

# Introducción al Curso: Conservación “climáticamente inteligente” en los Andes Tropicales



NatureServe.



Bruce Young, Carmen Josse,  
Sebastián Herzog y Germán Forero

# Agradecemos a

MacArthur  
Foundation



**CDC-UNALM**

# Objetivos del Curso

- Compartir con profesionales y entidades a cargo de la planificación y manejo de biodiversidad, conceptos y herramientas para incorporar explícitamente el cambio climático en sus iniciativas de conservación,
- Enfocado en métodos lógicos, probados y de bajo costo, para evaluar la vulnerabilidad de los objetos de conservación,
- Proporcionar una guía práctica para desarrollar el ciclo climáticamente inteligente en situaciones limitadas en información y en recursos.

# Vulnerabilidad a Cambios Climáticos

**Vulnerabilidad:** El nivel en que un sistema es susceptible a un cambio perjudicial

*Curso de Capacitación:*

**Conservación “Climáticamente  
Inteligente” en los Andes Tropicales**

**Marco Conceptual**

Bruce Young

[bruce\\_young@natureserve.org](mailto:bruce_young@natureserve.org)



Flooded homes in Tuckerton, N.J. (AFP/Getty Images)



Monteverde, Costa Rica

## Biological response to climate change on a tropical mountain

J. Alan Pounds\*†, Michael P. L. Fogden\*†  
& John H. Campbell\*

\* Golden Toad Laboratory for Conservation, Monteverde Cloud Forest Preserve and Tropical Science Center, Santa Elena, Puntarenas 5655, Box 73, Costa Rica, Central America

† Department of Biology, University of Miami, PO Box 249118, Coral Gables, Florida 33124-0421, USA

Recent warming has caused changes in species distribution and abundance<sup>1-3</sup>, but the extent of the effects is unclear. Here we investigate whether such changes in highland forests at Monteverde, Costa Rica, are related to the increase in air temperatures that followed a step-like warming of tropical oceans in 1976 (refs 4, 5). Twenty of 50 species of anurans (frogs and toads) in a 30-km<sup>2</sup> study area, including the locally endemic golden toad (*Bufo periglenes*), disappeared following synchronous population crashes in 1987 (refs 6-8). Our results indicate that these crashes probably belong to a constellation of demographic changes that have altered communities of birds, reptiles and amphibians in the area and are linked to recent warming. The changes are all associated with patterns of dry-season mist frequency, which is negatively correlated with sea surface temperatures in the equatorial Pacific and has declined dramatically since the mid-1970s. The biological and climatic patterns suggest that atmospheric warming has raised the average altitude at the base of the orographic

moisture condenses has accelerated atmospheric warming<sup>5</sup>. Because vertical thermal profiles have tended towards a moist adiabatic lapse rate, the decline in temperature with increasing elevation has diminished, amplifying the warming in the highlands relative to the lowlands<sup>11-13</sup>. Freezing heights have shifted upwards<sup>11</sup>, and glaciers on high tropical mountains are rapidly melting<sup>14</sup>. If temperature-dependent relative humidity surfaces, and thus cloud-formation heights, have likewise shifted upwards<sup>10</sup>, organisms may be affected in various ways. Monteverde's stratus-stratocumulus bank, which forms as the trade winds meet the Caribbean slope of the Cordillera de Tilarán, flow upwards and cool adiabatically, influences several key ecological processes. A lifting cloud base should alter regional hydrology by reducing critical dry-season inputs of mist (low-intensity windblown precipitation) and cloud water (non-precipitating droplets deposited onto vegetation)<sup>15,16</sup>.

To examine climate trends, we have analysed patterns of precipitation, stream flow, air temperatures and SSTs. The rainfall and air-temperature data (collected by J.H.C.) are from leeward cloud forest (1,540 m; ~1 km west of the Monteverde Cloud Forest Preserve headquarters and ~3 km west of the continental divide). The weather station lies on the western boundary of our 30-ha study plot for anoline lizards, which overlaps a 40-ha plot for birds. Both plots lie within the 30-km<sup>2</sup> anuran study area. The stream-flow data (from the Costa Rican Electrical Institute) are for the Río Cañas at Líbano (300 m; ~23 km northwest of Monteverde). The SST data (from NOAA) are for the Niño-3 region of the equatorial Pacific (~850 km SW; 150° W-90° W, 5° N-5° S).

Using daily rain-gauge records from the dry season (January-April), we develop a mist-frequency index. These data underestimate windblown inputs<sup>16</sup> but contain signatures of mist events (as well as rare convective showers and wind-driven rains during cold



*Incilius periglenes* Monteverde 1987

# Revista Dominical

LA NACIÓN [www.nacion.com](http://www.nacion.com)  
Domingo 9 de junio del 2013

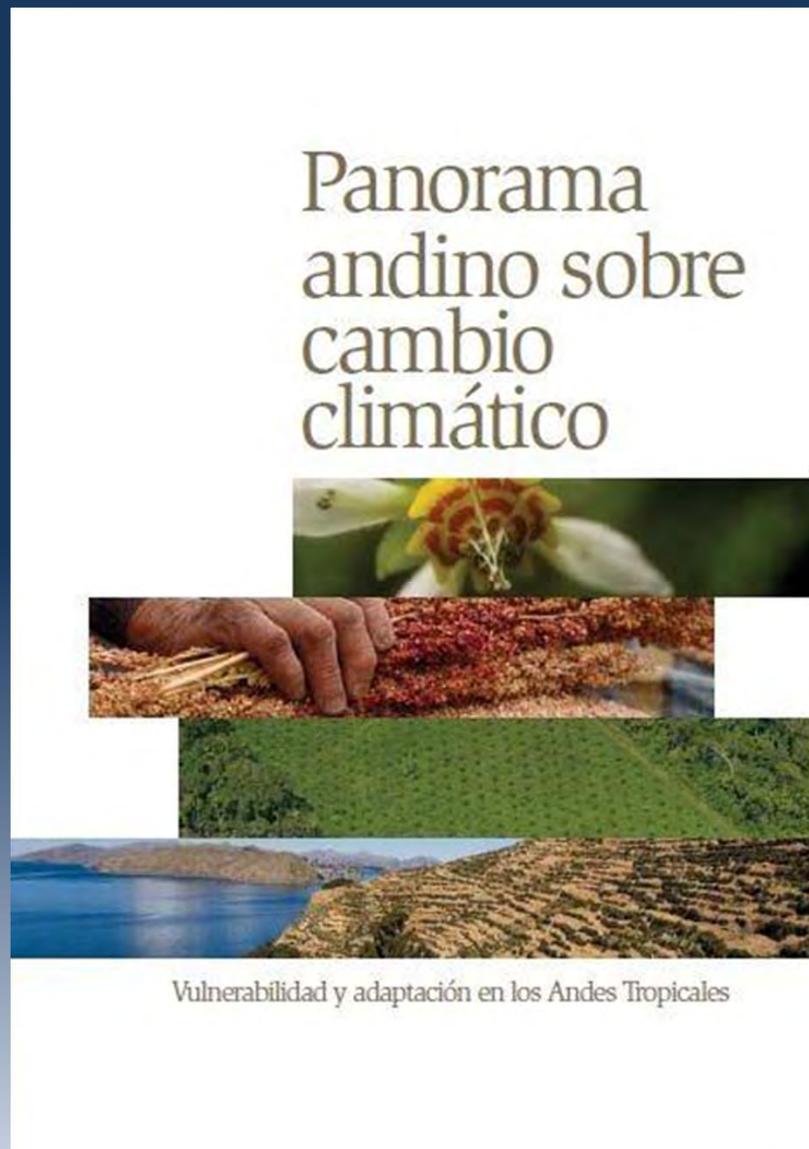
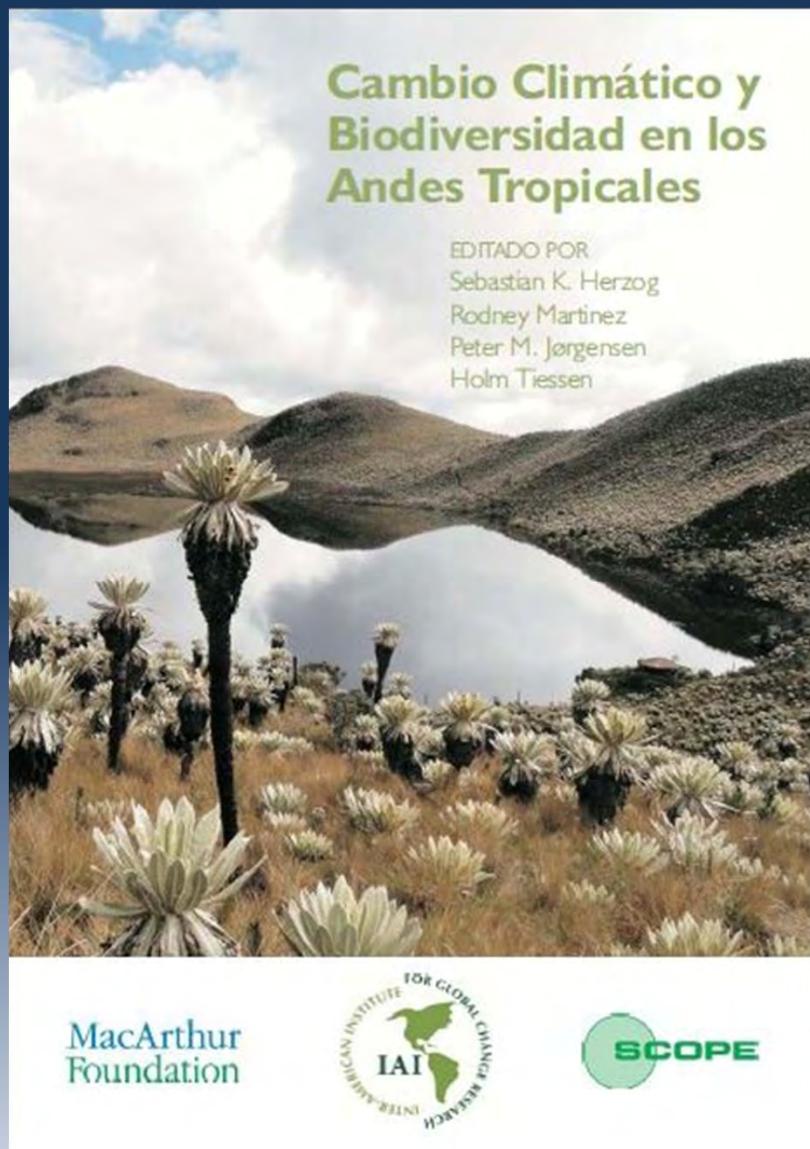


**Cambio climático aquí y ahora**



*Lineamientos tradiciones para la  
conservación en sitios no reflejaban la  
amenaza de cambios climáticos*

# Antecedentes



CONDESAN - CAN

# Scanning the Conservation Horizon

*A Guide to Climate Change  
Vulnerability Assessment*



# Towards an Integrated Framework for Assessing the Vulnerability of Species to Climate Change

Stephen E. Williams<sup>1</sup>, Luke P. Shoo<sup>2</sup>, Joanne L. Isaac, Ary A. Hoffmann, Gary Langham

Global climate change threatens global biodiversity, ecosystem function, and human well-being, with thousands of publications demonstrating impacts across a wide diversity of taxonomic groups, ecosystems, economics, and social structure. A review by Hughes [1] identified many of the ways that organisms may be affected by and/or respond to climate change. Since then, there has been a dramatic increase in the number of case studies attesting to ecological impacts [2], prompting several recent reviews on the subject (e.g., [3–6]). Several global meta-analyses confirm the pervasiveness of the global climate change “fingerprint” across continents, ecosystems, processes, and species [7–9]. Some studies have predicted increasingly severe future impacts with potentially high extinction rates in natural systems around the world [10,11]. Responding to this threat will require a concerted, multi-disciplinary, multi-scale, multi-taxon research effort that improves our predictive capacity to identify and prioritise vulnerable species in order to inform governments

realised impacts. There is an emerging literature on specific traits that promote vulnerability under climate change (e.g., thermal tolerance [14]) as well as a broad literature on the traits that influence species’ vulnerability generally (e.g., review by [15]). Less is known about the various mechanisms for either ecological or evolutionary adaptation to climate change, although it is increasingly recognised as a vital component of assessing vulnerability [16,17].

Despite this emerging pool of knowledge, we believe that progress in vulnerability assessment relating to climate change could be hastened if a unified framework was available to coordinate the activities of disparate research disciplines. Specifically, what is needed is a complete working framework for assessing the vulnerability of species that explicitly links: the various components of biotic vulnerability; the regional and local factors determining exposure to climatic change; the potential for both evolutionary and ecological responses, resilience, and active management to mediate the final realised impacts; and

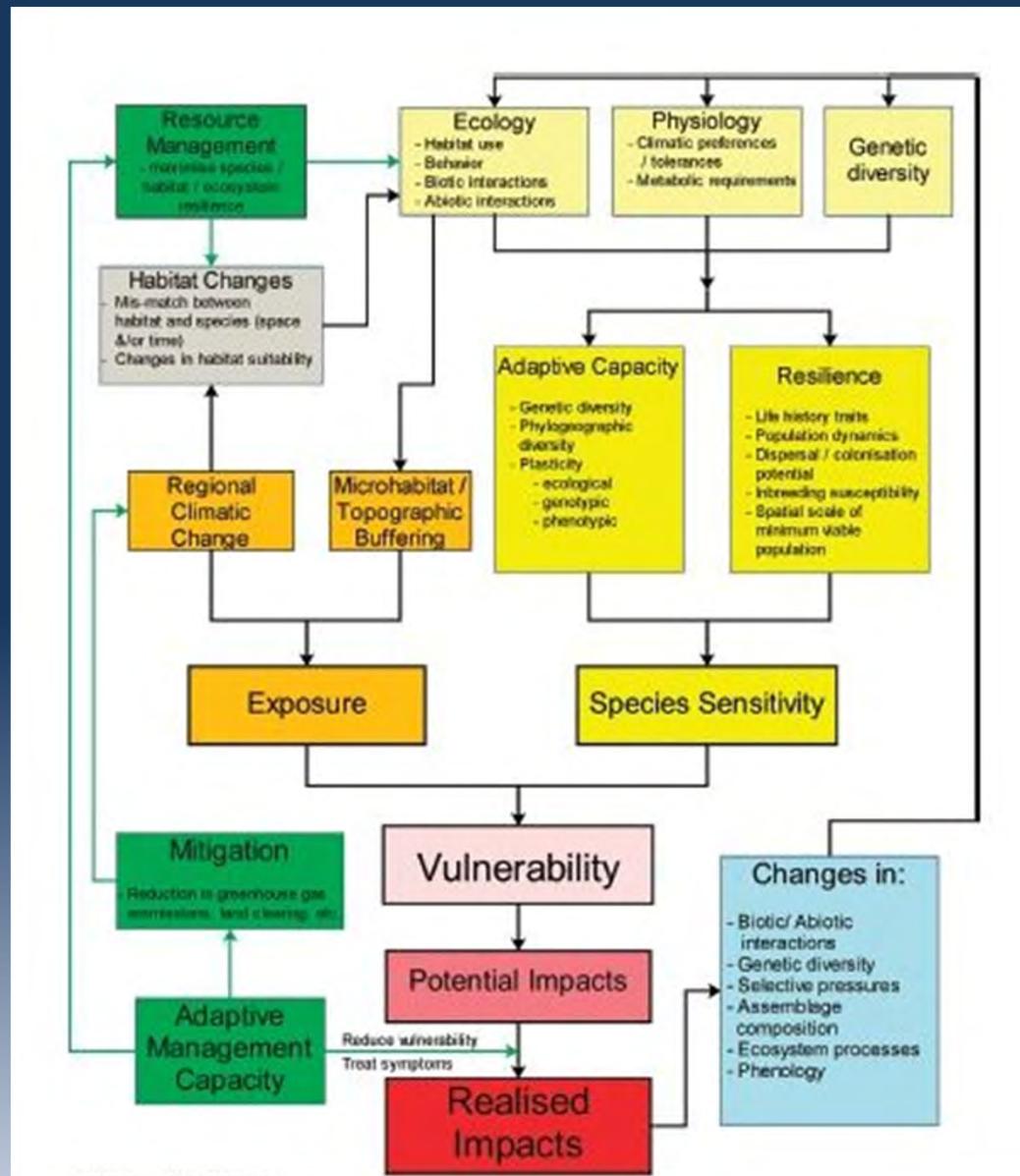
and determined by regional climate change and local habitat effects.

## Sensitivity

In the simplest form, sensitivity of a species or individual will be determined by intrinsic factors including physiological tolerance limits, ecological traits (e.g., behaviour), and genetic diversity. However, there is also an increasing recognition that the sensitivity of a species will be mediated by resilience and adaptive capacity (bright yellow panels, Figure 1).

**Ecology, genetic diversity, and physiology.** Clearly some traits that govern sensitivity will be more easily characterised than others. For example, information on relevant ecological traits such as reproductive output are typically available for a broad range of taxa and can be directly incorporated into vulnerability assessments (e.g., [15]). In contrast, for most organisms there is scant information

**Citation:** Williams SE, Shoo LP, Isaac JL, Hoffmann AA, Langham G (2008) Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS Biol* 6(12): e325. doi:10.1371/journal.pbio.0060325



## Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de NatureServe

Versión para los Andes 21 diciembre 2012; Basado en la versión norteamericana 2.1

**Autores:** Bruce Young, Elizabeth Byers, Kelly Gravuer, Kim Hall, Geoff Hammerson, Alan Redder

**Contacto:** Bruce Young, bruce\_young@natureserve.org

**Traducción:** María Cero Constantino



\* = Campo obligatorio

Área Geográfica Evaluada:

Borrar

Asesor:

Nombre Científico de la Especie:

Nombre Común:

Grupo Taxonómico Principal:

Límites Altitudinales

Superior:  msnm

Inferior:  msnm

Categoría UICN:

Notas de Evaluación (para documentar los métodos especiales y las fuentes de datos)

### Sección A: Exposición al Cambio Climático Local (Debe calcularse para la distribución de la especie dentro del área de evaluación)

#### Temperatura \*

Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)
>2.71° C más cálida	<input type="text"/>
2.50-2.71° C más cálida	<input type="text"/>
2.29-2.49° C más cálida	<input type="text"/>
2.06-2.28° C más cálida	<input type="text"/>
< 2.06° C más cálida	<input type="text"/>
Total:	<input type="text"/> (Debe sumar 100)

#### Medición de la Humedad Hamon AET:PET \*

Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)
< -0.078	<input type="text"/>
-0.054 -- -0.078	<input type="text"/>
-0.029 -- -0.053	<input type="text"/>
-0.005 -- -0.028	<input type="text"/>
0.020 -- -0.004	<input type="text"/>
> -0.020	<input type="text"/>
Total:	<input type="text"/> (Debe sumar 100)

#### Ocurrencia en un Refugio de Clima (ver instrucciones)

<input checked="" type="checkbox"/>	Especie evaluada no se encuentra en un refugio de clima o tiene menos de 10% de su distribución dentro de un refugio.
<input type="checkbox"/>	Especie evaluada tiene > 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.
<input type="checkbox"/>	Especie evaluada tiene de 10 a 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.

