



Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales

Rosa Isela Meneses

La Paz, septiembre 2013





Andes tropicales

- Andes desde Sierra Nevada (11° N) hasta el sur de Argentina (55° S) - **norte, centro y sur.**
- Gradiente de humedad decreciente de norte a sur.
- Sobre el límite de los ecosistemas arbóreos, aprox. 3300 m en el norte y 3500 m en el sur.
- Límite de crecimiento de plantas vasculares se sitúa generalmente entre lo 4600 a 5000 m.

Fisonómicamente se observan gramíneas amacolladas y algunos arbustos esclerófilos, hierbas en cojín, hierbas postradas y rosetas acaulescentes



Diferencias fisonómicas en la vegetación en un gradiente altitudinal

- Fluctuaciones climática diarias en la temperatura proveen uno de los elementos más críticos de estrés ambiental para las plantas.
- Frecuencia de heladas- fuerza selectiva de adaptación.
- Congelamiento-deshielo- movimiento dinámico de suelo, ambiente hostil para las raíces de las plantas.
- Mayor exposición a vientos.
- **Adaptaciones fisiológicas.**



Patrones climáticos

- La estructura y fisonomía de la vegetación esta determinada por la interacción entre los factores de temperatura y precipitación – humedad.
- Variabilidad de T° depende del gradiente altitudinal y humedad del aire – determinados por el clima local.
- Tasa de cambio promedio de T° varía entre $0,6$ a $0,7^{\circ}$ C /100 m. \exists reportes como $0,5^{\circ}$ C/100 m Páramos húmedos Podocarpus o el Cajas.



Las regiones más húmedas tienden a tener menor fluctuación térmica diaria y en el año

- Precipitación no sigue un patrón lineal esta determinada por la orografía y la influencia de vientos locales – alta variabilidad temporal y espacial- 200 mm- 3000 mm.

Tendencias de cambios en el clima

Temperatura

Global: 1939 -1978:	↑ 0,11° C
1974 -1998:	↑ 0,34° C
Perú:	↑ 0,1-0,2° C
Colombia:	↑ 0,6-1,3° C

Para el altiplano de Bolivia se proyectan:

- ↑ frecuencia de olas de calor
- ↓ disminución de días con $T < 0^{\circ}\text{C}$
- > frecuencia de precipitaciones extremas
- > variación en el rango de T.

Precipitación: No existen patrones regionales claros (registros de precipitación 1950-1994).

Tendencia:

↓ humedad ambiental

↑ frecuencia de eventos de precipitación extrema

Tendencia subregional:

Al Norte: ↑ precipitación al norte de los 11°S (N Perú, Ecuador, Colombia)

Al Sur: ↓ precipitación en la época lluviosa.

FALTA información para tener patrones generales, incertidumbre en predicciones sobre los posibles impactos sobre la biodiversidad andina

Cambio climático y los impactos en la Flora Andina

El incremento en el calentamiento y su correspondiente cambio climático afecta a la biodiversidad en diferentes escalas:

A nivel de especies:

1. Alteraciones en la fisiología de las especies y su capacidad de soportar eventos extremos como las heladas.
2. Cambios en los patrones de distribución.
3. Incrementos en las tasas de extinción local de algunas especies o comunidades de especies.
4. Alteraciones en los patrones fenológicos.
5. Desplazamiento, adaptación, extinción local (depende de características fisiológicas y ecológicas de las especies).

A nivel de ecosistemas y biomas:

1. Cambios en los patrones de distribución de los ecosistemas o biomas.
2. Posibles alteraciones en funciones ecosistémicas como el ciclo del carbono y del agua.
3. Cambios en los patrones de distribución y riqueza de especies.

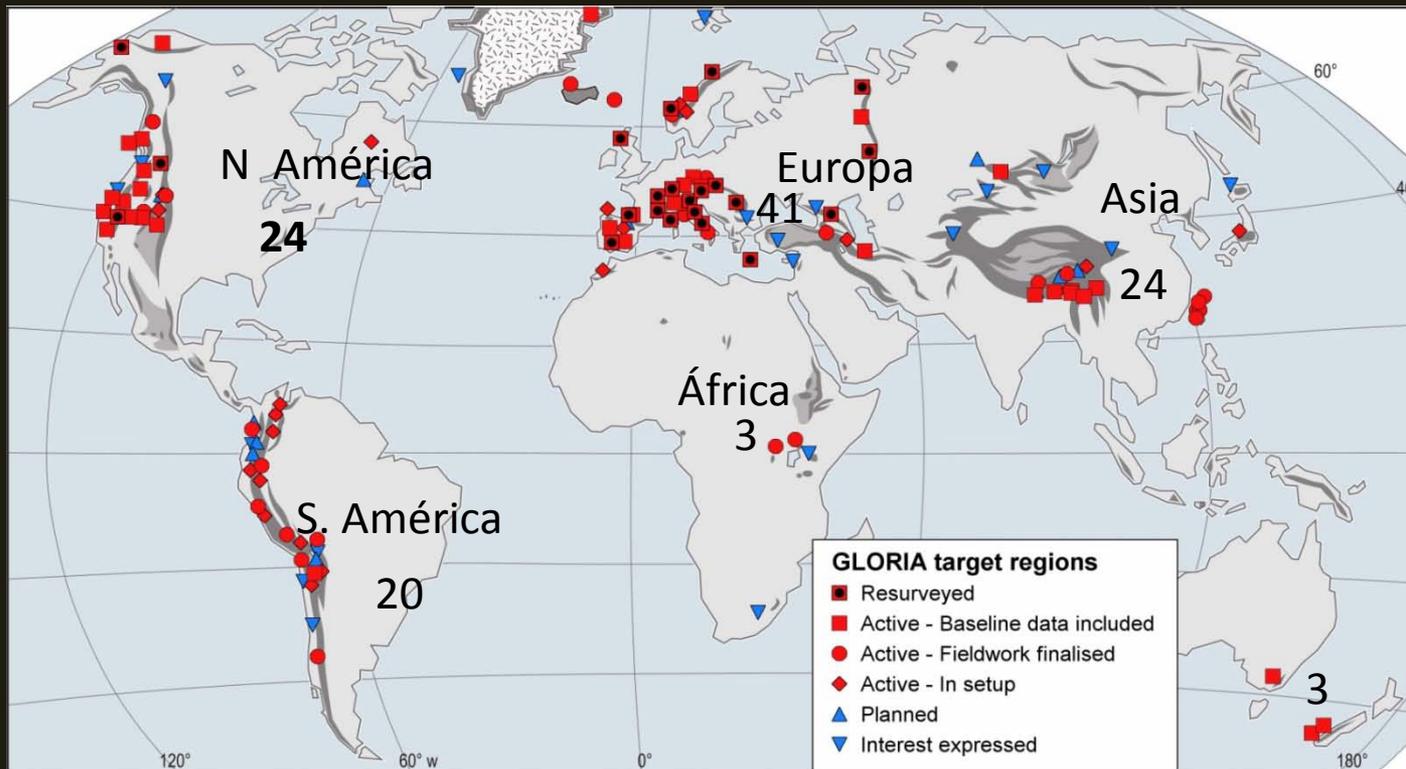
Algunos modelos sugieren que las especies de rango restringido y localizadas en partes altas de los Andes serán mas afectadas.

El conocimiento en general sobre los efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes es conceptual y **existen grandes vacíos de conocimiento.**

- Todavía no ha sido resuelto si el **factor limitante** es la temperatura del aire o del suelo, o si a las temperaturas promedio son más importantes que los rangos térmicos diarios, o si la asimilación de carbono, su consumo o los procesos de regeneración son los factores limitantes.
- Desarrollar estudios que caractericen a diferentes elementos de la biodiversidad respecto a su grado de susceptibilidad a los cambios ambientales permitirá identificar a los grupos o especies con mayor rango de **tolerancia fisiológica** o mayor **grado de sensibilidad.**

