

CONVERSATORIO SOBRE FRAILEJONES DE COLOMBIA: REVISIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y AMENAZA

Memorias de sesión de trabajo para la categorización
del riesgo de las especies de la subtribu Espelitiinae en Colombia

Mauricio Diazgranados Cadelo, PhD
Natural Capital and Plant Health Department
Wakehurst Place, Royal Botanic Gardens
Kew, Ardingly, West Sussex, United Kingdom



Contrato No:

16-14-331-16-0081-147PS

Supervisor:

Carolina Castellanos Castro
Investigador Adjunto - Ciencias Básicas de la Biodiversidad
Ciencias Básicas de la Biodiversidad
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Objeto del contrato:

Prestar los servicios profesionales para realizar una consultoría sobre la evaluación del estado de conservación de las especies de frailejones de la subtribu Espeletiinae en Colombia y construir un marco conceptual y metodológico para la identificación de áreas de importancia para la conservación de plantas en Colombia.

Cómo citar este documento:

Diazgranados, M. y Castellanos-Castro, C (2017). Conversatorio sobre frailejones de Colombia: revisión del estado de conservación y amenaza = Symposium frailejones of Colombia: review of conservación and threat status. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen.....	2
Abstract.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DESARROLLO.....	5
2.1 Notas sobre el estado del conocimiento.....	6
2.2 Los frailejones un Valor Objeto de Conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia.....	7
2.3 Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los frailejones en los Páramos de los Andes del Norte: avances.....	10
2.4 Experiencias de conservación y propagación ex situ de frailejones	9
2.5 Aportes a la evaluación del estado de conservación de los frailejones de los complejos de Rabanal y Santurbán.....	11
2.6 Apuntes para la revisión del estado de conservación y amenaza de los frailejones en Colombia	12
3. PUNTOS DE REFLEXIÓN Y DISCUSIÓN.....	14
4. RECOMENDACIONES FINALES.....	16
5. AGRADECIMIENTOS.....	17
6. REFERENCIAS.....	18

RESUMEN

Colombia tiene a la fecha 88 especies descritas de frailejones, 75 de las cuales son endémicas para el país. Con el conocimiento disponible hace casi dos décadas, Colombia adelantó una primera evaluación del estado de conservación, reportando 36 especies en alguna categoría de amenaza. Desde aquel entonces, han ocurrido importantes avances en el conocimiento del grupo, pero también se han registrado nuevas amenazas, incluyendo la afección por un posible complejo de insectos-hongos, y los posibles impactos del cambio climático. Si bien se han delimitado varios páramos y creado numerosas áreas de conservación, incluyendo parques nacionales naturales, también han ocurrido significativos procesos de cambio de las coberturas naturales por minería y por el avance de la frontera agropecuaria. Por lo anterior, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt ha venido liderando un proyecto de re-evaluación del estado de conservación de los frailejones en Colombia, que incluyó la organización de un conversatorio sobre el tema, que permitiese un espacio académico de discusión entre los asistentes y conferencistas. El IX Congreso Colombiano de Botánica, llevado a cabo del 30 de julio al 3 de agosto de 2017 en la ciudad de Tunja, Boyacá, fue el escenario propicio para la organización de tal espacio en el formato de simposio. Seis conferencias ilustraron la temática, con contribuciones desde múltiples disciplinas. Los aportes de los participantes y asistentes se recogen en este documento, como insumo para la consolidación de la re-evaluación del estado de conservación de los frailejones en Colombia.

Palabras clave: Colombia, Espeletia, Espeletiinae, frailejones, Libros Rojos, riesgo de extinción.

ABSTRACT

Colombia currently holds 88 described species of frailejones, 75 of which are endemic to the country. With the available knowledge two decades ago, Colombia carried out a first evaluation of the conservation status, reporting 36 species in any category of threat. Since then, important advances on the knowledge of the group have occurred, but also new threats have appeared, including the affection by a possible complex of insects-fungi, and the possible impacts of climate change. Even though numerous páramos have been delimited and new conservation areas have been created, including natural national parks, significant processes of land change have taken place as well, caused by mining and the advancement of the agricultural frontier. For this reason, the Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt has been leading a project to re-evaluate the conservation status of frailejones in Colombia, which included the organisation of a panel on the topic, to allow an academic space of discussion among assistants and panellists. The IX Colombian Congress of Botany, held from the 30th July to the 3rd August, 2017 in the city of Tunja, Boyacá, was the ideal setting for the organization of such space in the symposium format. Six lectures illustrated the topic, with contributions from multiple disciplines. The contributions of the participants and assistants are included in this document, as an input for the consolidation of the re-evaluation of the conservation status of frailejones.

Keywords: Colombia, Espeletia, Espeletiinae, frailejones, Red Books, extinction risk.

1. INTRODUCCIÓN

Los frailejones son sin duda las plantas más representativas e importantes de los páramos colombianos. Por su densidad y abundancia, su aporte a la biomasa, sus numerosas interacciones ecológicas y los servicios ecosistémicos que prestan, los frailejones son considerados especies clave para el sostenimiento del ecosistema de páramo. Sin embargo, estas carismáticas plantas enfrentan una serie de amenazas, incluyendo la destrucción de su hábitat por cambio de uso del suelo y quemadas, la disminución de su nicho por cambio climático, y nuevas interacciones con otras especies que pueden poner en vilo su supervivencia.

