

Monitoreo de la Sucesión Primaria en el Ultimo Glaciar de Venezuela

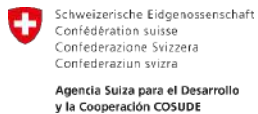
Luis Daniel Llambí
(luis.llambi@condesan.org)



National Geographic Society

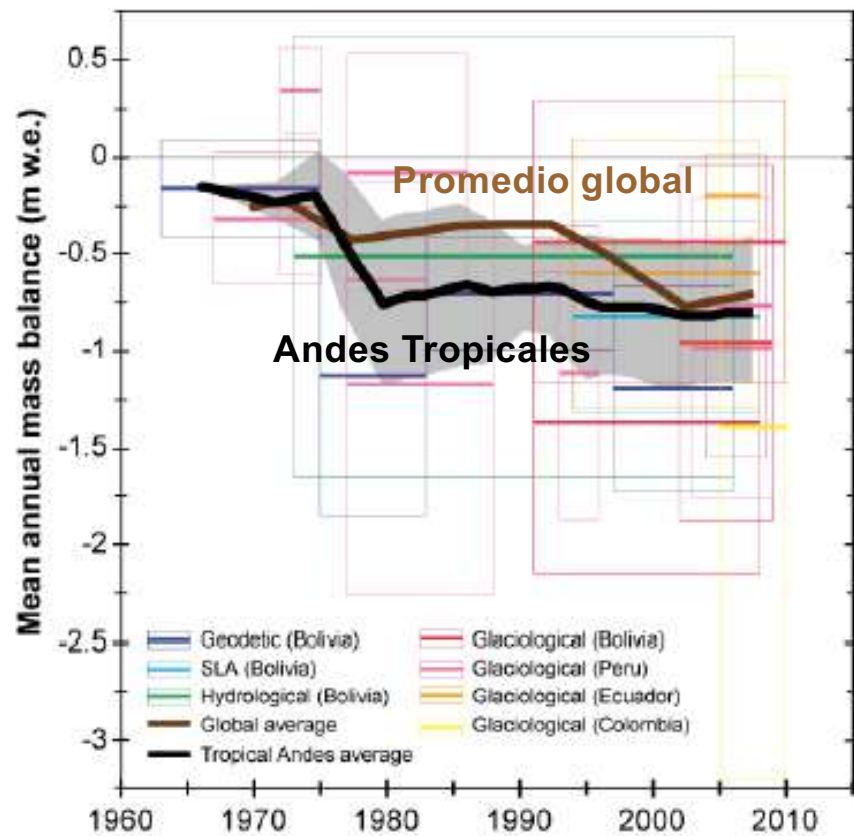


CONDESAN
Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina

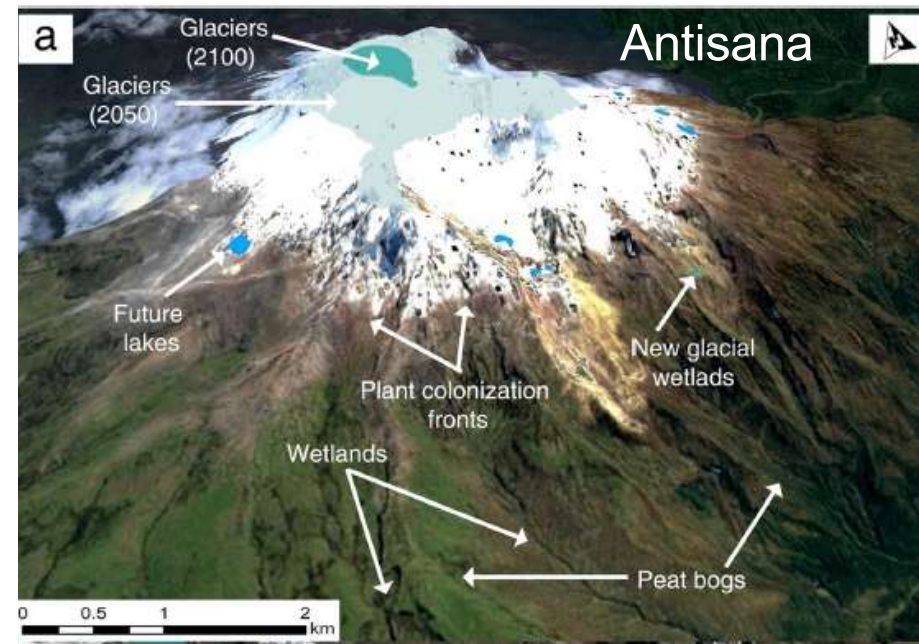


Sucesión primaria: áreas de retroceso glaciar Andes Tropicales

- Glaciares están retrocediendo más rápido en los **Andes Tropicales** que el promedio global
- Oportunidad única de estudiar el ensamblaje de **nuevos ecosistemas** bajo condiciones extremas y cambio climático acelerado