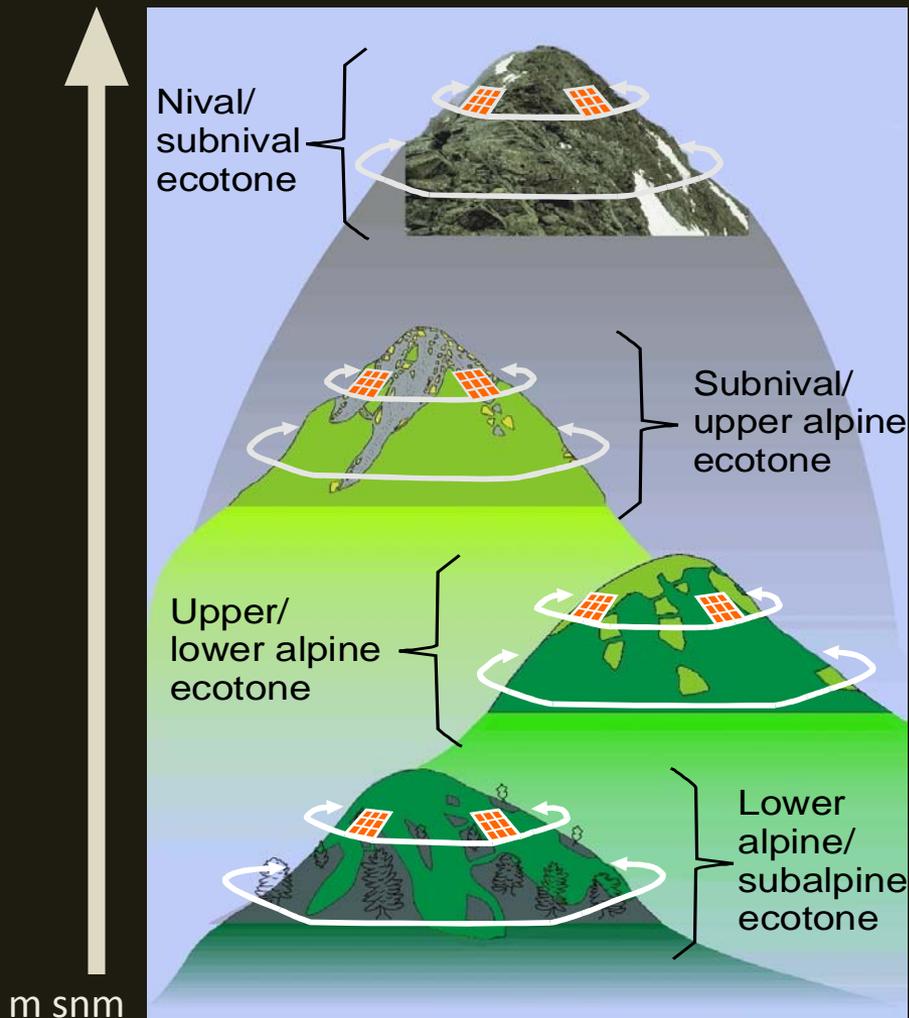
Evaluando el impacto del cambio climático

- GLORIA-iniciativa para el seguimiento global de ambientes alpinos - una red de monitoreo a **largo plazo**, para investigar de manera comparativa los impactos del cambio climático sobre la diversidad florística, en las zonas alpinas y altoandinas del mundo.



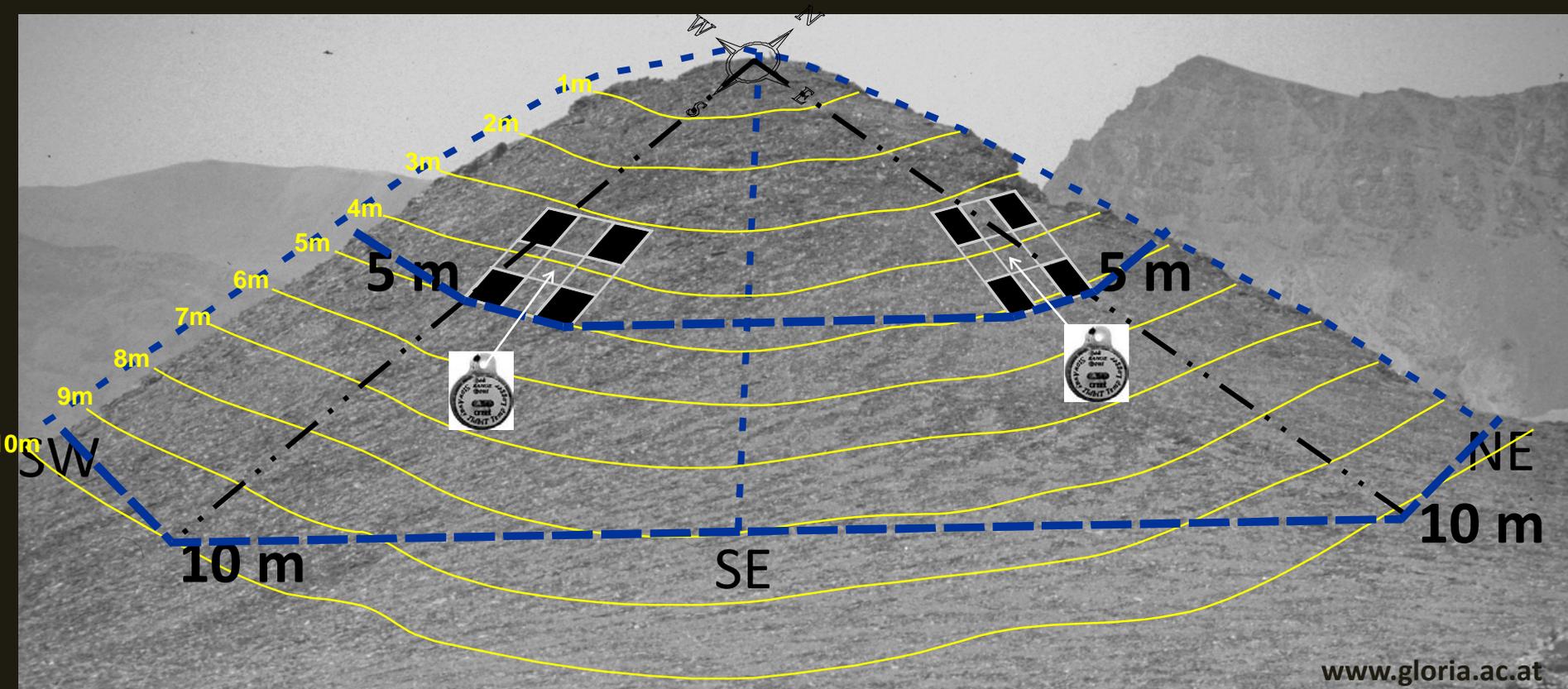
115 zonas
activas

Enfoque y diseño básico



- 4 cimas de diferente altitud dentro de un sistema montañoso constituyen una **zona piloto**.
- Las cimas representan un **gradiente de elevación**.

Instalación de las cimas de monitoreo:



Durante la instalación son importantes:

- El punto más alto
- Los puntos a 5 m y 10 m de altura en las cuatro direcciones cardinales.
- Los puntos medios entre dos puntos cardinales.
- La ubicación de 4 parcelas de 1 m x 1 m en cada exposición.

Datos que se obtienen: Lista total de especies por sección , datos de abundancia y frecuencia de especies. Registro continuo de temperatura de suelo por exposición..

La Red Gloria Andes

- Construcción de una red de Investigación -

2007



2013



CONDESAN
Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina

**COMUNIDAD
ANDINA**

SECRETARÍA GENERAL



 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

Contexto

- La región andina carece de series de datos temporales y protocolos con estándares que permitan comparación.
- Procesos de monitoreo concentrados en ecosistemas amazónicos de tierras bajas.
- Centros de investigación poco conectados, ausencia de cooperación.
- Ausencia de una agenda de trabajo común entre centros de investigación y los programas nacionales.

Red Gloria Andes

- Formulación de preguntas de investigación.
- Diseño experimental estadísticamente válido.
- Desarrollo detallado de protocolos metodológicos que permitan una buena calidad de datos colectados en campo y un adecuado manejo y almacenamiento de datos.
- Una buena red de colaboración entre centros de investigación.
- Acceso a fuentes de financiamiento.
- Coordinación y liderazgo



17 zonas piloto
67 cumbres



Perú, Sibinacocha,
Yurak Rumi, 5498 m snm



Bolivia, Sajama,
Pacollo, 4190 m snm





Páramos de Pacaipampa



Reserva Ecológica El Ángel





Amplitud

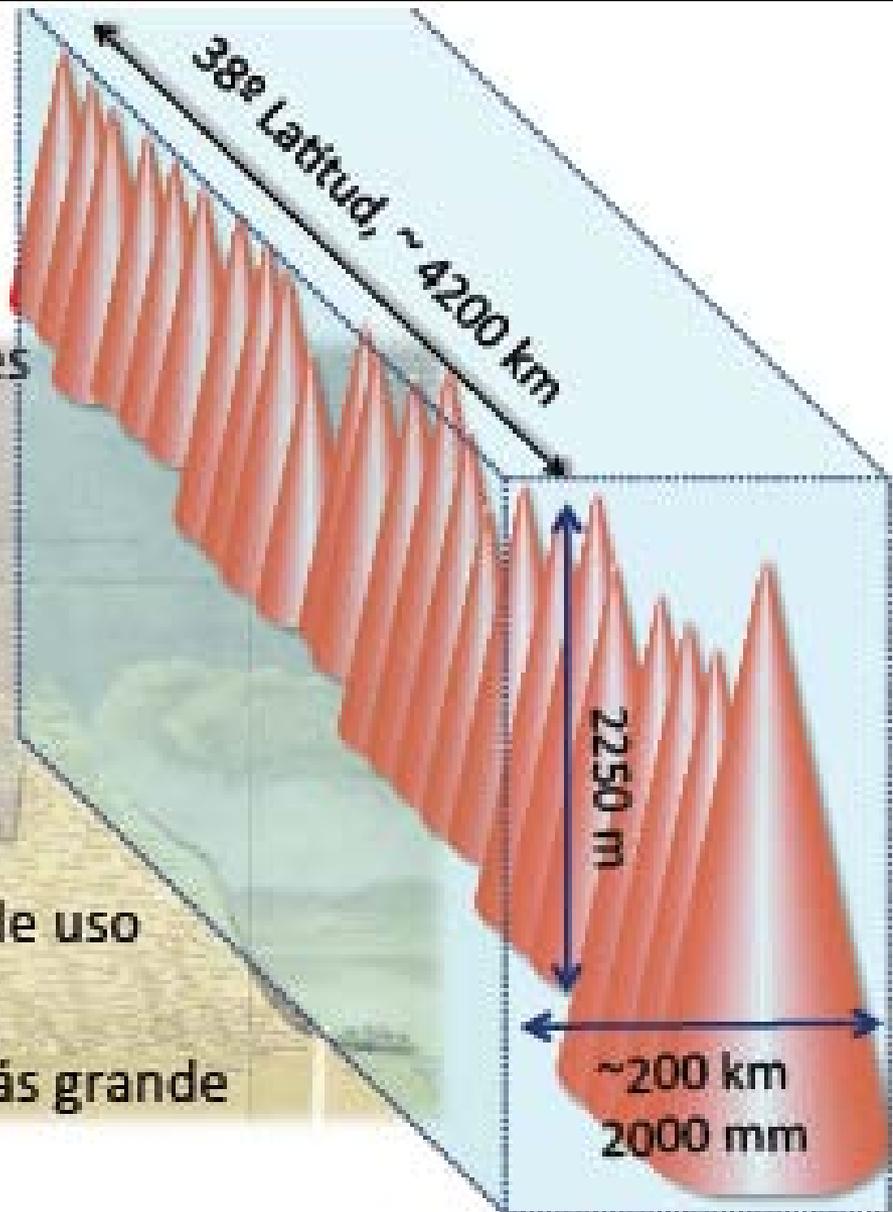
17 localidades, 67 cumbres
~ 800 spp plantas vasculares
> 200 spp no vasculares
~ 10 instituciones
~ 100 personas