En el año 2005 se publicó una primera evaluación del estado de conservación de frailejones, incluyendo en ese momento las 68 especies conocidas para el país (García *et al.*, 2005). Como resultado se incluyeron 36 especies en alguna categoría de amenaza: 7 en peligro crítico, 16 en peligro, y 13 vulnerables. Sin embargo, desde aquella publicación han ocurrido importantes avances en el conocimiento del grupo: se han descrito 18 especies nuevas, se han realizado varios cambios taxonómicos en las especies, se han reportado 2 especies antes sólo conocidas para Venezuela y se ha mejorado el conocimiento sobre la distribución geográfica de muchas de las especies (Cuatrecasas 2013; Díaz-Piedrahita y Rodríguez-Cabeza 2008; Díaz-Piedrahita y Rodríguez-Cabeza 2010; Díaz-Piedrahita y Rodríguez-Cabeza 2011; Díaz-Piedrahita *et al.*, 2006; Diazgranados 2012a; Diazgranados y Sanchez 2013; Diazgranados y Sánchez 2017). Adicionalmente, se han registrado nuevas amenazas, incluyendo predicciones del impacto del cambio climático y una reciente afectación de extensas poblaciones por un posible complejo de lepidópteros, coleópteros y hongos (Diazgranados 2012b; Diazgranados 2015; Medina *et al.*, 2010).

Si bien se han delimitado varios páramos y creado numerosas áreas protegidas, incluyendo parques nacionales naturales, los procesos de transformación de las coberturas naturales se han incrementado en algunas áreas a causa de la minería y del avance de la frontera agropecuaria. Adicionalmente, se viene realizando un trabajo de revisión taxonómica, que implica numerosos cambios nomenclaturales en el grupo.

Por lo anterior, el Instituto Alexander von Humboldt ha venido liderando un proyecto de reevaluación del estado de conservación de los frailejones en Colombia, a la luz del conocimiento más reciente. La metodología incluyó la compilación de una base de datos con toda la información disponible de registros, la verificación en campo en páramos priorizados, y la estimación de las categorías de amenaza usando los criterios y categorías propuestos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Con el ánimo de robustecer y diseminar el trabajo de re-categorización, el Instituto Humboldt, con el apoyo de varias instituciones y organizaciones, lideró la organización de un conversatorio abierto para la comunidad académica, que se realizó en el marco del IX Congreso Colombiano de Botánica, llevado a cabo del 30 de julio al 3 de agosto de 2017 en la ciudad de Tunja, Boyacá. El simposio se tituló “Frailejones de Colombia: revisión del estado de conservación y amenaza”. Los aportes de los participantes y asistentes se recogen en este documento, como insumo para la consolidación del trabajo.

Esta iniciativa hace parte del Proyecto Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte, el cual busca fortalecer la capacidad de las comunidades, autoridades ambientales, gobiernos, organizaciones sociales y comunidad científica en torno al manejo sostenible de los páramos, con el fin de garantizar servicios ecosistémicos

que son esenciales para el bienestar de la sociedad. Para cumplir con este objetivo se trabaja en torno a plataformas de gestión territorial y de gestión del conocimiento que fomenten la corresponsabilidad y participación de diversidad actores en el manejo de los páramos. En el marco de dichas plataformas se discuten y construyen herramientas respecto a estrategias de conservación, restauración ecológica, reconversión productiva e incentivos a la conservación. El proyecto es coordinado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en Colombia y financiado por la Unión Europea. Uno de los principales resultados del proyecto es la consolidación de un conjunto de herramientas para el monitoreo y manejo adaptativo de los páramos, para ello se están desarrollando estudios temáticos, espacios de discusión con expertos e intercambio de conocimientos en una amplia red de trabajo que involucra actores locales, nacionales y regionales relacionados con la gobernanza de los páramos.

2. DESARROLLO

El simposio incluyó seis conferencias de aproximadamente media hora cada una incluyendo preguntas. La asistencia, en el marco del IX Congreso Colombiano de Botánica, fue de libre ingreso, y asistieron tanto investigadores y profesores universitarios, como estudiantes y representantes de organizaciones públicas y privadas. Asistieron más de 70 personas.

La selección de los conferencistas se realizó teniendo en cuenta su experiencia, visión e impacto en el tema, y un orden lógico de contenidos. El simposio comenzó con una presentación sobre el estado general del conocimiento de los frailejones en Colombia. Posteriormente se expuso el proyecto de establecimiento de frailejones como valores objetos de conservación en los PNN. Luego se dieron a conocer los avances del Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte. Una cuarta conferencia ilustró las experiencias de propagación *ex situ* de frailejones para restauración. Posteriormente se mostraron los resultados de una evaluación rápida de campo de poblaciones de frailejones en los complejos de Rabanal y Santurbán. Finalmente se presentaron las conclusiones generales, los avances y los retos para la revisión del estado de conservación y amenaza de los frailejones en Colombia (Tabla 1).

Nombre del conferencista	Título de la conferencia
Mauricio Diazgranados	Notas sobre el estado del conocimiento de los frailejones en Colombia
Betsy Viviana Rodríguez Cabeza	Los frailejones, un Valor Objeto de Conservación del Sistema en Parques Nacionales Naturales de Colombia
Amanda Varela Ramírez	Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte: avances
Laura Victoria Pérez-Martínez	Experiencias de conservación y propagación <i>ex situ</i> de frailejones
David E. Granados	Aportes a la evaluación del estado de conservación de los frailejones de los complejos de Rabanal y Santurbán
Mauricio Diazgranados	Apuntes para la revisión del estado de conservación y amenaza de los frailejones en Colombia

Tabla 1. Conferencistas invitados al simposio “Frailejones de Colombia: revisión del estado de conservación y amenaza”.