NEAFWA REGIONAL VULNERABILITY  
ASSESSMENT PROJECT – REPORT NO 2: THE  
HABITAT VULNERABILITY MODEL



Hector Galbraith  
Manomet Center for Conservation Sciences

March, 2011

# Climate-Smart Conservation

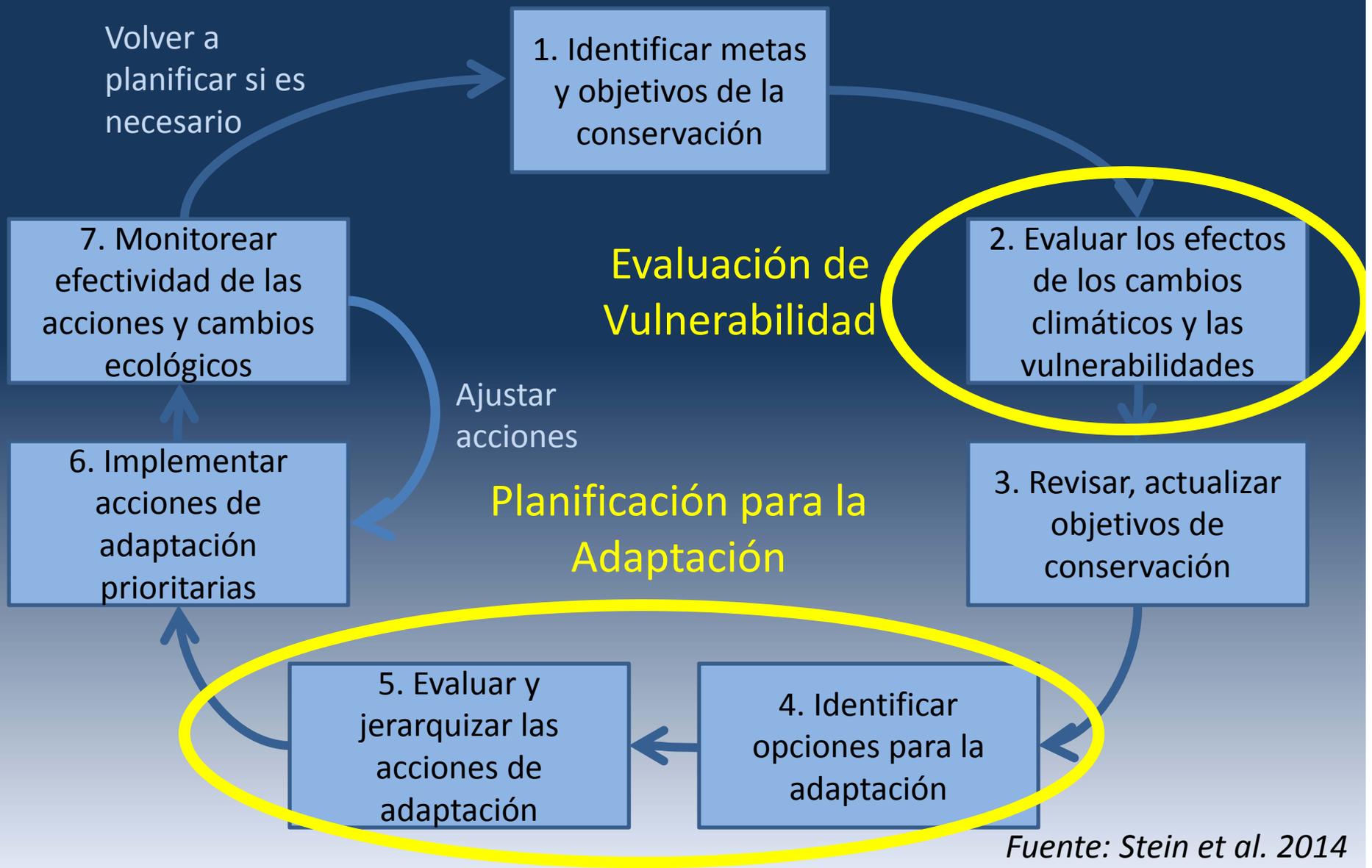
*Putting Adaptation Principles into Practice*



# Lineamientos de la Conservación Climáticamente Inteligente

- Actuar con intención
- Manejar para los cambios, no solamente la persistencia
- Reevaluar objetivos
- Integrar la adaptación a los esquemas de trabajo que ya se usan

# Ciclo de Planificación para la Adaptación e Implementación

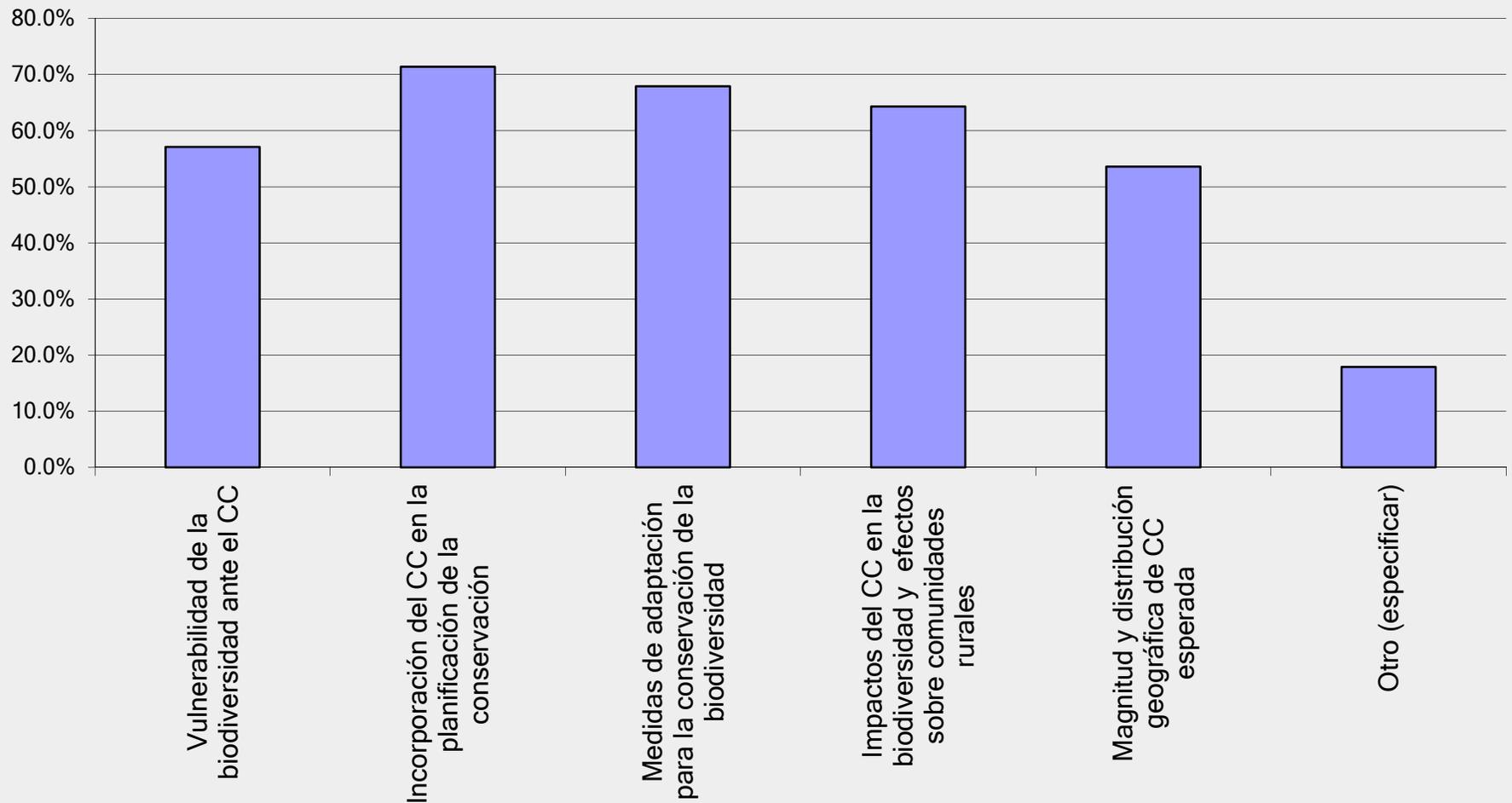


# Evaluación de Vulnerabilidad: Pasos

- 1) *Identificar el enfoque y los objetivos*
- 2) *Seleccionar objetos*
- 3) *Recolectar datos*
- 4) *Realizar evaluaciones*
- 5) *Interpretar resultados, identificar vulnerabilidades clave*

# Resultados de Survey Monkey – 1

¿De manera general, cuáles de los siguientes temas son de su interés principal y/o cuáles espera que se traten en el curso?

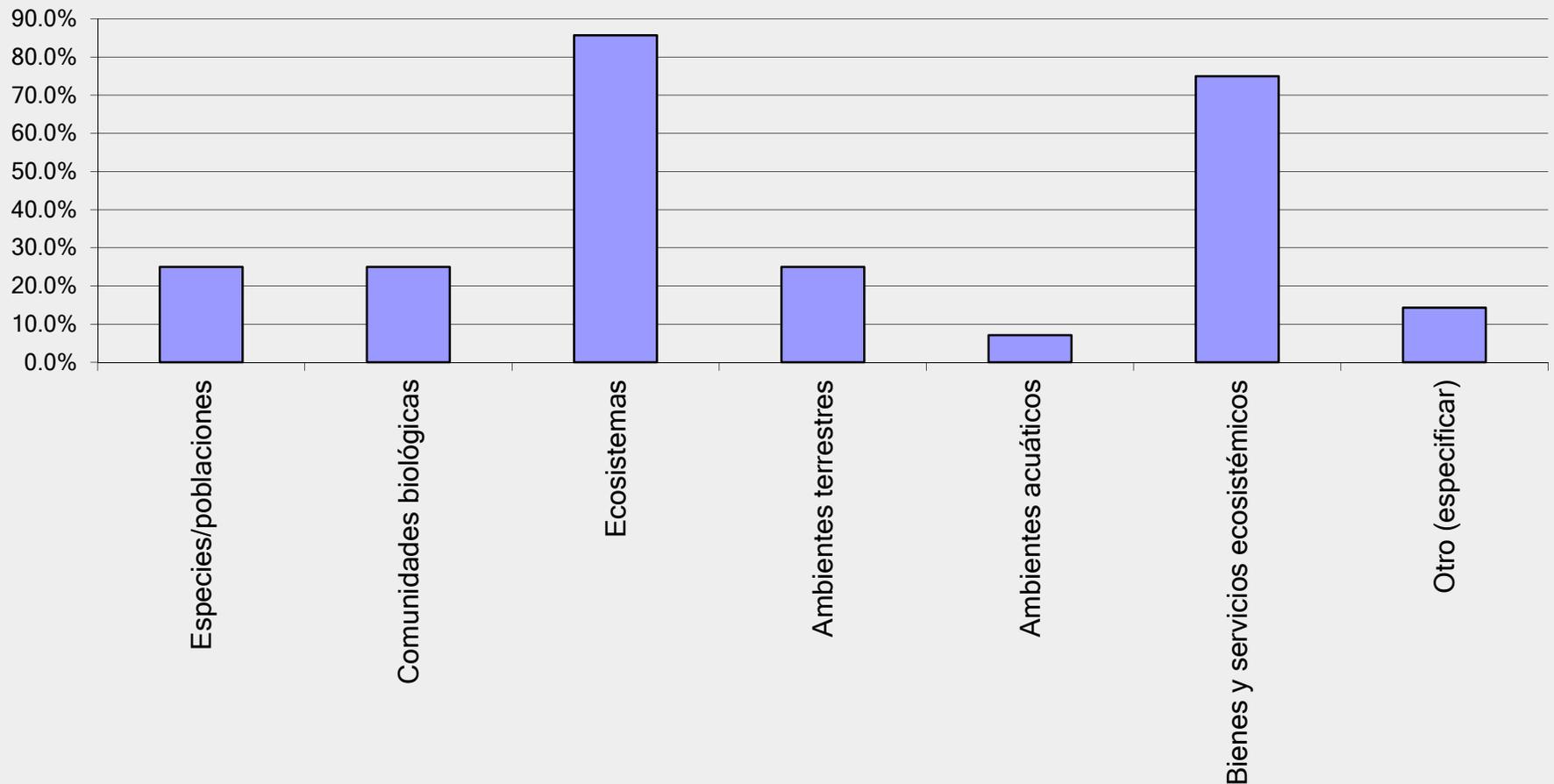


# Otros

- Determinación de la vulnerabilidad en microcuencas considerando la parte ambiental y social
- Adaptación basada en ecosistemas desde un enfoque comunitario
- Aspectos financieros de la planificación para la adaptación
- Todos me parecen temas importantes, en el caso de los impactos sería interesante incorporar actividades específicas que se hacen más negativas con el cambio climático como la ganadería
- Repoblamiento de especies en zonas con extinción local

# Resultados de Survey Monkey – 2

¿En cuál nivel de organización o tipo de sistema se enfoca su trabajo o interés?

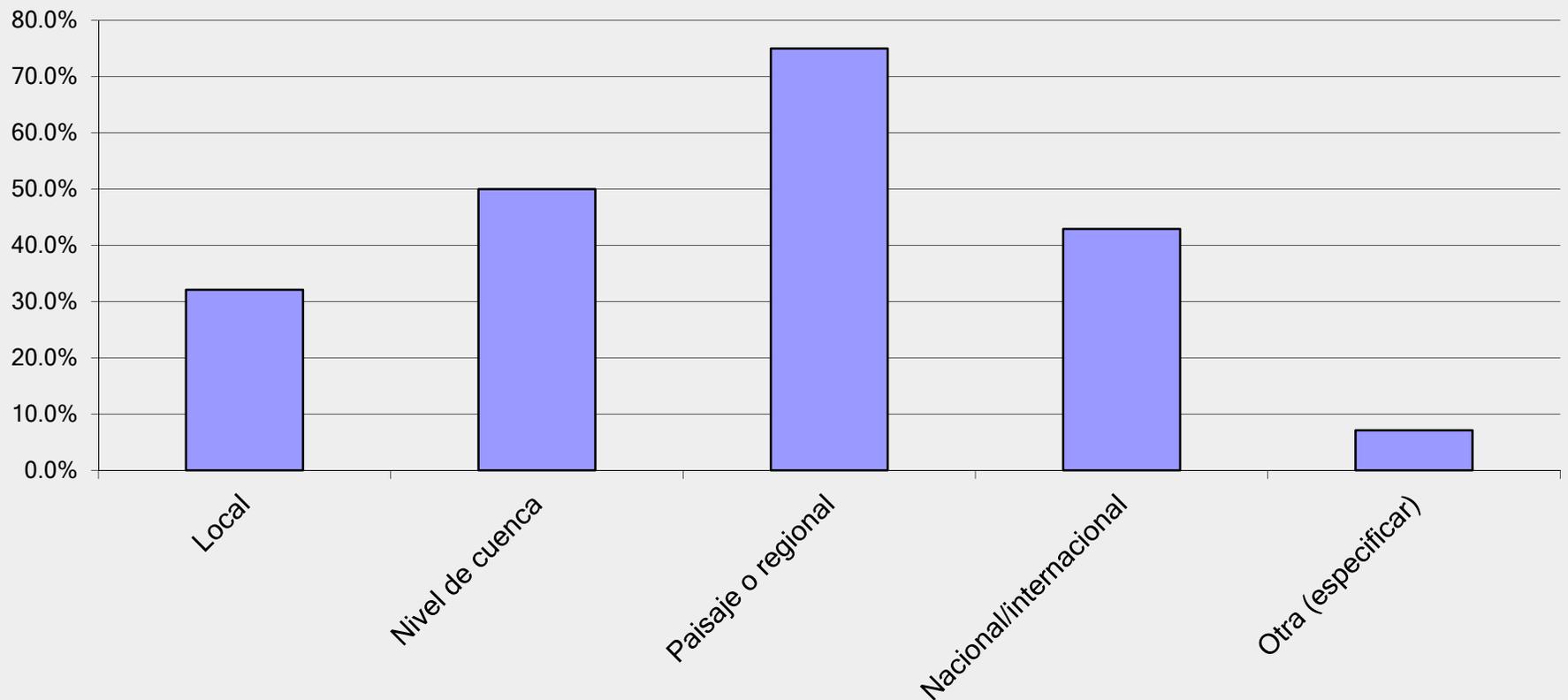


# Otros

- Adaptación al cambio climático con la gente
- Plataformas y articulaciones regionales en Latinoamérica
- Áreas protegidas de varias categorías, desde el orden nacional hasta el orden local con diferentes objetos de conservación y diferentes niveles de gestión
- Áreas protegidas

# Resultados de Survey Monkey – 3

¿Cuál es la escala espacial de su trabajo o interés?