~ -4 a 15 °C

~ 10 to > 1 millón años

Variaciones de intensidad de uso

Transecto de monitoreo más grande
del Neotrópico



Argentina
Bolivia
Colombia
Ecuador
Perú

9 zonas
piloto
36 cumbres



Biodiversidad
y Cambio
Climático
en los Andes
Tropicales

TABLA 6. Riqueza, diversidad y equidad de plantas vasculares por cada sitio de monitoreo GLORIA en los Andes Tropicales. En los valores de riqueza se incluye solo los taxa confirmada en su identificación.

Sitios	Riqueza	Shannon (H)	Equidad ($e^{H/S}$)
COCCY	80	3,20	0,31
ECANG	85	3,74	0,50
ECPIC	70	3,51	0,48
ECPNP*	84	3,76	0,51
PEPAC	82	3,31	0,33
BOAPL	64	3,32	0,43
BOSAJ	48	2,76	0,33
BOTUC*	61	2,88	0,29
ARCUC	87	3,25	0,30

* Sitios con solo tres cumbres incluidas en el análisis.

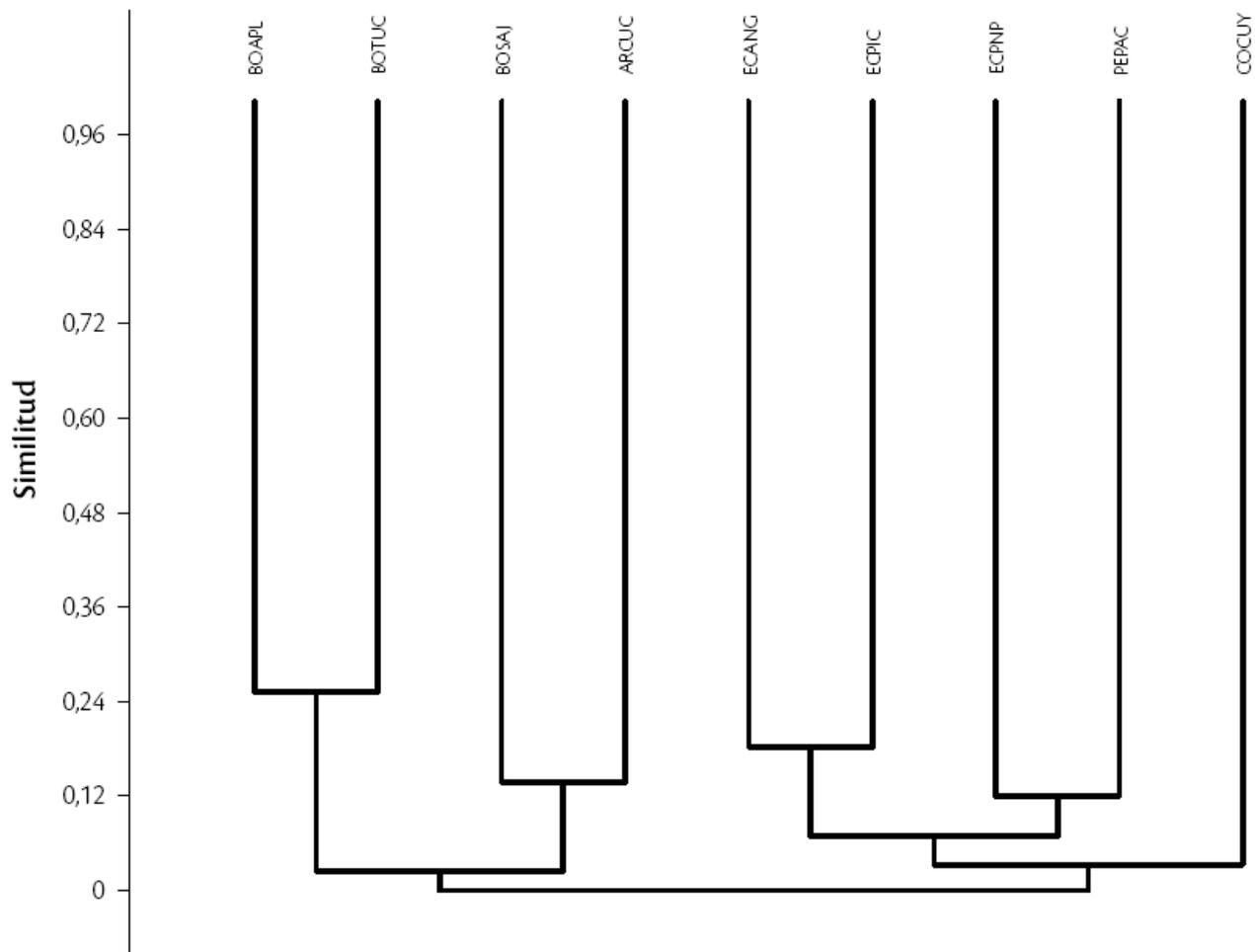


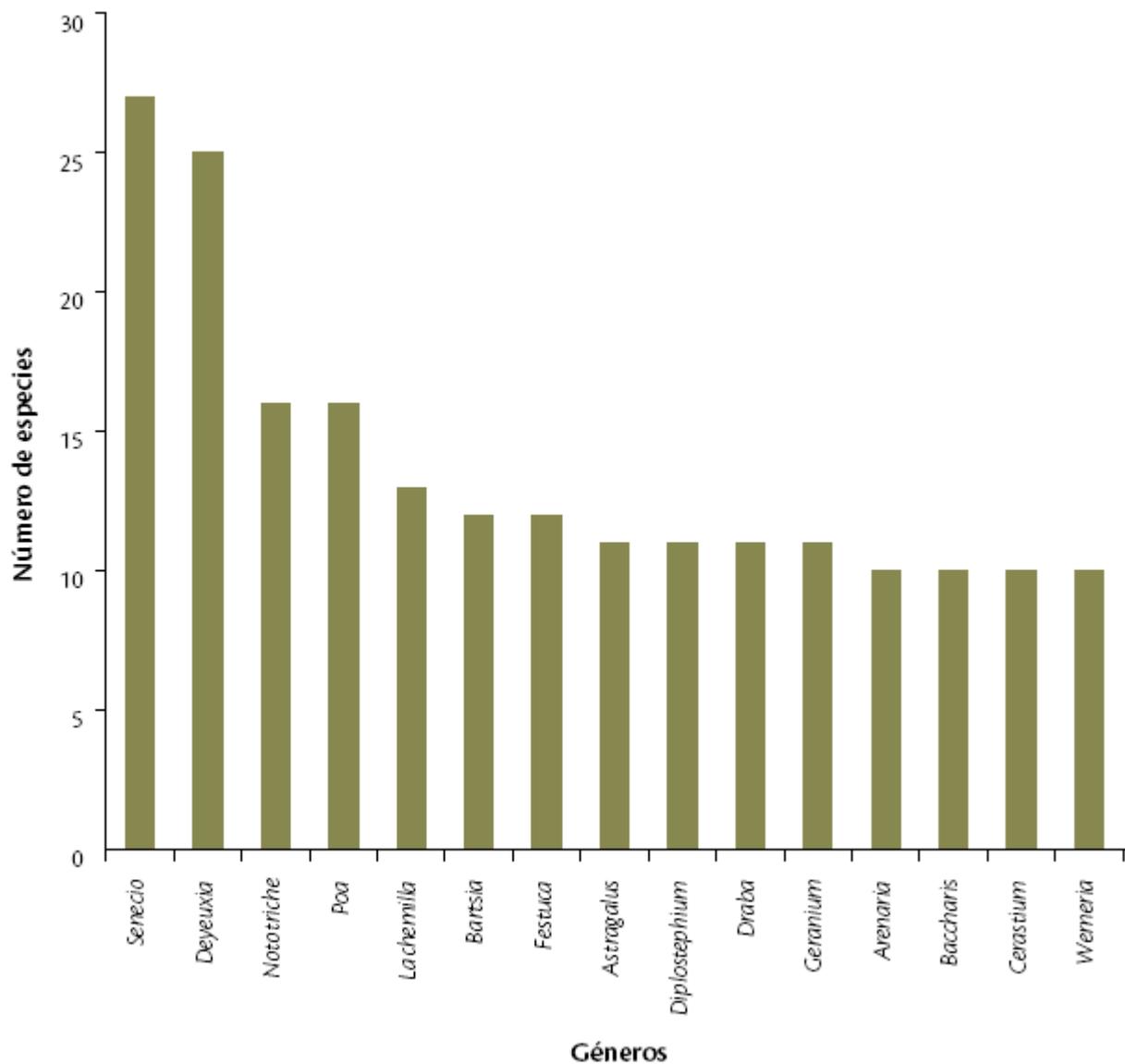
FIGURA 54.