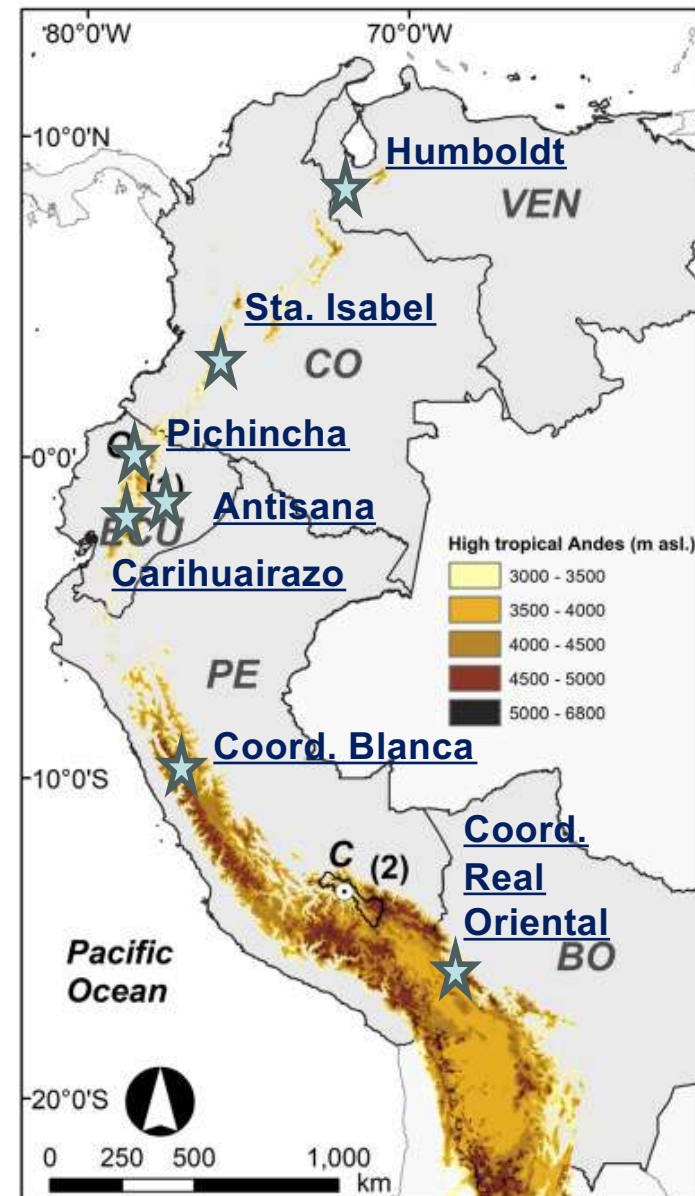
Fuente: Ravatel et al. 2013



Fuente: Cuesta, Llambí et al. 2019

Estudios Sucesión Primaria en los Andes Tropicales

- **Estudios recientes** de sucesión primaria en zonas de retroceso glaciar en Andes Tropicales (**enfoque de cronosecuencia**):
 - ✓ Llambí et al. 2021 (Humboldt, casi extinto)
 - ✓ Anthelme et al. 2021 (Sta. Isabel, casi extinto)
 - ✓ Suárez et al. 2015 (Pichincha, extinto)
 - ✓ Anthelme et al. 2022 (Antisana)
 - ✓ Rosero et al. 2021 (Carihuairazo, casi extinto)
 - ✓ Zimmer et al., 2018 (Coord. Blanca & Coord. Real Oriental)
- Indican **respuesta lenta de la vegetación** al retroceso glaciar acelerado
- Pero, **no existen estudios usando un enfoque diacrónico**: monitoreo en parcelas permanentes



Enfoques de estudio:

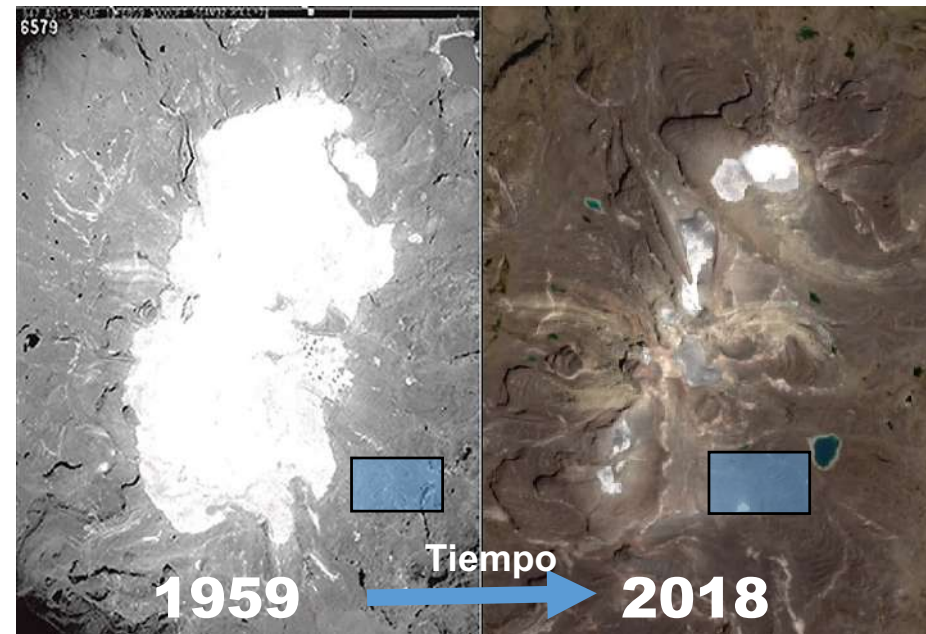
Enfoque Sincrónico

Substitución del tiempo por el espacio en cronosecuencias: requiere replicación espacial!



Enfoque diacrónico

Monitoreo en parcelas permanentes: requiere tiempo!



Proyecto Ultimo Glaciar de Venezuela

National Geographic Society



Combina enfoques sincrónicos y diacrónicos: zona de retroceso del glaciar del Pico Humboldt (4942 m)

- Ⓢ Mapeo del retroceso glaciar
- Ⓢ Análisis del desarrollo de los suelos
- Ⓢ Ensamblaje comunitario: líquenes, musgos, plantas vasculares
- Ⓢ Interacciones entre especies: facilitación y polinización

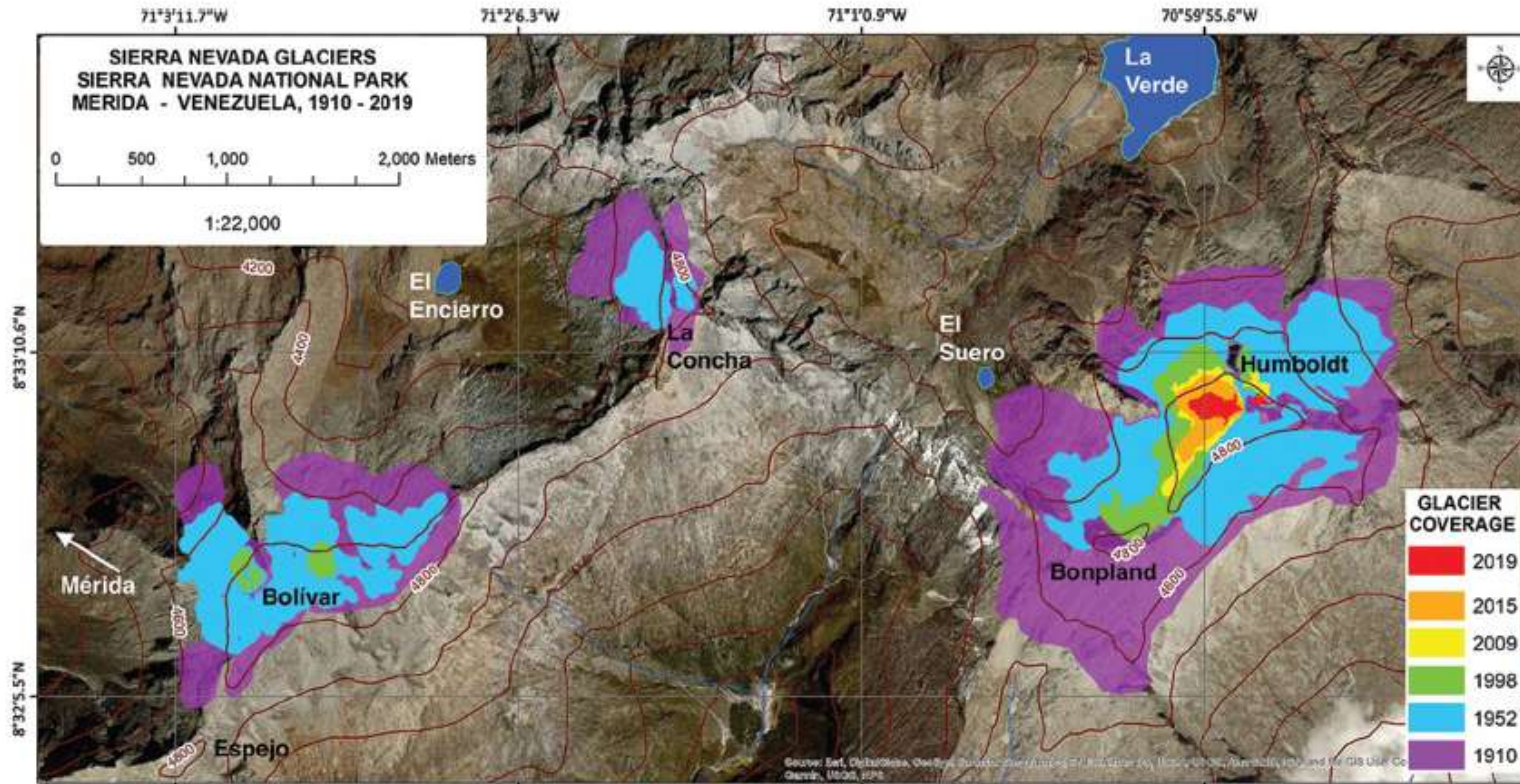


Reconstrucción del retroceso glaciar (100 años)

