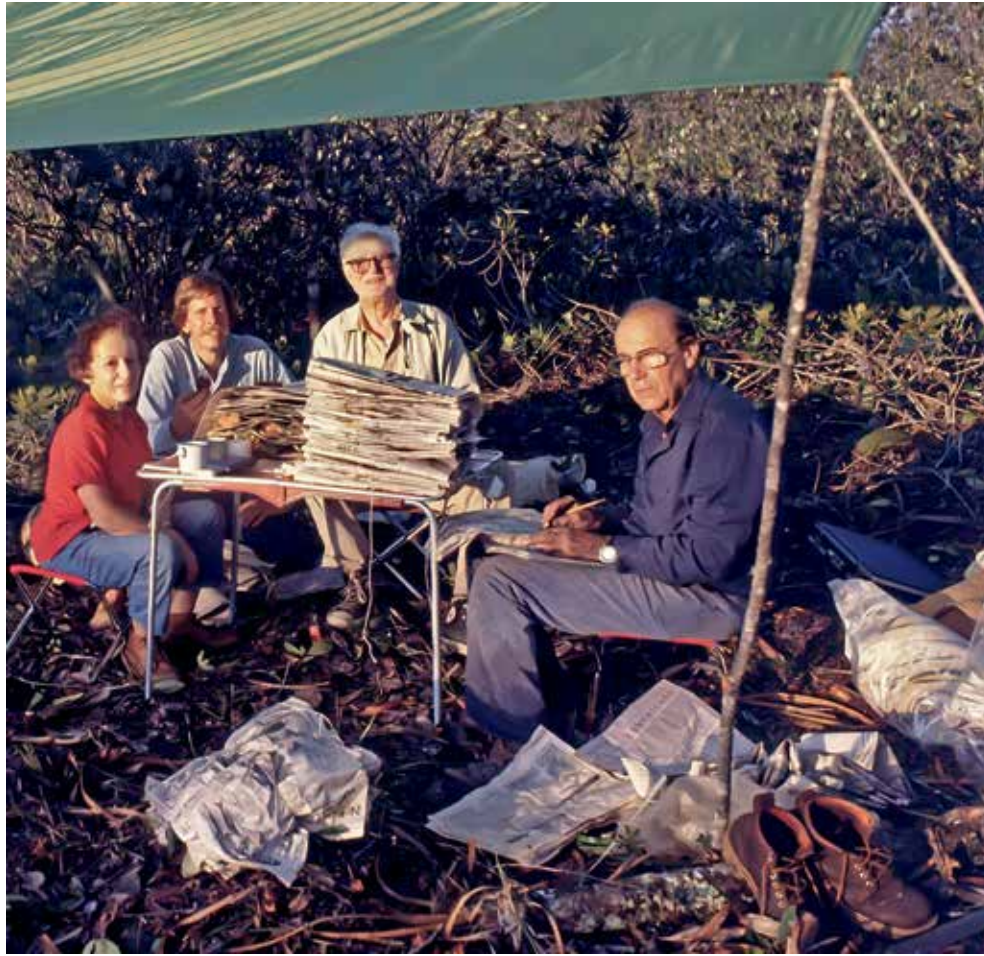
5 *Henry Walter Bates* (1825-1892), fue quien describiera el mimetismo en los insectos y otros animales, y algún tiempo fue compañero de Wallace durante sus expediciones por el río Amazonas, donde permaneció 11 años y clasificó 8000 insectos nuevos para la ciencia y a quien Darwin le escribiría el prefacio para su libro *The Naturalist on the Amazons*.

6 *Richard Spruce* (1817-1893), quien permaneció 15 años en el Amazonas, donde se encontró con Alfred Wallace y coleccionó plantas por el Río Negro, el río Orinoco y el río Casiquiare en Venezuela. Este Spruce sería quien, al escalar la *Piedra Cocui* en 1854, viera en el horizonte oriental una serranía que nadie había reportado, y que 100 años más tarde exploraría y descubriría nuestro compañero de expediciones, el botánico Bassett Maguire del New York Botanical Garden.



Darwin, y sobre el cual el famoso novelista Joseph Conrad dijo que era una obra que guardaba al lado de su cama para consultarla y que le había servido de base para su famosa y compleja novela *The Heart of Darkness*, que se ha considerado la novela más importante en lengua inglesa, y especialmente *Lord Jim*. Pero, además de sus trabajos sobre la fauna y la evolución de las especies, Wallace investigaría sobre las coloraciones que algunos animales, como las orugas y las ranas desplegaban como advertencia (llamadas ahora *aposemáticas*), con lo que hacen saber a sus depredadores que un encuentro con ellos les resultaría peligroso.

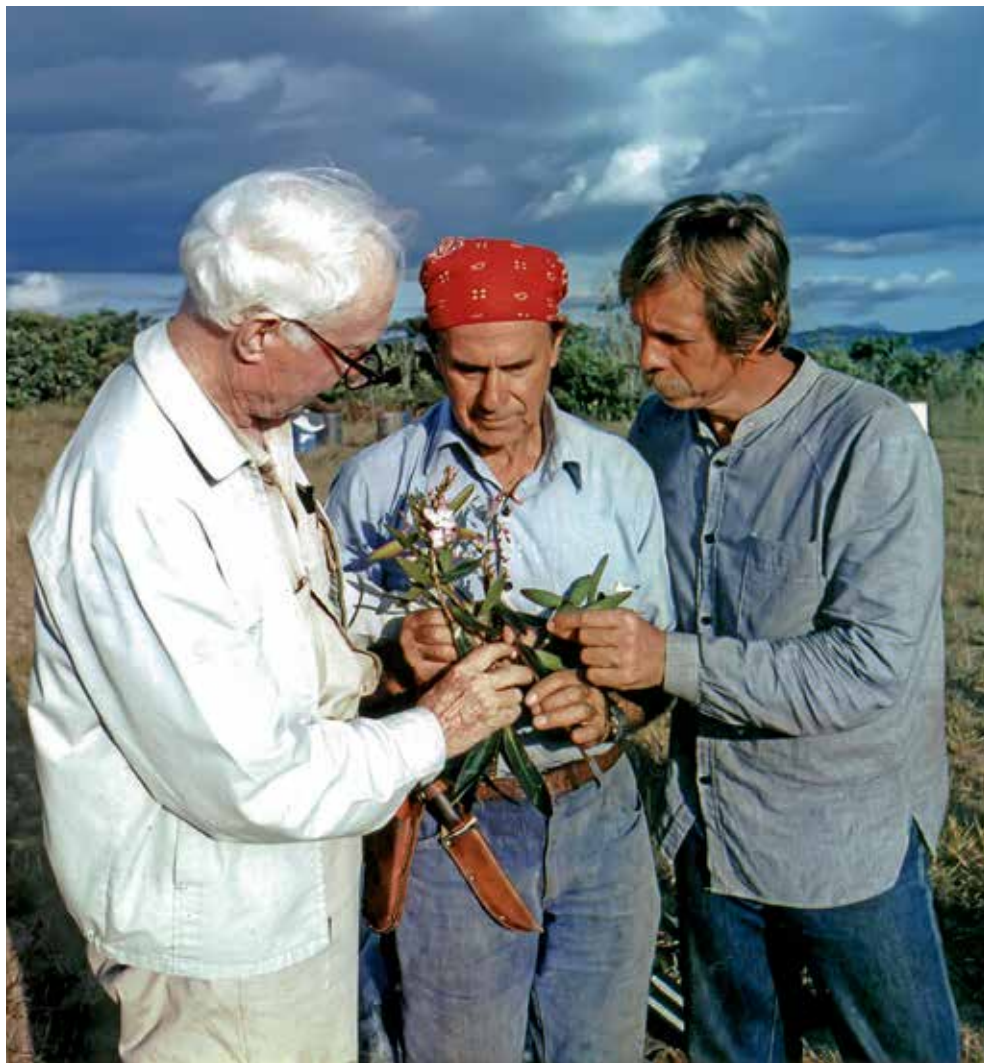
Además de esto, Wallace realizaría en el archipiélago Malayo un avanzado trabajo sobre la evolución de las especies que, para asombro del mundo y de él mismo, coincidiría con lo que había estado trabajando Darwin; por lo que en 1858 las teorías de ambos fueron presentadas en la Linnean Society por Sir Joseph Hooker. Y como resultado se ha considerado a Alfred R. Wallace como el naturalista detallista y visionario que comprendió cómo en el archipiélago Malayo había un espacio que se llamó desde entonces la *línea Wallace*, y que en 1863 él hizo público con el título *On the Physical Geography of the Malay Archipelago*, donde expuso que había encontrado una «línea» que separaba las especies que él había estudiado en la región Indo-Malaya (Asia), de las otras formas de vida que había encontrado en la región Austro-Malaya (Australia). A pesar de que en algunos lugares las costas de algunas de estas islas se encontraban bastante cerca entre sí.



De izq. a derecha: Celia Maguire, Charles Brewer, Bassett Maguire y Julian Steyermark mientras organizábamos la colección de plantas que obtuvimos en el Marutani-tepui (20) en las cabeceras del río Paragua. Esta fue una de las paradas durante una expedición aerotransportada en la que recorrimos 3000 km y visitamos 7 tepuyes en enero de 1981 (Brewer-Carías, 1990).

El helicóptero Bell UH1H peligrosamente hundido en la turba de la cumbre del cerro *Marahuaca*, durante nuestra expedición en enero de 1981.

Bassett Maguire, considerado como el mayor colector de plantas de las Tierras Altas de Guayana y Julian Steyermark el botánico con el mayor número de plantas colectadas en el mundo, me acompañan mientras observamos una nueva especie que llamarían *Tyleria breweriana* colectada mientras explorábamos el Cerro Jaua en 1981 (Steyermark, 1984, p. 324).



LA ARENA DE LOS TEPUYES

La idea de dar a conocer lo que podían encontrar el «Mundo Perdido» fue la razón por la que mis amigos, los botánicos Bassett Maguire, Julian A. Steyermark, G. C. K. Dunsterville, Brian Boom y Otto Huber; el geólogo Santosh Kumar Ghosh; los ornitólogos William H. Phelps y Kathy Phelps; así como los herpetólogos César Barrio-Amorós, Roy McDiarmid, y Mark Moffett vinieron a Venezuela para explorar las *Guayana Highlands* o «Las Tierras Altas de Guayana» como las llamaba Bassett Maguire; aunque después todos coincidieron en llamarla la región «*Pantepui*», como lo propusieran Myers y William H. Phelps en 1967 y después fuera definido mejor por Otto Huber en 1987, hasta que en el 2019 se ampliara mejor la idea del Pantepui como región biogeográfica en la publicación *Biodiversity of Pantepui*, editado por Valentí Rull y otros treinta especialistas que abordaron los temas que permiten entender la importancia y la fragilidad de esa provincia biogeográfica distribuida de manera fragmentada en las cumbres de esas mesetas cuya altitud se encuentra comprendida entre 1500 y 3000 m s. n. m.



Mis compañeros de expediciones, Bassett Maguire, en el cerro Marutani, 1981; Julian A. Steyermark, en el río Paragua, 1961; William H. Phelps, en Sarisariñama, 1974; G. C. K. Dunsterville, en Cerro de la Neblina, 1970; Otto Huber, en Chimantá, y el geólogo Santosh K. Ghosh, en Kukenam, 1977, acordaron que el concepto «*Pantepui*» se correspondía con lo que fueron encontrando.



Estos investigadores se encargaron entonces de explicar en sus publicaciones, cómo fue que antes de que apareciera la vida multicelular en la Tierra, ya una capa de sedimentos originada por ríos que hace entre 1800 a 1200 millones de años venían de un lugar que ahora se encuentra en África y sería donde después se formarían los tepuyes. Estos sedimentos se fueron depositado sobre las rocas ígneas del Escudo de Guayana, que entonces se encontraban en la superficie de un antiquísimo supercontinente al que recientemente se le dio el nombre de «Columbia» o «Nuna» (Zhang, 2009), que mucho después daría origen al continente *Godwana*, el cual, al dividirse y separarse hace unos 100 millones de años, dio origen a Sudamérica, África, la India, Australia y Antártica.

No obstante, aquellos depósitos de arena no permanecieron estáticos y, como resultado de los movimientos tectónicos generados por el desplazamiento de los continentes, se fue elevando aquel enorme depósito de arena de unos 1.000.000 km² que cubría las rocas del Escudo de Guayana y que se extendía desde el monte *Tafelberg* en Surinam hasta la *serranía de la Macarena* y la de *Chiribiquete* en Colombia. Después, aquella superficie continental sufrió fracturas de manera diversa durante el mismo período en el que vivían allí los dinosaurios, aislando y separando las plantas y los animales que crecían a bordo de aquellos fragmentos (*vicariance*), por lo que se formaron nuevas especies gracias a su continua evolución, y a las adaptaciones necesarias que les permitieron migrar de su cota altitudinal y así ajustarse a los cambios de temperatura durante los períodos glaciares del pleistoceno.

También se conoció que aquella enorme cantidad de sedimentos provenientes de una sección del continente «Columbia», y que correspondería ahora a lo que es África, tuvo un origen fluvial cuando aún no había aparecido la vida organizada en la Tierra y esta arena arrastrada por ríos llegó a lo que hoy es el norte de Sudamérica, depositándose en lagos y formando

Esta es la distribución de los sedimentos provenientes de África que se extendieron sobre el Escudo de Guayana en el norte de Sudamérica y que al fraccionarse, dieron origen a los tepuyes. M-Macarena y Ch-Chiribiquete en Colombia, al At-Autana, D-Duida, N-Neblina, S-Sarisariñama, Au-Auyantepui, Ch-Chimantá, R-Roraima en Venezuela y T-Tafelberg en Surinam.



Estas rizaraduras o *Ripple marks*, que fueron observadas dentro de la Cueva Charles Brewer en el tepui Chimantá, son las huellas fosilizadas que dejó el movimiento del agua sobre el fondo arenoso que se depositó en ese lugar hace unos 1200 millones de años.

En otros lugares donde se encuentra la estratificación cruzada o con la «forma del espinazo de un pescado» (*Herringbone cross-stratification*), ha permitido apreciar cómo durante el período Precámbrico, el viento formó dunas en un lugar como este, que ahora corresponde a la cumbre del Roraima así como en la cumbre de los demás tepuyes.

Aspecto que habría tenido el supercontinente *Nuna* o *Columbia* cuando las arenas sin fósiles arrastradas por ríos muy caudalosos, provenientes de un área que ahora corresponde a África, se depositaron sobre unas rocas muy antiguas que forman el Escudo de Guayana, donde después formaron los tepuyes (Rogers y Santosh, 2002).

deltas donde, debido al vaivén del agua sobre la arena, se formaron huellas de «rizaduras» (*Ripple marks*) en el fondo de aguas someras. También se generaron las marcas con la forma de un «espinazo de pescado» (*Herringbone cross-stratification*) que hoy apreciamos como evidencia de que también hubo entonces grandes extensiones de arena seca que el viento acumulaba formando dunas. Y fueron justamente estas huellas de rizaraduras y las del espinazo de pescado, las que serían observadas y medidas con atención durante una expedición que dirigí en 1977 para visitar la cumbre de varios tepuyes y el geólogo Santosh Kumar Ghosh pudo deducir así, que la dirección general de los ríos y del viento que actuaron sobre aquellos depósitos de arena provenían de una región que corresponde en la actualidad a lo que es el África occidental (Ghosh, 1985).

Pero los que estaban explorando los tepuyes durante el siglo XX no se detuvieron allí, y especialmente Otto Huber propuso que las zonas de vida que se encontraran en una franja comprendida entre los 1500 y los 3000 m s. n. m. de los tepuyes, debían considerarse como una unidad, y que en este territorio por encima de los 1500 m s. n. m., que se encuentra disperso y distribuido como las islas de un archipiélago entre las nubes, existen condiciones muy especiales que son únicas en el mundo; por lo que esa región dispersa habría que considerarla como una unidad biogeográfica y una provincia fitogeográfica que Otto Huber definió como el *Pantepui* (1987).

Aquellas arenas moldeables que se depositaron capa sobre capa como si fueran rellenos de una gran torta se encuentran ahora notablemente endurecidas debido a las presiones provocadas por el peso de los 3000 metros de sedimentos que hubo antes por encima de los tepuyes más altos, así como por la presión generada por la Deriva Continental y por el calor de las intrusiones ígneas líquidas que atravesaron estas arenas en muchos lugares, provocando la consolidación y cristalización de la arena que se transformaría así, en roca cuarcita



«Cañón del Diablo» y el Salto Ángel en la cuenca del río Churún.

Se estima que fue la erosión eólica y su carga de arena seca durante los períodos glaciares, lo que labró las rocas que se encuentran en la superficie de los tepuyes, como apreciamos aquí en la cumbre del Monte Kukenam.

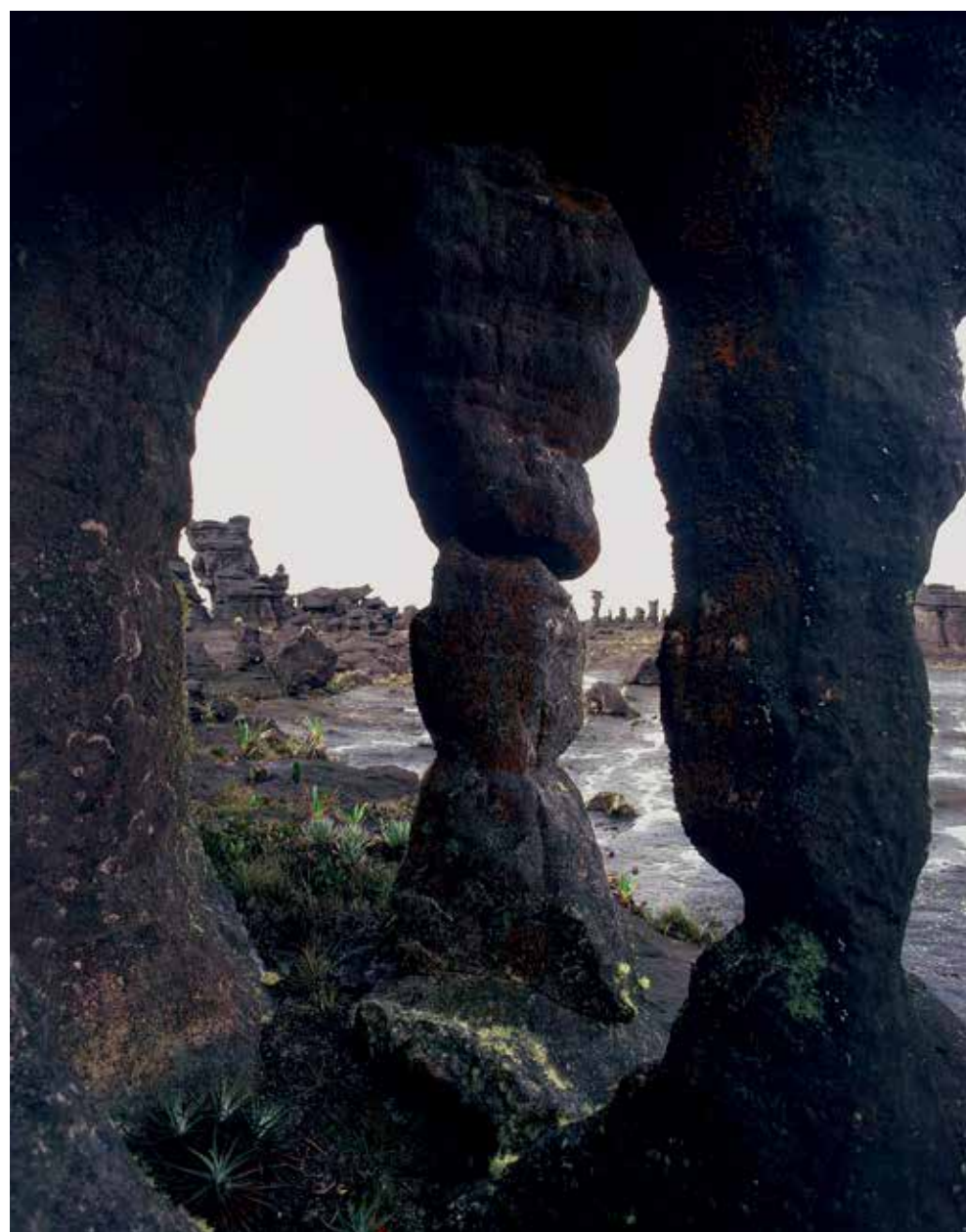
PRÓXIMA PÁGINA:

Rocas talladas por el viento y la arena a la manera de los *Yardang* del desierto. Cumbre del Kukenam.

La «Proa» del Roraima y los tepuyes orientales.

Cerro Autana o *Kuaymayoho*. Cuenca del río Sipapo. Amazonas.

Río Arcoiris cerca de la Segunda Muralla superada por Gustavo Heny en 1937. Cumbre del Auyantepui.

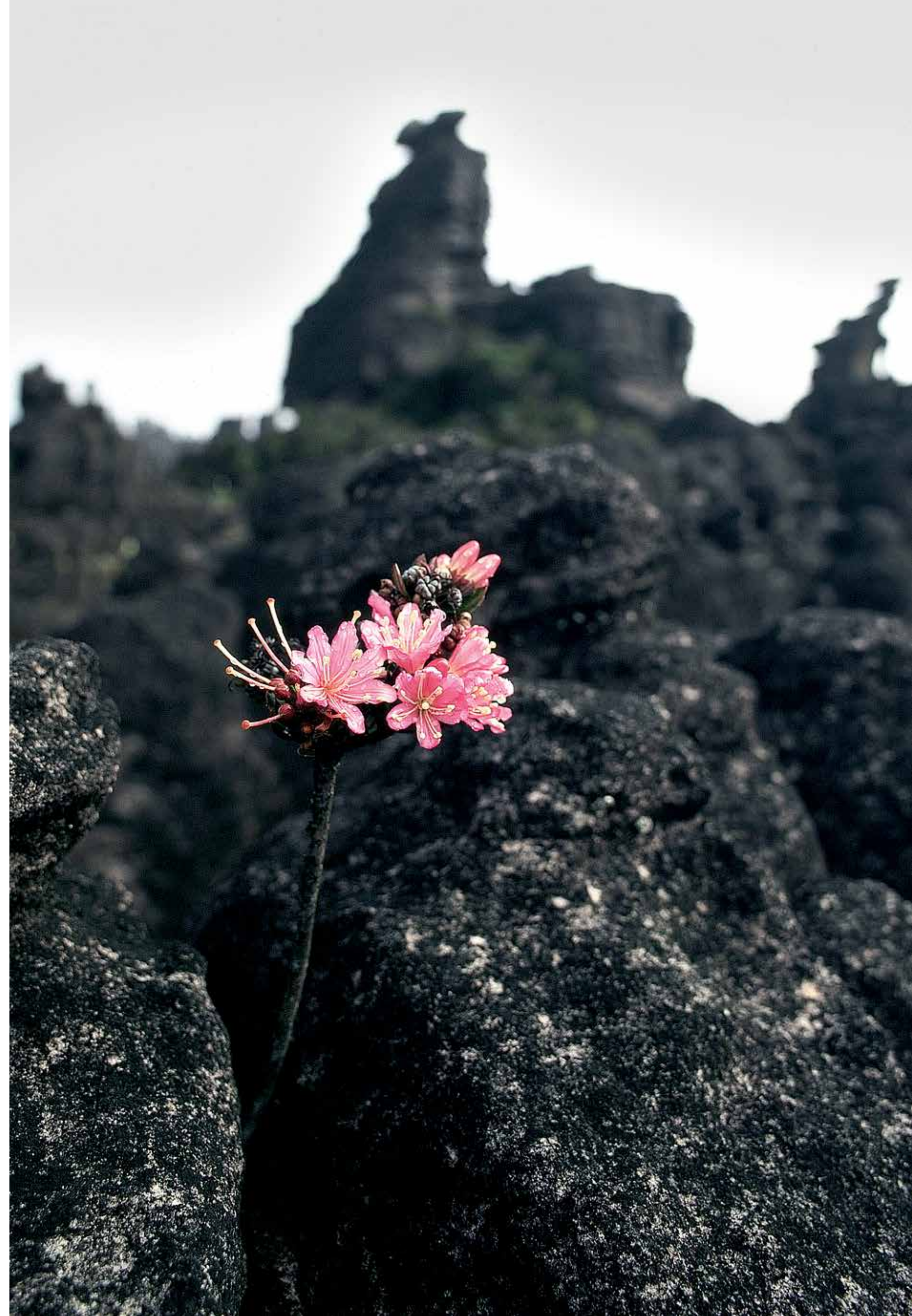


LA CLAVE ESTÁ EN EL POLEN

Al estudiar la dinámica que determina la evolución de los organismos que se desarrollan en las cumbres de estas mesetas, los que estudian el polen de las plantas estimaron cómo y durante cuánto tiempo algunas de estas montañas quedaron aisladas, y de qué manera o por qué razón algunas de esas plantas subieron y bajaron hasta más de mil metros de altitud por las pendientes de esos tepuyes, con el propósito de ajustarse paulatinamente a la cota altitudinal en la cual pudieran sobrevivir a los cambios de temperatura que de manera continua y paulatina se repitieron al menos cuarenta veces durante los últimos 2,6 millones de años. Todo esto, y con detalle, pudiera conocerse estudiando las muestras de polen que se encontrarían bien preservadas, debido a la baja temperatura y a la acidez del agua que se mantiene en las turberas que yacen debajo de las frías marismas que hay en la cumbre de algunos tepuyes. El polen recuperado a distintas profundidades permitiría saber la manera como estuvo distribuida la vegetación y los cambios que hubo en el perímetro de esas marismas a lo largo de milenios y que obviamente permanecen en una cota altitudinal fija. También permitiría comprender cómo habría cambiado a su alrededor la distribución de las diversas especies de plantas tepuyanas cuando fueron pasando por esos lugares durante las necesarias migraciones a las que se vieron obligadas para ubicar la cota altitudinal donde la temperatura fuera la más conveniente para su desarrollo. No obstante, y aunque aún no se han encontrado marismas con vegetación estancada que exceda los 8 m de profundidad y que permita conocer cómo fueron realmente los cambios de vegetación durante los períodos glaciales e interglaciales, en una marisma del Churi-tepui se encontró polen de 6.500 a 1.500 años antes del presente (Rull *et al.*, 2019, p. 47), que permitió entender cómo hace 2500 años las *Chimantaeas* fueron suplantadas por *Stegolepis*, probablemente debido a que hubo un clima más húmedo y caluroso que en la actualidad, y también cómo desde hace 1500 años ha ocurrido una tendencia opuesta y que debido a un ligero enfriamiento y a una mayor sequedad del clima, esto ha contribuido al regreso de las *Chimantaeas*; aunque ni el tiempo transcurrido ni ese ligero descenso de la temperatura han sido suficiente estímulo como para que las *Chimantaeas* regresen y suplanten completamente a las *Stegolepis ligulata* que ahora hay en el lugar. (Ver las fotografías de esas *Chimantaeas* y las *Stegolepis* en los capítulos correspondientes).

PRÓXIMA PÁGINA:

Bejaria imthurnii, nombrada para honrar a im Thurn. Cumbre del Roraima.





Stegolepis parvipetala en la cumbre del Ptari-tepui (32).

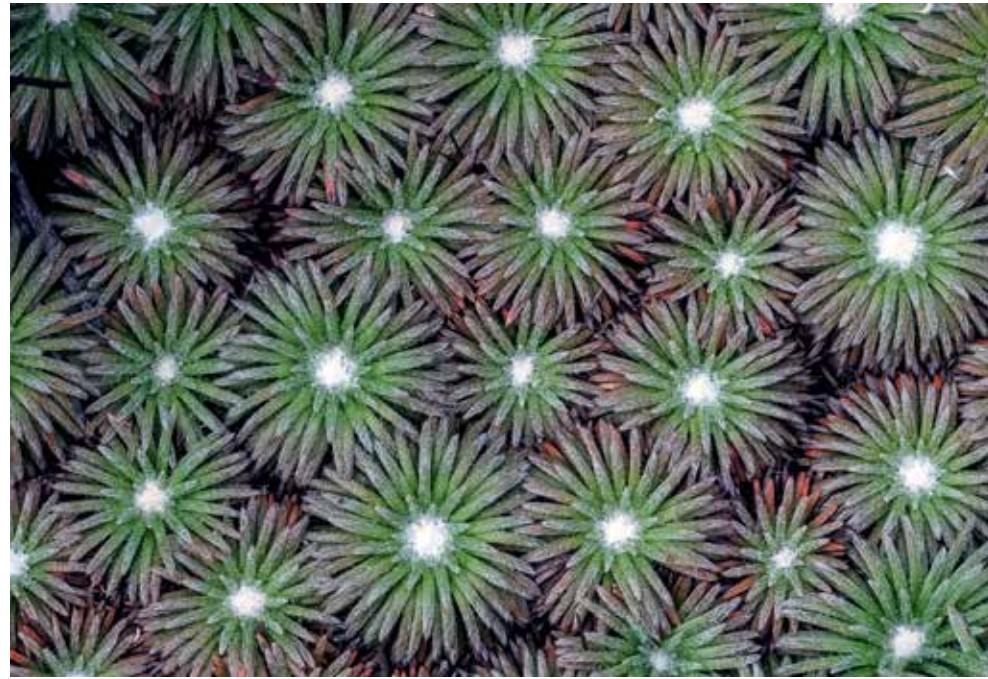
Ravenopsis breweri sp. nov. en la cumbre del Auyantepui. Foto: Javier Mesa.

La larva acuática de este *Corydalus* sp. de 10 cm de largo visto ventralmente, representa al mayor depredador del río Wei en la Sierra de Lema.

Probablemente *Sygonanthus tiricensis*, especie endémica de la familia *Eriocaulaceae* en el Churi-tepui del macizo del Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:

Spathelia chimantensis. Cumbre del Churi-tepui, macizo del Chimantá.



Heliamporas las mayores plantas carnívoras

Se considera a las plantas carnívoras como una de las grandes anomalías de la naturaleza, ya que, si todas las plantas son comestibles, de manera integral o en partes, por animales que actúan como herbívoros, polinizadores o dispersadores de semillas, las plantas carnívoras parecieran haber volteado la tortilla de la evolución y se han modificado para consumir algunos animales. Mas aún, han desarrollado la capacidad de aumentar su nutrición empleando estructuras especializadas con las que atraen, capturan y digieren sus presas, por lo que las plantas carnívoras han logrado la habilidad para competir de manera exitosa en suelos donde hay pocos nutrientes.

Para definir cuándo hay verdadero carnivorismo en una planta; es decir, su capacidad para emplear insectos y otros animales como alimento, nuestro amigo Thomas Givnish (1984) estudió en las Tierras Altas de Guayana de Venezuela (el Pantepui) la posibilidad de considerar como planta carnívora a la *Brocchinia reducta*, que es una bromelia (familia de las piñas) que se encuentra por encima de los 1200 m s. n. m. en los tepuyes y en la Gran Sabana, en la que encontró que

- (a) emite un aroma de néctar que atrae a las presas;
- (b) tiene hojas verticales enceradas y resbalosas que la ayudan a capturar sus presas y
- (c) tiene unos pelos modificados o tricomas que le permiten absorber nutrientes derivados de las presas muertas.

Y aunque no se tuvo el tiempo para saber si estas adaptaciones mejoraban el crecimiento, la supervivencia o su reproducción, sí resultaba notable que era una adaptación para sobrevivir en suelos muy pobres en nutrientes, en los que otras plantas carnívoras vecinas se encontraban adaptadas; por lo que Jorge M. González, Klaus Jaffe y Fabián Michelangeli (1991) estudiaron la competencia por las presas y su éxito entre la bromelia *Brocchinia reducta* y la sarraceniacea *Heliampora nutans* que vivían juntas en el suelo estéril y arenoso de la cumbre del Kukenam, y quienes mencionaron que, en mi publicación de 1973, fue donde se mencionó por primera vez la existencia de los pelos internos dispuestos en forma de garra que tapizan el interior de la copa de las *Heliampora* (Brewer, 1973), y en otra publicación señalaron que mis observaciones fueron las primeras que se hicieron sobre los nectarios de las *Heliamporas* (Jaffe *et al.*, 1992; Jaffe *et al.*, 1995, p. 380).

Heliampora pulchella.
Churi-Tepui, Chimantá.





Las observaciones de Givnish (1988) permitieron definir en dos términos la función del carnivorismo en una planta, que era algo que no se había precisado antes.

1. La planta debe poder absorber nutrientes de animales muertos adyacentes a su superficie y obtener por ello algún incremento en su adaptación, en términos de crecimiento, y la oportunidad de supervivencia por mayor producción de polen o semillas.
2. La planta debe poseer alguna característica morfológica, fisiológica o de comportamiento, cuyo resultado principal sea la atracción efectiva, captura y/o digestión de la presa.



Mosaico para mostrar las trampas de la *Heliophora*, *Utricularia*, *Gentiana*, *Drosera* y *Brocchinia*, que son los géneros de las plantas carnívoras que encontramos adaptadas a las condiciones que prevalecen en las cumbres del Cerro de la Neblina y en los demás tepuyes que conforman la región biogeográfica del Pantepui.

Mark Moffett (2010), nuestro amigo especialista en hormigas, examina el contenido del tanque de una *Brocchinia hecetioides* para estudiar la relación de carnivorismo que tiene esta bromelia con las hormigas *Solenopsis* sp. que encontramos muertas dentro del tanque y, además, con las raíces absorbentes dispuestas como trampas de succión que había instalado allí la *Utricularia humboldtii* de hojas redondeadas y que es una planta carnívora huésped frecuente en el tanque de las *Brocchinias*.

En el primer campamento, en el Cerro de la Neblina, había plantas que nadie había visto antes, ni se le conocía el nombre en 1970. Pero, después de varios años, supimos que en esta fotografía que tomé desde la puerta de mi tienda de campaña se encontraban la *Heliophora neblinae* junto con las rosetas de la *Navia aloifolia*, las espigas solitarias y una hoja larga de la *Stegolepis neblinensis* y una roseta de la *Neblinaria celiae* al centro y contra el cielo.

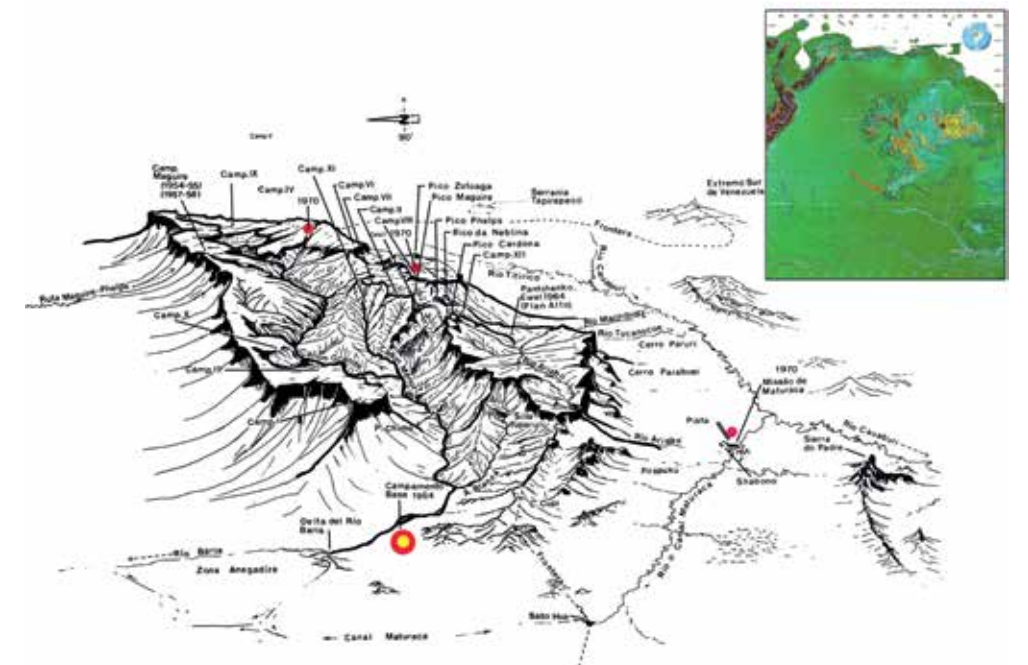


En el lugar del primer campamento de 1970, a 2000 m s. n. m., en la sección noreste de la cumbre del Cerro de la Neblina, estábamos rodeados por plantas carnívoras *Heliophoras*.

Con Dunsterville y Steyermark en el campamento de la meseta del río Titiricó en 1970. Al fondo: la doble cumbre del Pico da Neblina y el pico Phelps.

Cañón del río Baria en el Cerro de la Neblina. Arriba: sitio del primer campamento de 1970. Abajo: el lugar del campamento Base 1983-1985.

Campamentos en el Cerro de la Neblina en 1970 (rojo) y durante 1983-1985.





HELIAMPHORAS EN EL CERRO DE LA NEBLINA

Estábamos completamente rodeados por una vegetación baja y sin algún riachuelo a la vista. Dunsterville buscaba orquídeas para dibujarlas, Steyermark abría pasadizos y túneles para coleccionar las centenares de plantas que resultaron nuevas para el mundo, y yo, que lo ayudaba a cargar lo que iba coleccionando, aprovechaba para ir observando las plantas carnívoras *Heliamphora* que había por el camino, tratando de entender la manera como atraían y atrapaban las presas. Me di cuenta entonces que estaba observando cosas que nadie había notado antes, porque ni Sir Robert Schomburgk que encontró la primera *Heliamphora nutans* en el *Botanical paradise* del Roraima en 1838, ni im Thurn, que las coleccionó en *El Dorado Swamp* en 1884, ni tampoco los otros botánicos que las coleccionaron después, dispusieron de tanto tiempo ni de la relativa comodidad que tenía yo para estudiarlas en el campo (a pesar de la falta de agua). Supongo que habrían pensado que podrían estudiar esas plantas con mayor comodidad en el herbario, aunque estuviesen secas y prensadas.

PRÓXIMA PÁGINA:

Es interesante ver cómo debajo del nectario de la *Heliamphora neblinae* están las patas de unos zancudos que se desprendieron durante su afán por librarse de los pelos curvos que los sujetaban.



Nos encontrábamos a 2000 m s. n. m. en una planicie al norte del Cerro de la Neblina, ubicado en el extremo sur de la frontera de Venezuela con Brasil. El aire enrarecido por la altura, la temperatura a pocos grados sobre el punto de congelación y el suelo como un sustrato arenoso infértil.

Había plantas carnívoras por todas partes, pero decidí concentrar mi atención en el carnivorismo del género *Heliamphora*, debido a su forma espectacular, y porque me resultaba extraño encontrarlas en esta montaña situada a unos 800 kilómetros de distancia del Roraima y de los otros tepuyes; cuando en 1970 se pensaba que la *Heliamphora nutans*, que había sido colectada por primera vez en 1838 en el Monte Roraima por Schomburgk, y la *Heliamphora tatei*, colectada por G.H.H. Tate en el cerro Duida en 1927, eran las únicas especies de *Heliamphora* que existían.

Estas plantas *Heliamphora*, cuyo nombre quiere decir «Jarra de los Pantanos», son las plantas carnívoras de mayor dimensión en el mundo y entre todas, que solo se encuentran en los tepuyes, se destacan las *Heliamphora tatei*, que crecen en las cumbres del tepuy *Huachamakari*, del *Marahuaka* y del Cerro *Duida*, donde se encuentran ocupando lugares de gran pobreza de nutrientes en un suelo arenoso que parece vidrio molido y donde la lluvia constante se encarga de disolver e impedir que cualquier material nutritivo se acumule. Por lo que fue gracias a una serie de mutaciones convenientes que estas plantas resultaran exitosas en ese entorno, donde, gracias a su adaptación para atraer, capturar y asimilar lo que capturaban, tienen acceso a otros minerales y al nitrógeno y fósforo que no logran obtener del suelo. Una adaptación que se ha considerado como una de las anomalías más extraordinarias de la naturaleza, ya que los pequeños insectos herbívoros que pudieran devorar estas plantas tratan de huir de ellas porque... ¡es allí donde las plantas se comen a los insectos...!

Sobre mis observaciones de las *Heliamphora neblinae* que estudié y fotografíé en el Cerro de la Neblina en 1970 y publiqué en 1972 y 1973, los investigadores Klaus Jaffe, Fabián Michelangeli, Jorge M. González, Beatriz Miras y Marie Christine Ruiz (1992) expresaron generosamente veinte años después:

Brewer-Carias (1972) thought that *Heliamphora* was carnivorous, partly because of a pungent nectar secreted from the inside of the spoon which attracted insects to its vicinity. We have confirmed his findings and shown that the plant secretes substances in the spoon which are highly attractive to ants, flies, and other arthropods



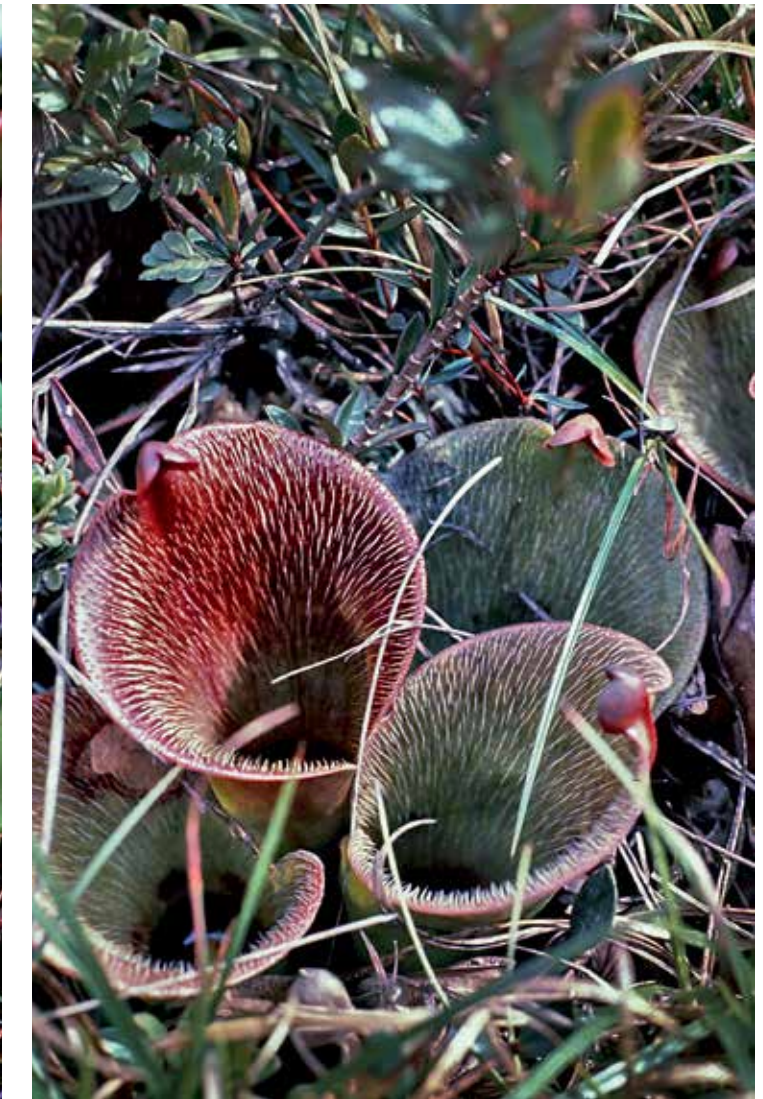
En una de las sabanas que hay por las cumbres del Cerro de la Neblina fue donde vi por primera vez las plantas carnívoras *Heliampora* con sus hojas enrolladas en forma de copa y la superficie interior forrada con pelos dispuestas como garras. A poca distancia de estas, había otras *Heliampora* que tenían las copas más esbeltas y glabras, es decir, casi sin pelos; por lo que pensamos que esa diferencia la determinaba el entorno, donde, al parecer, algunas de esas plantas vivían en lugares más expuestos al sol y otras en lugares sombreados. Así es que en 1970 no imaginábamos que la especie glabra que encontramos en una sabana de la cumbre del Cerro de la Neblina sería publicada ocho años más tarde por Maguire con el nombre de *Heliampora neblinae* (Maguire, 1978, pp. 57-59), y tampoco pensamos que la otra, de forma más corta y velluda, sería considerada como una especie nueva 30 años después de nosotros haberla visto. Sobre esta, los expertos Nerz y Wistuba refirieron que ellos se habían percatado de la existencia de dos especies distintas de *Heliampora* en el Cerro de la Neblina, después de observar las fotografías que yo había publicado en mi libro *Vegetación del Mundo Perdido* (Brewer-Carías, 1978); por lo que ellos bautizaron a la especie hirsuta como *Heliampora hispida* (Nerz y Wistuba, 2000; McPherson *et al.*, 2011, p. 257).



Fotografiando el nectario de la *Heliampora* que estudié en el Cerro de la Neblina en 1970. Foto G. C. K. Dunsterville.

Era la primera vez que alguien veía estas plantas y observara de qué manera atraía a sus presas, cómo las atrapaba, cómo las digería y de qué forma se mantenía el nivel del agua del tanque para que no se escaparan las presas; por lo que me dispuse a realizar un registro fotográfico y documentar lo que veía, y que voy a presentar aquí con más fotografías y dibujos de los que publiqué de manera modesta hace más de medio siglo, y que veinte años después fueron consideradas como una referencia importante, de acuerdo a la mención que hicieran sobre mi trabajo los investigadores Klaus Jaffe, Fabián Michelangeli y Jorge González. Un testimonio que considero muy especial por su generosidad y porque, además de ser ellos grandes exploradores, eran los más enterados sobre la fisiología y evolución de las plantas carnívoras (González, Jaffe y Michelangeli, 1991; Jaffe *et al.*, 1992; Jaffe *et al.*, 1995, p. 380).

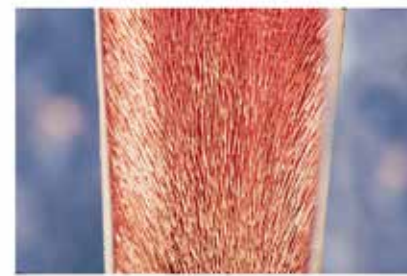
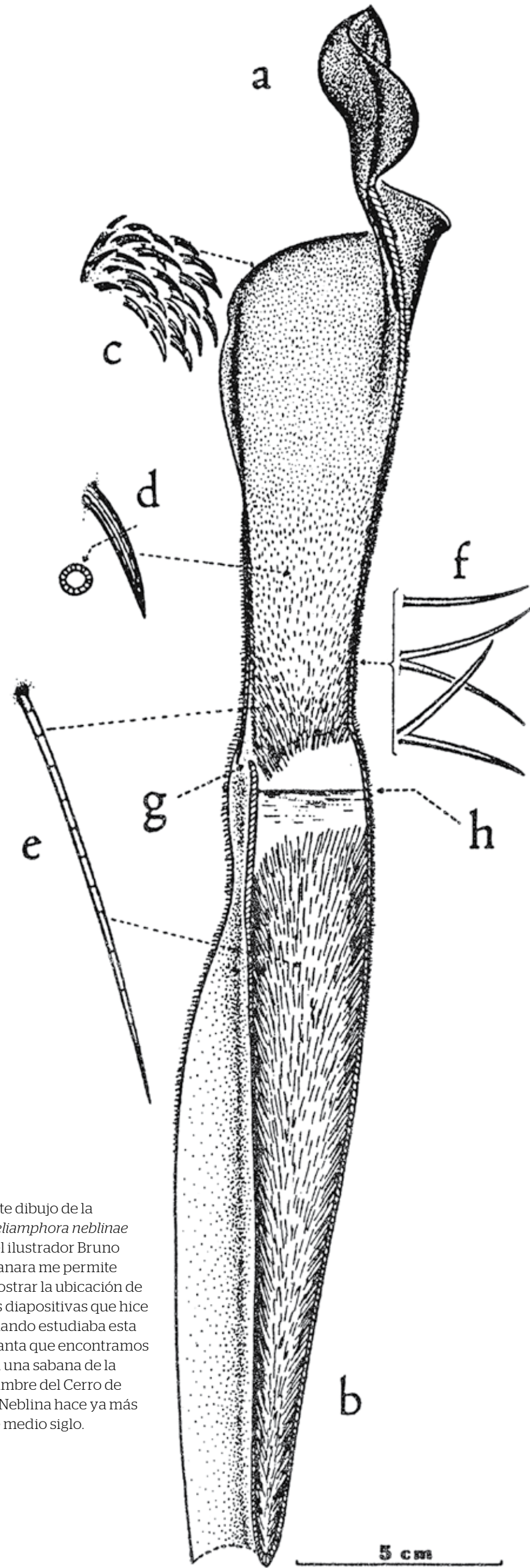
Brewer-Carías (1972) was the first to describe the feeding behavior of the plant, reporting that a honeylike fluid produced by nectaries in the spoon-shaped appendage of the leaves attracted a variety of insects.



La *Heliampora neblinae* que tuve oportunidad de estudiar y fotografiar durante la expedición al Cerro de la Neblina en 1970 (Maguire, 1978, pp. 57-59) es más alta y glabra que la otra que también encontramos allí (del lado derecho), que era más baja y «peluda»; por lo que recientemente le fue asignado el nombre *Heliampora hispida* (Nerz y Wistuba, 2000; McPherson, *et al.*, 2011, p. 257). Es decir, que resultó una especie nueva 30 años después de nosotros haberla observado y fotografiado.

Campamento en el río Titiricó, a 2200 m s. n. m. Al fondo: el Pico da Neblina.





Este dibujo de la *Heliamphora neblinae* del ilustrador Bruno Manara me permite mostrar la ubicación de las diapositivas que hice cuando estudiaba esta planta que encontramos en una sabana de la cumbre del Cerro de la Neblina hace ya más de medio siglo.

Evidencia de la atracción que ejercen los nectarios de la *Heliamphora neblinae* y una araña oportunista a la espera de alguna presa que sea atraída por el nectario.

Zancudos y mosquitos en los tanques de la *Heliamphora neblinae* y la *H. hispida*.

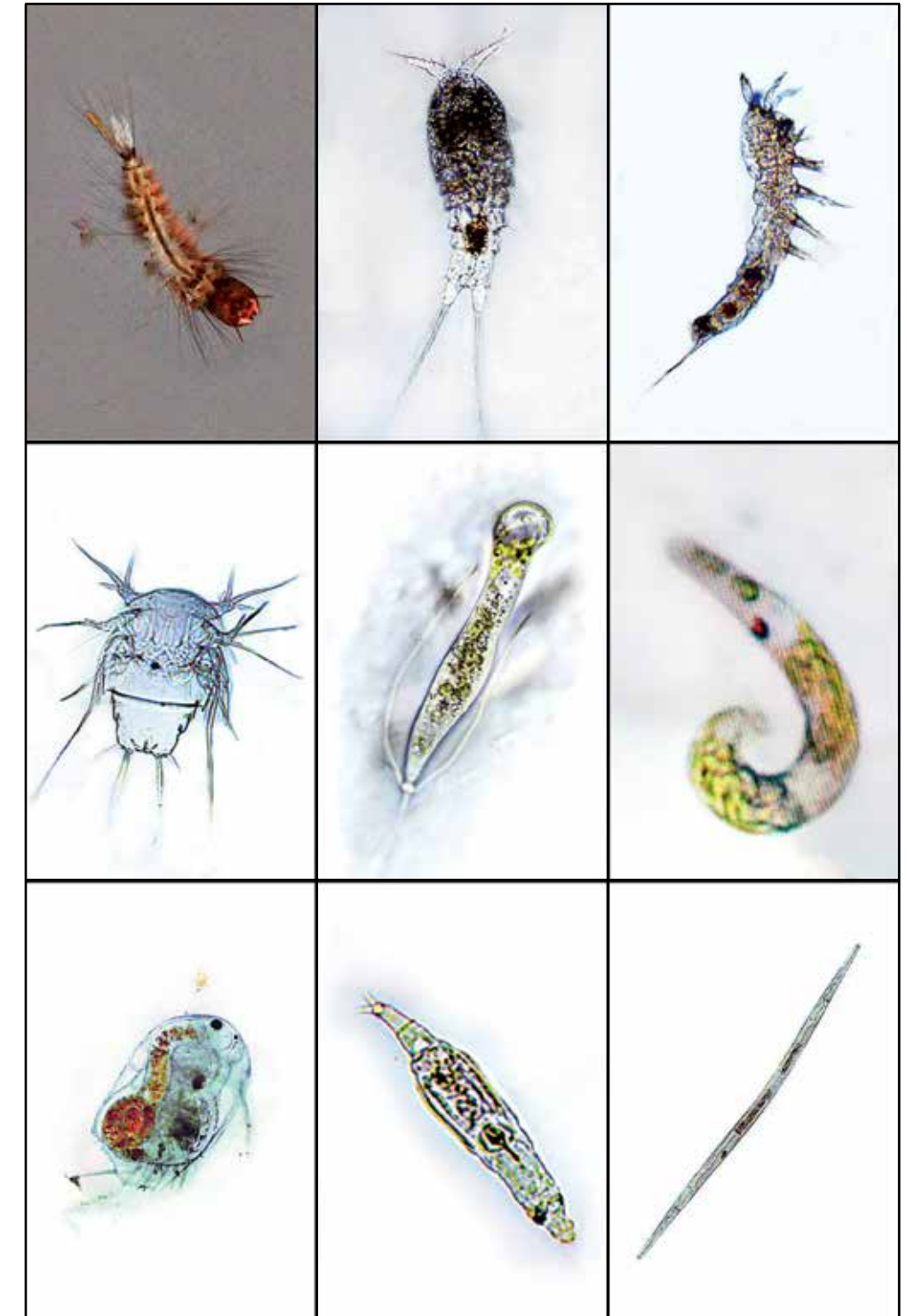
En aquel primer campamento de 1970 que hicimos en la cumbre, no encontramos agua corriente ; pero al revisar el agua que había dentro de las jarras de las *Heliamphora*, nos dimos cuenta de que había larvas de zancudo vivas; por lo que dedujimos que aquella agua no contenía jugos digestivos, como se había creído hasta entonces; por lo que empleando un pañuelo como filtro, utilizamos aquella agua para beber y cocinar. Veinte años después, supe que las larvas de aquellos zancudos del género *Weyomyia* sp., que están aún por identificar, eran unos inquilinos que completan su ciclo de pre-adultos en el *phytolema*; esto es, en el agua que estas plantas guardan en su tanque, donde las larvas de los zancudos *Weyomyia* sp. resultan ser allí los depredadores más importantes, ya que se alimentan de las bacterias, rotíferos y protozoarios que también viven en el agua junto con las larvas de otros mosquitos muy pequeños, como los *Metriocnemus* sp. que Jorge González, Klaus Jaffe y Fabián Michelangeli (1991) encontraron en el *phytolema* de la *Heliamphora nutans* cuando estudiaron esta otra especie en el tepuy Kukenam.