A continuación, se describe con mayor detalle cada una de las conferencias

2.1 Notas sobre el estado del conocimiento de los frailejones en Colombia

Mauricio Diazgranados¹

1. Natural Capital and Plant Health Department, Wakehurst Place, Royal Botanic Gardens, Kew.

Se dio apertura al simposio con una conferencia introductoria sobre los frailejones en el país. Colombia presenta la mayor diversidad de especies de frailejones con 88 especies registradas de las 144 descritas, de las cuales 75 son endémicas para el país (Diazgranados 2012a). Estas plantas se encuentran a lo largo de cerca de 28.000 km² en el país, con notoria presencia en casi todos los páramos, en donde adquieren un rol clave para el sostenimiento del ecosistema. Los frailejones exhiben una enorme variedad morfológica, aún no bien comprendida. A pesar de que las primeras especies de frailejones fueron descritas hace más de 200 años, y a la importancia histórica, cultural y ecológica del páramo (Diazgranados 2015), nuestro conocimiento sobre la biología y ecología de los frailejones es aún bastante precario.

La presentación ilustró una revisión sobre el estado de conocimiento de las especies de frailejones en el país. Si bien hay cerca de 3.000 colecciones de herbario de frailejones en el país, el 30% de éstas corresponde a solo 6 especies: *Espeletia argentea*, *E. grandiflora*, *E. hartwegiana*, *E. pycnophylla*, *E. boyacensis* y *Espeletiopsis corymbosa*. Para 22 especies sólo se conocen 1 o 2 colecciones, y 36 especies tienen menos de 10 colecciones. Aproximadamente el 10% de todos los especímenes de herbario se encuentra identificado sólo hasta género, y aún existen importantes áreas de páramo sin colecciones de frailejones.

En cuanto a los trabajos monográficos (Cuatrecasas 2013), ninguna de las 18 especies de *Espeletiopsis* de Colombia se encuentra trabajada en monografías. Se han adelantado estudios en diversas áreas de la botánica, pero en general cubren muy pocas especies de nuestro país, y usualmente son siempre las mismas. Las especies están distribuidas en toda la región andina del país, pero su riqueza se concentra en el norte de la cordillera oriental, especialmente en los departamentos de Santander y Norte de Santander, y 28 especies se encuentran representadas en áreas protegidas.

En relación a otras áreas del conocimiento, a partir del análisis de una muestra de 140 publicaciones, se registró que 40% de las especies cuentan con estudios sobre conteo cromosómico y 27% sobre anatomía, mientras que menos del 10% de las especies cuentan con información sobre otras áreas de la biología; porcentajes que son aún menores para las especies del país (Tabla 2). Por ejemplo, si bien trabajos recientes han abordado estudios de ácidos nucleicos (Diazgranados y Barber 2017; Pouchon *et al.*, 2018; Rauscher 2002) y fitoquímica para la mayoría de las especies (Padilla-Gonzalez *et al.*, 2017; Padilla-González *et al.*, 2017), todavía quedan muchos vacíos de conocimiento en torno a estas especies icónicas de la flora colombiana (Fig. 1). Considerando este panorama, se sugirieron algunas prioridades de investigación, con énfasis en el manejo, uso y conservación de los frailejones de Colombia (Diazgranados 2017b).

Tema	No. spp. estudiadas (en Colombia / en total)
Demografía	4 / 9
Fisiología	2 / 10
Anatomía	19 / 40
Plasticidad fenotípica	1 / 3
Conteo cromosómico	31 / 57
Tasa de crecimiento	4 / 9
Historia natural	4 / 8
Biología reproductiva	4 / 11
Polinización	5 / 19
Otras interacciones	7 / 12

Tabla 2. Número de estudios registrados sobre aspectos de la biología de las especies de frailejones a nivel nacional y global



Figura 1. El frailejón unifloro (*Espeletia estanislana* Cuatrec.), endémico de Santander y Norte de Santander, es una de las especies para las cuales se desconoce su historia natural, a pesar de encontrarse amenazado

Autor: Mauricio Diazgranados

2.2 Los frailejones, un Valor Objeto de Conservación del Sistema en Parques Nacionales Naturales de Colombia

Betsy Viviana Rodríguez Cabeza¹

1. Parques Nacionales Naturales de Colombia

Un VOC de sistema es un conjunto limitado de ecosistemas, sus elementos o relaciones que son representativos de los valores naturales o culturales y los servicios ecosistémicos, de una región o del país, que están presentes en las Áreas Protegidas (AP) y tienen una relevancia en el nivel regional o nacional que trasciende la gestión de las AP de manera individual (Rodríguez-Cabeza 2017). Por ejemplo, algunos VOC identificados para el sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN) son el oso andino, la danta, los corales, el bosque seco, los humedales, los manglares y las chagras.

Por su importancia para el ecosistema de páramo, los frailejones fueron incluidos como VOC para los PNN y se registran en 19 de las 59 AP (30%) del país, en donde se alberga el 55% de los frailejones de Colombia, seis de los ocho géneros y el 39% (8 spp. EN, 6 spp. VU) de los frailejones amenazados del país.

Adicionalmente, gran parte de las AP se ubican en los centros de especiación y diversificación del grupo, y aquellas con mayor número de especies son Guanentá Alto Río Fonce (13 especies, 4 géneros; Fig. 2), Pisba (11 spp., 2 géneros) e Iguaque (9 spp., 3 géneros). Sobresale el hecho de que solo el 54% y el 42% de las especies de los géneros *Espeletia* y *Espeletiopsis* se encuentran actualmente dentro de AP (Rodríguez-Cabeza 2017). Además, de las 36 especies amenazadas para Colombia, solo 14 (39%) se encuentran en PNN.