## Resultados de Survey Monkey – 4

- Además de las medidas de adaptación para la conservación de la biodiversidad, me gustaría que se trate las medidas de adaptación con la gente.
- De hecho tengo una duda con que población hare la practica, ya que trabajo tanto en zona andina con comunidades campesinas o la región amazónica con comunidades nativas. En el transcurso del cursos tomaré la decisión.
- Si es posible sería importante abarcar temas relacionados con la biodiversidad su distribución y riqueza en ecosistemas alto Andinos alterados, con restauración de cobertura vegetal y regeneración natural.
- Si fuera posible relacionar los temas con las comunidades nativas que habitan los andes amazónicos.

# Resultados de Survey Monkey – 4

- La puesta en práctica de los conocimientos impartidos en el curso será en un sistema de áreas protegidas de orden departamental, por tanto sería bueno tener elementos de planificación de la conservación en áreas protegidas de orden regional/local.
- Mi objeto de conservación es la ecoregión Chiquitana, la cual abarca 14 municipios en el departamento de Santa Cruz, mi interés es analizar la amenaza de la ganadería hacia este objeto de conservación, considerando el Cambio Climático.
- Específicamente estamos reintroduciendo *Podocnemis unifilis* "taricaya" en tres comunidades nativas de la cuenca del Urubamba en la amazonia de Cusco con nidadas procedentes de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria en Loreto.
- Manejo de la vulnerabilidad a nivel de frontera, articulación con las políticas públicas, e incidencia en los POT.

# Tarea para el Segundo Módulo

## Presencial: *Completar una Evaluación de Vulnerabilidad al Cambio Climático*

**Objetivo:** Utilizar las herramientas aprendidas para evaluar la vulnerabilidad de especies y ecosistemas a los cambios climáticos en su área geográfica de trabajo.

## Tarea para el Segundo Módulo Presencial: *Completar una Evaluación de Vulnerabilidad al Cambio Climático*

- Identificar el área geográfica. Puede ser, por ejemplo, un área protegida, un departamento o un país.
- Escoger entre especies o ecosistemas.
- Seleccionar las especies o ecosistemas por evaluar. Hay que evaluar como mínimo 10 especies o 3 ecosistemas. Las especies o ecosistemas deben de tener importancia para la conservación en el área geográfica seleccionada.
- Usar o el CCVI o el modelo MANOMET para evaluar las especies o ecosistemas seleccionados. Usar los datos de clima proporcionado por el IAI para exposición. Para datos de historia natural o distribución, pueden buscar en internet, consultar las fuentes de información mencionadas durante el curso y/o consultar a expertos.

## Tarea para el Segundo Módulo Presencial: *Completar una Evaluación de Vulnerabilidad al Cambio Climático*

- Preparar un afiche para presentar los resultados en el segundo módulo presencial. El afiche puede ser hecho a mano en rota folio o cartulina o impreso. El afiche debe tener los siguientes componentes:
  - Título
  - Autor(es)
  - Objetivo del análisis
  - Métodos
  - Resultados
  - Conclusiones sobre las principales vulnerabilidades de las especies o ecosistemas evaluados
- Si hay dos o mas personas de la misma institución, se recomienda que seleccionen el mismo área geográfica y que una persona evalúe especies, la otra ecosistemas.

# Efectos del Cambio Climático sobre la Biodiversidad: Generalidades



# Síntesis a nivel Global

- Parmesan 2006. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, Vol. 37 (2006), pp. 637-669
- Bellard et al. 2012. Ecology 15:365-367.
- Herzog et al. 2010.

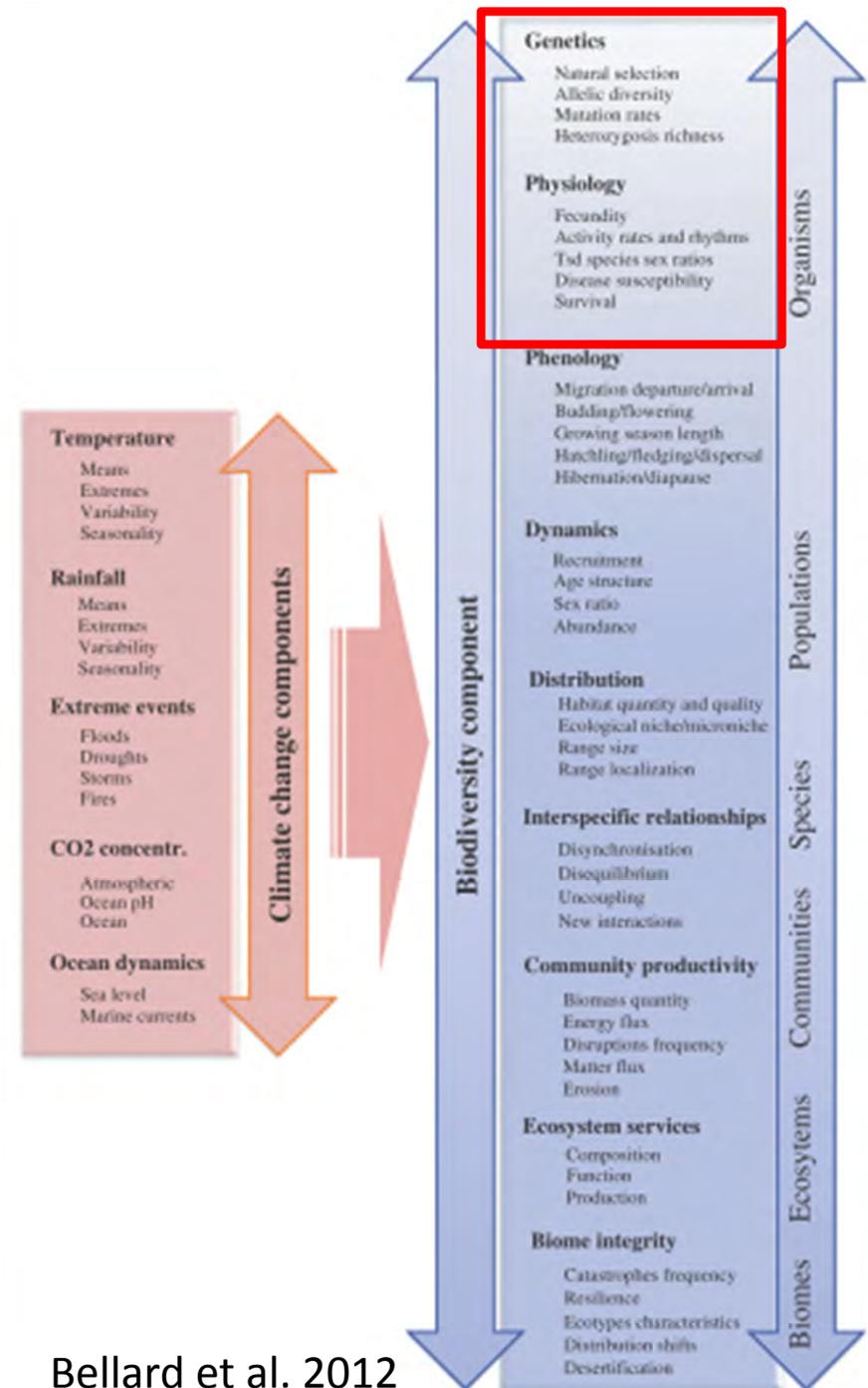


- CC está afectando la biodiversidad
- Numerosas spp. presentan cambios en los últimos 20 – 140 años.
- Cambios no son aleatorios – dirección esperada por CC
- Respuesta evidente en diversos ecosistemas (templados, tropicales)

# Componentes del CC

Poco estudiado

- cambios genéticos?
- Termoregulación
- Suceptibilidad a enfermedades.



Bellard et al. 2012

# Fenología

- Mayoría de observaciones sobre respuestas al CC.
- Principalmente en zonas templadas.
- 35% spp. plantas en Wisconsin adelantaron primavera (Bradley et al 1999)
- Estudio de 100 años mostró adelanto 10-13 días en fenología de cantos reproductivos de anfibios en NY
- Adelanto de reproducción de anfibios en UK de 1-3 semanas por década (Beebee 1995).
- Crick et al. (1997) – anidación de 20 spp. de aves adelantó 8.8 días en 24 años.



# Fenología

- Llegada de mariposas a España y UK se ha adelantado
- Emergencia de mariposas en California ha avanzado 24 días en promedio (Forister y Shapiro 2003)

Síntesis: adelanto de 2.3 días por década (Parmesan & Yohe 2003) y 5.1 días por década para las que presentaron cambios (Root et al. 2003).

Trópicos?



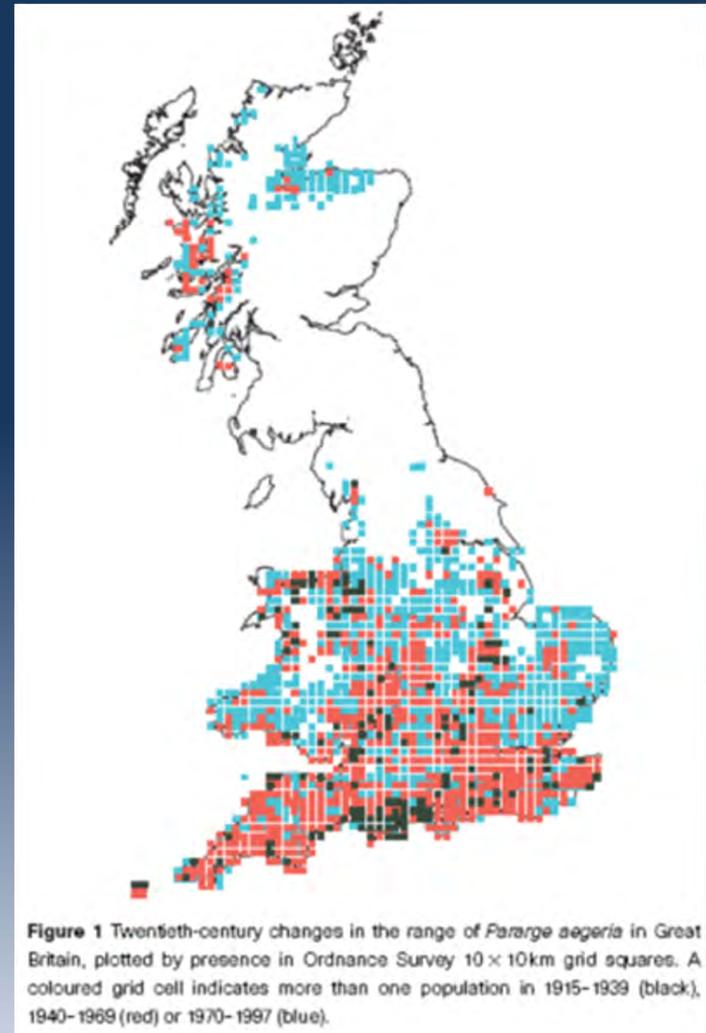
# Interacciones entre niveles tróficos

- Disrupción de la sincronía entre depredador-presa, insectos-huesped, parásito-hospedero, polinizadores-plantas (Harrington et al. 1999, Visser & Both 2005)



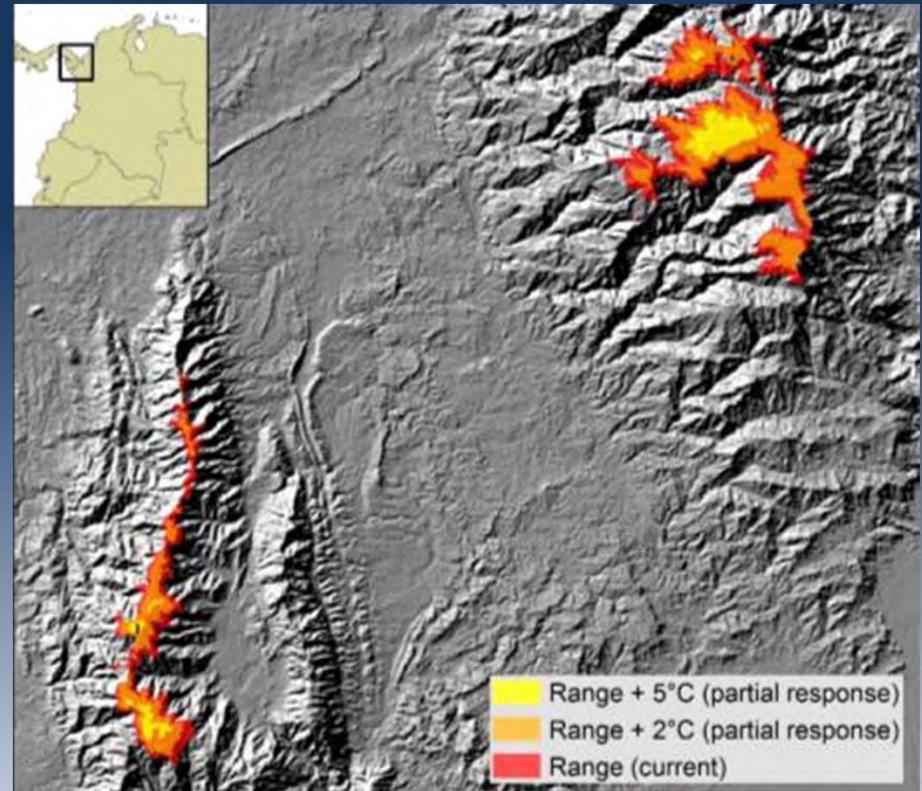
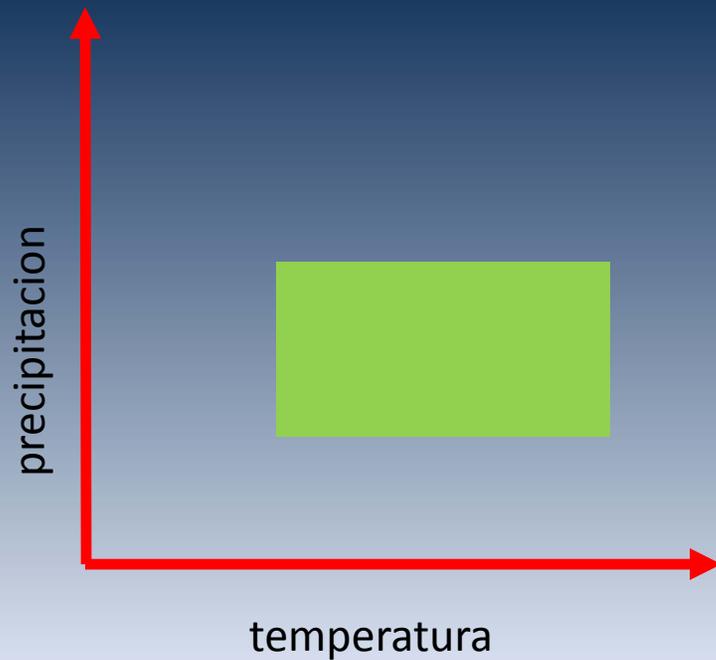
# Cambios en la distribución

- Desplazamientos latitudinales
- Desplazamientos altitudinales



Parmesan et al. 1999

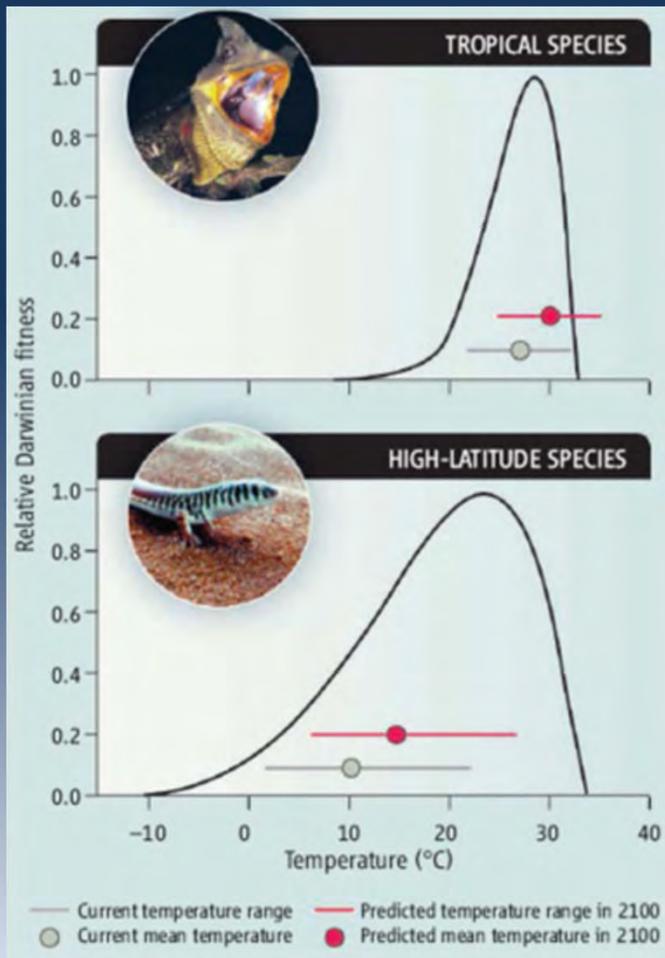
# Nicho climático (climate envelope)



Cambio Climático

# Cambios en la distribución

- Tropicos – cambios altitudinales



Tewksbury et al. 2008

# Desplazamientos altitudinales

## Aves - Peru

*Ecology* (1975) **56**: pp. 562–576

THE ROLE OF COMPETITION IN THE DISTRIBUTION  
OF ANDEAN BIRDS<sup>1</sup>

JOHN TERBORGH  
*Department of Biology, Princeton University, Princeton, New Jersey 08540 USA*