Análisis de agrupamiento de grupos pareados de los sitios de monitoreo GLORIA en los Andes Tropicales a partir del índice de Bray-Curtis.

PEPAC = Pacaipampa,
 ECPNP = Podocarpus,
 ECPIC = Pichincha,
 ECANG = El Ángel,
 COCCY = Cocuy,
 ARCUC = Cumbres Calchaquíes,
 BOSAJ = Sajama,
 BOAPL = Apolobamba,
 BOTUC = Tuni Condoriri.

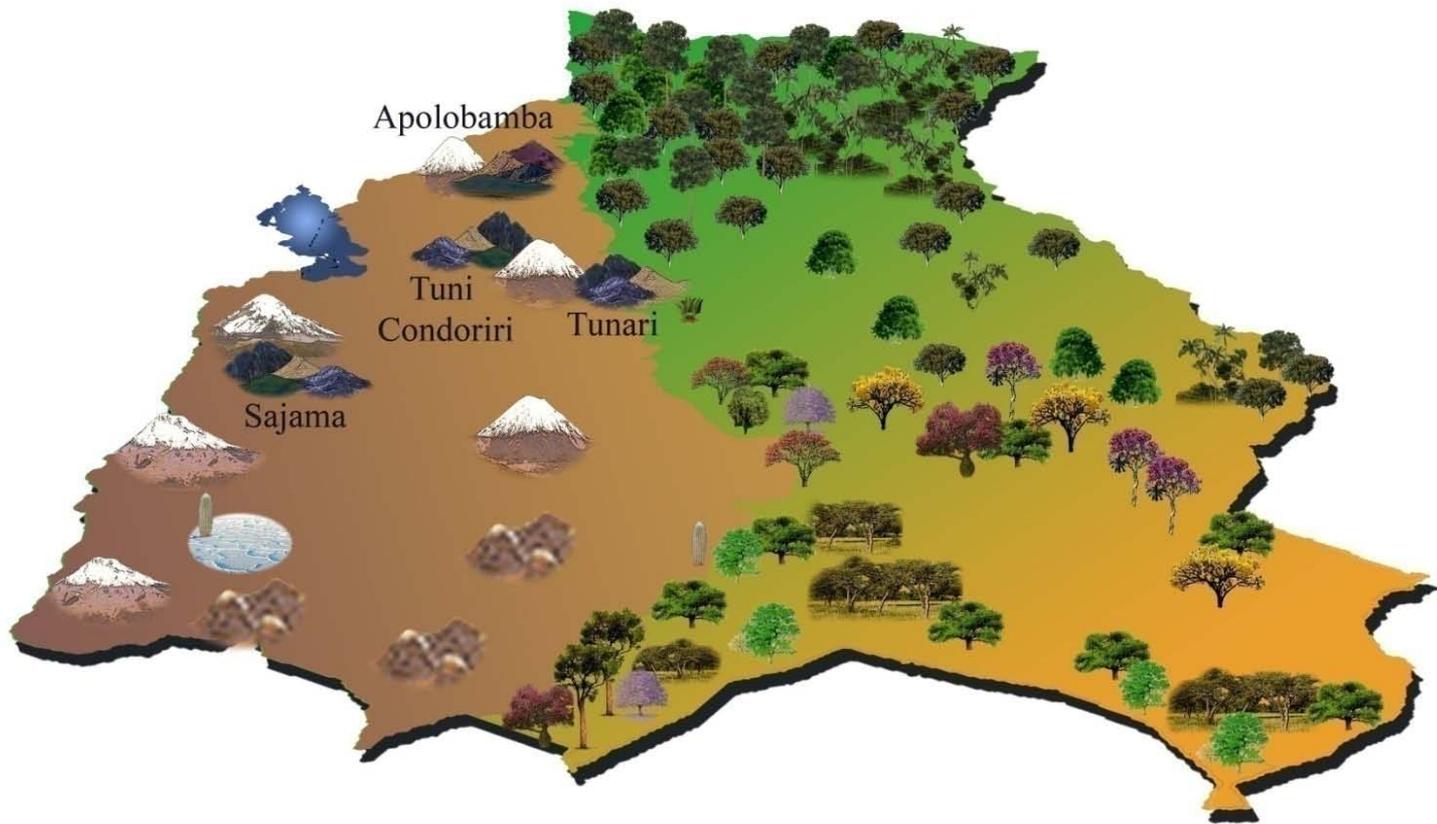
FIGURA 57.

Géneros más representativos (por número taxa) en los sitios la Red Andina Monitoreo. Todos estos géneros corresponden a plantas con flor.



GLORIA en Bolivia:

UBICACIÓN DE LOS SITIOS GLORIA EN BOLIVIA



Sitio Piloto SAJAMA (inicio 2006)

Huincurata (4567 m)



Pacollo (4190 m)



Pacollo



Sumac



Sumac (4755 m)