Picos Humboldt y
Bonpland

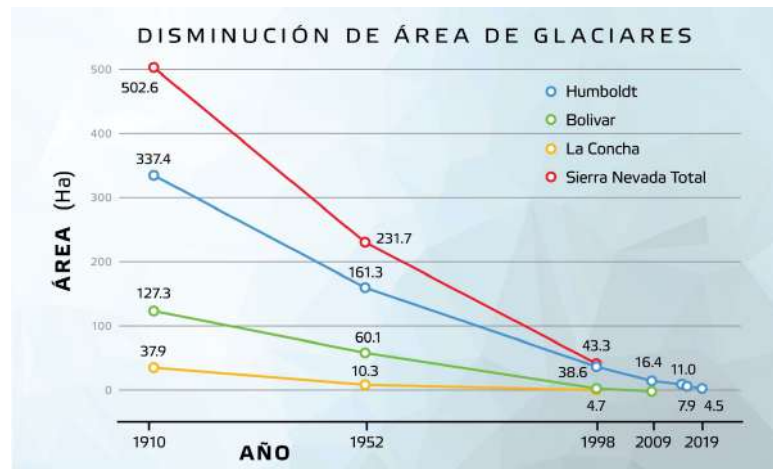
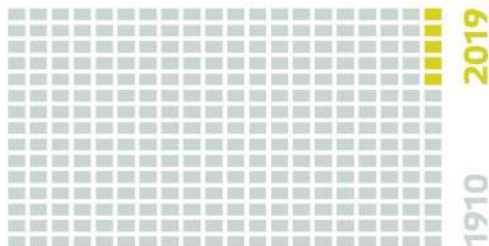


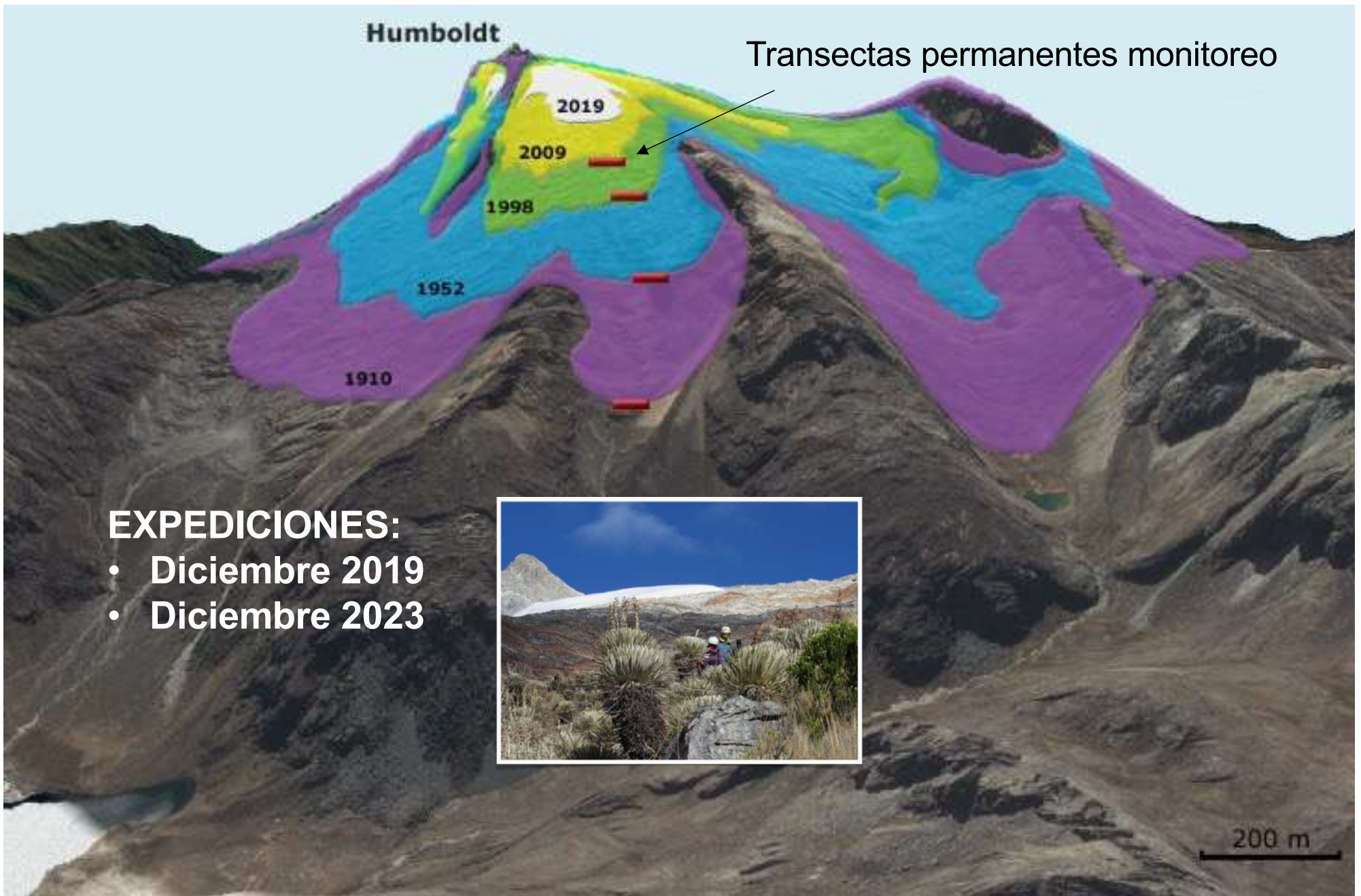
Pérdida: 99% de Retroceso Glaciar 1910-2019



Retroceso del área glacial durante 109 años en la Sierra Nevada de Mérida.

CAMPO DE FÚTBOL
125 x 85 m (7,140 m²)