AND

JOHN S. WESKE



Diglossa glauca



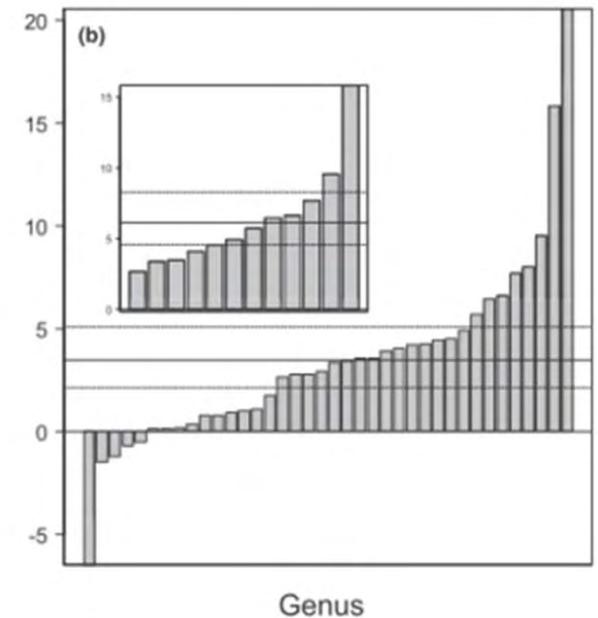
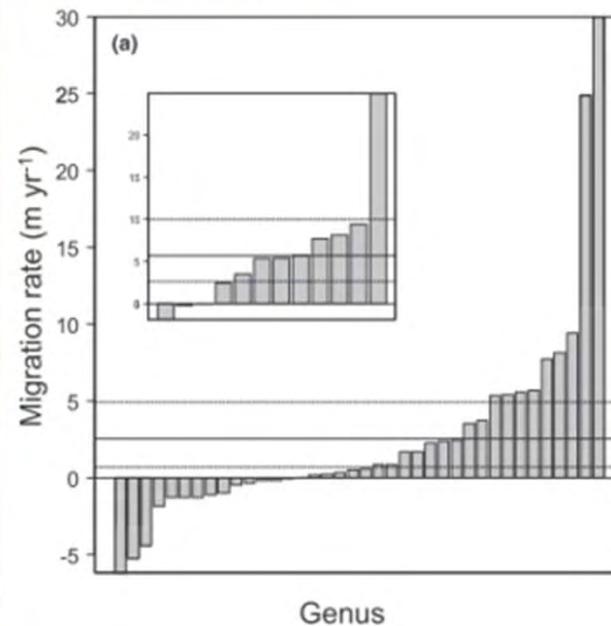
Forero-Medina et al. 2012. PloSOne

# Desplazamientos altitudinales

## Árboles - Peru



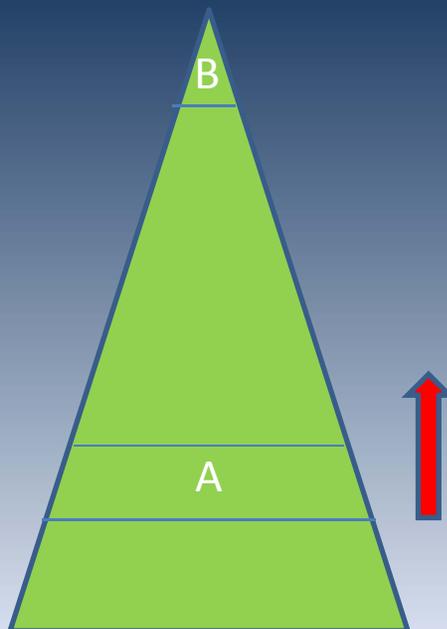
Andean trees migrate upslope



Feeley et al. 2011

# Extinciones

- Especialistas de montaña
- Anfibios - Costa Rica (Pounds et al. 1999, 2005)
- *Atelopus*- Suramérica



Posibilidad de desplazamiento altitudinal

# Ecosistemas/Biomas

- Desertificación y recurso hídrico

Difícil modelación en áreas climaticamente complejas  
Sinergia con procesos desertificación, erosión.

Sociedad

**SOCIEDAD**

## Sudamérica no cuida su suelo

Publicado el viernes 2 de octubre del 2009 a las 18:13 hs

El 68% de los suelos de América del Sur tiene problemas de desertificación. Esto repercute de manera significativa en la productividad de las regiones que viven del trabajo de la agricultura.



El continente americano afronta una de las principales crisis hídricas y su desertificación de sus suelos es el signo más visible, esto provoca una pérdida del 1% de la productividad por año.

A raíz de este tema, fue que se llevó a cabo en Buenos Aires la novena Conferencia de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (Culd), la cual contó con la

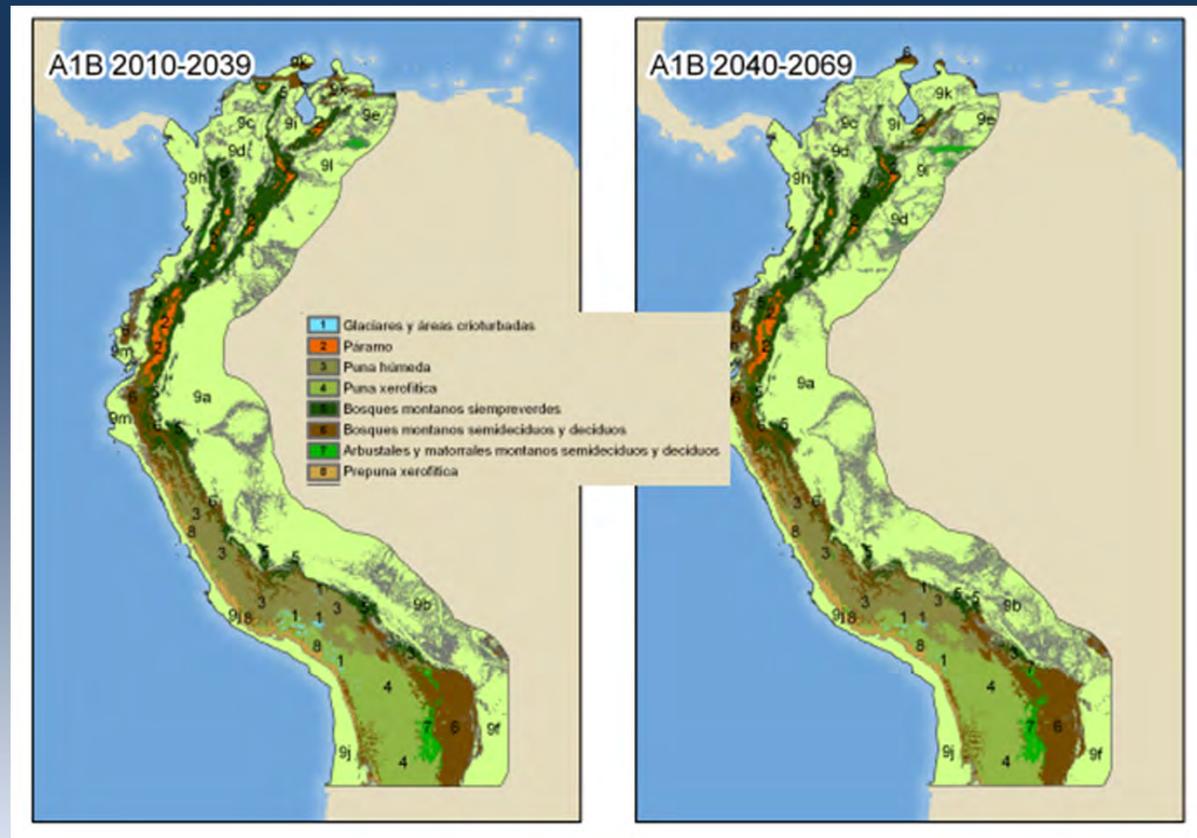


# Ecosistemas/Biomas

- Cambios en extensión de los nichos climáticos de biomas andinos

Páramo – mayor  
reducción y  
fragmentación

Arnillas et al. 2010.  
CONDESAN, SGCAN.



# Fluctuaciones extremas

- Cambios en el régimen hídrico en áreas amazónicas (Bodmer)
- Eventos extremos de inundación y sequía
- Sequía en 2010 – menos pesca



sequias



inundaciones

# Metas y Objetivos

# Ciclo de Planificación para la Adaptación e Implementación



Fuente: Stein et al. 2014

# 1. Identificar los objetos, metas y objetivos de la conservación

- **Objetos de conservación:** Las pol, especies, comunidades naturales, sistemas, procesos ecológicos o servicios sistémicos que son el enfoque de la planificación y manejo.
- **Metas de conservación:** Los pasos identificados en el camino de los objetivos
- **Objetivos de conservación:** La persistencia o funcionalidad de los objetos de conservación.

Estos objetivos son para todo del ciclo de manejo de un área.

# Objetivos para una Evaluación de Vulnerabilidad

- Objetivos
  - ¿Para qué van a hacer la evaluación?
  - ¿Cómo se va a usar los resultados?
- Objetos
  - ¿Cuántas/cuáles especies?
  - ¿Cuántos/cuáles hábitats/ecosistemas?
- Escala
- Recursos: tiempo y dinero
- Incertidumbre
- Público
  - ¿Quiénes tienen que entender los resultados?

# ¿En Qué Consiste una Evaluación de Vulnerabilidad?

- Depende en el contexto
- Enfoque
  - Que?
  - Donde?
  - Como?
  - Cual horizonte de tiempo?
  - Supuestos?
  - Resultados
  - Conclusiones

# Alternativas para Presentar los Resultados

- Tablas
- Gráficos
- Mapas
- Relatos descriptivos/informes
- Artículo publicado
- Nota de prensa

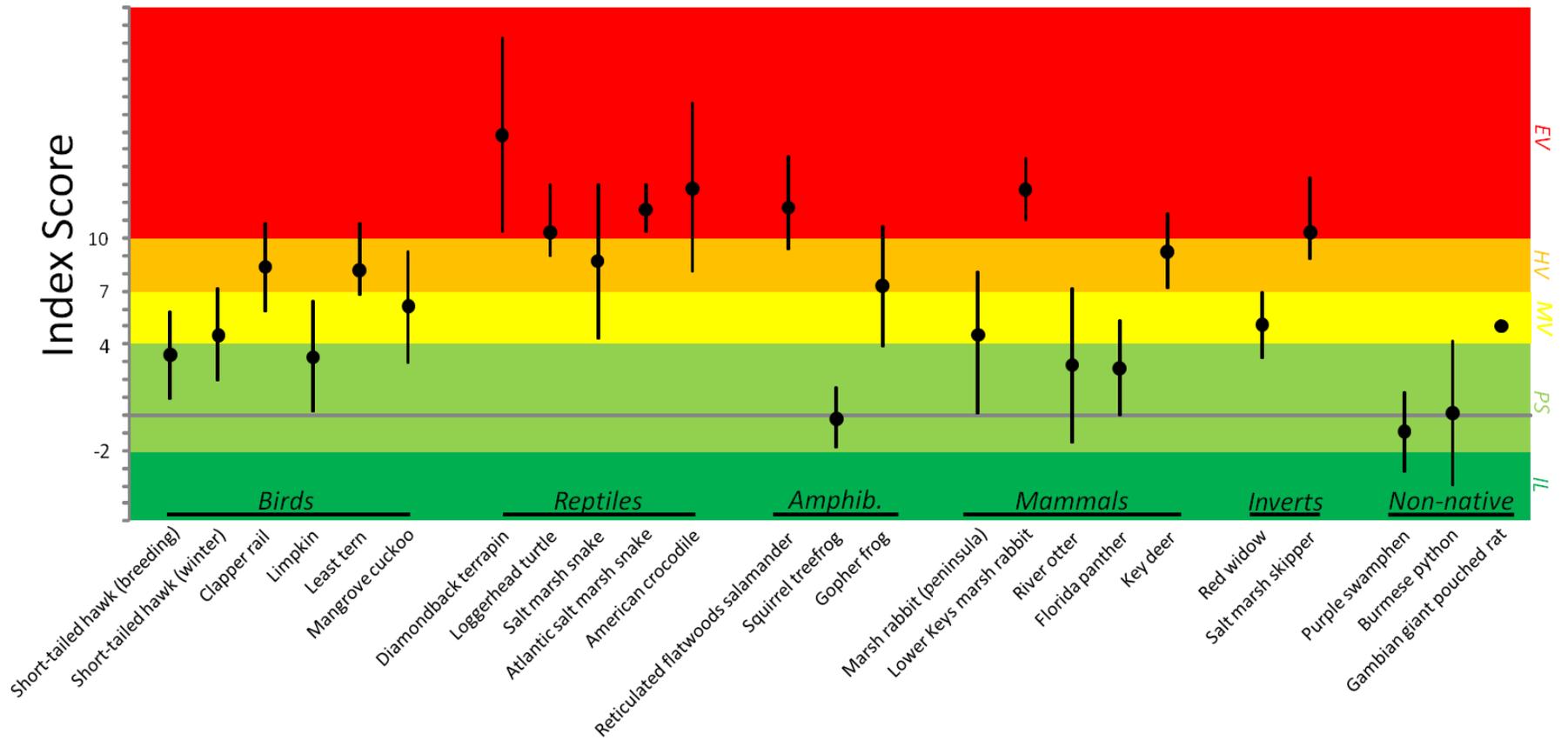
# Ejemplo: Tabla

## Factores

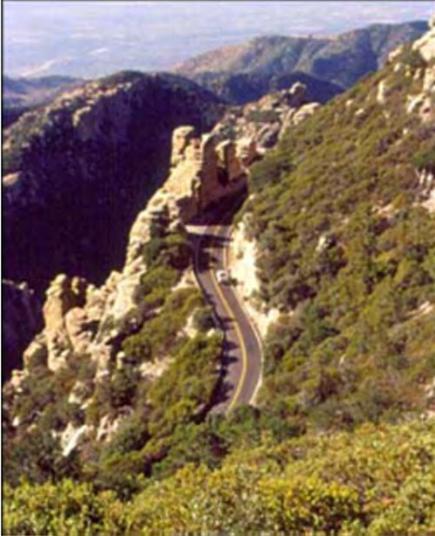
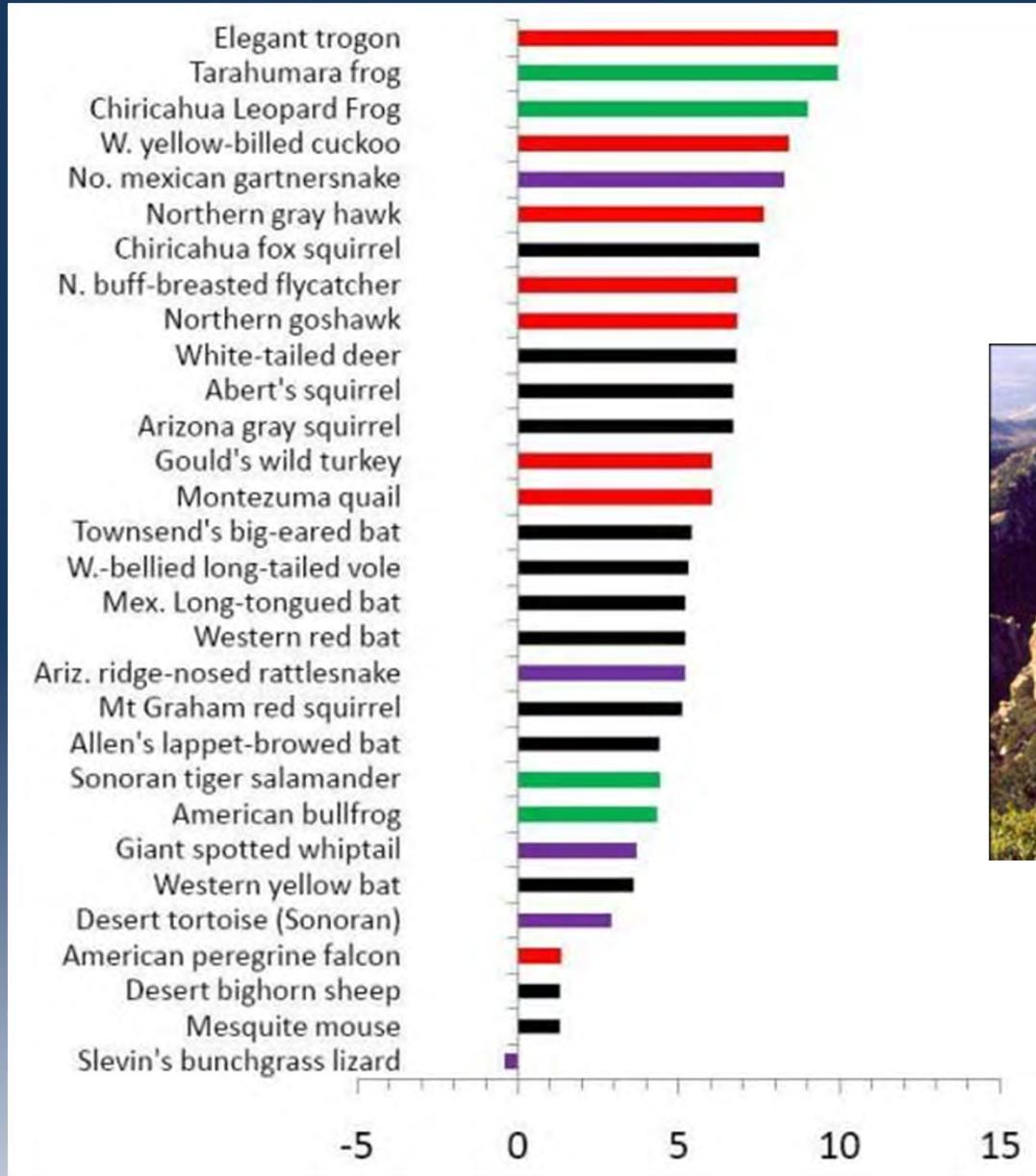
Objetos

Habitat	Cold-adapted	High elevation	Northern habitat	Southern habitat	Low elevation	Fire-vulnerable	Pest outbreaks
Spruce-fir	XX	XX	XX			XX	XX
Boreal swamp	XX	XX	XX			XX	X
Coldwater lakes	X	X	X				
Northern hardwood	X	X	X				X
Coldwater rivers	X	X					
Pitch pine scrub-oak				XX	X	Dependent	
Atlantic white cedar				XX	XX	Dependent	
Central/southern hardwoods				XX	XX	Tolerant	
Warm water aquatic				XX	XX		

