

# Investigaciones de *Polylepis*: temas para el siguiente congreso

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de *Polylepis*  
Arica - Chile. 2 al 6 de septiembre del 2013

CONSERVATION  
BIOLOGY  
WITH  
PLYMOUTH  
UNIVERSITY

Paul Ramsay



## ☀ *Polylepis*

- ★ Especies de *Polylepis* y su identificación
- ★ Genética de *Polylepis* y hibridación

## ☀ Plantas

- ★ Otros arboles en los bosques
- ★ Plantas de estratos distintos
- ★ Plantas del sotobosque
- ★ Briofitas y líquenes

## ☀ Animales

- ★ Mamíferos, anfibios, reptiles
- ★ invertebrados
- ★ Micro-organismos (incl. tardígrados)

## ☀ Relacionada a la estructura del bosque y su condición

## ☀ En el contexto de otros hábitats

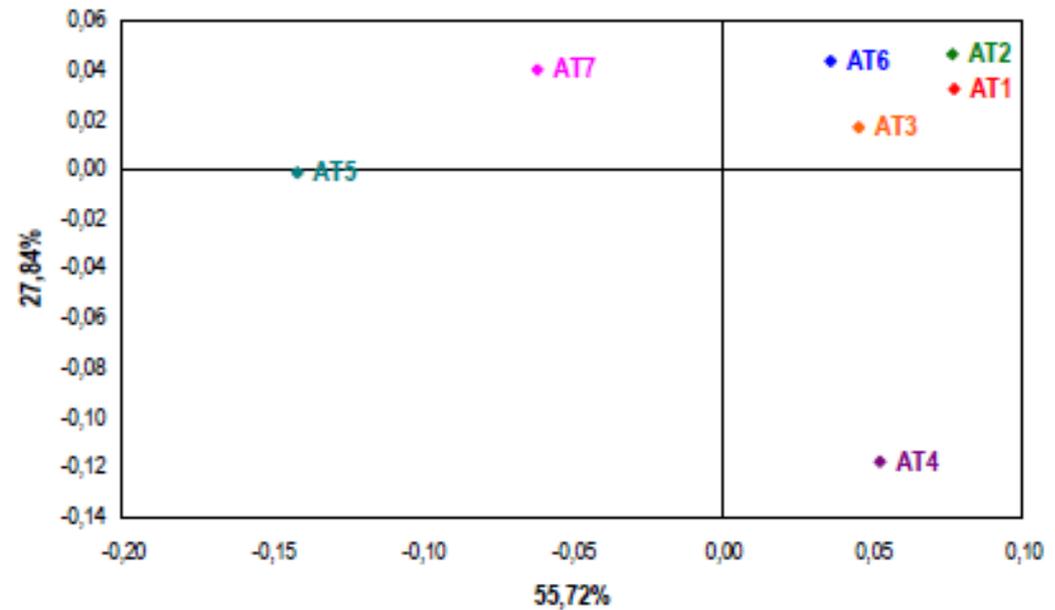
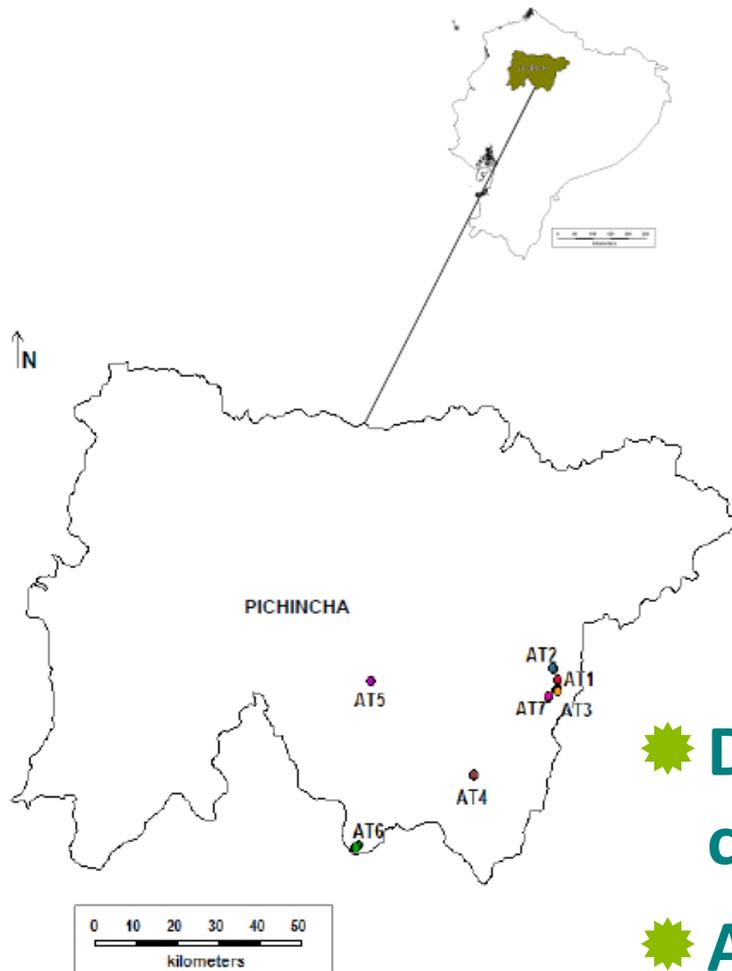
## ☀ Patrones de distribución

## ☀ Uso humano de especies (incluyendo comida, medicina y rituales)



# Diversidad genética de *Polylepis* (con AFLPs)

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de *Polylepis*  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

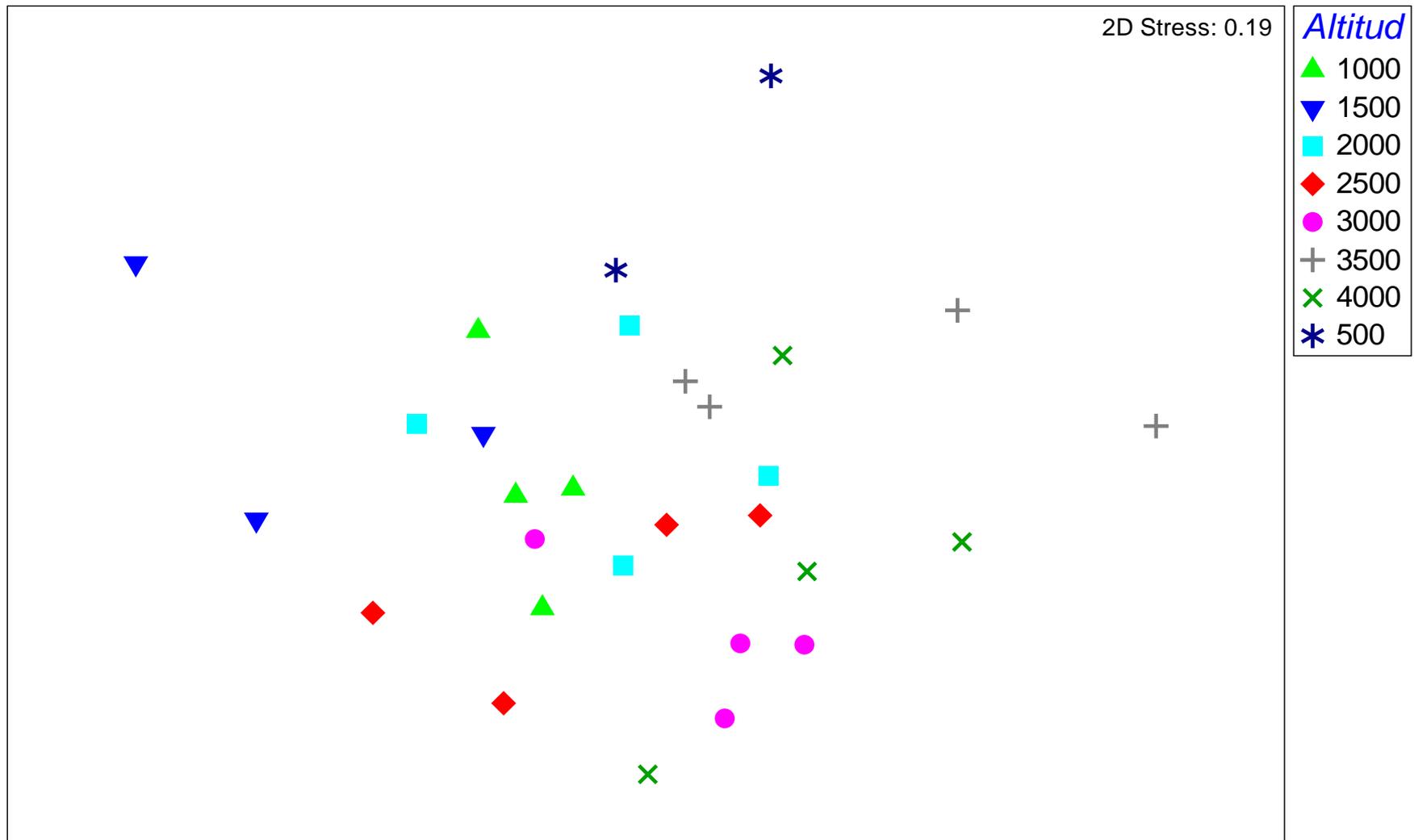


- Distancias genéticas se relacionaron con distancias geográficas
- AT6 no tiene la relación esperada

# Composición de briofitas en bosques, Ecuador

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

Transform: Square root  
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity



# Tardígrados



- ☀ “Todos están en todos lados, pero el ambiente selecciona” (Baas Becking, 1934)
  - ★ Llegó a ser la doctrina básica de genética poblacional y ecología microbiana
- ☀ “No necesitamos pensar en términos de microfloras y -faunas locales” (Van Niel, 1949)



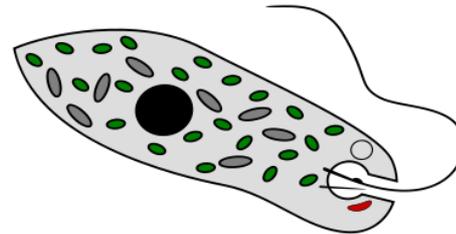
# Biogeografía microbiana

## ☀ Endemismo

- ★ Estudios contemporáneos indican aislamiento geográfico de algunos taxones en aguas termales, suelos, humedales y lagunas

## ☀ Cosmopolitanismo

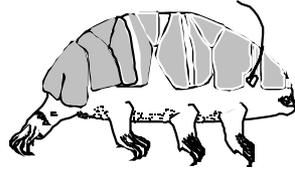
- ★ Estudios de protistas: diferencias geográficas son triviales ('meramente' moleculares, no fenotípicas) o resultan de artefactos de muestreo (Fenchel and Finlay, 2003)