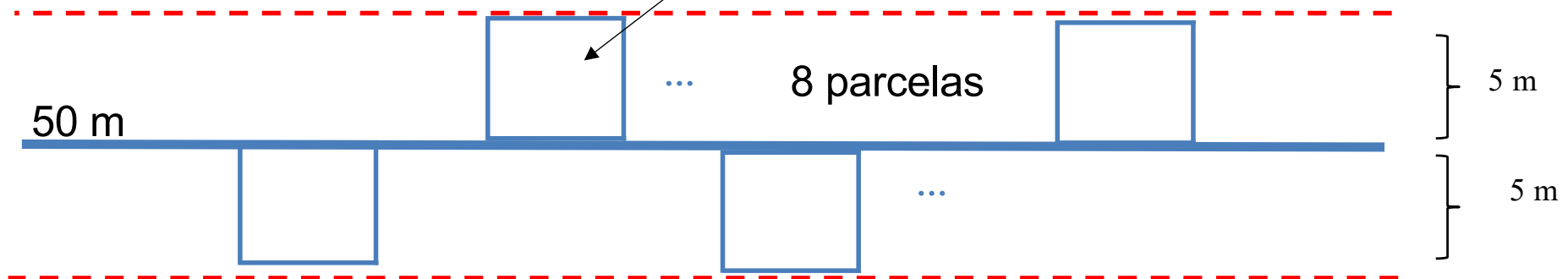
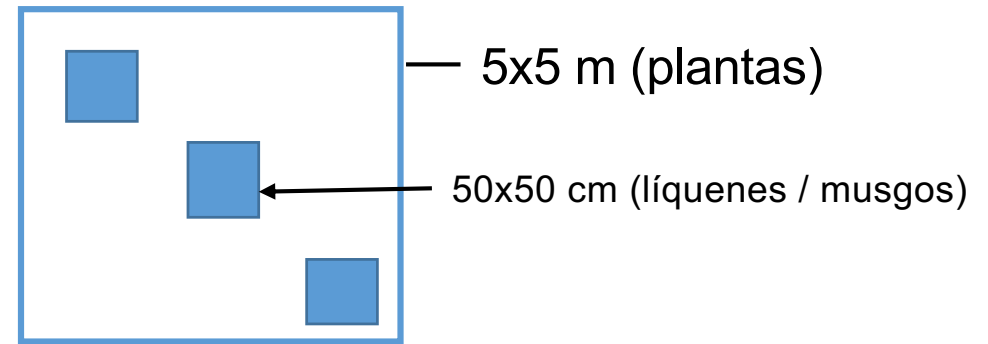




Muestreo de suelos y cobertura de plantas

En cada transecta:

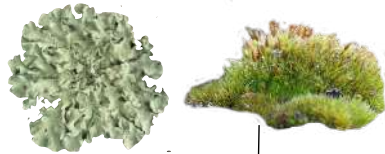
50 m de largo



Interacciones entre especies: facilitación y polinización

- **Líquenes y musgos: facilitación de gramínea pionera**

- Anillos de muestreo alrededor de *Poa petrosa*
- Anillos de muestreo en puntos al azar



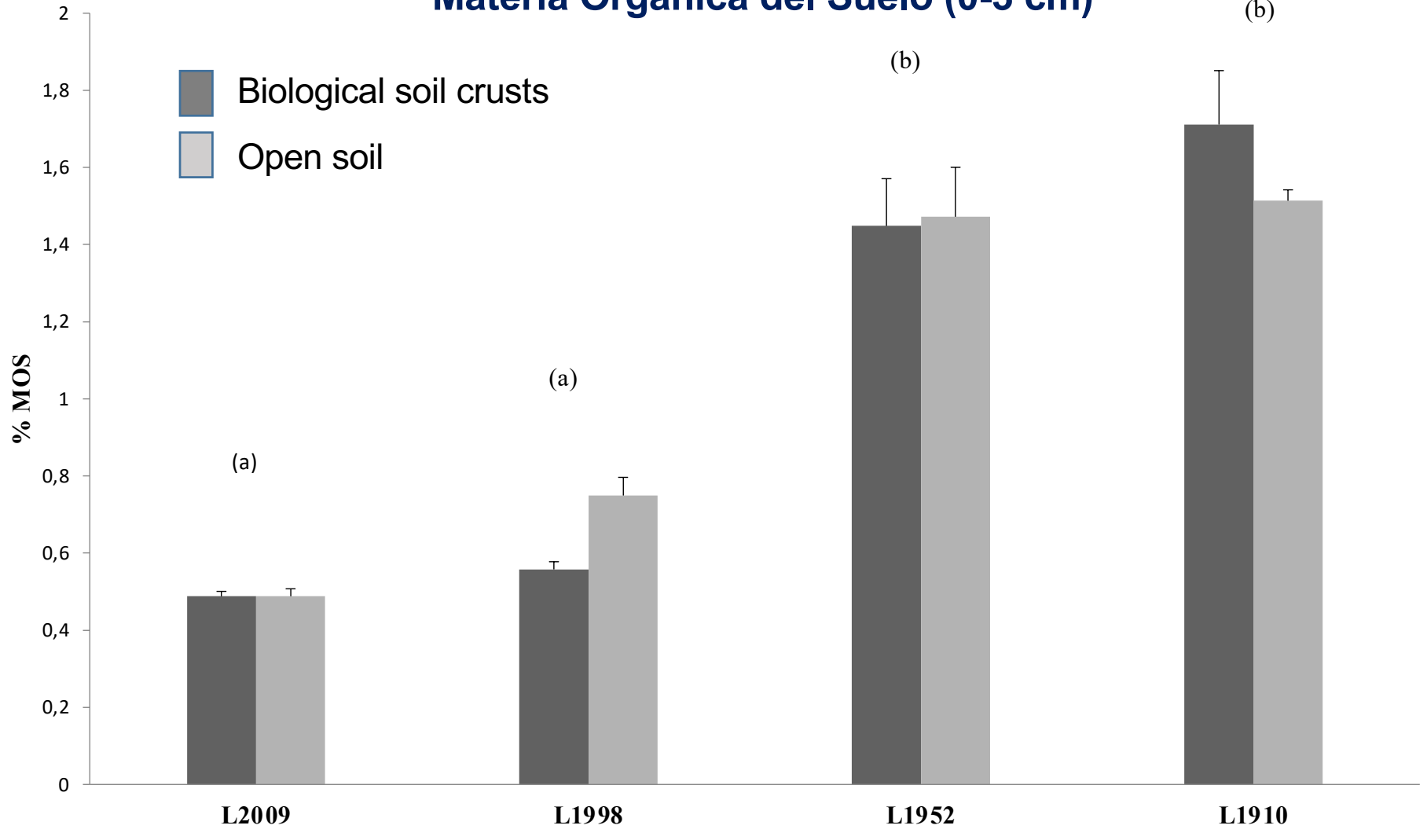
- **Polinización**



- Observaciones focales: 2,040 min
- Camaras Go-pro: 925 min



Materia Orgánica del Suelo (0-3 cm)