# Ejemplo: Figura



# Coronado National Forest



menos **Vulnerabilidad** mas

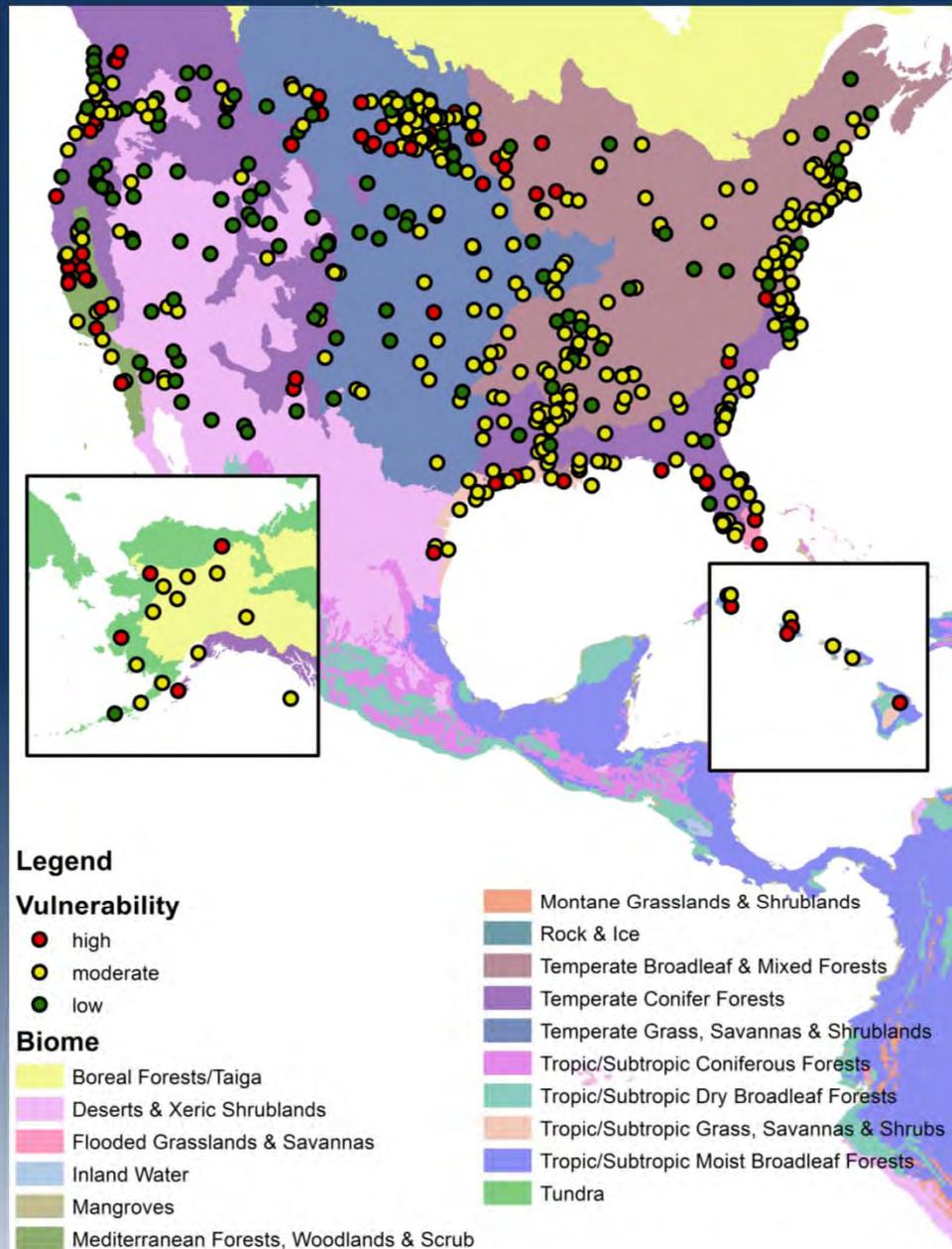


Fig. 3. Refuges sorted into high, moderate, and low vulnerability categories. Major biomes (Olson et al. 2001) are also shown.

## A12. GOPHER FROG (*Lithobates capito*)

Species Expert(s): Boyd Blihovde, Steve Johnson

Gopher frogs are distributed throughout most of the state of Florida with the exception of the Everglades and the Keys (Hipes et al. 2001). Outside of Florida they can be found in the Southeastern Gulf and Atlantic Coastal Plains. Gopher frogs migrate to ponds for breeding between October and April, although breeding can occur during the summer in central and southern Florida. Their preferred habitat is dry, sandy uplands that include isolated wetlands or large ponds nearby. Gopher frogs breed primarily in seasonally flooded, temporary ponds (FNAI 2001).

### Distribution Data

Distribution data are used to calculate estimates of relative exposure for each species. Data considered as part of this assessment (Figure A12-1) included a range map available from NatureServe (IUCN et al. 2004), a potential habitat model (phm) developed by FWC (Endries et al. 2009), and FNAI element occurrence data (FNAI 2011). We also included counties with known occurrences based on the National Amphibian Atlas (NAA 2010). FNAI occurrence data included 189 records distributed throughout the NatureServe range. Although we included the occurrence data for comparison with other distribution data, we did not specifically evaluate the how well the element occurrences approximated the range extent as part of our assessment.

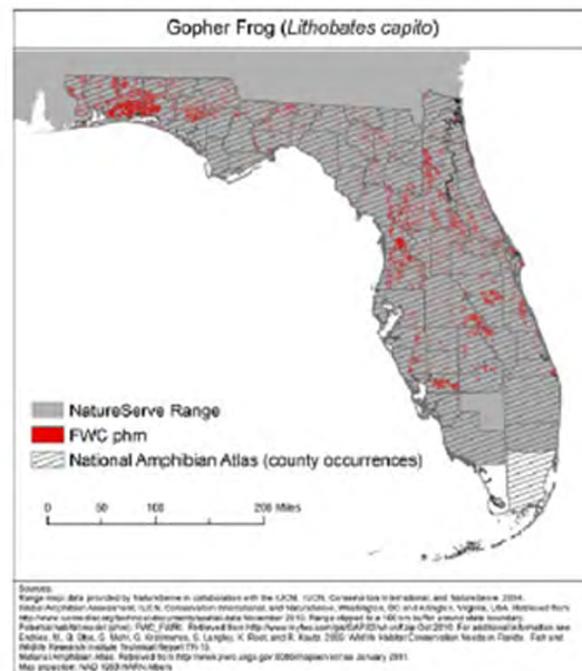


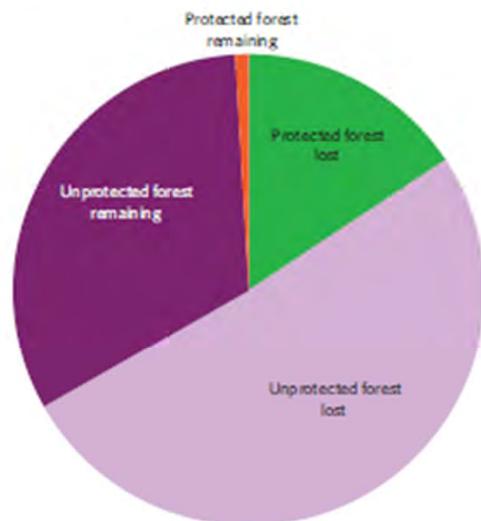
Figure A12-1. Distribution inputs considered for the CCVI analysis (FNAI element occurrences not shown).

## Vulnerability of cloud forest reserves in Mexico to climate change

Rocío Ponce-Reyes<sup>1\*</sup>, Víctor-Hugo Reynoso-Rosales<sup>2</sup>, James E. M. Watson<sup>1,3</sup>, Jeremy VanDerWal<sup>4</sup>, Richard A. Fuller<sup>1,5</sup>, Robert L. Pressey<sup>6</sup> and Hugh P. Possingham<sup>1,7</sup>

Tropical montane cloud forests are among the most vulnerable terrestrial ecosystems to climate change<sup>1–3</sup> owing to their restricted climatic requirements and their narrow and fragmented distribution<sup>4</sup>. Although 12% of Mexican cloud forest is protected, it is not known whether reserves will ensure the persistence of the ecosystem and its endemic species under climate change. Here, we show that 68% of Mexico's cloud forest could vanish by 2080 because of climate change and more than 90% of cloud forest that is protected at present will not be climatically suitable for that ecosystem in 2080. Moreover, if we assume unprotected forests are cleared, 99% of the entire ecosystem could be lost through a combination of climate change and habitat loss, resulting in the extinction of about 70% of endemic cloud forest vertebrate species. Immediate action is required to minimize this loss—expansion of the protected-area estate in areas of low climate vulnerability is an urgent priority. Our analysis indicates that one key area for immediate protection is the Sierra de Juárez in Oaxaca. This area supports many endemic species and is expected to retain relatively large fragments of cloud forest despite rapid climate change.

Cloud forests occur only within narrow altitudinal limits and contain a highly specialized suite of species dependent on montane topography and cloud-related microclimates. In Mexico, cloud forests account for 1% of land area, but support the highest concentration of plant and animal diversity of any Mexican ecosystem and they constitute the second richest ecosystem for endemic terrestrial vertebrates in Mesoamerica<sup>5</sup>. Although habitat loss and degradation by human encroachment are the



**Figure 1 | Cloud forest extent and protection for 2010 and 2080.** The total area of Mexican cloud forest in 2010 was 17,320 km<sup>2</sup>. Cloud forest that is unprotected at present but predicted to remain climatically suitable for cloud forest in 2080 (5,600 km<sup>2</sup>) is shown in dark purple. Unprotected cloud forest predicted to become climatically unsuitable by 2080 (8,850 km<sup>2</sup>) is coloured light purple. Protected cloud forest predicted to be climatically suitable in 2080 (160 km<sup>2</sup>) is orange and protected forest predicted to be climatically unsuitable by 2080 (2,710 km<sup>2</sup>) is green.

# Impactos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes tropicales: riesgo climático, vulnerabilidad y herramientas de toma de decisiones para la planificación de la conservación

2011-2014

<http://www.bioclimandes.org/>

Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI)

MacArthur  
Foundation



# Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales

EDITADO POR  
Sebastian K. Herzog  
Rodney Martínez  
Peter M. Jørgensen  
Holm Tiessen

## Efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes tropicales: el estado del conocimiento científico

Resumen para tomadores de decisiones y responsables de la formulación de políticas públicas

Sebastian K. Herzog, Peter M. Jørgensen, Rodney Martínez Güingla, Christopher Martius, Elizabeth P. Anderson, David G. Hole, Trond H. Larsen, José A. Marengo, Daniel Ruiz Carrascal y Holm Tiessen

MacArthur Foundation



MacArthur Foundation

# Impactos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes tropicales

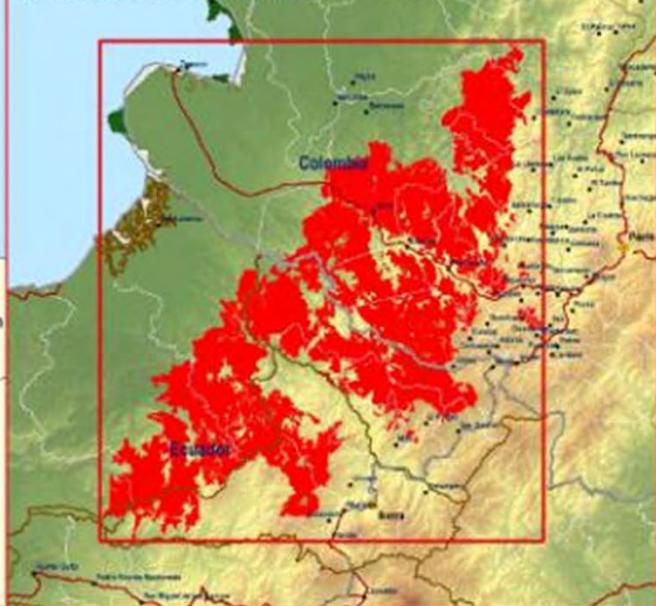
Bolivia – Colombia – Ecuador – Perú

- **Meta**: Dotar a los países de los Andes tropicales de una metodología estándar que permita estimar, a escalas locales, los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, y que a su vez pueda ser utilizada para diseñar medidas adaptativas apropiadas para cada situación.
- **Objetivo general**: Llevar a cabo estudios de caso sobre tendencias de cambio climático a corto y mediano plazo, patrones y gradientes de biodiversidad y vulnerabilidad de especies y ecosistemas al cambio climático, así como cambios en el uso del suelo en dos áreas transfronterizas.

# VISTA GENERAL



# ECUADOR - COLOMBIA



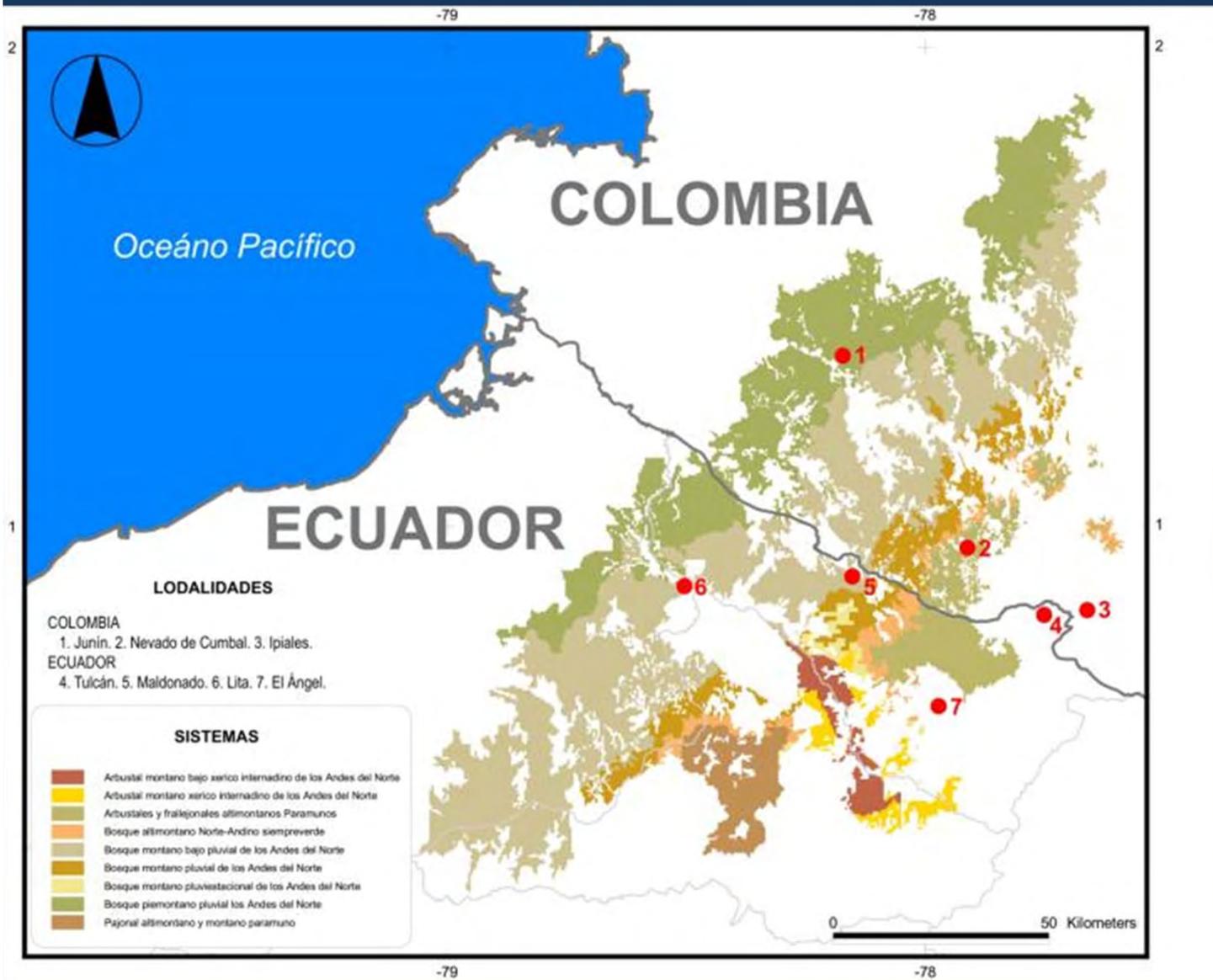
# PERÚ - BOLIVIA



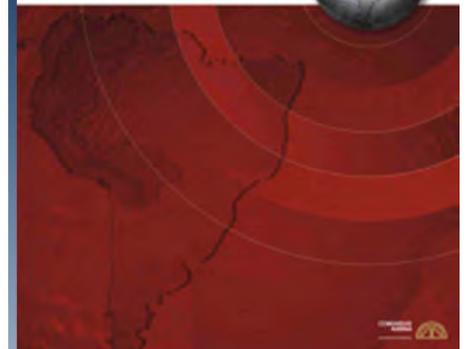
# Objetivos específicos

- (1) Desarrollar conocimiento sobre gradientes locales de clima, tendencias de cambio climático y pronósticos a corto y mediano plazo (10-40 años) mediante la combinación de herramientas estadísticas y dinámicas.
- (2) Determinar cambios en el uso del suelo.
- (3) Desarrollar conocimiento sobre patrones (por **ecosistema**) y gradientes (por **altura**) actuales de la biodiversidad, usando varias familias de plantas, escarabajos coprófagos y aves como grupos representativos, en base a datos georeferenciados ya existentes e inventarios de campo en áreas con vacíos de conocimiento.
- (4) Evaluar la vulnerabilidad de las **especies** y de los **ecosistemas** al cambio climático usando el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de NatureServe.
- (5) Mediante un SIG, relacionar patrones/gradientes de la biodiversidad y su vulnerabilidad con gradientes de clima actuales, pronósticos de cambio climático, cambios en el uso del suelo para identificar áreas de biodiversidad de alto riesgo que son especialmente vulnerables y expuestas al cambio climático.
- (6) Consultar a las comunidades locales sobre sus percepciones del cambio climático.
- (7) Determinar medidas/acciones potenciales de manejo adaptativo para aumentar la resiliencia frente al cambio climático de áreas de biodiversidad de alto riesgo.
- (8) Realizar talleres de capacitación para instituciones en los países andinos sobre las herramientas y los análisis desarrollados para asegurar que la metodología puede ser replicada en otros sitios.
- (9) Difusión de los resultados y conclusiones para facilitar su incorporación en planes de acción de instituciones nacionales e internacionales.