Otra cosa interesante que pude apreciar cuando corté una copa de *Heliamphora neblinae* a todo lo largo, fue que en el extremo profundo de la copa había una acumulación de restos de las presas en descomposición, donde pululaban unos gusanitos largos como si fuese una sopa de fideos en miniatura. Deduje entonces que aquellas larvas serpenteantes o filarias, pudieran ser los organismos encargados de la digestión de los insectos ahogados, y entonces la planta estaría alimentándose principalmente del excremento de estas larvas (aún no se ha comprobado), así como de los desechos que producen las larvas de los zancudos que, a su vez, se estarían alimentando allí con una cantidad de microorganismos que observé en el agua y que Jan Kastovsky, el especialista en algas de la Universidad de South Bohemia, retrató para nosotros con un microscopio Olympus CX21 LED y una digital camera digital InfinityX-32 que en el 2012 transportamos en helicóptero hasta la cumbre del Churi-tepui del Macizo de Chimantá, donde tuvimos que garantizar su funcionamiento mediante un generador.

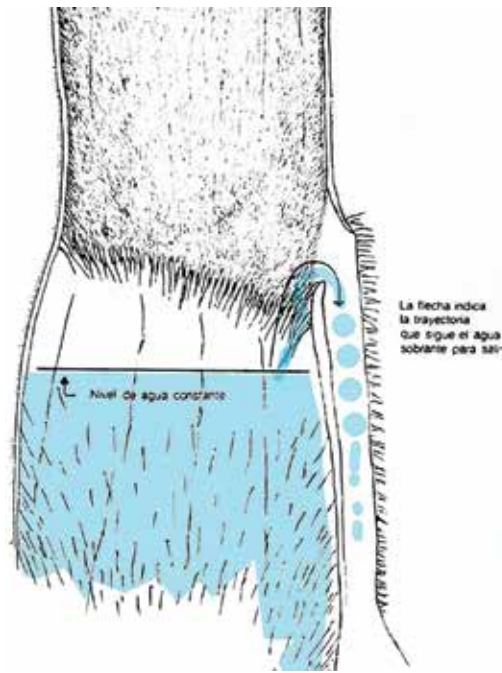
También me llamó la atención, y es algo que como no se ha estudiado podría servirle como tesis a alguien, que cuando un zancudo caía vivo al agua del tanque de la *Heliamphora*, este se mojaba y se hundía. Cosa que no ocurre cuando un zancudo o una mosca caen en un vaso de agua, debido a que la tensión superficial del agua no permite que se hundan, a menos que uno deje caer cerca de la mosca una gota de jabón o de saliva. Por lo que pensé que la *Heliamphora* podría poseer unas glándulas que produjeran algo parecido a una saponina para así disminuir la tensión superficial del agua.

Con la tapa de una lata de jalea de guayaba sostenida a manera de espejo, pude iluminar lateralmente la jarra llena de agua de la *Heliamphora hispida*, para así destacar el cuerpo de un zancudo que había caído en la trapa acuática; justo cuando se retiraba del nectario que lo atrajo y tropezara enredándose entre los pelos que en estas copas están dispuestos como garras dirigidas hacia abajo.



Protozoarios y larvas que encontramos en el agua retenida por una copa de la *Heliamphora pulchella* del Churi-tepui en el macizo Chimantá. En la esquina de arriba y a la izquierda, la larva de un zancudo del género *Weyomyia*. A su derecha, un rotífero. En el centro, un protozoo ciliado con forma de trompeta del género *Stentor*, y en la esquina derecha y abajo, una filaria. Todos en escalas diferentes. Fotografiados por Jan Kastovsky estando conmigo en Chimantá en el 2012.

Sin embargo, lo que más captó mi entusiasmo, y me tomé largo rato para descifrar, fue la manera como la *Heliamphora* desechaba el agua que recibe en exceso cuando llueve; porque, si la copa se llenaba completamente, como ocurría cuando yo lo hacía experimentalmente, entonces el agua se desbordaba por todas partes. Pero si administraba el agua con cuidado, la copa mantenía un nivel muy por debajo del borde, evitando así que los insectos que estuviesen aun flotando pudieran escaparse. Así es que me propuse descifrar ese enigma, para lo cual corté otra copa a lo largo y le abrí el «estómago» para ver dónde estaría ubicado el agujerito que permitiría el drenaje. Sorprendiéndome entonces, por encontrarlo ¡muy por encima del nivel de agua...!



Esto me resultaba incomprensible; así es que le pedí a Dunsterville que me facilitara unas gotas de la tinta china que él empleaba para dibujar, y disolví entonces la tinta en un vaso de agua para ir llenando la copa de la *Heliophora* con el agua ennegrecida. Pude ver entonces cómo el líquido coloreado «trepaba» gracias a la capilaridad de un pincel de pelos que había en el interior del tanque, y de esa manera el agua subía hasta un agujerito por donde se derramaba hacia el exterior, donde, gracias a la capilaridad generada por otro pincel de pelos, el agua era conducida hacia un sifón ubicado en medio de un par de alas cortas que había en el borde donde se encuentra soldada la hoja. Es decir, que esta planta había desarrollado, además de todo lo dicho anteriormente sobre el nectario, un complejo mecanismo para desalojar el agua basado en la fuerza capilar y en un sifón peludo, con lo cual evitaba la salida de las presas. Algo que presenté gráficamente entonces, así como en una publicación reciente; de manera que algún especialista en anatomía vegetal pudiera investigar sobre esto (Brewer-Carías, 1972, 1973, 1978 y 2012). (Aunque Liu y Smith no lo refirieron en su publicación del año 2020).

Pude observar en 1970 cómo el agua coloreada con la tinta negra «trepaba» gracias a la capilaridad de un pincel de pelos que había en el interior del tanque, y de qué forma el agua alcanzaba el agujerito por donde se derramaba hacia el exterior, gracias a la capilaridad de otro pincel y a un sistema de sifón ubicado en el espacio que quedaba en medio de un par de alas cortas que acompañan al borde donde está soldada la hoja (Brewer, 1972, 1973, 1978 y 2012).

PRÓXIMA PÁGINA

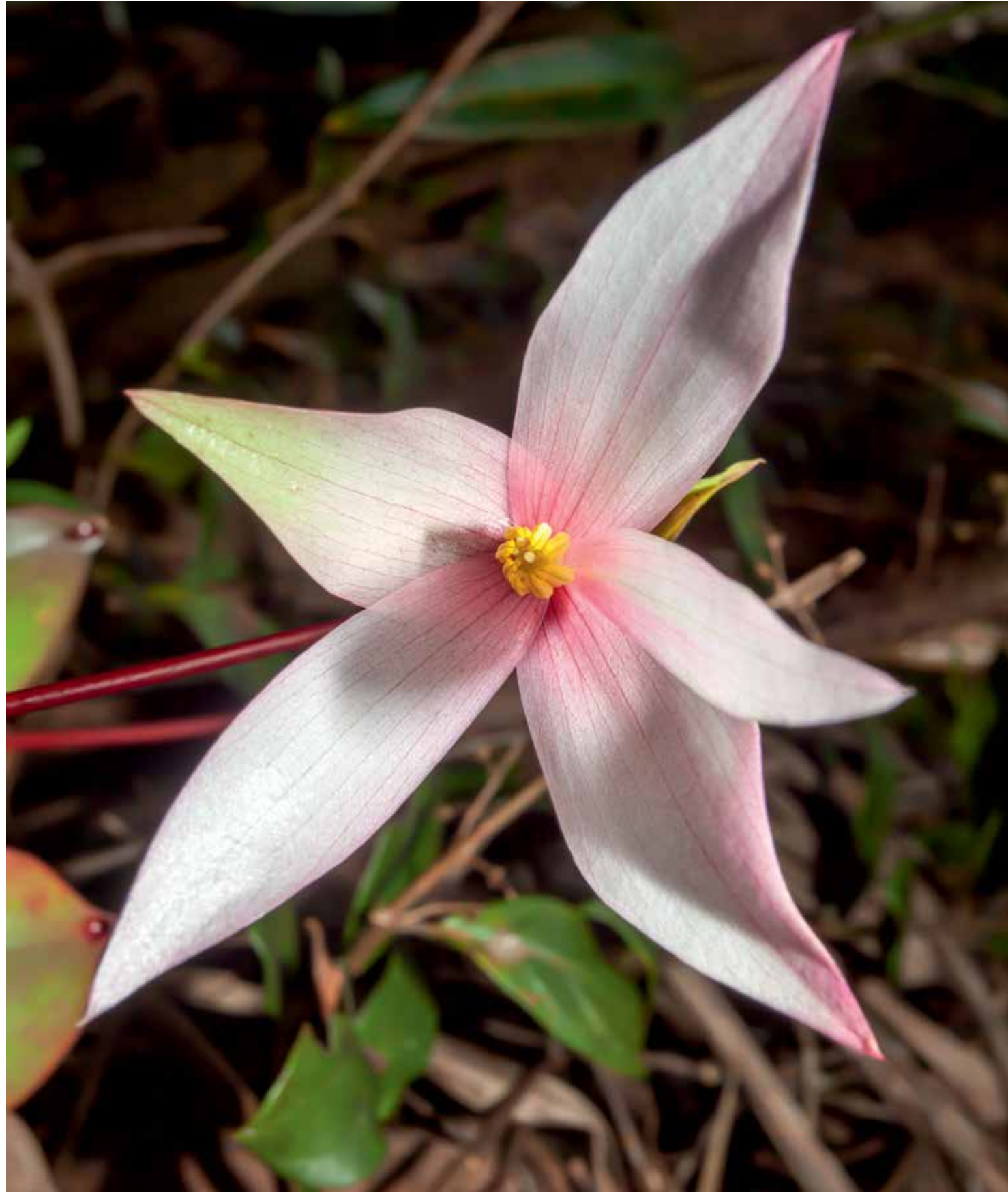
Sentí curiosidad de apreciar como desde el agua y el centro de la copa, los insectos habrían visto el nectario que los atrajo y la cornisa de pelos que les impedía salir.





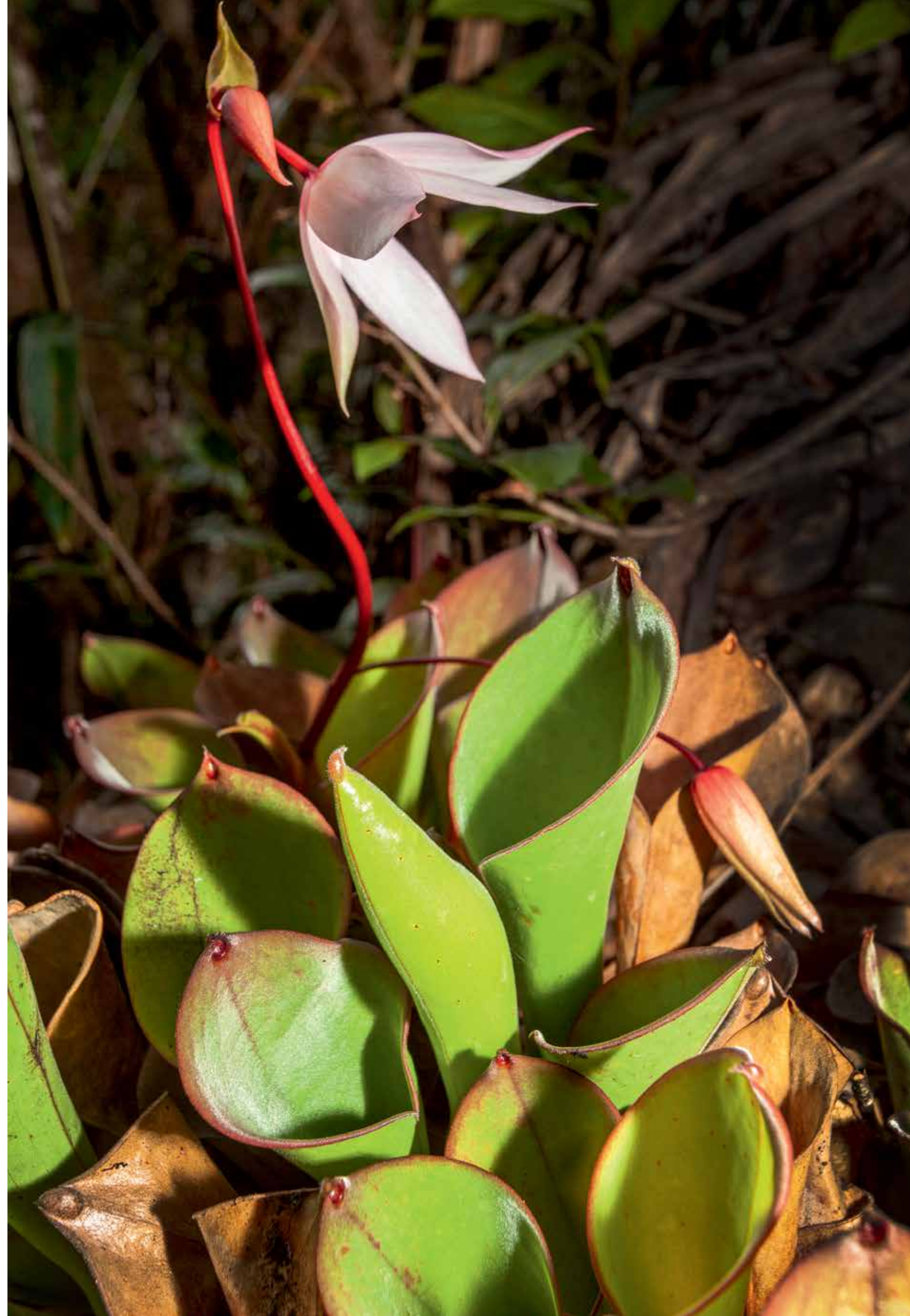
Un rodal de *Heliamphora pulchella* al lado del campamento Muchimuk, situado en el borde norte del Churi-tepui (29) del macizo de Chimantá. Al fondo: el Tirepón-tepui.

HELIAMPHORAS EN EL CHIMANTÁ



Heliamphora exappendiculata. Amuri-tepui.
Macizo del Chimantá. Foto: Javier Mesa.

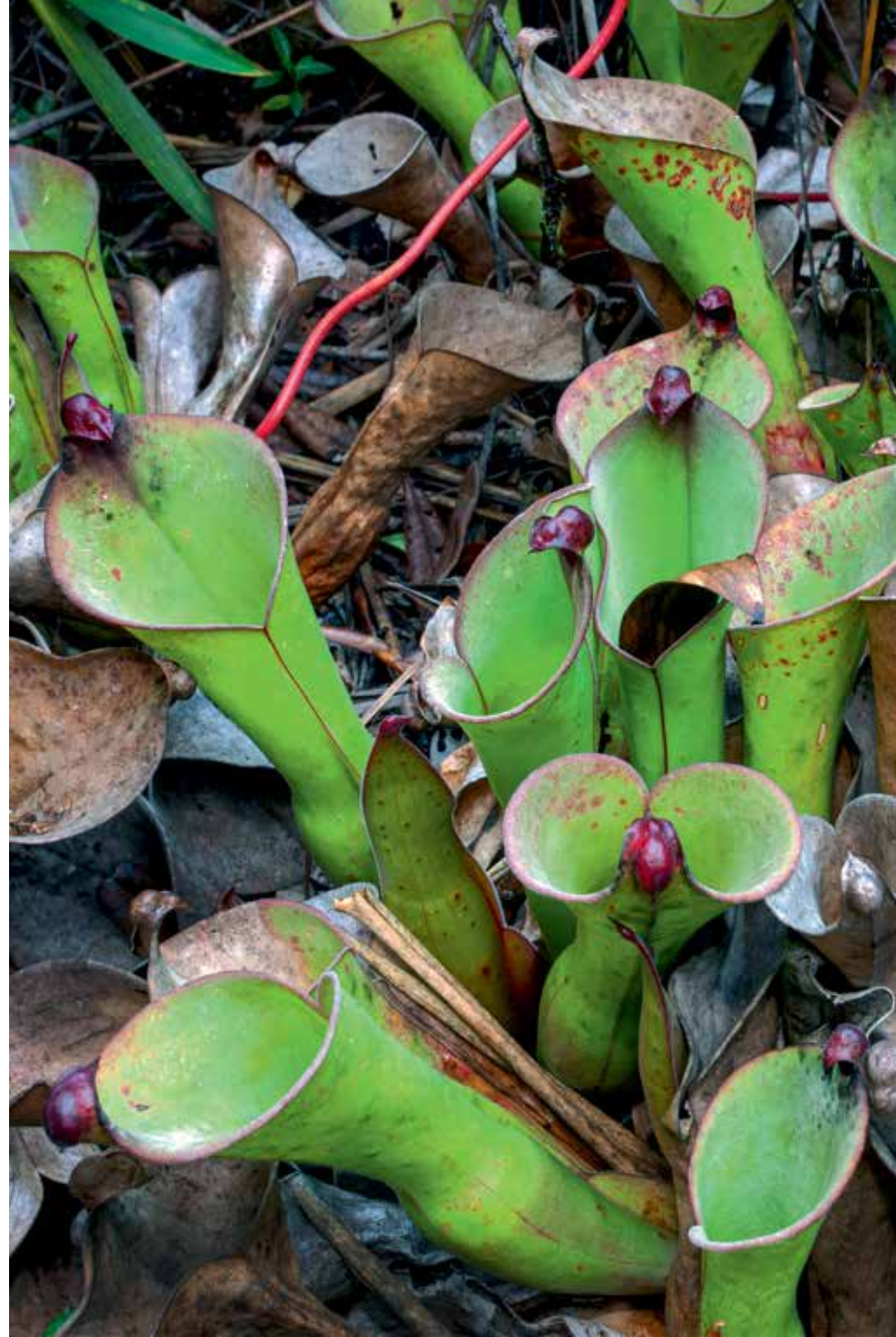
PRÓXIMA PÁGINA
Heliamphora exappendiculata. Amuri-tepui.
Macizo del Chimantá. Foto: Javier Mesa.



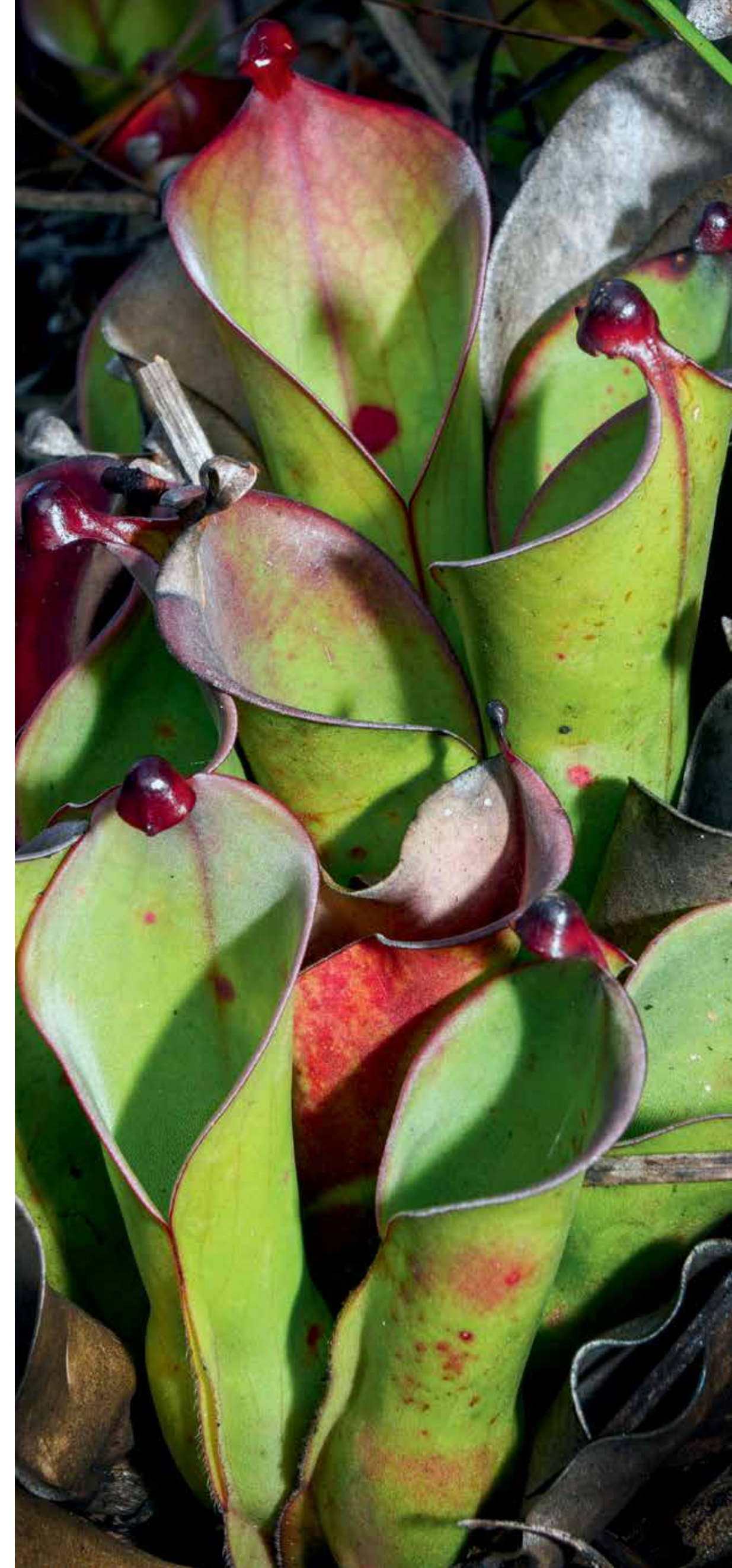


Heliamphora chimantensis.
Apakará-tepui. Macizo
del Chimantá.
Foto: Javier Mesa.





Heliamphora uncinata. Amurí-tepui.
Macizo del Chimantá. Foto: Javier Mesa.



Heliamphora huberi. Akopán-tepui.
Macizo del Chimantá. Foto: Javier Mesa.





DOBLE PÁGINA ANTERIOR

Heliamphora pulchella, endémica al macizo Chimantá (29).

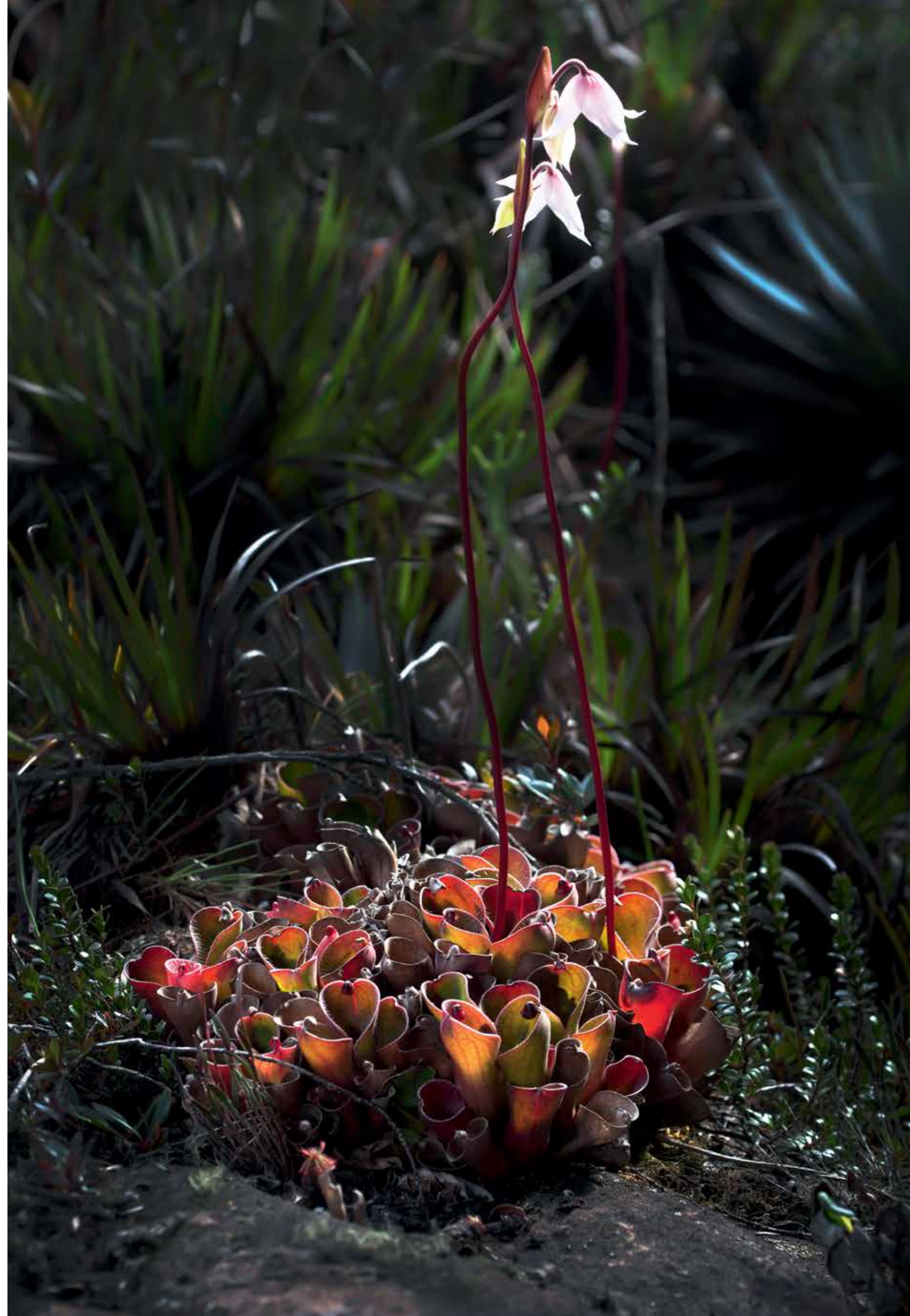
Heliamphora pulchella, variedad oscura. Amuri-tepui. Macizo del Chimantá. Foto: Javier Mesa.

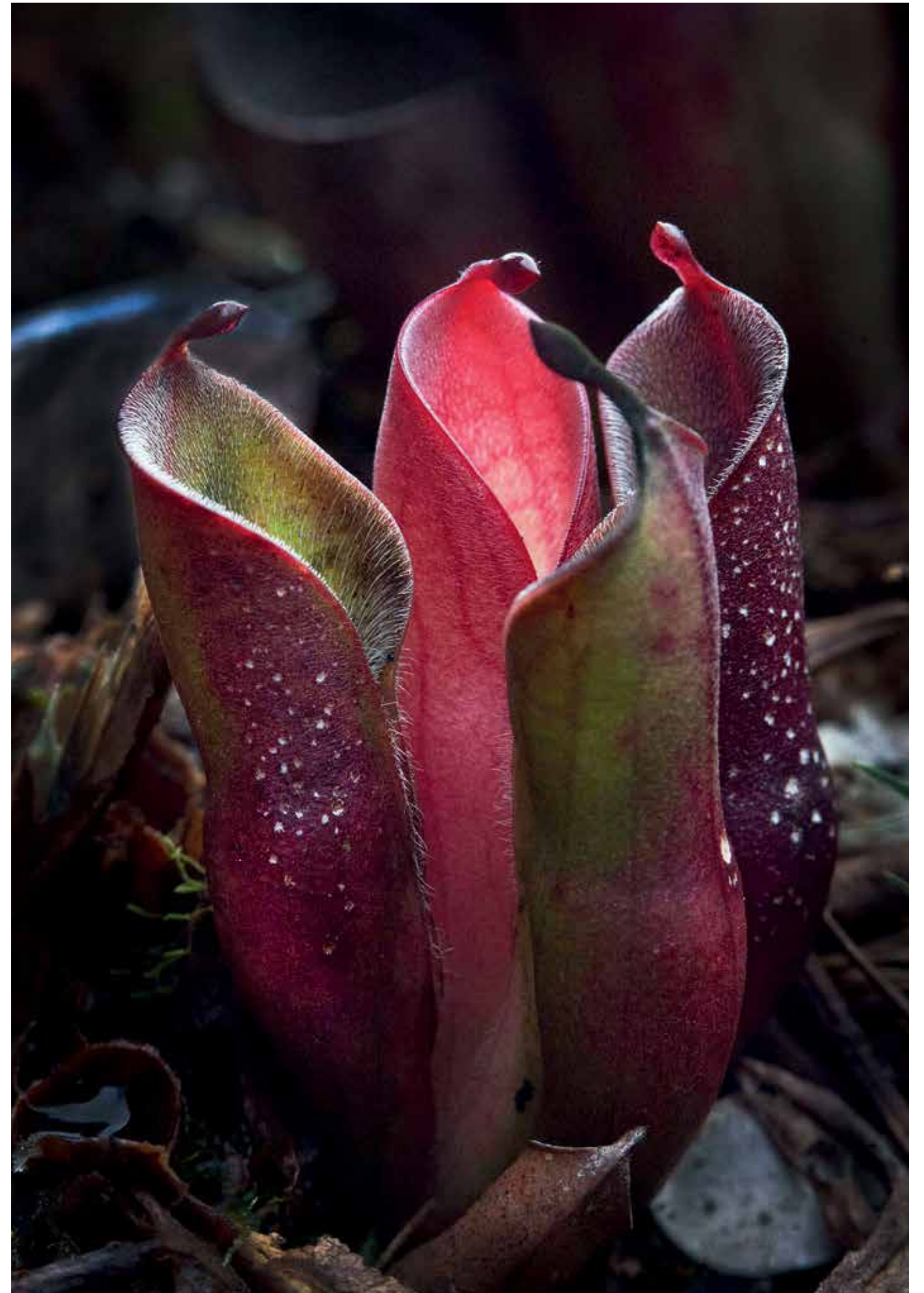




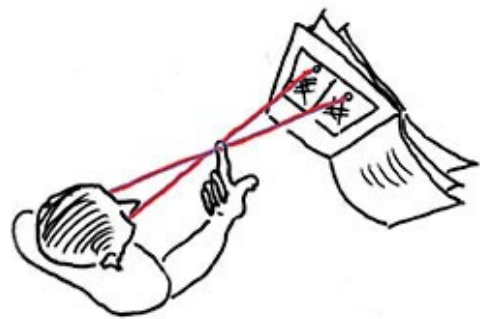
Juveniles de *Heliamphora pulchella*.
Churi-tepui, Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA
Heliamphora pulchella, en el Churi-tepui
(29) del macizo de Chimantá.





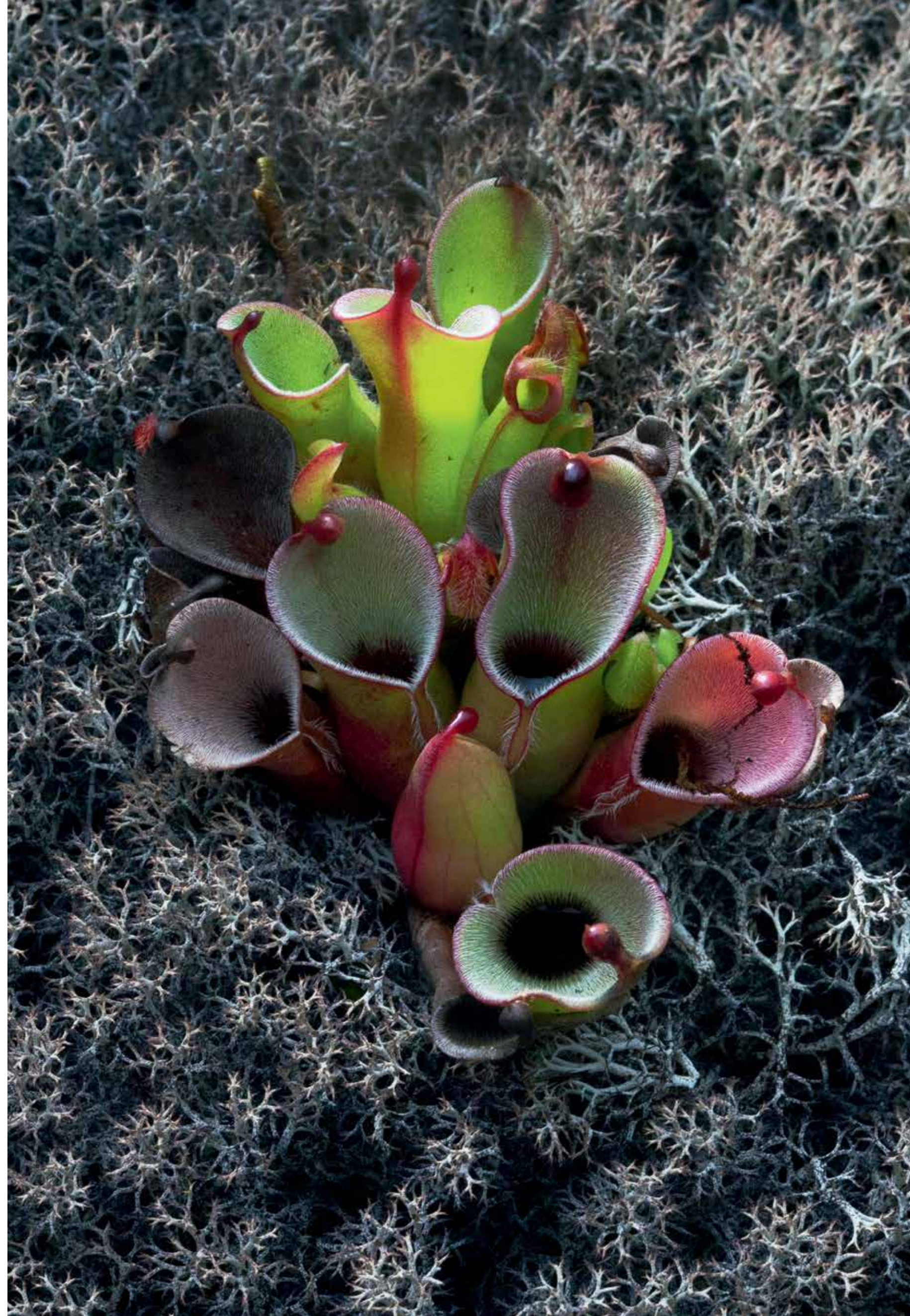
Heliamphora pulchella. Churi-tepui (29).
Macizo del Chimantá.



Tutorial para lograr la estereoscopia:
 Ponga sus ojos bizcos (*crossed-eyed*)
 y busque primero fundir los dos botones
 que están sobre la esfera hasta ver tres
 botones. Hágalo después sobre las
 imágenes hasta ver tres imágenes y
 entonces podrá ver la imagen del centro
 con profundidad y en tres dimensiones.
 O emplee como guía observar la punta
 de su dedo ubicado a 30 cm de distancia
 de la imagen que quede en el fondo.

PRÓXIMA PÁGINA

Heliamphora pulchella. Churi-tepui (29).
 Macizo del Chimantá.





Heliamphora pulchella. Churi-tepui (29).
Macizo del Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA

Heliamphora pulchella. Churi-tepui (29).
Macizo del Chimantá.

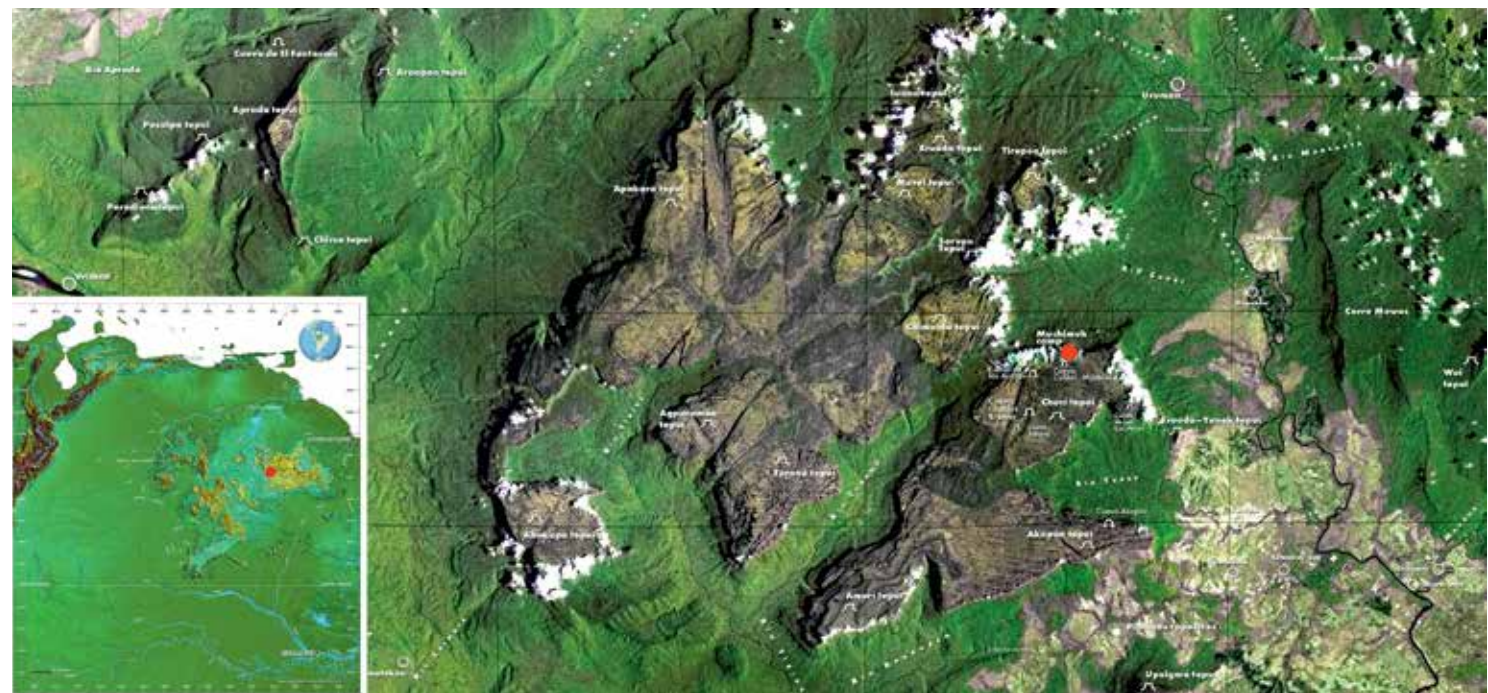




Heliophora desconocida.
Muy diferente a la *Heliophora pulchella*.
Por lo que esta sea, probablemente,
una nueva especie que encontramos
en el extremo norte del Churi-tepui (29)
en el macizo del Chimantá.

¡Un nectario muy diferente a los que
hemos visto...!





Campamento Muchimuk a 2400 m s. n. m., cerca de la salida de la Cueva Charles Brewer por la cara norte del Churi-tepui (29). 15-31 de mayo del 2009.

Lugar del Campamento Muchimuk en el Churi-tepui (29), macizo del Chimantá, con una representación del recorrido de la Cueva Charles Brewer.





Toda esta sección norte, que yo bauticé como «la Proa» del Roraima (en 1978), se avena hacia el río Esequibo y aún es considerada como "Territorio en Reclamación". Lugar donde conseguí la *Heliamphora glabra*, cerca del lago Gladys en la Proa del Roraima (37).

HELIAMPHORAS EN EL RORAIMA





PÁGINA ANTERIOR

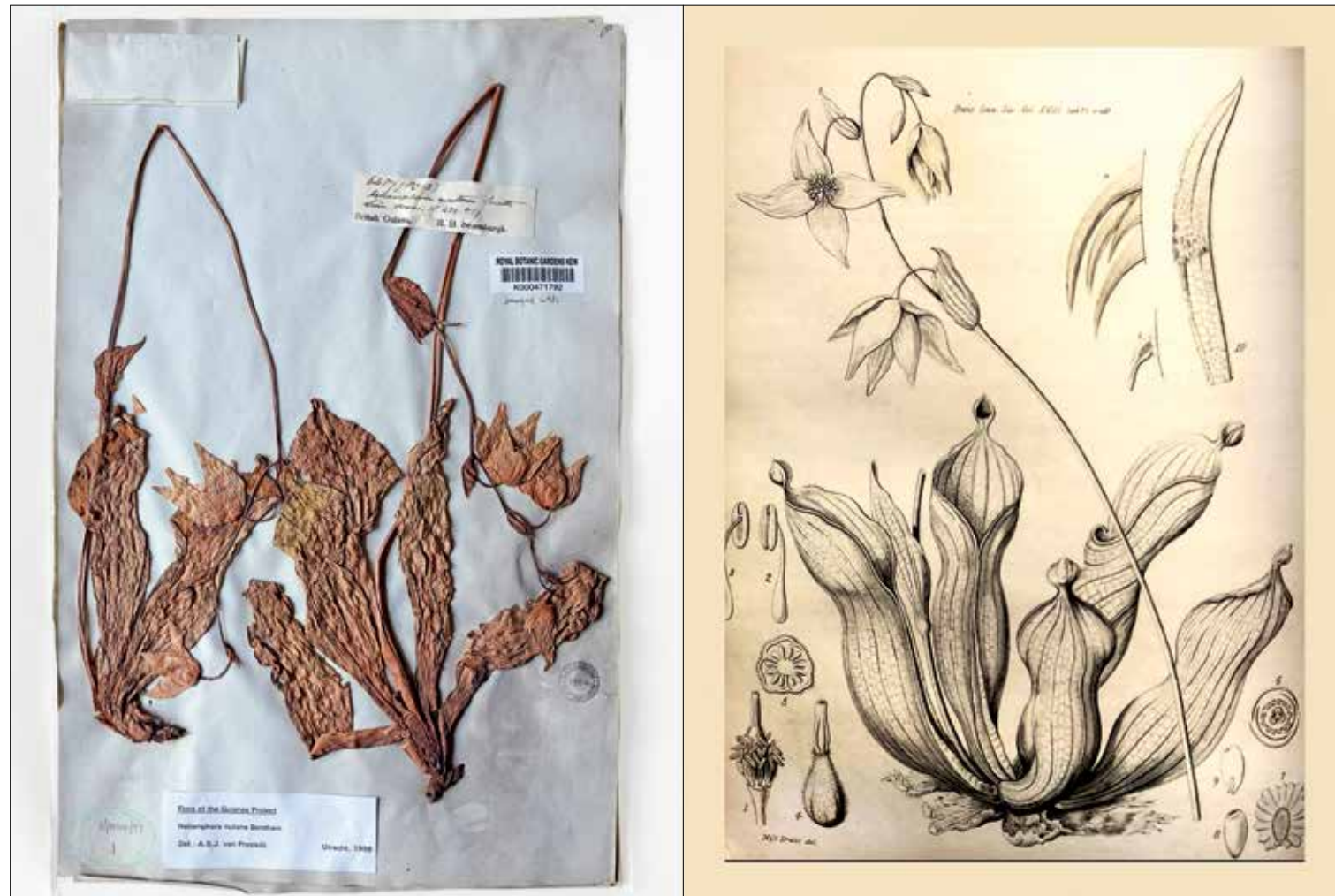
Heliamphora glabra, cerca del lago Gladys en la Proa del Roraima (37).

Rodal de *Heliamphora glabra*, cerca del lago Gladys en la Proa del Roraima (37).
Foto Ricardo Cisneros.

PÁGINA SIGUIENTE

Un zancudo del género *Wyeomyia* es atraído por el color, el olor y el sabor del néctar que emana del ápice en la copa de la *Heliamphora glabra* que crece cerca del lago Gladys en la Proa del Roraima (37).





Heliamphora nutans de la base del Roraima preservada en el New Botanical Garden desde que fuera colectada por Robert Schomburgk en 1838. Foto: Michal R. Golos.

PRÓXIMA PÁGINA

Heliamphora nutans, en la cumbre sur del Roraima (37). Foto: Michal R. Golos.





Heliamphora nutans. Cumbre sur del Roraima (37). Foto: Javier Mesa.

PRÓXIMA PÁGINA
Heliamphora nutans. Cumbre sur del Roraima (37). Foto: Michal R. Golos.





Al centro: el *Kushamakari-hídi* o cerro Huachamakari (5) y al extremo derecho: el Cerro Marahuaka (6) sobre el río Cunucunuma, vistos desde el cerro Duida. Solo en la cumbre de estos tres tepuyes crece la *Heliophota tatei*. Foto: Javier Mesa. Según los Ye'kwana, el mundo superior o *Kahuhána* está compuesto por ocho pisos de cielos con una distribución cónica que recuerda al techo de la casa *Áttá* y que están comunicados entre sí por un horcón o palo central, o *Anyadúdu*, que fue enterrado en la cumbre del cerro *Kushamakari-hídi* (5) por el tercer mensajero enviado por *Shi* y sería por donde después *Kúchui* treparía para buscar en el cielo a la yuca que sería necesaria para alimentar a los hombres (Brewer-Carías, 2019, p. 37).

HELIAMPHORAS EN EL DUIDA Y HUACHAMACARI



Heliamphoras tatei que crecen en el borde del cerro Huachamacari.

Heliamphora tatei con el tallo ramificado en la cumbre del cerro Huachamacari.

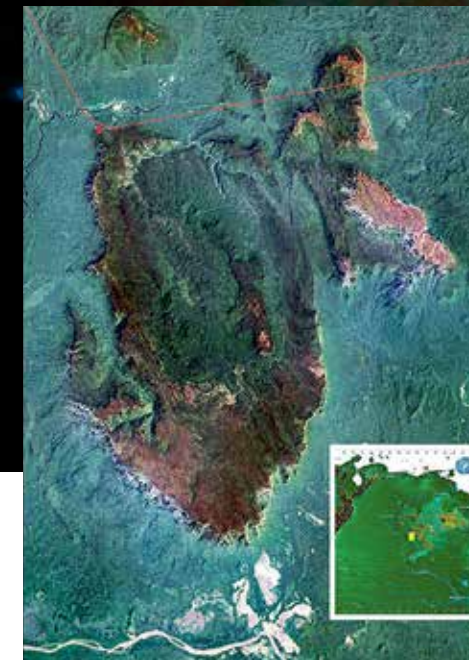
PRÓXIMA PÁGINA

Heliamphora tatei con el tallo ramificado. Cumbre del cerro Huachamacari (5).





Observando la *Heliophora tatei* en la cumbre del cerro Duida, y la interpretación de Hunt Emerson, el más importante ilustrador de Gran Bretaña. Foto Julian Steyermark



Refugio *bivouac* que hicimos con las *Heliophora tatei* en la cumbre del cerro Duida en 1981 (8), al no poder ser evacuados de la montaña. Acompañado aquí por Enrique Martín Cuervo. Foto: Julian Steyermark.



Escarpas del lado sureste del Auyantepui (26).

HELIAMPHORAS EN EL AUYANTEPUI



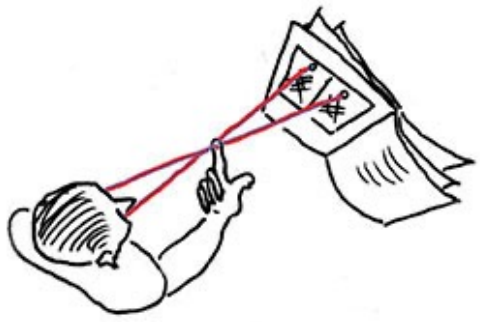
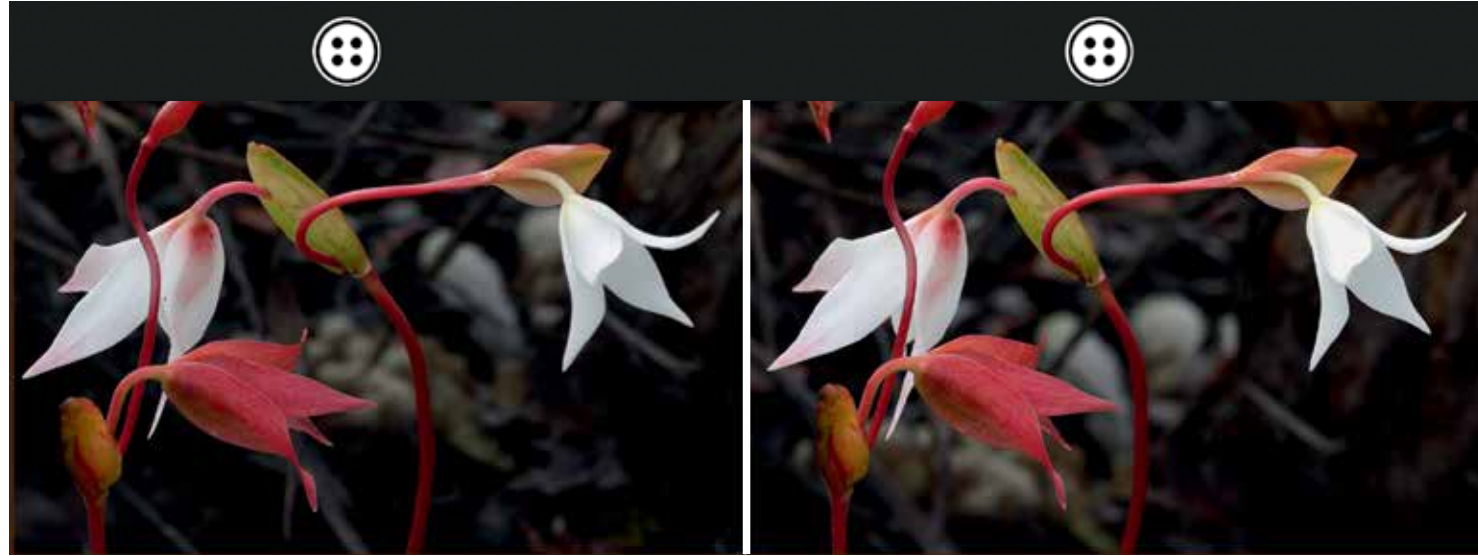
Heliamphora minor, en la cumbre del Auyantepui (26). Foto: Javier Mesa.



Heliamphora minor, en la cumbre del Auyantepui (26). Foto: Javier Mesa.