Para el monitoreo y conservación efectiva de los VOC, el equipo de PNN comenzó la generación de información sobre frailejones en 2006, cuando se evaluó su composición y distribución en Tamá, Pisba y Cocuy. A partir de 2007 se estableció el monitoreo de poblaciones de *Espeletia cleefii* y *E. curialensis* var. *exigua* en El Cocuy (2007-2017), *E. incana* en Guanentá (2007-2012), *Libanothamnus tamanus* en Tamá (2007-2009) y *E. pycnophylla* en Galeras (2015-actual), con información sobre su densidad, floración y estructura poblacional.



Figura 2. El Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce es el área protegida con mayor riqueza de frailejones, 13 especies y 4 géneros.

Autor: Mauricio Diazgranados, 2017

En Chingaza se ha estudiado la fenología, el reclutamiento, las tasas de crecimiento y la ecología de la polinización de *E. grandiflora* y *E. killipii*. Adicionalmente, desde el “Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte” se evaluó la dinámica de afectación por herbivoría y entorchamiento de *E. argentea* y *E. grandiflora* en Chingaza y *E. lopezii* en El Cocuy.

A nivel nacional, este año se inició la implementación del “Protocolo: generación de información de línea base del VOC Sistema frailejones en los PNN de Colombia y su zona de influencia”, que en el mediano plazo permitirá conocer cuáles y cuántas especies de frailejón se registran en las AP y su zonas de influencia, su distribución, estructura poblacional, densidad, estado de conservación y presiones, para tomar mejores decisiones de manejo en el contexto regional y nacional.

La información generada a la fecha le ha permitido a PNN priorizar acciones de manejo como restauración, saneamiento predial, acuerdos de uso, sistemas sostenibles y montaje de viveros de alta montaña, que han contribuido en la recuperación y conservación de los frailejones en Colombia (Fig. 3) (Rodríguez-Cabeza 2017).



Figura 3. Betsy Viviana Rodríguez presentando la conferencia “Los frailejones, un Valor Objeto de Conservación del Sistema en Parques Nacionales Naturales de Colombia”.

2.3 Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte: avances

Amanda Varela Ramírez¹, Luz Stella Fuentes², Claudia Martínez³, María Mercedes Medina⁴ y Jorge Jácome¹

1. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana.
2. Centro de Biosistemas, Universidad Jorge Tadeo Lozano.
3. Sociedad Colombiana de Entomología - SOCOLEN.
4. Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte.

Recientemente extensas poblaciones de frailejones se han visto afectadas por un complejo de insectos-hongos, que mata al hospedero en cuestión de meses y probablemente esté poniendo en alto riesgo a estas plantas.

La presentación comenzó con un recuento histórico del convenio interinstitucional suscrito en el año 2011 para desarrollar un programa de investigaciones alrededor de la afectación de varias especies de frailejones, inspirado a partir de observaciones sobre la condición de los frailejones en 2009 en la cuenca Calostros del PNN Chingaza, en donde numerosos frailejones exhibían diferentes síntomas de daño en hojas y tronco, como clorosis, entorchamiento, pudrición (Medina *et al.*, 2010).

El objetivo del convenio fue desarrollar proyectos de investigación científica, pura y aplicada para describir y plantear estrategias participativas, encaminadas a reducir los impactos procedentes de la problemática encontrada en las

diferentes especies de frailejones en los Andes del Norte. Como objetivos específicos se propusieron (Varela *et al.*, 2017):

- Describir la distribución espacial y temporal de la afectación en los frailejones de los páramos de Colombia.
- Conocer aspectos ecológicos de la interacción de los frailejones con los agentes (insectos y hongos) causantes de su afectación.
- Describir los posibles efectos de la variabilidad climática asociada al Cambio Climático Global, sobre los patrones de distribución de los agentes causantes de la afectación en los frailejones.
- Describir los posibles impactos de la afectación sobre los bienes y servicios ecosistémicos.
- Generar alternativas conjuntas de manejo de la afectación presente en los frailejones con las instituciones competentes y las poblaciones humanas asociadas a las áreas afectadas.

Los resultados de las afectaciones reportadas sugieren que las poblaciones de varias especies de frailejones podrían estar en riesgo, con consecuencias para la integridad ecológica de los páramos y los servicios ecosistémicos que brindan.

Se han realizado numerosas investigaciones en páramos del Corredor de Conservación Chingaza-Sumapaz-Cerros Orientales-Guerrero, en las que se han colectado larvas y adultos de insectos, hojas, muestras de tronco y suelo, a lo largo de transectos (30×1 m) y parcelas (10×10 m y 30×30 m). Se han identificado varias especies de patógenos, principalmente de lepidópteros, coleópteros y hongos fitopatógenos (Hernández *et al.*, 2014; Salinas *et al.*, 2013). Se destaca una polilla nativa recientemente descrita, *Oidematorphorus espeletiae* (Lepidoptera), una de las más frecuentes y que causa mayor daño en el meristemo (Hernández *et al.*, 2014). En las hojas maduras los daños son causados por varias especies de escarabajos Curculionidae y Scolytidae, como *Premnotrypes* sp., *Listronotus* sp., *Puranius* sp. e *Hylesinus* sp. Cuando las plantas han sido debilitadas por el ataque de los insectos, los meristemos apicales y los tallos son atacados por hongos como *Nigrospora*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, entre otros, que causan la muerte de los individuos (Varela *et al.*, 2017).

En cuanto al rango de distribución de la afectación, se han identificado individuos de *Espeletia*, *Espeletiopsis* y *Senecio* afectados en páramos ubicados en el norte, centro y sur del país (Fig. 4). La afectación se presenta en todos los rangos de elevación, y en todas las clases de edad de los frailejones, siendo los juveniles y en estado reproductivo los más afectados.