# Tipos de tardígrados

Clase  
y orden

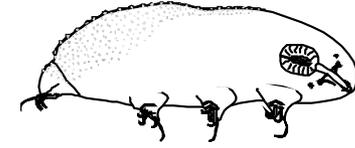
Heterotardigrada



Echiniscoidae

Mesotardigrada

Thermozodia

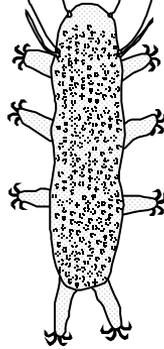


Parachela

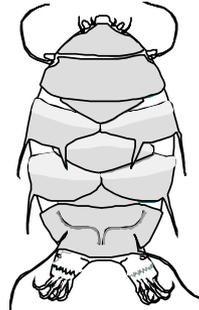
Apochela

Familia

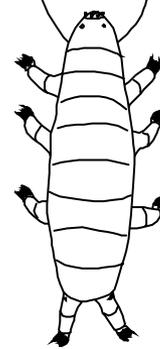
Oreellidae



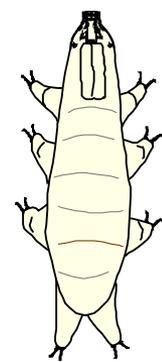
Echiniscidae



Thermozodidae

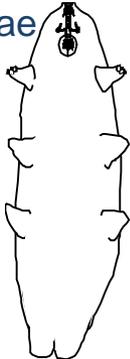


Milnesiidae

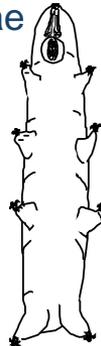


Familia

Necopinatidae



Eohypsibidae



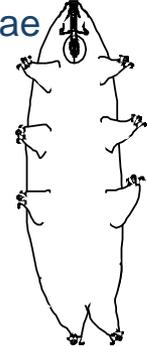
Calohypsibidae



Hypsibidae



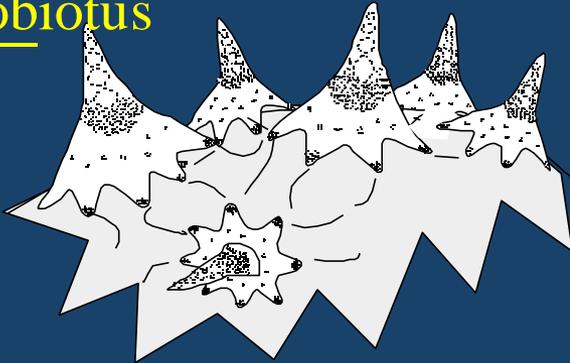
Macrobiotidae



# Identificación con huevos

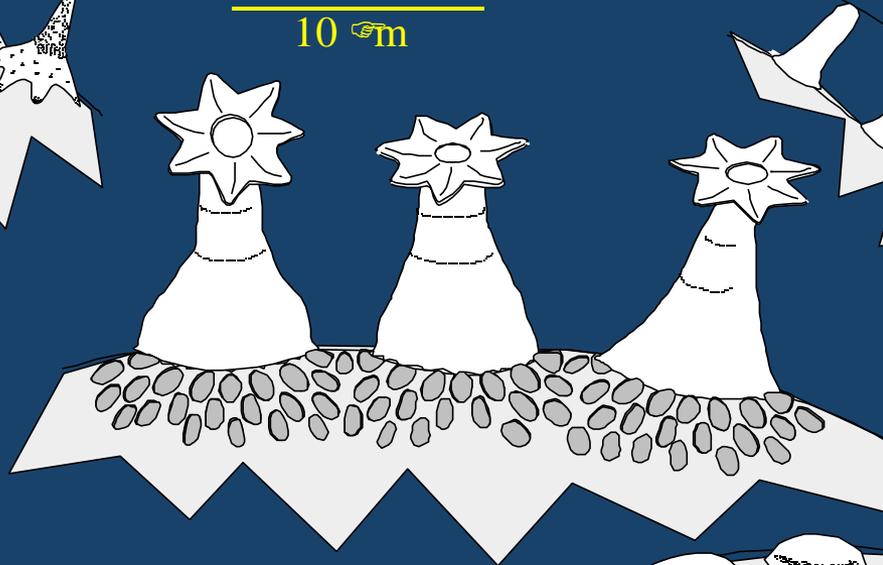
## Macrobiotus

10  $\mu$ m



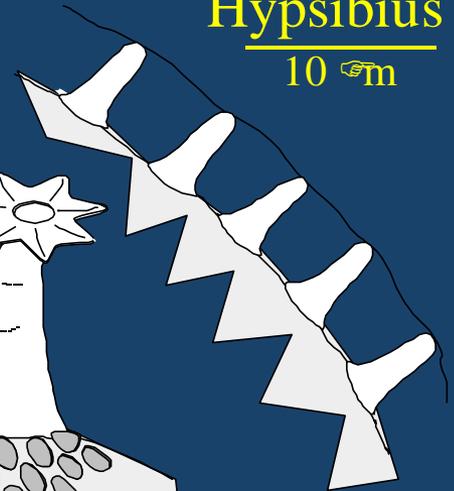
## Macrobiotus

10  $\mu$ m



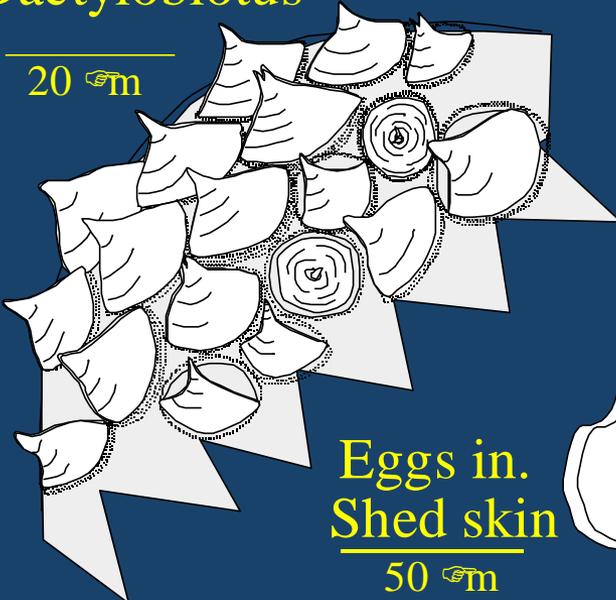
## Hypsibius

10  $\mu$ m

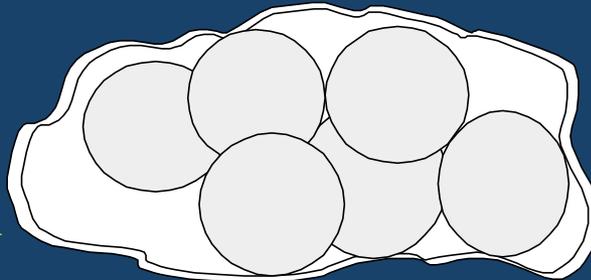


## Dactylobiotus

20  $\mu$ m

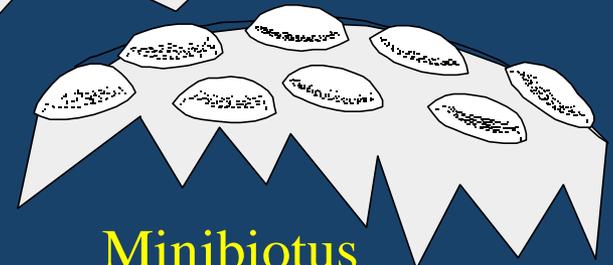


Eggs in.  
Shed skin  
50  $\mu$ m



## Minibiotus

15  $\mu$ m



# Habitat

- ☀ Musgo
- ☀ Liquen
- ☀ Suelo
- ☀ Hojarasca
- ☀ Arena
- ☀ Sedimentos marinos
- ☀ Algas dulceacuícolas



En todos los continentes

- ★ Revisar la taxonomía de tardígrados andinos usando nuevas colecciones de un rango de escalas espaciales diferentes
- ★ Evaluar la biogeografía de tardígrados en la zona de alta elevación en los Andes (*Polylepis* y pastizales alrededor) de un rango de escalas espaciales diferentes

# Un sitio por país...

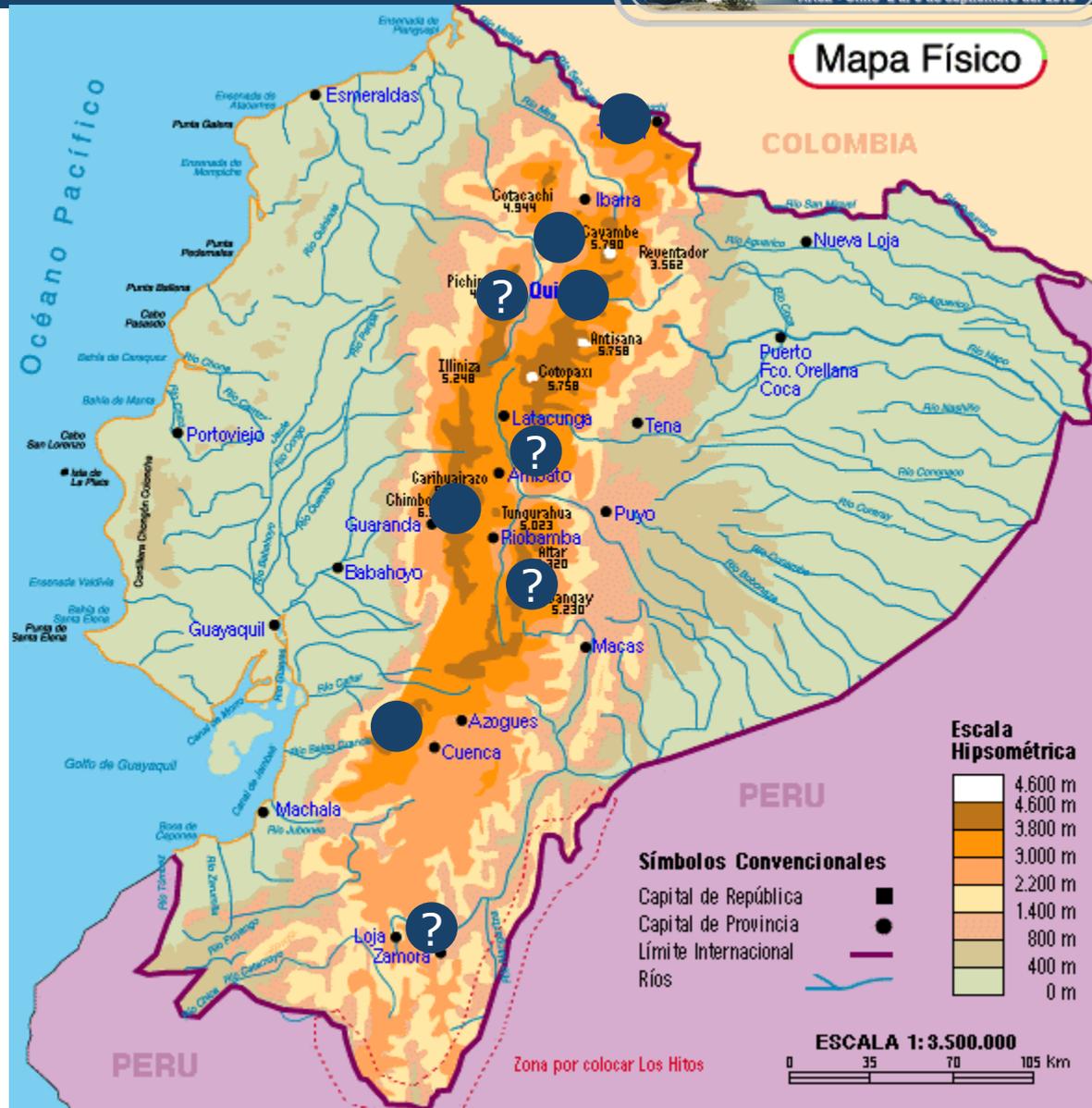
- ☀ Venezuela
- ☀ Colombia
- ☀ Ecuador
- ☀ Perú
- ☀ Bolivia
- ☀ Chile
- ☀ Argentina



# Escala regional

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polyplepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

- ☀ Chiles/El Angel
- ☀ Mojanda
- ☀ Papallacta
- ☀ PN Chimborazo
- ☀ PN Cajas
- ☀ Pichincha
- ☀ PN Llanganates
- ☀ PN Sangay
- ☀ PN Podocarpus

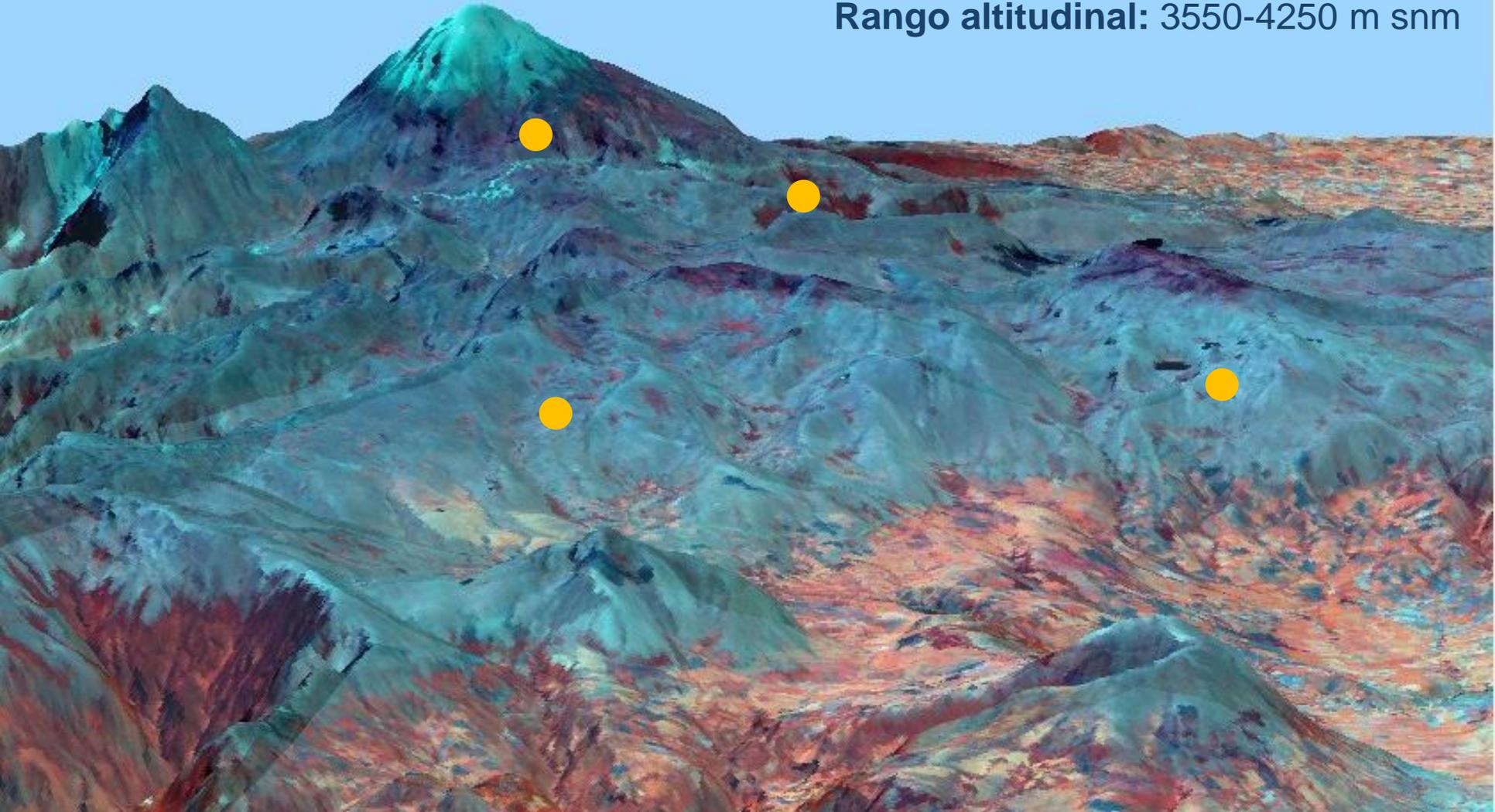


# Al nivel paisaje (El Angel/Volcán Chiles)

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

**Habitats:** bosques, páramos,  
humedales, riochuelos, rocas

**Rango altitudinal:** 3550-4250 m snm



- ☀ **Hábitats diferentes: bosque, páramo (con diferentes historias de quema), humedal, roca, zona riparia**
- ☀ **Altitudes diferentes**