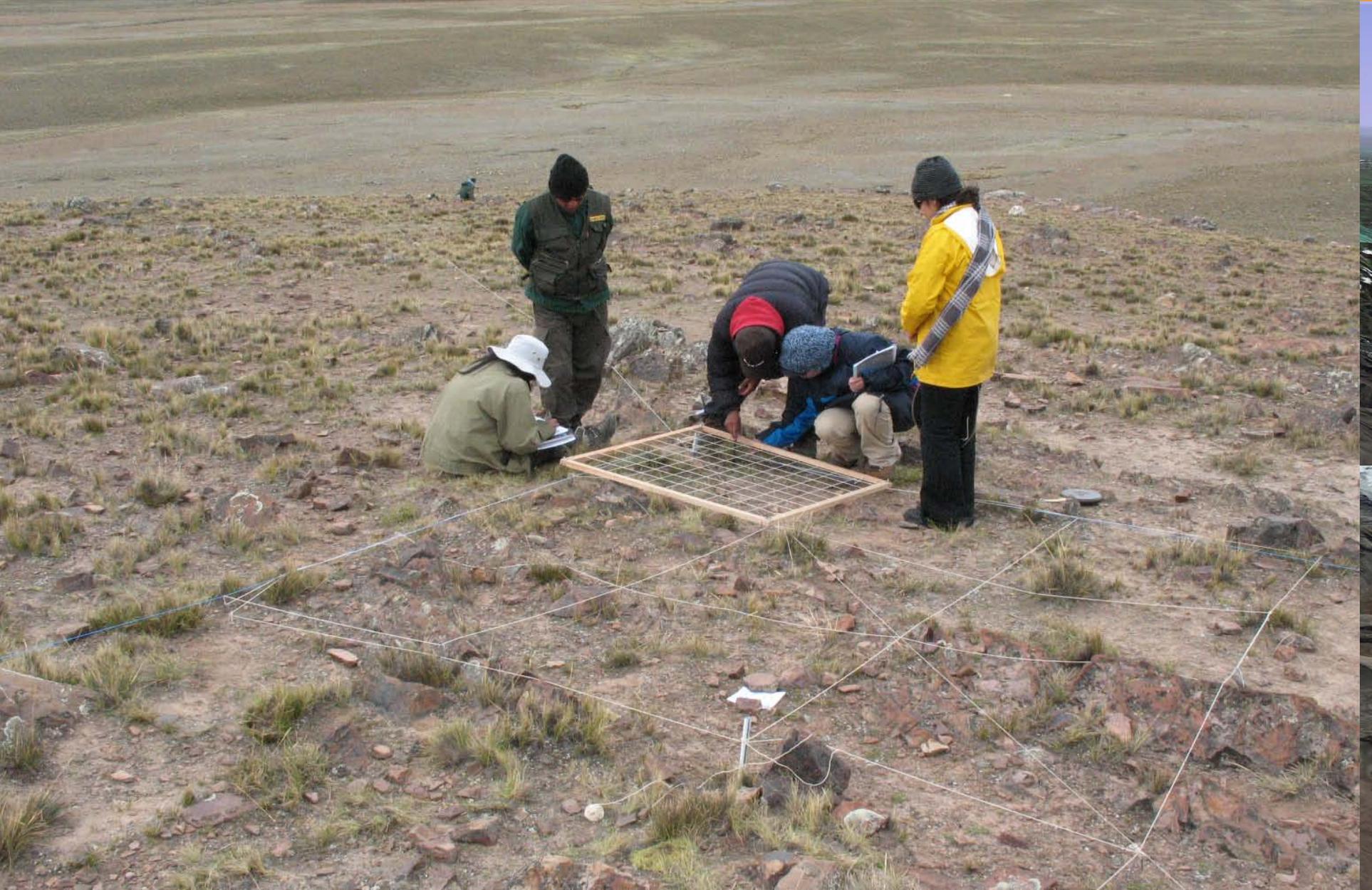
Jasasuni



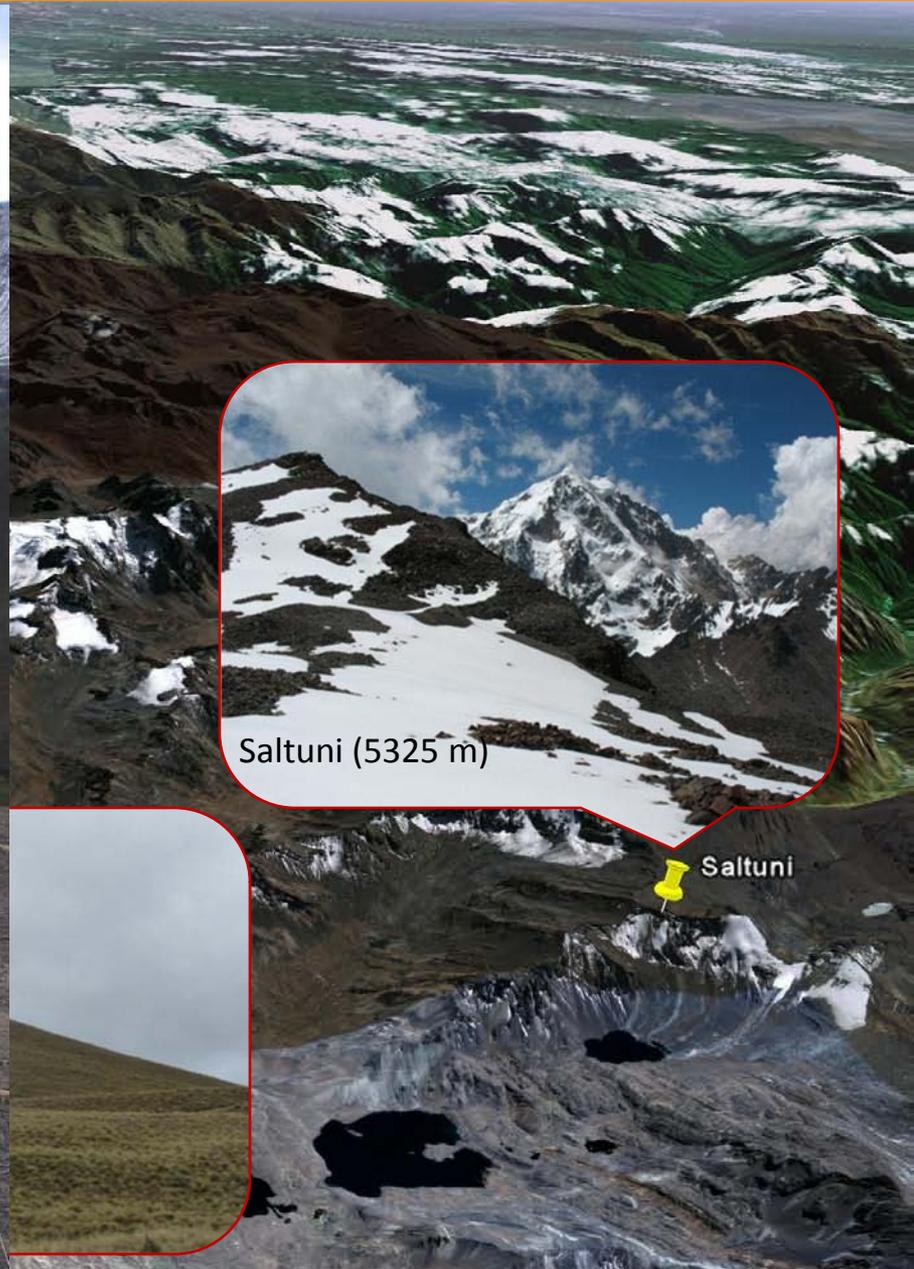
Jasasuni (4930 m)



Sitio piloto APOLOBAMBA (inicio 2008)



Sitio piloto TUNI CONDORIRI (inicio 2009)



Saltuni (5325 m)

Saltuni

Resultados

Observaciones	SITIO			TOTAL
	SAJ	APL	TUC	
Rango altitudinal de las cimas GLORIA (m)	4190 - 4930	4500 - 5195	4650 - 5325	4190 - 5325
Nº de especies registradas en la región	207	304	274	
Familias registradas (GLORIA)	19	27	22	32
Familias exclusivas	3	5	2	7
Géneros registrados	46	55	49	87
Géneros exclusivos	14	15	9	24
Especies registradas (identificadas)	82	98	86	189
Especies exclusivas por sitio	53	41	31	125



Nototriche sajamensis



Senecio apolobambensis



Nototriche obtuneata



Perezia coeruleascens

Variación altitudinal de flora y formas de vida

Referencia		Cimas Sajama (BO-SAJ)			
		PAC	HUI	SUM	JAS
Grupo	Plantas vasc.	36	38	31	38
	Líquenes	9	35	37	16
	Musgos y hepáticas	1	10	12	6
	Hongos	0	0	3	0
Forma de vida	Árbol	0	1	1	1
	Arbusto	5	9	4	4
	Cojín	1	1	2	2
	Hierba	20	15	13	19
	Mata	1	3	1	2
	Placa	2	5	5	6
	Roseta	8	5	5	3



Altitud

Especies arbustivas y una
arbórea (*Polylepis
tarapacana*)



Variación altitudinal de flora y formas de vida

		Cimas Apolobamba (BO-APL)			
		SOC	PUN	MIT	MOR
Grupo	Plantas vasc.	81	72	66	12
	Líquenes	57	87	56	41
	Musgos y hepáticas	28	41	14	15
	Hongos	1	2	1	0
Forma de vida	Arbusto	1	1	2	1
	Cojín	10	8	6	0
	Hierba	31	22	25	2
	Hierba en roseta	20	17	18	3
	Hierba graminoide	13	18	12	6
	Hierba gramínea	2	3	2	0
	Mata gramínea	3	3	1	0

>
Altura
<

Dominancia de hierbas y graminoideas.



Jalcochila boliviensis
Endémica

Variación altitudinal de flora y formas de vida

	Referencia	Cimas Tuni Condoriri (BO-TUC)			
		WAT	COP	PAT	SAL
Grupo	Plantas vasc.	87	46	14	0
	Líquenes	44	66	48	12
	Musgos y hepáticas	13	6	9	6
	Hongos	1	1	1	0
Forma de vida	Arbusto	2	2	1	0
	Cojín	8	7	1	0
	Hierba	34	15	3	0
	Hierba en roseta	19	13	4	0
	Hierba graminoide	2	1	0	0
	Hierba gramínea	19	7	3	0
	Mata gramínea	3	1	2	0