PRÓXIMA PÁGINA
Heliamphora minor, en la cumbre del Auyantepui (26). Foto: Giselle Petricca

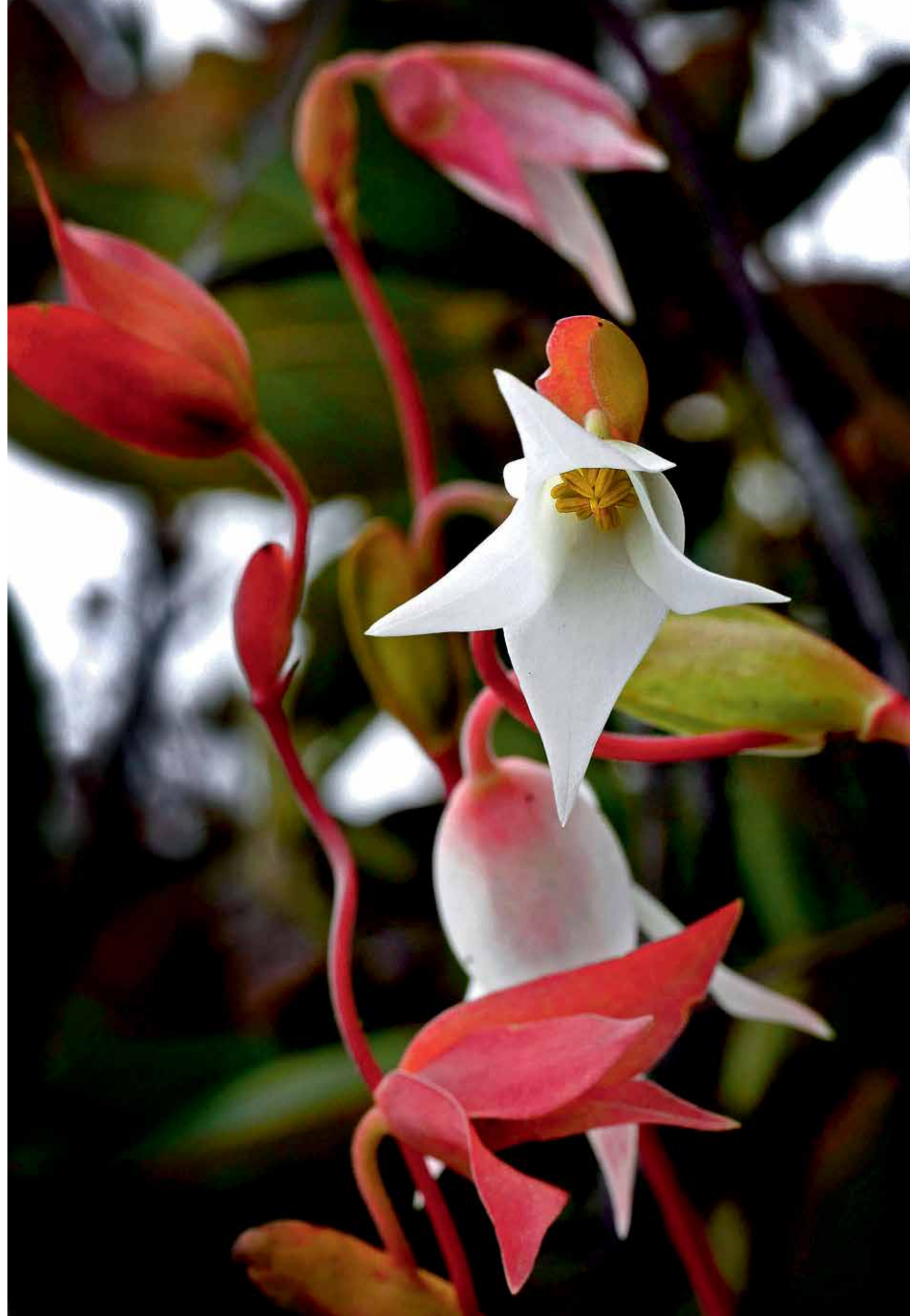




Tutorial para lograr la estereoscopia:
 Ponga sus ojos bizcos (*crossed-eyed*)
 y busque primero fundir los dos botones
 que están sobre la esfera hasta ver tres
 botones. Hágalo después sobre las
 imágenes hasta ver tres imágenes y
 entonces podrá ver la imagen del centro
 con profundidad y en tres dimensiones.
 O emplee como guía observar la punta
 de su dedo ubicado a 30 cm de distancia
 de la imagen que quede en el fondo.

PRÓXIMA PÁGINA

Heliampora minor,
 en la cumbre del Auyantepui (26).





Aprada-tepui (27), aquí encontramos la *Heliampora exapendiculata*. En el lado opuesto, que es el flanco oeste, se encuentra la grieta que llamé «La Cueva de El Fantasma». Foto: Mauro Costa.

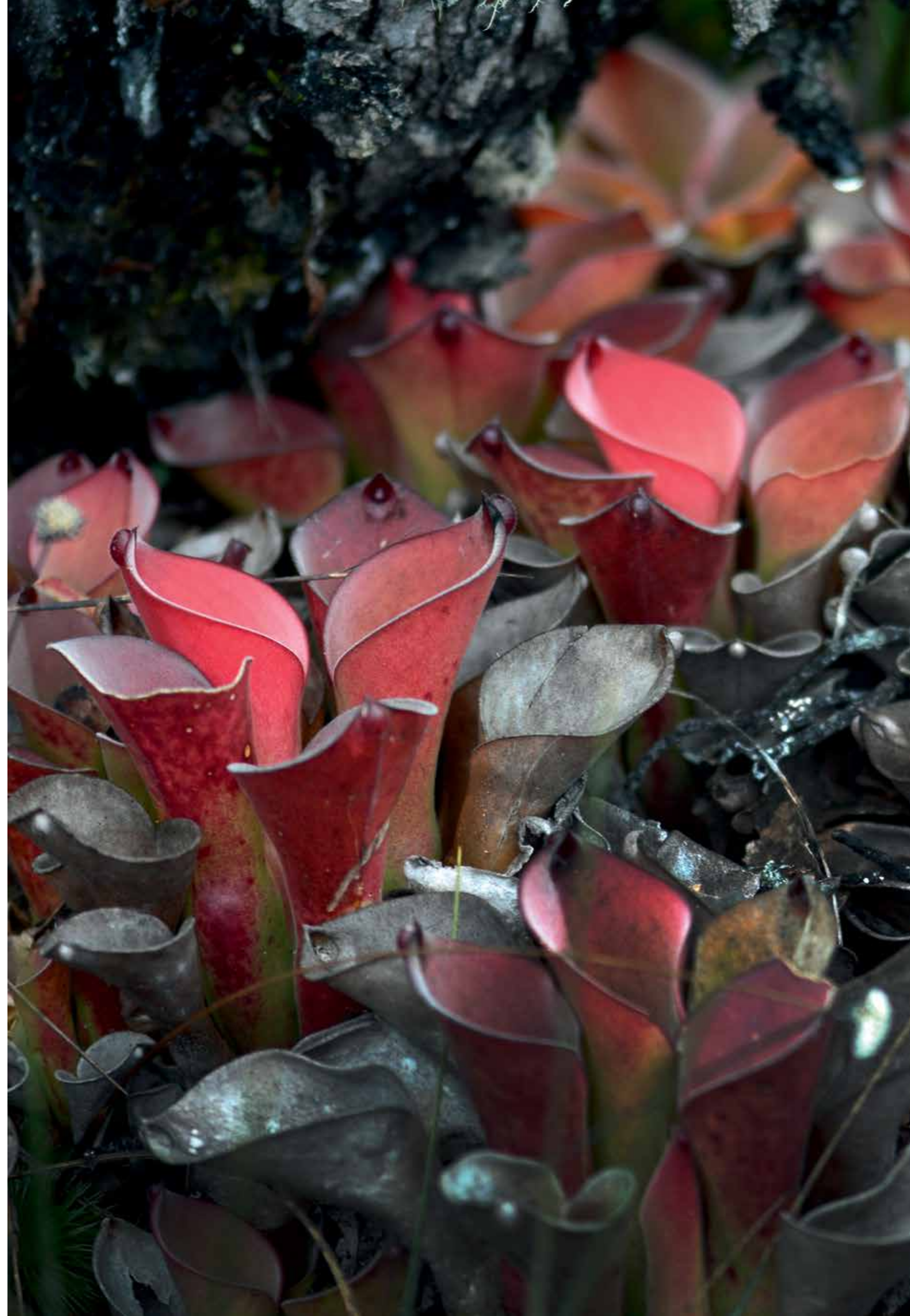
HELIAMPORAS EN EL APRADA-TEPUI



Heliamphora exappendiculata de la cumbre del Aprada-tepui en 1978 (27). En esta especie se aprecia la reducción del nectario

PRÓXIMA PÁGINA.

Heliamphora exappendiculata, igualmente en la cumbre del Aprada-tepui, y que hemos encontrado también en el Amurí-tepui del Chimantá en 2012 (27). Foto: Michal Golos.





En primer plano: la torre del Tramen-tepui, y detrás, el Ilu-tepui (34), de 2700 m s. n. m., que fue explorado por primera vez en 1977, cuando estuve acompañado por el herpetólogo Roy McDiarmid; el ecólogo Prof. Volkmar Vareschi; el geólogo Santosh Gosh; el biólogo Leopoldo García; el botánico Francisco Delascio y el periodista Edgard Cherubini Lecuna. También después, en noviembre de 1999, volvimos a este tepui acompañado por Fanny, Karen y John, cuando fuimos invitados por Guillermo y Adriana Cisneros. Foto: Javier Mesa.

HELIAMPHORAS DEL ILU-TEPUI



En esta fotografía panorámica, que muestra los tepuyes orientales descubiertos por Sir Robert Schomburgk en 1838, se puede apreciar en el extremo izquierdo la torre del Tramen tepui que mostramos en la panorámica de la página anterior en primer plano. Justo a su lado derecho se aprecia el Ilu-tepui (2700 m s. n. m.) que en la panorámica anterior cubre casi todo el horizonte y, a continuación, el picacho del Wadakapiapué-tepui, el Yuruaní-tepui, el Kukenam y el Roraima rodeado por el humo de incendios.

Aspecto oriental (desde Guyana) del Ilu-tepui y la torre que es el Tramen-tepui dispuestos al sur de un profundo valle que al final se estrecha y genera un efecto venturi con corrientes de aire muy poderosas.

John Brewer-Carías al lado de unas *Heliamphora elongata* que son endémicas del Ilu-tepui, cuando aún no se había descrito como especie nueva en 1999. Foto: Fanny de Brewer.



Heliamphora elongata, endémica del Ilu-tepui. Foto: Javier Mesa.



Heliamphora elongata, endémica del Illu-tepui. Foto: Javier Mesa.



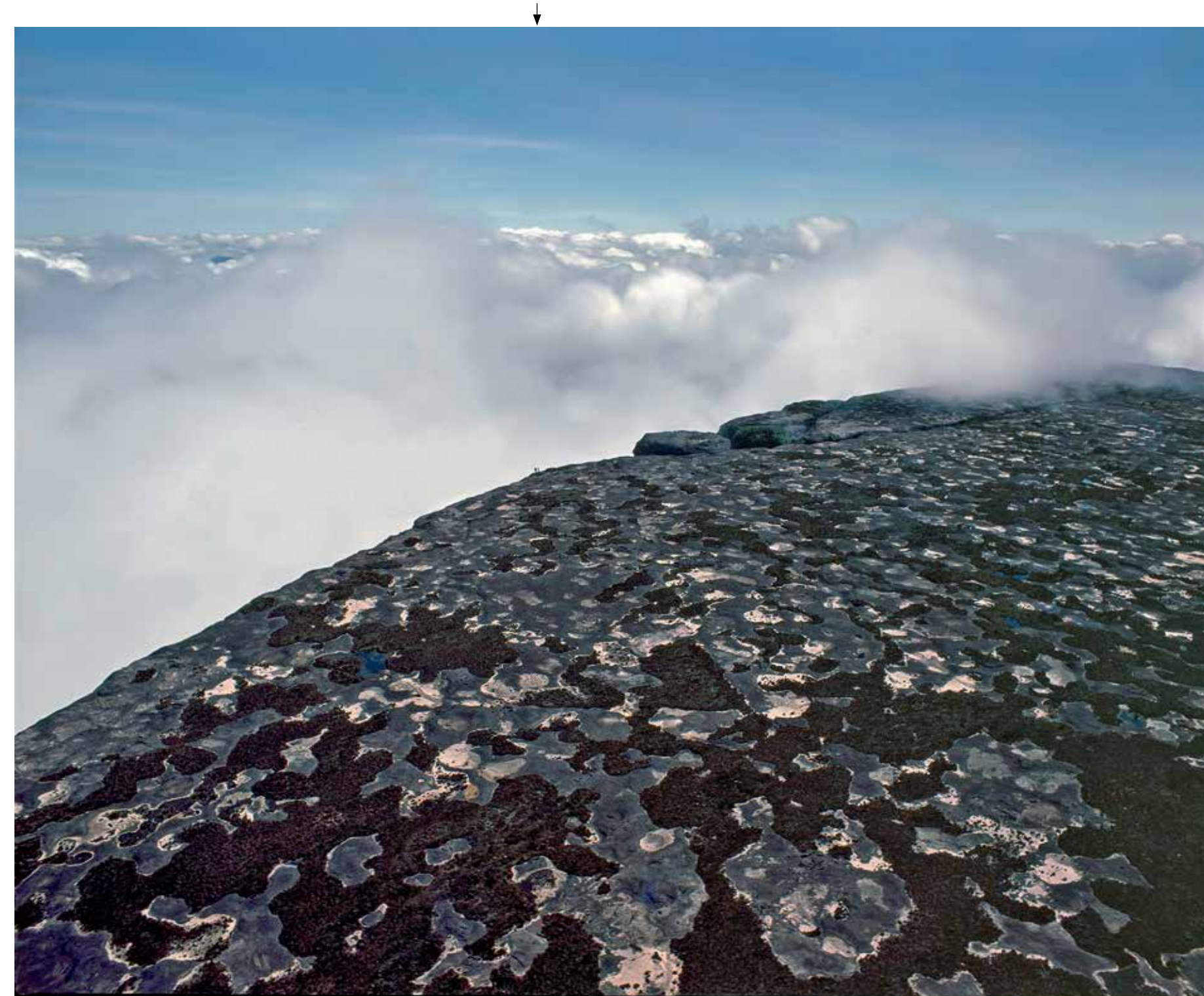
Ptari-tepui (32), llamado así porque a los indígenas de la región su aspecto les recuerda un *Ptari* o «budare», que es el fogón donde se cocina el casabe (pan obtenido de la yuca).

HELIAMPHORAS EN EL PTARI-TEPUI



Amanecer en el campamento que hicimos en la cumbre del Ptari-tepui en el año 2015 (32). Al centro, Karen levanta los brazos.

Cumbre del *Ptari-tepui* (32) donde la presencia de dos exploradores parados justo debajo de la flecha, pone en escala y nos ayuda a descifrar la dimensión y composición de la superficie de este tepuy.





Heliamphora purpurascens. Cumbre del Ptari-tepui (32).

PRÓXIMA PÁGINA
Híbrido de *Heliamphora sarracenioides*
y *Heliamphora purpurascens*. Cumbre del Ptari-tepui (32).





PÁGINA ANTERIOR

Híbrido de *Heliamphora sarracenoides*
y *Heliamphora purpurascens*.
Cumbre del Ptari-tepui (32).

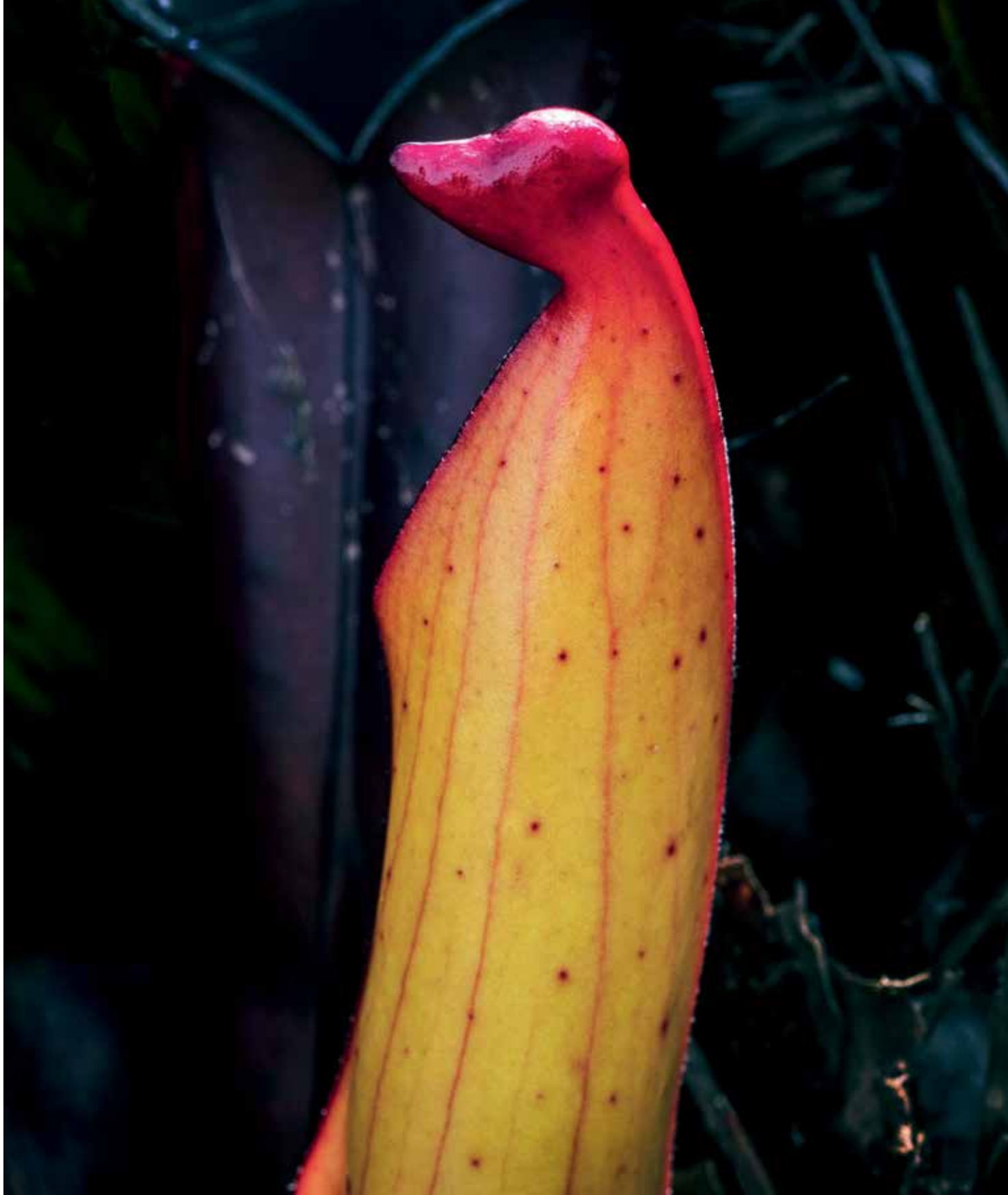
Heliamphora purpurascens.
Cumbre del Ptari-tepui (32).



Heliamphora purpurascens.
Cumbre del Ptari-tepui (32).

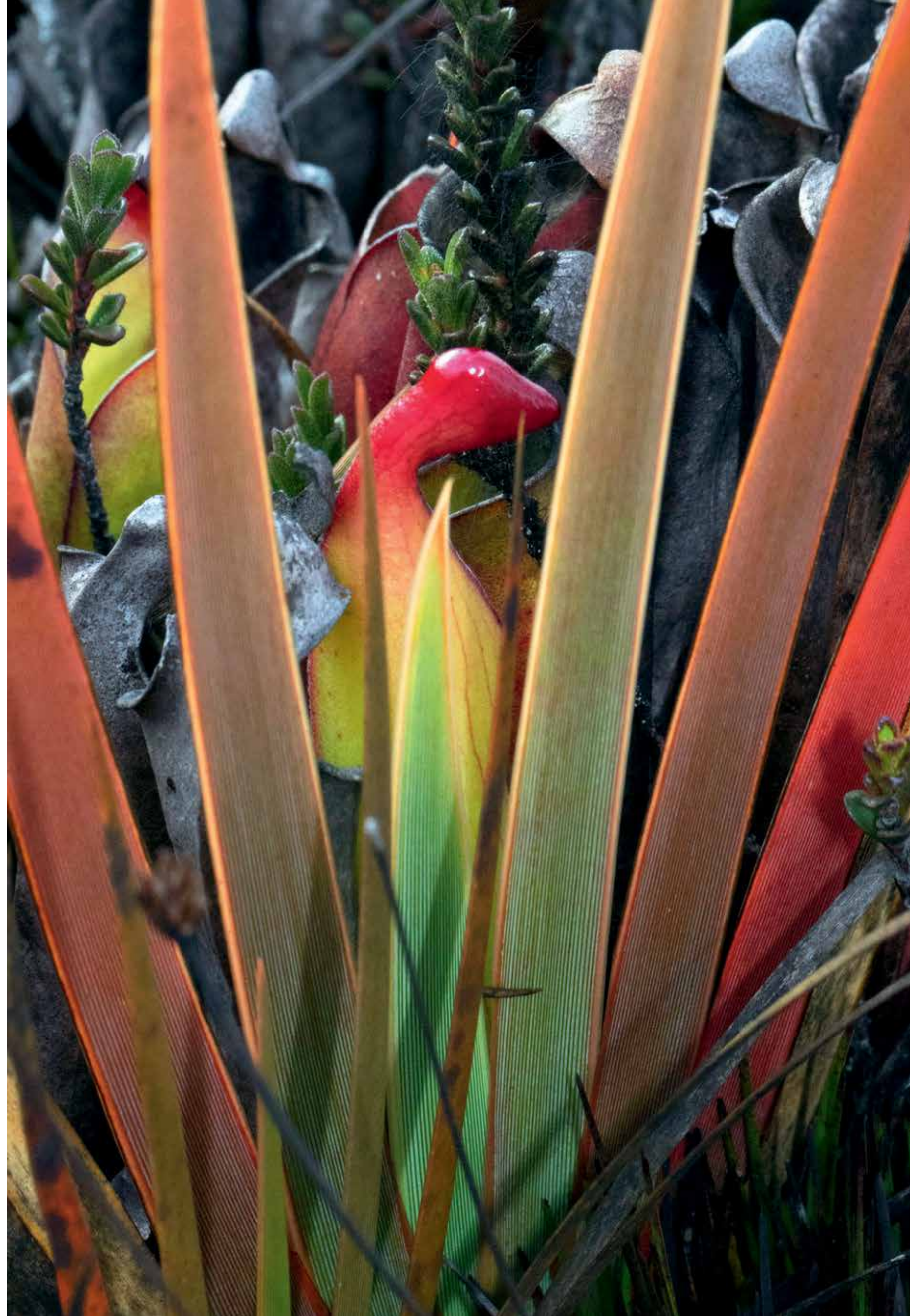
PRÓXIMA PÁGINA:
Híbrido de *Heliamphora sarracenioides*
y *Heliamphora purpurascens*.
Cumbre del Ptari-tepui (32).

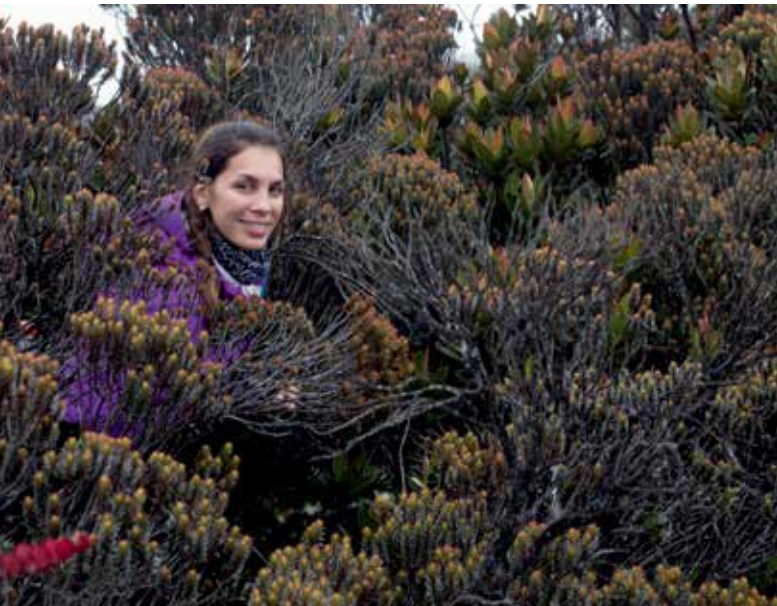




Heliamphora purpurascens.
Cumbre del Ptari-tepui (32).

PRÓXIMA PÁGINA:
Heliamphora purpurascens.
Cumbre del Ptari-tepui (32).





El fotógrafo Javier Mesa interesado en un rodal de la *Heliamphora sarracenioides*, que es una planta endémica en la cumbre del Ptari-tepui.

Michal R. Golos, el especialista en las *Heliamphora*, que estudió, con una cámara trampa y con luz ultravioleta, la manera como la *Heliamphora sarracenioides* y la *Heliamphora purpurascens*, atraían a ciertos insectos en la cumbre del Ptari-tepui (32) (ver Golos 2020 sobre luz ultravioleta).

Karen Brewer-Carias en medio de los arbustos endémicos del género *Bonetia* que encontramos en el Ptari-tepui (32).

El botánico José Grande-Allende nos acompañó durante la expedición a la cumbre del Ptari-tepui (32).





En el Ptari-tepui (32) encontramos que muchas flores de las *Heliophora* estaban invadidas por un pequeño coleóptero de especie desconocida.

PRÓXIMA PÁGINA:
 Cuando Michal R. Golos fotografió a unas *Heliophora*, iluminándolas con luz ultravioleta, pudo ver una fluorescencia que, probablemente, también es empleada por la planta para atraer a sus presas (Golos, 2020).





Diferentes formas como se muestran los nectarios apicales de las hojas especializadas resultantes de la hibridación entre las especies. De izq. a der.: *Heliamphora purpurascens*, H. Híbrido y *Heliamphora sarracenooides*, que son endémicas de la cumbre del Ptari-tepui [32].

De izq. a der.: *Heliamphora purpurascens*, *Heliamphora sarracenooides* y en el extremo un híbrido de ambas. Todas son endémicas de la cumbre del Ptari-tepui (32). (Michal R. Golos dixit).

Utricularias

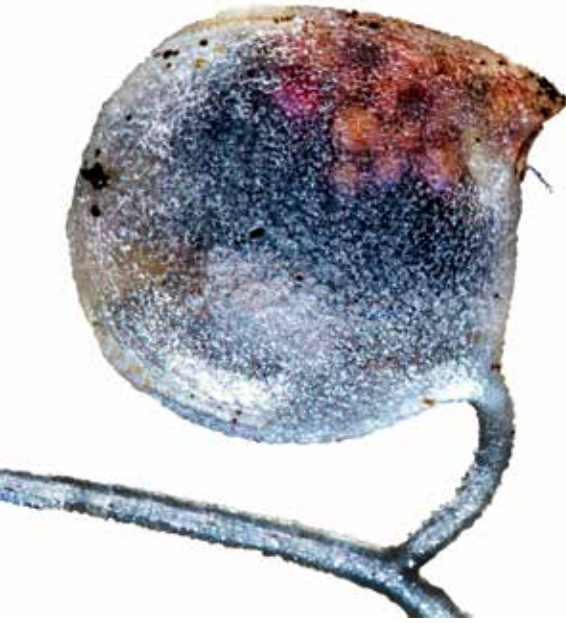
Estas plantas carnívoras del género *Utricularia* fueron las favoritas de Darwin y reciben su nombre porque, a quienes las estudiaban, les pareció que las trampas ubicadas donde debían estar las raíces tenían forma de sacos o utrículos. Las *Utricularia* pertenecen a la familia *Lentibulareaceae*; llamadas así porque sus trampas acuáticas recuerdan a las lentejas. Estas plantas se encuentran distribuidas por todo el mundo en lugares húmedos, en barro, y hasta dentro del agua que mantienen en sus tanques algunas bromelias. Esto último especialmente ocurre con varias *Utricularia* de las Tierras Altas de Guayana (que son los tepuyes), donde hay 53 especies de los géneros *Genlisea* y *Utricularia*, de las 280 conocidas a nivel mundial.

De estos dos géneros que viven como carnívoras para prosperar en lugares donde hay pocos nutrientes, como ocurre en las cumbres de los tepuyes, las del género *Genlisea* son muy pequeñas y difíciles de distinguir por sus flores, de las plantas del género *Utricularia*; aunque sí se distinguen por sus trampa sumergidas, porque las del género *Genlisea* tienen sus trampas acuáticas diferentes y con forma de sacacorchos, especializadas en atraer químicamente a los protozoarios microscópicos que son digeridos por bacterias en un ambiente sin oxígeno; cosa considerada única en el reino vegetal.

El nombre para el género *Utricularia* fue empleado por primera vez por Carolus Linnaeus en 1753 al referirse a la forma de sus trampas, y este género está representado por unas 250 especies, y su nombre proviene de los saquitos o utrículos que estas plantas emplean como trampas para succionar a las presas, que también son atraídas químicamente. Estas trampas no son raíces, sino hojas modificadas, cosa que ha sido motivo de discusión para su clasificación desde que fueran ilustradas por primera vez alrededor de 1550 (Miranda et al., 2021). Estas plantas están distribuidas en todo el mundo, excepto en la Antártida, y son usualmente pequeñas, excepto algunas como la *Utricularia humboldtii*, con espigas florales de más de un metro de alto, que crecen en el agua que mantienen en sus tanques las bromelias del género *Brocchinia* sp., así como ocasionalmente en el agua que colectan en sus axilas las hojas de la *Orectanthe sceptrum*. En este medio acuático aprovechan para desplegar lo que parecen unas raíces equipadas con centenares trampas de succión con la forma de lentejas que pueden tener hasta más de un centímetro de diámetro, como es el caso de la *Utricu-*

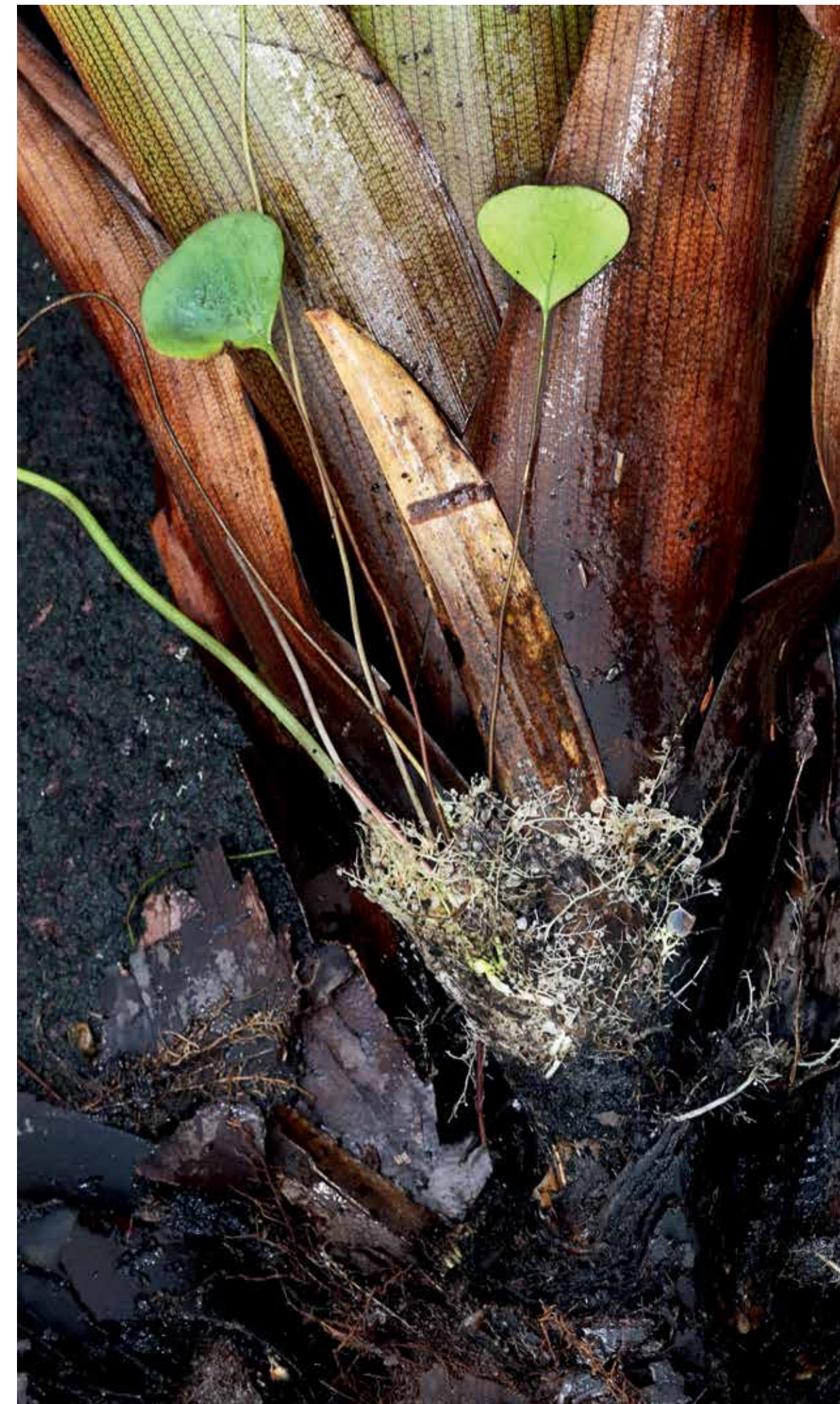
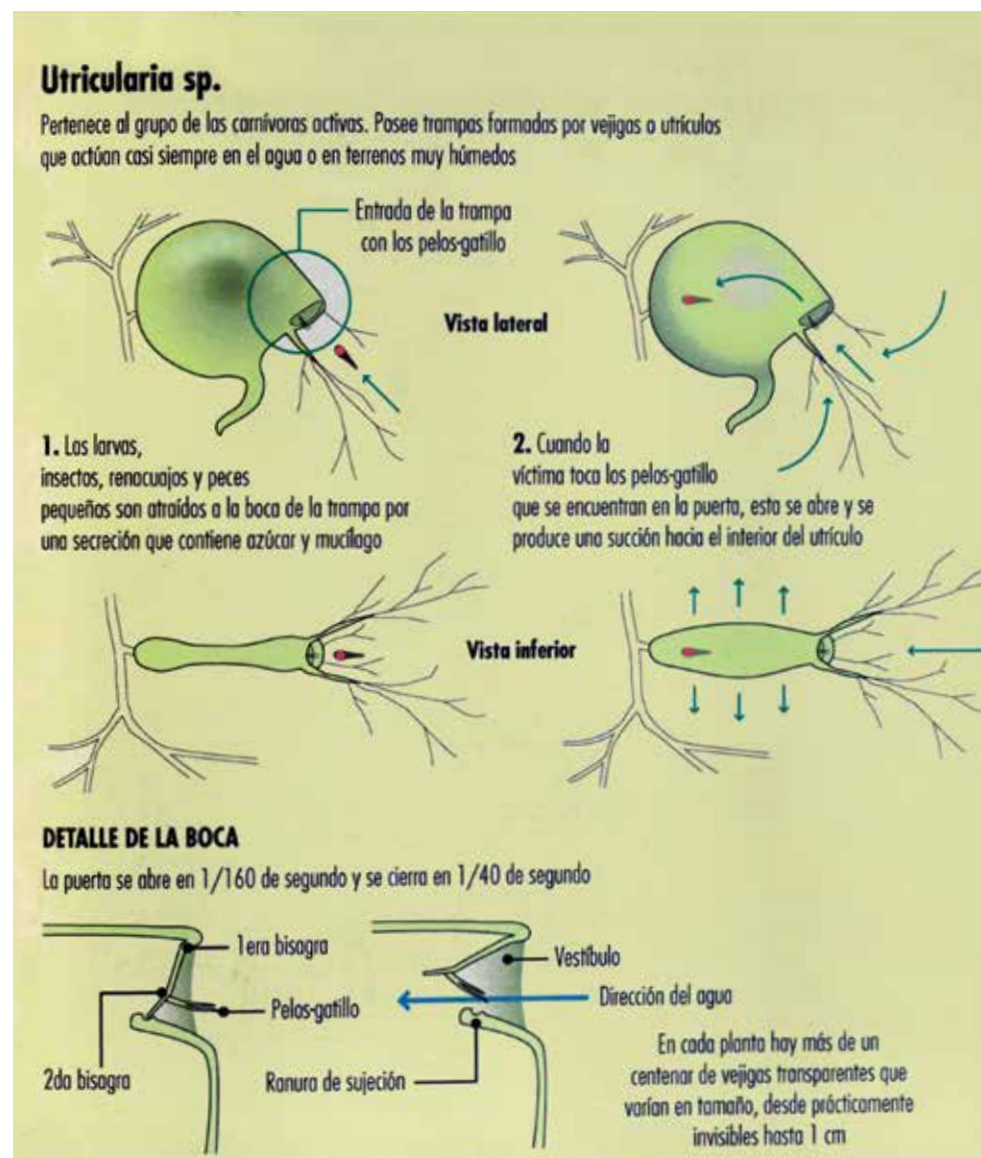
Utricularia humboldtii. Churi-tepui. Macizo del Chimantá. Con tallos de 1,30 m. Es la *Utricularia* de mayor tamaño en el mundo y fue primero colectada por Robert Schomburgk en la base del Roraima en 1838.





Utricularia humboldtii, que solo se encuentra en los tepuyes y fuera colectada, primero, por Schomburgk en 1838, y después por im Thurn en 1884, y publicada en 1887 (im Thurn, 1887).

Estas trampas constituyen unas de las estructuras más complejas e intrigantes de las plantas, por lo que aún no se han descifrado completamente, y tienen un pelo-gatillo que, al ser perturbado, disloca una bisagra que rompe el vacío del utrículo y la presa es succionada hacia el interior de la trampa en un rápido movimiento, que ahora se ha medido en ¡15 milésimas de segundo...! Luego, las presas constituidas por microcrustáceos, nematodos, rotíferos y larvas de insectos, además de ocasionales renacuajos y larvas de peces, son digeridas por enzimas hidrolíticas.



La *Utricularia humboldtii*, que muestra aquí sus hojas redondeadas, sumerge sus trampas con forma de lentejas en el tanque de agua que mantienen las bromelias del género *Brocchinia*. En este caso, una *Brocchinia hecetioides* de la cumbre del Ptari-tepui.



Trampas de la *Utricularia humboldtii*, donde se puede apreciar el pelo-gatillo que dispara la trampa. Los granos rojos dentro de la trampa fueron succionados accidentalmente por el utrículo cuando la trampa se disparó al ser removida de donde estaba instalada dentro del tanque de una bromelia *Brocchinia hechtoides*.



Las hojas de la *Utricularia humboldtii* son redondeadas y la planta despliega sus grandes flores moradas que surgen desde el interior del tanque de la bromelia *Brocchinia hectioides* en la cumbre del Churi-tepui. Macizo del Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:

Utricularia campbellianum, colectada en 1887. Roraima. Foto: Javier Mesa.





Karen muestra una *Utricularia quelchii*, en la cumbre del Ptari-tepui.

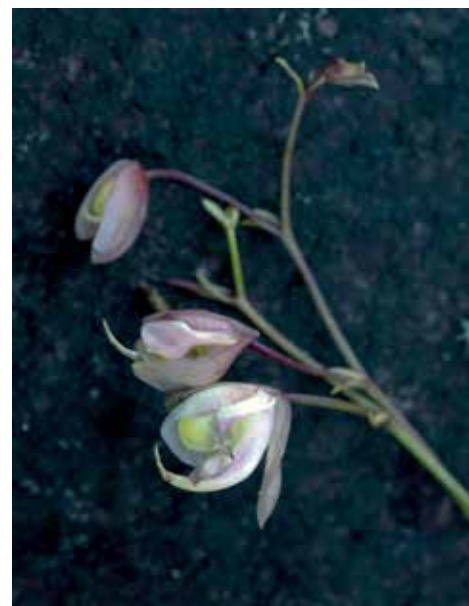
Utricularia quelchii ampliamente distribuida por los tepuyes. Tienen una mancha amarilla que las distingue de la *U. campbellianum*. Foto: Javier Mesa.

PRÓXIMA PÁGINA:
Utricularia quelchii, cumbre del Roraima. Foto: Javier Mesa.





Utricularia jamesoniana. Talud del Roraima. Foto: Javier Mesa.



Utricularia sp., aún desconocida.
Cumbre del Ptari-tepui



Probablemente *Utricularia* sp.
Cumbre del Auyantepui.



Probablemente *Gentisea* sp.
Río Cuao, Cerro Sipapo.



Este grupo de pequeñas *Utricularias* y *Genliseas*, cuyas flores miden entre 1 y 10 mm de largo, fueron colectadas casi todas en el Ptari-tepui, y como son difíciles de distinguir las fotografié con la ayuda de Karen, antes que el botánico José Grande-Allende las prensara para estudiarlas después.

Droseras

Las *Drosera* sp. son hierbas carnívoras con forma de rosetas que pertenecen a la familia *Droseraceae* y están distribuidas por todos los continentes, excepto la Antártida. Estas plantas le interesaron tanto a Darwin que, en una carta que le enviara a su amigo el geólogo Sir Charles Lyell en 1860, dijo: «Me interesan más las *Drosera*, que el resto de las especies del mundo» (Miranda *et al.*, 2021, p. 4).

En el Pantepui, se encuentran presentes 14 especies de *Drosera*, y de ellas 10 son endémicas, es decir, que no se encuentran en ningún otro lugar del planeta. Se caracterizan por tener hojas modificadas y llenas de tentáculos con capacidad de movimiento que, además, son responsables de la atracción, captura y la digestión de las presas, porque poseen enzimas (Duno de Stefano, 1995).

Fuera de las plantas *Drosera* que encontré en Roraima, y estimo son de la especie *Drosera roraimae*, no he logrado determinar la identidad de las otras especies fotografiadas; especialmente las que muestran sus flores sésiles o pegadas a las hojas, es decir, sin el pecíolo alargado, ya que para identificarlas se requiere del conocimiento taxonómico de un algún especialista que, estimulado por estas imágenes, se pondría en contacto conmigo y me ofrecerá la información que necesito para una «Guía de Campo» que estoy preparando para reconocer las plantas de los tepuyes.

Drosera roraimae con tallo,
en la cumbre del Roraima.

PRÓXIMA DOBLE PÁGINA:
Drosera sp. de la cumbre
del Auyantepui.







Drosera sp. del Churi-tepui en el macizo de Chimantá

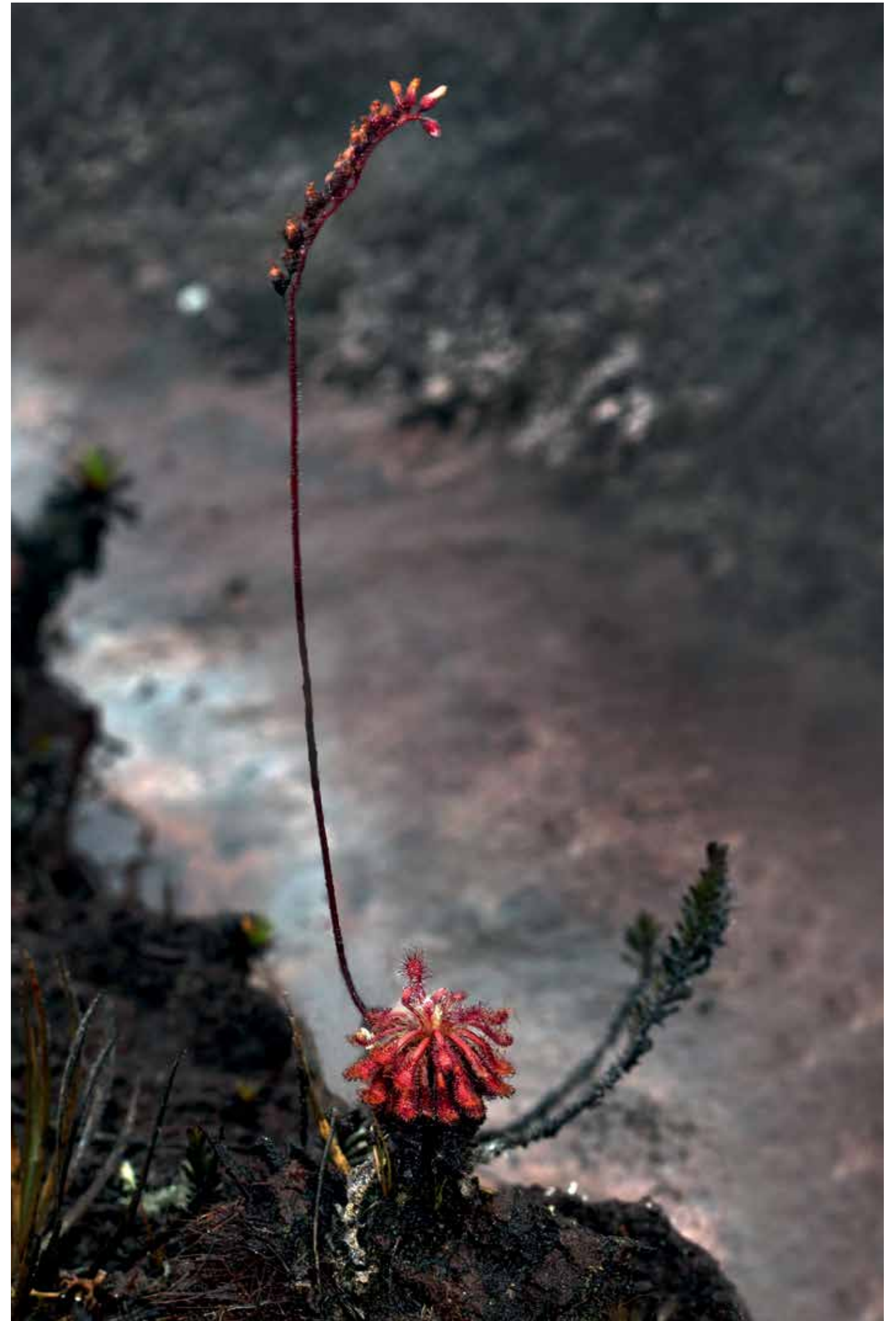
PRÓXIMA PÁGINA:
Drosera sp., en la cumbre del Auyantepui.





Drosera sp. del Churi-tepui
en el macizo de Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:
Drosera sp. del Auyantepui.





Drosera sp. del Churi-tepui, creciendo a la sombra en el macizo de Chimantá.

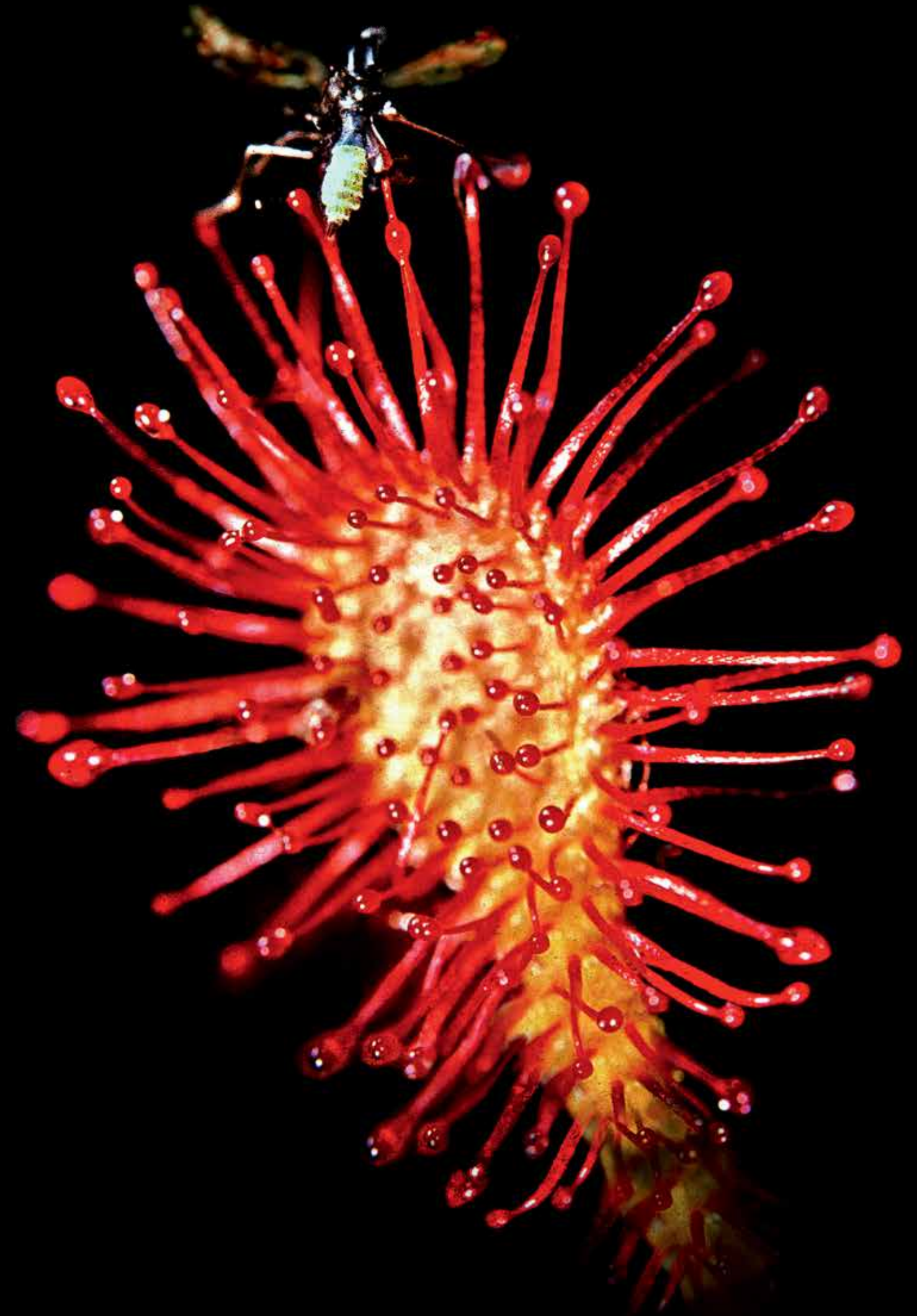


En 1977, llevamos al Roraima un equipo de iluminación que construimos para fotografiar las plantas carnívoras *Drosera* que antes habíamos visto durante nuestras expediciones al Cerro de la Neblina en 1970 y a Sarisariñama en 1974. Foto: Edgar Cherubini Lecuna.

Mostrándole una *Drosera* a mi hijo Charles en la cumbre del Roraima. Foto: Edgar Cherubini Lecuna.

PRÓXIMA PÁGINA:

Drosera roraimae del Roraima mostrando un insecto atrapado por un par de tentáculos pegajosos.

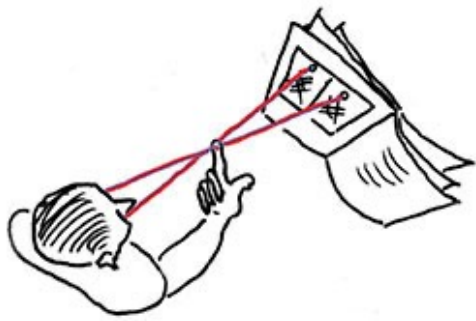
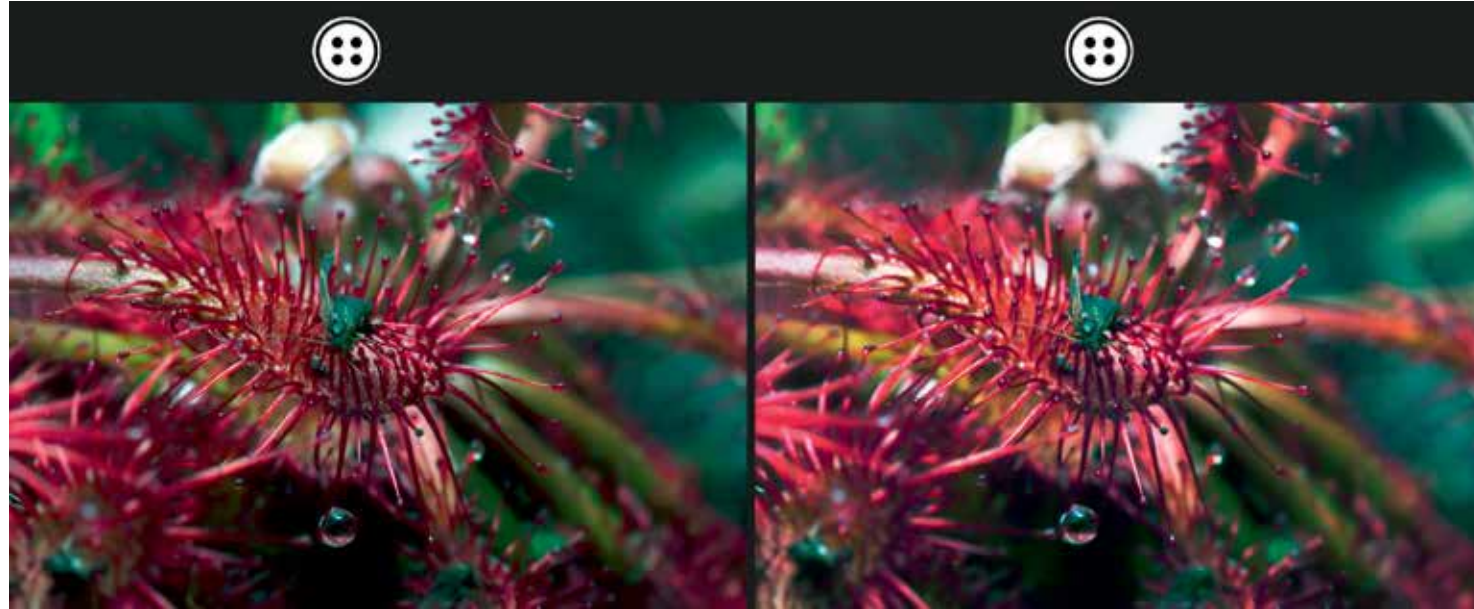




Drosera rorimae del Roraima en el momento cuando los tentáculos empiezan a moverse durante unos 45 minutos hasta atrapar al insecto.