# Escala de habitat

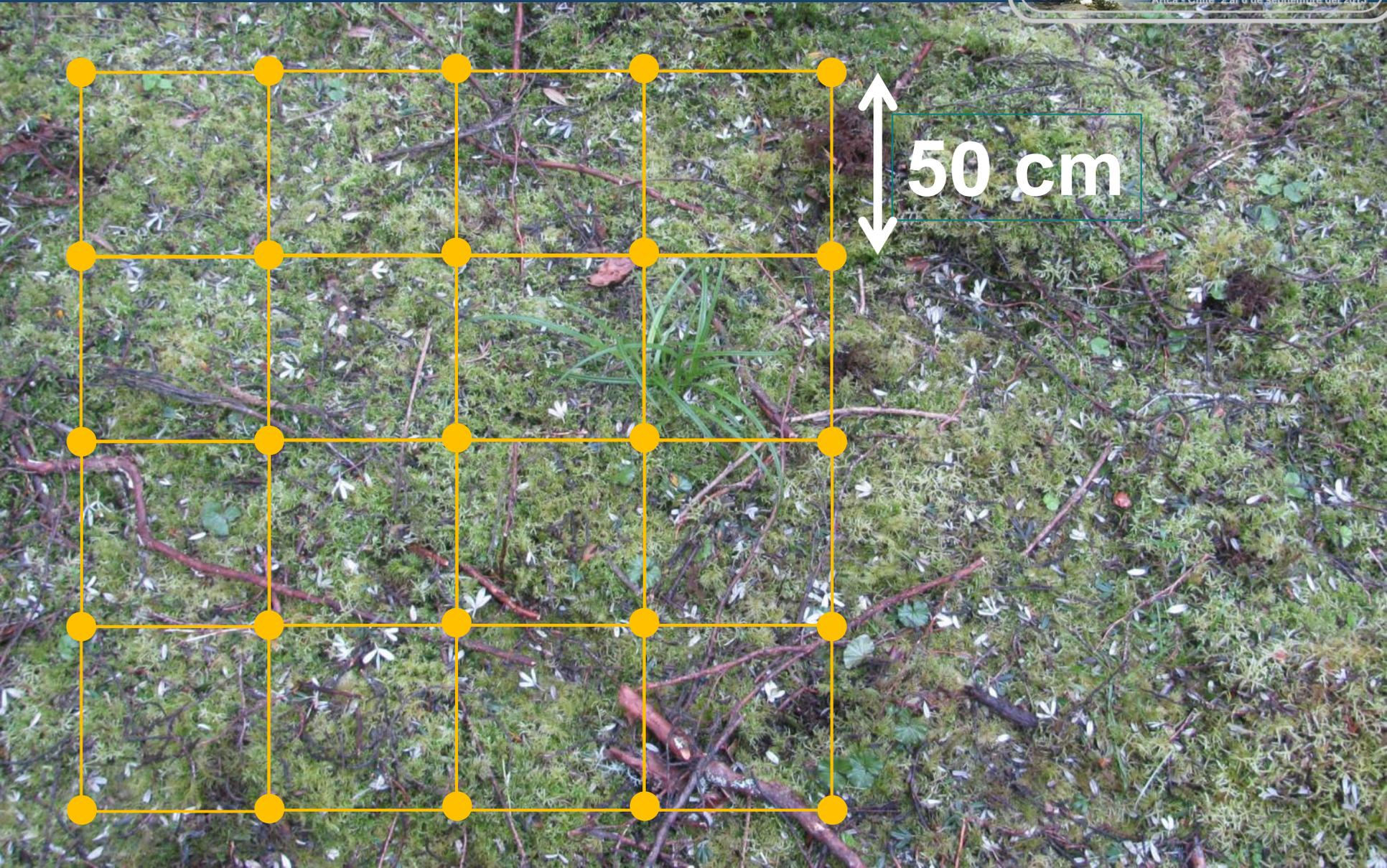
## ☀ Bosque de *Polylepis* como estudio de caso

★ piso del bosque

★ dosel del bosque



# Escala de microhabitat



50 cm

## ☀ Fácil: secar al aire libre en papel

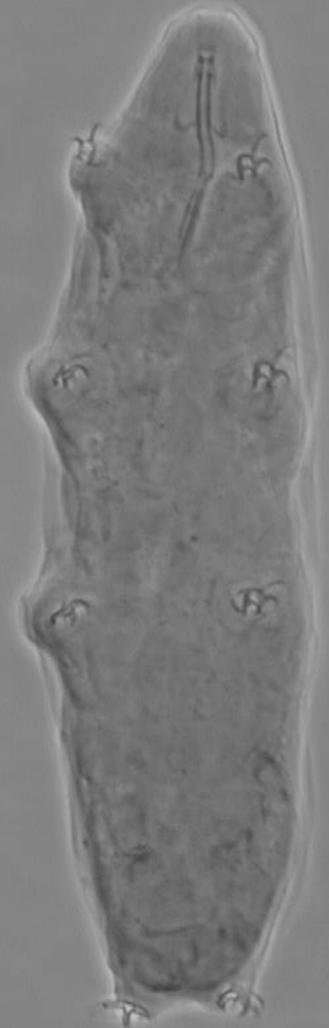
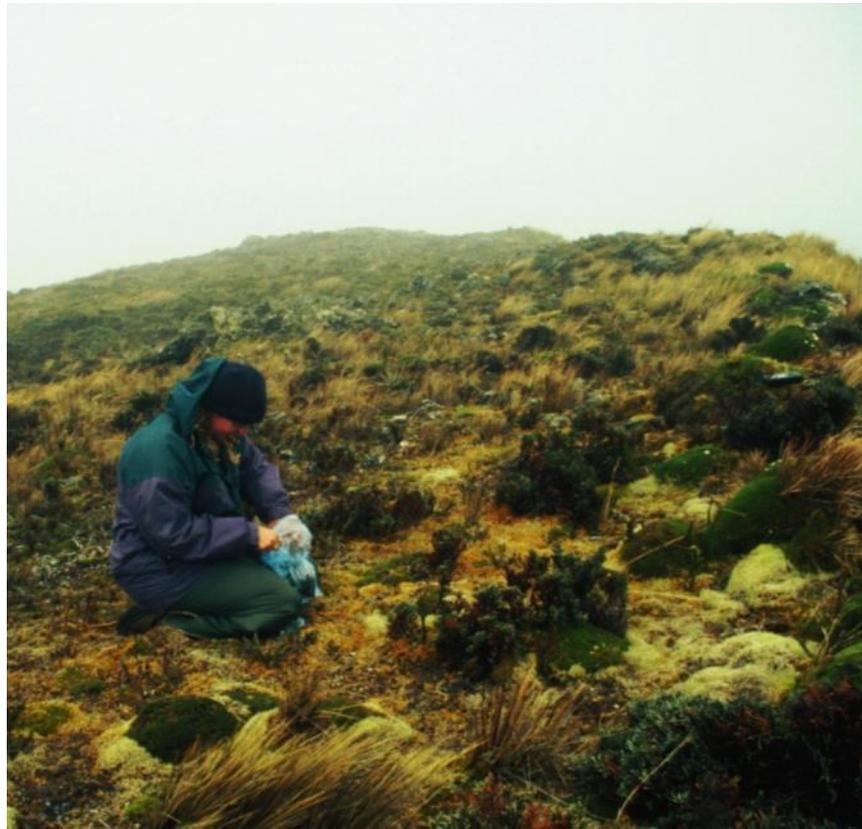
- ★ Tardígrados sobrevive para años en este condición
- ★ “Re-animan” cuando la muestra es rehidratada



# *Platicrista ramsayi*

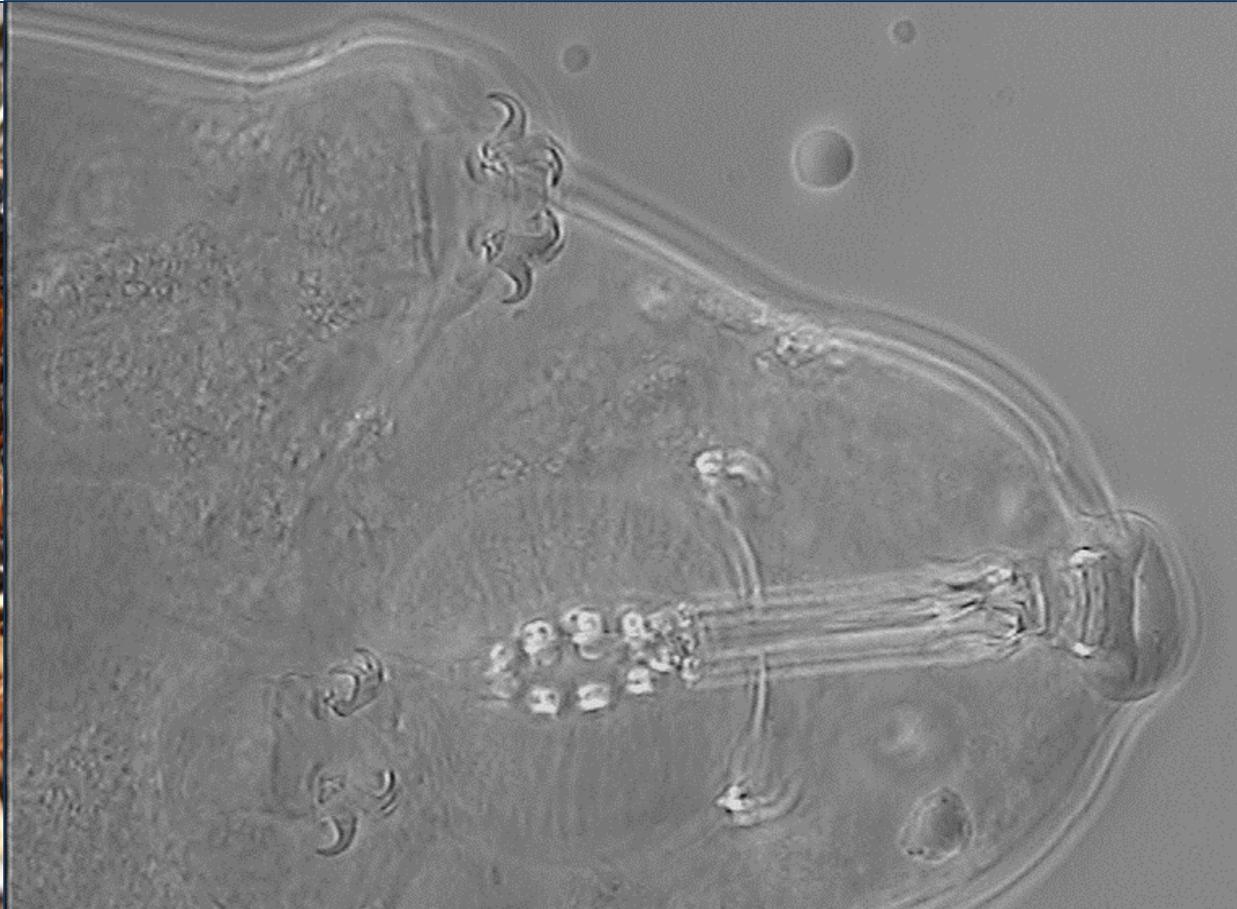
☀ Una especie descrita por Marley (2006), de los Andes ecuatorianos, se encontró en este bosque en Perú

Sitio previo con *Platicrista ramsayi* en la frontera Ecuador-Colombia



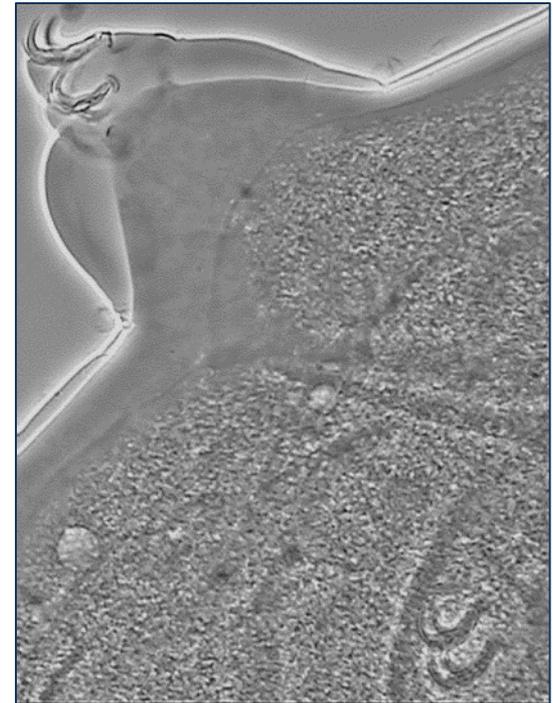
# *Calcarobiotus* sp.