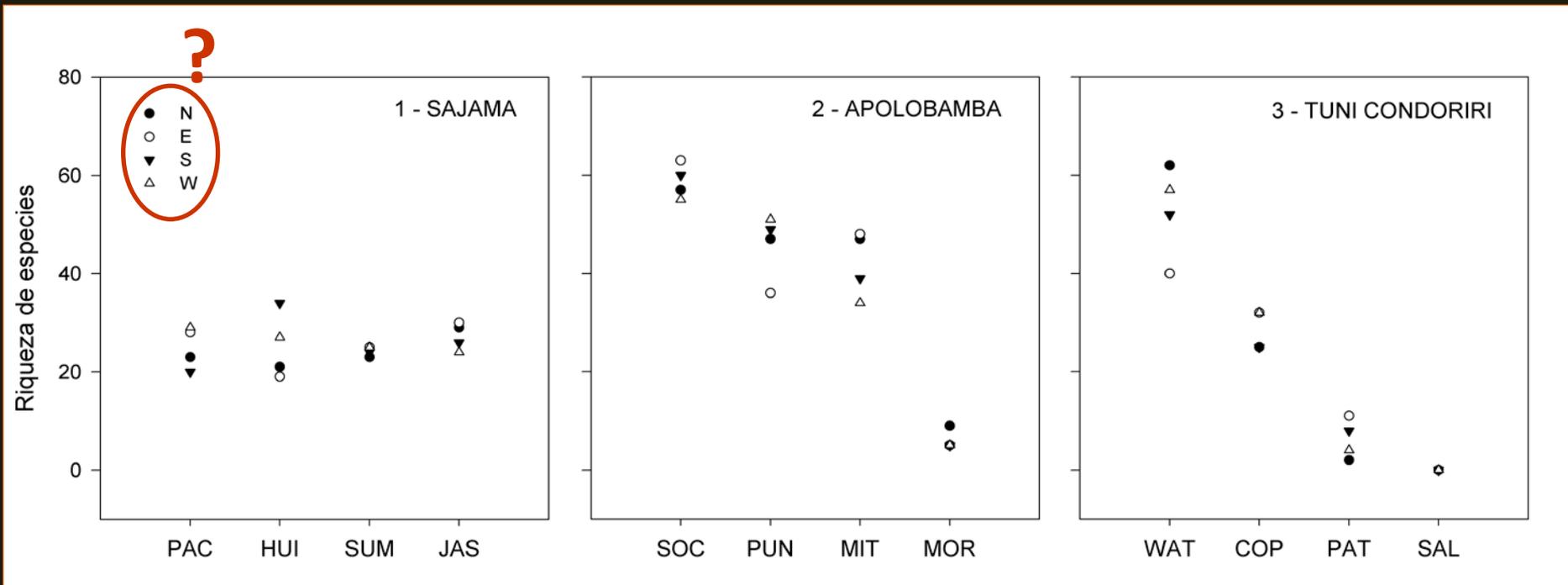
>
Altura
<

Dominancia de hierbas,
hasta 5050 m



Aschersoniodoxa cachensis

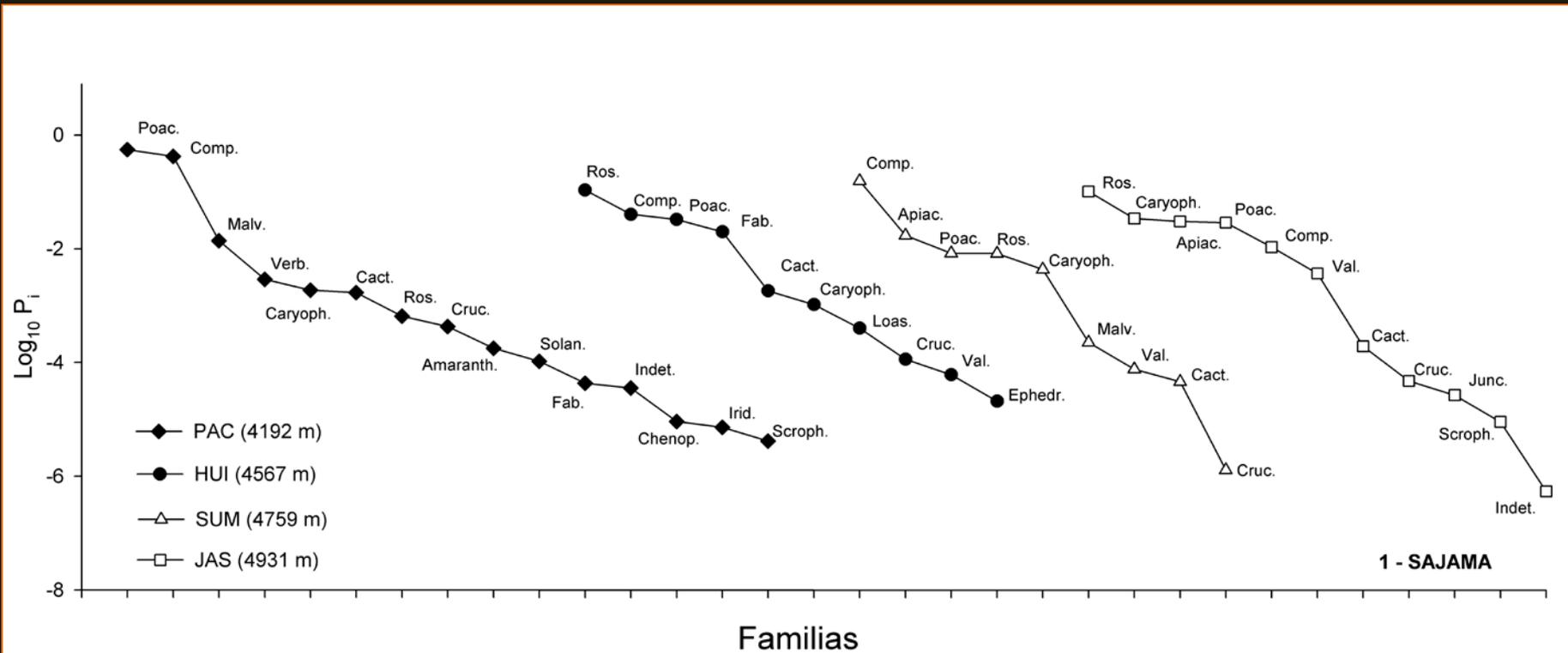
Variación altitudinal de flora en sitios piloto GLORIA



No se observa relación entre la riqueza de especies y la altitud de las cimas

La riqueza de especies disminuye con la altitud de las cimas

Variación altitudinal en la composición de familias

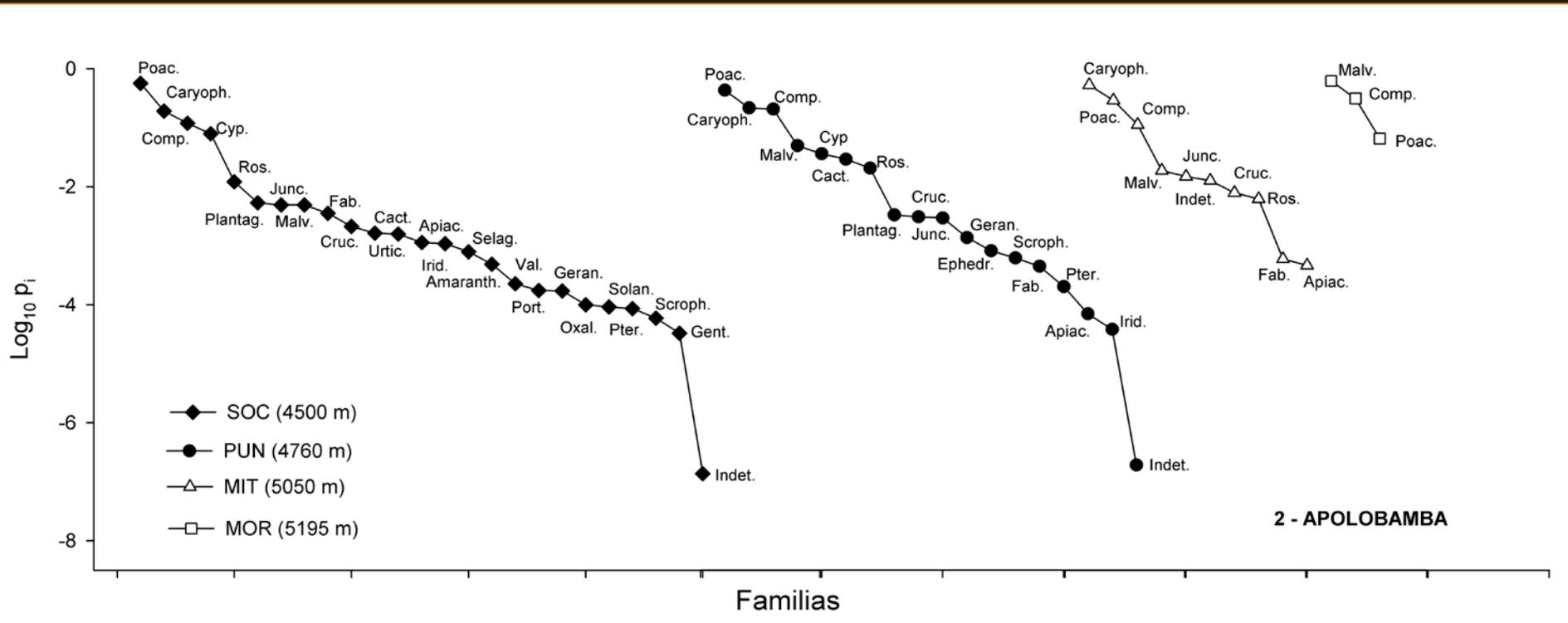


Familias con mayor riqueza de especies:

Familia	PAC	HUI	SUM	JAS
Compositae	13	15	15	13
Poaceae	6	11	8	9
Malvaceae	4		3	
Fabaceae	3	1		
Cruciferae	2	4	2	2