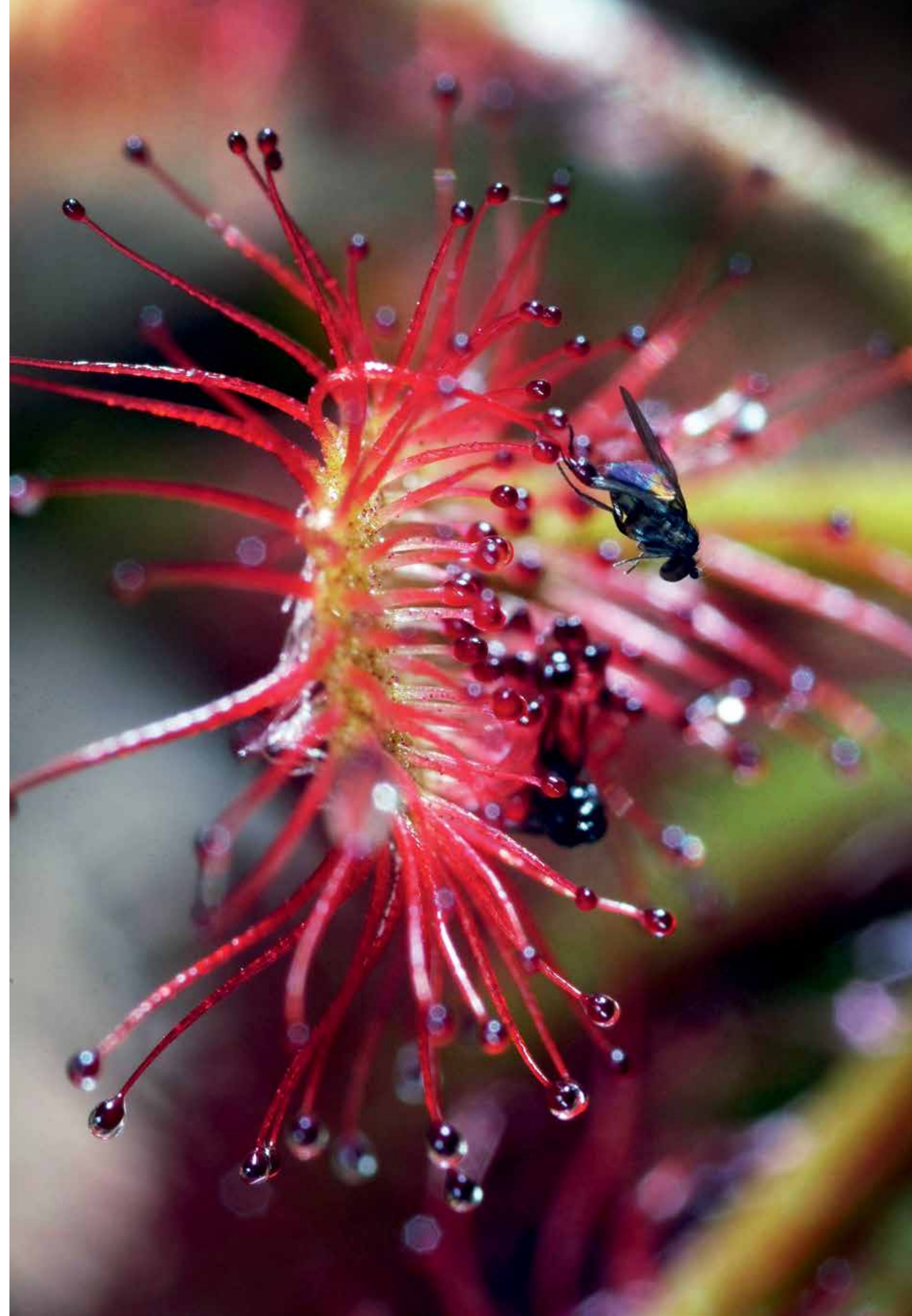
PRÓXIMA PÁGINA:
Los tentáculos de la hoja de esta *Drosera rorimae* se han abierto de nuevo al cabo de dos días y se aprecia a un insecto ya digerido.





Tutorial para lograr la estereoscopia:
 Ponga sus ojos bizcos (*crossed-eyed*)
 y busque primero fundir los dos botones
 que están sobre la esfera hasta ver tres
 botones. Hágalo después sobre las
 imágenes hasta ver tres imágenes y
 entonces podrá ver la imagen del centro
 con profundidad y en tres dimensiones.
 O emplee como guía observar la punta
 de su dedo ubicado a 30 cm de distancia
 de la imagen que quede en el fondo.

PRÓXIMA PÁGINA:
Drosera sp. del Churi-tepui,
 en el macizo de Chimantá



Bromelias

PIÑAS Y ABANICOS

Muchas de las plantas que se encuentran en la cumbre de los tepuyes están relacionadas con plantas andinas y con otras de origen muy antiguo, cuyos ancestros se originaron en otros continentes. Pero hay muchas plantas que se originaron justo en esas cumbres que son consideradas ahora como parte del *Pantepui*; por lo que se conoce ahora que desde allí se distribuyeron hacia otras partes del mundo, como resulta con la gran familia de las piñas o *Bromeliaceae* y con la familia de las *Rapateaceae* que tienen forma de abanico y, aunque también se originó en esas mesetas de Guayana, no salió del *Pantepui* hacia otras regiones.

Aún no había aparecido la vida multicelular en la Tierra cuando los sedimentos provenientes de un lugar del supercontinente Columbia, que ahora identificamos como África, se fueron depositando y extendiendo hace 1.200.000.000 años sobre unos granitos y otras rocas muy antiguas que formaban el Escudo de Guayana en la parte el norte de Sudamérica. Lo que explica por qué en estas arenas que están regadas por todas las sabanas de la Guayana se hayan encontrado diamantes de origen africano, pero no se han encontrado fósiles; esto último debido a que entonces faltaban otros 600 millones años para que las primeras plantas multicelulares colonizaran la Tierra.

Después, hace 100 millones de años y en plena época de los dinosaurios, esta región que ocupan los tepuyes estuvo poblada por muchas familias y especies de plantas y animales, cuyos descendientes fueron formando nuevas especies a medida que se fueron adaptando a las condiciones fluctuantes de la topografía, que fue alterada y elevada por la presión de la cresta Atlántica contra la placa del Pacífico, y también debido al clima que estuvo variando en esas cumbres durante las diversas glaciaciones; dando origen hace unos 100 millones de años a la primera bromelia (de la familia de las piñas) que después se dividiría en unas 3140 especies a medida que se fue expandiendo desde los tepuyes hacia los Andes, la Amazonía, América Central, el Caribe y el Escudo Brasileño (Givnish, 2014). Igualmente, surgió en esta región la primera *Rapateaceae*, cuyas hojas, que se agrupan en forma de abanico, se encuentran casi exclusivamente en los tepuyes y son unas plantas emparentadas con las bromelias (Givnish, 2014).

Pitcairnia leopoldii en la orilla del lago Leopoldo, cerca del Cerro Autana.



La razón por la cual menciono juntas a las familias de las bromelias y de las *rapateaceas* que se originaron en esta región, se debe en parte a que en la costa de África occidental se encontraron una especie de la familia *Bromeliaceae* y otra de la familia *Rapateaceae*. Por lo que, al principio, se estimó que aquellas plantas únicas habrían quedado allí rezagadas antes de que África se separara de Sudamérica hace (entre) 84 y 102 millones de años. Sin embargo, mi amigo Thomas Givnish, quien estuvo con nosotros durante la expedición al Cerro de la Neblina en 1984, publicó en el 2000 un vasto estudio sobre la evolución molecular de las *Rapateaceae* y después, en el 2004, otro estudio sobre el origen de esas dos plantas sudamericanas que se encontraron en África, y pudo comprobar que la especiación por *vicariancia*, es decir, por aislamiento continental, no explicaba su presencia en África; ya las *Rapateaceae* habían aparecido en la zona de los tepuyes hace unos 65 millones de años. Esto es, unos 30 millones de años después de la división de los continentes y casi al mismo tiempo que ocurriera la extinción de los dinosaurios por el impacto del asteroide *Chicxulub* en Yucatán.



Distribución de las *Bromeliaceae* y las *Rapateaceae* en el mundo (Givnish, 2004).



Javier Mesa se interesó en fotografiar esta *Navia jauana*, que es una especie de bromelia endémica que solo se ha conseguido en las paredes de las Simas de Sarisariñama (14). (Selfie de Javier Mesa).

Por lo que la planta *Maschalocephalus dinklagei*, una *rapateacea* que se encontró en África, habría llegado a aquel continente, debido a que sus semillas fueron transportadas mucho tiempo después de la separación de los continentes por una extraña corriente de aire que hace 7 millones de años atravesó el océano Atlántico a la inversa. Es decir, que se dirigió desde Sudamérica hacia África y lo mismo había ocurrido con el caso de la bromelia *Pitcairnia feliciana* hace 12 millones de años (Givnish, 2004).

Navia breweri

Smith & Steyermark

Plant nearly stemless. Leaves many; blades linear, slightly contracted toward base, acuminate, 3 cm. long, 2 cm. wide, bearing a pale median band and base, elsewhere green, densely and minutely serrulate, barbellate between the lower teeth, elsewhere glabrous. Inflorescence terminal, sessile, 3 cm. in diameter, digitately compound from a few densely ellipsoid spikes; outer bracts foliaceous but greatly reduced; foral bracts suborbicular, apiculate, distinctly shorter than the sepals, sparsely appressed-lepidote toward apex. Sepals free, narrowly triangular-ovate, 7 mm. long, 2 mm. wide, minutely cucullate and bearing a few linear scales at apex, the posterior ones narrowly alate-carinate. Ovary superior. Seeds suborbicular, naked, reticulate.

Type: VENEZUELA; Bolívar: In shade, lower part of Cerro Jauá, near Río Canaracuni, alt. 600-700 m., 4 January 1965, Charles Brewer, Jr. 248 (US, type; VEN: isotype).

Especie conocida solamente del tipo.

Meseta de Sarisariñama
1.- Sabanas de Kanadakuni 2.- Simas de Sarisariñama

A. Navia Breweri L. B. Smith & Steyermark. Habit of inflorescence with portion of subtending leaf. B. Navia breweri L. B. Smith & Steyermark.

Act. Bot. Venez. 2 (5, 6, 7, 8): 380, fig. 7a, b, 1968



PRÓXIMA PÁGINA:
Navia breweri (Smith y Steyermark, 1967)
 que encontré al pie de la meseta de Sarisariñama cuando subí hasta su cumbre el 31 de diciembre de 1964 (14).



Navia sp. Base de Sarisariñama (14).



Valle en la cumbre del cerro Jaua, colonizado casi exclusivamente por la bromelia *Brocchinia hecchioides* (12).



Brocchinia hechtioides, en la cumbre del cerro Jaua (12).

Brocchinia hechtioides, Cumbre del Churi-tepui, Macizo del Chimantá (29).





A las bromelias, como la *Brocchinia hechtii* y la *Brocchinia tatei*, que se encuentran en las cumbre de los tepuyes, se las ha considerado recientemente como plantas carnívoras, porque las hojas, que tienen una superficie lisa y cubierta de escamas de cera que ayuda a capturar las presas, despiden un aroma que las atrae y, además, se ha comprobado que poseen unos pelos o tricomas que les permite absorber nutrientes provenientes de las presas muertas (Givnish, *et al.*, 1984; Givnish, 1992; González, Jaffe y Michelangeli, 1991). Pero, a pesar de que no se haya demostrado que esa adaptación favorezca su crecimiento o su reproducción, sí es notable que estas plantas se desarrollan exitosamente en el mismo ambiente ácido y pobre en nutrientes, con bajas temperaturas, con superficies del suelo expuestas a la radiación solar y fuertes precipitaciones, como en las que viven otros cuatro géneros de plantas (*Heliamphora*, *Utricularia*, *Genlisea* y *Drosera*), de las que se presume que el carnivorismo les ofrece una ventaja (1).

Cuando en 1971 quedaron aislados en la cumbre del cerro Autana mientras bajábamos a la Cueva, los expedicionarios no encontraron agua y el orquideólogo Dunsterville y Angelina Capriles, en el fondo, emplearon la *Brocchinia hechtii* con la misma técnica para obtener agua que habíamos utilizado el año anterior cuando estuvimos juntos en el Cerro de la Neblina. Se puede apreciar el tamaño de la planta.



PRÓXIMA PÁGINA:

La *Brocchinia hechtii* despide un aroma que atrae a las presas y además tiene la superficie de sus hojas lisas y resbalosas porque están cubiertas con unas escamas de cera que ayuda a capturarlas. Foto Javier Mesa





La bromelia *Catopsis berteroniana*, también con sus hojas cubiertas de cera, resulta una trampa muy resbalosa para los insectos y se la considera otra de las bromelias que emplean el carnivorismo. Sabana en Sierra de Lema (33).



PRÓXIMA PÁGINA:

Brocchinia tatei. También es considerada ahora como una planta carnívora gigante. Cumbre del Ptari-tepui (32) y Karen Brewer-Carías.





PÁGINA ANTERIOR:
Tillandsia sp. Cumbre del Churi-tepui.
 Macizo del Chimantá (29).

Tillandsia turneri var. *orientalis*. Roraima
 (37).



Pitcairnia sp. Cumbre SE, Auyantepui (26).
Foto Favier Mesa

BROMELIAS EN EL AUYANTEPUI



Brocchinia reducta, en la cumbre del Auyantepui. Aunque parecida, su copa es más estrecha y de menor dimensión que la *Brocchinia hechtioides* que mostré antes (26).

PRÓXIMA PÁGINA:

Brocchinia acuminata, con forma de cebolla, en la cumbre del Auyantepui (26).



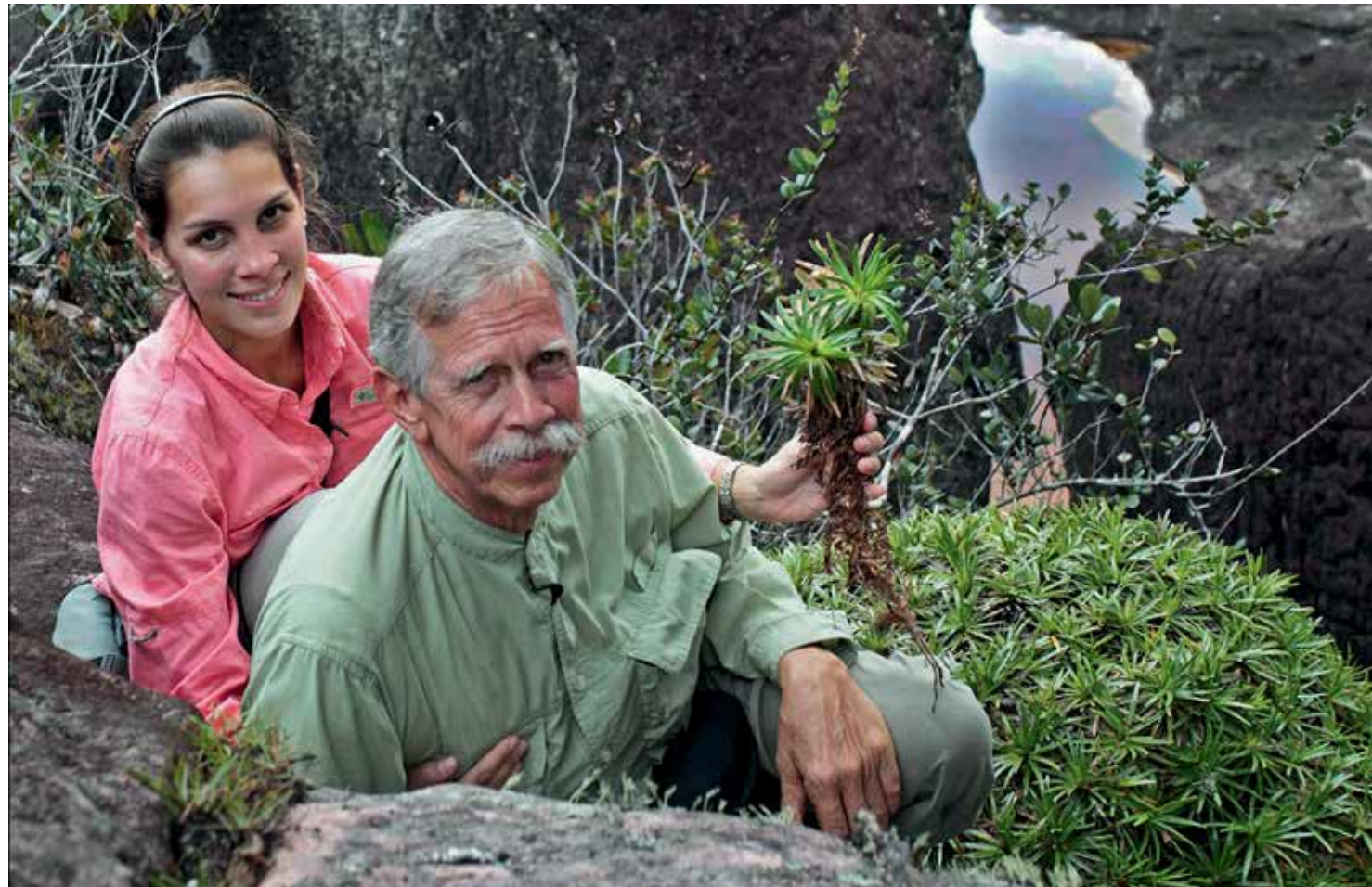


Ayensua uaipanensis.
Cumbre del Auyantepui (25).

PRÓXIMA PÁGINA:

Ayensua uaipanensis es un género y especie único y endémico de la familia *Bromeliaceae* que se encuentra en el Auyantepui y el Uaipán-tepui (25).





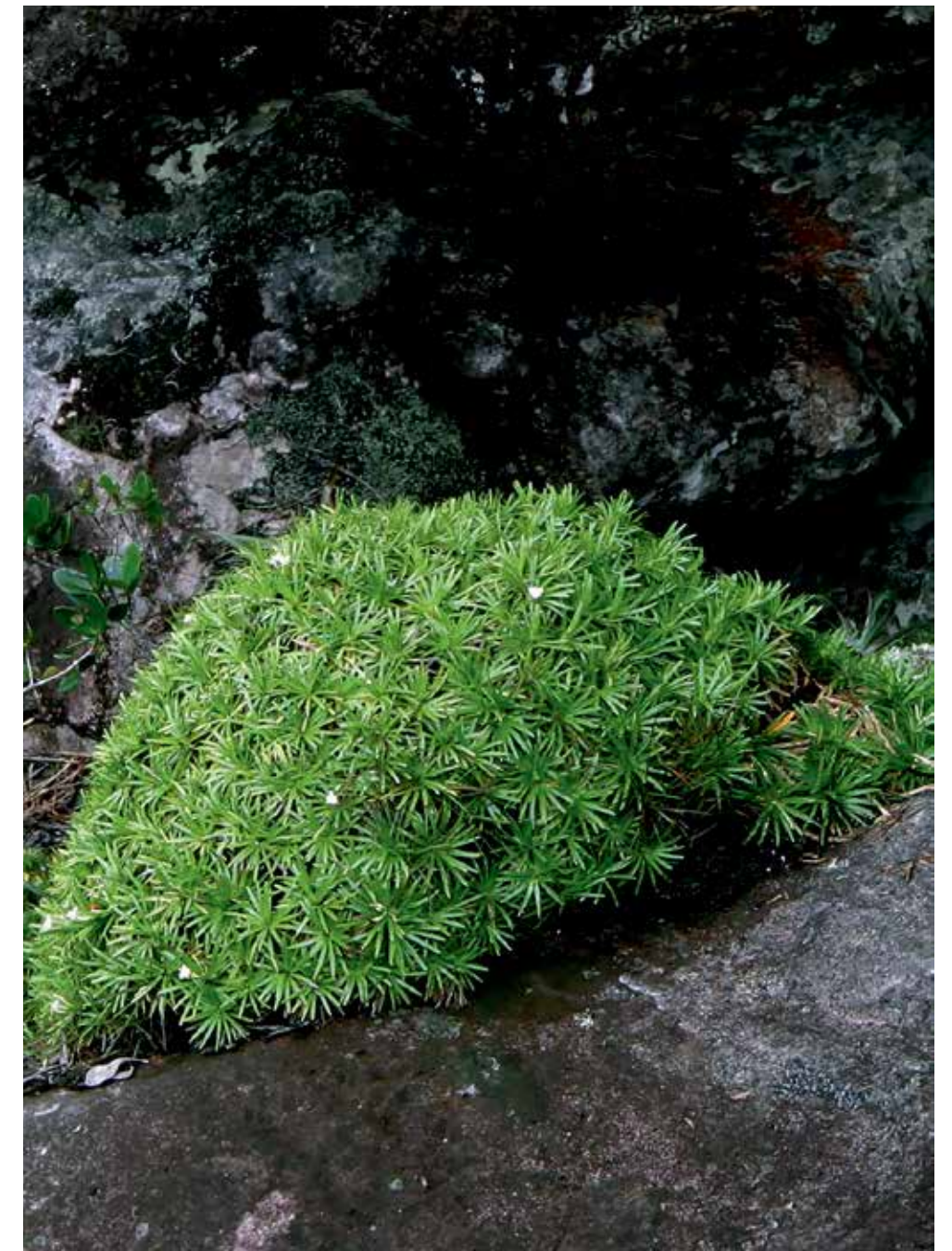
August 10, 2008
 1440 m.s.n.m.
 Latitude: 5°52'31.69"N
 Longitude: 62°32'2.50"W



Planta aún desconocida y distinta a todo, probablemente perteneciente a la familia de las *Bromeliaceae*, de las *Rapataceae* o a una familia nueva que encontré con mi hija Karen en la cumbre del Auyantepui, justo en el lugar y fecha señalados en la imagen (25).



Karen muestra la ubicación de la planta desconocida. Cumbre del Auyantepui (25).





Visto desde desde la sabana de la Esmeralda, el Cerro Duida de 2359 m s. n. m. y 1089 km² de superficie es el tepui más voluminoso. Fue visitado en su base por Alejandro de Humboldt en 1800, después poor Schomburgk en 1839 y explorada su cumbre por primera vez por G. H. H. Tate en 1927. Durante nuestras exploraciones en la cumbre encontramos gran variedad de bromelias endémicas del género *Navia* y el genero endémico *Brewcaria*, cuyo topónimo me fuera dedicado.

NAVIAS EN EL CERRO DUIDA

Navia es un género de las *Bromeliaceae* (las piñas) muy vistoso y endémico del Escudo de Guayana. Este género está representado por 93 especies que han sido descritas hasta ahora. De estas, 78 especies solo se han encontrado en los tepuyes; siendo el género con la mayor cantidad de especies de la familia *Bromeliaceae* que se originó en estas mesetas hace unos 100 millones de años. El botánico Julian Steyermark me explicó, durante la exploración del tepui Ichum por el río Paragua en 1961, que para encontrar nuevas especies de *Navia*, debía buscarlas sobre las rocas expuestas de los tepuyes. Y de esa manera en 1965 encontré la *Navia breweri* y otra media docena más, solo en la base de Sarisariñama. He comenzado por mostrar las *Navias* que encontré en la cumbre del cerro Duida, por ser ese lugar donde junto con el naturalista Javier Mesa hemos visto la mayor diversidad de *Navias*, y donde aún quedan muchas especies por describir, incluidas algunas de las que muestro aquí.





Navia sp. y *Navia* sp.
Cumbre del cerro Duida (8).





Navia sp. Cumbre del cerro Duida (8).

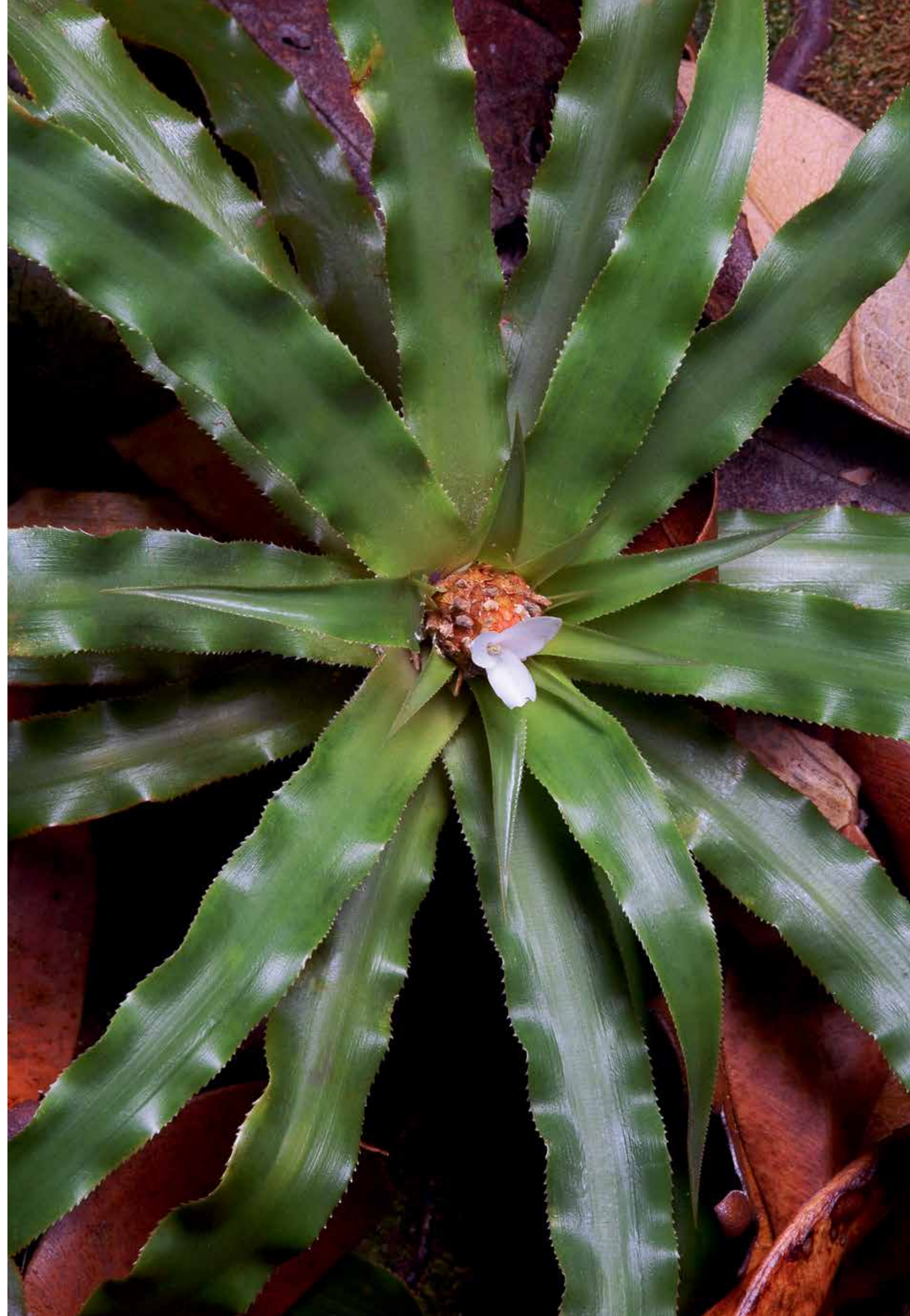
PRÓXIMA PÁGINA:
Navia sp. Cumbre del cerro Duida (8).
Fotos: Javier Mesa.





Navia sp. Cumbre del cerro Duida (8).

PRÓXIMA PÁGINA:
Navia sp. Cumbre del cerro Duida (8).
Fotos: Javier Mesa.





BREWCARIA gen. nov.

L.B. Smith, Steyermark & Robinson

BREWCARIA L.B. Sm., Steyermark & H. Rob., Acta Bot. Venez. 14(3): 10. 1984.

Medium- to large-sized, acaulescent or caulescent, terrestrial herbs. Leaves fasciculate-rosulate; blades rigid, spinose-serrate, the lower surface permanently densely lepidote to glabrescent. Scape present and usually well developed, often stout. Inflorescence simple and spicate, or paniculate and then with the individual branches spicate, glabrous to glabrescent; axes of inflorescence strongly angled below each flower; floral bracts acute, often 2-toned with a lighter, thinner margin and darker center, the margin nearly entire to crenate or minutely serrate. Sessile, spreading, slightly compressed dorsiventrally.

Brewcaria is endemic to the central-western portions of the Guayana Shield.

Brewcaria duidensis L.B. Sm., Steyermark & H. Rob., Acta Bot. Venez. 14(3): 10, figs. 1a-j, 6a-e. 1984.

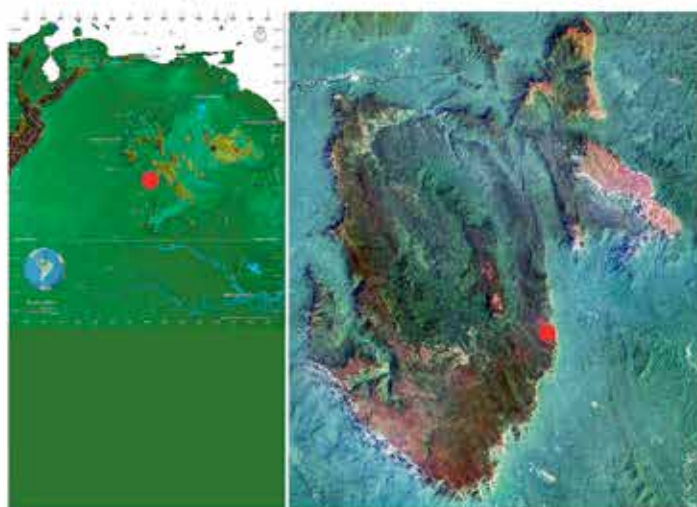
Acaulescent, 2.5–3 m tall in flower; leaves stiff, spreading, blades 2–2.5 cm wide near base, very narrowly triangular, long-attenuate, the lower surface densely gray-lepidote to glabrescent, upper surface mostly glabrous and lustrous, margins ascending-spinose entire length, the basal spines 3–4 mm long; inflorescence simple, covered with a varnish-like substance. Swampy open terrain on tepui summit, ca. 1500 m; Amazonas (Cerro Duida). Endemic.

VENEZUELA: Territorio Federal Amazonas: Departamento Atabapo: Cerro Duida, cumbre, sección oriental-central, terreno pantanoso en un sitio plano abierto con *Heliconia tatei*, altura 1500 metros, Lat. 3° 40' N, Long. 65° 45' Oeste, 16 de febrero de 1981, Julián A. Steyermark, Charles Brewer-Carias & Ros Liener 124582 (Holotipo US, isotipos NY, VEN).



Especies del genus *Brewcaria*

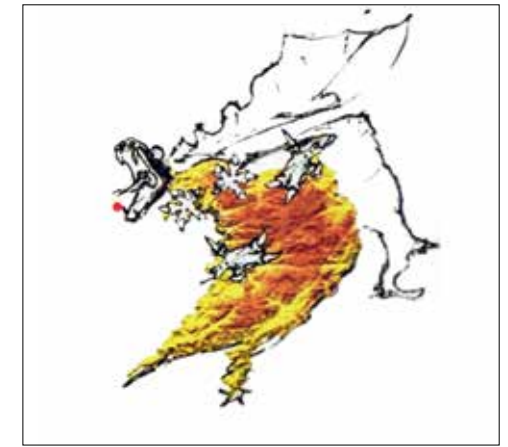
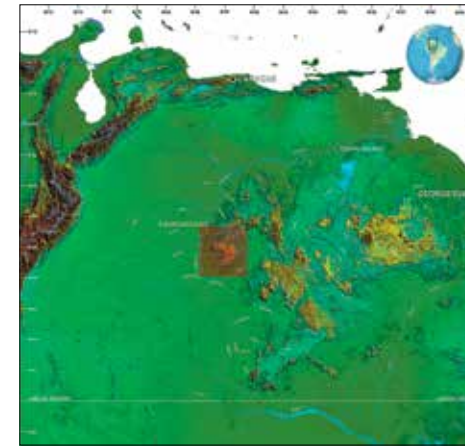
<i>Brewcaria brocchinioides</i>	En el Cerro Sipapo.
<i>Brewcaria duidensis</i>	En el Cerro Duida
<i>Brewcaria hechtioides</i>	En el Cerro Autana
<i>Brewcaria hohenbergioides</i>	Por el río Manapiare
<i>Brewcaria maeahuacae</i>	En el Cerro Marahuaca
<i>Brewcaria reflexa</i>	Por el río Atabapo



PRÓXIMA PÁGINA:

Brewcaria duidensis (Smith, Steyermark y Robinson, 1984) (8). Con el tallo floral hasta de 3 m de alto, fue la primera especie de este género que ahora tiene otras 6 especies. Una de sus notables características es que el tallo floral y la espiga parecen laqueados.





NAVIAS DEL CERRO AUTANA Y SU LAGO

Durante nuestra escalada para descubrir las cuevas del Cerro Autana en 1971, encontramos aferrada a las rocas expuestas, una *Navia* con hojas firmes y espinosas clasificada como *Navia pungens*, endémica de los tepuyes de Amazonas y que había sido encontrada antes en el cerro Guanay y el cerro Yutajé de la cuenca del río Ventuari. También Steyermark encontró, en la cumbre del Autana, otra bromelia endémica al cerro Autana y al vecino cerro Sipapo de 2 m de alto, que consideró como *Navia hechtioides*, pero que después fue reclasificada como otra especie del mismo género *Brewcaria* que habíamos encontrado junto con Steyermark en la cumbre del cerro Duida en 1981. Sin embargo, fue la *Rapateaceae Kunhardtia rodantha* la planta más notable de la cumbre.

A pesar de la espectacularidad y el aislamiento que muestra la torre del cerro Autana, fue en la orilla del lago Autana cuando en 1981 colecté personalmente la *Navia lactea* durante la extensa y fructífera expedición que organicé para que Steyermark y Maguire, considerados los botánicos más importantes del mundo, limaran sus asperezas. Después, en el año 2000, encontré, en una de las paredes de la orilla del lago, una variedad extraordinaria de *Navias*, que muestro aquí, así como la espectacular *Pitcairnia leopoldii*, que creímos que era una *Navia* nueva, hasta que supimos que era una especie de *Pitcairnia* colectada en persona por el rey Leopoldo de Bélgica en 1952, pero que nunca antes había sido vista con flores.

Como el macizo del Sipapo y el cerro Cuao o Parake me resultaban difíciles de descifrar para mostrar a otros la posición del cerro Autana, se me ocurrió ubicar al Cerro Autana en uno de los colmillos del dragón.

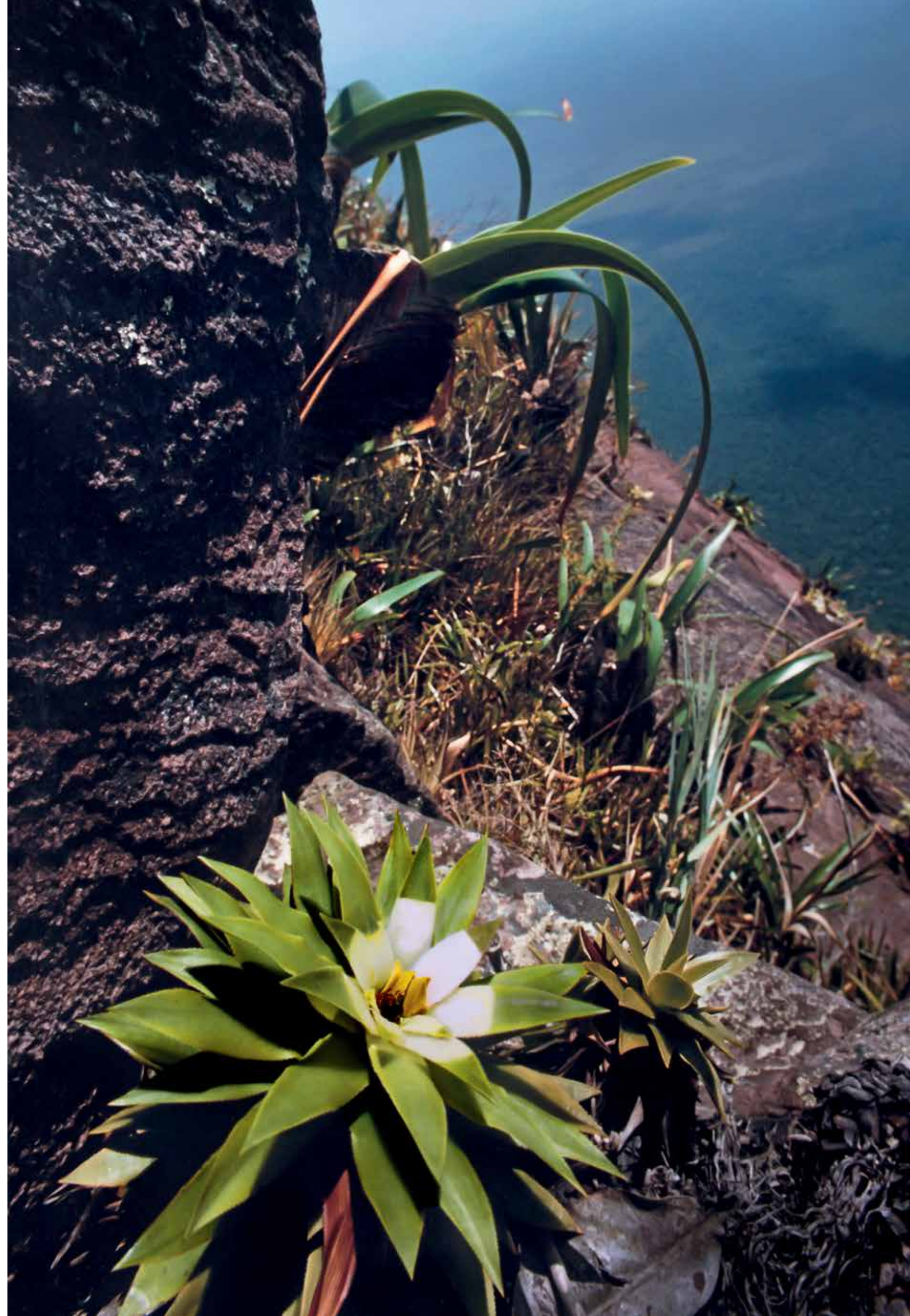
PÁGINA ANTERIOR:
Bromelia, aún desconocida, fotografiada en las montañas de granito que hay en la cuenca del río Sipapo, al sur del cerro Autana.



Navia pungens, Cumbre del cerro Autana,
1350 m s. n. m. (2).

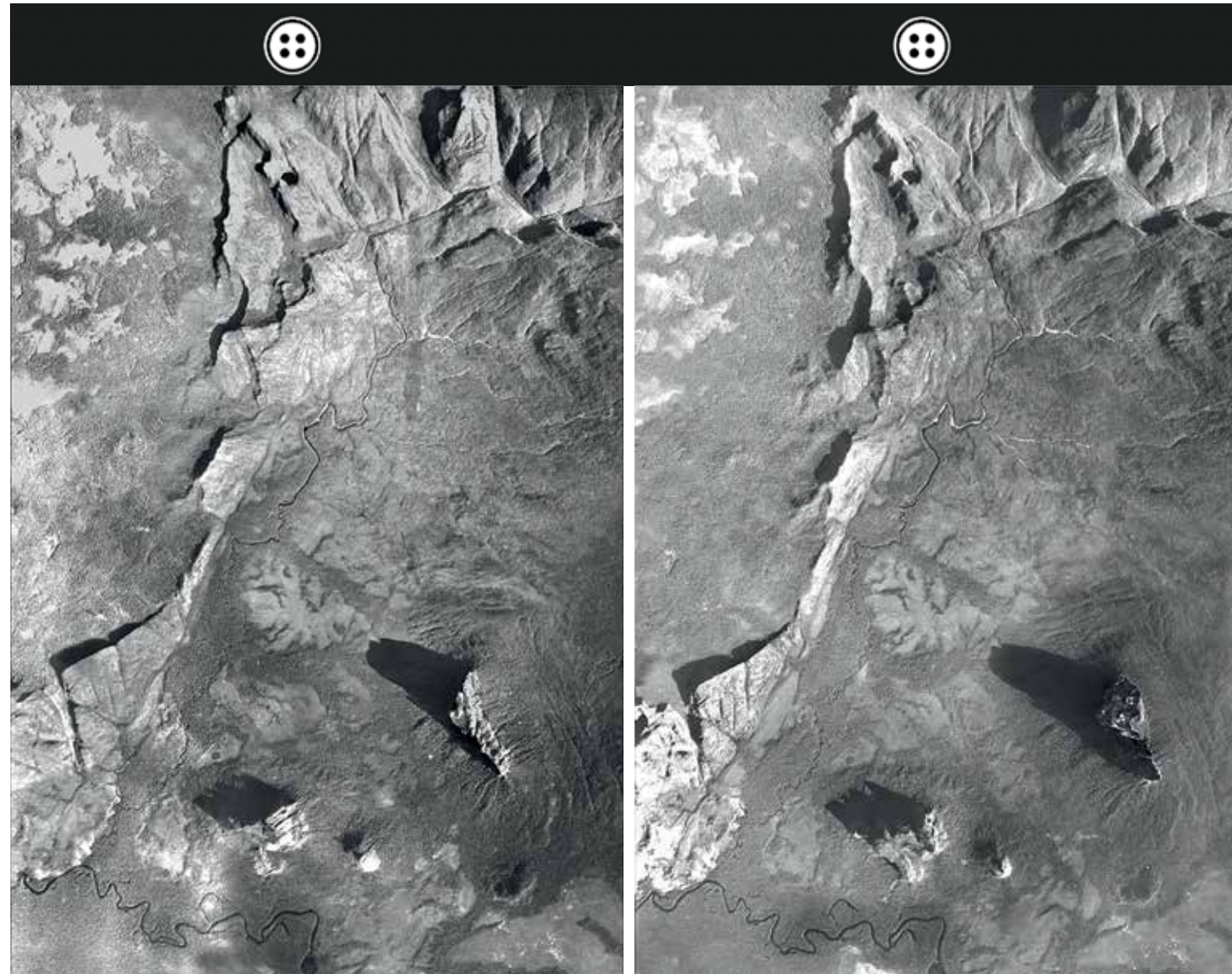
PRÓXIMA PÁGINA

Navia pungens en la cumbre del cerro
Autana (2). Foto: Fanny de Brewer.



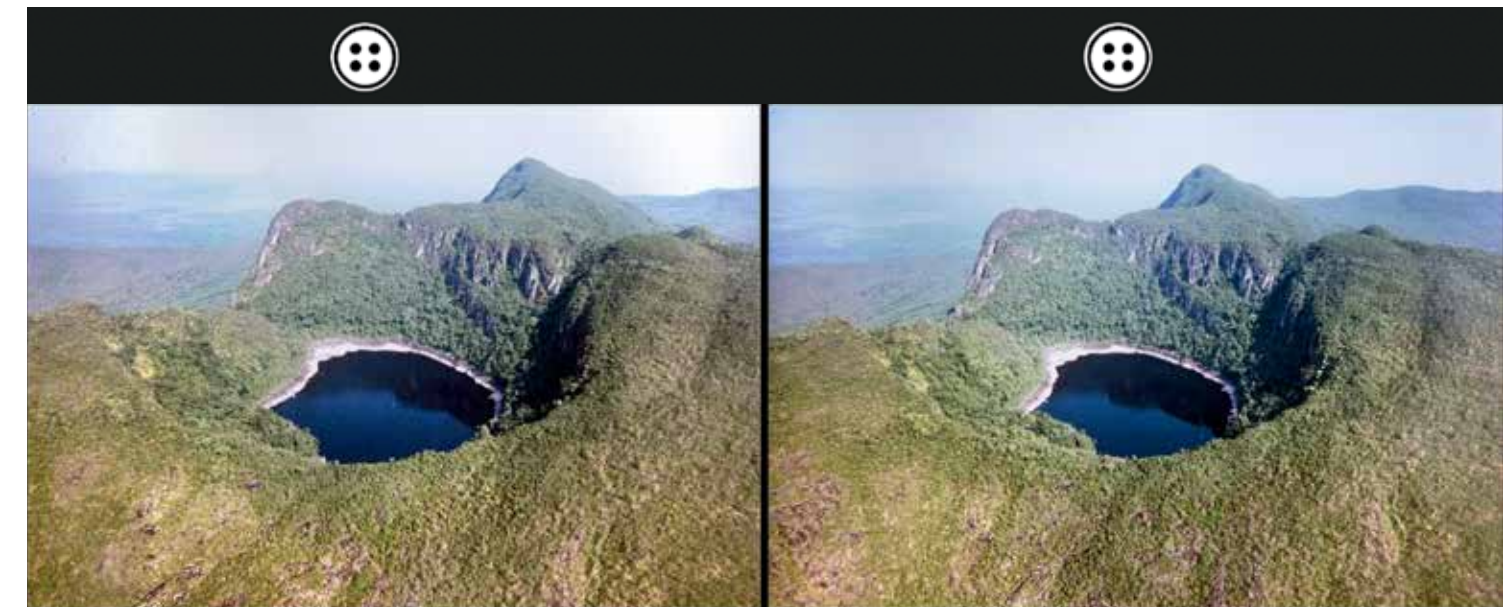


Lago Autana, lago Giacopini, lago Leopoldo o lago Paraka-wachoi en la base del Cerro Sipapo. En su orilla norte encontramos varias especies de *Navia* sp. Al fondo, la torre del cerro Autana (1).



Este par de imágenes aerofotográficas cenitales obtenidas por la Misión SLAR de 1972, las he dispuesto para ser apreciadas de manera estereoscópica, empleando la técnica *crossed eyed*; es decir, poniendo los ojos bizcos y enfocando los dos botones blancos o las imágenes para que se vean como tres y atendiendo entonces a la imagen central.

Justo debajo del botón se puede observar al lago Leopoldo o *Paraka-wachoi*. Hacia el tercio inferior y del lado derecho se aprecia la torre del cerro Autana, que proyecta su sombra, y justo en el centro del borde inferior se aprecia la laguna Ceguera del río Autana.



Empleando la misma técnica para apreciar el lago Leopoldo o Lago Paraka-wachoi en tres dimensiones, se puede apreciar el cráter donde está ubicado en la base del Cerro Sipapo. Este lago tiene una cuenca endorreica estrecha, y aparentemente solo recibe el agua de la lluvia que cae a su alrededor, y junto con Rodolfo Plaza conocimos que tiene 33 m de profundidad, pero el agua es tan oscura que al mediodía se puede sentir cómo el agua se calienta cerca de la superficie. En verano, aparecen playas de arena rojiza de rodean casi todo el lago, pero en invierno el agua las cubre. Estimamos que este lago se produjo por el colapso de un espacio cavernario hueco, es decir, que es una Sima de hundimiento que se abrió de manera similar a como ocurrió en Sarisariñama. Es curioso apreciar, en la aerofotografía anterior, cómo cerca y al SE de este lago hay otra sima de origen similar, pero que ya está colmatada.

Explorando el lago Leopoldo o lago Paraka-Wachoi con Rodolfo Plaza, Mark Moffett y mi esposa, Fanny (1).





Lago Leopoldo o *Paraka-wachoi* en la serranía del Sipapo. En su orilla conseguimos la *Pitcairnia leopoldii*, que no se había visto en flor ni cuando fue colectada por el rey Leopoldo de Bélgica en 1952 (Oliva-Esteve, 2001) (1).



La *Pitcairnia leopoldii* fue colectada en el río Autana por el rey Leopoldo de Bélgica en 1952, y la muestra sin flores estuvo guardada durante 48 años en el herbario de Berlín, hasta que la encontramos con flores en el lago Leopoldo o *Paraka-wachoi* en marzo del año 2000 (Oliva-Esteve, 2001; Moffett, 2001) (1).

PÁGINA SIGUIENTE:

Pitcairnia leopoldii lago Leopoldo o *Paraka-wachoi* (1).





Navia cardonae, en la orilla del lago Leopoldo o Paraka-wachoi (1).

PRÓXIMA PÁGINA:
Navia cardonae, en la orilla del lago Leopoldo o Paraka-wachoi (1).





Navia sp., en la orilla del lago Leopoldo
o *Paraka-wachoi* (1).

PRÓXIMA PÁGINA:
Navia sp., en la orilla del lago Leopoldo
o *Paraka-wachoi* (1).





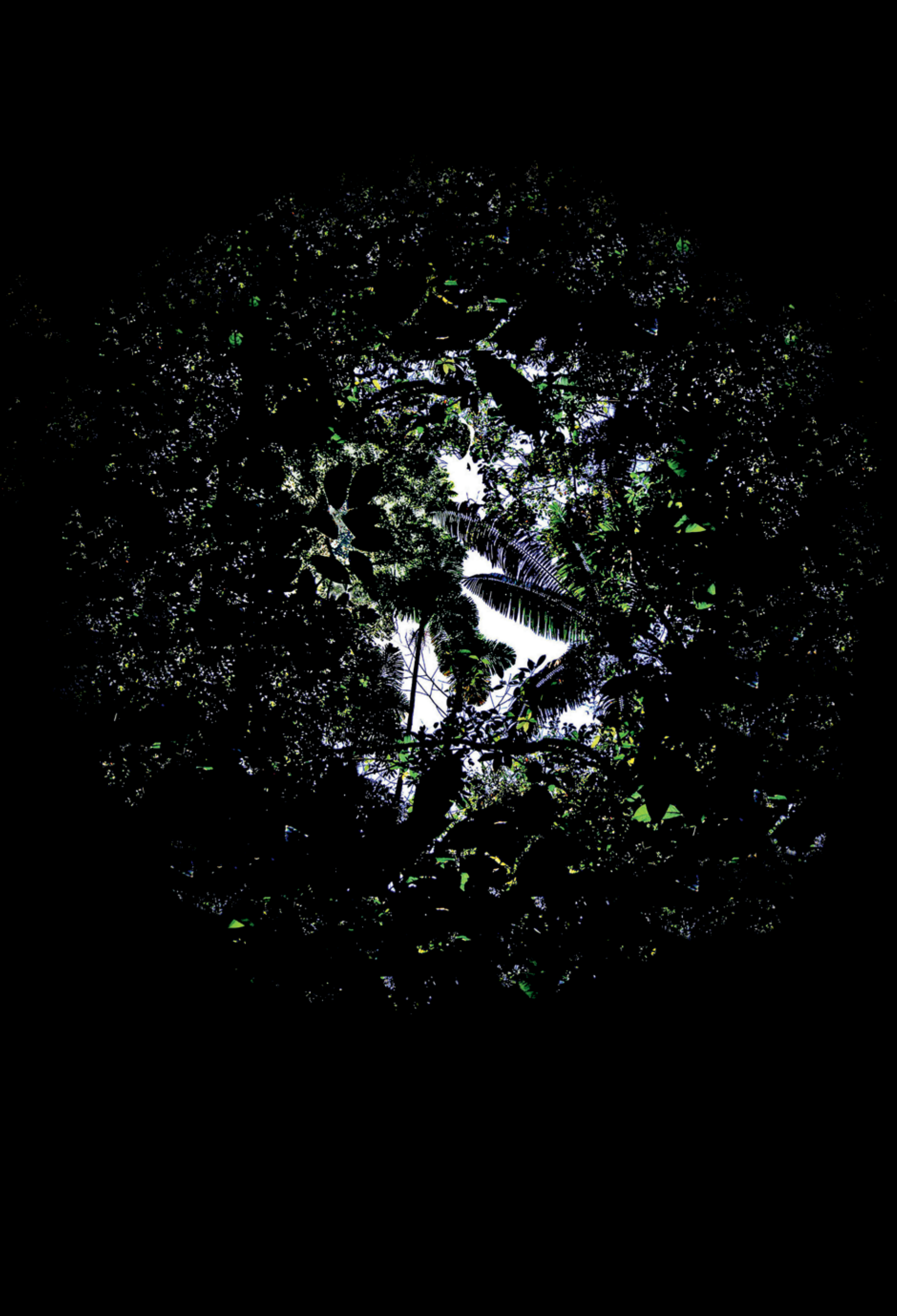
PRÓXIMA ANTERIOR:
Navia lactea, en la orilla del lago Leopoldo
(1).

Navia lactea, en la orilla del lago Leopoldo.
Serranía del Sipapo (1).