Figura 4. Población de frailejón de Belén (*Espeletia brachyaxiantha* S. Díaz) severamente afectada por larvas de insectos y hongos, en el sector del Boquerón del Consuelo, Páramo de la Rusia, Boyacá.

Autor: Mauricio Diazgranados, 2017

Al parecer no hay una relación de la afectación con características físicas o químicas del suelo, con la composición de la vegetación circundante, ni con actividades antrópicas en el páramo, por lo que es posible que la variabilidad climática y el aumento de temperatura sinérgicamente tiendan a incrementar la afectación y genera la necesidad de una intervención inminente.

Finalmente, la expositora (Fig. 5) indicó que las prioridades de investigación se centran ahora en determinar el potencial de la afectación, la relación con escenarios de cambio climático, establecer el impacto sobre la oferta hídrica, y evaluar alternativas de manejo y control (Varela *et al.*, 2017).



Figura 5. Amanda Varela Ramírez presentando la conferencia Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte

2.4 Experiencias de conservación y propagación *ex situ* de frailejones

Laura Victoria Pérez-Martínez¹, Sandra Liliana Castañeda-Garzón², Manuela Calderón Hernández³, Carolina Mancipe-Murillo⁴ y Belkys Adriana Pérez-Martínez¹

1. Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
2. Jardín Botánico Guillermo Piñeres de Cartagena.
3. Área de Material reproductivo y mejoramiento genético, Corpoica.

Además de la conservación *in situ* de los frailejones, facilitada por el manejo y monitoreo de las poblaciones naturales en áreas protegidas, también es importante garantizar la conservación de su banco genético *ex situ*, por ejemplo a través de bancos de semillas. Desde hace varios años instituciones como el Jardín Botánico de Bogotá vienen adelantando investigaciones y desarrollos en este ámbito (Fig. 6), los cuales se sintetizaron en esta presentación, a través de los resultados obtenidos a la fecha en cuatro proyectos concretos que evaluaron los siguientes aspectos: la germinación y la viabilidad en condiciones controladas de laboratorio y la tolerancia a la desecación de seis especies de frailejones, la propagación *in vitro* de *E. grandiflora* y la propagación sexual de ocho especies en condiciones de invernadero (Pérez-Martínez *et al.*, 2017).



Figura 6. Investigaciones en germinación y propagación ex situ de frailejones realizadas por el Jardín Botánico de Bogotá
Autor: Mauricio Diazgranados, 2016

Los resultados obtenidos mostraron que los porcentajes de viabilidad y germinación de las especies de frailejones en condiciones controladas varían considerablemente (entre 31.8% y 96.9%), y que estos se ven afectados por la localidad y fecha de colecta, al igual que algún tipo de dormancia, observado en *Espeletiopsis corymbosa*. En condiciones *in vitro* *E. grandiflora* tuvo porcentajes de germinación de hasta el 85%. Sin embargo, en condiciones de invernadero los porcentajes de germinación y supervivencia fueron bajos, entre 1.1% y 12.9% y entre 0.9% y 32.5% respectivamente, y se registró un aumento de la altura menor a 2.0 mm/mes en todas las especies. En términos de la tolerancia a la desecación para almacenamiento, se observó que las semillas de cuatro especies parecen ser de tipo ortodoxo y permiten esta práctica (*Espeletia argentea*, *E. grandiflora*, *E. Lopezii* y *E. corymbosa*), y de dos especies de tipo recalcitrantes (*E. murilloi* y *E. barclayana*).

Se han realizado varios ensayos de propagación mediante la siembra de semillas en medio Murashige Skoog. A pesar de los diversos tratamientos, con adición de carbón activado, compuestos orgánicos y ácido indolbutírico, no se observan efectos significativos en los mismos. La germinación de las especies es notoriamente baja (entre 1.1% y 12.9%), independientemente del tratamiento. La supervivencia de las plántulas oscila entre 0.9% para *E. corymbosa* y 32.5% para *E. barclayana*, y se registró una tasa de crecimiento menor a 2.0 mm/mes en todas las especies.

Los resultados expuestos por Pérez-Martínez (Fig. 7) son un aporte valioso al conocimiento de rasgos de historia de vida de especies altoandinas, y resaltan la importancia la fenología reproductiva de las especies para asegurar la colecta de semillas maduras y obtener también lotes con mayor viabilidad. A su vez, son una herramienta útil para la selección de especies para restauración (Pérez-Martínez *et al.*, 2017).



Figura 7. Laura Victoria Pérez-Martínez presentando la conferencia Experiencias de conservación y propagación *ex situ* de frailejones

2.5 Aportes a la evaluación del estado de conservación de los frailejones de los complejos de Rabanal y Santurbán

David E. Granados Z.¹ y Mauricio Diazgranados²

1. Consultor Independiente
2. Natural Capital and Plant Health Department, Wakehurst Place, Royal Botanic Gardens, Kew, Ardingly, West Sussex, United Kingdom

La re-evaluación del estado de conservación de los frailejones de Colombia requiere no sólo de la revisión de literatura y de los especímenes de herbario, sino de la actualización del conocimiento en torno a las poblaciones existentes de las especies. Por esta razón, se incluyó una presentación que recoge los resultados de una evaluación realizada para los complejos de los páramos de (Cundinamarca-Boyacá) y Santurbán-Almorzadero (Santander-Norte de Santander). Se trata de dos complejos de páramos con amenazas de consideración, y priorizados en el proyecto nacional de delimitación de páramos.