☀ Encontrado en un musgo en pleno sol en la puna



# *Macrobiotus* sp.

## ☀ Otra nueva especie de la corteza de *Polylepis*



# Conclusiones

**III Congreso Internacional**  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013



# La pérdida de bosque

## ☀ Ocasionado por:

- ★ Tala (leña, construcción)
- ★ Pastoreo y cultivación
- ★ Fuego (asociado con el pastoreo o la caza)

## ☀ Fragmentación de bosque

- ★ Pérdida total del bosque o reducción de su área

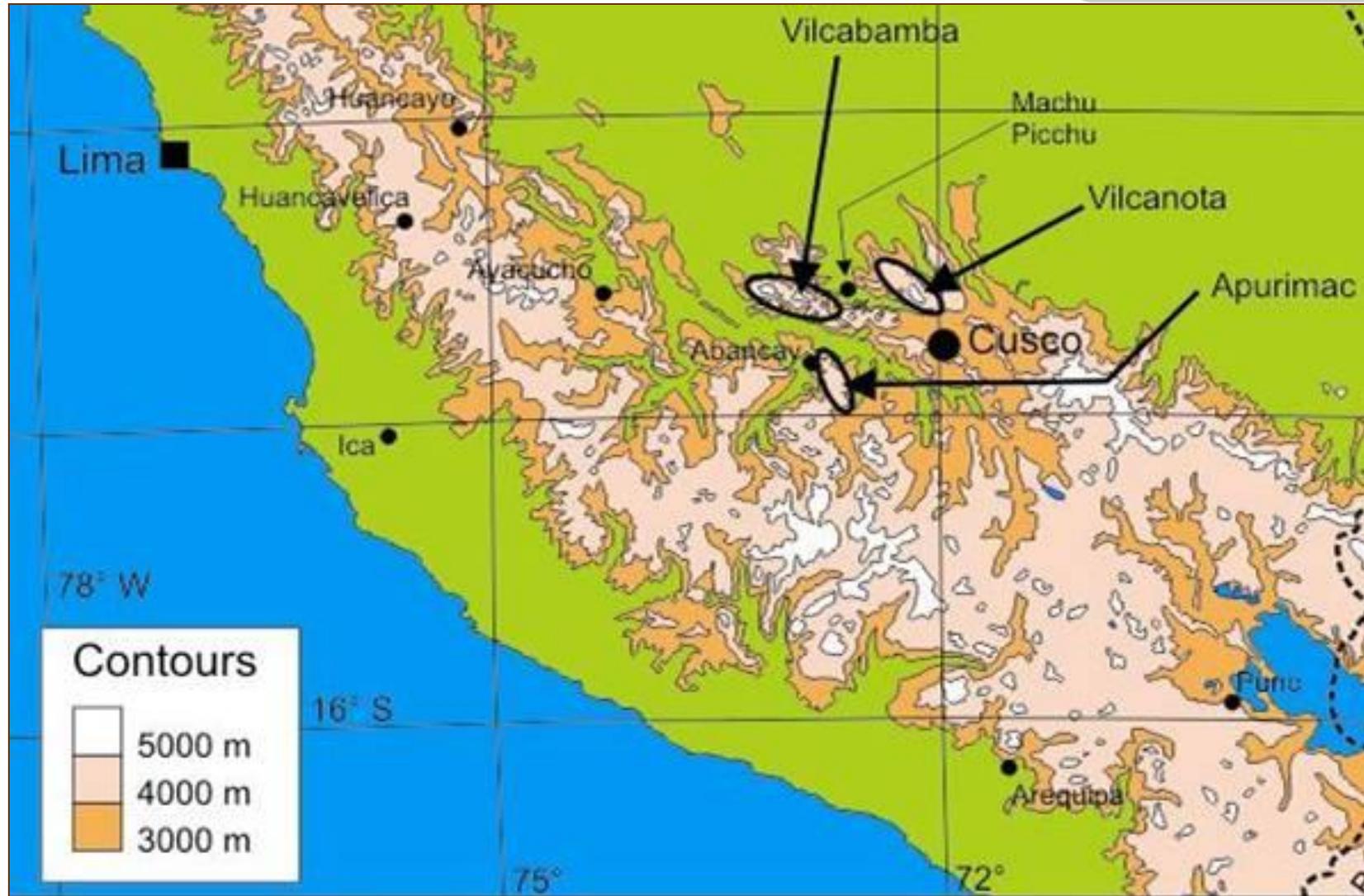
## ☀ Cambios en la calidad de bosque

- ★ La degradación del hábitat por perturbación humana

## ☀ Un ejemplo...



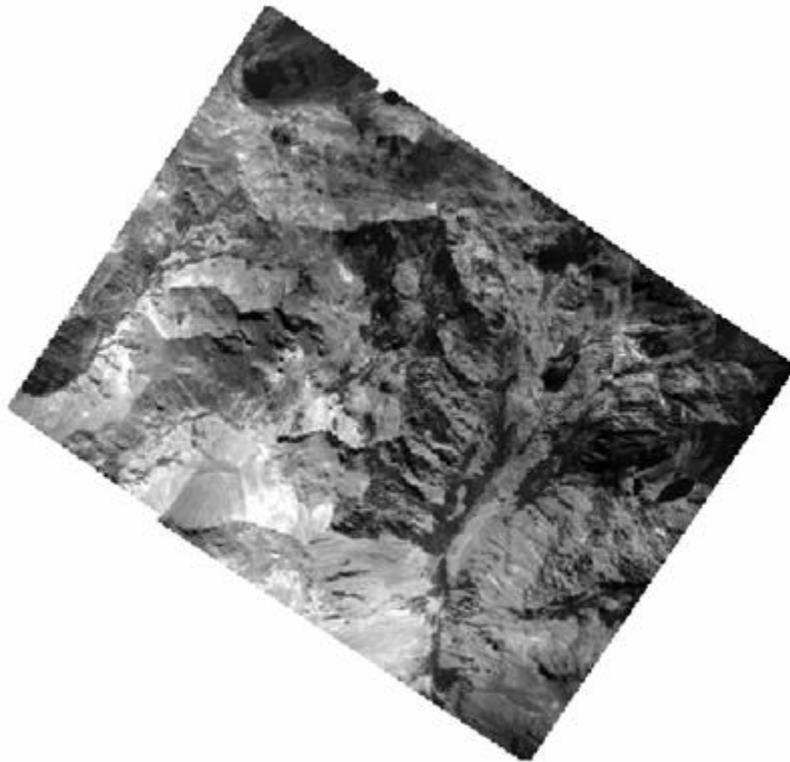
# Cordillera Vilcanota, Cusco



# Valle de Mantamay, Cordillera Vilcanota, Cusco

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

☀ 1956, fotos aéreas



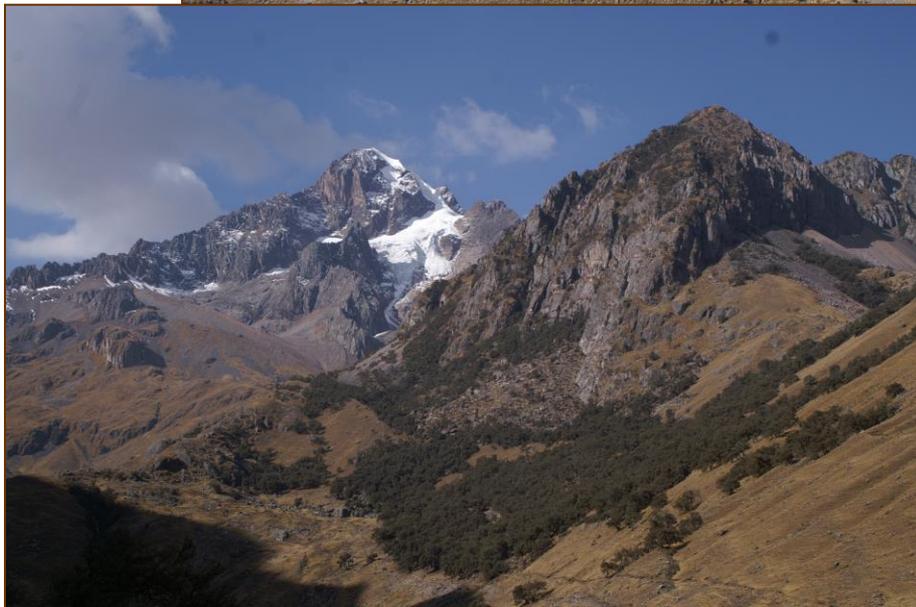
☀ 2002, Landsat 7



2005

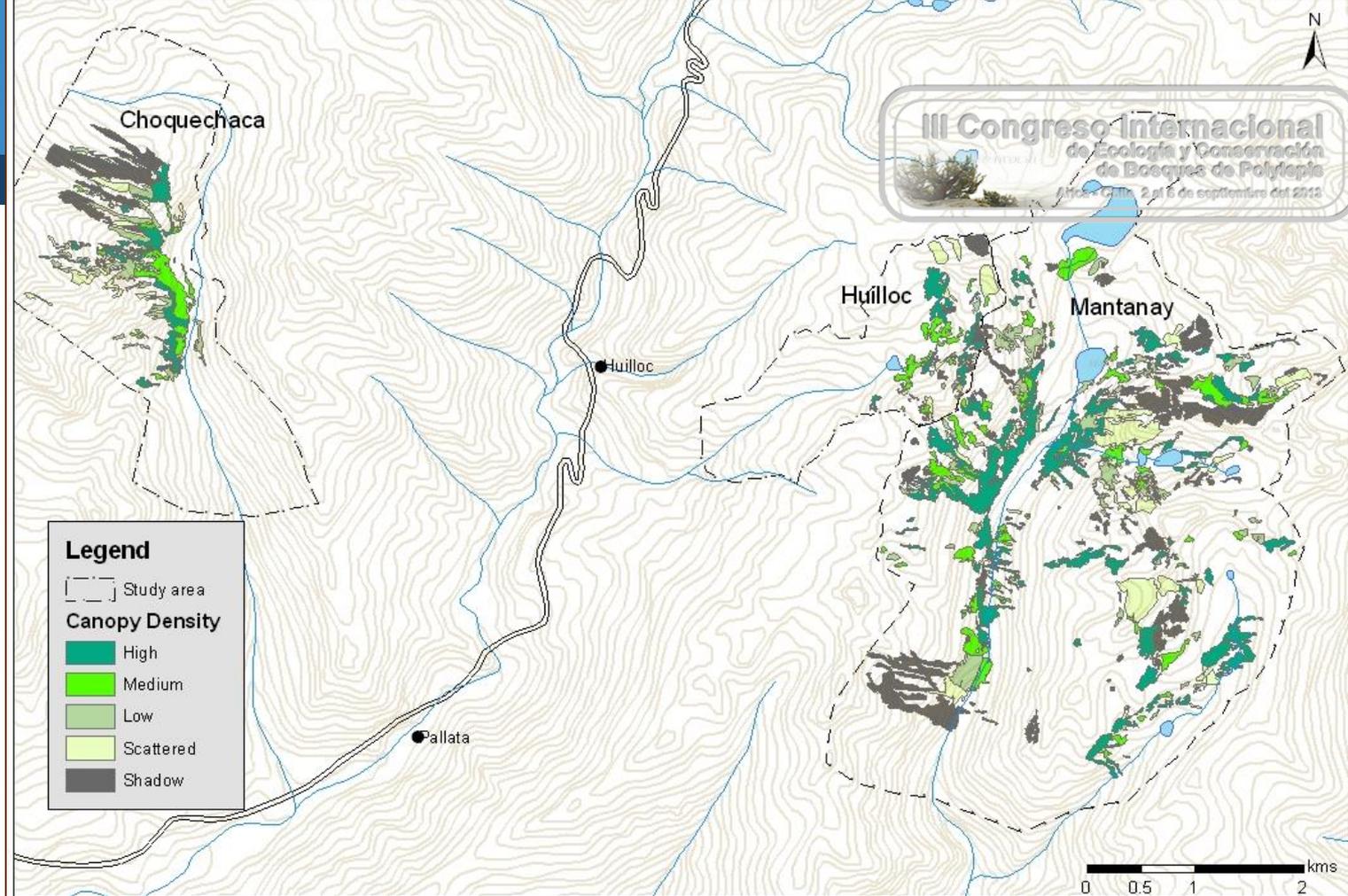
Fotos del campo

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

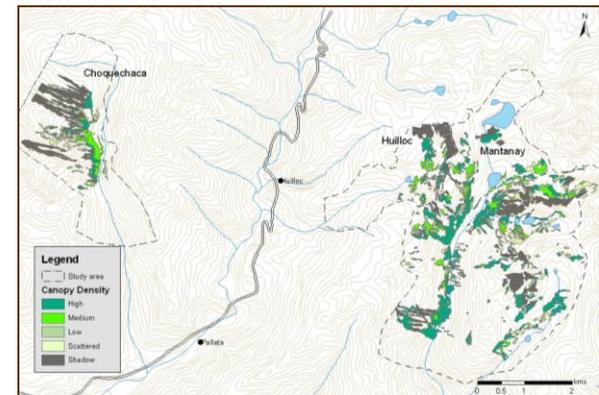


mapeo

2005

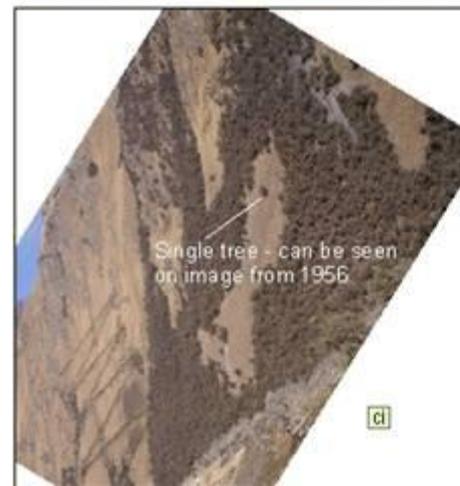
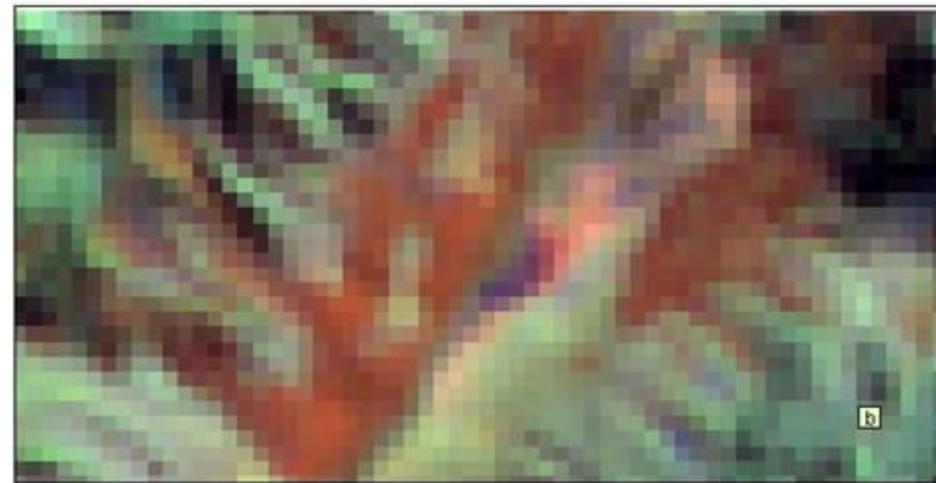