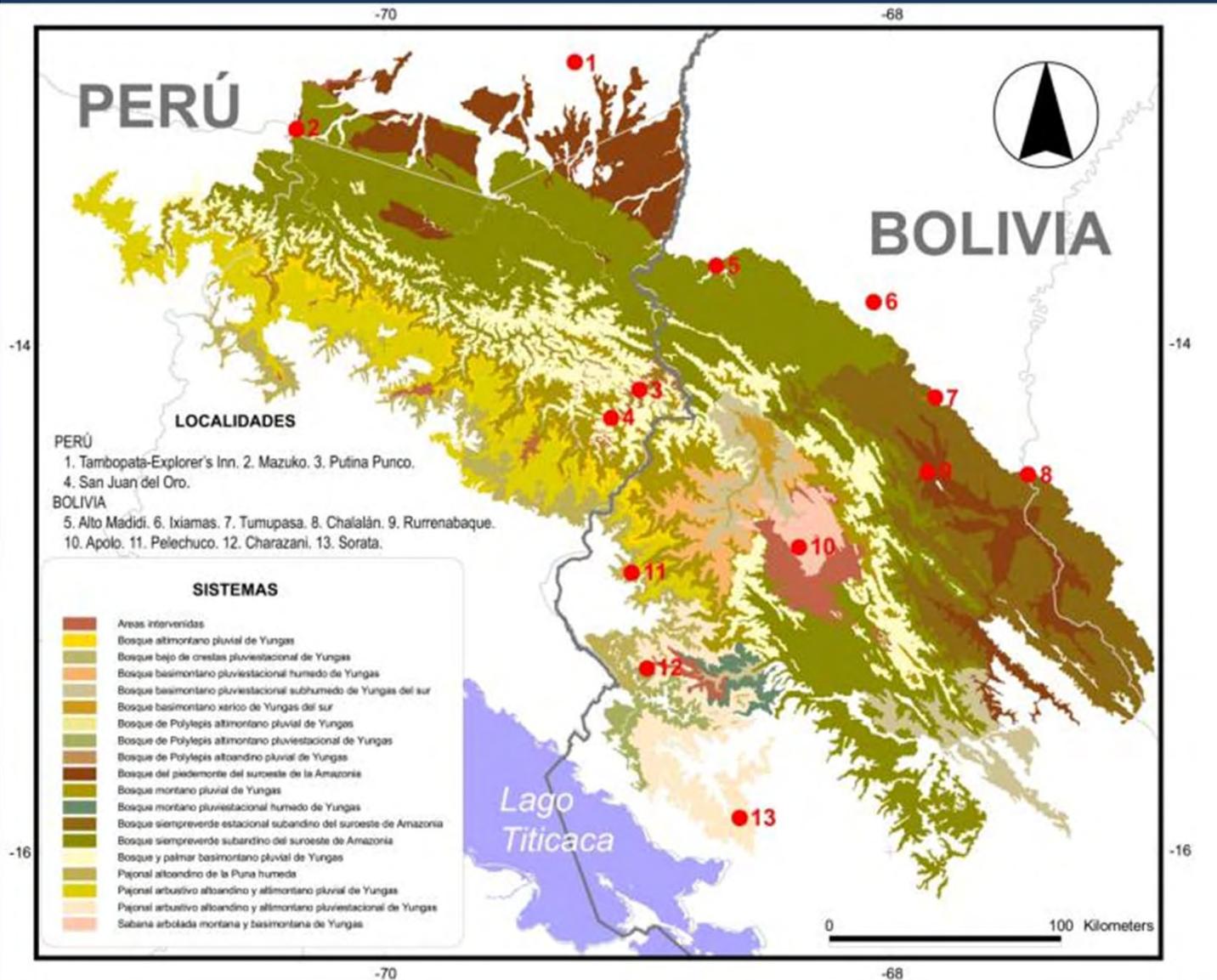
# Ecosistemas



Ecosistemas  
de los  
**Andes**  
del Norte y Centro



# Ecosistemas



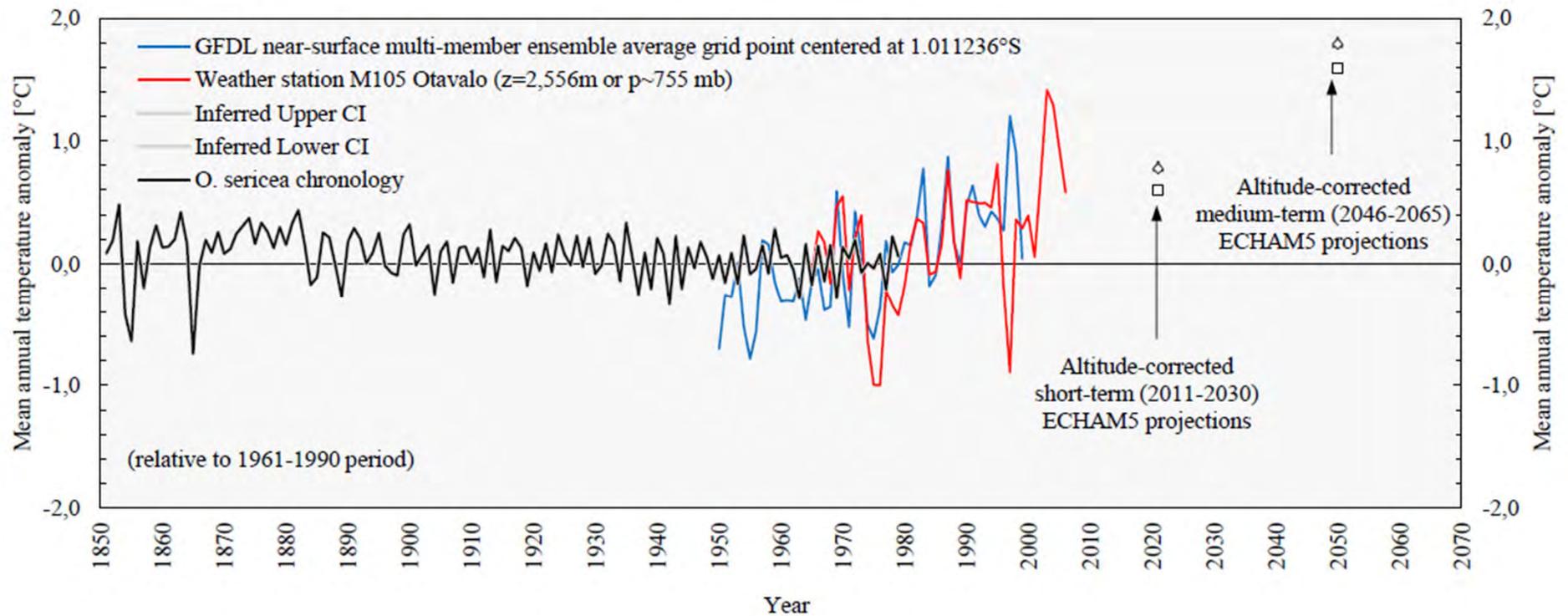
Ecosistemas  
de los  
**Andes**  
del Norte y Centro



# Métodos – Clima y Cambio Climático

- Técnicas de dendrocronología clásica para reconstruir las condiciones climáticas pasadas en horizontes de tiempo de 100 a 200 años previos a los períodos instrumentales.
- Estaciones climatológicas: evaluación de las tendencias de largo plazo observadas en registros hidrometeorológicos históricos, específicamente temperaturas mínimas y máximas, y registros de precipitación.
- Colecta de registros horarios de temperatura y humedad en diversos sensores digitales instalados en cada una de las áreas en estudio para complementar las redes hidrometeorológicas disponibles.
- Análisis de resultados de simulación de modelos de circulación global así como datos de reanálisis con miras a estimar los cambios en el largo plazo en las condiciones climáticas locales.
- Resultados utilizados en conjunto para proponer los escenarios de corto y mediano plazo para el módulo de exposición a cambio climático del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de NatureServe

# Métodos – Clima y Cambio Climático



# Métodos – Biodiversidad

- Evaluación de la vulnerabilidad de ciertas especies clave al cambio climático como manera indirecta de obtener pautas confiables sobre la vulnerabilidad de los ecosistemas
- Criterios de selección de los grupos taxonómicos:
  - Deben ser relativamente bien conocidos taxonómica y ecológicamente
  - Deben comprometer un número significativo pero manejable de especies
  - Deben tener importancia ecológica y comportarse como bioindicadores con una relación costo-rendimiento óptima, es decir, deben reflejar patrones de diversidad generales y su muestreo debe ser económico y rápido utilizando métodos estandarizados
  - Deben haber sido estudiados o inventariados previamente en las dos áreas de estudio



# Métodos – Biodiversidad

- **Tres grupos taxonómicos prioritarios** o idóneos para la evaluación de la vulnerabilidad de los ecosistemas andinos al cambio climático:
  - grupos selectos de **plantas**, como por ejemplo helechos, bromeliáceas, asteráceas (compuestas), fabáceas (leguminosas) y palmeras
  - los **escarabajos coprófagos** (Coleoptera: Scarabaeinae)
  - las **aves**

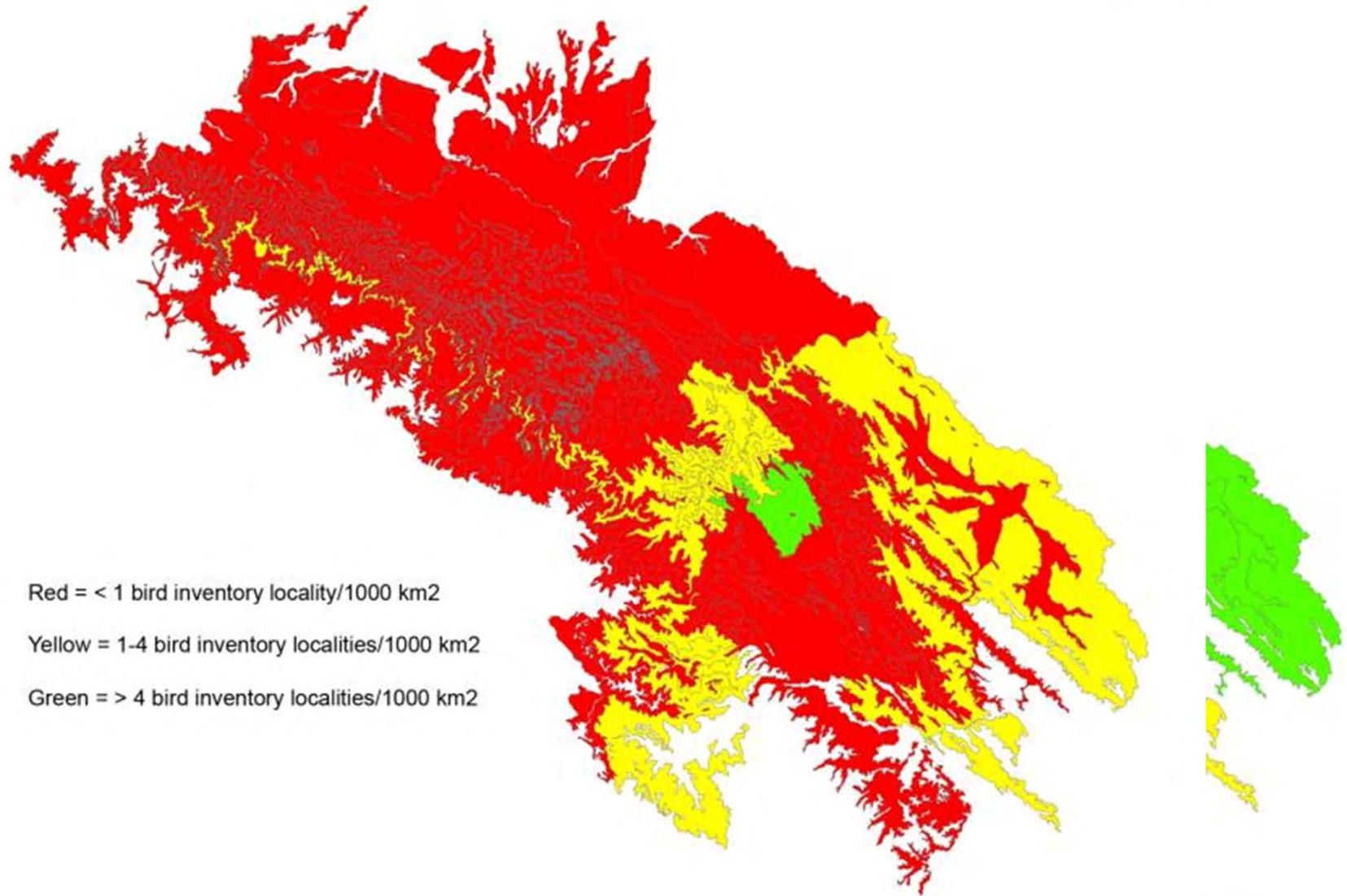


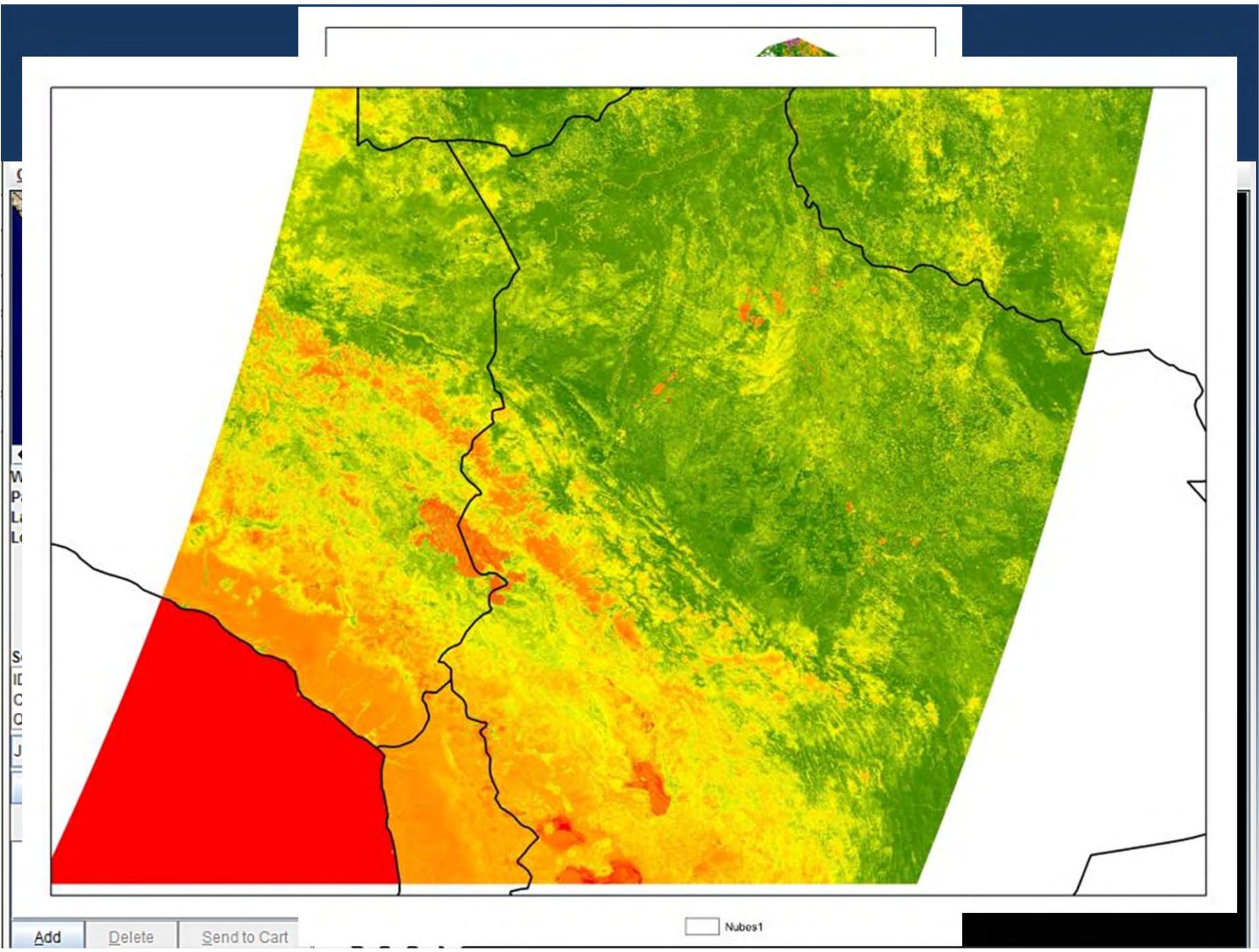
# Métodos – Biodiversidad

- Definición exacta del área bajo evaluación.
- Selección de la clasificación de ecosistemas o de hábitats (las unidades espaciales de análisis) más indicada o apropiada para el área bajo evaluación.
- Recopilación de datos existentes sobre la distribución de la biodiversidad (las especies en los grupos taxonómicos selectos) dentro del área bajo evaluación.
- Un análisis del conocimiento actual y de los vacíos de conocimiento sobre la distribución de las especies en los grupos taxonómicos seleccionados dentro del área bajo evaluación.
- De acuerdo al análisis de vacíos de conocimiento, realización de inventarios biológicos en campo dentro de los ecosistemas o hábitats con menor volumen de datos disponibles en relación a su extensión espacial y a la diversidad esperada.
- Compilación de listas de presencia o ausencia de las especies en los grupos taxonómicos selectos en cada unidad espacial de análisis (ecosistemas o hábitats).
- Evaluación de todas las especies selectas con la versión andina del “Índice de Vulnerabilidad el Cambio Climático” de NatureServe.
- Análisis integral, calculándose un índice compuesto para cada ecosistema o hábitat en base a la vulnerabilidad de las especies presentes en cada unidad espacial de análisis.



# Vacíos de Conocimiento





# Impactos del Cambio Climático en la Biodiversidad de los Andes Tropicales

Riesgo climático, vulnerabilidad y herramientas de toma de decisiones para la planificación de la conservación



- Proyecto
- Metodología
- Resultados
- Documentos
- Talleres/Reuniones
- ¿Quiénes Somos?
- Noticias

Los Andes tropicales se encuentran entre las áreas de mayor biodiversidad del planeta, dado que albergan una maravillosa variedad de ecosistemas. Se estima que Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, países que forman parte de esta región, albergan la sexta parte de la biodiversidad mundial. Ambientes únicos como los bosques altoandinos de Polylepis se encuentran entre los ecosistemas más amenazados de América del Sur.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

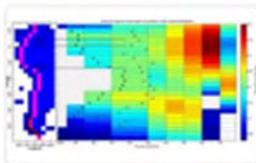
## Metodología



## Equipo



## Resultados



## Documentos



A scenic view of a mountain valley. In the foreground, there are lush green trees and foliage. The middle ground shows a winding river flowing through a valley, with a small town or village visible on the right side. The background features a range of mountains, some with snow-capped peaks, under a clear blue sky.