Campamento de la cascada Auká
en el río Wéi de la Sierra de Lema (33).
En el horizonte, la Gran Sabana y la
esplanada de Luepa a 1400 m s. n. m.

NAVIAS EN LA SIERRA DE LEMA



El hábil ilustrador Roger Manrique, alias «Nacho-libre», dibuja una *Navia* sp., aún no descrita. Sierra de Lema (33).

La hormiga *Daceton armigerum*, en la sierra de Lema (33).

Navia sp., aún no descrita. Sierra de Lema (33).

PÁGINA ANTERIOR:

Al ver desde abajo el dosel en nuestro campamento de la Sierra de Lema, se reconocen claramente en el centro las hojas de dos palmas: la *Socratea exorrhiza* de hojas cortas y la *Oenocarpus bataua*, que es la de hojas más largas.





La *Brocchinia micrantha* es endémica de Guayana, la vara floral mide de 3 a 8 m de alto y la corona de hojas mide 3 o más metros de diámetro. Es la bromelia de mayor dimensión en el mundo. Sierra de Lema.

PRÓXIMA PÁGINA:
Brocchinia micrantha. Sierra de Lema.

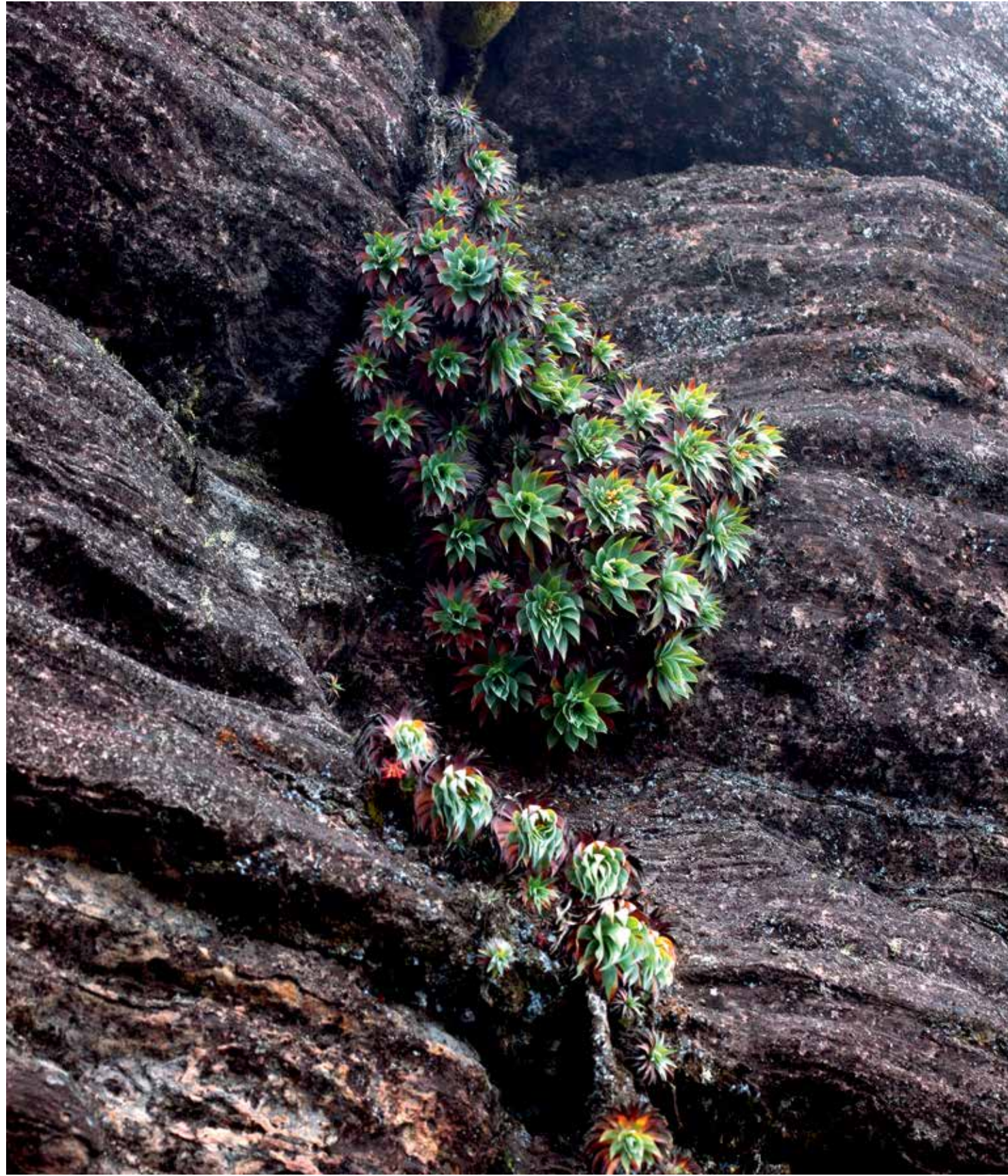


OTRAS BROMELIAS

Navia arida del cerro Supamo y del cerro Parapapoi (22). Foto Fanny de Brewer.

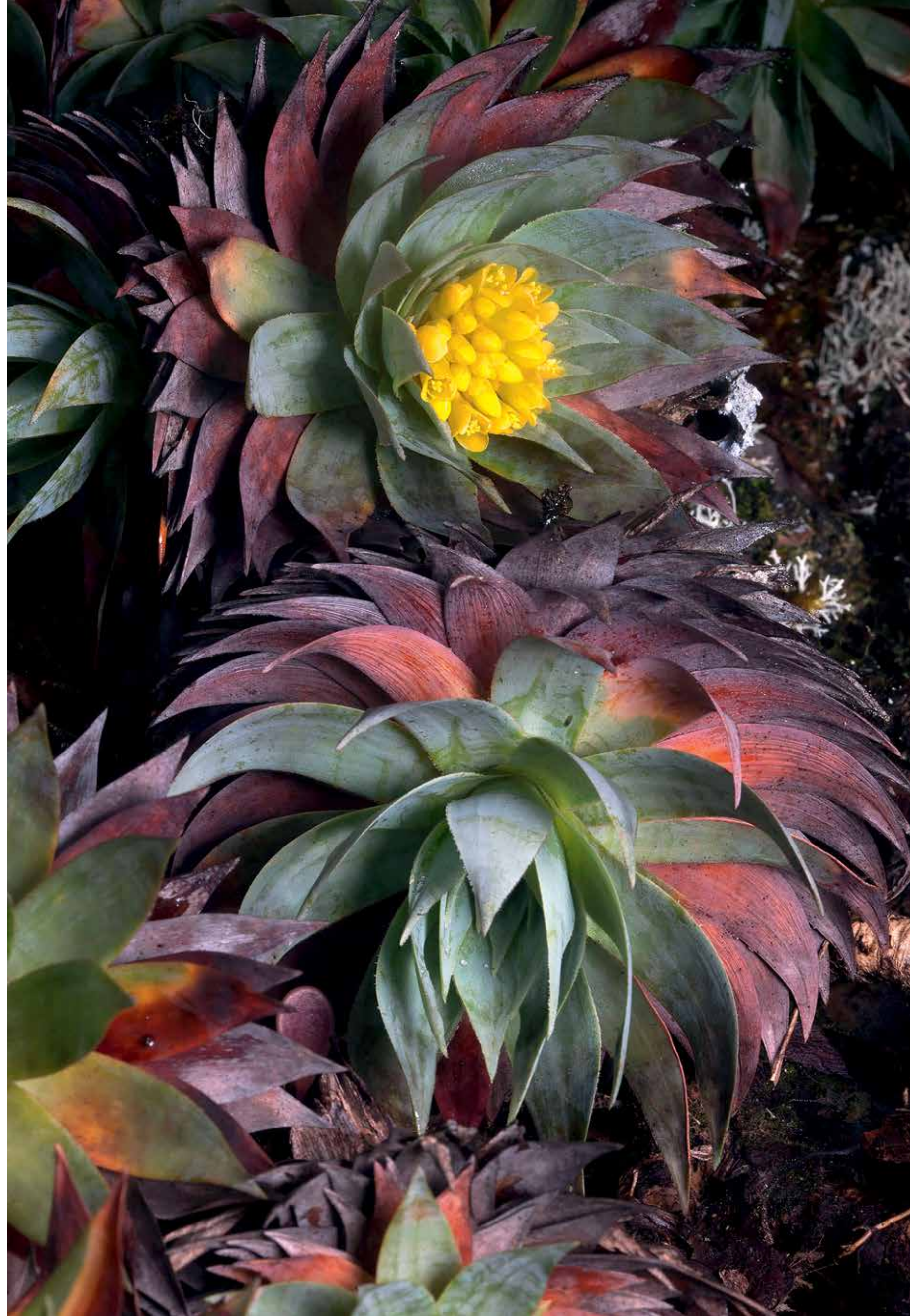
PRÓXIMA PÁGINA:
Guzmania squarrosa. Cerro Parapapoi (22)
en la sierra de Lema.





Lindmania huberi. Churi-tepui.
Macizo del Chimanta (29).

PRÓXIMA PÁGINA:
Lindmania huberi. Churi-tepui.
Macizo del Chimanta (29).





Lindmania holstii. Churi-tepui.
Macizo del Chimanta (29).

PRÓXIMA PÁGINA:
Lindmania huberi. Churi-tepui.
Macizo del Chimantá (29).





PÁGINA ANTERIOR:

Lindmania subsimplex. Churi-tepui.
Macizo del Chimanta (29).
Endémica del Chimantá.

Lindmania subsimplex. Churi-tepui.
Macizo del Chimantá (29).
Endémica del Chimantá.



Navia aloifolia, endémica del Cerro de la Neblina.

El Dr. Brian Boom, del New York Botanical Garden, me acompañó, junto con otros 135 científicos, durante la expedición al Cerro de la Neblina 1983-85.



PRÓXIMA PÁGINA:
Navia aloifolia, endémica del Cerro de la Neblina.





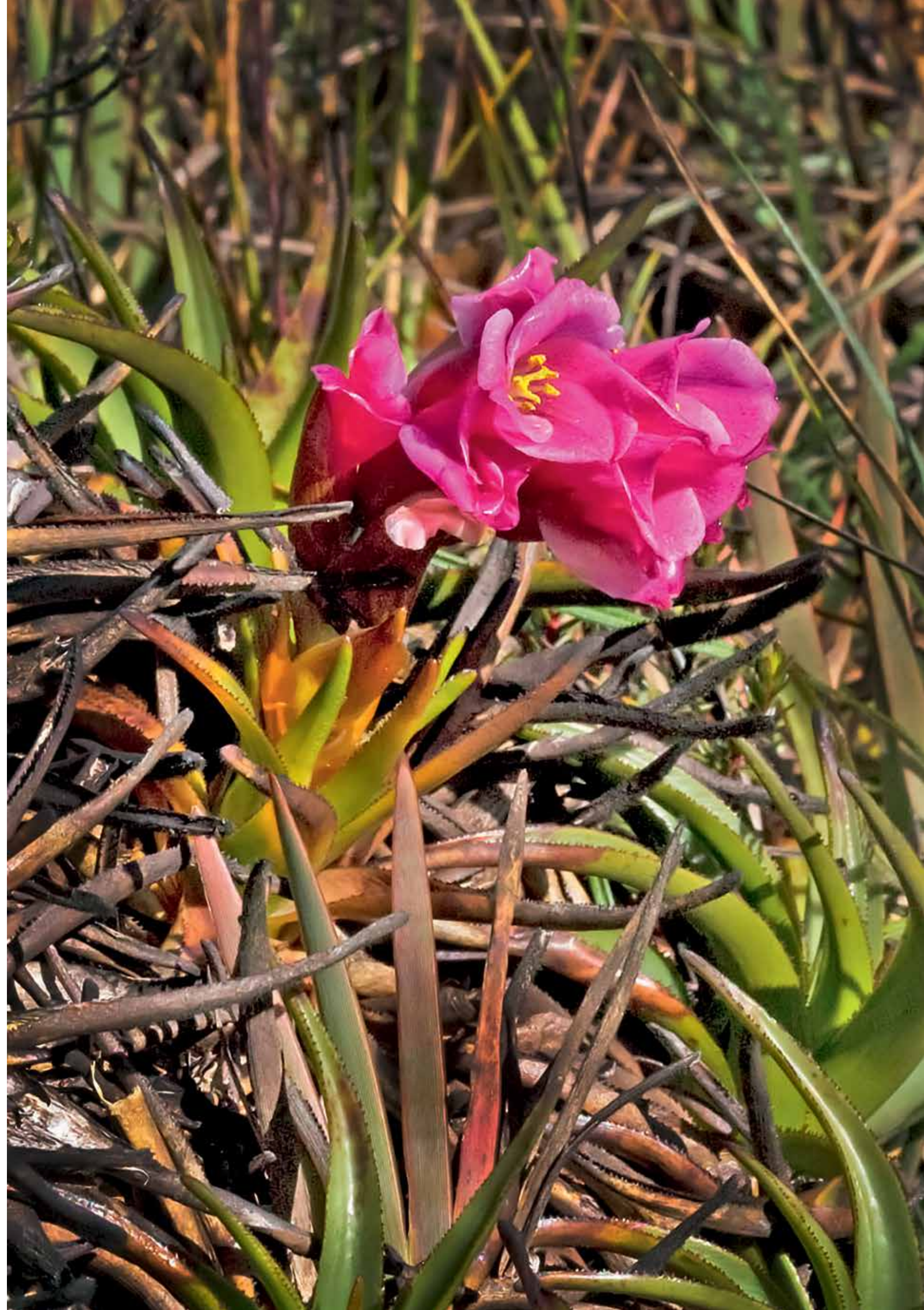
Connellia quelchii Roraima (37)

Este dibujo de la *Connellia quelchii* colectada por McConnell y Quelch por primera vez en sus expediciones de 1894 y 1889, fue publicado en 1901 por N.E. Brown en su trabajo: *Report on two botanical collections made by Messrs. F.V. Mc Connell and J.J. Quelch at Mount Roraima in British Guiana. Transactions of the Linnean Society of London. January 1901.*

Connellia augustae de la cumbre del Roraima (37). Foto: Javier Mesa.

PRÓXIMA PÁGINA:

A pesar del parecido, las hojas con el borde aserrado permiten deducir que esta es la *Connellia quelchii*. Pero podría ser la *Connellia caricifolia* (37).



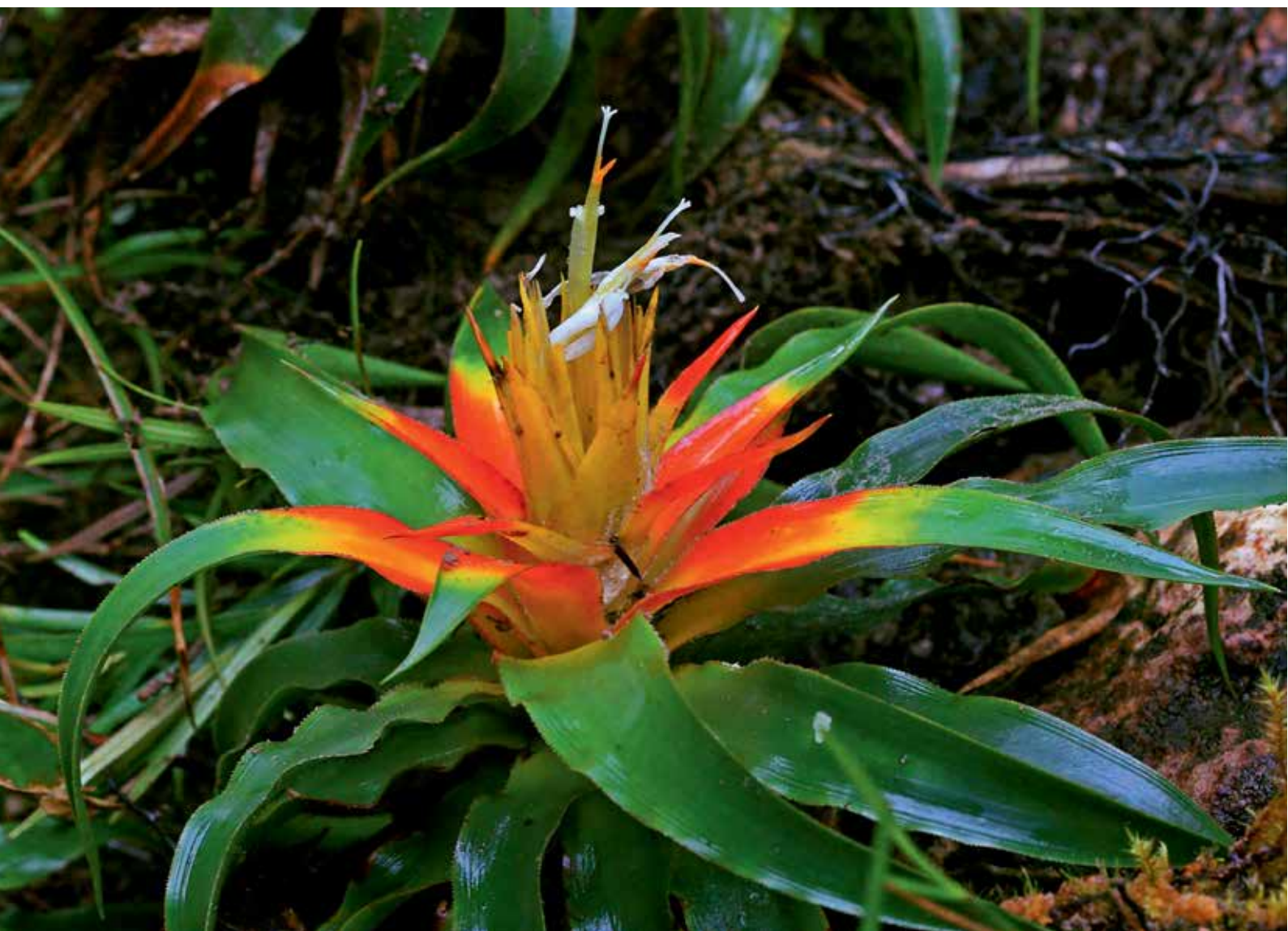


Navia semiserrata, endémica de la cumbre del cerro Moriche (3), en el río Ventuari.

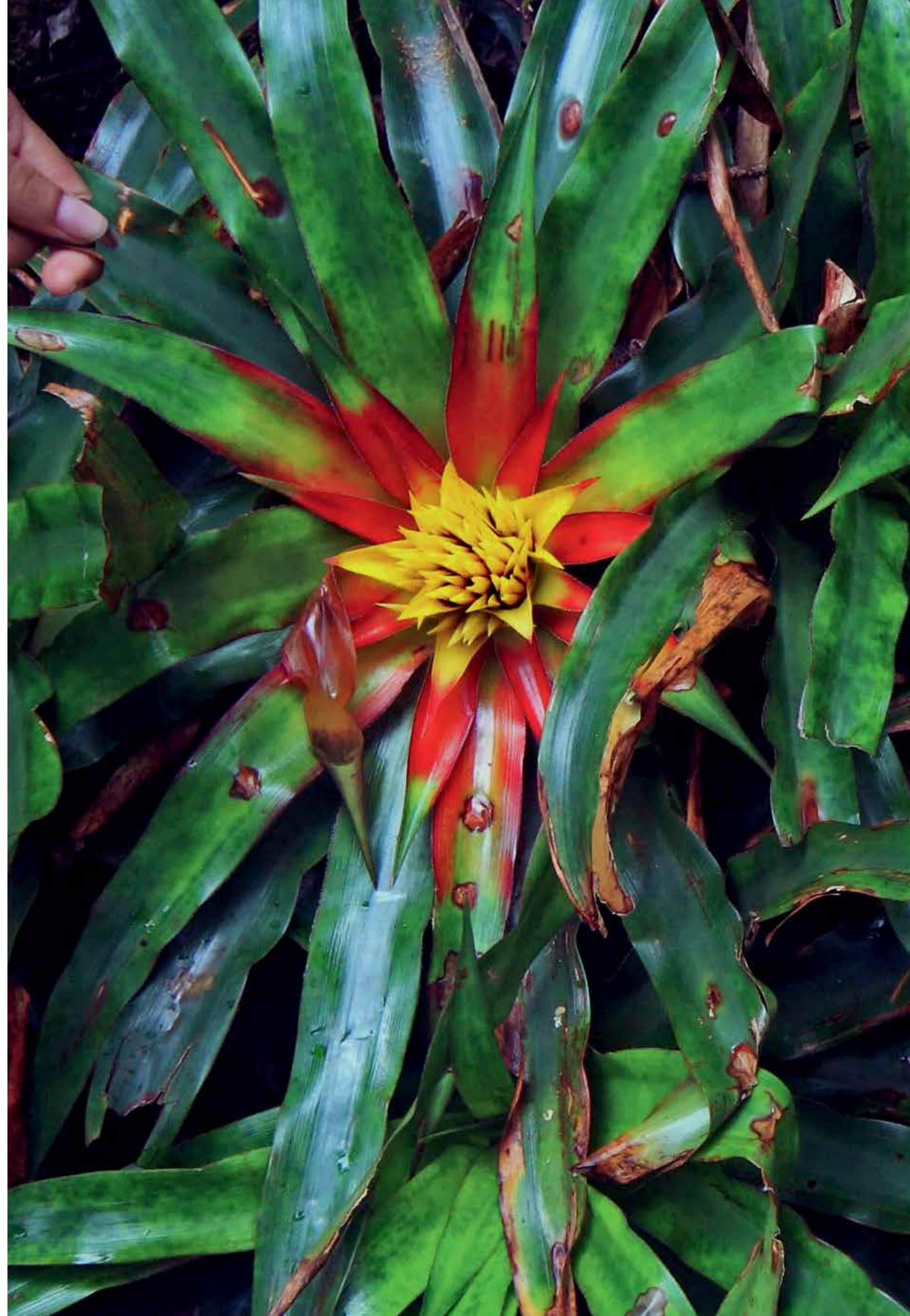


Navia saxicola, endémica de la cumbre del cerro Yapacana (4).





Una *Navia* aún desconocida en la base del Ilu-tepui y en la orilla del río Kako. Fotografiada por Ricardo Cisneros.



Rapateaceas

La familia de las *Rapateaceas* es, junto con la familia *Bonetiaceae*, que comprenden una arbolitos de hojas menudas, y el género *Heliamphora*, de las plantas carnívoras perteneciente a la familia *Sarraceniaceae*, las plantas más características que viven exclusivamente en los tepuyes, que son montañas de cumbre plana formadas por sedimentos y arenas provenientes de lo que ahora es África, que fueron depositadas en el precámbrico sobre las rocas ígneas del Escudo de Guayana.

Esta familia *Rapateaceae*, muy relacionada en su origen con las *Bromeliaceae* (piñas), resulta ser de gran interés desde el punto de vista evolutivo, porque su centro de dispersión, al igual que el de las *Bromeliaceae*, se originó en la región de los tepuyes y consta de 17 géneros de los cuales hay 14 en el Pantepui, otros dos en las tierras bajas de Guyana y un género con una sola especie *Maschalocephalus dinklagei*, endémica a la costa occidental de África, y su presencia allí, inexplicada antes, se sabe ahora, gracias a Tom Givnish, quien me acompañó en la expedición al Cerro de la Neblina en 1985, que, según los estudios del DNA de la especie, encontró que la llegada de esa planta al África ocurrió apenas hace unos 6 millones de años antes del presente, gracias al aerotransporte de su semilla a bordo de vientos que se movieron desde el Pantepui en dirección al este, que es la opuesta a la de los vientos que usualmente traen arenas del Sahara hasta el norte de Sudamérica; por lo que esta dispersión intercontinental no habría ocurrido cuando África se separó de Sudamérica hace 84-102 millones de años (Givnish *et al.*, 2000); sino que cuando ya estaba separada surgieron las *Rapateaceas*, hace 69 millones de años, y su diversificación habría ocurrido hace 12 millones de años, resultando géneros como *Stegolepis*, *Kundhardia*, *Marahuacaea*, *saxofridericia*, etc., que muestro mediante las fotografías de este capítulo.

PÁGINA ANTERIOR:

Kunhardtia rhodantha, en la cumbre del Cerro Autana (2).
Foto: Fanny de Brewer.

Saxofridericia duidae, Cerro Duida (8).
Foto: Javier Mesa.





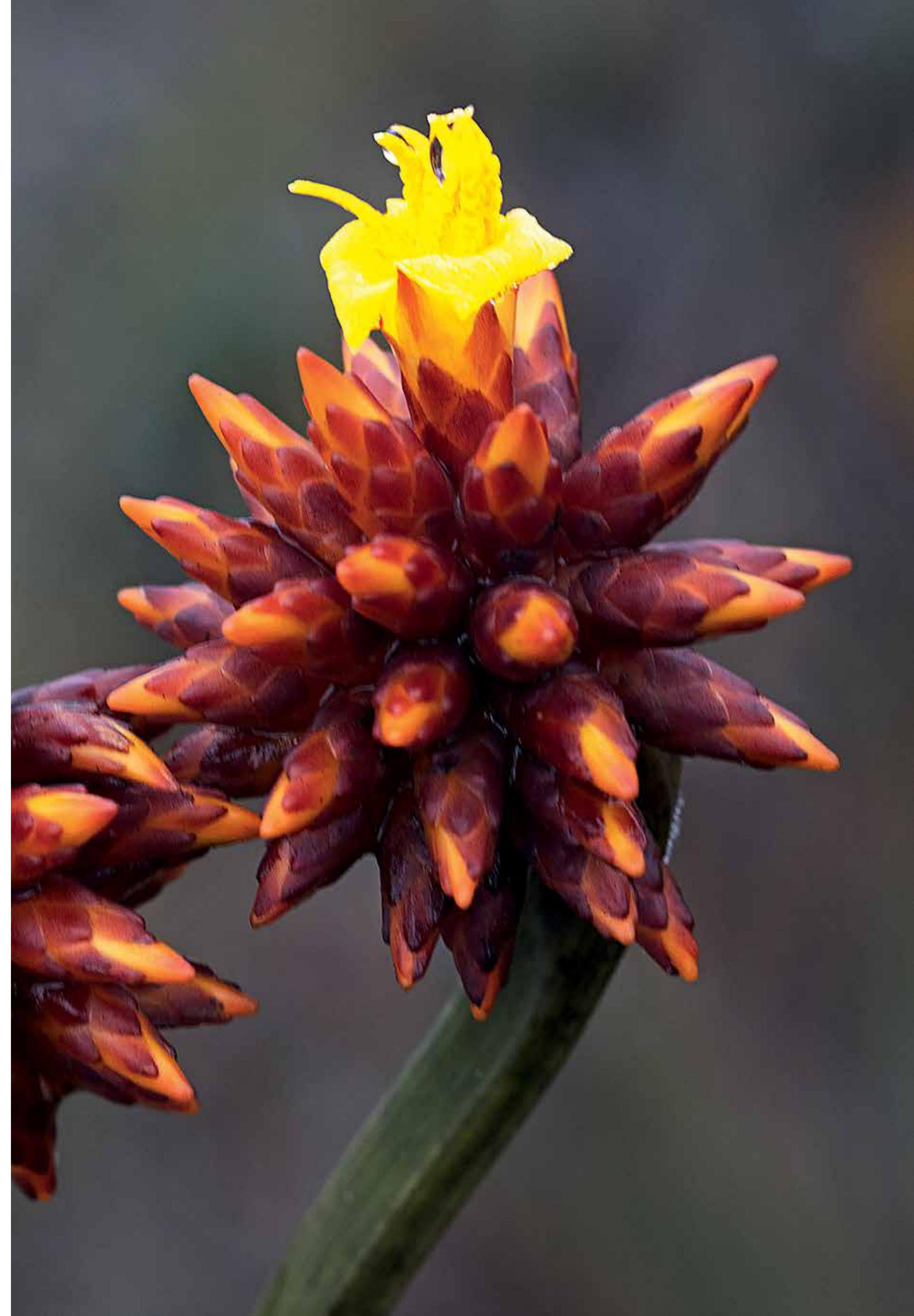


PÁGINA ANTERIOR:
Saxofridericia duidae.
Foto: Javier Mesa.

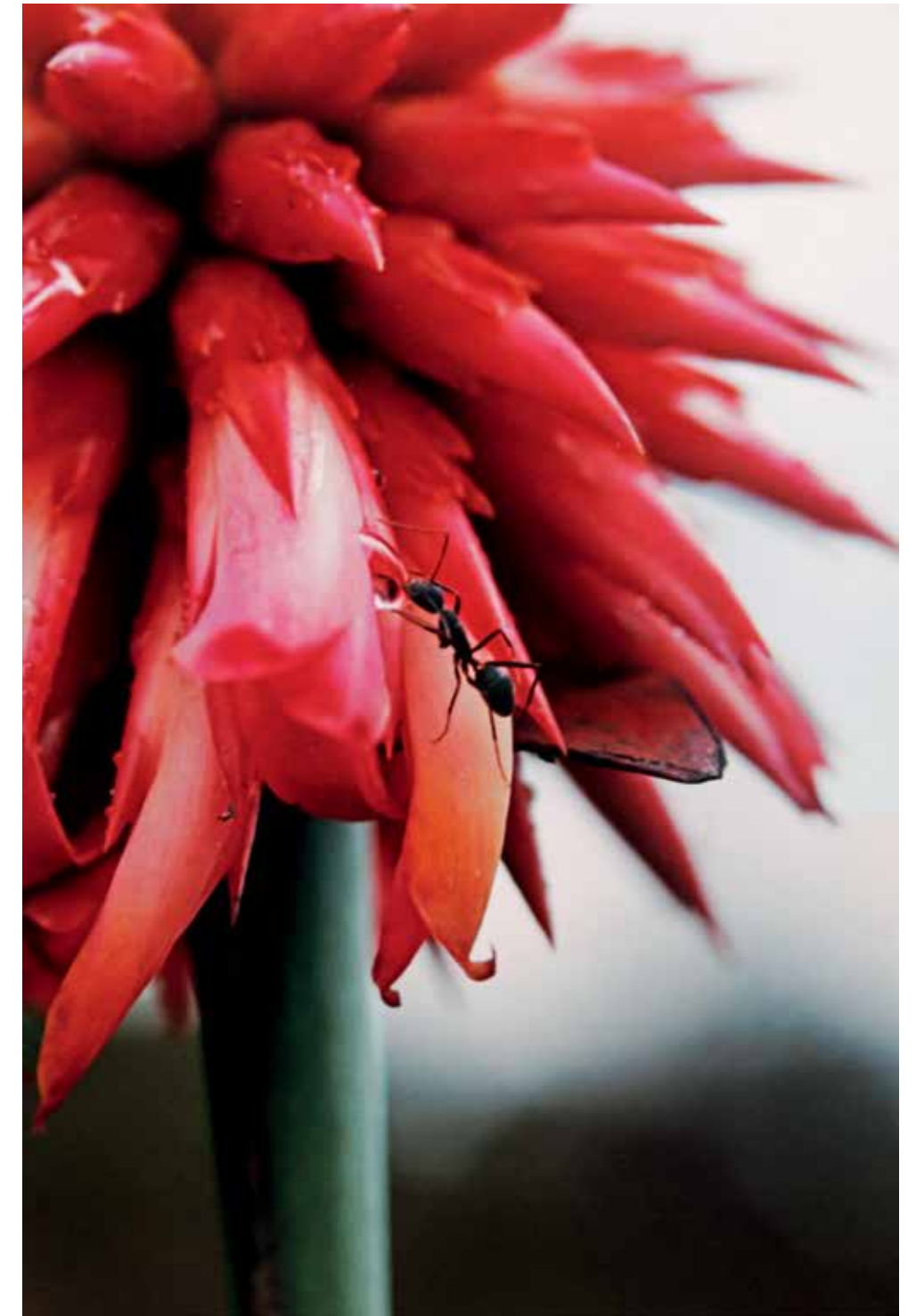
Stegolepis parvipetala,
endémica del Ptari-tepui (32).

PÁGINA SIGUIENTE:
Stegolepis parvipetala,
en la cumbre del Ptari-tepui (32).





Stegolepis parvipetala
en la cumbre del Ptari-tepui (32).



Kunhardtia rhodantha.
en la cumbre del Cerro Autana (2).
Foto: Fanny de Brewer.



Marahuacaea schomburgkii.
en la cumbre del Cerro Marahuaka (6).



Stegolepis guianensis. Roraima (37).



Stegolepis pungens.
en la cumbre del Cerro Duida (8).

PÁGINA SIGUIENTE:
Stegolepis ptaritepuiensis.
Cumbre del Ptari-tepui (32).

Stegolepis huberi, cerca del lago Gladys
en el extremo norte del Roraima (37).





Stegolepis ligulata.
Endémica en la cumbre del Chimantá (29).

PÁGINA SIGUIENTE:
Stegolepis jauensis. Cumbre de la Meseta
de Jaua (12).





PÁGINA ANTERIOR:

Spathanthus unilateralis.
En una zona anegada de
la Laguna de Canaima (21).

Curculionidae desconocido en
Stegolepis ligulata, Churitepui, Chimantá.



Rapatea steyermarkii. Sierra de Lema.

PÁGINA SIGUIENTE:
Mucílago de la *Rapatea steyermarkii*.
Sierra de Lema.





Chimantaeas

Estas son plantas de la familia *Asteraceae* (de las margaritas) que por su aspecto lanudo nos recuerdan a los frailejones (*Espeletia*) de los páramos andinos. En las Tierras Altas de Guayana o el Pantepui hay 9 especies del género *Chimantaea*, todas endémicas y que crecen únicamente en los tepuyes que forman el macizo de Chimantá, excepto dos, la *Chimantaea huberi* y la *Chimantaea cinérea*, que también se encuentran en otros tepuyes.

En algunos tepuyes del Chimantá, como el Churi-tepui, que hemos explorado con mayor intensidad, se encuentran tres y, quizás, cuatro especies diferentes que encontramos creciendo en las zonas anegadizas con aspecto de páramo ubicadas entre 1900 y 2600 m s. n. m. En el Apacará-tepui y el Abacapá-tepui la *Chimantaea mirabilis* se encuentra a 2500 m s. n. m. agrupada en extensos rodales donde se destacan por la forma de bastones de hasta de 4 m de altura. (ver mapa del Chimantá al final del capítulo).



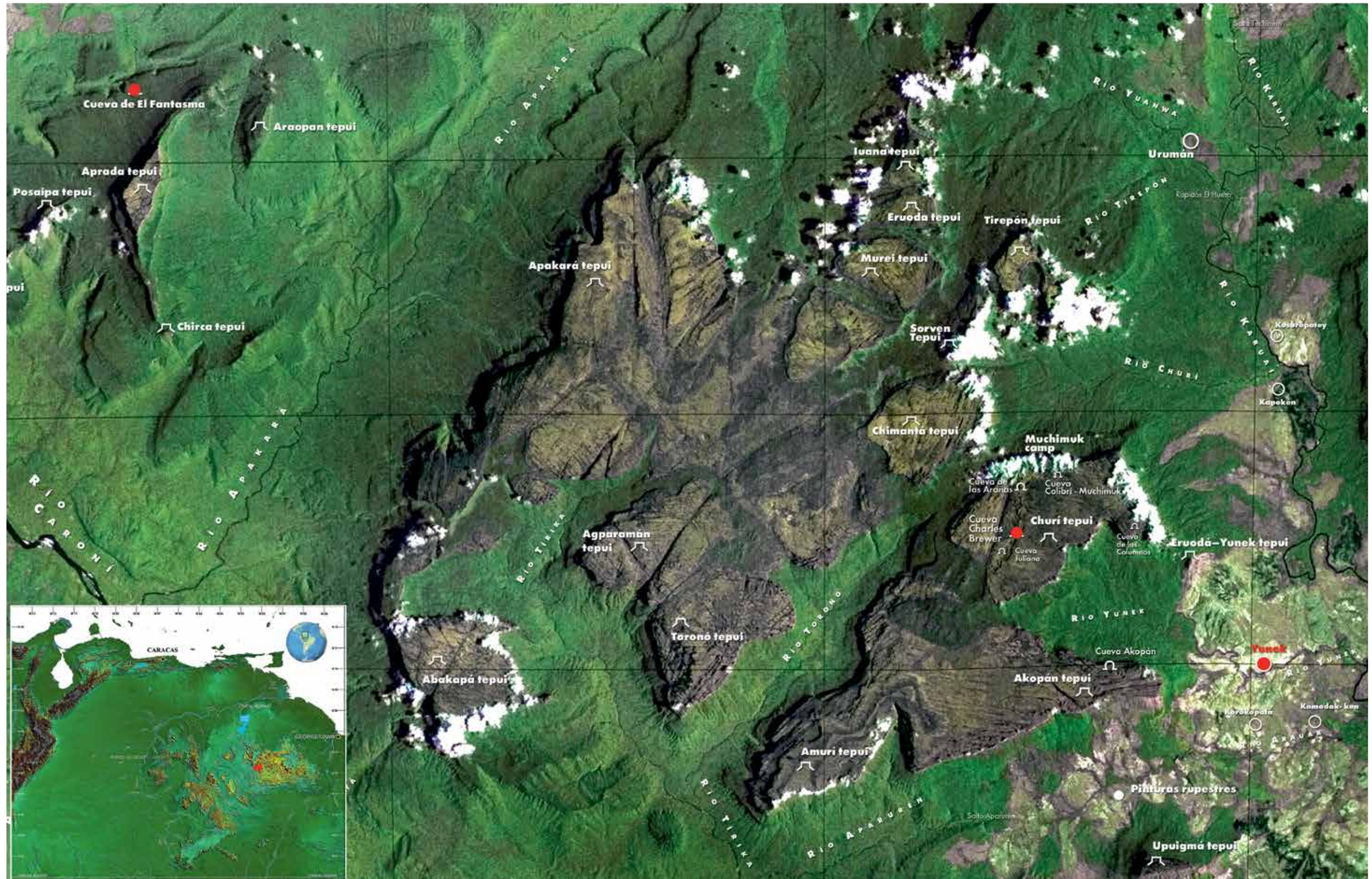
PÁGINA ANTERIOR:

Flor de la *Chimantaea lanocaulis* en el Churi-tepui (29). Macizo del Chimantá.

Chimantaea humilis, del macizo Chimantá.







PÁGINA ANTERIOR:

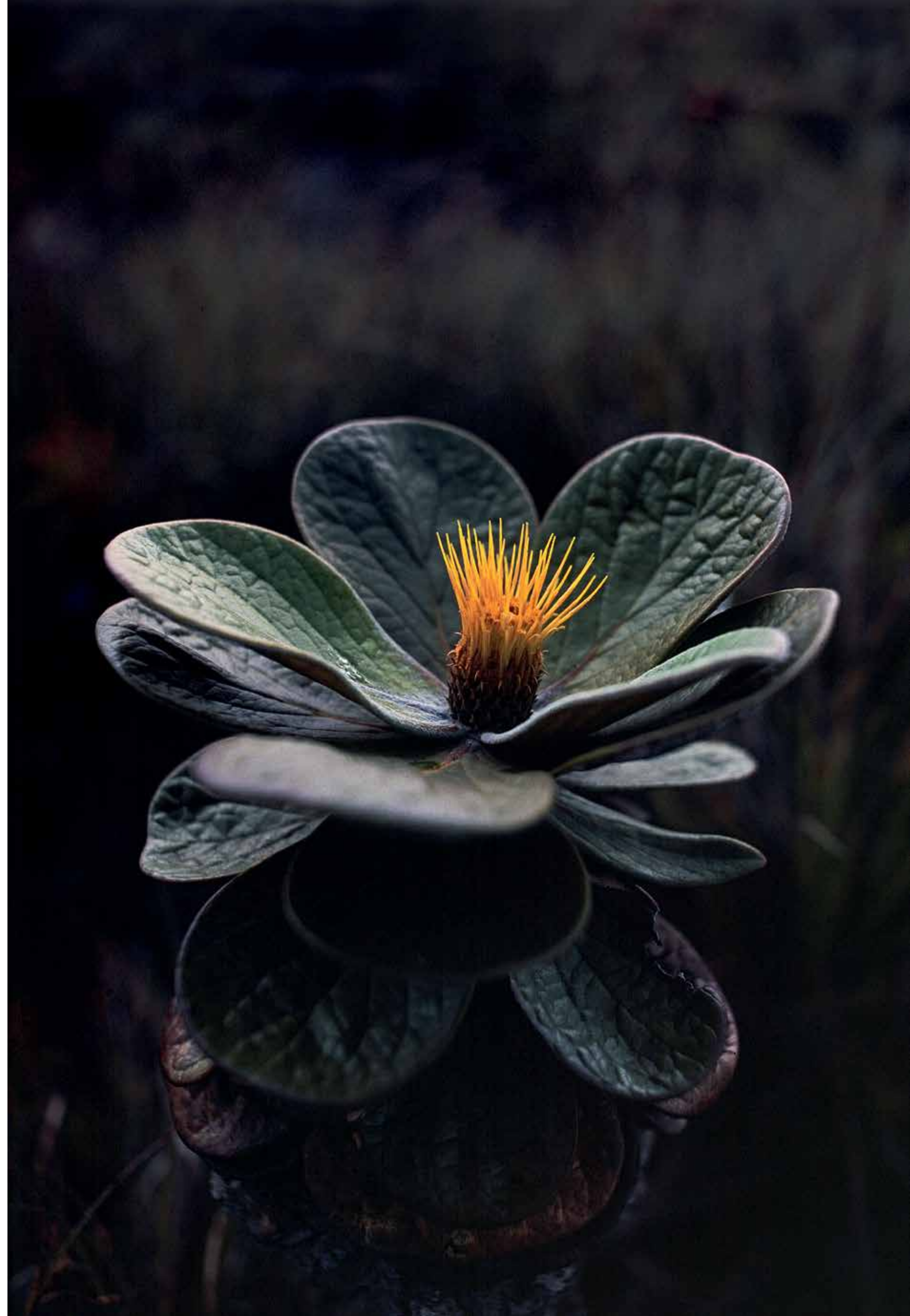
Sección del *Akopán tepui* en el macizo de Chimantá, de 2650 m s. n. m., visto desde el poblado de Yunek al amanecer (31). Al fondo y a la derecha se aprecia el *Churi-tepui* (30). En ambas cumbres se encuentran varias especies del género *Chimantaea*, que muestro a continuación.

Mapa satelital del macizo de Chimantá en el que se puede apreciar los nombres de sus diez cumbres y la ubicación de la Cueva Charles Brewer, la Cueva de El Fantasma y el poblado de Yunek. También permite ubicar las cumbres donde encontramos a las *Chimantaeas*.



Esta *Chimantaea lanocaulis* no se había observado en el Tirepón-tepui, macizo del Chimantá. Esta planta puede crecer hasta 9 m de alto.

PRÓXIMA PÁGINA:
Chimantaea lanocaulis, en el Eruoda-tepui (29). Macizo del Chimantá.





Flor de la *Chimantaea humilis* en la cumbre del *Churi-tepui* (29) del macizo del Chimantá a 2350 m s. n. m. (flores solamente en el mes de marzo), género único y endémico amenazado de extinción por el calentamiento global cíclico.

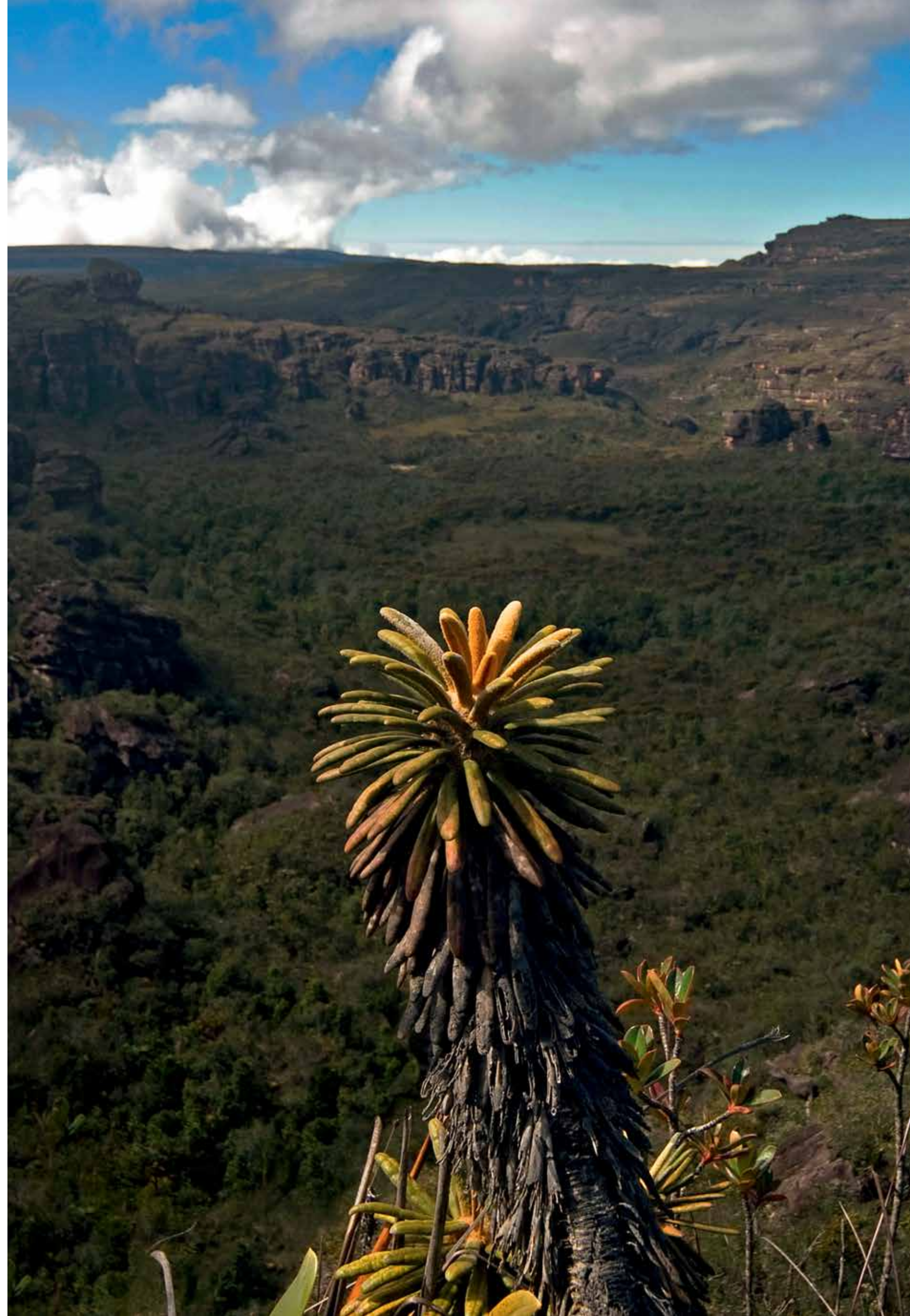
PRÓXIMA PÁGINA:
Chimantaea humilis, en el *Churi-tepui* (29) del macizo Chimantá.

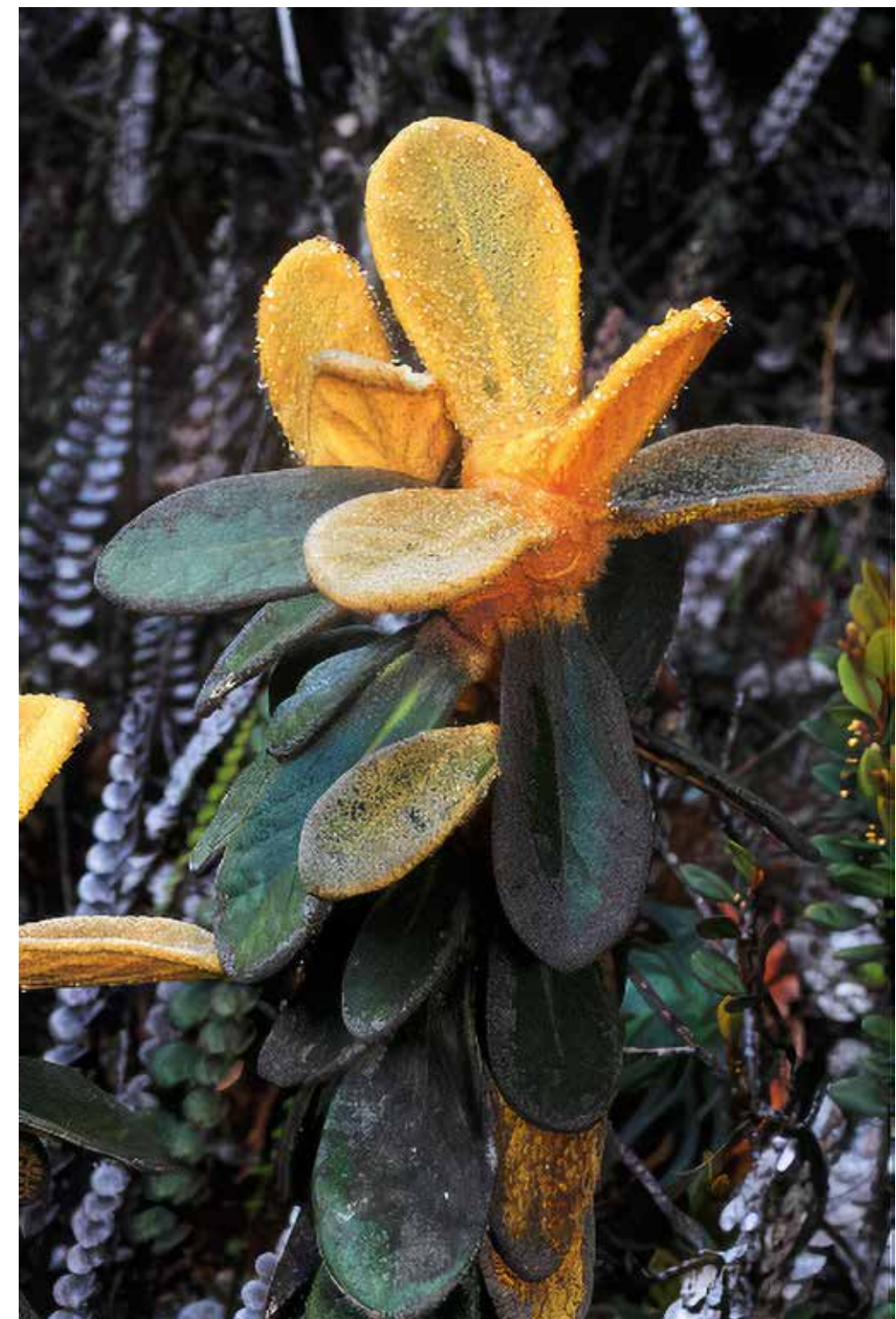




Chimantaea humilis, en el Churi-tepui (29) del macizo Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:
Chimantaea humilis, en la cumbre del Churi-tepui (29) del macizo Chimantá, y Karen Brewer-Carias.





PÁGINA ANTERIOR:

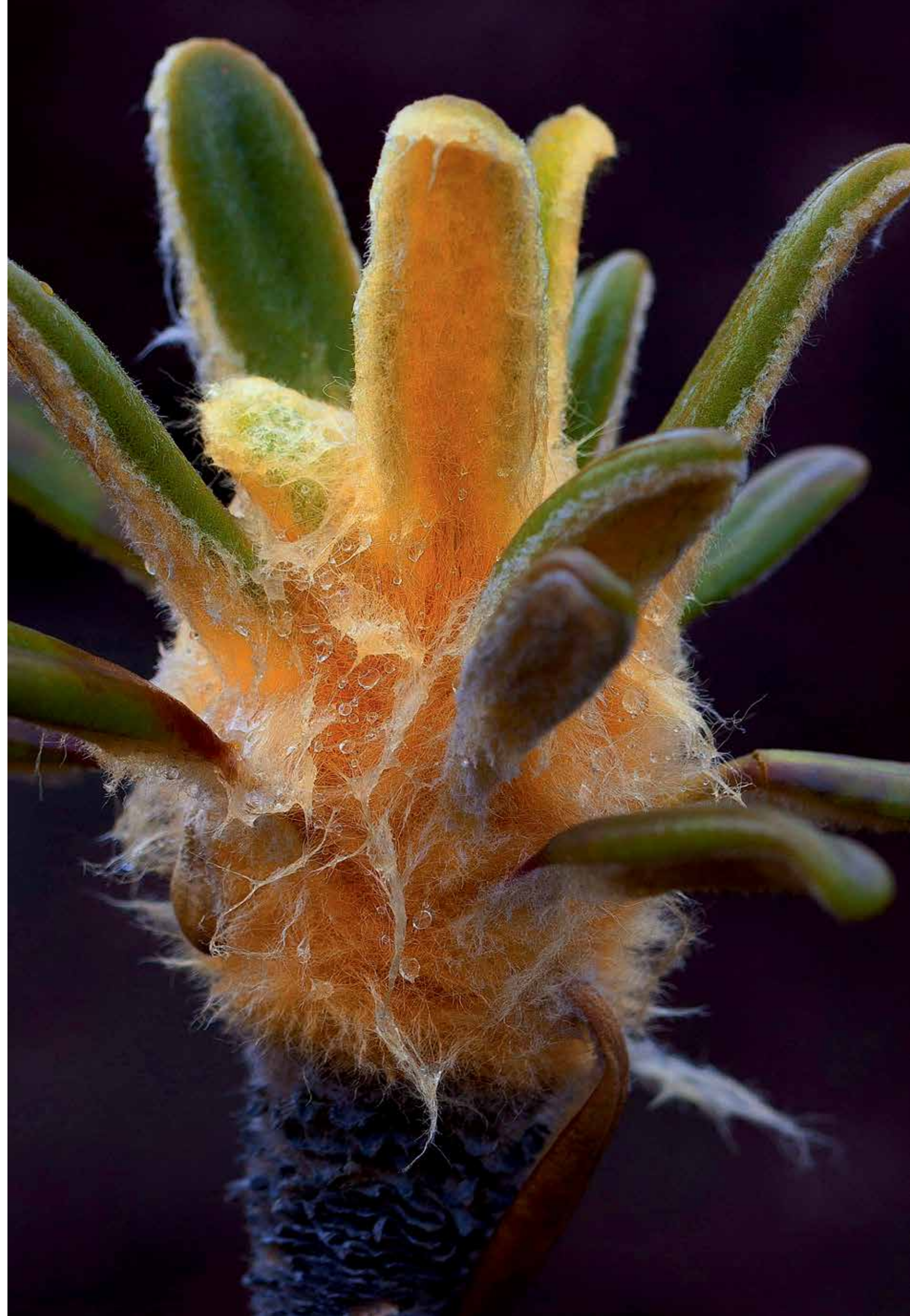
Probablemente, *Chimantaea rupicola*,
en el borde norte del Churi-tepui (29)
del macizo Chimantá.