La metodología, presentada por Granados (Fig. 8), se basó en un registro ecológico rápido de especies preseleccionadas, teniendo en cuenta criterios como extensión poblacional, composición demográfica (plántulas, individuos juveniles, maduros, senescentes), estado sanitario, fragmentación y estado del ecosistema (ej. amenazas visibles). En cada páramo se realizaron varios recorridos (18 días efectivos de campo) y un total de 49 parcelas de 10×10 m (Ráquira 7, Samacá 4, Ventaquemada 5, Pamplona 11, Vetas 13, Presidente 5, y Mutiscua 2), en las que se determinó la estructura y densidad poblacional (Granados y Diazgranados 2017); junto con un registro fotográfico exhaustivo (980 fotografías) como evidencia de individuos afectados por herbivoría, infecciones por hongos y actividades antrópicas como agricultura, ganadería, minería, etc.



Figura 8. David E. Granados Z. presentando la conferencia:
Aportes a la Evaluación del Estado de Conservación de los Frailejones de los Complejos de Rabanal y Santurbán

Se evaluaron 12 especies en total: cinco en Rabanal (*Espeletia boyacensis*, *E. Murilloi*, *E. barclayana*, *E. congestiflora* y *Espeletiopsis rabanalensis*) y siete en Santurbán (*Espeletia conglomerata*, *E. estanislana*, *E. robertii*, *E. standleyana*, *Espeletiopsis funkii*, *E. sanchezii* y *E. santanderensis*). Se encontraron nuevas localidades para *E. robertii*, y para todas las especies se registraron individuos en las tres clases de tamaño. Se reportaron afectaciones por herbivoría en todas las especies, e infecciones por hongos en la mayoría, a excepción de algunas especies del género *Espeletiopsis* (ej. *E. rabanalensis*). La agricultura parece ser la mayor amenaza antrópica seguida por la ganadería, plantaciones forestales y la minería (Fig. 9). Para cada especie analizada se realizaron anotaciones que están siendo consideradas como insumo para revisar su estado de conservación.



Figura 9. Sector de Páramo de Rabanal, fuertemente fragmentado por el avance de la frontera agropecuaria
Autor: David Granados, 2017

2.6 Apuntes para la revisión del estado de conservación y amenaza de los frailejones en Colombia

Mauricio Diazgranados¹

Para finalizar la sesión, se presentaron avances de los resultados de la revisión del estado de conservación y amenaza de los frailejones en el país (Fig. 10), la cual se realizó con el apoyo del Instituto Alexander von Humboldt, a la luz del conocimiento más reciente. La metodología incluye: la compilación de una base de datos con toda la información disponible de registros, la cual estará disponible para investigación científica a través del portal de datos del Instituto Humboldt; la verificación en campo en páramos priorizados (por ejemplo, los complejos de Rabanal y Santurbán-Almorzadero); y la estimación de las categorías de amenaza usando la metodología propuesta por la UICN.

Se destacaron algunos problemas eminentes en el proceso de categorización como los vacíos de información geográfica y taxonómica. Sin embargo, también se resaltaron las ventajas en el caso de los frailejones en cuanto a que es un grupo de importancia ecológica y cultural, carismático y de relativamente fácil evaluación. El Libro Rojo de frailejones proporciona también una sólida línea de base para una re-evaluación, sin embargo es importante anotar algunos cambios taxonómicos que resaltan la necesidad de su actualización. Algunos de éstos son:

- En el Libro Rojo *Espeletia brachyaxiantha* incluye la subespecie *E. brachyaxiantha pescana*. Sin embargo, hoy en día se reconoce *E. pescana* como una especie independiente.
- *Espeletia phaneractis*, identificada en el Libro Rojo como una especie, es un sinónimo de *E. argentea*.
- *Espeletiopsis bogotensis* es un híbrido reconocido y no una especie.
- *Libanothamnus glossophyllus* es un sinónimo de *L. occultus*
- *Libanothamnus subneriifolius* es un sinónimo de *L. occultus*
- Se indica en el Libro Rojo que *Espeletiopsis guacharaca* es un sinónimo de *E. jimenezquesadae*. Sin embargo, son especies distintas.

Para la correcta taxonomía del grupo se sugiere la revisión del nomenclátor del grupo (Diazgranados 2012a) y de la monografía (Cuatrecasas 2013).

Finalmente se presentaron los modelos sobre las posibles consecuencias del cambio climático en las distribuciones futuras de todas las especies de frailejones a nivel global (Diazgranados 2012b), como elemento a tener en cuenta para las re-evaluaciones del estado de conservación y amenaza de las especies (Diazgranados 2017)

¹ Natural Capital and Plant Health Department, Wakehurst Place, Royal Botanic Gardens, Kew



Figura 10. Mauricio Díazgranados presentando la conferencia:
Apuntes para la revisión del estado de conservación y amenaza de los frailejones en Colombia.

3. PUNTOS DE REFLEXIÓN Y DISCUSIÓN

Al finalizar las presentaciones, se dio inicio a la segunda sesión, consistente en un debate abierto sobre las prioridades de estudio y la re-evaluación del estado de conservación y amenaza de los frailejones. Se recibieron comentarios y preguntas por parte de los asistentes por cerca de media hora. Los principales cuestionamientos y comentarios fueron:

¿Por qué no se han estudiado muchas de las especies de frailejones?

Básicamente por dos razones: por el desconocimiento sobre la taxonomía del grupo, y por la cercanía de ciertas especies a los principales centros urbanos como Bogotá. Ahora que la taxonomía es más clara, que existen mejores condiciones de seguridad para trabajar en buena parte del país y que existe una línea base sobre la distribución geográfica de las especies, se sugiere abordar estudios sobre especies poco conocidas.