1956

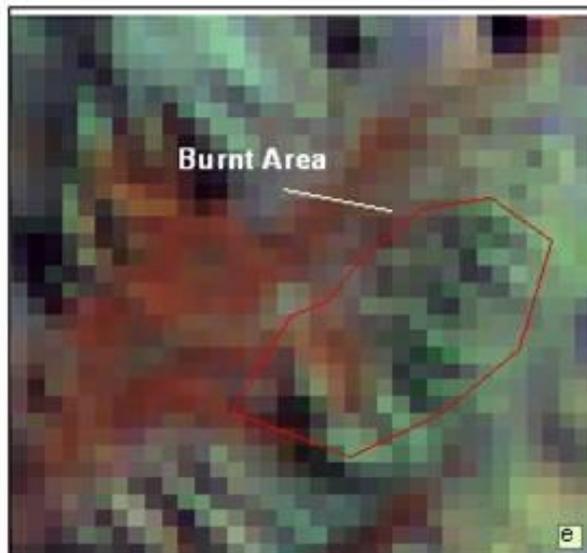
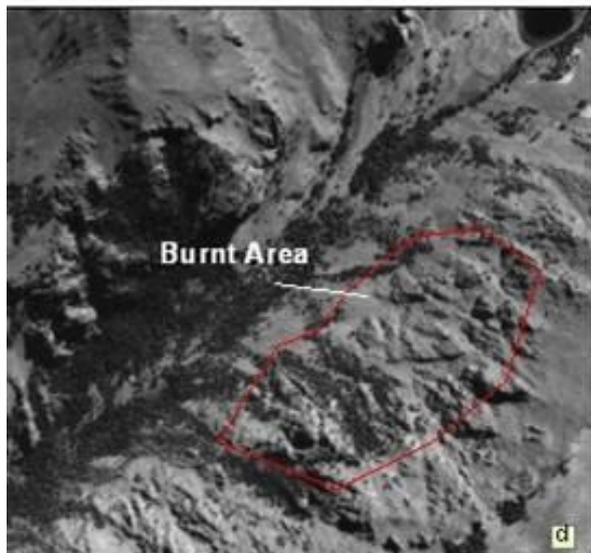
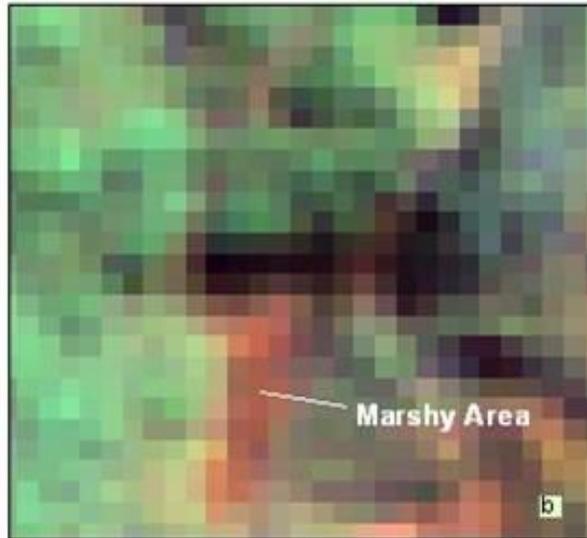
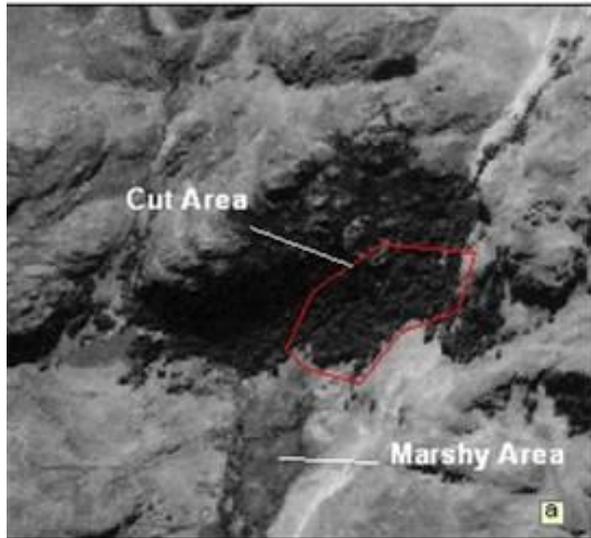


# Resultados

- ✱ En general, no hay muchos cambios en donde está el bosque durante los últimos 50 años
- ✱ Algunos problemas con la interpretación



# Cambios dramáticos

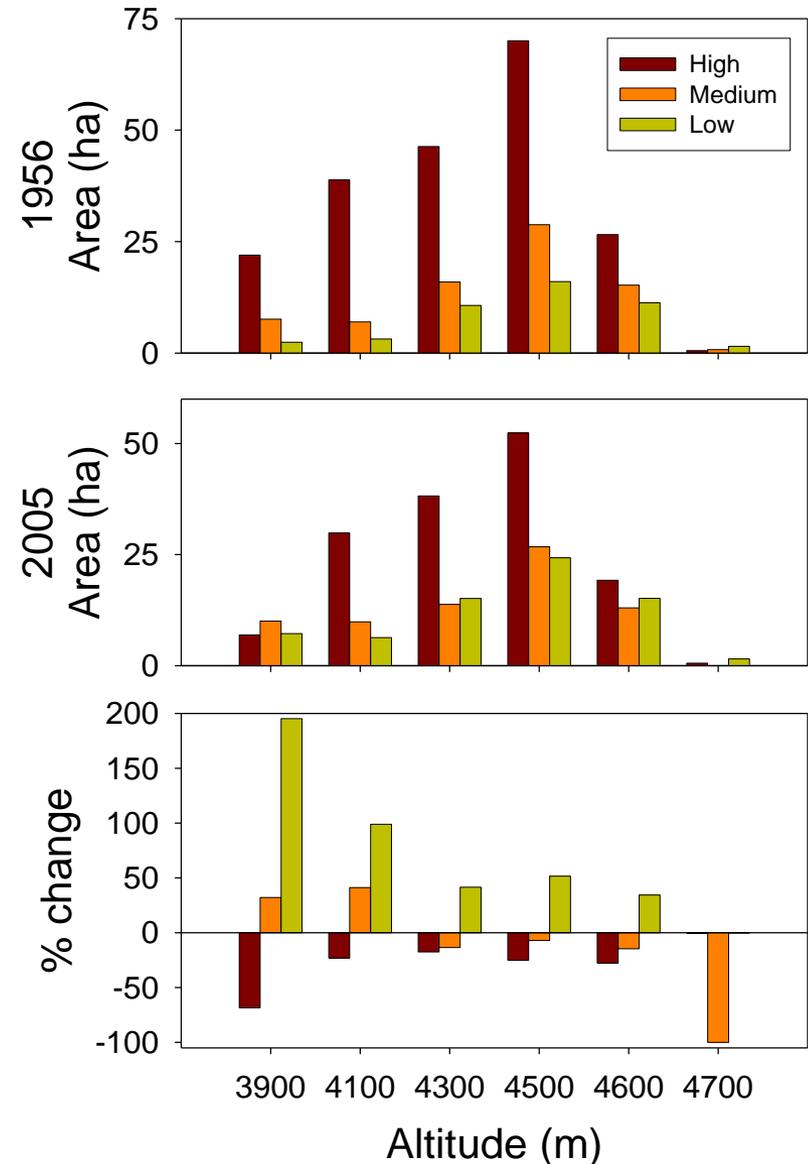


# Cambios en área de bosque

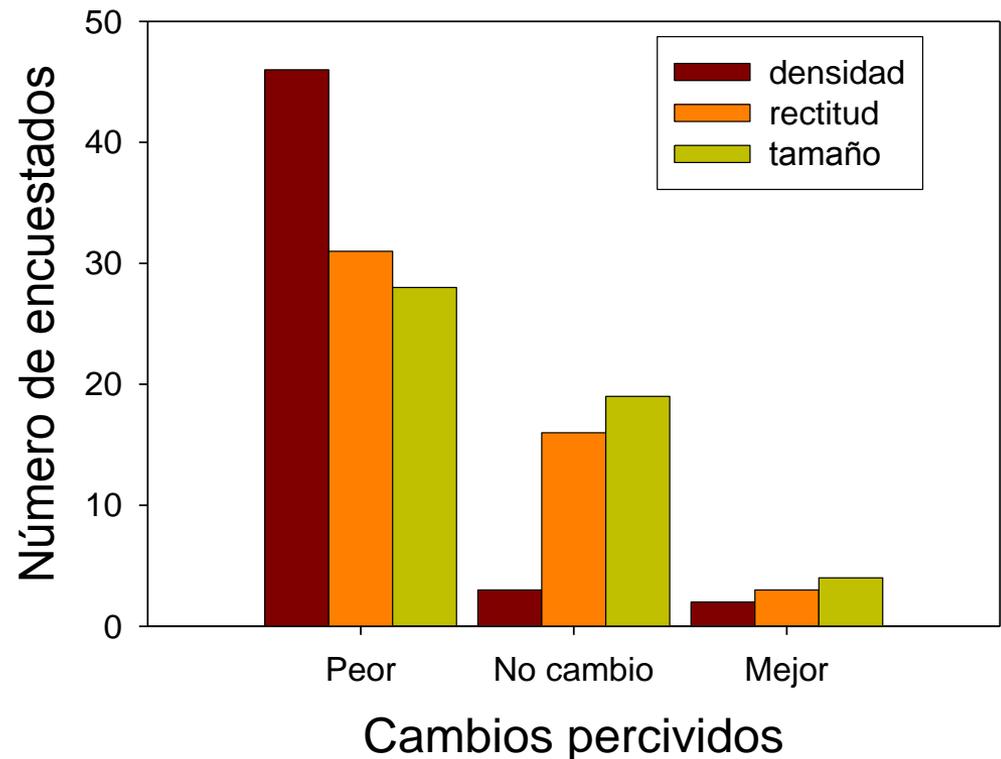
Densidad del dosel	1956 (ha)	2005 (ha)
Alta densidad	204	147
Media densidad	75	74
Baja densidad	45	70
Árboles dispersos	23	63
<b>Total</b>	<b>347</b>	<b>353</b>

# Cambios menos dramáticos?

- ☀ **Cambios en los bosques**
  - ★ Transformación de bosque con alta densidad de bosque
  - ★ Pérdida grande en los bosques más altos
- ☀ **¿Más importante que la pérdida total?**



- ☀ La mayoría de los encuestados dijeron que había empeorado varios indicadores de la calidad de bosque
- ☀ No es posible medir algunas de esas cosas con fotos aéreas



- ✿ Aunque el bosque está desapareciéndose, quizás el cambio más fuerte es en la calidad del hábitat
- ✿ Hay muchos bosques degradados
  - ★ Restaurar bosque no es solamente una tarea de crear nuevos bosques
  - ★ Estratégicas para reducir fragmentación e aislamiento
  - ★ Acciones para crear microhábitats importantes

# “Calidad de bosque”

- ☀ Hay unos rasgos que definen un bosque de alta calidad
  - ★ Y otros que definen baja calidad
- ☀ ¿Cuáles son estos rasgos?
- ☀ ¿Cómo podemos medirlos?
- ☀ ¿Cuáles usos disminuyen la calidad?
- ☀ ¿Cuáles acciones podrían aumentar la calidad?

# Un manual para medir la calidad de bosque

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

- ✿ Pensando en los bosques que conozco...
- ✿ Una técnica para comparar bosques e identificar prioridades para conservación y restauración
- ✿ A través del tiempo su uso puede ayudar en evaluar el éxito de programas de conservación y restauración
- ✿ Estamos probando su uso en Ecuador ahora y hemos hecho unas pruebas en Perú
- ✿ Una versión simple para escuelas?