Probablemente, *Chimantaea rupicola*,
en el borde norte del Churi-tepui (29),
en el macizo Chimantá.



Chimantaea eriocephala, en el Churi-tepui (29) del macizo Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:
Chimantaea eriocephala, en el Churi-tepui (29) del macizo Chimantá.





Probablemente, *Chimantaea cinerea* subsp. *similis*, en el borde norte del Churi-tepui (29), en el macizo Chimantá.

Chimantaea cinerea subsp. *cinerea*. Auyantepui (29). Foto: Javier Mesa.





Chimantaea mirabilis, hasta de 4 m de alto.
Apacará-tepui. Macizo del Chimantá.
Foto: Javier Mesa.

PRÓXIMA PÁGINA

Chimantaea mirabilis. Apacará-tepui.
Macizo del Chimantá. Foto Javier Mesa.

DOBLE PÁGINA SIGUIENTE

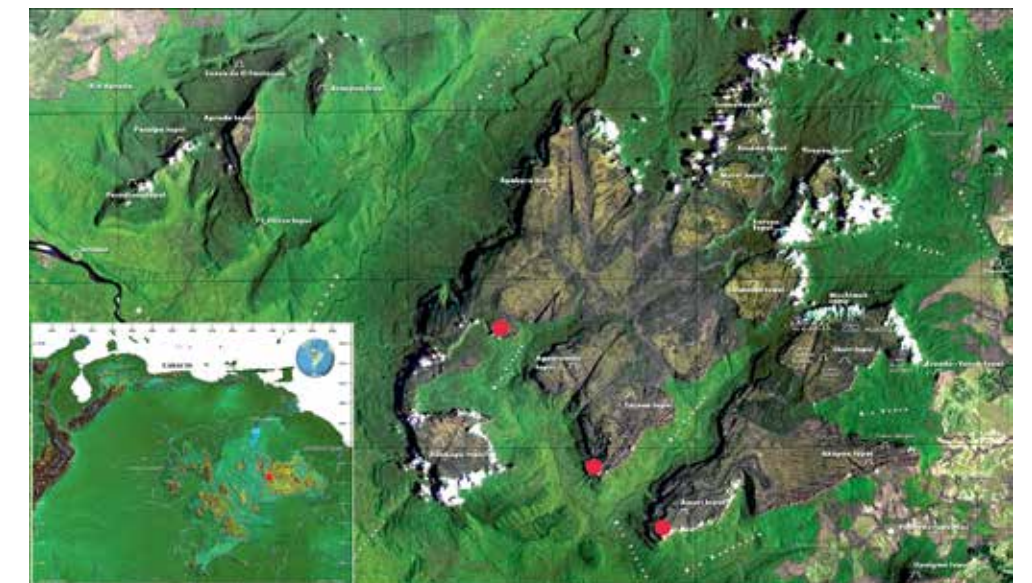
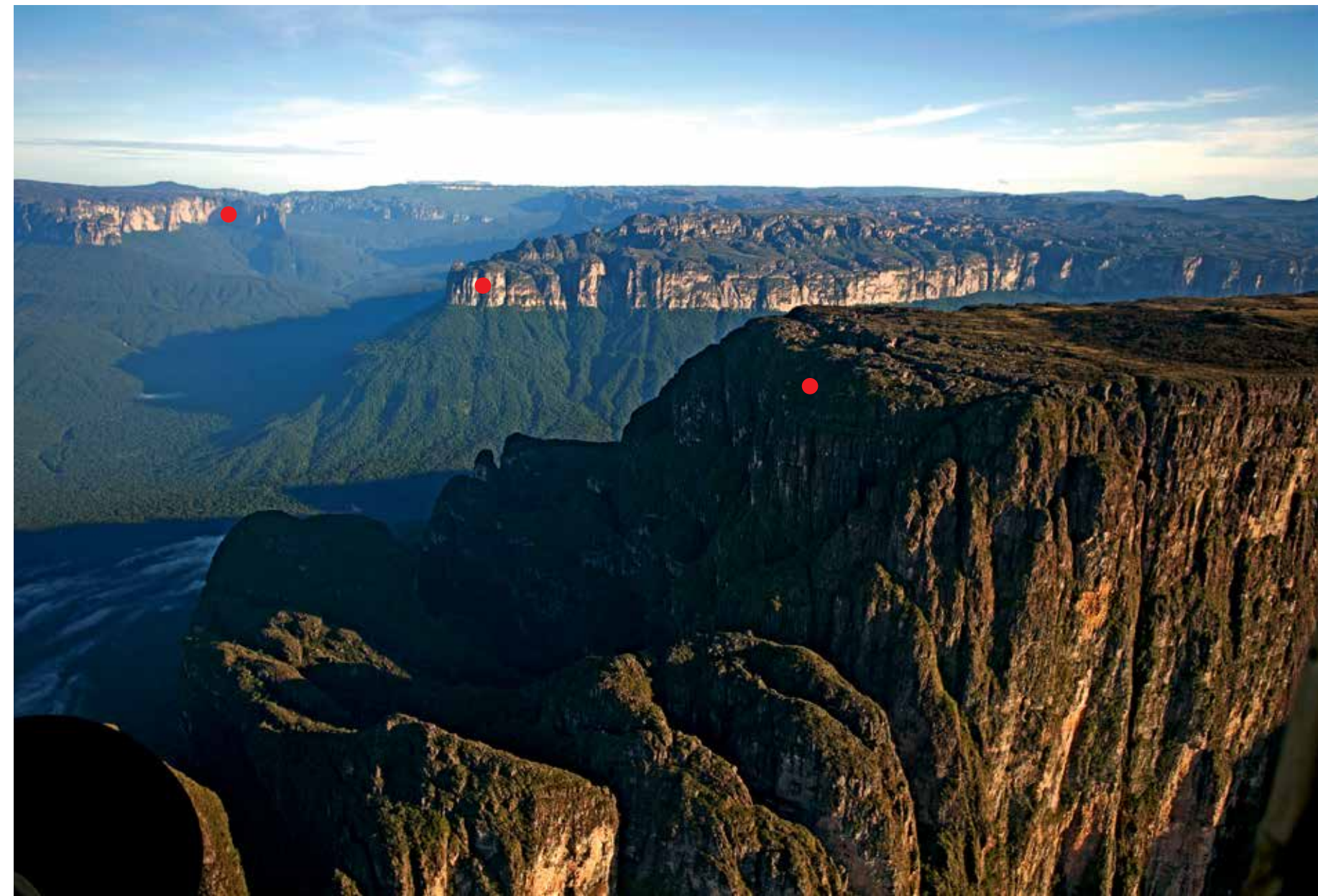
Rodal de *Chimantaea mirabilis*. Apacará-
tepui del Chimantá. Foto: Javier Mesa.







Fue una sorpresa encontrar la *Chimantaea huberi* en la cumbre del Tirepón-tepui del macizo Chimantá, porque allí no se había reportado antes. Arriba, acompañada por la *Heliamphora pulchella*.



Vista de la cumbre del Chimantá desde el extremo oeste del Amurí-tepui. Los puntos rojos permiten entender la relación entre algunas de estas cumbres que es el único lugar donde crecen las *Chimantaeas*. De norte a sur esta meseta mide 50 km. Al centro y al fondo está la cumbre del Abakapá-tepui donde se encuentra la *Chimantaea mirabilis*. En el centro, la punta este del Toronó tepui, donde crece la *Chimantaea huberi*. En el mapa también se puede ver la ubicación del Churi-tepui de la *Chimantaea humilis* y el Tirepón-tepui de donde reportamos el avistamiento de la *Chimantaea huberi*.

Orquídeas

La familia de las orquídeas en la región de Pantepuy es de capital importancia, dado que se trata de la segunda familia con mayor número de especies en todo el mundo, después por supuesto, de las *Compositae* (Compuestas) o *Asteraceae*. Pues la familia de las orquídeas cuenta con poco más de 25.000 especies a nivel mundial, siendo Venezuela de una riqueza impresionante en orquídeas, con más 1500 especies.

Así pues, los tepuyes del mundo perdido son también, en efecto verdaderos santuarios de orquídeas; para tener una idea de la riqueza de orquídeas en Pantepuy, solamente en la cumbre del Auyantepuy han sido identificadas 130 especies de orquídeas y en líneas generales en el pie de monte de selvas nubladas y subtropicales de cada tepuy la riqueza de esta familia es abrumadora.

Para dar otro ejemplo claro, ascendiendo a la cumbre del Roraima o su vecino el Kukenam, hemos identificado hasta 35 especies de orquídeas en la mejor época de floración y esto solamente andando sobre el camino o pica abierta en la ladera para poder llegar a la cumbre. Es decir que si nos adentráramos más hacia el interior del bosque denso, seguramente el número de especies se duplicaría.

Ahora bien, esta familia posee tal variedad de formas, tamaños y colores, que la hace también muy difícil de identificar, sobre todo las especies más pequeñas. Por lo que no hemos organizado a las especies según la localidad o el género al cual pertenece cada orquídeal, a pesar de haber revisado bien las publicaciones de Dunsterville (1979) y de Steyermark, (ed) (1995), así como consultado el conocimiento que tienen de esta familia el orquideólogo Enrique Graff y el fotógrafo Javier Mesa, (a quien pertenecen la mayoría de estas imágenes); por lo que es muy posible que entre las especies que mostramos se encuentran algunas nuevas.

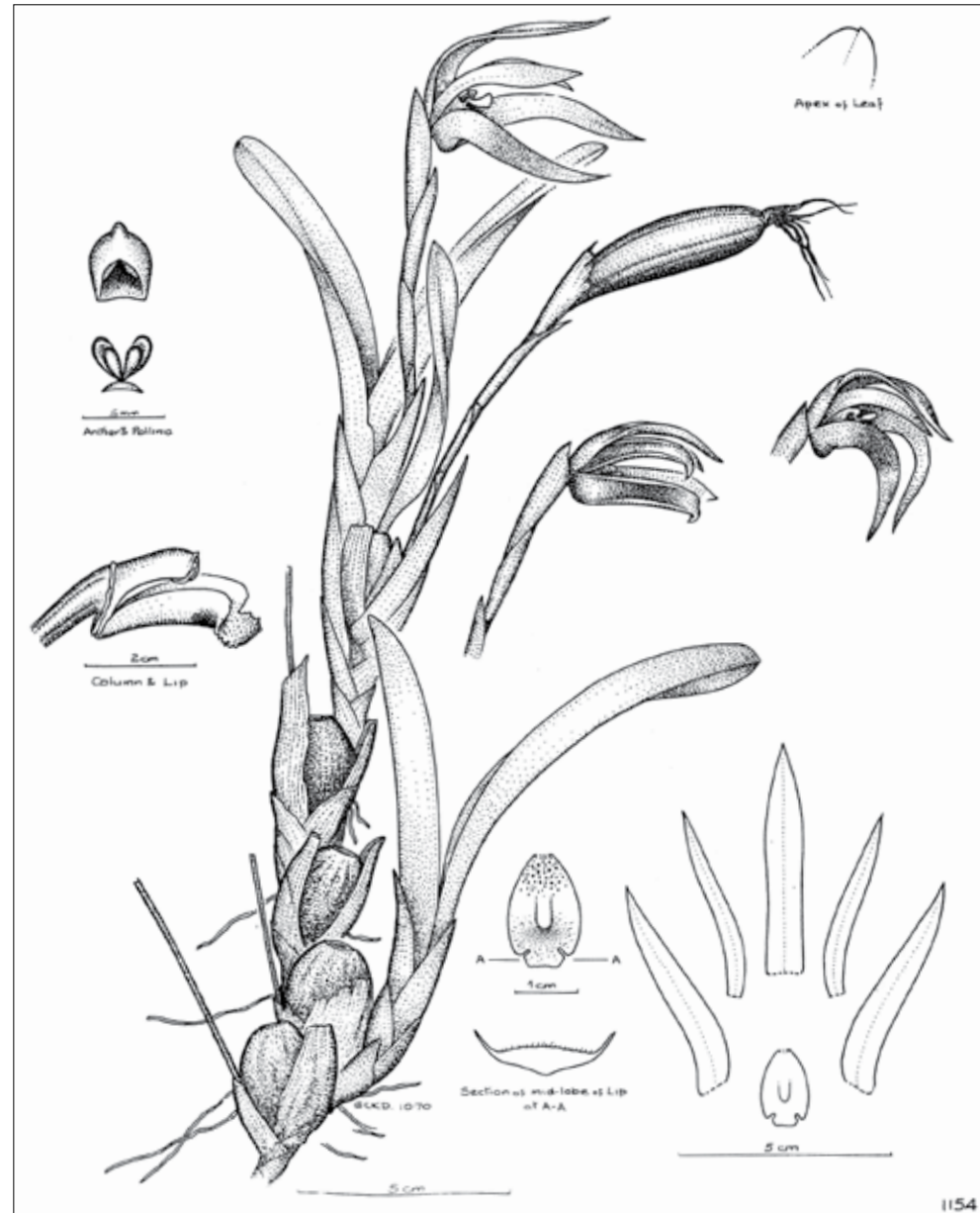
Obviamente que tenemos mucho más imágenes de orquídeas y de otras plantas de los tepuyes; por lo que hemos diseñado una Guía de Campo ilustrada para la flora del Pantepuy que publicaremos en poco tiempo y en la cual las especies estarán agrupadas de manera taxonómica y según el tepuy donde se encuentren.

PÁGINA ANTERIOR:
Stelis zonata. Auyantepui

DE LA PÁGINA SIGUIENTE:
Lepantopsis floripecten. Auyantepui







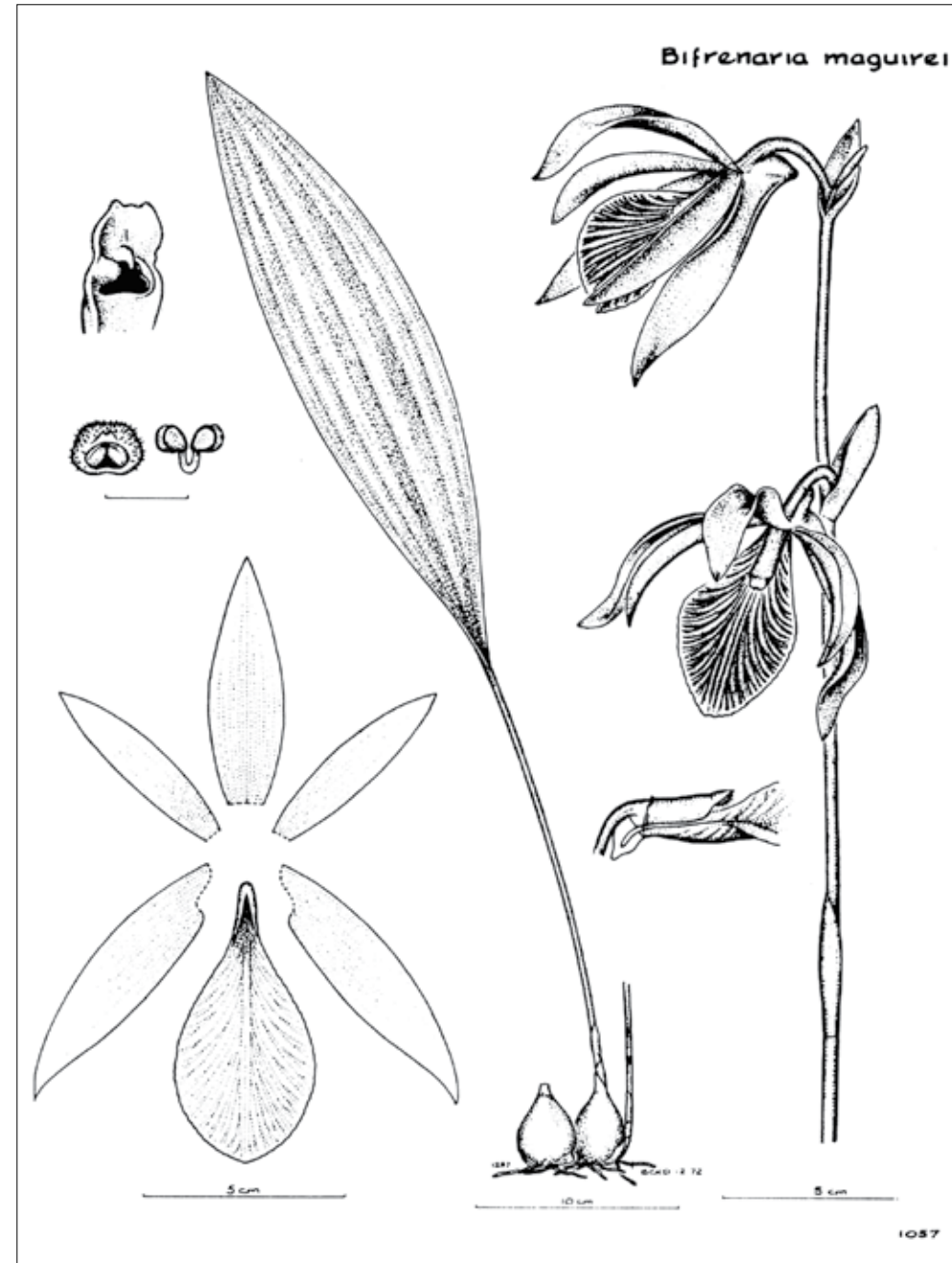
G.C.K. Dunsterville dibujando la *Maxilaria quelchii*. Maturacá 1970

G.C.K. Dunsterville registrando la *Sobralia infundibuligera* Cerro de la Neblina 1970

Maxilaria quelchii del Río Cauaburi en la base del Cerro de la Neblina en 1970. Dibujo por G.C.K. Dunsterville

PÁGINA SIGUIENTE:
Sobralia infundibuligera en el Cerro de la Neblina 1970. Difícil de fotografiar, porque su flor dura abierta un solo día.





Mi esposa Fanny observando la orquídea *Bifrenaria maguirei* (Ahora *Guanchezia maguirei*) que crece en la cumbre del Cerro Autana. Año 2002

Esta Orquídea que encontramos en la cumbre del Cerro Autana tiene el topónimo de Bassett Maguire, el mayor colector de plantas en las Tierras Altas de Guayana

PRÓXIMA PÁGINA:
Zygosepalum tatei en el Cerro de la Neblina 1970





PÁGINA ANTERIOR:

Otoglossum arminii Cumbre
del Cerro de la Neblina 1970

Epidendrum violascens Roraima



Bulbophyllum meridense. Auyantepui

PRÓXIMA PÁGINA:

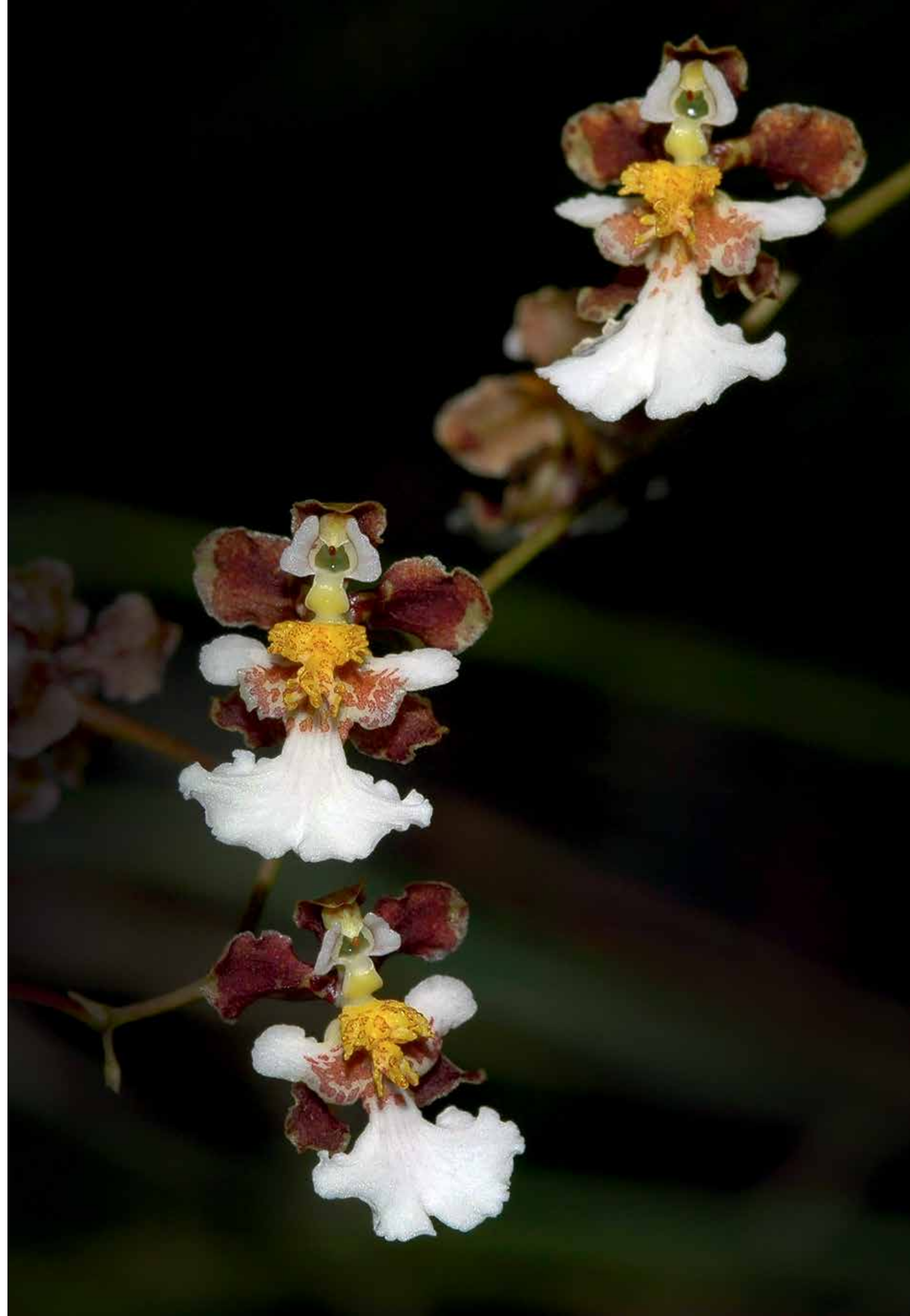
Dentro de la orquídea *Selenipedium steyermarkii* del Auyantepui observamos una chicharrita (*Homoptera*), pero no sabemos si poliniza esta flor o la destruye. Esta orquídea del Auyantepui fue cultivada durante 25 años por el orquideólogo Cernot Bergold para ver como florecía y entonces cuando salió la flor, resultó ser una especie desconocida.





Octomeria sp. Churi-tepui.
Macizo del Chimantá. 1cm.

PRÓXIMA PÁGINA
Gomesa warmingii. Auyantepui
y otras cumbres





Lepanthes sp. 8 mm-

Epidendrum ulei. Ptari-tepui, Roraima etc.

PRÓXIMA PÁGINA:
Prosthechea pamplonensis. Ptari-tepui



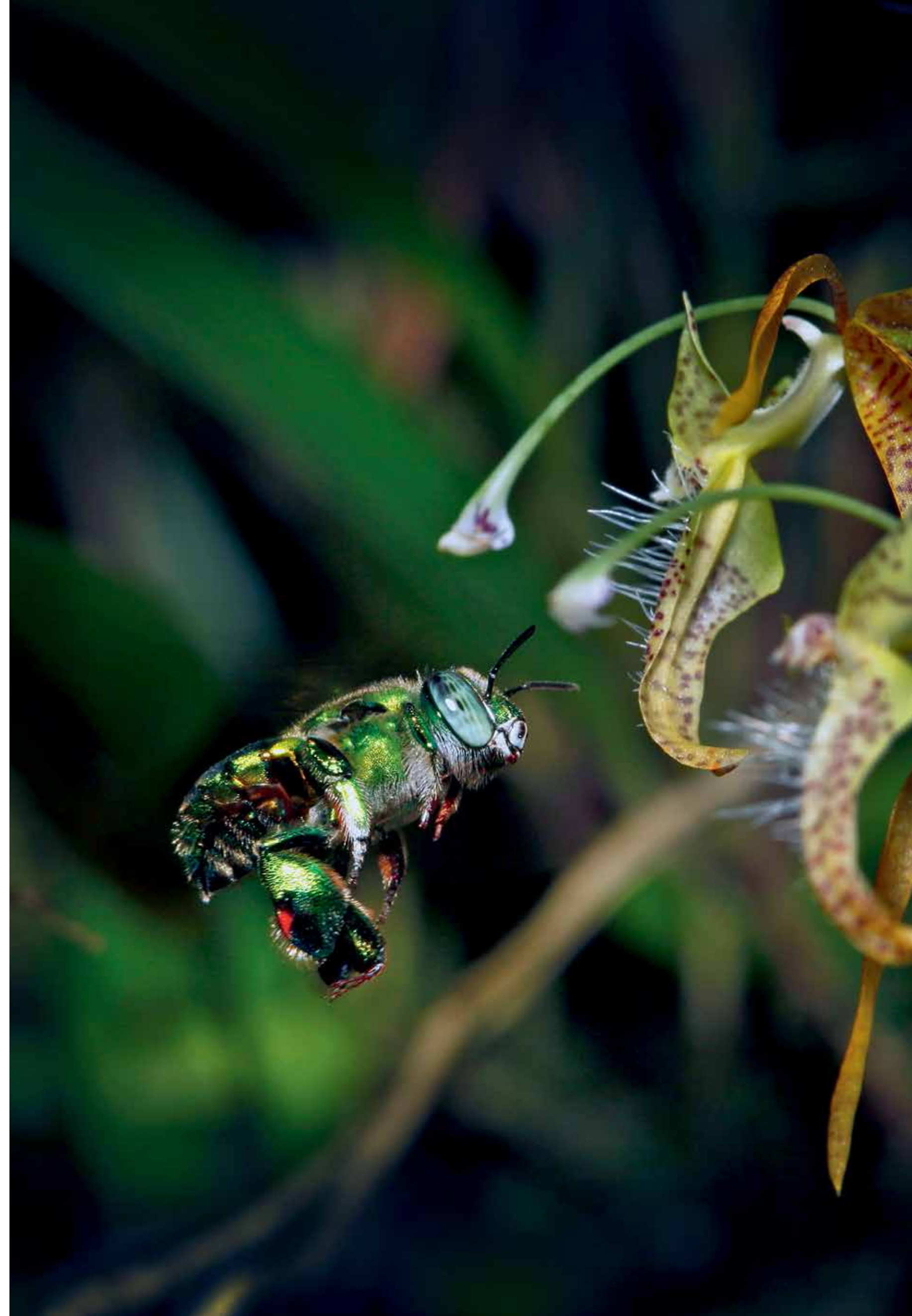
Catasetum barbatum de Sarisariñama.

PRÓXIMA PÁGINA:

Las abejas de brillo metálico pertenecen a la tribu *Euglossini* y son atraídas desde kilómetros de distancia por el olor que emana esta *Polysycnis muscifera* y especialmente las orquídeas del género *Catasetum*, *Vanilla*, *Coryanthes* y otras, donde buscan olores y esencias volátiles que guardan en sus abultadas patas posteriores. Esto con el objeto de marcar olorosamente su habitáculo y así atraer a las hembras.

DOBLE PÁGINA SIGUIENTE:

Coryanthes albertinae también atrae a las abejas *Euglossini*. Una imagen impecable de Javier Mesa, como la mayoría de las fotos de orquídeas que muestro en este libro.







PÁGINA ANTERIOR:
Aspasia variegata de la base
 del Salto Angel. Auyantepui.

Houlletia odoratissima, Akopan-tepui,
 Macizo del Chimantá

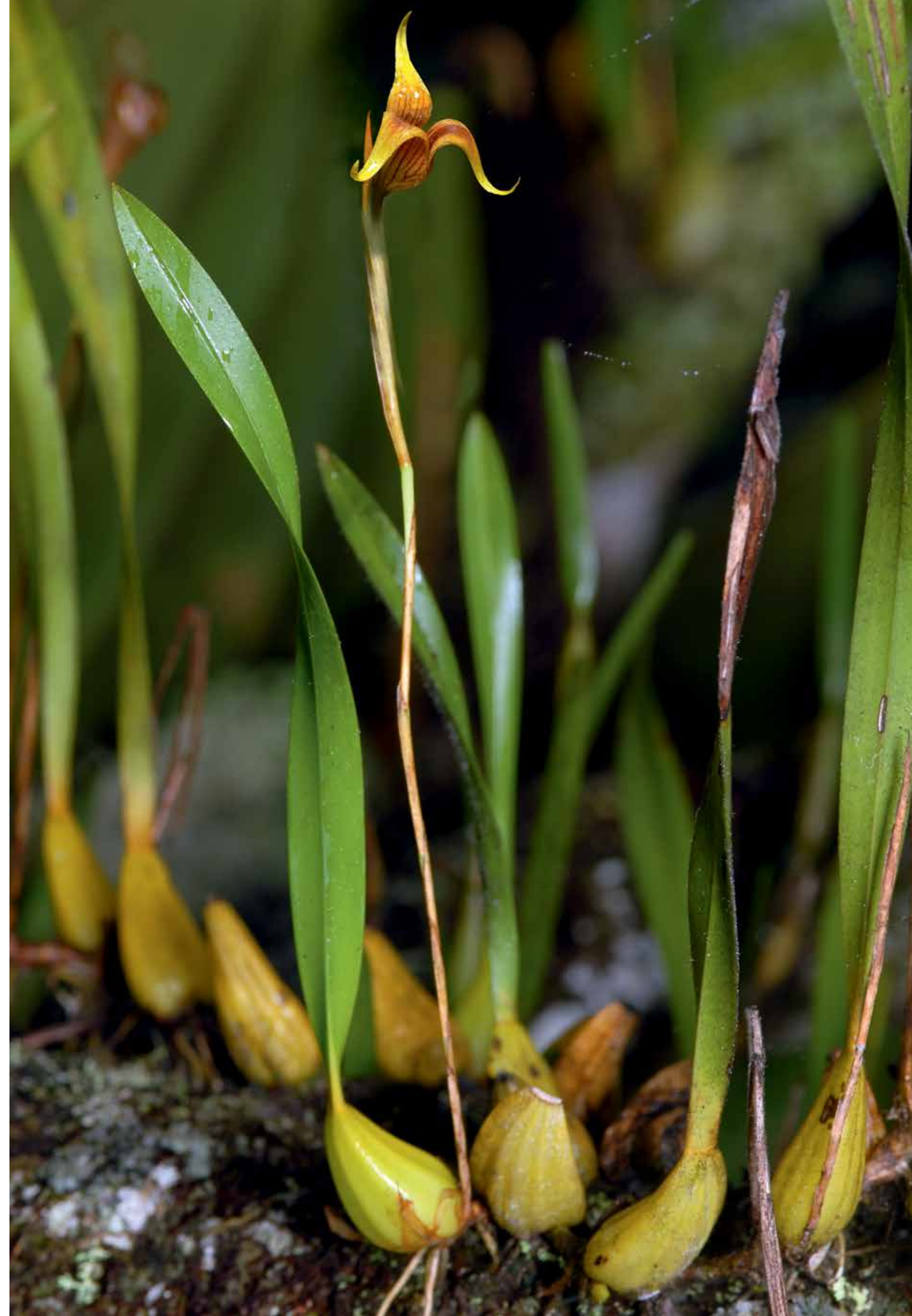




Sobralia sp. en el talud noroeste del Cerro Duida. Probablemente una nueva especie.

PRÓXIMA PÁGINA:
Lepanthopsis vinacea. Auyantepui





Maxillaria alpestris. Auyantepui

PRÓXIMA PÁGINA:
Maxillaria subrepens. Auyantepui





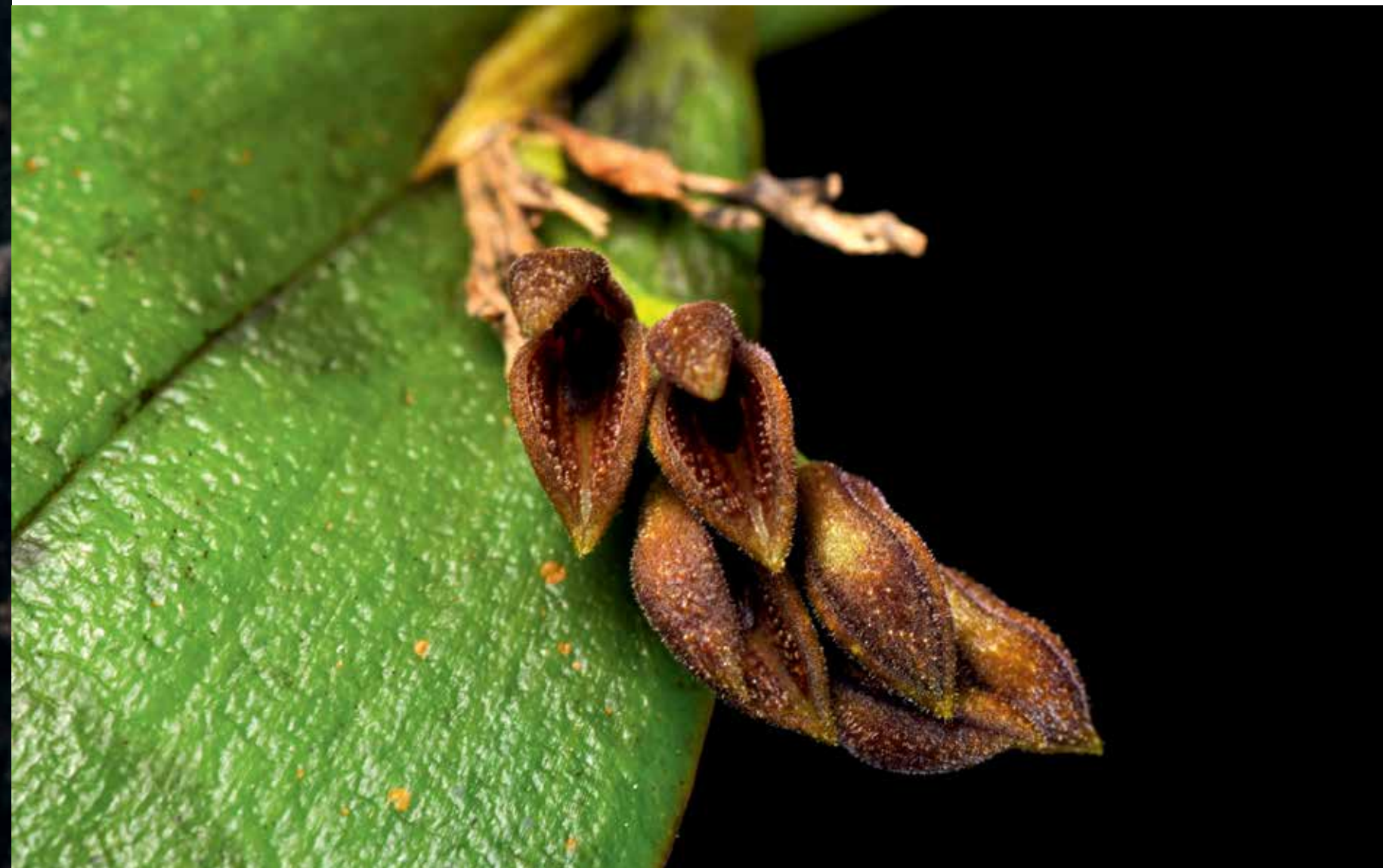
Maxillaria auyantepuiensis. Auyantepui

Maxillaria alba. Auyantepui

Epistephium duckei. Auyantepui

Maxillaria mapiriensis. Roraima

Maxillaria porrecta. Auyantepui.



PÁGINA ANTERIOR:
Galeottia burkei Roraima.
 (Parecida a la *Zygosepalum tatei*)

Pleurotalis sarcosepala en el Auyantepui.





Epidendrum dendrobioides Roraima

PRÓXIMA PÁGINA:
Atelis alata. Auyantepui. 1 cm.





Epidendrum montigenum. Roraima

Epidendrum carpophorum. Akopan-tepui.
Macizo del Chimantá

Epidendrum sp. aún desconocida.
Churi-tepui. Chimantá

PRÓXIMA PÁGINA:
Epidendrum sp. Auyantepui



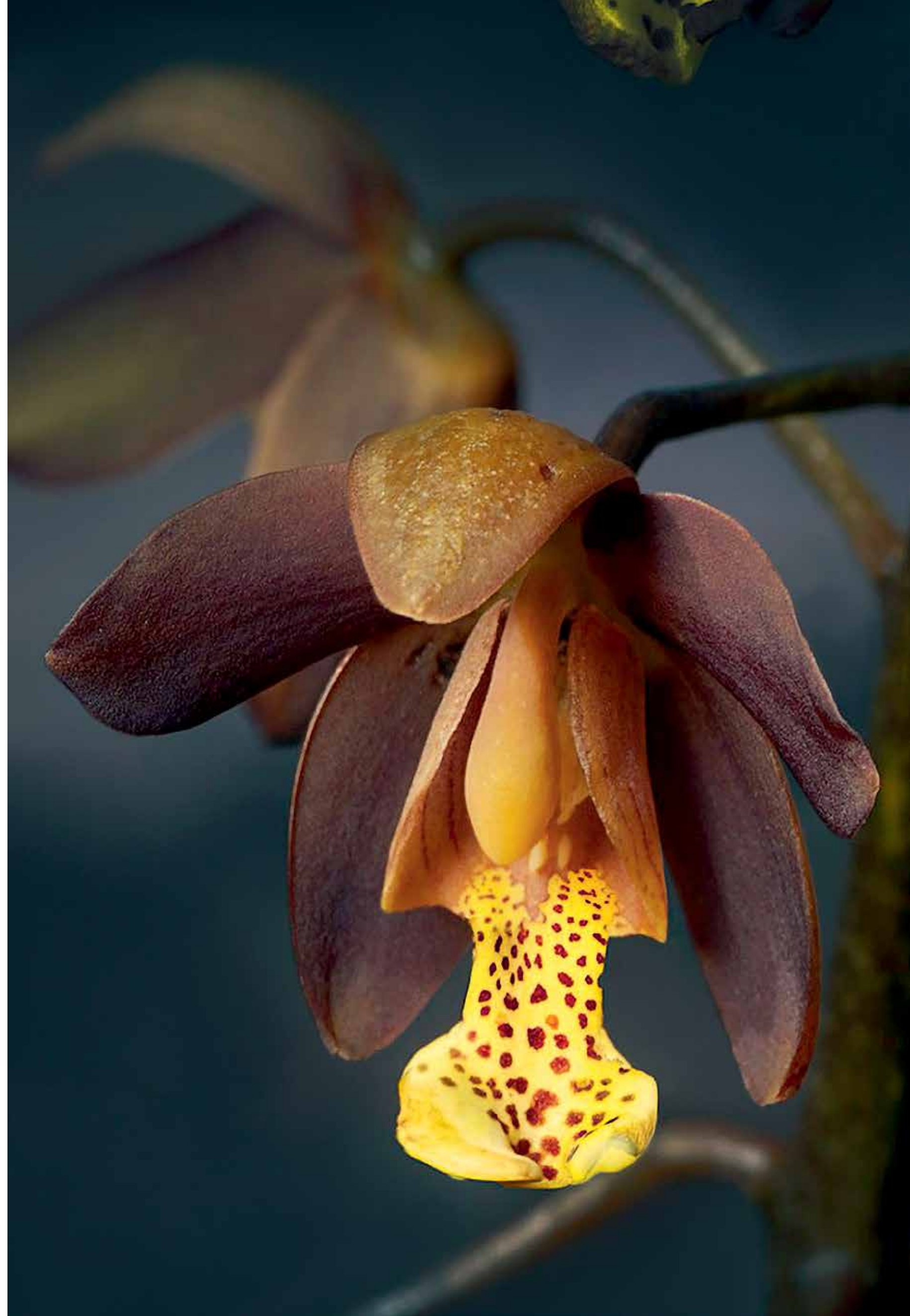


Phragmipedium lindleyanum. Roraima y Cerca de la Cascada Auká o del "Resplandor" en el río Wei. Sierra de Lema



Phragmipedium klotzcheanum. Milenium. Base del Wei-tepui

PRÓXIMA PÁGINA:
Eriopsis biloba. Sarisariñama. Auyantepui etc.





PÁGINA ANTERIOR:

Cleistes rosea. Poco común en la Gran Sabana

Scuticaria steelei cerca del Salto Ángel. Auyantepui

Humtlaya meleagris del Akopán-tepui en el Macizo del Chimantá





Sobralia liliastrum. Auyantepui

PRÓXIMA PÁGINA:
Sobralia valida. Akopan-tepui.
Macizo del Chimantá

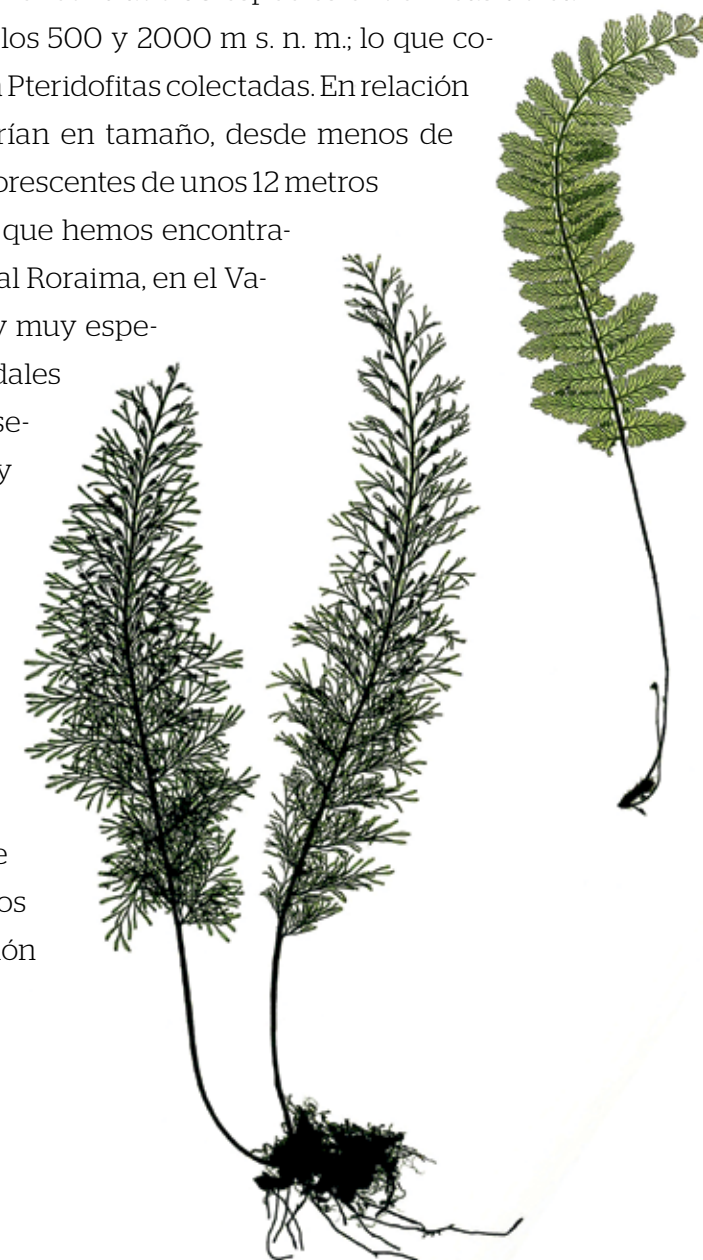


Helechos

He titulado a este capítulo con el título de «Helechos», debido a que son la mayoría de las plantas que muestro aquí. Aunque debo aclarar que los helechos forman parte del taxón de las plantas *Pteridofitas*, también llamadas *Criptógamas*, y que en él se incluyen las plantas vasculares que no tienen flores ni semillas y se reproducen por esporas.

Estas *Pteridofitas* se originaron en el período Devónico hace unos 400 millones de años; por lo que tuvieron la oportunidad de especiar hasta en unas 10.500 especies conocidas mundialmente, que empezaron a distribuirse por todos los continentes mucho antes que la deriva continental fraccionara al supercontinente *Pangaea* y antes de que aparecieran los dinosaurios.

En la Guayana venezolana se han encontrado 671 especies, 92 géneros y 29 familias de Pteridofitas, es decir, de los helechos y sus aliados (Pteridofitas), y en los tepuyes se han encontrado 93 especies endémicas ubicadas preferentemente entre los 500 y 2000 m s. n. m.; lo que corresponde al 14% de todas la Pteridofitas colectadas. En relación con los helechos, estos varían en tamaño, desde menos de 1 cm hasta los helechos arborescentes de unos 12 metros de altura (género *Cyathea*), que hemos encontrado en la rampa de ascenso al Roraima, en el Valle del Norte de la cumbre y muy especialmente creciendo en rodales por el profundo valle que separa al Roraima del tepuy Kukenam. Pero debido a que en los tepuyes se han encontrado 14 especies del género *Pterozonium* (de la familia *Pteridaceae*), que son notables por la forma «bizarra» de sus hojas (Maguire *et al.*, 1967), es este el género de helechos a los que he puesto mayor atención



Pterozonium spectabilis. Churi-tepui.
Macizo de Chimantá.

Dice Maguire que las especies de helechos del género *Pterozonium* (familia *Pteridaceae*) son los más peculiares del Nuevo Mundo y quizás son los más extraños en cuanto a su forma, por lo que me pareció interesante mostrar algunas imágenes para dar a conocer las formas de estos helechos del género *Pterozonium*. El macizo de Chimantá se considera uno de los centros de dispersión porque en su cumbre se encuentra la mayor cantidad de especies, incluido este *Pterozonium cyclophyllum*, que junto con el *Pterozonium spectabile* y el *Pterozonium reniforme* (con forma de riñón), que veremos a continuación, fueron colectados por el botánico Francisco Delascio cuando participó con nosotros en el descubrimiento de la cueva que ahora lleva mi nombre en la cumbre del Churi-tepui del macizo del Chimantá. No obstante, este helecho *P. cyclophyllum* fue colectado inicialmente por Everard im Thurn cuando subió a la cumbre del Roraima en 1884 y lo depositó en el Kew Garden de Londres donde todavía se encuentra la muestra; pero, al momento de la publicación de sus hallazgos botánicos en Roraima, se produjo un grave disgusto entre botánicos; porque, sin proponérselo, im Thurn entregó su manuscrito en Demerara, Guyana, para ser publicado después que lo hiciera en Londres, pero por un retraso que hubo en Londres, aquel importantísimo trabajo fue conocido primero en Guyana (Maguire, 1967, p. 3).



Pterozonium cyclophyllum.
Churi-tepui. Macizo del Chimantá.

PRÓXIMA DOBLE PÁGINA:
Probablemente *Pteridium caudatum*.
Río Cuao, base del cerro Sipapo.







Foto: Fanny de Brewer

Este helecho *Pterozonium reniforme* Fee, que encontré en una pared de la orilla del lago Autana en el año 2000, fue descrito inicialmente como *Gymnogramma reniformis* Martius 1834, de una colección realizada por el insigne naturalista y botánico alemán Karl Friedrich Phillip von Martius en el monte Cupati, entre el río Apaporis y el río Caquetá en el Amazonas de Colombia (no de Brasil), durante su famosa expedición al norte del Amazonas entre 1817 y 1820. Posteriormente, Richard Spruce realizó varias colecciones en Perú en el año 1886. En Venezuela es la única especie de este género aunque presenta una amplia distribución en Suramérica y se ha colectado en la Guayana oriental y occidental, en el Amazonas de Colombia y Perú y especialmente en la región del Pantepui.

PRÓXIMA PÁGINA:

Pterozonium reniforme. Lago Autana.





Soros del *Pterozonium spectabilis*.
Churi-tepui. Macizo de Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:
Pterozonium spectabilis. Churi-tepui.
Macizo de Chimantá.





PÁGINA ANTERIOR:
Pterozonium spectabilis. Auyantepui.
Foto: Javier Mesa

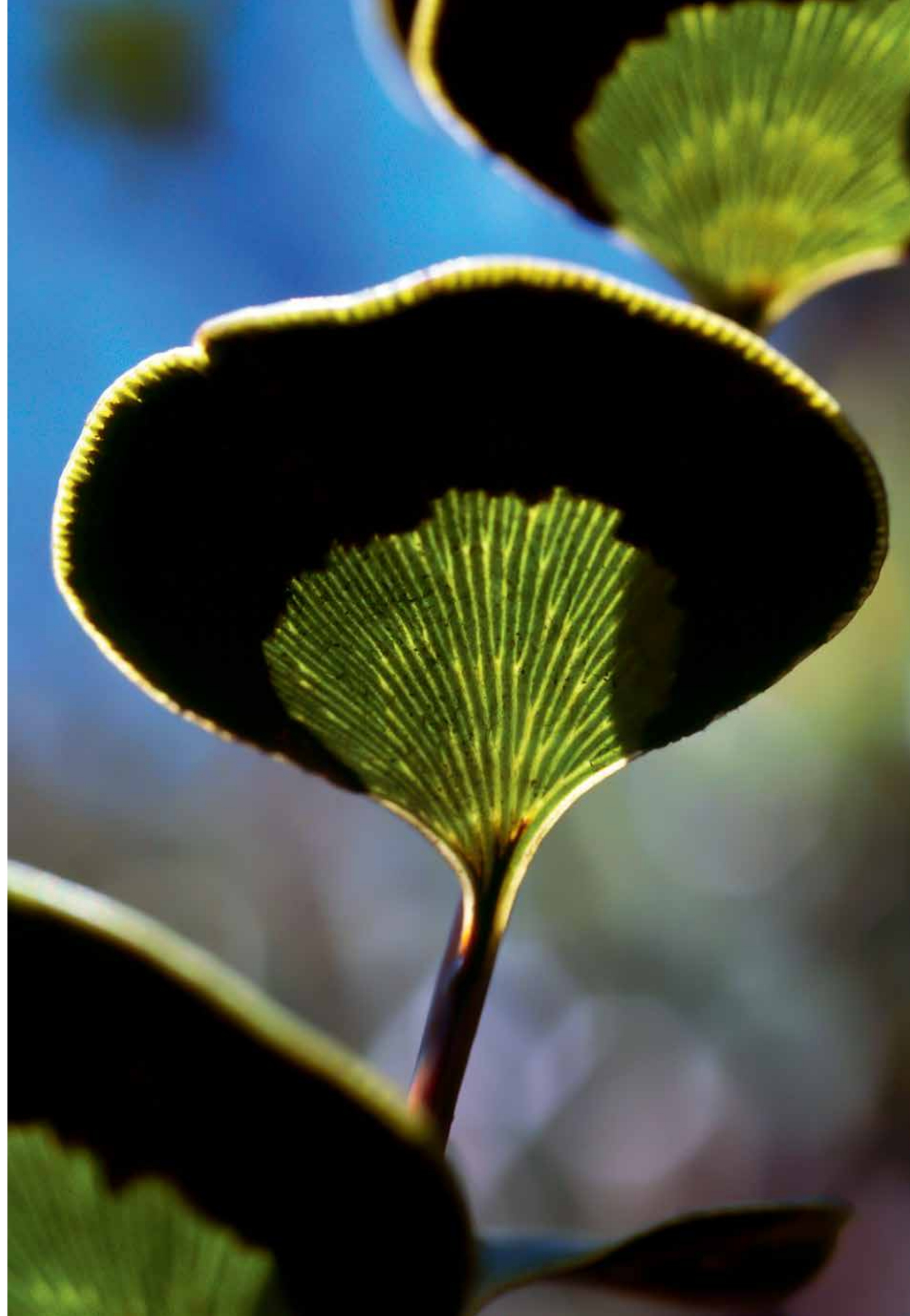
Pterozonium spectabilis.
Churi-tepui. Macizo de Chimantá.