Polylepis tarapacana

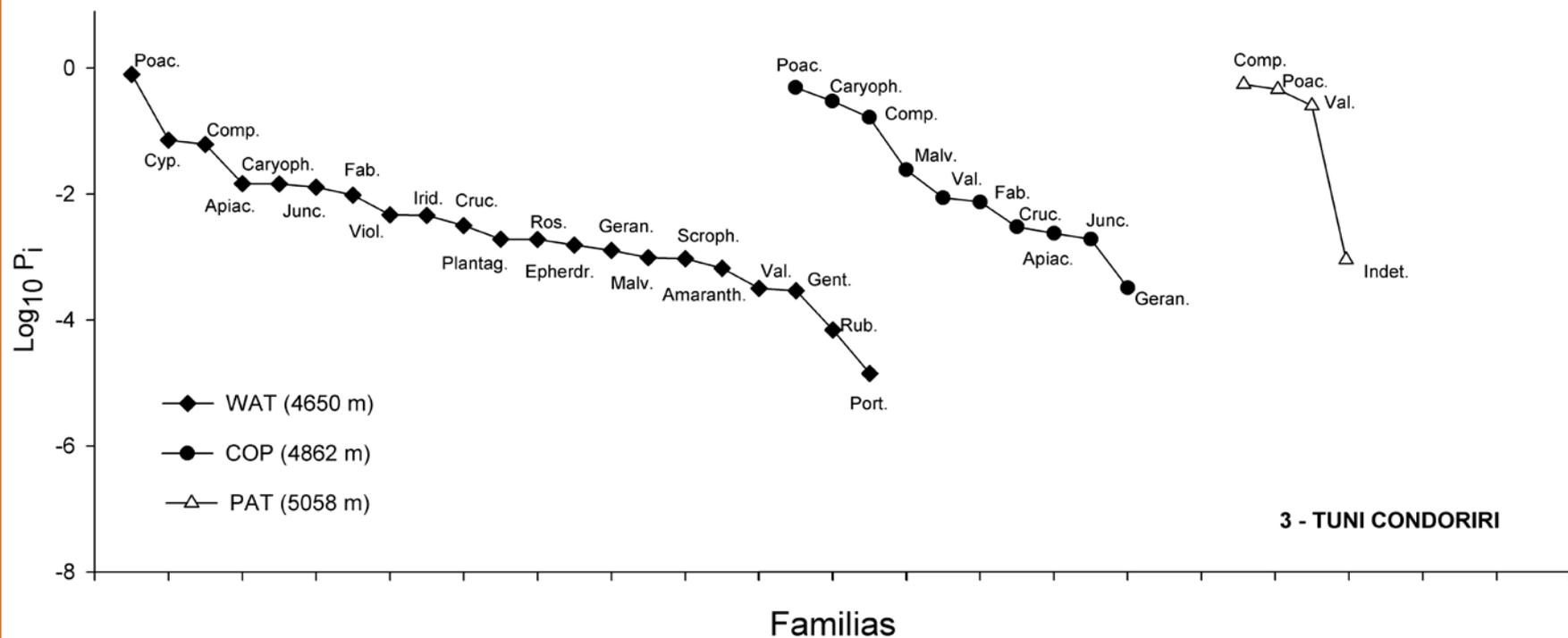


Familias con mayor riqueza de especies:

Familia	SOC	PUN	MIT	MOR
Compositae	25	16	25	3
Poaceae	15	21	13	6
Caryophyllaceae	9	8	8	
Cruciferae	4	4	7	
Malvaceae	3	2	6	3



Pycnophyllum tetrastichum



Familias con mayor riqueza de especies:

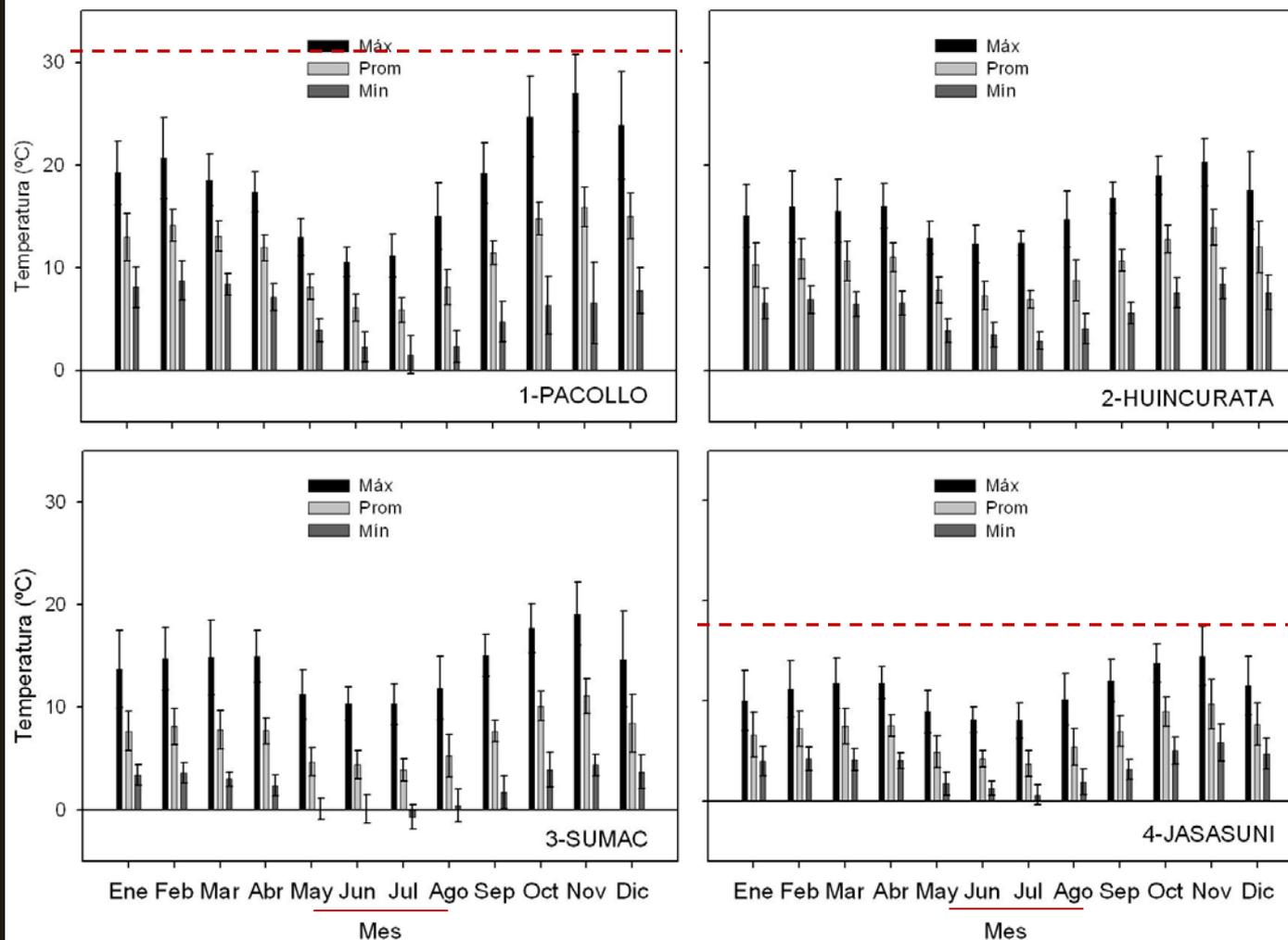
Familia	WAT	COP	PAT	SAL
Compositae	24	19	6	
Poaceae	22	8	5	
Caryophyllaceae	6	6		
Cruciferae	5	1		
Apiaceae	3	1		