# Condición o calidad de bosque

## Perfil del bosque – sección transversal de una parte típica del bosque

Escala (m)



Escala (m)

Comentarios adicionales para apoyar el perfil:



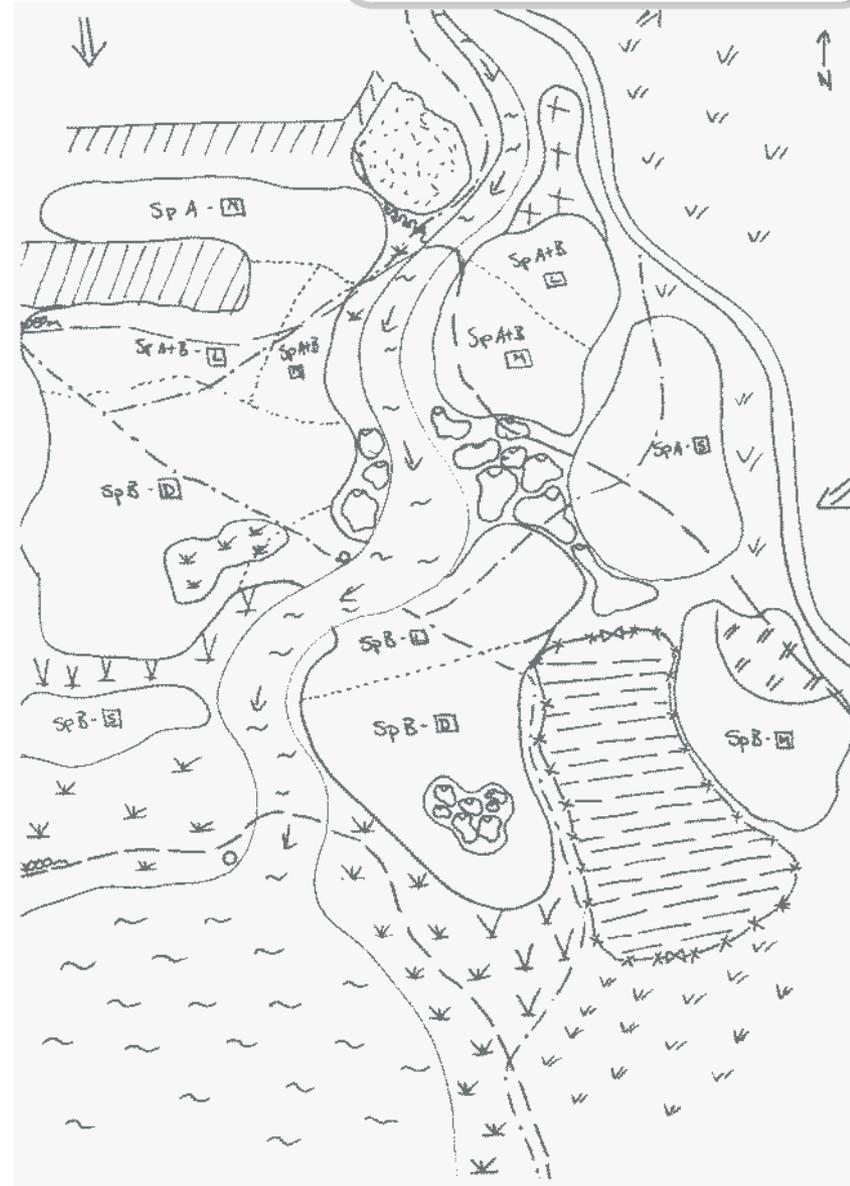
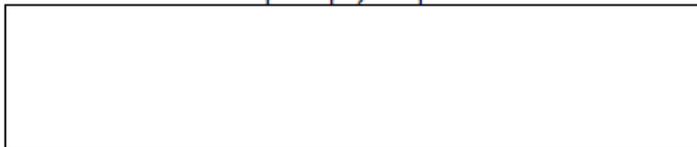
## Perfil del sotobosque

Escala (m)

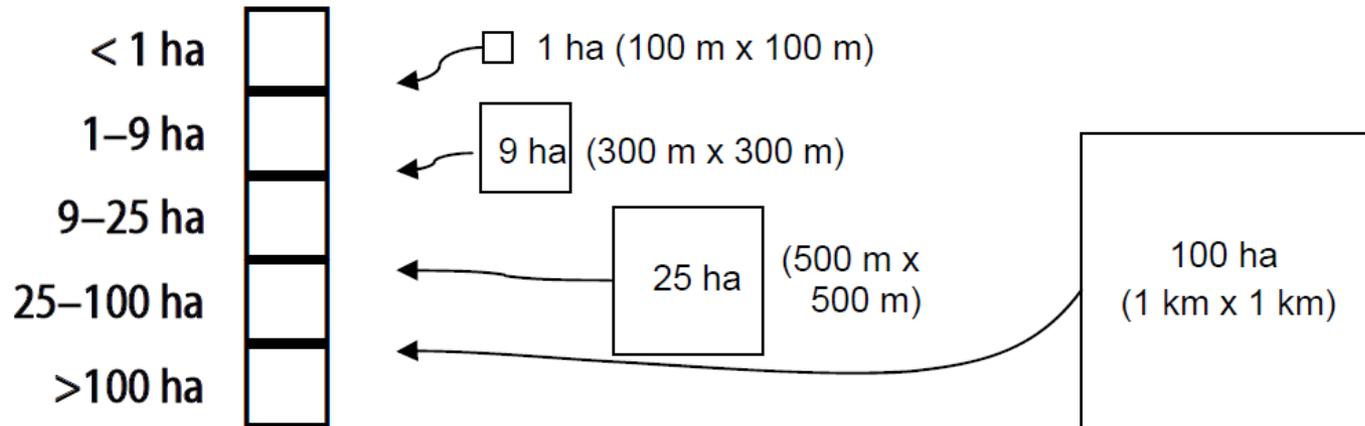


Escala (m)

Comentarios adicionales para apoyar el perfil:



## Tamaño del bosque (✓)



## Connectividad

Número de parches por categoría de tamaño (ha)

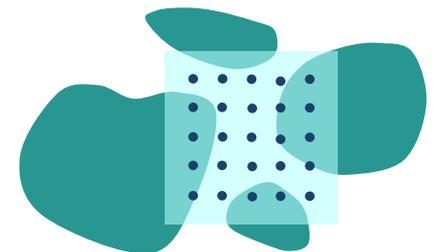
		< 1	1-9	9-25	25-100	> 100	Total
Distancia del sitio de muestreo	15-50 m						
	50-150 m						
	150 m-1km						
	> 1 km						

## Tamaño de los árboles

dap (cm)	Conteo	Total
<5		
6-10		
11-25		
26-50		
>50		

## Regeneración y cobertura del dosel de *Polylepis*

Rep	Número de plántulas (categoría de altura, cm)					Medida del dosel				
	<5	6-10	11-50	>50	Total	↓	+120°	-120°	⊕	Total
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



## Indicadores de perturbación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Común					Ausente				
Tocones										
Troncos apilados										
Ramas cortadas										
Excrementos de animales										
Pastoreo										
Ramoneo										
Veredas										





# Manejo sustentable y la dinámica del bosque

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

- ✿ ¿Como manejemos el bosque?
- ✿ Un plan de manejo
- ✿ Depende de la situación de la gente local
- ✿ Y de la dinámica del bosque



# La dinamica del bosque

## ☀ Etapas del ciclo de vida

- ★ Germinación
- ★ Establecimiento
- ★ Crecimiento
- ★ Reproducción (sexual y asexual)

## ☀ Competición

- ★ Tolerancia de sombra, estrés, etc.

## ☀ Tratar de evitar un punto de vista humana con respeto al tiempo



# Tasas de crecimiento

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

## ★ Varios métodos:

- ★ Anillos de crecimiento
- ★ Cinturones
- ★ Dendrómetro puntual



# Estudio en Cordillera Vilcanota, Peru

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

- ☀ *Polylepis pauta*  
(3700-3850 m)
- ☀ *Polylepis lanata*  
(3850-4150 m)
- ☀ *Polylepis sericea*  
(4000-4150 m)
- ☀ *Polylepis pepeii*  
(4000-4300 m)
- ☀ *Polylepis flavipila*  
(4300-4450 m)

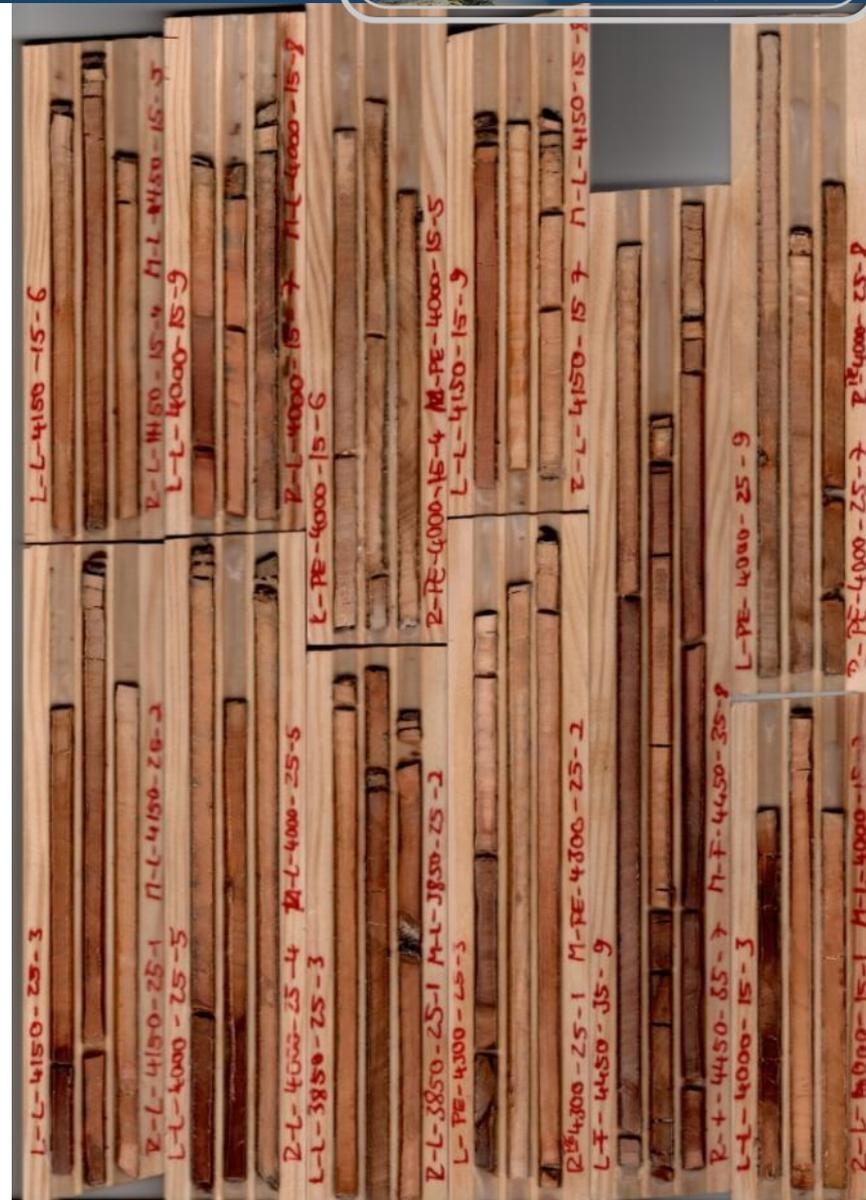


*Polylepis pepeii*, 4150 m

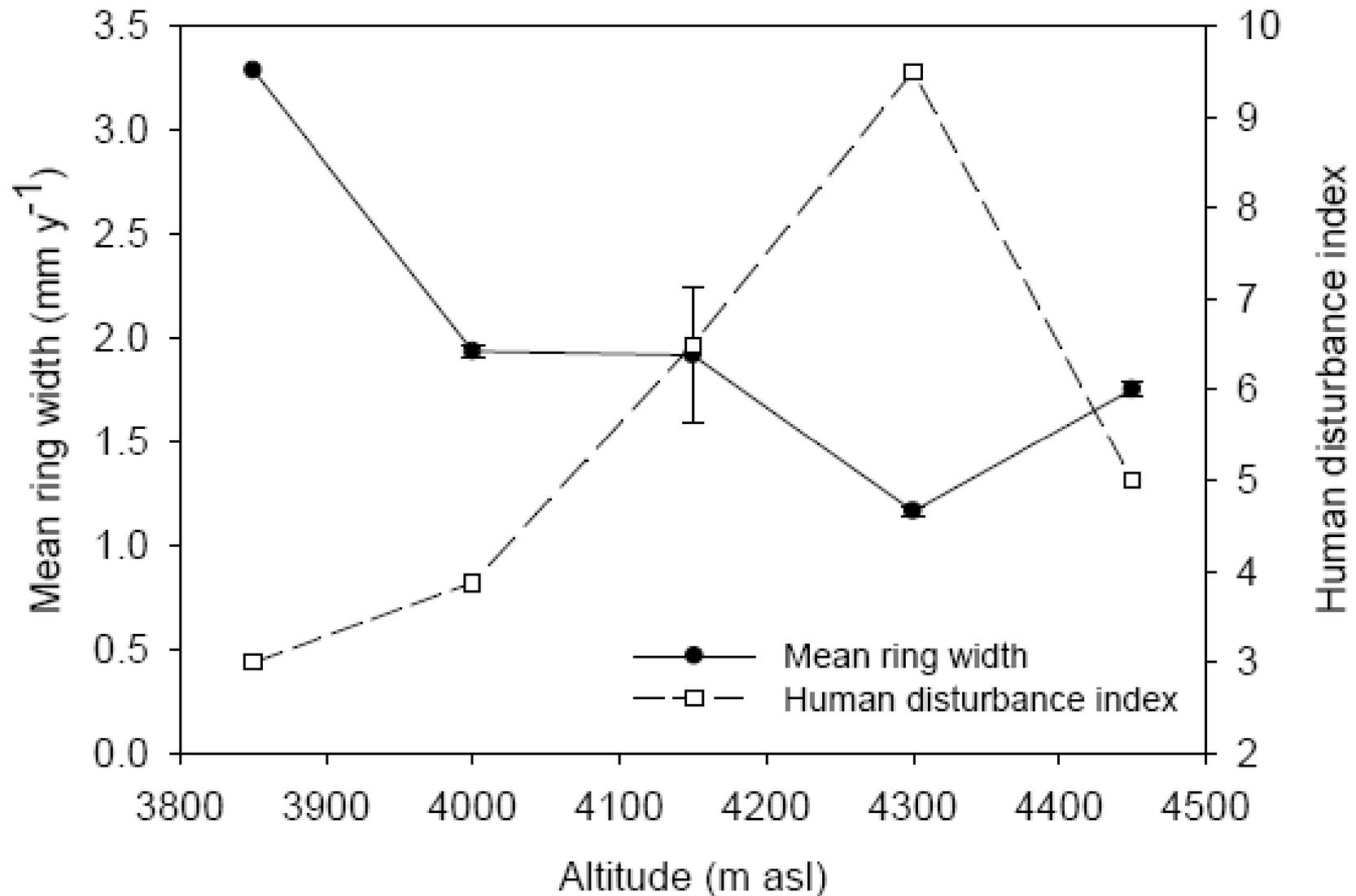
## ☀ Presencia de anillos

- ★ *Polylepis pepeii* 63%
- ★ *Polylepis flavipila* 34%
- ★ *Polylepis lanata* 18%
- ★ *Polylepis pauta* 0%
- ★ *Polylepis sericea* 0%

## ☀ Árboles con anillos probablemente crecen mas lentamente



# Altitud y tasas de crecimiento



Tree age calculation based on mean ring width and standard error for trees (year) with 35 cm dbh at given altitudes.