Pterozonium cyclosorum. Churi-tepui,
Macizo de Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:
Pterozonium maguirei. Cerro de la Neblina.





Probablemente *Selaginella umbrosa*, en la sierra de Lema. La *Selaginella breweriana*, que es parecida pero más menuda y rastrera, fue colectada en Cerro de la Neblina, en 1985.

PRÓXIMA PÁGINA:

Este es un fronde circinado característico de los helechos





El helecho azul *Elaphoglossum wurdakii*
de la familia *Dryopteridaceae* Churi-tepui
(29), Macizo del Chimantá.





Probablemente *Hymenophylopsis cteniotoides*, una especie y género endémico de los helechos. Churi-tepui (29), Macizo del Chimantá. (Ver *Flora of the Venezuelan Guayana*, 1997. Vol. 2. p.188.).

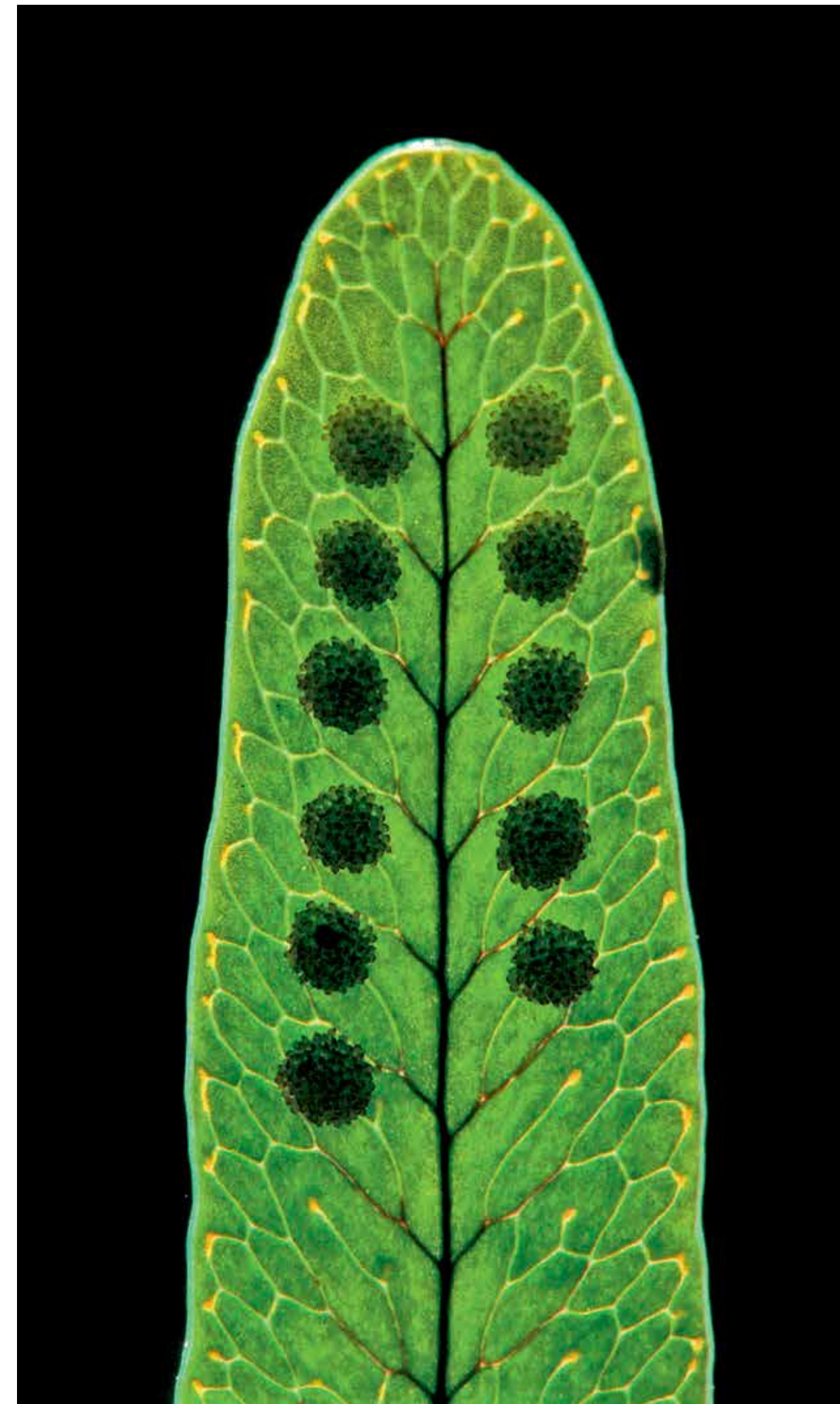
PRÓXIMA PÁGINA:
Fronde (hoja) con forma circinada, donde el ápice se encuentra protegido mientras se va desarrollando. Sierra de Lema.





PÁGINA ANTERIOR:
 Helecho *Schizaea elegans* de la
 familia *Schizaeaceae*. Sierra de Lema.

Helecho de especie desconocida.
 Sierra de Lema.





Cyathea surukunensis de 8 m de alto descrita por V. Marcano. Es una de las 32 especies de helechos arborescentes del género *Cyathea* encontrados hasta ahora en Guayana. Rampa del Roraima. Foto: Marek Audy.

PRÓXIMA PÁGINA:

Retoño de un *Lycopodium clavatum* subsp. *clavatum*, una pteridofita de la familia *Lycopodiaceae* en el Auyantepui.

DOBLE PÁGINA SIGUIENTE:

Plagiogyria semicordata, en el río Cuao. Base del cerro Sipapo.





Líquenes y algas

LOS LÍQUENES

Son organismos complejos y difíciles de clasificar, debido a que se forman por la relación simbiótica de un hongo y un alga o una cianobacteria, donde el socio mayoritario es el hongo, que le da al organismo la mayor parte de sus características.

Esta es una relación de mutuo beneficio, porque el hongo es quien mantiene al alga en un albergue húmedo, le da la consistencia y la protege del ataque de otros hongos y bacteria, así como de la radiación ultravioleta, aprovechándose del azúcar que estas producen. El tipo de hongo principalmente involucrado en esta relación son mayormente los hongos con forma de copa o *Ascomicetes*.

Los líquenes se encuentran en todos los continentes y están representados por unas 20.000 o 30.000 especies que se agrupan de manera general en cuatro formas de crecimiento: los *Costrosos*, que se encuentran muy bien adheridos al sustrato; los *Foliosos*, que forman laminas y hojas; los *Fruticosos*, que son filamentosos y se mantienen alejados del sustrato, y los *Gelatinosos*.

Resulta importante mencionar que, durante la tercera expedición a la Cueva Charles Brewer, ubicada en la cumbre del Churi-tepui del macizo del Chimantá, el profesor Vicente Marcano de la Universidad de Los Andes colectó en febrero del 2005 tres especies de un líquen blanco y firme muy llamativo, que crecía adherido a la roca sedimentaria de cuarcita en lugares húmedos (Marcano, 2021a). Estos líquenes resultaron especies que no habían sido descritas; por lo que se ha estimado que los tepuyes, en general, y especialmente el macizo del Chimantá, pudiesen ser el centro de dispersión de estos líquenes tan particulares de la familia *Icmadophilaceae*, que, además de Sudamérica, hay otras especies en África, Australia y Antártida. Todos ellos continentes derivados del super-continente *Gondwana* antes que la deriva continental empezara a fraccionarlo hace unos 100 millones de años (Marcano, 2003 y 2021b).

Siphula subsimplex es una especie de líquen endémico a la cumbre del Churi tepui, de color blanquecino cuando está húmedo y ocráceo cuando está seco, que ha sido descrito recientemente por Vicente Marcano (2021a). En la foto, se aprecia rodeado por un manto oscuro constituido por la cianobacteria *Gleocapsa sanguinea*. Porque debido a la producción de sustancias fenólicas (paradépsidos) por parte del líquen que actúan como repelentes, este no logra ser cubierto por la cianobacteria (*Cyanophyceae*), que se aprecia formando una película oscura y es la responsable de cubrir extensamente la superficie rocosa expuesta de todos los tepuyes.





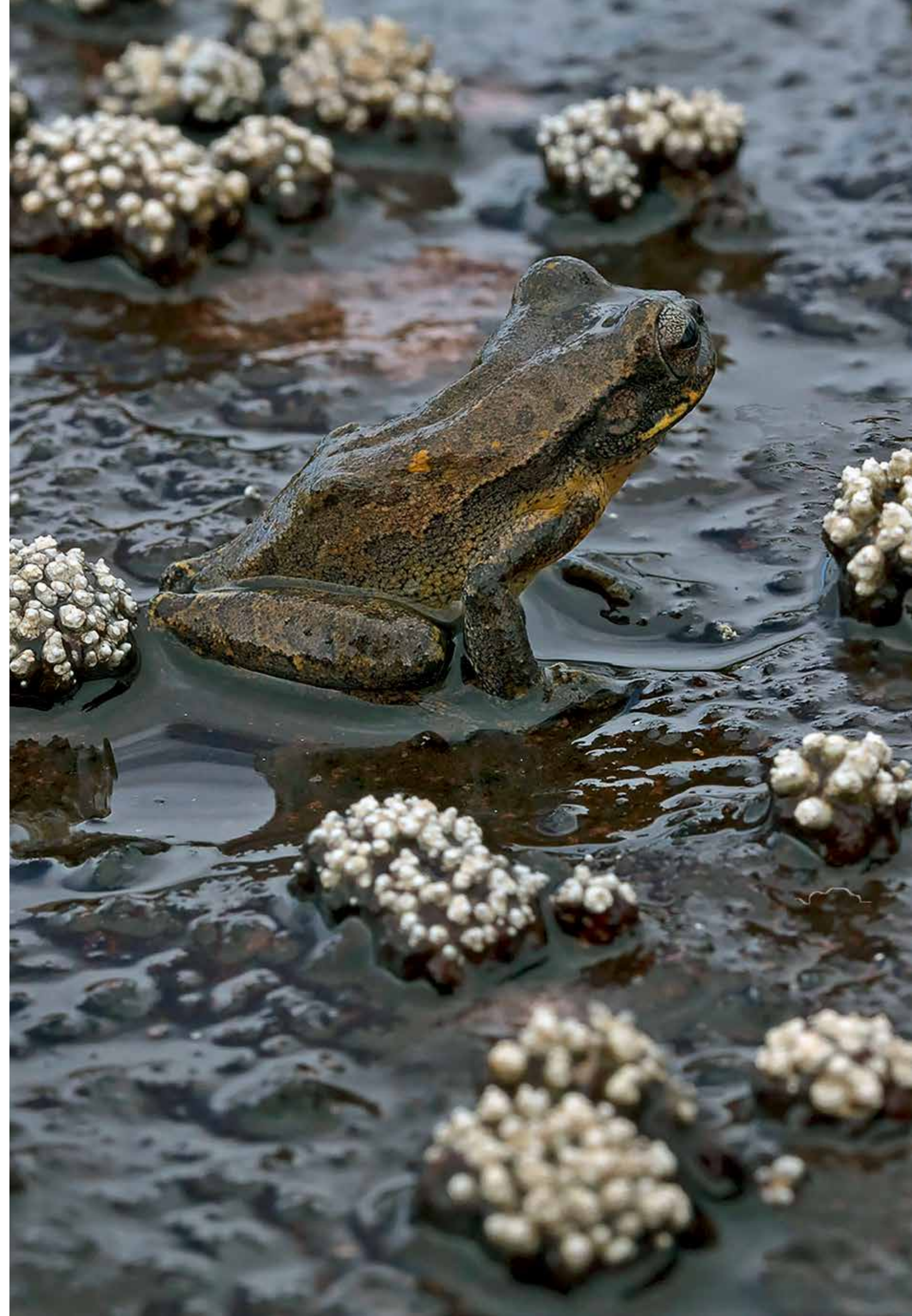


Población del líquen *Siphula* presentando un diámetro de 4 cm y 0,9 cm de altura. Cumbre del Churi tepui. Macizo del Chimantá.

Se aprecia en la foto una población densa de *Siphula subsimplex* rodeada de colonias de cianobacterias sobre una superficie de roca inundada en la cumbre del Ptari-tepui.

PRÓXIMA PÁGINA:
Rana en el Ptari-tepui

DOBLE PÁGINA ANTERIOR:
Este líquen blanco, *Siphula carassana*, colectado por Vicente Marcano durante la tercera expedición a la Cueva Charles Brewer en el 2005, pero que era conocido desde 1885, parece ser el más común en la cumbre de los tepuyes. Aquí se aprecia este líquen rodeado por algas y cianobacterias. Cumbre del Churi-tepui en el macizo del Chimantá, 2350 m s. n. m.





PÁGINA ANTERIOR:

Talo foliáceo del líquen *Hypotrachyna* sp. (*Parmeliaceae*) creciendo sobre roca cuarcítica. Destaca su aspecto blanquecino debido a la presencia de atranorina como producto cortical.

Líquen costroso del género *Pertusaria*. Como este líquen luce similar a muchos otros, se emplea la química de la especie para clasificarlos (Marcano y Sipman, 2021b).

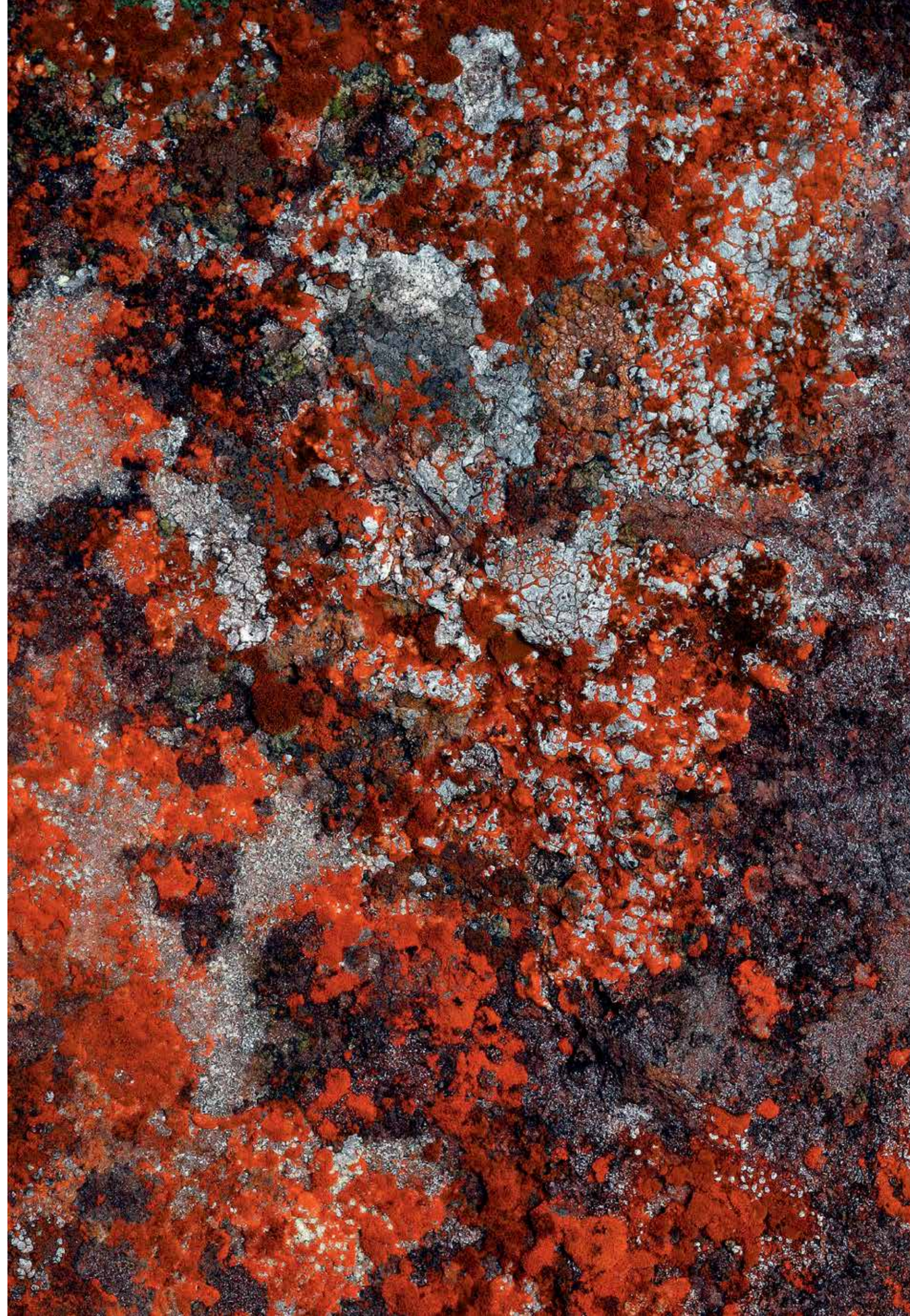




En la parte central de la foto, se observan dos talos más o menos circulares del líquen costroso *Pertusaria* rodeados por talos foliáceos del líquen saxícola *Xanthoparmelia* (*Parmeliaceae*); este último destaca por su color amarillo debido a la presencia de ácido úsnico.

PRÓXIMA PÁGINA:

Colonia del alga verde *Trentepohlia* (*Trentepohliaceae*) creciendo sobre roca cuarcítica. Esta alga es de vida libre y se encuentra también formando parte de la simbiosis de muchos líquenes (Marcano, 1994).





Población del líquen *Cladonia argentea* procedente del Auyantepui.

PRÓXIMA PÁGINA:

Población de especies del líquen *Cladonia* procedentes del Auyantepui, representadas, en el centro arriba, por *Cladonia argentea*, la cual destaca por su color gris-blancuecino y *Cladonia maasii* Sipman (a la derecha), distinguida por su color marrón. Ambas especies se consideran endémicas a las Tierras Altas de la Guayana (Ahti y Sipman, 2013 a, b).





Cora sp. (*Basidiomicete* liquenizado en forma de oreja) creciendo sobre un liquen foliáceo de la familia *Parmeliaceae*. Auyantepui.

PRÓXIMA PÁGINA:
Cladonia confusa. R. Sant. Auyantepui





Especie fruticosa de *Usnea hirta* (L.) Hoffm. (Parmeliaceae) creciendo sobre roca cuarcítica en el Auyantepui.

PRÓXIMA PÁGINA:
Clavaria zollingeri Lev. (Clavariaceae) es una especie de basidiomicete no liquenizado conocido también como «coral violeta», que se encuentra en la categoría vulnerable. A la derecha: un helecho *Selaginella* sp. Sierra de Lema, estado Bolívar.





PÁGINA ANTERIOR:

Liquen, saxícola del género *Xanthoparmelia* (Parmeliaceae) mosteando secciones del talo con un coloración rojo naranja como consecuencia de una reacción de una solución ácida del suelo. Chimantá.

Oreophrinella quelchii, sapo endémico del Roraima, sobre un liquen del género *Hypotrachyna* sp. (Parmeliaceae).



Karen Brewer-Carias observa una colonia de alga verde *Trentepohlia* (*Trentepohliaceae*)



Colonias del alga filamentosa *Trentepohlia aurea* (L.) C. F. K. Martius *sensu lato* en la entrada de la cueva Charles Brewer, Churi tepui. Se observa en el centro de la imagen, una población dominante de color rojizo asociada a otra de color amarillo. Una característica de esta especie es la variabilidad en su coloración como consecuencia de la producción de cantidades desiguales de carotenoides (Rindi y López-Bautista, 2008). De pié John Brewer-Carias.

PRÓXIMA PÁGINA:

Colonia del alga verde *Trentepohlia* (*Trentepohliaceae*) de color rojo púrpura creciendo sobre roca cuarcítica en el río Arco Iris, Auyantepui. Esta alga es de vida libre y se encuentra también formando parte de la simbiosis de muchos líquenes (Marcano, 1994).

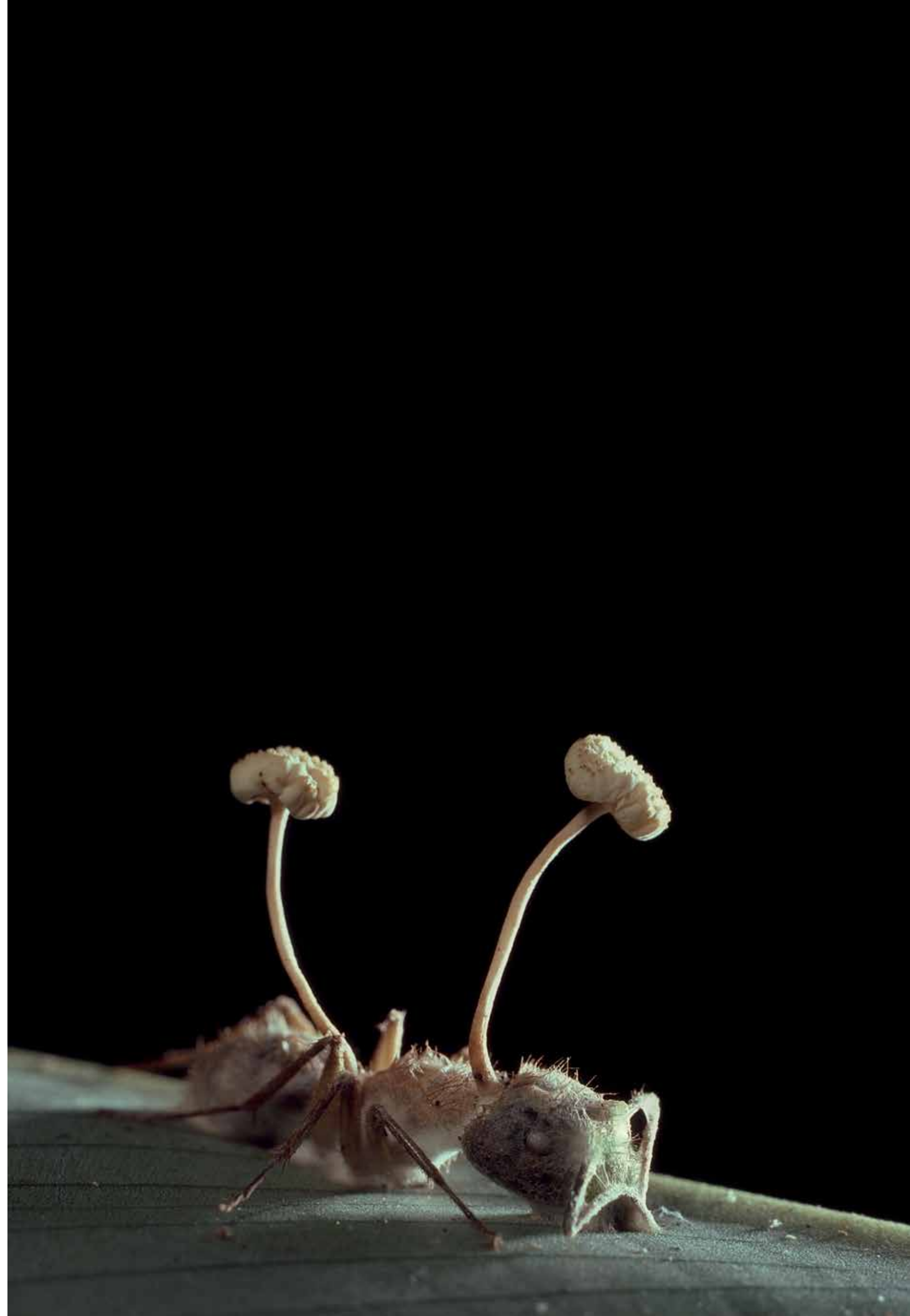




Una mariposa polilla invadida por un hongo probablemente del género *Cordyceps*. Sierra de Lema.

PRÓXIMA PÁGINA:

Esta fotografía de la hormiga del género *Camponotus* (*Carpenter ant*), infectada con el hongo asesino *Cordyceps lloydii* mostrándose sobre el tórax, la hice con la ayuda de mi esposa, Fanny, durante la expedición al Cerro de la Neblina en 1985, y me fue solicitada como portada para el libro *Parasites in Social Insects*, escrito por Paul Schmid-Hempel y editado por Princeton University Press New Jersey, EE. UU.

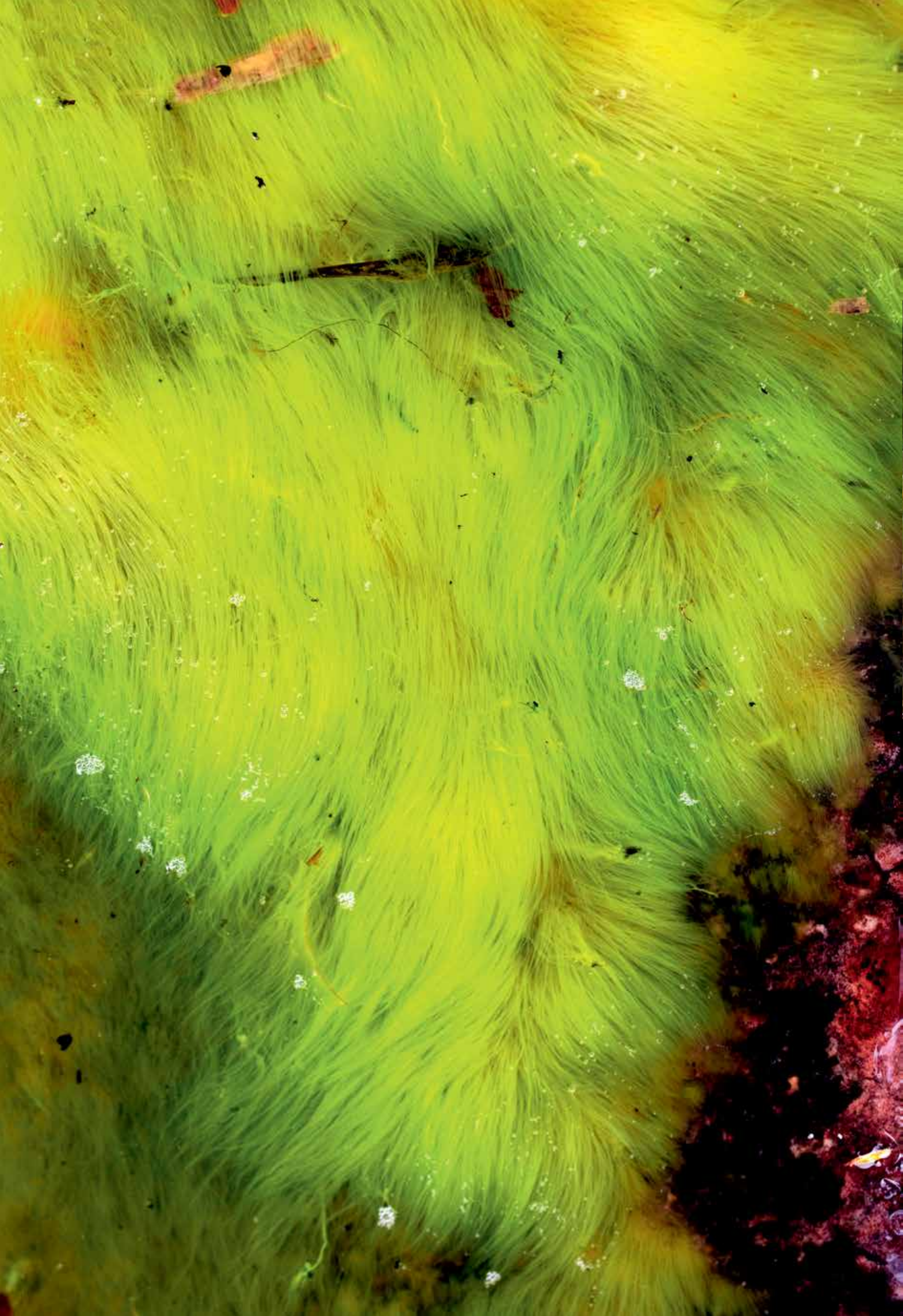




Las esporas de los hongos *Cordyceps sp.* infectan a muchos insectos que mueren en posición de descanso, como es el caso de estas mariposas nocturnas.

Se me ocurrió cortar longitudinalmente una de estas mariposas para ver la manera como estarían los órganos invadidos por el hongo.





LAS ALGAS

Aunque la roca que forma los tepuyes es de color rosado debido al óxido de hierro y al de titanio, en los espacios abiertos todas las rocas de los tepuyes se encuentran cubiertas con una capa oscura formada por cianobacterias, tal como las que durante el período Precámbrico fueron las responsables de introducir el oxígeno en la atmósfera de la Tierra; permitiendo que el resto de las formas de vida aeróbica se desarrollaran.

Antiguamente, se consideró a las cianobacterias como algas, por contener clorofila. No obstante, las algas presentan núcleos en el interior de sus células, y se ha demostrado que los cloroplastos constituyeron bacterias fotosintéticas de vida libre que por endosimbiosis aprendieron a convivir y reproducirse con las células hospederas.

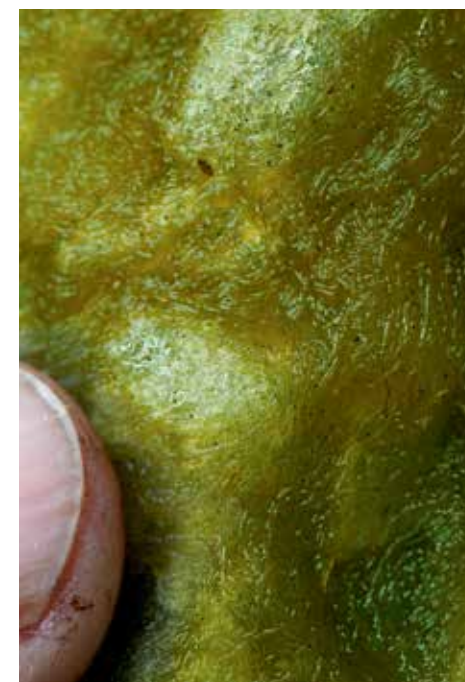
En los tepuyes, las cianobacterias presentan distribuidos, en las envolturas de las células o en su interior (e. g., escitonemina), pigmentos protectores contra la radiación ultravioleta (García-Pichel y Castenholz, 1991; Proteau *et al.*, 1993). Ejemplos de estas cianobacterias son *Gleocapsa sanguinea* y *Stigonema ocellatum*, las cuales cubren la superficie de las rocas expuestas de los tepuyes.

Como los investigadores consideraron que, debido a que las algas han sido conocidas en todos los continentes, en los tepuyes se podrían encontrar pocas especies desconocidas o endémicas. Pero cuando invité al ficólogo Jan Kaštovský de la Universidad de Bohemia para que nos acompañara junto con su microscopio y sus cámaras a una de las expediciones a las cuevas que encontramos en el Churi-tepui, y después lo lleváramos al Ptari-tepui, quedó abrumado por la cantidad de nuevas especies de algas y diatomeas que descubrió entre las 67 especies de cianobacterias, además de algas verdes, rojas y las 149 especies de diatomeas, con sus carismáticas cubiertas de sílice en forma de empanadas, que se desarrollaban en el agua empozada de las marismas, los riachuelos y en la superficie húmeda de todas las rocas (Kaštovský *et al.*, 2011, 2016 y 2019).

Alga filamentosa *Mougeotia* sp., en el Churi-tepui. Macizo del Chimantá.



Casi toda la roca expuesta en la cumbre del Roraima, del Chimantá, del Ptari-tepui (en la foto) y el resto de los tepuyes está cubierta por una película oscura formada principalmente por las cianobacterias *Gleocapsa sanguinea* (foto) y *Stigonema ocellatum*.

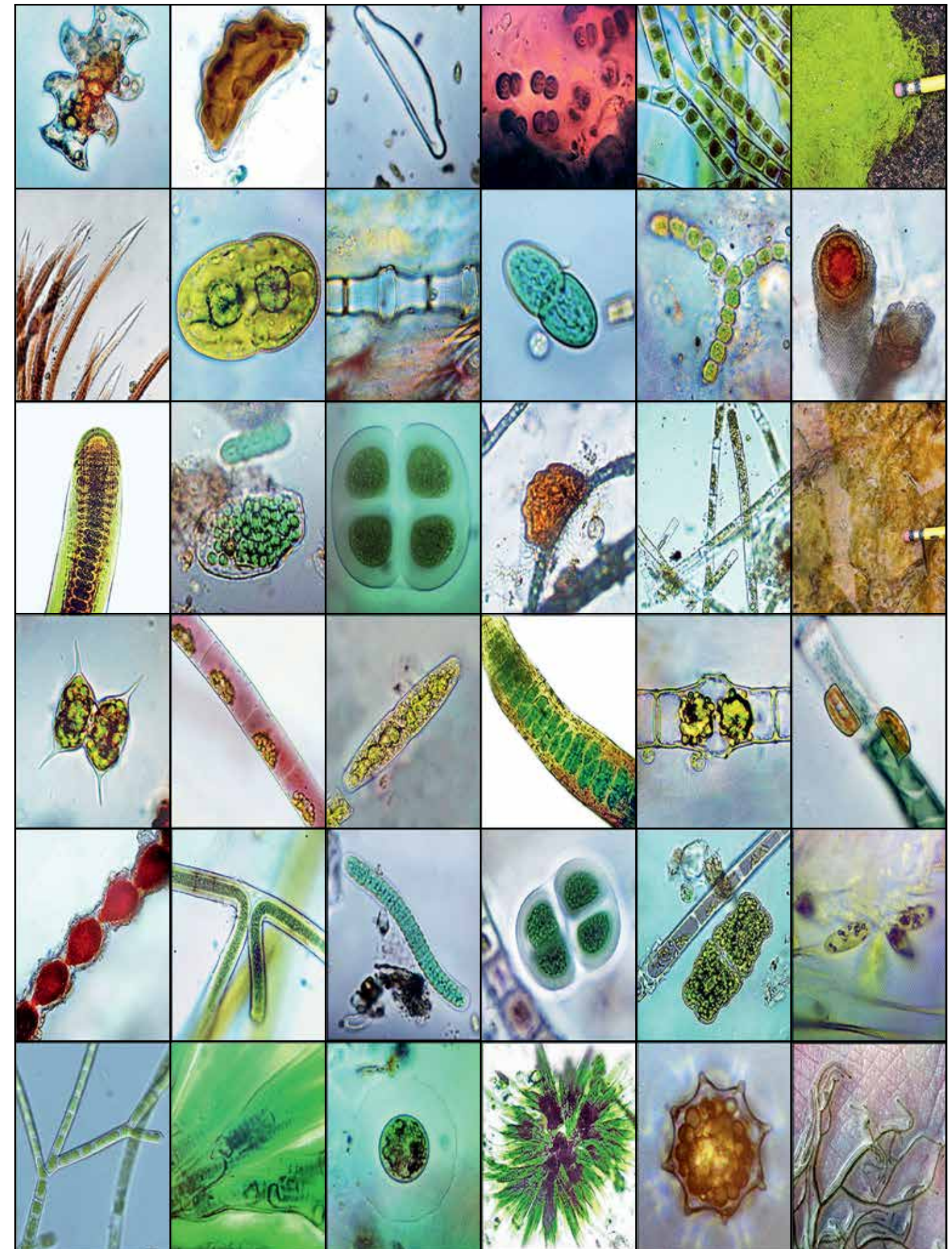


Conversando con el príncipe Carlos sobre la importancia de la biodiversidad y el endemismo del bioma de los tepuyes. Acompañado por Otto Huber y Ernesto Medina. Abril 1991.

Un manto de algas muy extenso y grueso en la cumbre del Auyantepui.



Aspecto natural de algunas de las algas que tuve la oportunidad de coleccionar alrededor del campamento que establecimos sobre el techo de la cueva y en la cumbre del Churi-tepui del macizo Chimantá (Kašovsky, 2016).



Imágenes microscópicas obtenidas por Jan Kašovsky para mostrar la variedad de algas coleccionadas por nosotros en la cumbre del Churi-tepui.



Jan Kaštovský, Charles e Igor Elorza
colectando algas en el Churi-tepui.



Los bioespeleotemas que llamamos «Champiñones» se encontraban en el suelo, en el techo y adheridos a algunas paredes de la cueva.

LOS BIOESPELEOTEMAS

Cuando vimos las formas que mostraban ciertos minerales secundarios dentro de la Cueva Charles Brewer, considerada la mayor del mundo en cuarcita (Smida, Audy y Mayoral, 2005), nos recordamos de los corales marinos por la manera como surgían del piso y nos dimos cuenta de que estos espeleotemas (minerales secundarios en una cueva) no correspondían a las estalactitas o a las estalagmitas formadas por goteo, que son comunes en las cuevas de origen calcáreo. Por lo que empezamos a llamar a estas estructuras: *Muñecos*, *Champiñones*, *Pingüinos* y *Riñones*, para recordar sus formas diferentes, y después les asignaríamos el nombre de *Bioespeleotemas* (Aubrecht y Brewer, 2008; Lundberg, 2018), al encontrar que esas formas minerales tenían origen biológico y no sedimentario; ya que durante su desarrollo mantenían una completa individualidad e identidad, y porque en su interior mostraban una estructura que pudimos apreciar gracias a las imágenes obtenidas con un tomógrafo multicorte para reconstrucción multiplanar y volumétrico (*Volume rendering*), operado por la Dra. Ivonne Rodríguez Potellá y el Dr. Ramón Franco del Centro Médico Docente La Trinidad. En estas imágenes pudimos apreciar cómo, en el caso del *Bioespeleotema* «Muñeco de Dos helados» (en las imágenes); había un desarrollo y «crecimiento» que se iniciaba en un punto estrecho, y a continuación, y en contra de la gravedad, la estructura resultante se ramificaba, acumulando en sus «ramas» minerales de diferentes densidades (en la imagen, expresados en grados *Hounsfield*) (Brewer y Audy, 2019).

Además de estos bioespeleotemas del tipo *Muñecos*, que crecían sobre el suelo y sin contacto con el agua, encontramos otros que denominamos *Champiñones*, debido a su aspecto redondeado y de hasta un metro de diámetro, que crecían adheridos a paredes y hasta anclados en el techo. Cuando uno de estos bioespeleotemas del tipo *Champignon* fue cortado por Joyce Lundberg (2018, p. 363) para analizar su edad mediante el desgaste del Uranio, la investigadora encontró en su interior que los anillos de crecimiento se habían empezado a depositar hacia más de medio millón de años (Lundberg, 2010a); por lo que esos bioespeleotemas se habían estado desarrollando a lo largo de varios periodos glaciales e interglaciales, y la coloración en las bandas de crecimiento correspondían a los elementos minerales disponibles que fueron asimilados durante aquellos periodos

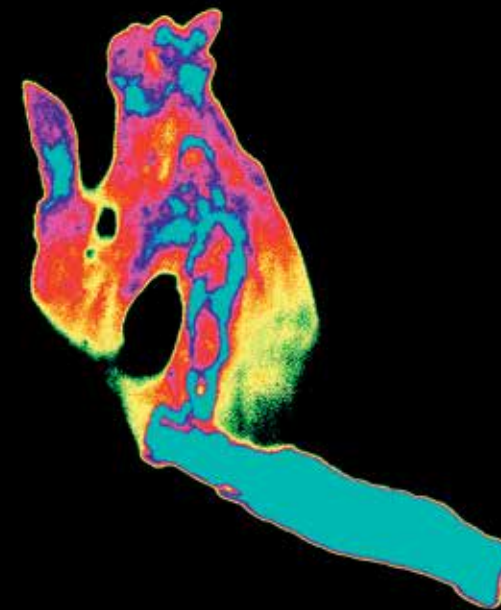
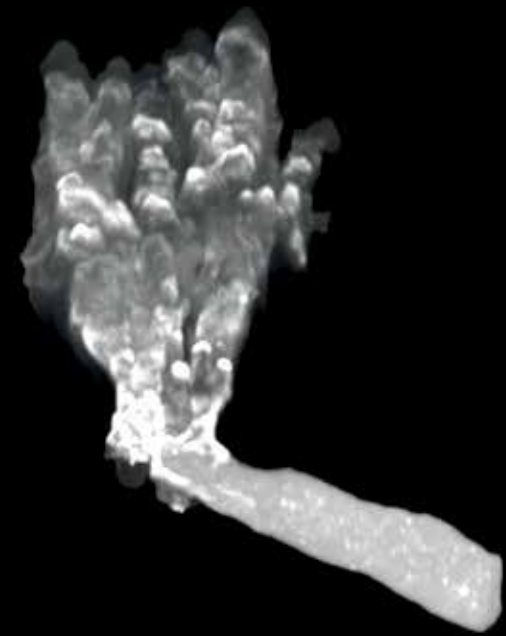


El bioespeleotema el *Muñeco de Dos helados* en el lugar donde lo encontramos en *La mesa de los Muñecos*, y la imagen obtenida por un tomógrafo donde se evidencia la manera como su estructura de ópalo crece y se desarrolla a partir de un punto.

PRÓXIMA PÁGINA:

Mediante el Tomógrafo multicorte para reconstrucción multiplanar y volumétrico (*Volume rendering*), operado por la Dra. Ivonne Rodríguez Potellá del Centro Médico Docente de la Trinidad, pudimos apreciar como estas bioespeleotemas no eran estalactitas comunes; sino estructuras originadas por microorganismos que absorbían nutrientes del aire que los rodeaba en absoluta oscuridad y generaban su esqueleto de ópalo con ramas constituidas por compuestos radiopacos y de diversas densidades (Aubrecht 2008; Lundberg, 2018; Marcano 2020)

que se repitieron cada 41.000 y 100.000 años; y es algo que abre una nueva posibilidad para entender el pasado en los trópicos. El profesor Roman Aubrecht, de la Comenius University en Bratislava, encontró que el ópalo y el silice que formaba estos bioespeleotemas, fue originado por unas cianobacteria del género *Nostoc* (Aubrecht, 2008). Sin embargo, Marcano *et al.* (2020) estudiaron el ADN y demostraron que el *Acidithiobacillus ferroxidans* es el principal responsable de la conversión de la cuarcita a ópalo amorfo.



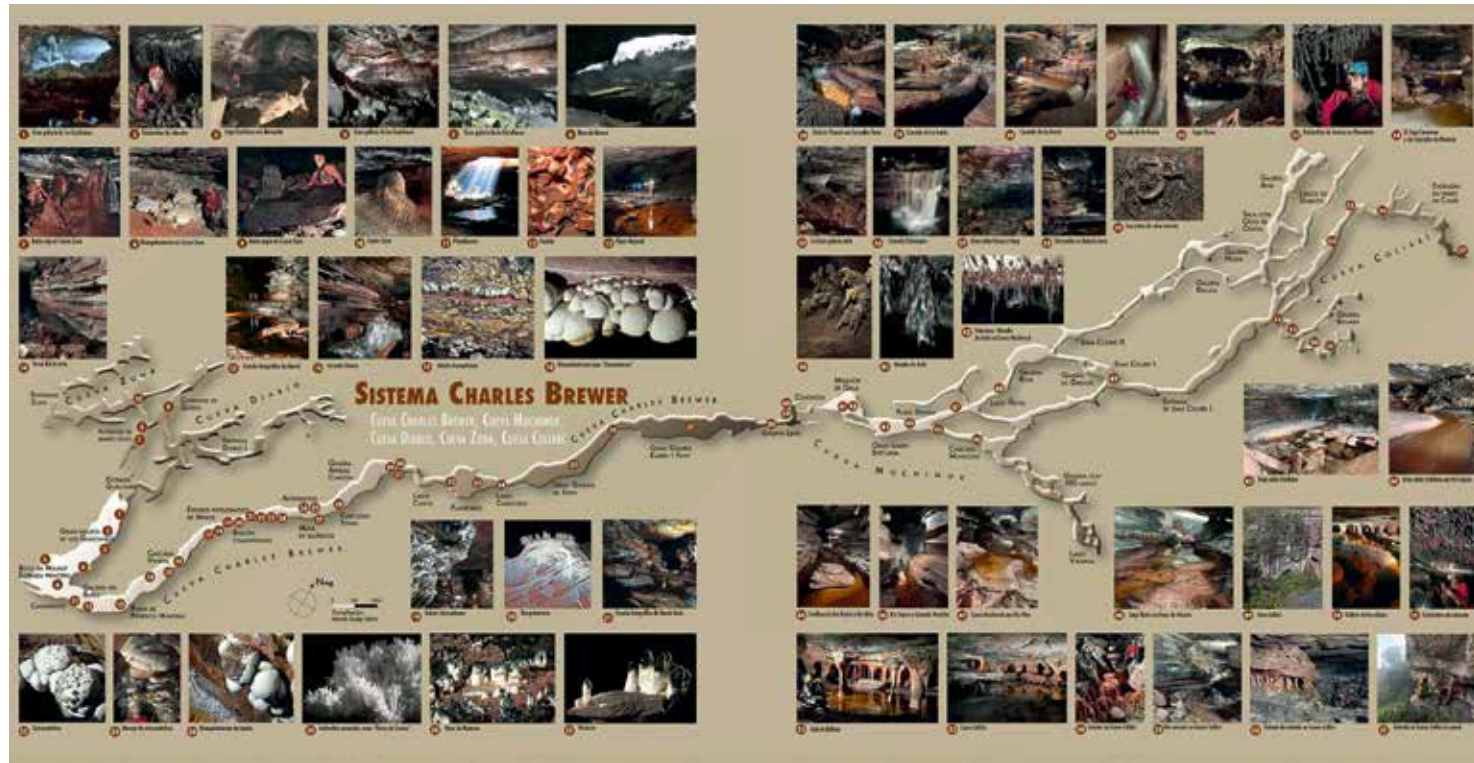


Solo este espacio de 50 m de alto por 80 m de ancho a la entrada de la Cueva Charles Brewer, a 2100 m s. n. m., desplaza más aire que todo el volumen que contiene la Cueva del Guácharo en Caripe, Venezuela. La mancha oscura corresponde al nivel del agua del lago que se forma allí durante la época de lluvia. El expedicionario señalado en el borde de la entrada permite entender la dimensión de este espacio. Esta caverna se extiende por 24.300 m y, además de ser la de mayor extensión en Venezuela, es la caverna en roca cuarcita mayor en el mundo.



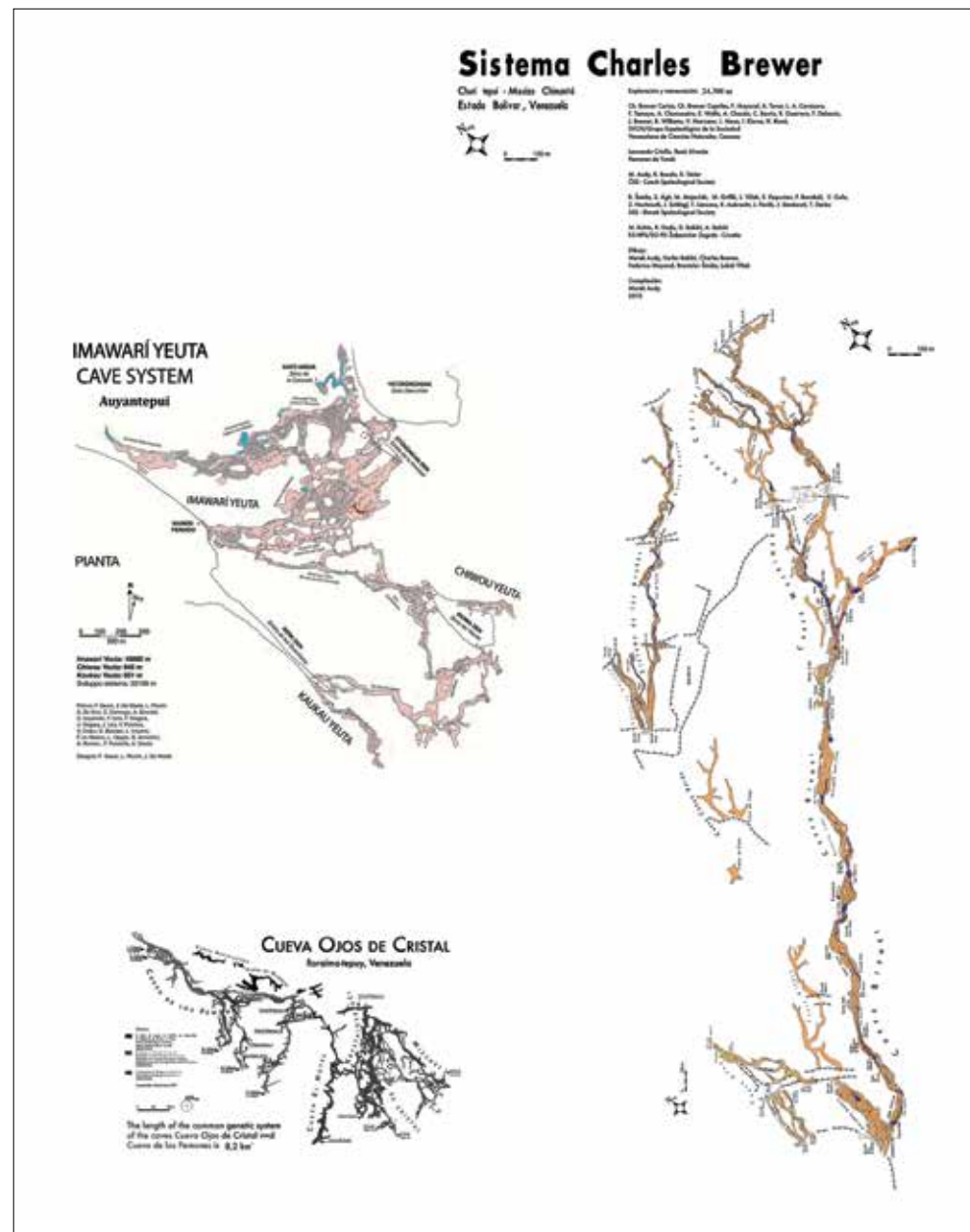
Cerca de una de las entradas a la cueva encontramos unas rocas erosionadas según la dirección de la luz que llegaba allí solo a las 3 p. m.; lo que resultó ser un extraño *Photokarren* que Joyce Lundberg (2010 b) publicó.





Este mapa parcial del año 2009 permite ubicar los lugares donde encontramos los diversos bioespeleotemas a lo largo de la caverna principal del sistema Charles Brewer. Elaborado por Marek Audy y Branislav Smida.

Comparación entre la distribución y extensión de las galerías del sistema Cueva Charles Brewer en el Chimantá (24.300 m), el sistema de la cueva *Imawari Yeuta* en el Auyantepui (20.159 m) y la Cueva Ojos de Cristal en el Roraima (8.200 m) dibujadas a la misma escala (Audy y Smida, 2010; Sauo et al., 2013b y 2014) y Roraima (Audy, 2007).



Esta sección de la entrada principal de la Cueva Charles Brewer en el Chimantá mide 120 m de ancho, 15 m de altura y 30 m de profundidad.