¿Cómo se estimaron los tamaños poblacionales de las especies encontradas en los recorridos por los complejos de Rabanal y Santurbán-Almorzadero?

Las estimaciones se realizaron a partir del conteo de los individuos presentes en fotografías y la extrapolación al área total de la población. Es claro que no fueron contabilizadas las plántulas, a menos de que la población fuera escasa. Si bien esta estimación de filtro grueso no sería muy adecuada para estudios demográficos, es útil como soporte para la evaluación de las poblaciones de acuerdo con la metodología de la UICN.

¿Están disponibles los datos de monitoreo de frailejones del sistema de PNN en el portal de Datos Abiertos (<https://www.datos.gov.co/>)?

Aún no, porque todavía se están depurando. Pero se espera que pronto puedan estar a disposición de la comunidad.

¿Cuál es la extensión geográfica de la afección de los frailejones por el complejo de patógenos insectos-hongos?

Se tiene certeza de poblaciones afectadas a lo largo de toda la Cordillera Oriental en Colombia. Sin embargo, también se tienen reportes no publicados de poblaciones afectadas desde Ecuador hasta Venezuela.

¿Cómo se puede participar en el Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte?

Los datos de contacto de la coordinadora científica del programa (Amanda Varela) están a disposición de los interesados.

¿Qué se puede hacer para detener la afectación de los frailejones?

Lo primero es comprender las interacciones animal-planta-hongo, y las variables bióticas y abióticas implicadas en su regulación. Posteriormente se pueden usar controladores biológicos para alterar las interacciones. También es posible investigar mecanismos genéticos de defensa de algunos individuos de frailejones, para fortalecer esos rasgos genéticos en la población.

¿Por qué es tan difícil la propagación de los frailejones?

Por un lado, porque generalmente las semillas se encuentran sin embrión, o infectadas por larvas. Por otra parte, seguramente aún no se conocen muy bien las condiciones más adecuadas para su germinación. Por eso es necesario seguir investigando la germinación y propagación *ex situ* de las diferentes especies.

¿Cómo se puede involucrar la comunidad local en los procesos de monitoreo, evaluación y conservación?

A partir de la apropiación del conocimiento de los frailejones y su importancia, que comienza con el reconocimiento de su diversidad, y la identificación de las especies presentes en la región. Por supuesto debe haber una voluntad de las organizaciones públicas y privadas para apoyar estos procesos.

Finalmente se comentó acerca del siguiente estudio presentado en el marco del congreso que no pudo ser incluido en el programa del simposio: “Evaluación del estado de conservación de especies de Espeletiinae del páramo de Rabanal, Boyacá-Colombia”, presentado por Andrea L. Simbaqueba G. y Maria Eugenia Morales P., de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. La investigación incluyó ocho especies, para las que se realizó la evaluación en campo de las poblaciones (estructura, densidad y tamaño), la distribución geográfica, y la revisión de ejemplares de herbarios, para finalmente proponer de manera preliminar categorías de amenaza.

4. RECOMENDACIONES FINALES

El simposio permitió compartir opiniones, recibir sugerencias y fortalecer la red de colaboradores en la comunidad científica que se encuentran trabajando con frailejones.

Se destaca la ausencia de especialistas en el grupo a nivel general (a excepción de muy pocos botánicos), que pueden tener un conocimiento del grupo al menos a nivel nacional. La mayor parte de los botánicos que trabajan con estas plantas lo hacen de manera local, por lo que muchas veces no tienen la visión general del estado de conservación y amenaza de las especies. Por eso es necesario continuar apoyando este tipo de instancias, que permitan identificar los obstáculos y vacíos de conocimiento, y que entusiasmen a las nuevas generaciones para abordar investigaciones que aporten información para llenar tales vacíos.

De manera impactante, de las 645 conferencias presentadas en el IX Congreso Colombiano de Botánica, tan solo 13 (2%) se enfocaron en frailejones (incluyendo las seis conferencias del simposio), siendo plantas tan importantes desde el punto de vista cultural y ecológico para los páramos colombianos. Por eso se deben seguir aunando esfuerzos para incrementar el interés y el conocimiento sobre este grupo, cuya supervivencia puede estar supeditada a la eficiencia de las medidas de conservación.

Finalmente se propuso fortalecer las redes de cooperación, no sólo para el Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte, sino en general para todo tipo de investigaciones desarrolladas en torno a estas plantas icónicas para el país.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta iniciativa fue financiada por el proyecto Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte, con el apoyo de la Unión Europea y coordinado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Se agradece a la Asociación Colombiana de Botánica y al Comité Científico del IX Congreso Colombiano de Botánica, por eximir del cobro de la inscripción al congreso a los conferencistas del simposio. A la Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia, por todo el apoyo previo y durante el desarrollo del evento.