Altitude (m asl)	<i>P. lanata</i>	<i>P. pepeii</i>	<i>P. flavipila</i>
3850	49-58		
4000	87-115	76-93	
4150	110-129	148-189	
4300		141-180	111-168
4450			93-107

# Establecimiento de *Polylepis sericea*, Ecuador

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de *Polylepis*  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

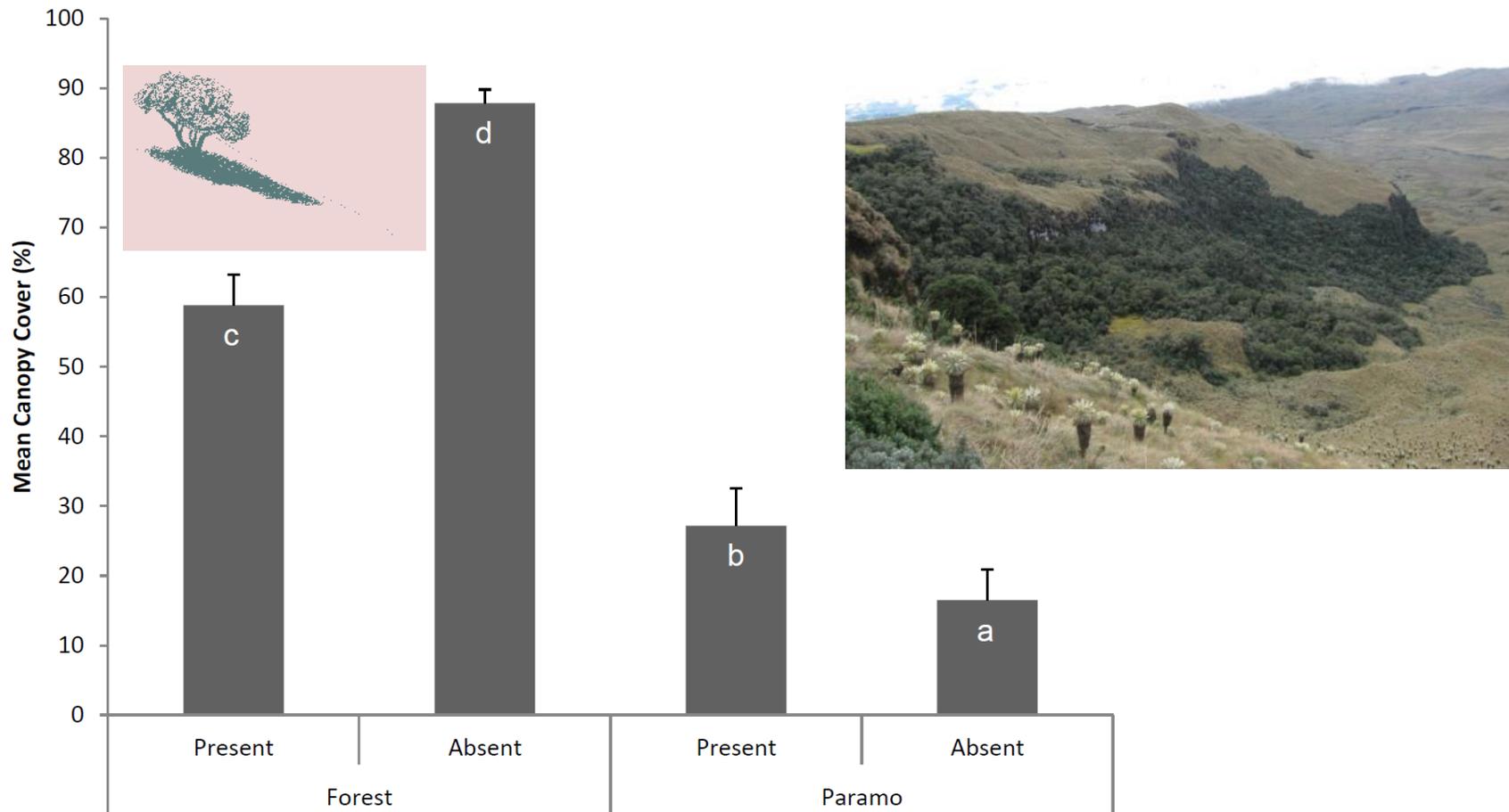
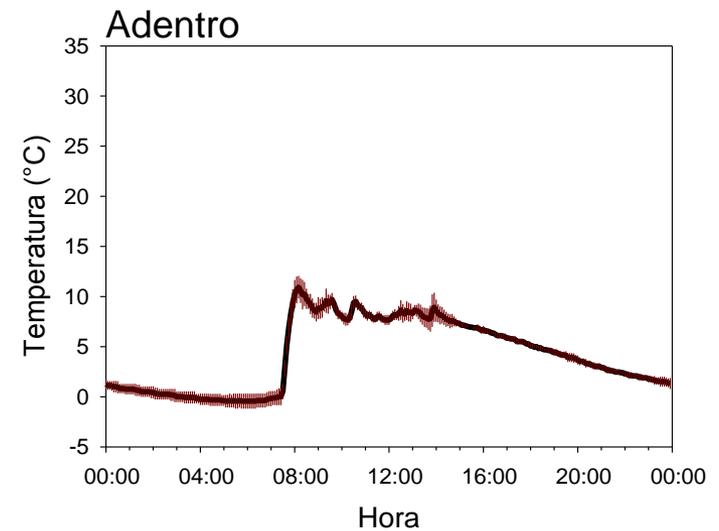
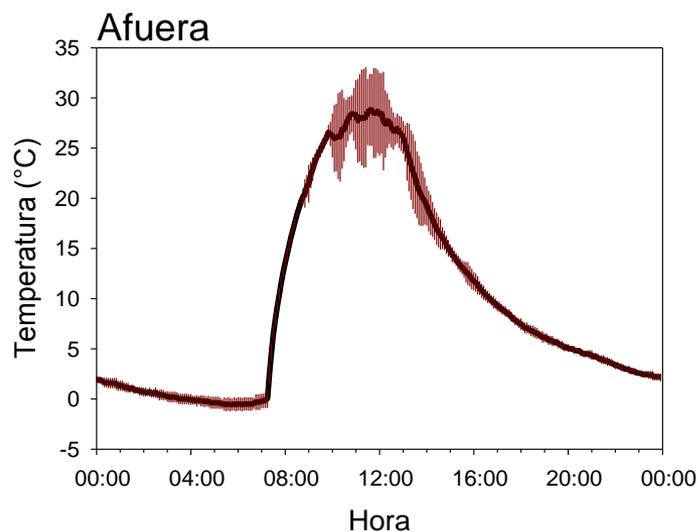


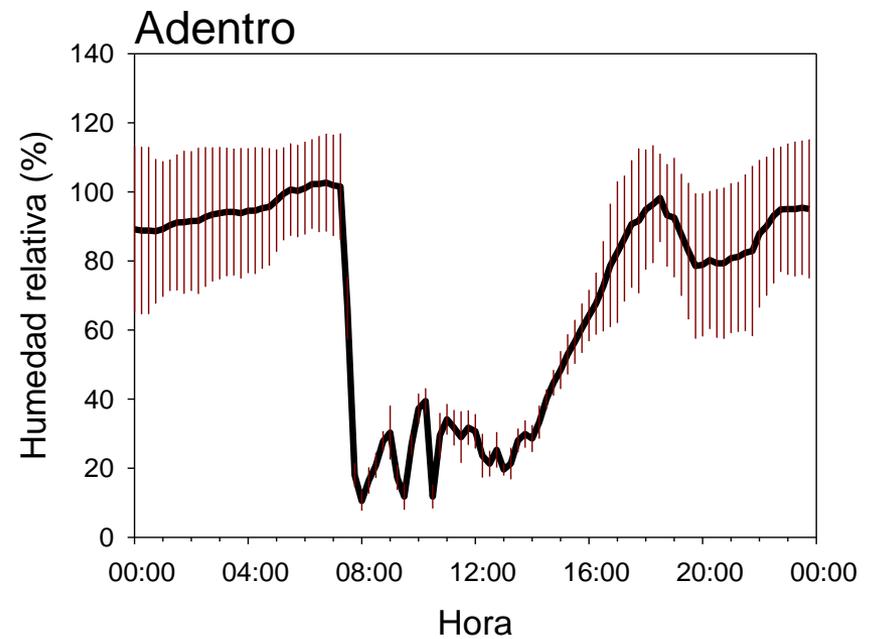
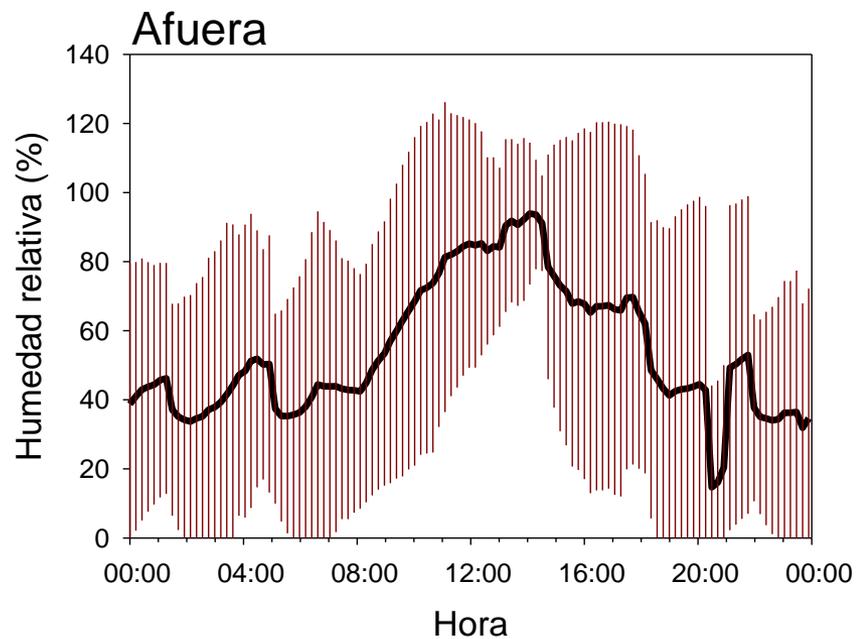
Fig. 4. Mean (+SE) canopy cover (%) in areas where *Polylepis* juveniles were present and absent in the páramo and forest. All means were significantly different from the other means (Two-way ANOM) (ANOVA interaction:  $F=22.13, p<0.001$ ).