Hypochaeris echegarayi

Registros de temperatura: SAJAMA

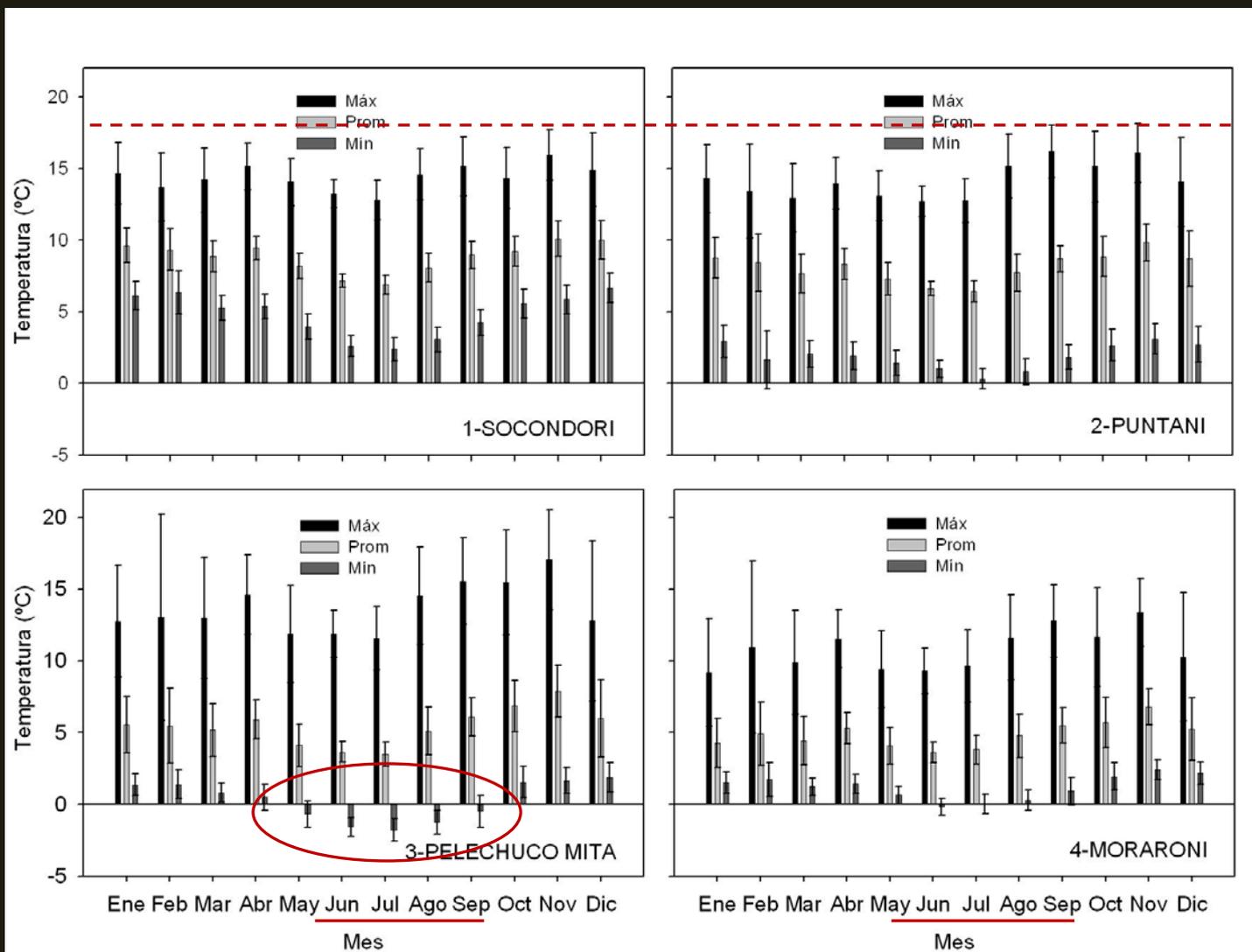
< altitud
 ↓
 > temp. registradas



> altitud
 ↓
 < temp. registradas

* En todas las cimas las temperaturas más bajas registradas entre mayo y agosto, durante la época seca

Registros de temperatura: APOLOBAMBA

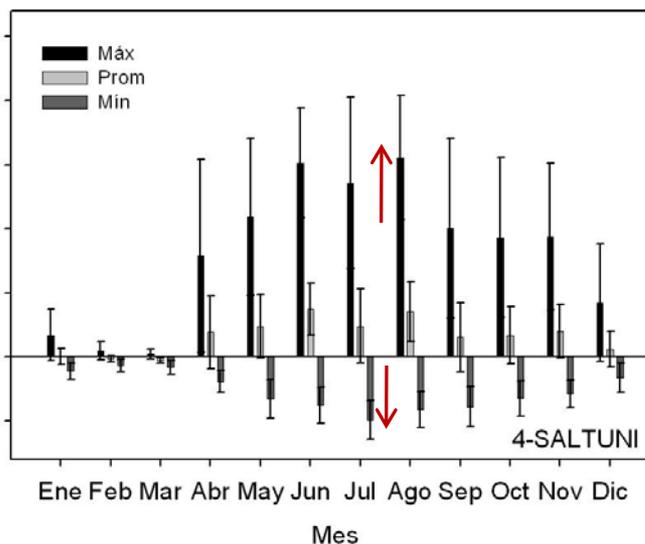
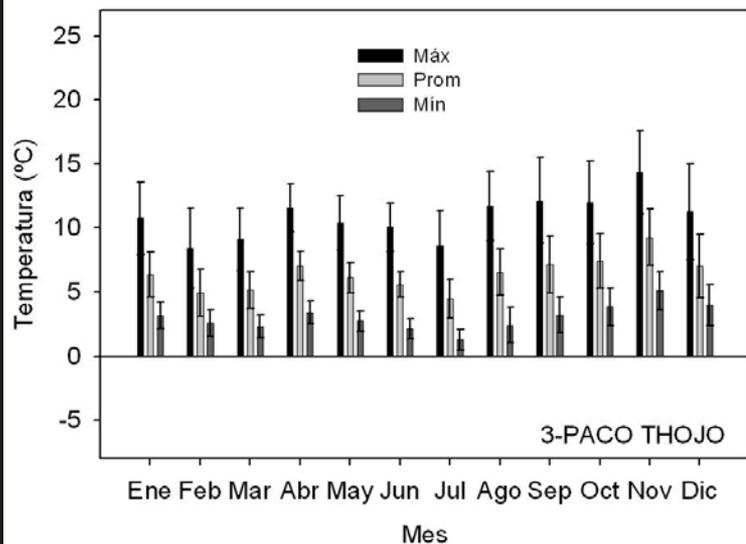
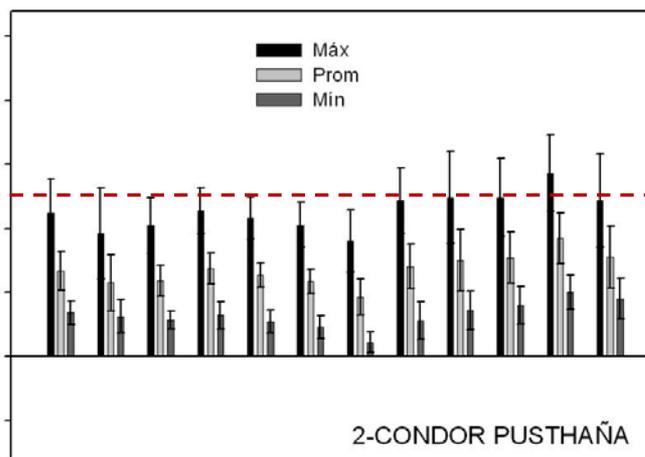
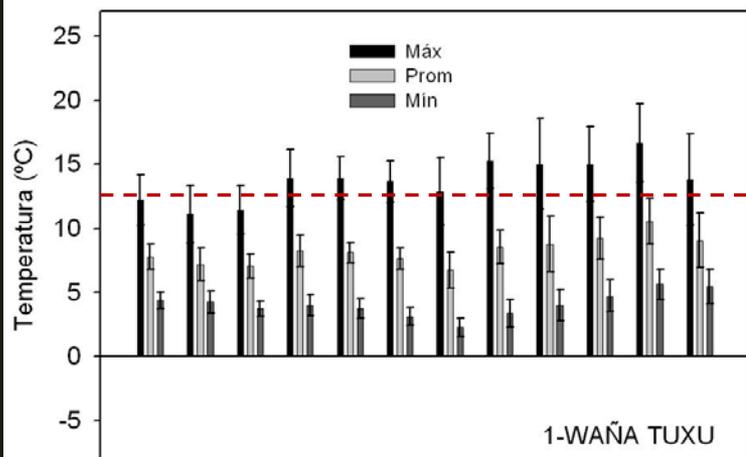


← La variabilidad entre altitudes es menor que en Sajama

*Temperaturas mínimas: no se registraron en la cima más elevada

* En todas las cimas las temperaturas más bajas registradas entre mayo y septiembre, durante la época seca

Registros de temperatura: TUNI CONDORIRI



← La variación entre época seca y húmeda es menos pronunciada que en los otros sitios.

← La cima de mayor altitud presenta un patrón totalmente diferente a las otras cimas.

Otros estudios:



Lagartija (*Liolaemus signifer*) marcada con color azul en la primera captura durante la evaluación de la población en Pelechuco Mita a 5000 m en mayo de 2009.



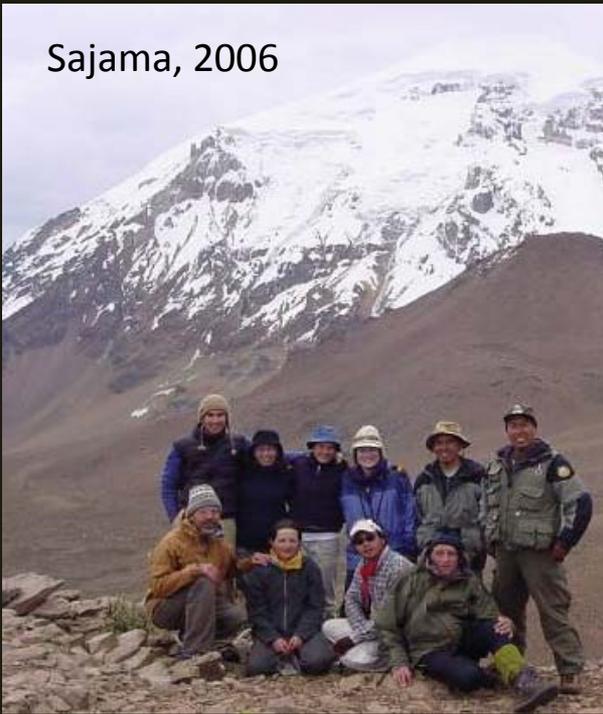
Evaluación de anfibios en el cuadrante A-2 del bofedal adyacente al sitio GLORIA Moraróni (ca. 5000 m) en agosto de 2008 .

Talleres de percepción local sobre el cambio climático



Pregunta 4	
GRUPO	
Sol	Recuerda cuál ha sido el año (verano) más caluroso de su vida?
Nieve	Recuerda cuál ha sido el año (invierno) más frío de su vida?
Lluvia	Recuerda cuándo ha sido la mayor inundación en el Parque Sajama?
Bofedales	Recuerda cuándo algún bofedal ha reducido su tamaño hasta secarse?
Animales	Recuerda cuándo el frío ha tenido consecuencias graves para el ganado en el Parque Sajama?
Plantas	Recuerda cuándo algún evento climático ha tenido consecuencias graves para las plantas del PNS
Adaptación	Recuerda algún evento climático que sucedió durante su vida con consecuencias graves para usted o su ganado u otro?

Sajama, 2006



Apolobamba, 2007



Tuni Condoriri, 2009



Sajama 2012



GRACIAS!!!