6. REFERENCIAS

- Cuatrecasas J. 2013. *A systematic study of the subtribe Espeletiinae*. New York, USA: The New York Botanical Garden.
- Díaz-Piedrahita S, y Rodríguez-Cabeza BV. 2008. Novedades en los géneros *Espeletia* Mutis ex Humb. & Bonpl. y *Espeletiopsis* Cuatrec. (Asteraceae, Heliantheae, Espeletiinae). *Revista Acad Colomb Ci Exact* 32:455–464.
- Díaz-Piedrahita S, y Rodríguez-Cabeza BV. 2010. Nuevas Especies Colombianas de *Espeletiopsis* Cuatrec. y de *Espeletia* Mutis ex Humb. & Bonpl. (Asteraceae, Heliantheae, Espeletiinae). *Revista Acad Colomb Ci Exact* 34:441–454.
- Díaz-Piedrahita S, y Rodríguez-Cabeza BV. 2011. Novedades en Asteráceas colombianas - I. *Revista Acad Colomb Ci Exact* 37:411-424.
- Díaz-Piedrahita S, Rodríguez-Cabeza BV, y Galindo-Tarazona R. 2006. Interesantes Novedades en Espeletiinae (Asteraceae-Heliantheae) de Colombia. *Revista Acad Colomb Ci Exact* 30:332–352.
- Díazgranados M. 2012a. A nomenclator for the frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae). *Phytokeys* 16:1–52. doi: 10.3897/phytokeys.16.3186
- Díazgranados M. 2012b. Phylogenetic y biogeographic relationships within the Espeletiinae (family Asteraceae), an endemic subtribe of the South American Páramos (Doctoral Dissertation) Ph.D. Doctoral Dissertation. Saint Louis University.
- Díazgranados M. 2015. Una mirada biológica a los páramos circundantes a la Sabana de Bogotá. En: Guhl E, (ed) *Los páramos circundantes a la Sabana de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico de Bogotá, 175–205.
- Díazgranados M. 2017. Apuntes para la Revisión del Estado de Conservación y Amenaza de los Frailejones en Colombia. En: Moreno Gaona DA (ed.) *Memorias IX Congreso Colombiano de Botánica*, p 250. Ciencia en Desarrollo (Suplemento especial). Tunja, Boyacá (Colombia).
- Díazgranados M, y Barber JC. 2017. Geography shapes the phylogeny of frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae): a remarkable example of recent rapid radiation in sky islands. *PeerJ* 5:e2968. 10.7717/peerj.2968
- Díazgranados M, y Sánchez LR. 2013. A new species of *Espeletiopsis* (Millerieae, Asteraceae) from Colombia. *Phytokeys*:37–48. 10.3897/phytokeys.32.6387
- Díazgranados M, y Sánchez LR. 2017. *Espeletia praesidentis*, a new species of Espeletiinae (Millerieae, Asteraceae) from northeastern Colombia. *Phytokeys* 76:1–12. 10.3897/phytokeys.76.11220
- García N, Calderón E, y Galeano G. 2005. Frailejones. En: Calderón E, Galeano G, y García N, (eds.) *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, frailejones y zamias*, 225– 385. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial . Bogotá D.C., Colombia
- Granados DE, y Díazgranados M. 2017. Aportes a la evaluación del estado de conservación de los frailejones de los complejos de Rabanal y Santurbán. En: Moreno Gaona DA, (ed.) *Memorias IX Congreso Colombiano de Botánica*, p 242–243. Ciencia en Desarrollo (Suplemento Especial). Tunja, Boyacá (Colombia).
- Hernández LC, Fuentes LS, Fajardo GE, y Matthews DL. 2014. A new species of *Oidaematophorus* (Lepidoptera: Pterophoridae) from Chingaza National Natural Park in Colombia. *Trop Lepid Res* 24:15–21.
- Medina MM, Varela A, y Martínez C. 2010. Registro de daño a los frailejones (Asteraceae: *Espeletia* spp.) por insectos y hongos patógenos en el PNN Chingaza (Colombia). *Cespedesia* 32:67–70.

- Padilla-Gonzalez GF, Diazgranados M, y Da Costa FB. 2017. Biogeography shaped the metabolome of the genus *Espeletia*: a phytochemical perspective on an Andean adaptive radiation. *Sci Rep* 7:8835. 10.1038/s41598-017-09431-7
- Padilla-González GF, Diazgranados M, Oliveira TB, Chagas-Paula DA, y Da Costa FB. 2017. Chemistry of the subtribe Espeletiinae (Asteraceae) and its correlation with phylogenetic data: an in silico chemosystematic approach. *Botanical Journal of the Linnean Society* 186:18-46.
- Pérez-Martínez LV, Castañeda-Garzón SL, Calderón-Hernández M, Mancipe-Murillo C, y PérezMartínez BA. 2017. Experiencias de Conservación y Propagación ex situ de Frailejones. In: Moreno Gaona DA, editor. Memorias IX Congreso Colombiano de Botánica, p 246– 247. Ciencia en Desarrollo (Suplemento Especial). Tunja, Boyacá (Colombia).
- Pouchon C, Fernández A, Nassar JM, Boyer F, Aubert S, Lavergne S, y Mavárez J. 2018. Phylogenomic Analysis of the Explosive Adaptive Radiation of the *Espeletia* complex (Asteraceae) in the Tropical Andes. *Systematic Biology*: syy022-syy022. 10.1093/sysbio/syy022
- Rauscher J. 2002. Molecular phylogenetics of the *Espeletia* complex (Asteraceae): evidence from nrDNA ITS sequences on the closest relatives of an Andean adaptive radiation. *American Journal of Botany* 89:1074-1084.
- Rodríguez-Cabeza BV. 2017. Los Frailejones, un Valor Objeto de Conservación del Sistema en Parques Nacionales Naturales de Colombia. IX Congreso Colombiano de Botánica. Tunja, Boyacá (Colombia).
- Salinas C, Fuentes LS, y Hernández LC. 2013. Caracterización de los lepidópteros fitófagos asociados a la herbivoría de frailejones en la microcuenca de la quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. *Mutis* 3:1–22.
- Varela A, Fuentes LS, Martínez C, Medina MM, y Jácome J. 2017. Programa Nacional Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte: Avances. En: Moreno Gaona DA, (ed.). Memorias IX Congreso Colombiano de Botánica, p 244–245. Ciencia en Desarrollo (Suplemento Especial). Tunja, Boyacá (Colombia).