## ☀ Condiciones dentro del bosque son diferentes a las de afuera

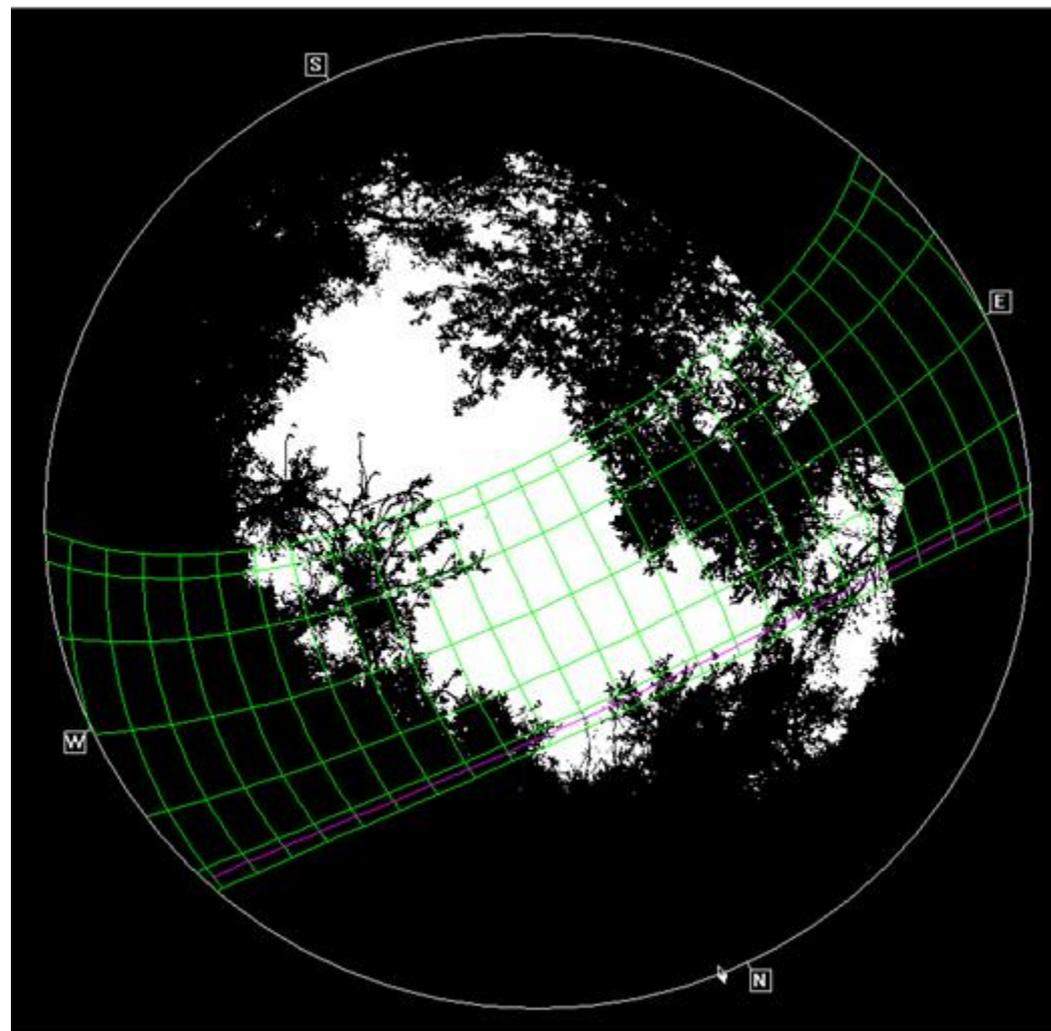
- ★ Temperatura
- ★ Humedad
- ★ Luz



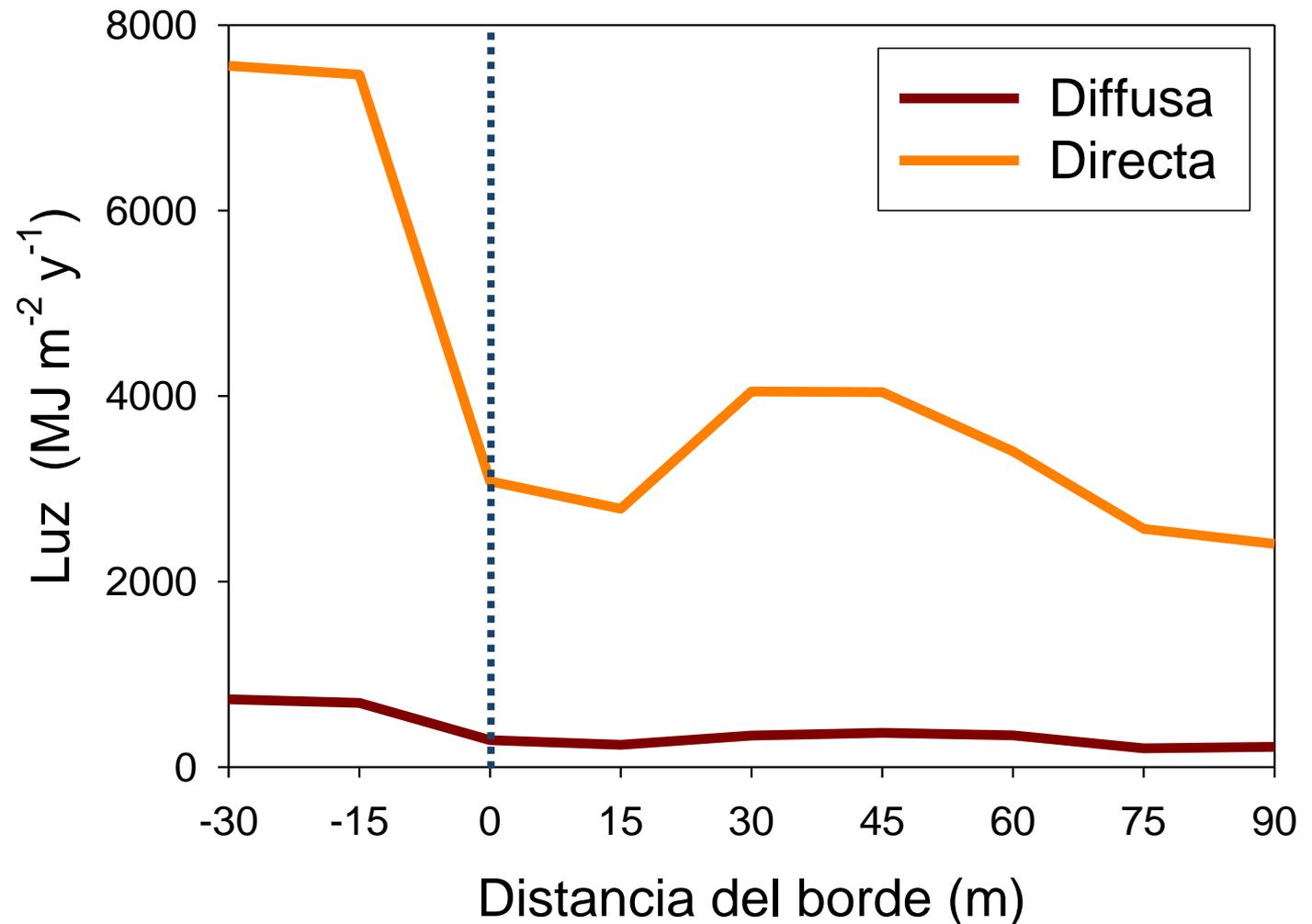
# Humedad del aire



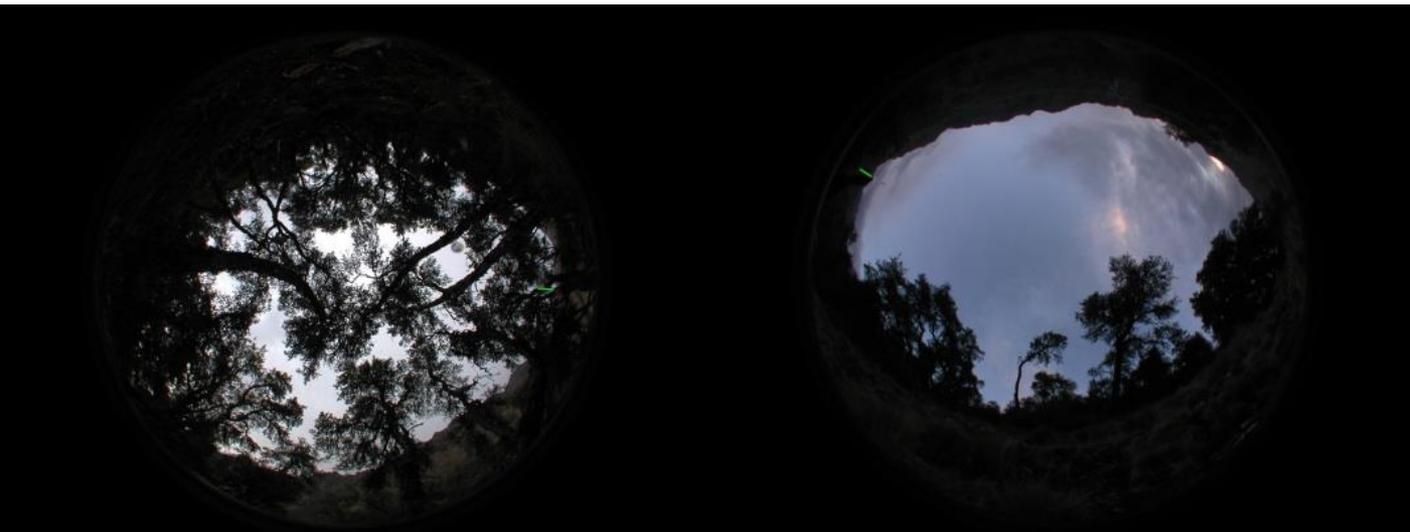
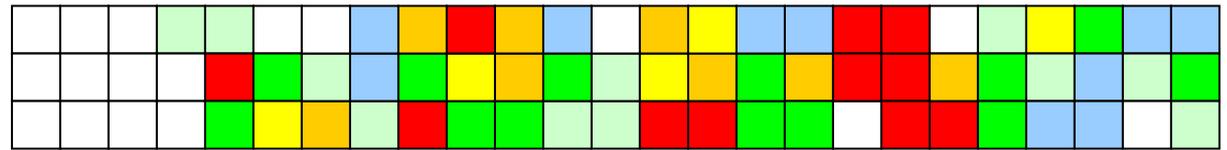
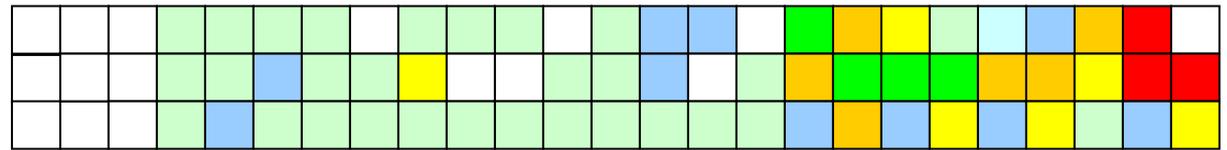
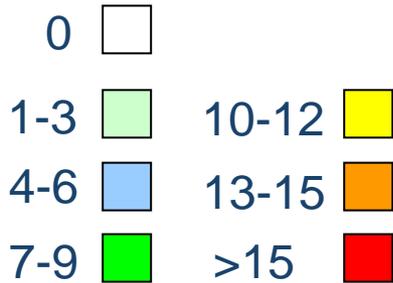
- ☀ **Fotos hemisféricas cada 15 m a través de un borde de puna y bosque (5 transectos)**



## ☀ Hay una diferencia grande entre el bosque y la puna al lado



## ☀ Densidad de arboles en parcelas de 15 m x 15 m



# Regeneración dentro del bosque

- ☀ **Conteo de plántulas en 1 750 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>**
- ☀ **Hasta 10 plantas por m<sup>2</sup>**
- ☀ **Estimamos aprox. 5 millones de plántulas en nuestro sitio de estudio dentro del bosque**
- ☀ **Su densidad no se relaciona con musgos, roca, vegetación, luz, ni hojarasca**
- ☀ **También hay plántulas debajo de los árboles aislados**



# Regeneración afuera del bosque

- ☀ 1 500 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>
- ☀ No hay plántulas más que 20 m de distancia del borde del bosque
- ☀ Su densidad está afectada por musgos, roca, vegetación, y hojarasca
  - ★ pero las relaciones son complicadas
- ☀ Solamente explica una pequeña parte de su distribución (menos que 5%)
  - ★ hay otros factores importantes



- ☀ **Efecto del ramoneo, pisoteo y fuego?**
- ☀ **Observaciones solas no pueden separar factores que se confunden**
  - ★ Requiere experimentos en el campo
  - ★ Pero excluir animales domesticados también significa excluir algunos animales silvestres



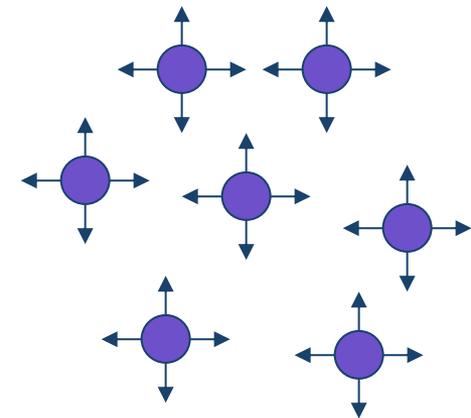
- ☀ **La situación de la regeneración de *Polylepis* es complicada**
  - ★ Regiones y climas diferentes
  - ★ Especies diferentes
  - ★ Diferencias entre etapas de vida
  - ★ Uso de la tierra diferente
- ☀ **Necesitamos creatividad en el diseño de las investigaciones**
  - ★ Paso por paso

# Conclusiones

☀ **Los procesos ecológicos de regeneración representan un recurso natural para utilizar en la conservación y restauración**

★ **Los bosques remanentes representan “capital natural”**

☀ **Los nuevos árboles son baratos y puede complementar reforestación**



# Escalas de tiempo diferente para los arboles

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013



# Otros problemas claves

- ☀ Efectos de fragmentación (no es lo mismo para todas las especies)
- ☀ Efectos del borde y especies especialistas
- ☀ Servicios ambientales—datos?
- ☀ Efectos probables de cambios climáticos
- ☀ Enfermedades y plagas
- ☀ Como integrar conservación de *Polylepis* en modelos sustentable para las comunidades de las montañas?



- ☀ **Hacer experimentos (y observaciones)**
- ☀ **Compartir métodos y comparar resultados**
  - ★ Muestreo de biodiversidad
  - ★ Monitoreo de bosques
  - ★ Restauración de bosques
- ☀ **Involucrar las comunidades en la ciencia**
  - ★ Saben mas que nosotros en algunas cosas
- ☀ **Publicar los estudios**
- ☀ **Leer (y citar) las publicaciones**
- ☀ **Hacer mas experimentos (y observaciones)...**



- ★ Convencer otros biólogos y nuestros estudiantes que los bosques de *Polylepis* valen su atención



# Agradecimientos

- ☀ **Ana Troya Zuleta**
  - ★ Genética
- ☀ **Balbina Ramsay & Nigel Marley**
  - ★ Tardígrados
- ☀ **Jorge Castillo**
  - ★ Briofitas
- ☀ **Joanne Jameson**
  - ★ Interpretación de las imágenes y mapeo
- ☀ **Kate Spencer, Jane Akerman, Mark Matthews y Lisa Stretch**
  - ★ Regeneración
- ☀ **Stuart Milan, Simon Gates & Jamie Godwin**
  - ★ Efectos del borde
- ☀ **Pete Morley**
  - ★ Sombra y plantulas/brinzales
- ☀ **Sabine Peukert**
  - ★ Tasas de crecimiento



III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile, 2 al 6 de septiembre del 2013

# Agradecimientos

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

- ✿ ECOAN, Cusco
- ✿ Holly Hill Trust, Inglaterra
- ✿ PUCE, Quito



# y los campesinos

III Congreso Internacional  
de Ecología y Conservación  
de Bosques de Polylepis  
Arica - Chile 2 al 6 de septiembre del 2013