Photokarren

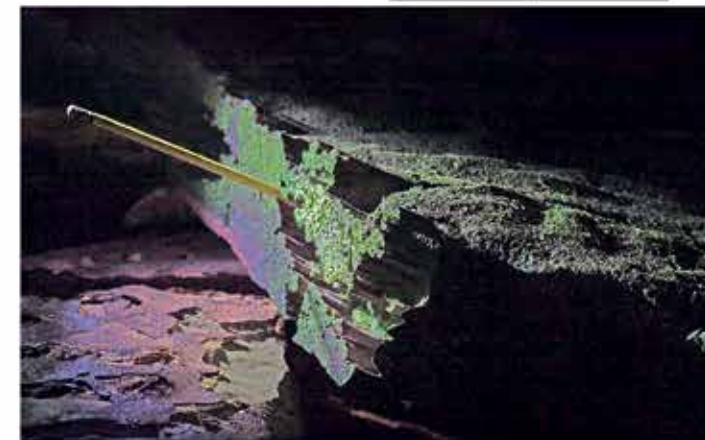
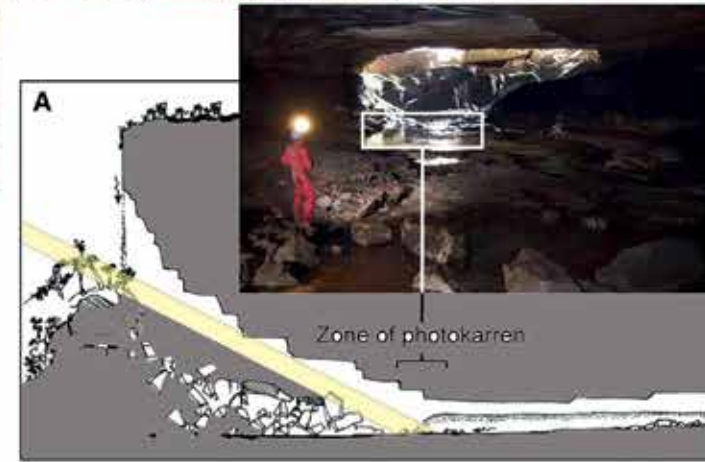
An extraordinary example of photokarren in a sandstone cave, Cueva Charles Brewer, Chimantá Plateau, Venezuela: Biogeomorphology on a small scale

J. Lundberg^{a,*}, D.A. McFarlane^b, C. Brewer-Carias^c

abstract

A distinctive suite of small-scale erosional forms that are oriented towards the light occur close to the entrance of Cueva Charles Brewer, a large cave in a sandstone tepui, in SE Venezuela. These are the third example of photokarren ever studied in the world, the other two being from Borneo and Ireland. They are the only photokarren ever described from sandstone, and the only example from a non-carbonate environment. The host rock is a poorly-lithified unit of the Precambrian quartz arenite of the Roraima Supergroup. The forms are all oriented towards the light at 30° regardless of rock surface orientation. The primary (negative) erosional form is the tube. Coalescence of tubes results in the positive remnant forms of rods, pinnacles, and cones. The final stage is a bumpy, wavy surface of degraded cones. The size of the features varies with erosion rate, and details of the form vary with development stage. The main population averages 4.4 cm in depth, with 55% of the surface eroded. This is divided into 10% tubes, 70% rods, 10% cones, 5% linear valley and 5% wavy lowland. The micro-ecosystem includes many bacteria, diatoms, red algae, green algae, liverworts, and oribatid mites, but, surprisingly, no cyanobacteria. The presence of a surface biofilm inside the forms but not on the remnant rock surface and, in the non-degraded forms, the direct relationship of biomass with depth suggests that biological activity is the dominant control on development. In addition, direct bacterial corrosion was noted. These same features occur to varying extents in the photokarren of Borneo and Ireland, and the model for development that we present provides a unifying theory for all photokarren. (This study also includes the first published petrographic analysis of uppermost unit of the Mataui Formation).

Geomorphology 121 (2010) 342–357



Hydrolutos breweri sp. n.,

Hydrolutos breweri sp. n., a new aquatic Lutosini species (Orthoptera: Anostomatidae) from Churí-tepui (Chimantá Massif, Venezuela)

TOMÁŠ DERKA¹ & PETER FEDOR^{2,3}

¹Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Mlynská dolina, 84215 Bratislava, Slovakia ²Department of Entomology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Mlynská dolina, 84215 Bratislava, Slovakia ³Corresponding author. E-mail: fedor@fns.uniba.sk

Abstract

Hydrolutos breweri, a new species of Lutosini (Orthoptera: Anostomatidae) from Cueva Charles Brewer (Churí-tepui, Guyana Highlands, Venezuela) is described and figured. Inhabiting aquatic environment it represents an unusual orthopteran with sternal and pleural area covered by fine microtrichia forming a plastron.

Key words: Orthoptera, Anostomatidae, *Hydrolutos*, aquatic, Venezuela, tepui

Introduction

As a typical almost wholly southern hemispheric group of orthopterans Anostomatidae are believed to owe their distribution to the split of Gondwana (Fleming 1979; Gibbs 2006), however, a dispersal factor to some islands should be taken into account (Knapp *et al.* 2005; Pratt *et al.* 2008).

The whole family, formerly included in Stenopelmatidae, has been connected with plenty of longstanding nomenclatural problems, but some of them have been resolved through examination of most of the types (Johns 1997; Gorochoy 2001; Jost and Shaw 2006). In their analyses Pratt *et al.* (2008) found support for the monophyly of Anostomatidae and for the close relationship with the Gryllacrididae and Stenopelmatidae. Anostomatids occupy a variety of ecological conditions across their zoogeographical range. Their unique phylogenetic status supports a challenge for specific conservation (Gibbs 1998; Johns 2001).



Musgos

Los musgos pertenecen a la división de las briofitas junto con las hepáticas. Estas plantas, usualmente verdes y suaves, crecen en mogotes y formando colchones. No tienen flores, se reproducen con esporas y poseen estructuras planas que parecen hojas, generalmente de una célula de espesor, por donde absorben agua y nutrientes, pero no tienen raíces verdaderas ni estructuras para mover el agua en su interior. Se estima que hay 12.000 especies diferentes, y las primeras aparecieron en la Tierra en el período Pérmico, hace más de 250 millones de años.

Entre los musgos de mayor importancia para el hombre están los del género *Sphagnum*, debido a que cubren el 3 % de la superficie terrestre, especialmente en zonas frías, como en la Patagonia y en la tundra, donde este musgo se va acumulando y, al descomponerse parcialmente, forma la mayor parte de los estratos de turba (*peat*), que en el norte de Europa se cortaba y se almacenaba como ladrillos para ser empleados como combustible. Aunque en la actualidad, y especialmente en Irlanda, se ha prohibido ese empleo, debido a que implica la destrucción de los humedales, que ahora se conocen como los mayores secuestradores del carbón atmosférico y son de gran importancia por controlar el flujo del agua. Algo similar a las turberas que hay en las cumbres de los tepuyes que están compuestas mayormente por el musgo *Sphagnum*, donde se retiene el agua de lluvia durante los grandes aguaceros y después la dejan salir lentamente, garantizando la humedad del resto de la vegetación durante el verano.

Desde los tiempos más remotos, este musgo *Sphagnum* fue empleado por el hombre como gasa absorbente y bactericida, y un puñado de él se encontró apretado en la mano izquierda del hombre Ötzi, que murió por una herida de flecha y que en 1991 se descubrió en un glaciar de los Alpes italianos, donde estuvo congelado durante 5300 años.

En las cumbres de los tepuyes, el musgo *Sphagnum* se muestra con varias especies y contribuye a formar la turba que se ha encontrado hasta de 8 m de espesor en el fondo de algunas marismas que hay en esas cumbres. Allí el agua de lluvia sufre un proceso de acidificación debido a los restos vegetales en descomposición que tiñen el agua como si fuera una infusión de té de color ámbar, y le otorga la acidez que caracteriza a los ríos de «aguas negras», que la mayoría de las veces provienen de los tepuyes, como ocurre con el agua de los ríos Caroní, Paragua, Atabapo y el Río Negro.

Base del Illu-tepui, río Kako. Tepuyes orientales.

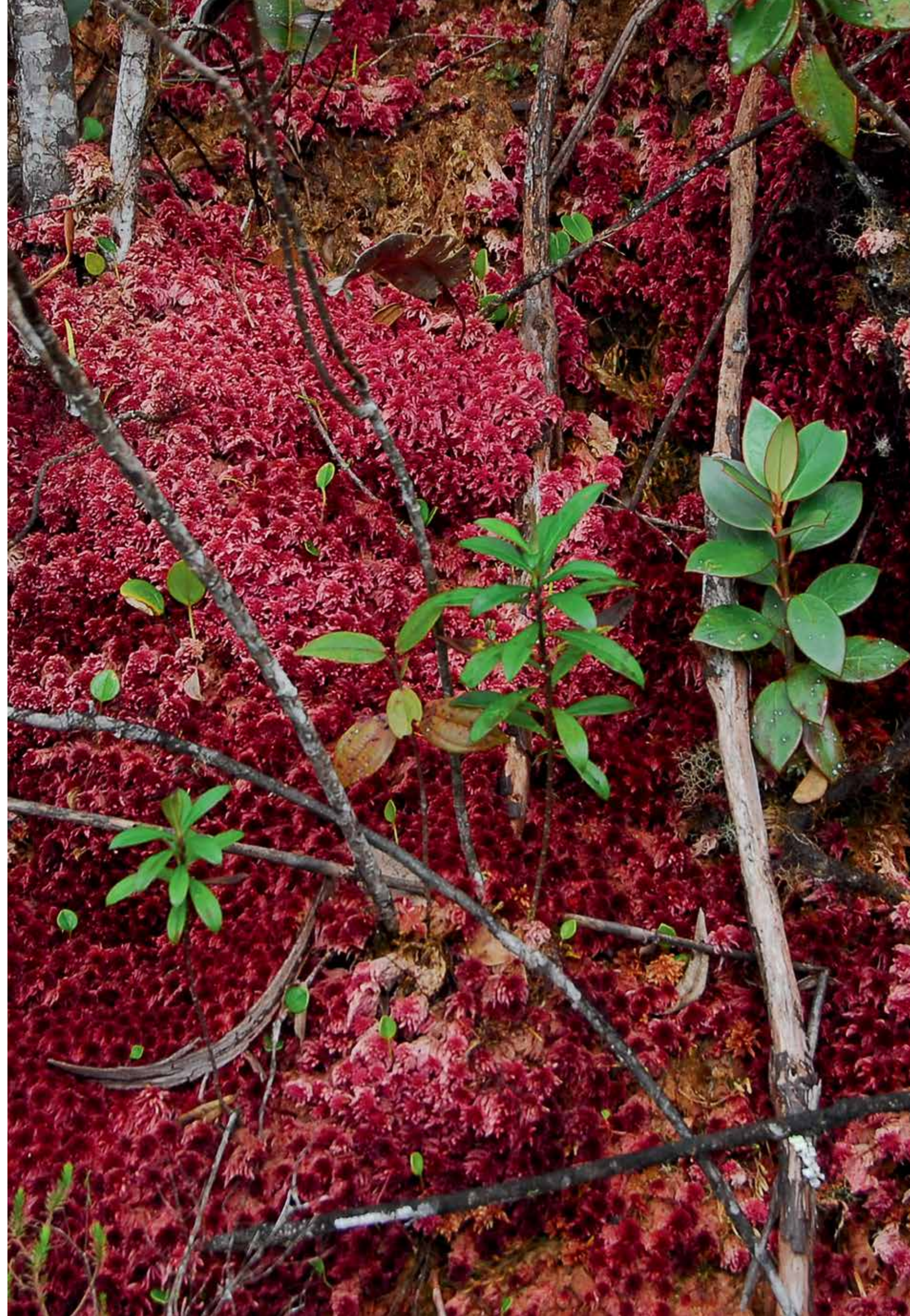


Musgos de la cuenca del río Wei (o Buey)
en la Sierra de Lema.



Musgo del género *Sphagnum*, en la cumbre del Churi-tepui. Macizo del Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:
Especie o variedad roja del musgo *Sphagnum*. Cumbre del Auyantepui.
Foto: Javier Mesa.





Musgo *Sphagnum*. Chimantá

PRÓXIMA PÁGINA:
Musgo *Sphagnum*.
Cumbre del Auyantepui

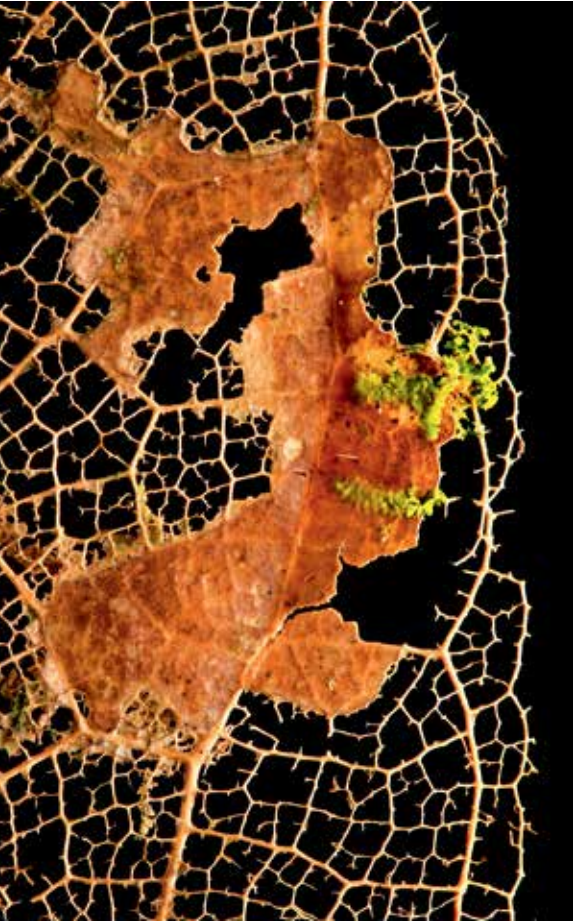




El musgo *Sphagnum* sp. es higrofilo debido a su capilaridad, y constituye un almacenador importante de agua cuando esta no se está a la vista. Aquí mi hijo John aprende sobre este recurso para hidratarse en las montañas. Cumbre del Churi-tepui. Macizo del Chimantá.

PRÓXIMA PÁGINA:
Musgo en la cumbre del Auyantepui



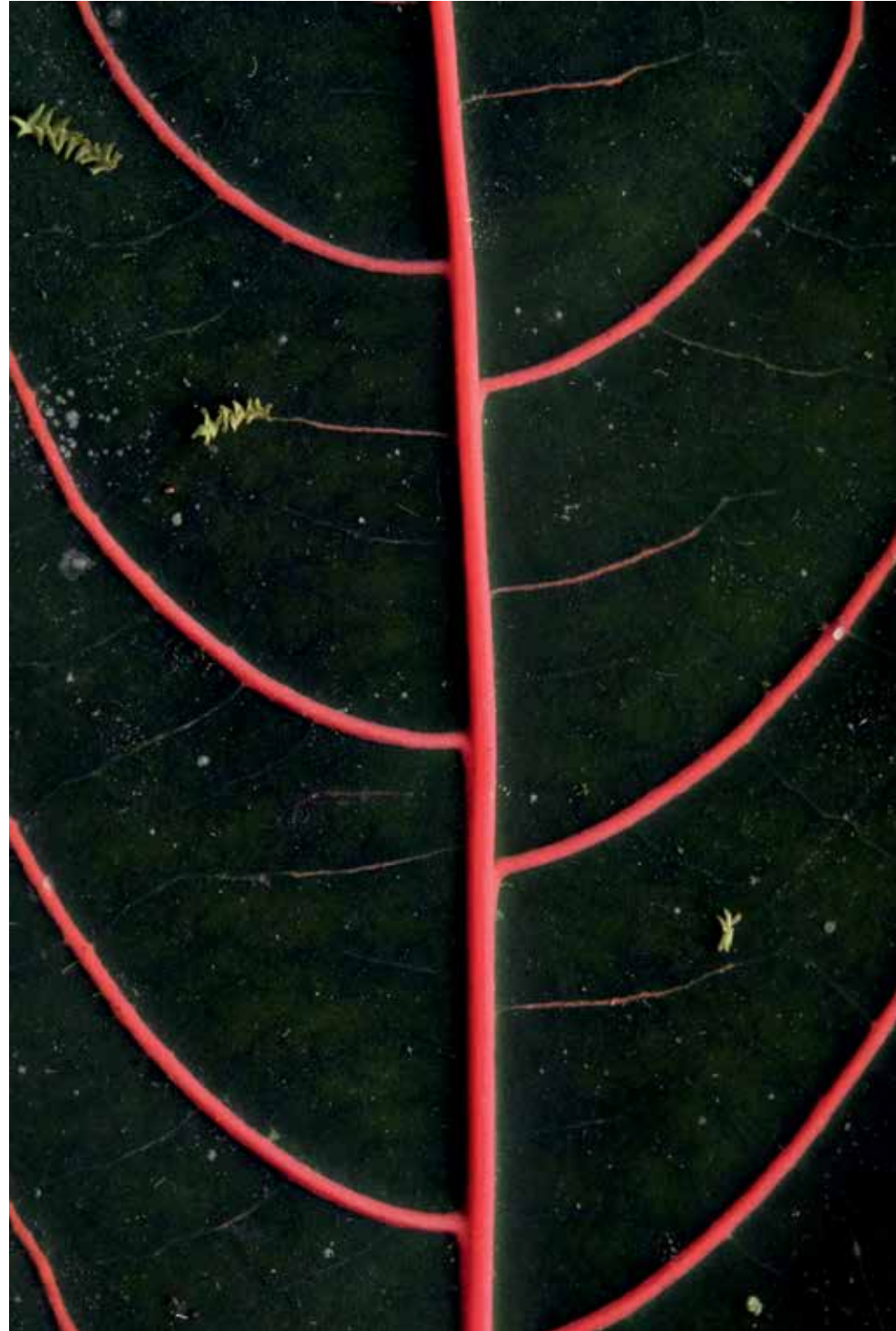


Aquí, el envés de una hoja con venas particularmente rojas ha servido como base para que se fijen unas *Jungermanniales*, que son plantas diminutas del orden más extenso de las hepáticas. Estas están emparentadas con los musgos y se distinguen por tener unas pequeñas solapas muy finas que parecen hojas. Estas plantas, al igual que los musgos, pertenecen a las *briofitas*. Sierra de Lema.

En estas páginas se muestra una hoja viva y otra muerta, ocupadas por unas *Jungermanniales*, que son plantas con solapas de menos de 1 mm de longitud que parecen hojas verdes. Sierra de Lema.

PRÓXIMA PÁGINA:

Jungermanniales verdes y un musgo amarillo. Sierra de Lema.



Orectanthe

En la cumbre de los tepuyes, hay dos especies de *Orectanthe* pertenecientes a la familia Xyridaceae. La *Orectanthe sceptrum*, con flores amarillas y una roseta basal muy firme y espinosa, y la *Orectanthe ptaritepuiana*, encontrada por primera vez en la base del Ptari-tepui, con hojas blandas y algunas veces formando una columna de hojas de hasta de un metro de alto.

La *Orectanthe sceptrum* con su forma de roseta fue conocida por im Thurn cuando, subiendo al Roraima, la encontró, en 1884, y comentó:

Al alcanzar la cumbre encontramos en algunas partes al suelo cubierto por una planta enana parecida por su forma a la *Yucca*, debido a que sus hojas terminan con espinas muy afiladas, acompañadas por la injusta reputación indígena de ser supuestamente tóxicas. Por lo que al caminar sobre sus rosetas nos cuidábamos como si fueran dagas envenenadas (im Thurn, 1885, p. 515).



PÁGINA ANTERIOR:
Orectanthe sceptrum,
en el Chimantá.

Orectanthe ptaritepuiana,
Foto: Javier Mesa.



Orectanthe paritepuiana, en el
Auyantepui. Foto Javier Mesa



Orectanthe ptaritepuiana, en el Auyantepui. Foto Javier Mesa

PRÓXIMA PÁGINA:

Una *Orectanthe sceptrum*, vestida como una *Orectanthe ptaritepuiana*. Cumbre del Churi-tepui. Macizo del Chimantá. Foto Javier Mesa

DOBLE PÁGINA SIGUIENTE:

Orectanthe sceptrum, en el Roraima.

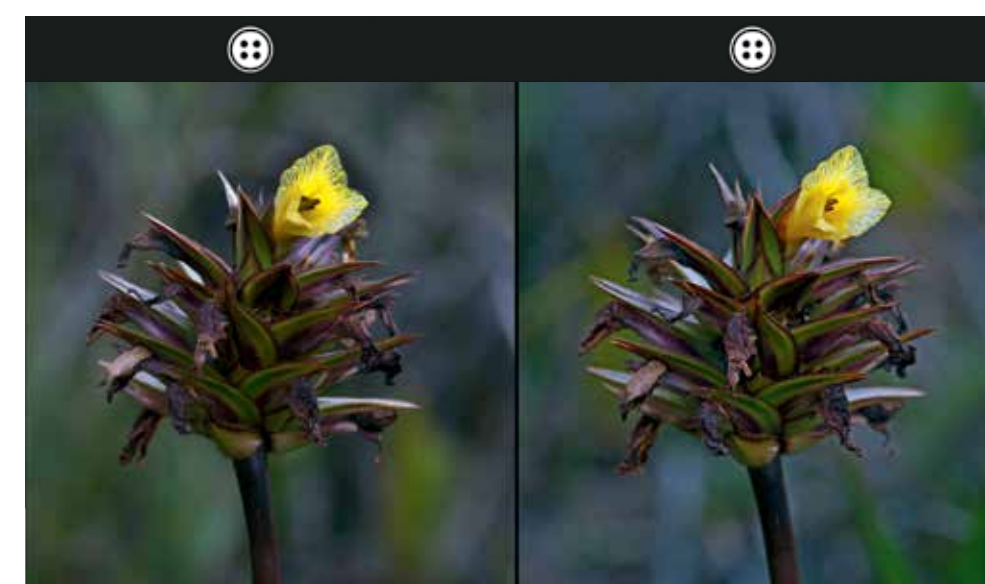
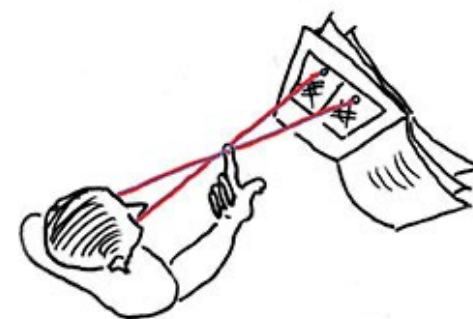






Orectanthe sceptrum, en el Roraima.
Fotos Javier Mesa

Tutorial para lograr la estereoscopia:
Ponga sus ojos bizcos (crossed-eyed) y
busque fundir los dos botones que están
sobre la esfera o sobre las imágenes, hasta
ver tres botones y entonces podrá ver
la imagen con profundidad y en tres
dimensiones.





Oreocnide sceptra, en el
Churi-tepui del macizo Chimantá.





Orectanthe sceptrum, en el Roraima.

PRÓXIMA PÁGINA:
Orectanthe sceptrum, en el Roraima.
Foto Javier Mesa







En el río Pacimoni 1987. Foto Uwe George

Bibliografía

- AHTI, T. y SIPMAN, H. J. M. (2013a). «Cladoniaceae (Lichens) includes guide to the Cladoniaceae of the Guayana Highland». En: Mota de Oliveira, S. (ed.), *Flora of the Guianas*, ser. E, 3: 1-131. Alemania: Editorial A. R. A.
- _____. (2013b). «Ten new species of Cladonia (Cladoniaceae, Lichenized Fungi) from the Guianas and Venezuela, South America». *Phytotaxa*, 93: 25-39.
- AUBRECHT, R.; BREWER-CARIAS, CH.; ŠMÍDA, B.; AUDY, M. Y KOVÁČIK, L. (2008a). «Anatomy of biologically mediated opal speleothems in the world's largest sandstone cave Cueva Charles Brewer, Chimantá Plateau, Venezuela». *Sedimentary Geology*, 203: 3-4, 181-195.
- BARRIO-AMORÓS, César (2006). «A new Dendrobatid frog (Anura: Dendrobatidae: *Colostethus*) from Aprada tepui, southern Venezuela». *Zootaxa* (Auckland), 1110: 59-68.
- BENTHAM, G. (1840). «On the *Heliamphora nutans*, a new pitcher-plant from British Guiana». *The Transactions of the Linnean Society of London* 18(3): 429-433. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/4862618>
- BREWER-CARIAS, Charles (1972). «Observaciones sobre el nicho ecológico de *Heliamphora* Planta Carnívora del Cerro de La Neblina». *Revista Natura de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* (Caracas), 48-49: 4-7.
- _____. (1973). «Plantas carnívoras del Cerro de La Neblina. Estudio y fotografías sobre tres mecanismos de trampas». *Revista Defensa de la Naturaleza* (Caracas), 6: 17-26.
- _____. (1974). «En Busca de los Orígenes. Recuento libre de ciertos procesos observados en algunas Islas del Tiempo». *El Farol* (Caracas), Vol. La Calidad de la Vida, 1-El Ambiente Ecológico: 18-23.
- _____. (1978). *Plantas Carnívoras. La Vegetación del Mundo Perdido* (pp. 194-223). (*The Lost World of Venezuela and its Vegetation*, English Edition). Caracas: Fundación Mendoza. 248 pp.
- _____. (diciembre de 1990). «With Bassett Maguire on the Islands of Time». *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 64: 34-44. [Informa sobre la expedición en la que Brewer llevó a Maguire y a Steyermark los cerros Marahuaca, Duida, Sarisariñama, Jaua, Guanacoco, Marutani y al lago Leopoldo, lugar donde el 15 de enero de 1981 Brewer colectó por primera vez la *Navia lactea* sp. n. que aparece publicada en *Acta Botanica Venezuelica* (Caracas) (1984), 14(3): pp.14-15].
- _____. (febrero de 2010). «Paraka Wachoi, El lago de la cordillera de El Dorado». *Revista Río Verde* (Caracas), 1: 58-78.
- _____. (2012-2013a). «Las Plantas Carnívoras de los Tepuyes». *Revista Río Verde* (Caracas), 9: 73-88.
- _____. (2019). *Simbología de la Cestería Ye'kwana, Portal hacia un mundo Paralelo*. Caracas-Miami: Juan Carlos Maldonado Art Collection Edit. 471 pp. [en castellano e inglés].
- BREWER-CARIAS, Charles y Steyermark, Julian A. (1976). «Hallucinogenic snuff drugs of the Yanomama Caburiwe-teri in the Cauaburi River, Brazil». *Economic Botany*, 30(1): 57-66.
- DUNO DE STEFANO, Rodrigo (1995). «El género *Drosera* (*Droseraceae*) en Venezuela». *Acta Botanica Venezuelica* (Caracas), 18(1 y 2): 67-95.

- DUNSTERVILLE, G. C. K. (mayo de 1973). «Orchids of Cerro Autana, Venezuela». *American Orchid Society Bulletin* (Harvard U., Mass., EE. UU), 42(5): 388-401.
- DUNSTERVILLE G. C. K. y Leslie A. Garay (1979). *Orchids of Venezuela. An Illustrated Guide*. The Botanical Museum of Harvard University. Volume A-G. p. 97.
- FEBRES, Gonzalo; Hernández L.; Gröger, A.; Fernández A.; Pérez, A. M. y Navarro, P. (eds.) (2021). *La vegetación como pasión: Otto Huber. Un homenaje*. Ediciones IVIC. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Venezuela & Botanischer Garten München-Nymphenburg, Alemania. 336 pp.
- GARCÍA-PICHEL, F. y Castenholz, R. W. (1991). «Characterization and biological implications of scytonemin, a cyanobacterial sheath pigment». *Journal of Phycology*, 27: 395-409.
- GHOSH, Santosh K. (1985). «Geology of the Roraima Group and its implications». Santosh K. Ghosh, (in collaboration with Charles Brewer Carías, ver p. 35), 1er Simposio Amazónico, *Boletín de Geología y Minas*, (Publicación Especial), 10: 33-50.
- GIVNISH, Thomas J.; Burkhardt, Elizabeth L.; Happel, Ruth E. y Weintraub, Jason D. (1984). «Carnivory in the Bromeliad *Brocchinia reducta*, with a Cost/Benefit Model for the General Restriction of Carnivorous Plants to Sunny, Moist, Nutrient-Poor Habitats». *The American Naturalist*, 124(4), pp. 479-497. The University of Chicago Press for The American Society of Naturalists. Stable. <http://www.jstor.org/stable/2461590>.
- _____. (1989). «Ecology and evolution of carnivorous plants». En: Abrahamson, W. G. (Ed.). *Plant-Animal Interactions*. New York: McGraw-Hill: 243-290.
- GIVNISH, T. J.; Evans, T. M.; Zjhra, M. L.; Patterson, T. B.; Berry, P. E. y Sytsma, K. J. (2000). «Molecular Evolution, Adaptive Radiation, and Geographic Diversification in the Amphiatlantic Family Rapateaceae: Evidence from *ndhF* Sequences and Morphology». *The Society for the Study of Evolution*, 54(6): 1915-1937.
- GIVNISH, Thomas; Millam, Kendra C.; Evans, Timothy M.; Hall, Jocelyn C.; Pires, Chris J.; Berry, Paul E. y Sytsma, Kenneth J. (2004). «Ancient Vicariance or Recent Long-Distance Dispersal? Inferences About Phylogeny and South American-African Disjunctions in Rapateaceae and Bromeliaceae Based on *ndhF* Sequence Data». *International Journal of Plant Sciences* (The University of Chicago), 165(4 Suppl.): S35-S54.
- GIVNISH, Thomas J.; Barfuss, Michael H. J.; Ee, Benjamin van; Riina, Ricarda; Schulte, Katharina; Horres, Ralf; Gonsiska, Philip A.; Jabaily, Rachel S.; Crayn, Darren M.; Smith, J. Andrew C.; Winter, Klaus; Brown, Gregory K.; Evans, Timothy M.; Holst, Bruce K.; Luther, Harry; Till, Walter; Zizka, Georg; Berry, Paul E. y Sytsma, Kenneth J. (2011). «Phylogeny, Adaptive radiation, and Historical Biogeography in Bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny». *American Journal of Botany*, 98(5): 872-895.
- GIVNISH, Thomas J.; Barfuss, Michael H. J.; Ee, Benjamin van; Riina, Ricarda; Schulte, Katharina; Horres, Ralf; Gonsiska, Philip A.; Jabaily, Rachel S.; Crayn, Darren M.; J. Smith, Andrew C.; Winter, Klaus; Brown, Gregory K.; Evans, Timothy M.; Holst, Bruce K.; Luther, Harry; Till, Walter; Zizka, Georg; Berry, Paul E. y Sytsma, Kenneth J. (2014). «Adaptive radiation, correlated and contingent evolution, and net species diversification in Bromeliaceae». *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 71: 55-78. ELSEVIER.

- GOLOS, Michal (diciembre de 2020). «First observations of UV-induced Fluorescence in *Heliamphora* (Sarraceniaceae) and other Tepuy Flora». *Carnivorous Plant Newsletter*, 49(4): e1-31. https://cpn.carnivorousplants.org/articles/CPNv49n4pe1_31.pdf
- GONZÁLEZ, J. M., Jaffe, K. y Michelangeli, F. (1991). «Competition for Prey between the Carnivorous Bromeliaceae *Brocchinia reducta* and Sarraceniaceae *Heliamphora nutans*». *Biotropica, The Journal of Tropical Biology and Conservation* (Washington), 23: 602-604.
- HERNÁNDEZ, L. y Folster, H. (1994). «Vegetación en transición». *Scientia Guayanae*, 4: 118-144.
- HERNÁNDEZ, Lionel; García, Rafael y Gómez, Eduardo (2021). «Crónica de las Expediciones a Roraima-tepui» (pp. 135-156). En: Febres, G.; Hernández L.; Gröger, A., Fernández A.; Pérez, A. M. y Navarro, P. (eds.). *La vegetación como pasión: Otto Huber. Un homenaje*. Ediciones IVIC. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Venezuela & Botanischer Garten München-Nymphenburg, Alemania.
- HUBER, O. (1987). «Consideraciones sobre el concepto de Pantepui». *Pantepui I*(2): 2-10.
- _____. (1994). «Recent advances in the phytogeography of the Guayana region, South America». *Memoires de la Societe de Biogeographie*, 4: 53-63.
- _____. (1995). «Geographical and physical features». En: Berry, P.; Holst, B. K. y Yaskievych, K. (Eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana* (Introduction, vol. 1). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, pp. 1-61.
- IM THURN, Everard (agosto de 1885). «The Ascent of Mount Roraima». *Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography* (Londres), 7(8): 497-521.
- IM THURN, Everard y Oliver, D. (1887). *The Botany of the Roraima Expedition of 1884* (Second Series Botany), (vol. II, part. 13), pp. 249-300 and plates XXXVII-LVI. Londres: The Transactions of The Linnean Society of London.
- JAFFE, Klaus; Michelangeli, Fabián; González, Jorge M.; Miras Beatriz y Ruiz, Marie Christine (1992). «Carnivory in Pitcher Plants of the Genus *Heliamphora* (Sarraceniaceae)». En: *New Phytologist* (Londres), 122(4): 733-744.
- JAFFE, Klaus; Blum, Murray S.; Fales, Henry M.; Mason, Robert T. y Cabrera, Aivli (1995). «On Insect Attractants From Pitcher Plants of the genus *Heliamphora* (Sarraceniaceae)». *Journal of Chemical Ecology*, 21(3): 379-384.
- KAŠTOVSKÝ, J.; Fučíková, K.; Hauer, T.; Bohunická, M. (2011). «Microvegetation on the top of Mt. Roraima, Venezuela». *Fottea*, 11(1): 171-186.
- KAŠTOVSKÝ, Jan; Veselá, Jana; Bohunická, Markéta; Fučíková, Karolina; Stenclová, Lenka y Brewer-Carías, Charles (2016). «New and unusual species of cyanobacteria, diatoms and green algae, with a description of a new genus *Ekerewekia* gen. nov. (Chlorophyta) from the table mountain Churí-tepui, Chimantá Massif (Venezuela)». *Phytotaxa* (Magnolia Press), 247(3): 153-180.
- KAŠTOVSKÝ Jan; Fucikova, Karolina; Vesela, Jana; Brewer-Carías, Charles y Vegas-Villarrubia, Teresa (2019). «The Photosynthetic world, Algae» (pp. 95-120). En: Valentí Rull *et al.* (edits.). *Biodiversity of Pantepui* (Academic Press. Elsevier). 452 pp.
- LUNDBERG, J.; Brewer-Carías, Ch. y McFarlane, D. A. (2010a). «Preliminary results from U-Th dating of glacial-interglacial deposition cycles in a silica speleothem from Venezuela». *Quaternary Research* (Washington), 74(1): 113-120.

LUNDBERG, J., McFarlane, D. A. y Brewer-Carías, Ch. (2010b). «An extraordinary example of photokarren in a sandstone cave, Cueva Charles Brewer, Chimantá Plateau, Venezuela: Biogeomorphology on a small scale». *Geomorphology* (Amsterdam), 121(3-4): 342-357.

LUNDBERG, Joyce; Brewer-Carías, Charles y McFarlane, Donald A. (2018). «On biospeleothems from a Venezuelan tepui cave: U-Th dating, growth rates, and morphology». *International Journal of Speleology* (Tampa, Florida), 47: 361-378. Disponible en: <https://doi.org/10.5038/1827-806X.47.3.2212>

LIU, Sukuan y Smith, Stacey D. (2020). «Phylogeny and Biogeography of South American Marsh Pitcher Plant Genus *Heliamphora* (Sarraceniaceae) Endemic to the Guiana Highlands». 16 pp. *BioRxiv. The preprint server for biology* (Colorado). doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.29.068395>.

MAGUIRE, Bassett y cols. (1967). «The Botany of the Guayana Highlands. Parte VII. *Pterozonium*» (pp. 1-23). *Memoirs of the New York Botanical Garden* (New York), 17(1): 1-23.

MAGUIRE, Bassett (1976). «*Stegolepis breweri*». *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* (Caracas), 132-133: 278.

MARCANO V. (1994). *Introduction to the study of the lichens from the Venezuelan Andes*. Stuttgart (Alemania). Koeltz Scientific Books.

_____. (1994). *Una introducción al estudio de los líquenes de los Andes venezolanos*. Mérida: Immecca, Ediciones MUCTAO, 338 pp.

_____. (2003). «Líquenes». En: Aguilera, M.; Azócar, A. y Jiménez, E. G. (eds.). *Biodiversidad en Venezuela* (T. I: 104-120). Caracas: Fundación Polar-FONACIT, Editorial ExLibris,

_____. (2021). «The genus *Siphula* Fr. (Icmadophilaceae, Lichenized Fungi) in Venezuela». *Phytotaxa* (Magnolia Press), 489(1): 010-026. <https://www.mapress.com/j/pt/>

MARCANO, Vicente; Díaz, Emiliano; Gonzales-Toril, Elena; Cedeño, Cesyen; Amils, Ricardo y Brewer-Carías, Charles (2020). «Microbiología de formaciones de ópalo en cuevas de cuarcita de la Guayana venezolana». («Microbiology of opal formations in quartzite caves from the Venezuelan Guayana»). *SEDEK. Boletín Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst*, 15: 89-110.

MARCANO, V. y Sipman, H. (2021b). «Diversidad y distribución de líquenes del Cerro Duida y sus áreas adyacentes, Alto Orinoco, Amazonas, Venezuela». *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 78(2): e114. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2566>.

MAYR, E.; Phelps, W. H. (1967). «The origin of the bird fauna of the South Venezuelan Highlands». *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 136: 269-328.

MCPHERSON, Stewart; Wistuba, Andreas; Fleischmann, Andreas y Nerz, Joachim (2011). *Sarraceniaceae of South America*. Poole, Dorset (Inglaterra): Redfern Natural History Productions, 566 pp.

MIRANDA, Vitor F. O.; Silva, Saura R. ; Reut, Markus S.; Dolsan, Hugo; Stolarczyk, Piotr; Rutishauser, Rolf y Płachno, Bartosz J. (2021). «A Historical Perspective of Bladderworts (*Utricularia*): Traps, Carnivory and Body Architecture». *Plants* 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10122656>

MOFFETT, Mark W. (marzo-abril de 2001). «Travels with Charlie», *International Wildlife Magazine*. National Wildlife Federation. Story and photographs by Mark W. Moffett. [En esta expedición del 12 al 17 de marzo del 2000. Participan Patty Phelps de Cisneros, Fanny de Brewer, Guillermo Cisneros, Adriana Santiago, Juan Carlos Ramírez, Oswaldo Fuentes, Rodolfo Plaza y Mark Moffett].

_____. (2010). *Adventures Among Ants, A Global Safari With a Cast of Trillions*. University of California Press, 280 pp.

NERZ, Joachim y Wistuba, Andreas (2000). «*Heliamphora hispida* (Sarraceniaceae), a new species from Cerro Neblina, Brazil-Venezuela». *Carnivorous Plant Newsletter*, 29(2): 37-41.

OLIVA-ESTEVE, Francisco (January 2001). «*Pitcairnia* (*Pepinia*) *leopoldii*, Lost for 48 years, Rediscovered in Venezuelan Amazonia». *Journal of the Bromeliad Society*, 51(1): 4-6.

OLIVER, D. y Hooker, sir J. D. (1887). «On New Plants from Roraima. List of the Species» (Second Series Botany), (vol. II, part. 13), pp. 249-300 and plates XXXVII-LVI. Londres: The Transactions of The Linnean Society of London.

PERKINS, H. I. (1885). *The First Ascent of Roraima. The Journal of The Royal Agricultural & Commercial Society of British Guiana* (pp. 1-48). En: Everard im Thurn (Ed.). (Vol. IV), at Timehri). Printed by J. Thompson, Demerara. British Guiana.

_____. (1885). «Roraima and Kukenam Mts and the Surrounding Country». Map Surveyed by Mr. H. I. Perkins (p. 513). *Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography* (Londres), 7(8): 497-521.

_____. (agosto de 1885). «Notes on a Journey to Mount Roraima, British Guiana». *Proceedings of the Royal Geographic Society* (Kensington), 7(8): 522-536.

PROTEAU, P. J.; Gerwick, W. H.; García-Pichel, F. y Castenholz, R. (1993). «The structure of scytonemin, an ultraviolet sunscreen pigment from the sheaths of cyanobacteria». *Experientia*, 49: 825-829.

RIINA Ricarda, Paul E. Berry, Otto Huber and Fabian A. Michelangeli. (2019). *Vascular plants and bryophytes*. pp. 121-147. En: Biodiversity of Pantepui, by Valenti Rull, Teresa Vegas-Vilarrúbia, Otto Huber and Celsa Señaris. 452 p. Academic Press, Elsevier.

RINDI, F. y López-Bautista, J. (2008). «Diversity and ecology of Trentepohliales (Ulvothyceae, Chlorophyta) in French Guiana». *Cryptogamie, Algol.*, 29(1): 13-43.

RULL, Valentí (2004). «An evaluation of the Lost World and Vertical Displacement hypotheses in the Chimantá Massif, Venezuelan Guayana». *Global Ecology and Biogeography* (Global Ecol. Biogeogr.) 13: 141-148.

RULL, Valentí; Vegas-Vilarrúbia, T. y Montoya, E. (2016). «The neotropical Gran Sabana region: palaeoecology and conservation». *Holocene*, 26: 1162-1167.

RULL, Valentí; Vegas-Vilarrúbia, Teresa (Eds.) (2019). *Pantepui as a dynamic biogeographical concept*. pp. 55-67. En: Biodiversity of Pantepui, by Valenti Rull, Teresa Vegas-Vilarrúbia, Otto Huber and Celsa Señaris. 452 p. Academic Press, Elsevier.

RULL, Valentí, Nogué, Sandra; Safont, Elisabet y Vegas-Vilarrúbia, Teresa (2019). «Pantepui and global warming» (Cap 17. pp. 403-417). En: *Biodiversity of Pantepui. The Pristine «Lost World» of the Neotropical Highlands*. (Edited by Vallenti Rull, Teresa Vegas-Vilarrúbia, Otto Huber, Celsa Señaris, 452 pp. Academic Press. Elsevier).

SAFONT, Elisabet; Vegas-Vilarrúbia, Teresa; Rull, Valentí; Holst, Bruce K.; Huber, Otto; Nozawa, Shingo; Vivas, Yuribia; Font Xavier y Silva, Argelia (2016). «Plant Communities And Environmental Factors In The Guayana Highlands: Monitoring For Conservation Under Future Climate Change». *Systematics And Biodiversity*, 1(18). The Trustees of The Natural History Museum, London.

SCHOMBURGK, Robert H. (1840). «Journey from Fort San Joaquim, on the Rio Branco, to Roraima, and Thence by the Rivers Parima and Merewari to Esmeralda, on the

Orinoco, in 1838-9». *The Journal of the Royal Geographical Society of London*. Vol. 10: 191-207, 209-247.

SCHOMBURGK, Sir Robert H. 2006. *The Guiana Travels of Robert Schomburgk 1835-1839*. Volume I. Edited by Peter Riviere p.321. 2006. Hakluyt Society. Third Series N°16.

SELTZER Alan M., Jessica Ng, Werner Aeschbach, Rolf Kipfer, Justin T. Kulongoski, Jeffrey P. Severinghaus & Martin Stute. 2021. Widespread six degrees Celsius cooling on land during the Last Glacial Maximum. *Nature* volume 593, pages 228-232. <https://www.nature.com/articles>.

ŠMÍDA, B., Audy M. y Mayoral F. (enero de 2005). «Cueva Charles Brewer: Largest quartzite cave in the world». *NSS News* (Tampa): 13-14, 31.

SMITH, L. B. y Steyermark, J. A. (1967). «Dos especies Bromeliaceae Nuevas para la Ciencia». *Acta Botanica Venezuelica* (Caracas), 2(5, 6, 7, 8), pp. 380-381. (*Navia breweri* sp. nov).

SMITH, L. B.; Steyermark, J. A. y Robinson, H. (1984). «Flora de la Guayana Venezolana: I. Nuevos Taxa de la Guayana venezolana». Steyermark, Julian A.; Bassett Maguire y colaboradores (1984). *Acta Botanica Venezuelica* (Caracas), 14(3): 10, 11, 30, 35, 48.

SPRUCE, Richard (1908). *Notes of a Botanist on the Amazon and Andes: Being Records of Travel on the Amazon and its Tributaries, the Trombetas, Río Negro, Uaupés, Casiquari, Pacimoni Huallaga and Pastasa* (2 vols.) Edited and condensed by A. R. Wallace. Londres: Macmillan.

STEYERMARK, Julián A. (diciembre de 1974). «The Summit Vegetation of Cerro Autana». *Biotropica* (Caracas), 6(1): 7-13.

STEYERMARK, J. A. y Brewer-Carías, Ch. (1976). «La vegetación de la cima del Macizo de Jaua». *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 32(122-123): 179-405.

STEYERMARK, J. A.; Dunsterville, G. C. K. (1980). «The lowland floral element of the summit of Cerro Guaiquinima and other cerros of the Guayana Highlands of Venezuela». *J. Biogeogr.*, 7: 285-303.

STEYERMARK, J. A. (1984). «Flora of the Venezuelan Guayana». *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 71(1): 297-340 (Tyleria and Heliamphora).

_____. (1986). «Speciation and endemism in the flora of the Venezuelan Tepuis». En: Vuilleumier, F.; Monasterio, M. (Eds.), *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, Oxford, pp. 313- 373.

Steyermark, Julian A.; Berry, Paul E. y Holst, Bruce K. (Edits.) (1995-2005). «Flora of the Venezuelan Guayana» (9 vols.). *Missouri Botanical Garden St. Louis*.

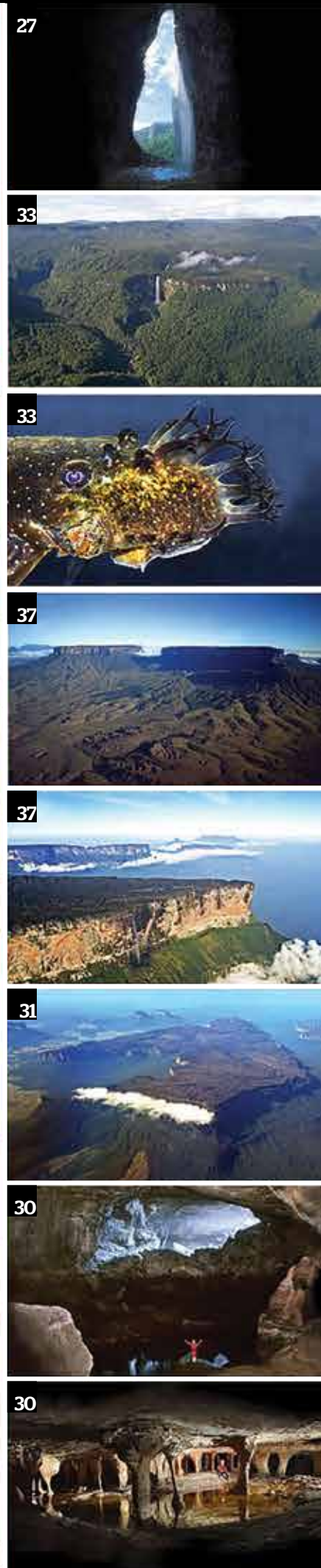
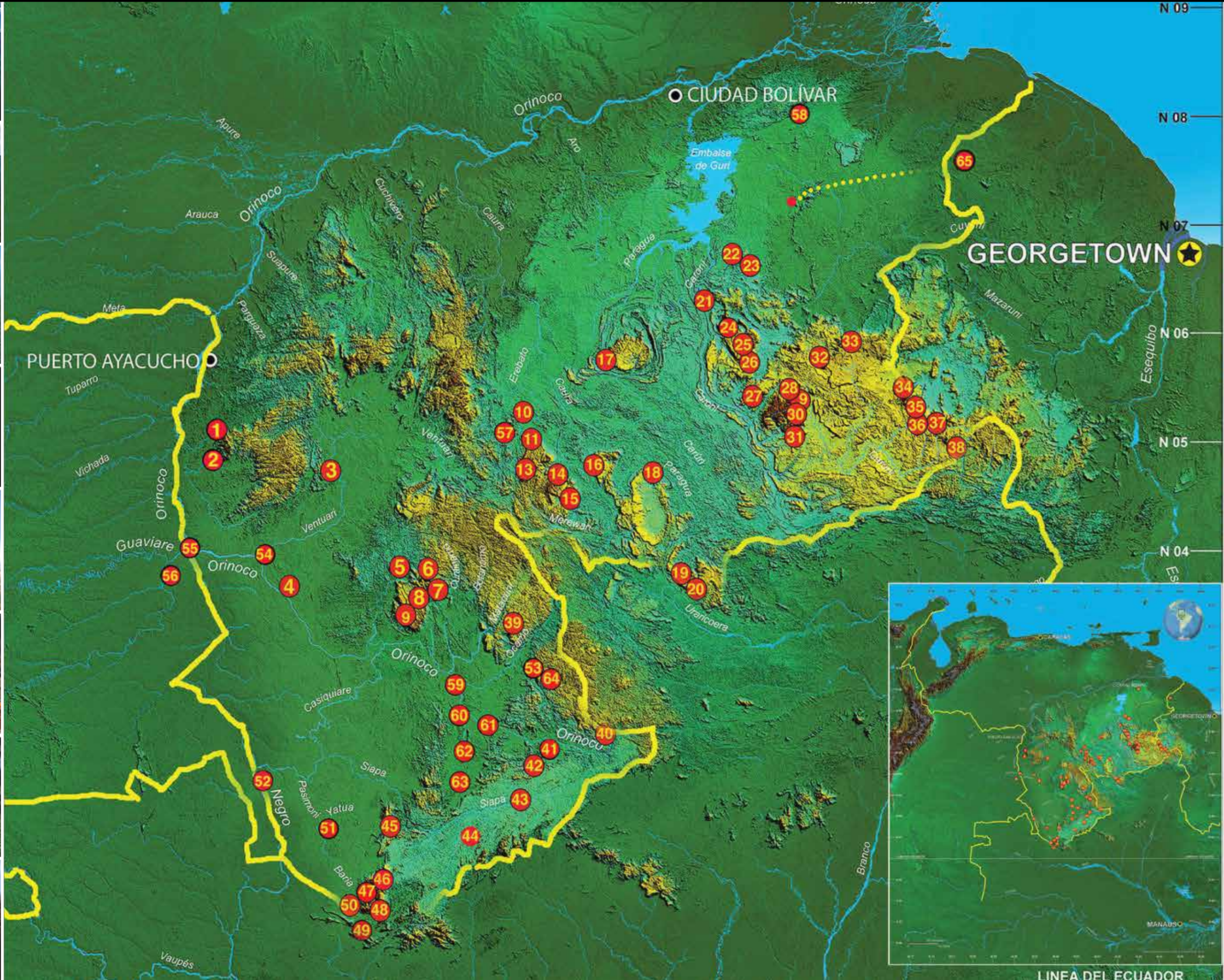
TORO, Elías (1905). *Por las Selvas de Guayana. Desde el Atlántico hasta la Sierra Paríma, por los ríos Barima, Amacuro, Demerara, Esequibo, Massaruni, Cuyuni, Acarabisi y Venamo*. Caracas: Tip. Herrera Irigoyen y Ca. [Caracas. Foto con H. I. Perkins, p. 196].

VEGAS-VILARRÚBIA, T.; Nogué, S. y Rull, V. (2012). «Global warming, habitat shifts and potential refugia for biodiversity conservation in the neotropical Guayana Highlands». *Biol. Conserv.*, pp. 152, 159, 168.

WARREN, Adrian (1971). *Roraima, Report of the 1971 British expedition to Mount Roraima in Guyana, South America*. 152 pp. Oxford: The Seacourt Press.

WHITELY, Henry (1884). «Explorations in the neighbourhood of Mounts Roraima and Kukenam, in British Guiana». *Proc. Royal Geogr. Soc.*, 6: 452-463.

Este libro se terminó de imprimir
en los talleres de Altolitho
en septiembre de 2023
con un tiraje de 2.000 ejemplares.
En su composición tipográfica
se utilizó fuentes de la familia Stag.



- | | | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 Lago Leopoldo | 9 Duida-Sina | 17 Guaiquinima | 25 Auyantepui, Planta nueva | 33 Sierra de Lema | 41 Ashidowa-teri | 49 Maturacá-Cauaburi | 57 Hiuwihitiña, Eretrato |
| 2 Autana, Sipapo | 10 Río Carrao | 18 Ichum-tepui | 26 Auyantepui SE | 34 Iu-tepui | 42 Narimabowei-teri | 50 Neblina-Base | 58 Sierra de Imataca |
| 3 Moriche | 11 Marahano-hidi | 19 Serranía Piazoí | 27 Aprada Cueva Fantsama | 35 Yuriani-tepui | 43 Dosahamosha-teri | 51 Baria-Yatua, Pacimoni | 59 Iyewei-teri, Ocamo |
| 4 Yapacana | 12 Jaua-hidi | 20 Marutani-tepui | 28 Eruoda-Chimantá | 36 Kukenan-tepui | 44 Konapuma-teri | 52 San Carlos Río Negro | 60 Patanowa-teri |
| 5 Huachamacari | 13 Jaua SW | 21 Canaima | 29 Muchimuk-Churi-Chimantá | 37 Roraima | 45 Aracamuni-tepui | 53 Adulimawa-teri, Parima | 61 Washewa-teri, Bidón de oro |
| 6 Marahuaka-Huha | 14 Sarisariñama-hidi | 22 Supamo | 30 Churi-Chimantá | 38 Wei-tepui-Millemium | 46 Neblina Norte | 54 Delta del Venturái | 62 Ketipabowei-teri, Mavaca |
| 7 Marahuaka-fhui | 15 Kanadakuni | 23 Parapapoi-Santa-rosa | 31 Yunek-Chimantá | 39 Niayoba-teri Parima B | 47 Cerro de la Neblina | 55 Atabapo | 63 Mishimisimabowei-teri |
| 8 Duida NE | 16 Guanacoco-hidi | 24 Ahonda, Sima, Pez | 32 Ptari-tepui | 40 Hashimo-teri | 48 Titiricó-Neblina | 56 Puerto Inírida | |