10 años

21 años

67 años

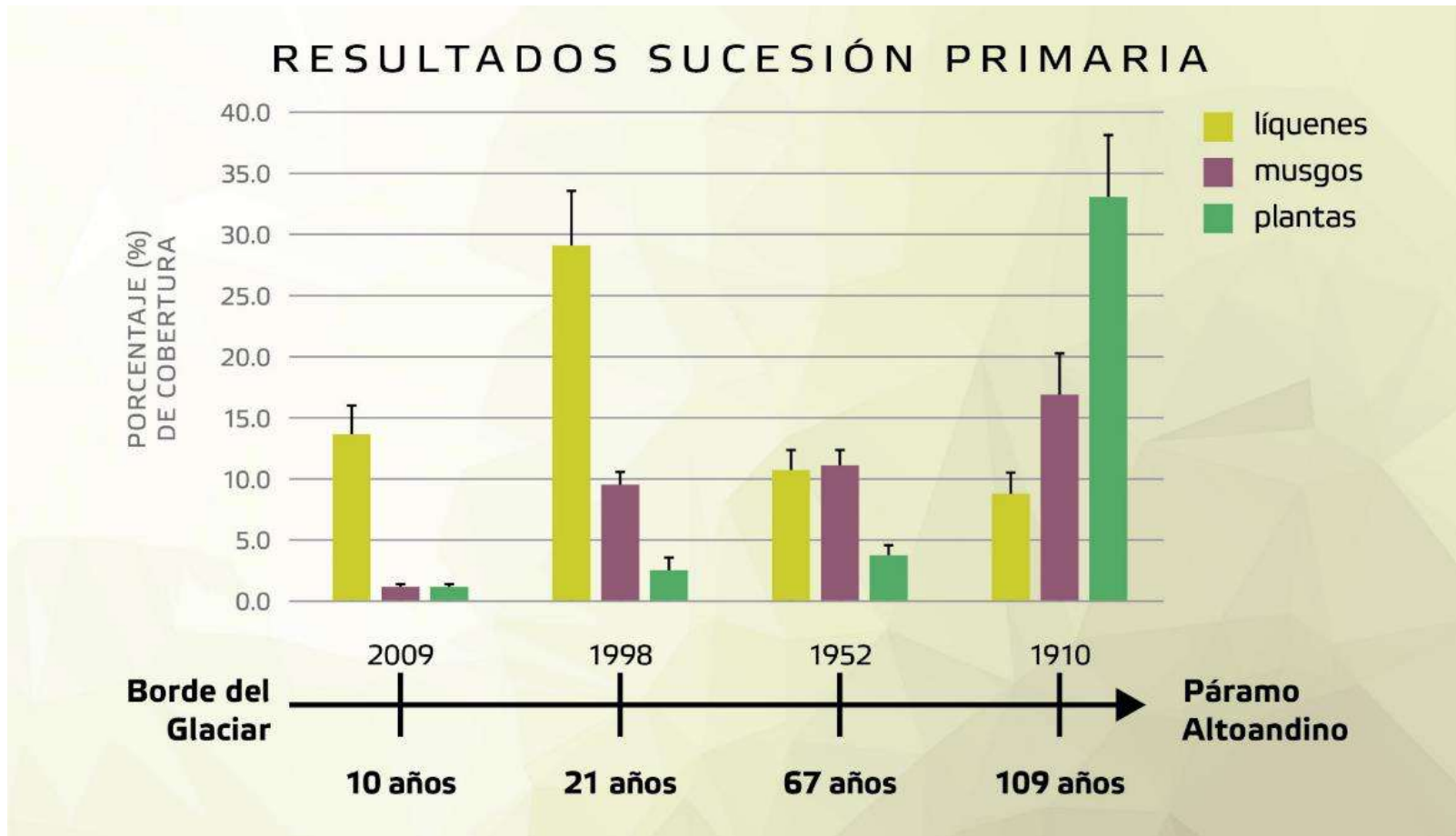
109 años

Cerca del
glaciar

Lejos del
glaciar

Sucesión

Dinámica de la Vegetación (Cronosecuencia)