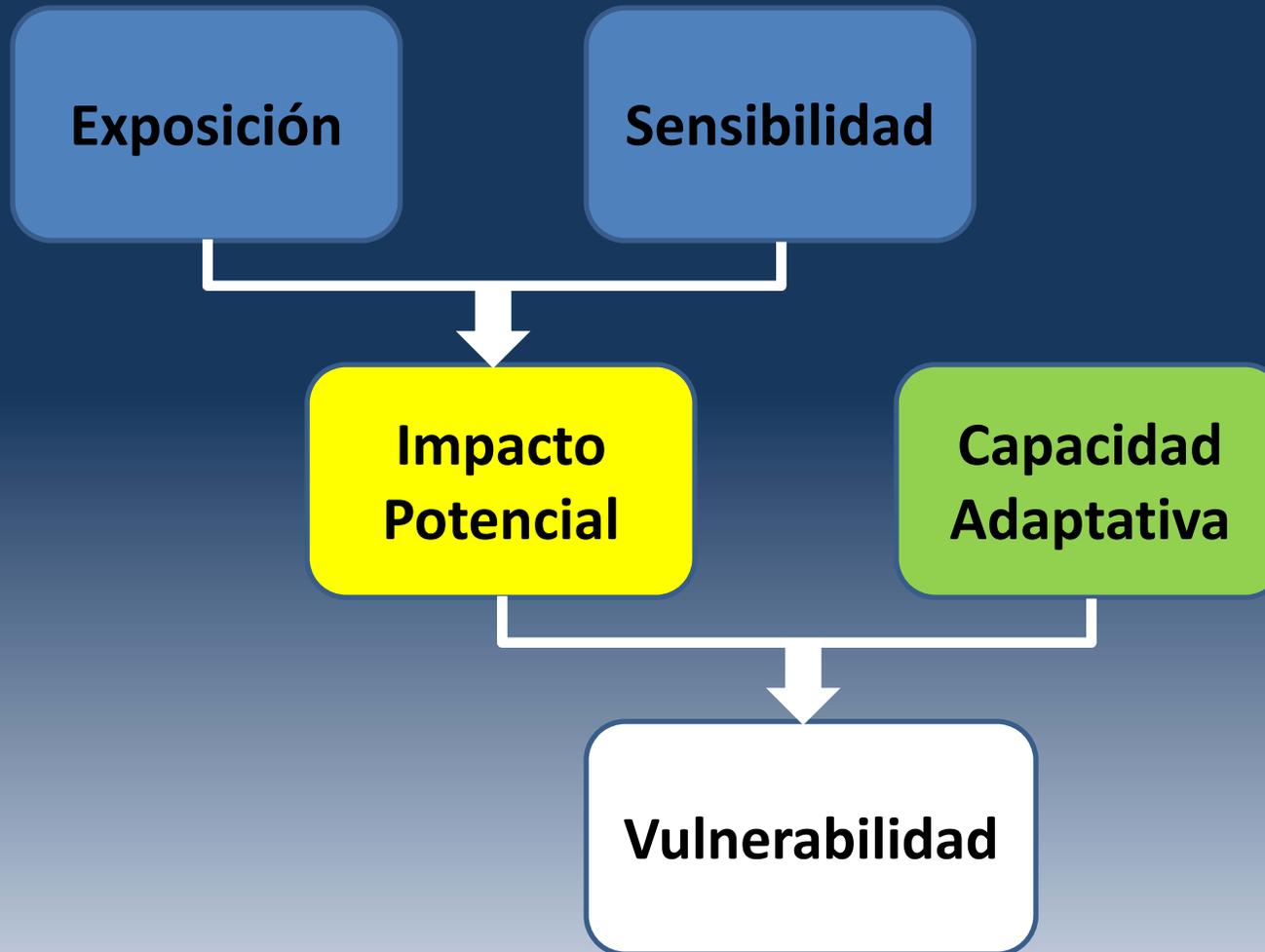
# Las 3 de Componentes de la Vulnerabilidad al Cambio Climático

Exposición – Sensibilidad – Capacidad Adaptativa

# Vulnerabilidad a Cambios Climáticos

**Vulnerabilidad:** El nivel en que un sistema es susceptible a un cambio perjudicial

# Componentes de la Vulnerabilidad



# Sensibilidad

Medida de si o como una especie o sistema es propenso a ser impactado por un nivel determinado de cambios en el clima.



## Ejemplo de quemadas por el sol:

- Cantidad de melanina en la piel es un factor fisiológico
- Melanina absorbe rayos UV que causan quemadas
- Piel con bajo nivel de melanina tiene mas sensibilidad a los rayos UV

# Exposición

Medida de la severidad de los cambios en el clima que va a experimentar una especie.

## Ejemplo de quemadas por sol:

- Cantidad de rayos UV determina la exposición
- Intensidad de los rayos UV varía con la latitud, estación y el tiempo
- Con suficiente exposición, cualquiera puede quemarse

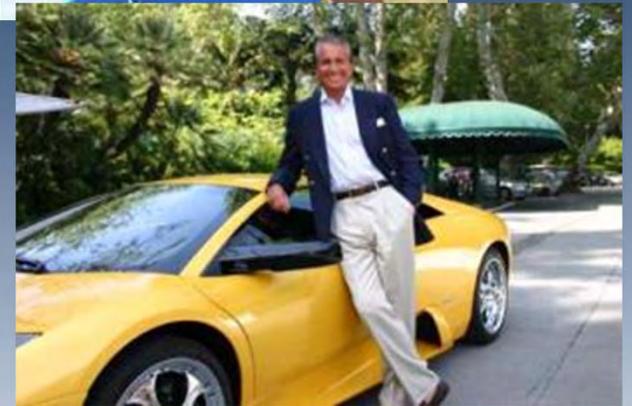


# Capacidad Adaptativa

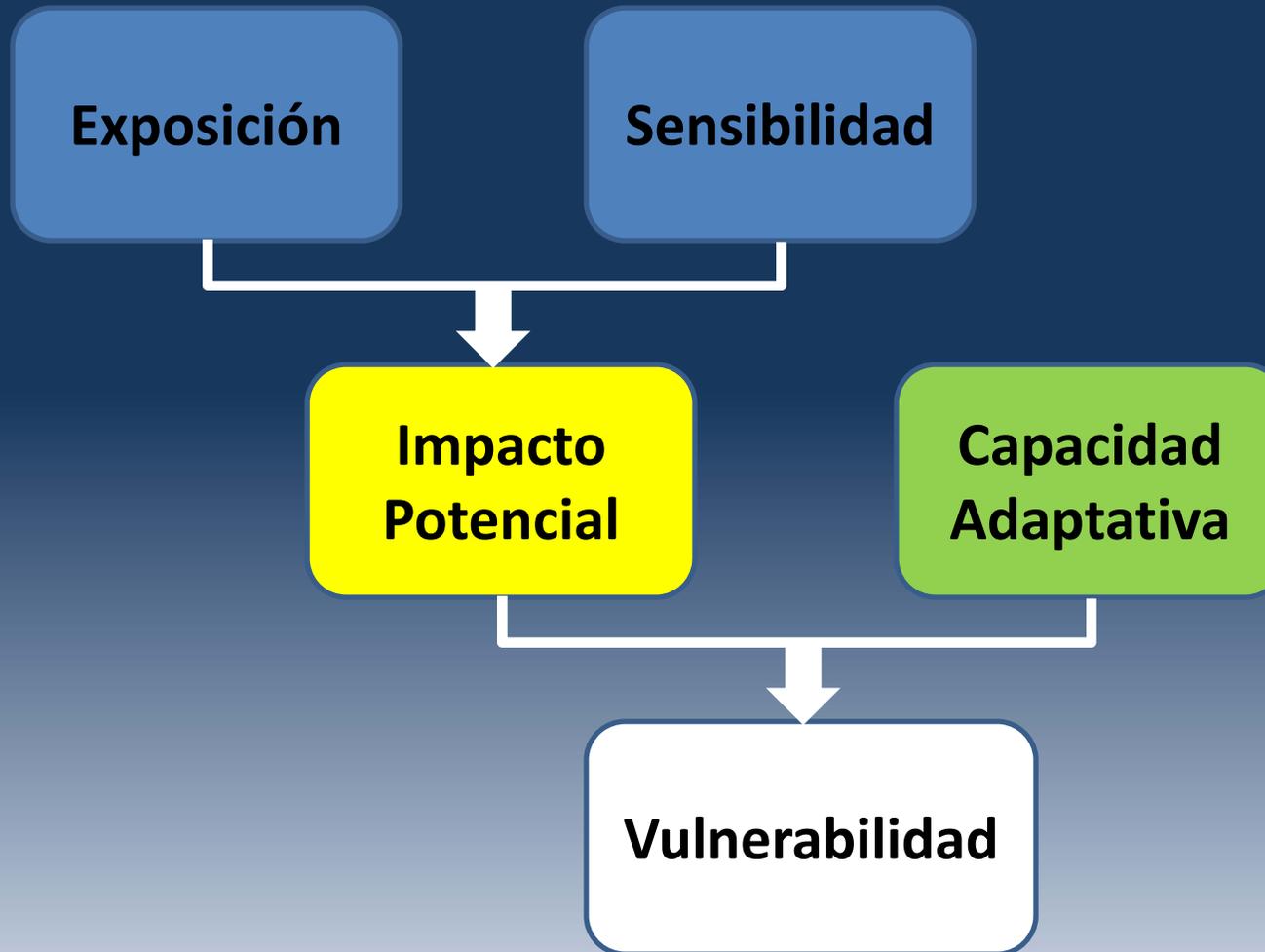
Capacidad de ajustarse a los impactos de cambios en el clima con efectos perjudiciales mínimos.

## Ejemplo de quemaduras por sol:

- Puede ser intrínseco (reducir sensibilidad) o extrínseco (reducir exposición)
- Para quemaduras, adaptaciones extrínsecas incluyen bloqueador, ropa y sombra
- Adaptaciones intrínsecas incluyan el aumento en la producción de melanina en la piel (broncearse)



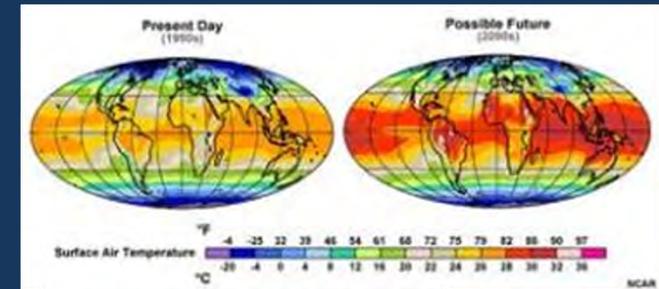
# Componentes de la Vulnerabilidad



# Exposición a *Cambios Climáticos*

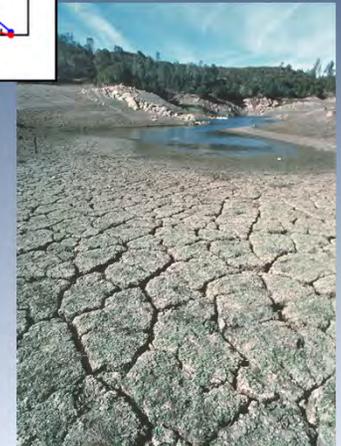
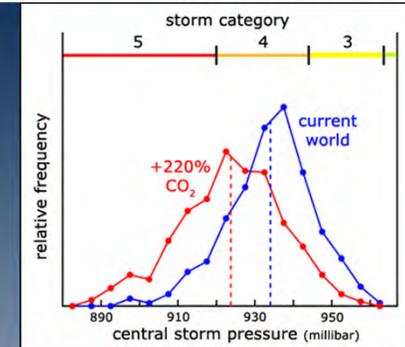
- **Exposición directa a *Cambios Climáticos***

- Variaciones en temperatura y precipitación



- **Exposición Indirecta**

- Por ejemplo, aumento en el nivel del mar; cambios hidrológicos; cambios en regímenes de fuego; cambios en la concentración de CO<sub>2</sub>; cambios en la frecuencia e intensidad de tormentas



# Exposición a *Cambios Climáticos*

- Andes tropicales:
  - Temperatura media annual aumentó ca. +0.8 °C durante el siglo XX
  - Desde 1939 hasta 1998, aumento de +0.11 °C por década
  - +0.34 °C por década durante los últimos 25 años del siglo XX (aunque se debe parcialmente a la incidencia de El Niño)
  - Aumento de temperatura tiende a ser mayor a alturas mayores
  - Cambios en la precipitación?
  - Cambios climáticos no son homogéneos geográficamente

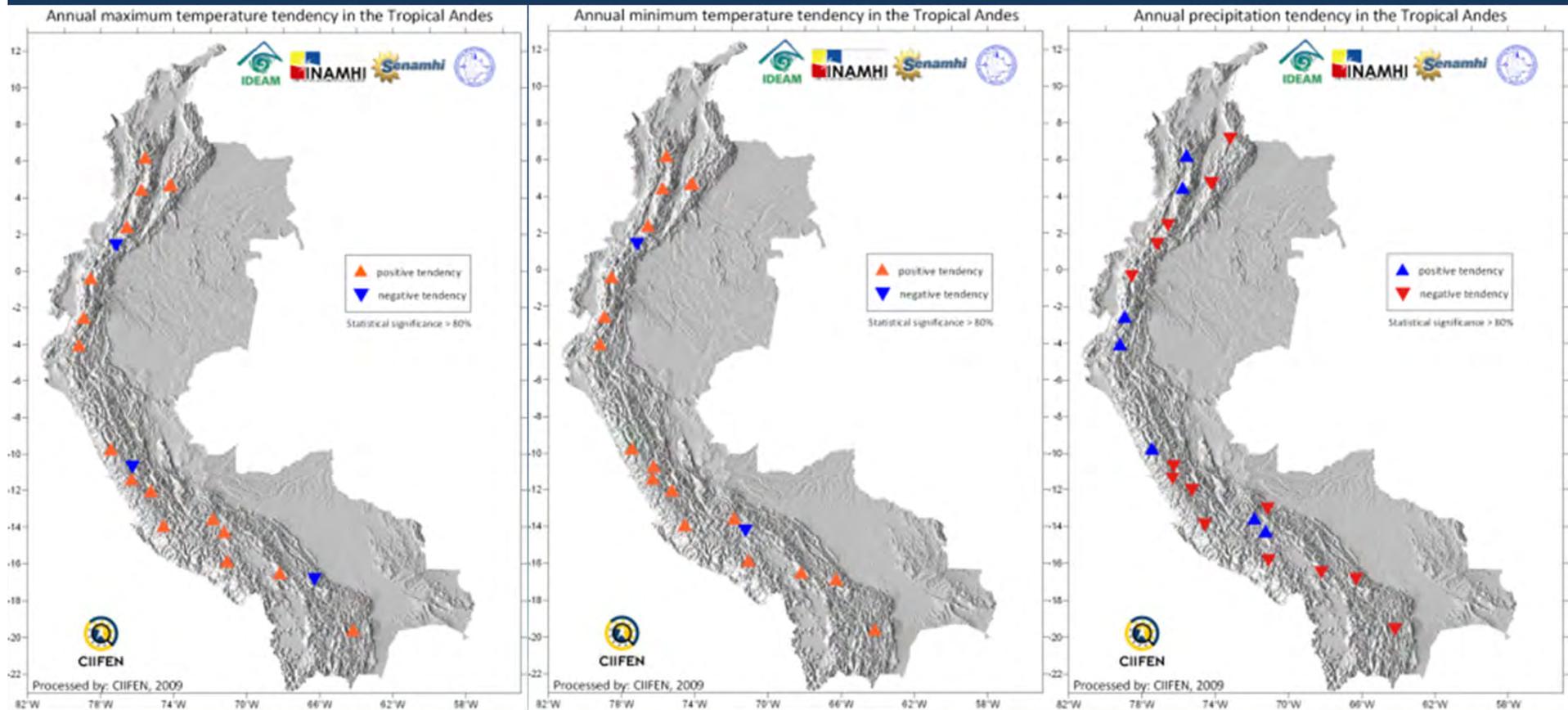


Richard Gibbons



# Exposición a *Cambios Climáticos*

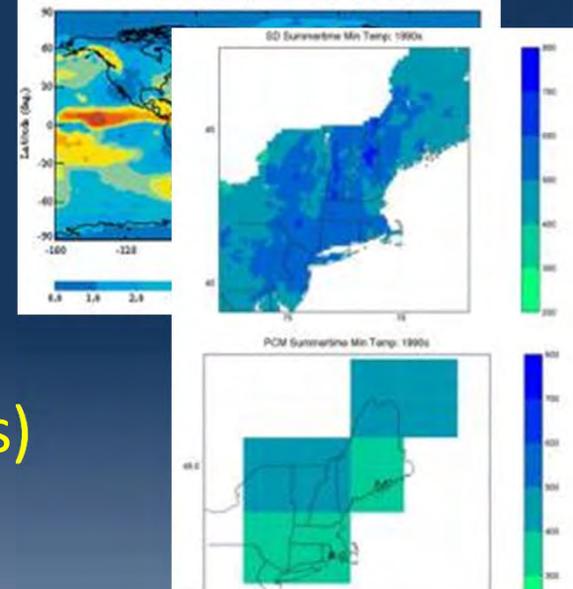
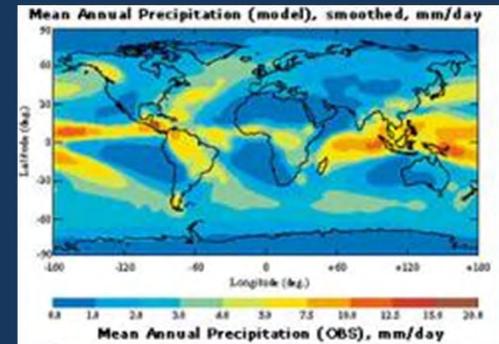
## Variación geográfica observada en los cambios climáticos