Líquenes



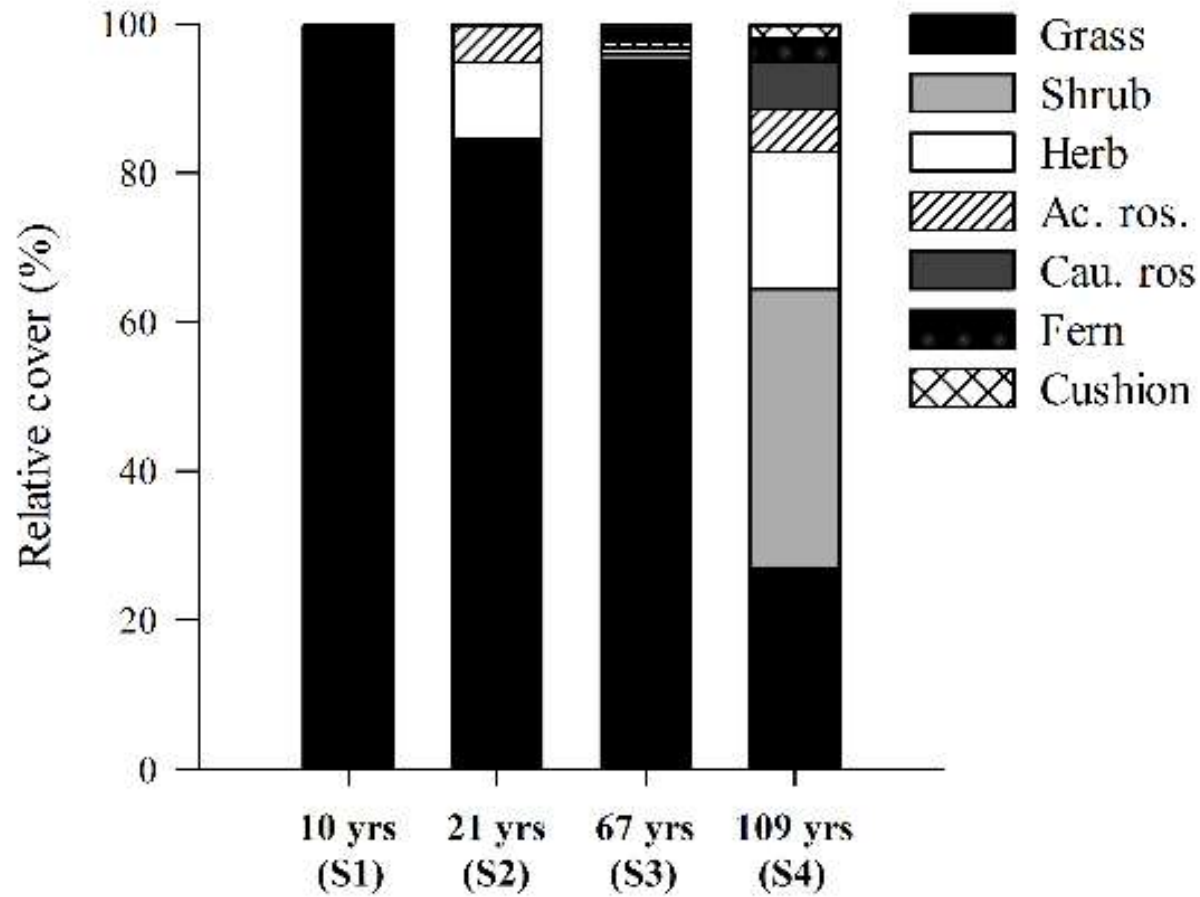
Musgos



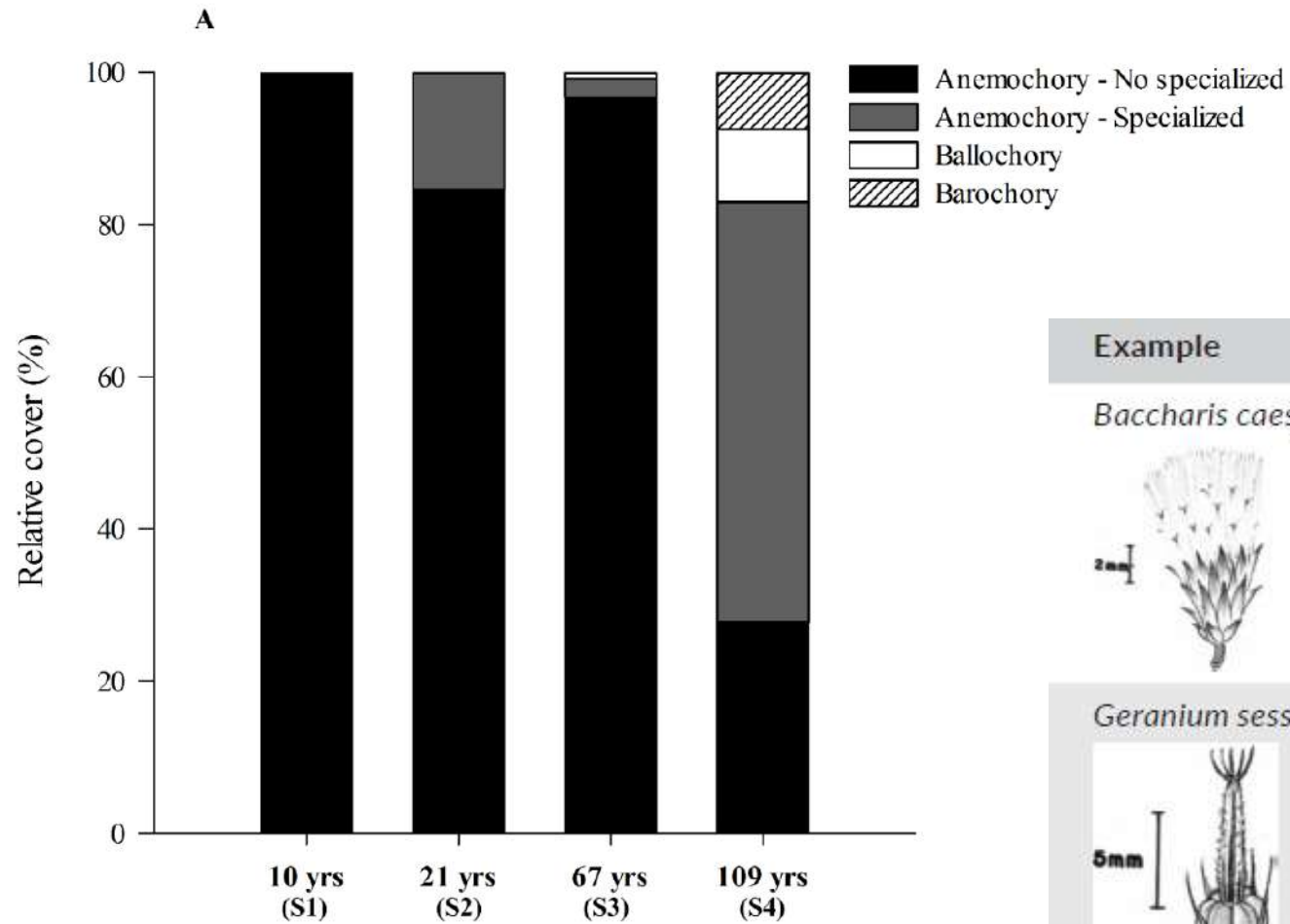
Plantas vasculares



Formas de crecimiento plantas

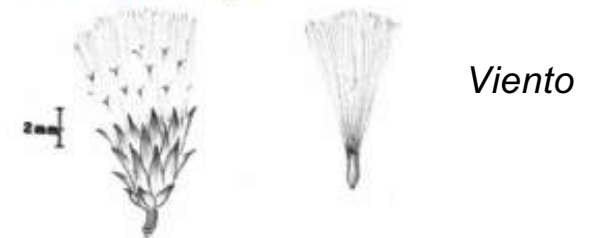


Síndromes de dispersion plantas



Example Anemocóricas

Baccharis caespitosa



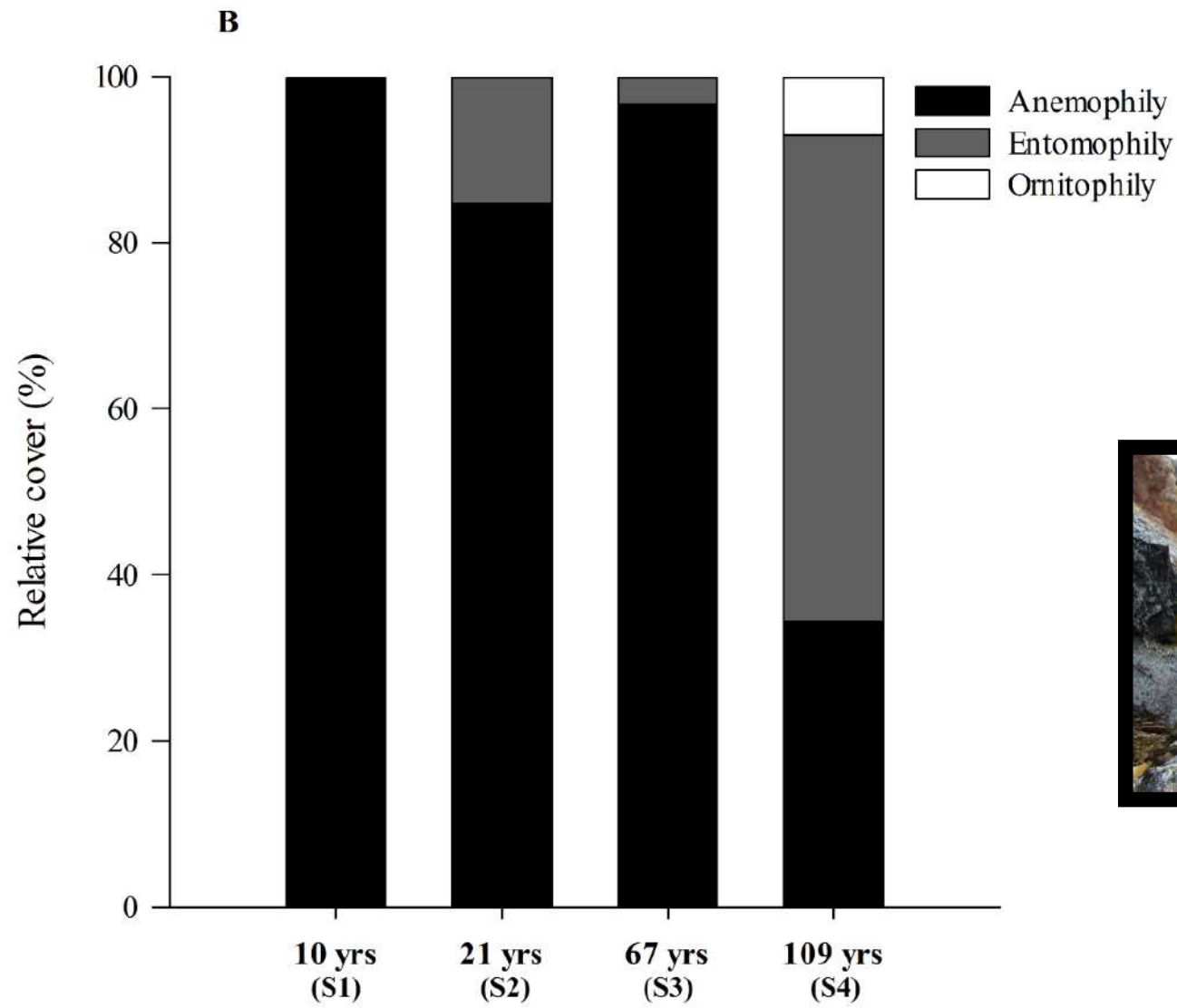
Geranium sessiliflorum Balocóricas



Arenaria pycnophylla Barocóricas

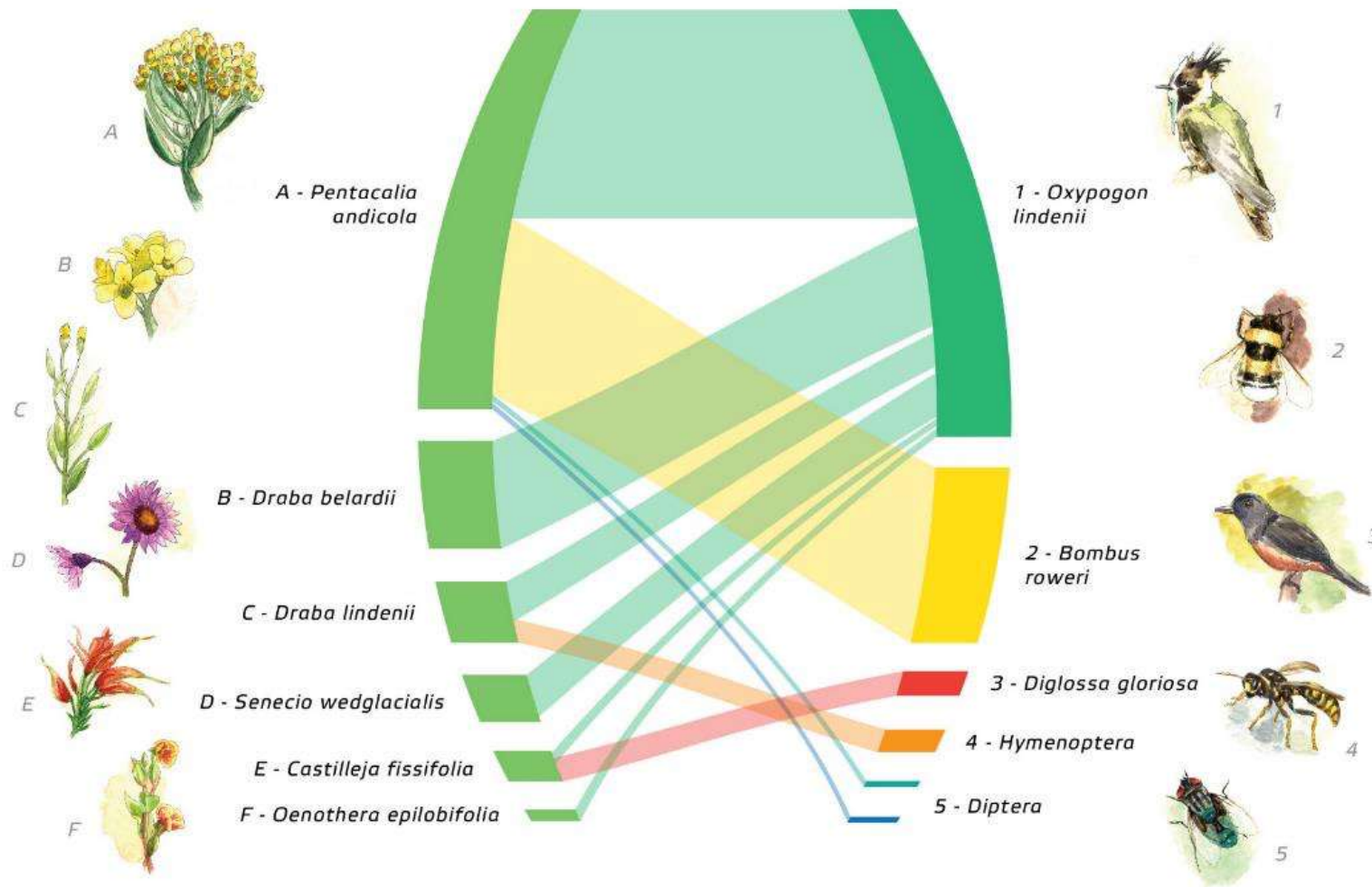


Síndromes de polinización

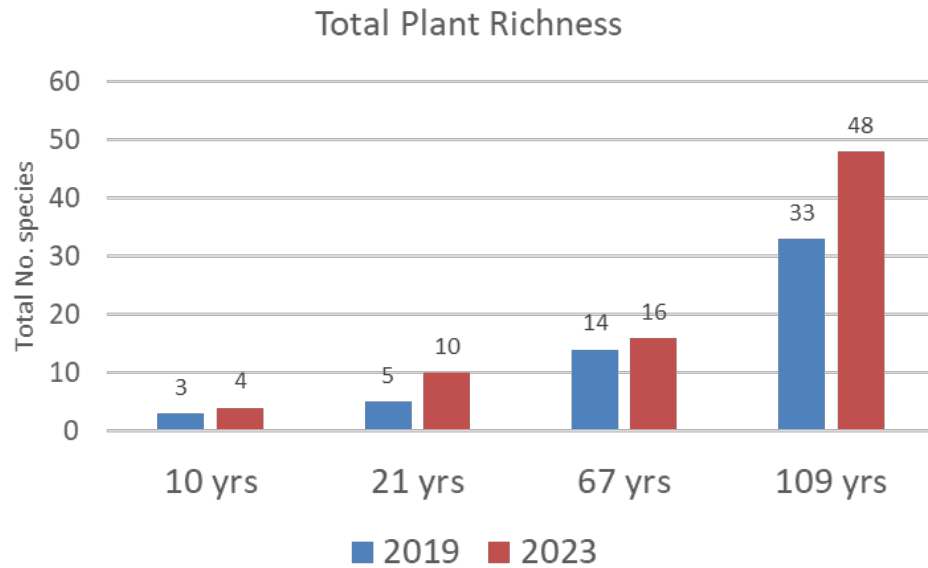


Redes de Polinización (100 años de sucesión)

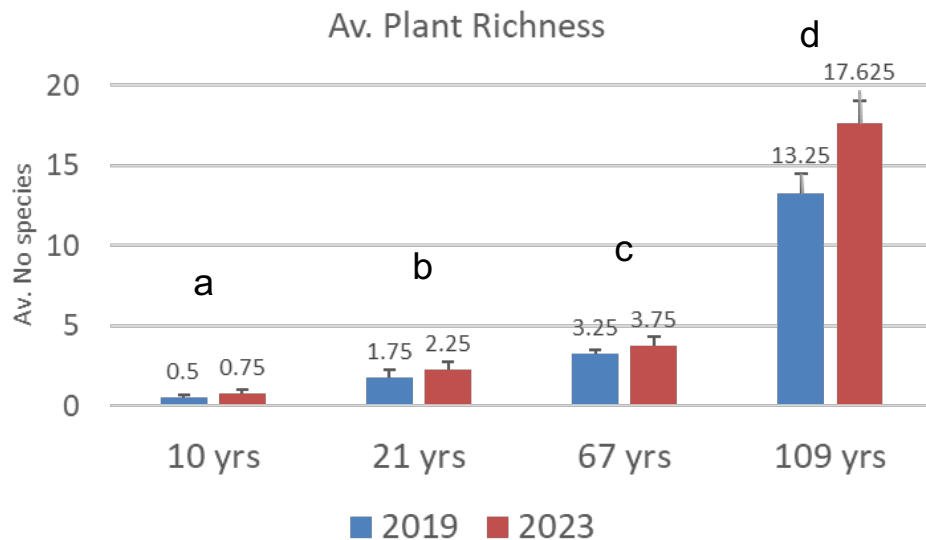
RED PLANTA-POLINIZADOR



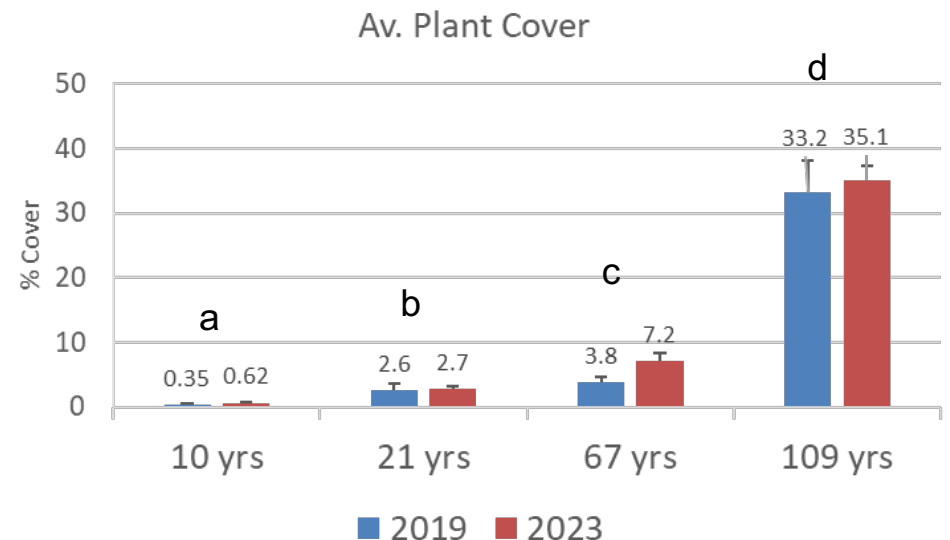
Análisis diacrónico: Cambios en Riqueza y Cobertura de Plantas 2019 vs. 2023



- **Aumento consistente en la riqueza de especies**
- Aumento consistente den la **cobertura** de plantas (pero no es estadísticamente significativo)



Samp.year P=0.007



Samp.year P=0.333

Conclusiones

- **Cambios en los paisajes de la alta montaña tropical: retroceso glaciar rápido pero respuesta lenta de los ecosistemas**
- **Limitaciones para el desarrollo de ecosistemas:** especialmente en áreas donde los glaciares están desapareciendo.
- **Facilitación mediada por líquenes y musgos pioneros:** papel limitado de plantas nodrizas
- **Plantas pioneras dependen en el viento para la polinización y dispersión:** no hay dispersión mediada por animales y las redes de polinización son muy simples luego de más de 100 años
- **Aumento sorprendente de la riqueza de plantas** en transectas permanentes luego de 5 años : similar a lo observado en GLORIA-Andes
- **Importancia de combinar enfoques sincrónicos y diacrónicos de monitoreo y estudios comparativos regionales**



References

 **frontiers**
in Ecology and Evolution

ORIGINAL RESEARCH
published: 27 October 2021
doi: 10.3389/fevo.2021.667700



Vegetation Assembly, Adaptive Strategies and Positive Interactions During Primary Succession in the Forefield of the Last Venezuelan Glacier


Luis D. Llambí^{1*}, Alejandra Melfo², Luis E. Gámez³, Roxibell C. Pelayo¹, Mariana Cárdenas^{4,5}, Cherry Rojas¹, Jesús E. Torres¹, Nerio Ramirez⁶, Bárbara Huber⁴ and Jesús Hernández⁷

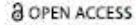

¹ Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela; ² Centro de Física Fundamental, Departamento de Física, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela; ³ Laboratorio de Dendrología, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela; ⁴ Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela; ⁵ Instituto de Protección Civil y Administración de Desastres, Mérida, Venezuela; ⁶ Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela; ⁷ Instituto Experimental Jardín Botánico "Dr. Tobías Lasser," Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

OPEN ACCESS
Edited by: Ricardo Dobrovolski, Federal University of Bahia, Brazil
Reviewed by: Pedro Joaquim Bergamo, Rio de Janeiro Botanical Garden, Brazil
Sandra Cristina Müller

Glaciers are receding at unprecedented rates in the alpine tropics, opening-up new areas for ecosystem assembly. However, little is known about the patterns/mechanisms of primary succession during the last stages of glacier retreat in tropical mountains. Our aim was to analyze soil development and vegetation assembly during primary

ARCTIC, ANTARCTIC, AND ALPINE RESEARCH
2020, VOL. 52, NO. 1, 563–581
<https://doi.org/10.1080/15230430.2020.1822738>

 Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

 OPEN ACCESS 

AAAR

The end of the eternal snows: Integrative mapping of 100 years of glacier retreat in the Venezuelan Andes

Nerio Ramirez², Alejandra Melfo², Lynn M. Resler³, and Luis D. Llambí¹


¹Unidad de Repuesta Operativa, Sector El Amparo, Mérida, Venezuela; ²Centro de Física Fundamental, Departamento de Física, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela; ³Department of Geography, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, USA; ⁴Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

ABSTRACT
Venezuela will soon become the first Andean country to lose all of its glaciers, as the “eternal snows” of the Sierra Nevada de Mérida (SNM) disappear. Although documentation of glacier retreat in Venezuela commenced over a century ago, an updated reconstruction at sufficient spatial resolution is warranted. Our objectives were to (a) produce detailed multitemporal maps of glacier cover in the SNM since 1952 and revise historical estimates for 1910 and (b) document changes in cover and rates of glacier retreat of the last Venezuelan glacier at Humboldt Peak. We integrated multiple information sources, including topographic/geomorphic evidence, high-resolution aerial photographs, satellite images, historical maps, panoramic photos, and field observations. We present 1:5,000 maps of glacier cover between 1952 and 2019 and revise the maps of 1910. In Venezuela, glacial area has decreased 98 percent between 1952 and 2019 (from 2,317 km² to 0.046 km²). Glacier retreat rates increased after 1998, with a maximum of −16.9 percent year^{−1} between 2016 and 2019. These new maps should provide an essential tool for biophysical, ecological, and historical studies and a key reference for promoting awareness on climate change in the tropical Andes, where glaciers are intimately linked with cultural identity.

ARTICLE HISTORY
Received 24 June 2020
Revised 7 September 2020
Accepted 9 September 2020


KEYWORDS
Climate change; geographic information system; glacier retreat; historical evidence; high tropical Andes; Venezuela







IUCN Red List of Ecosystem assessment: Tropical glacier ecosystem of the Cordillera de Mérida

Supplementary material to: First Red List of Ecosystems assessment of a tropical glacier ecosystem to diagnose the pathways toward imminent collapse

J. R. Ferrer-Paris 
Centre for Ecosystem Science, University of New South Wales
Sydney, Australia
Corresponding author: j.ferrer@unsw.edu.au

Luis D. Llambí 
Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Universidad de Los Andes
Mérida, Venezuela
Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina (CONDESAN)
Quito, Ecuador

Alejandra Melfo 
Centro de Física Fundamental, Universidad de Los Andes
Mérida, Venezuela



Proyecto Ultimo Glaciar Venezuela

Luis D. Llambí, Alejandra Melfo, Luis E. Gámez, Roxibell Pelayo, Nerio Ramírez, Cherry Rojas, Mariana Cárdenas, Beatriz Rodríguez, Eloy Torres, Barbara Huber