1964-2008

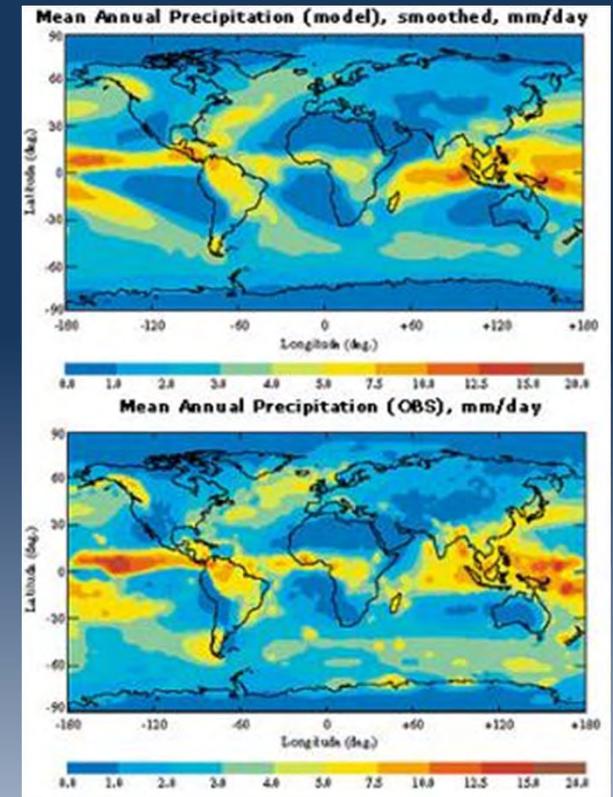
# Exposición a *Cambios Climáticos*

- **Modelos Climáticos Globales**
  - Modelos de Circulación General (GCMs)
  - Modelos de Circulación General Atmosfera-Mar (AOGCMs)
- **Regionalización de GCMs (*Downscaling*)**
  - *Downscaling* dinámico y estadístico
- **Datos Históricos (Estaciones Meteorológicas)**
  - Tendencias observadas
- **Dendrocronología**
  - Reconstrucción climática
- **Retroceso de Glaciares**
- **Refugios de clima**



# Exposición a *Cambios Climáticos*

- **Modelos Climáticos Globales**
  - Representaciones matemáticas de la naturaleza muy complejas
  - Requieren de mucha experticia y capacidad computacional enorme (supercomputadoras)
  - Baja resolución espacial con cuadrículas (píxeles) entre 300x300 y 500x500 km
  - No permite la detección y proyección adecuada de cambios en regiones montañosas topográficamente complejas
  - Diferencias sustanciales entre las proyecciones de diferentes modelos



# Modelos Climáticos Globales

Modelos generan cambios climáticos proyectados con base en escenarios de emisiones futuras de gases de efecto invernadero y grados de desarrollo social y económico correspondientes

## Escenarios IPCC - Ejemplos

- A1: Pocos cambios en emisiones
- A1B: Alguna disminución
- B1: Mucha disminución

## Factores para considerar

- Hay incertidumbre en los escenarios
- Escenarios varían poco a corto plazo, más a largo plazo
- Menos incertidumbre para proyecciones de temperatura que precipitación

# Exposición a *Cambios Climáticos*

- Regionalización de Modelos Globales (*Downscaling*)

- Entrelazar modelos globales con dinámicas climáticas regionales
- Modelos climáticos regionales son corridos utilizando las “condiciones de frontera” de un modelo global
- Mayor resolución espacial de alrededor de 50x50 km para los Andes
- *Downscaling* estadístico mediante regresiones

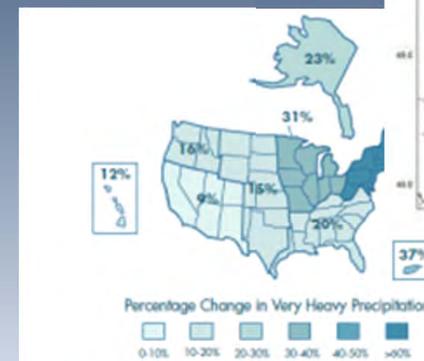
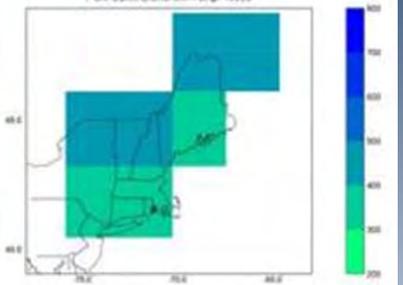
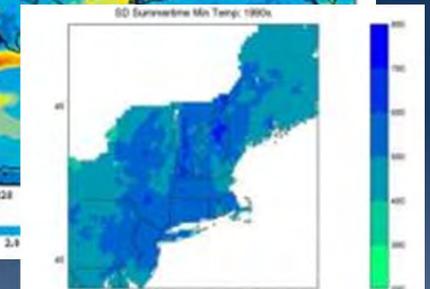
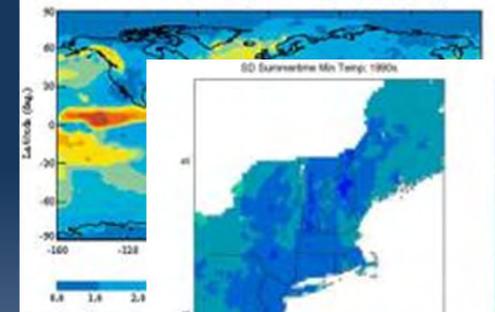
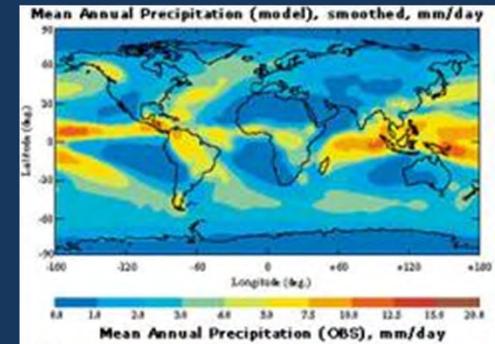
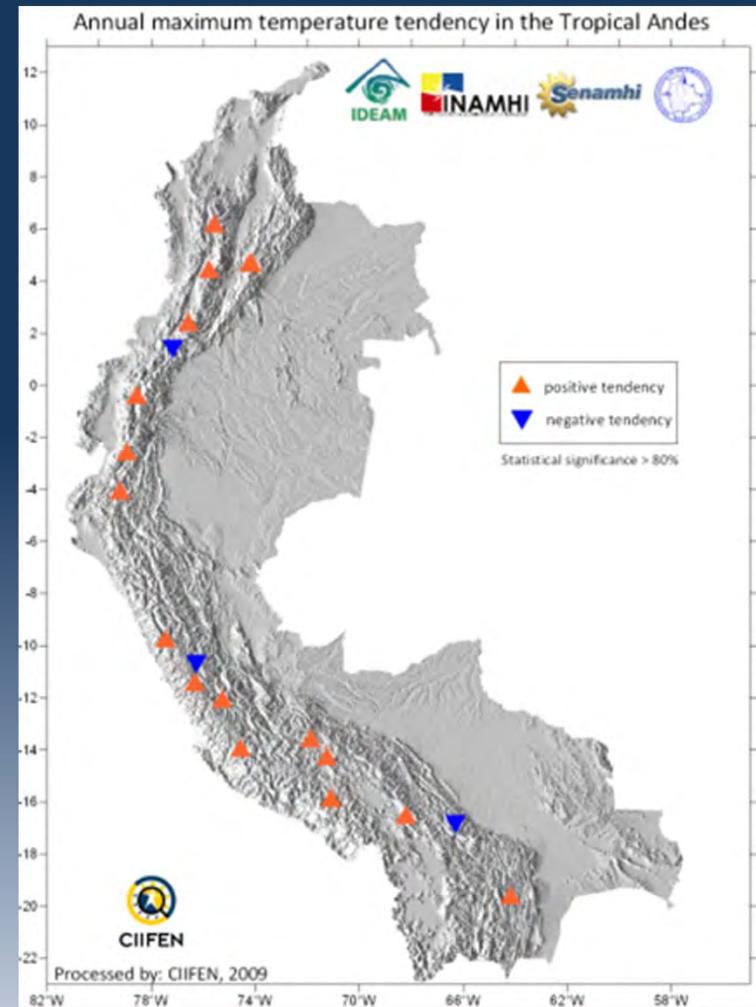


Figure 1. This map show the percentage increases in very heavy precipitation (defined as the heaviest one percent of all events) from 1958 to 2007 for each region of the United States. There are clear trends toward more very heavy precipitation for the nation as a whole, and particularly in the Northwest and Midwest.<sup>14,15</sup>

# Exposición a *Cambios Climáticos*

- **Datos Históricos (Estaciones Meteorológicas)**
  - Tendencias reales observadas
  - Aplicación de métodos estadísticos para detección de errores, homogenización de datos, significancia de las tendencias calculadas (metodología RClimdex)
  - Cobertura de estaciones que cumplen requisitos mínimos es muy baja en los Andes tropicales
  - Muchas estaciones están en zonas urbanas

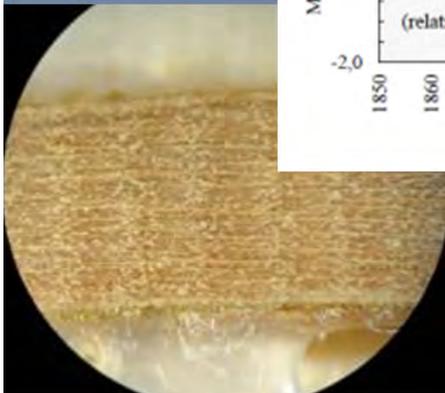
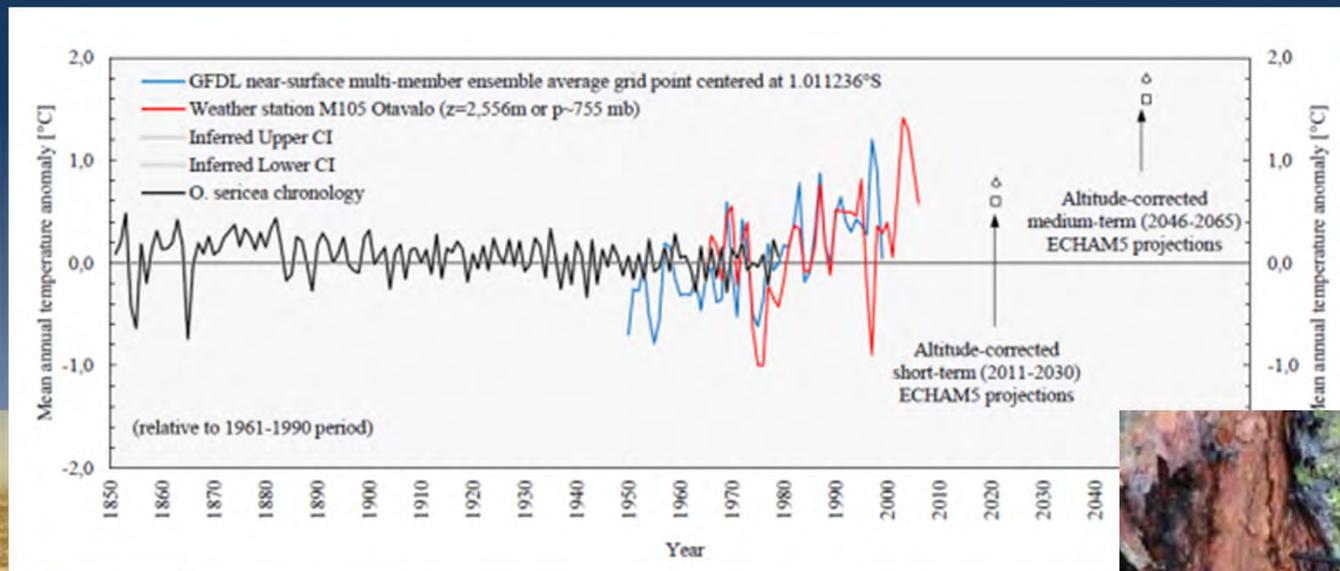


1964-2008

# Exposición a *Cambios Climáticos*

- **Dendrocronología (Dendroclimatología)**

- Medida indirecta (*climate proxy*) de cambios climáticos locales durante los últimos 100-200+ años (reconstrucción climática)
- Debe ser utilizada en combinación con otros métodos
- Relativamente costoso y requiere tiempo y esfuerzo significativos



# Exposición a *Cambios Climáticos*

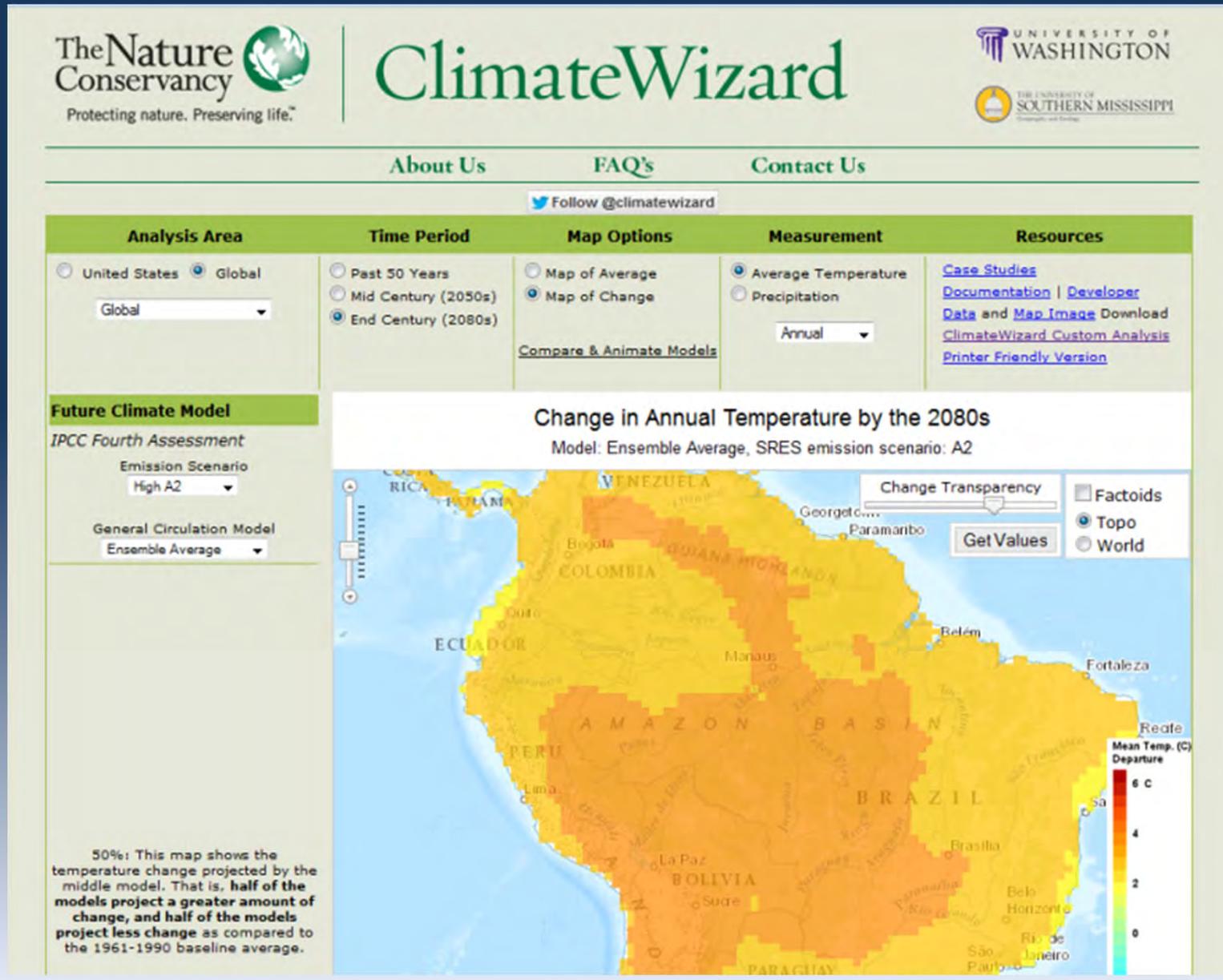
- **Refugios de clima**

- Gris claro: valles secos
- Gris oscuro: regiones húmedas
- Negro: regiones súper húmedas



Killeen et al. 2007,  
*J. Biogeogr.* 34: 1357-1373

# Exposición a *Cambios Climáticos*



# Sensibilidad

- La sensibilidad es la medida de si y cómo una especie o sistema se vería afectado por el cambio climático y su capacidad de respuesta
- En esta dinámica hay FACTORES DIRECTOS PROVENIENTES DEL CC y FACTORES INDIRECTOS QUE LIMITAN LAS CAPACIDADES DE RESPUESTA.
- Distinción sutil entre evaluar la sensibilidad y la capacidad adaptativa → no evaluar mas de una vez el mismo aspecto.

## Otras consideraciones...

- Sensibilidad dependiente de la ecofisiología o biología: se evalúa mas fácilmente a nivel de especies.
- Sensibilidad dependiente de las condiciones físicas o ecológicas como gradientes de humedad y estacionalidad de inundación o fuego, que se verán afectados por consecuencia de CC: su impacto es claro a nivel de especie y de sistemas.

# Sensibilidad de Especies a Cambios Climáticos

Sensibilidad fisiológica



# Sensibilidad a los cambios en temperatura y humedad

- Amplitud de condiciones de temperatura y precipitación dentro de las que una especie es capaz de cumplir con sus funciones vitales como reproducirse, alimentarse, crecer
  - Temperatura: mayor efecto a mayor altitud en el rango y sobre especies ectotérmicas ↑
  - Humedad: plantas adaptadas a sequía (C4) ↓, especies dependientes de fuentes de agua que disminuirán (glaciar) ↑

# Sensibilidad de Especies a Cambios Climáticos

Sensibilidad fisiológica  
Hábitats sensibles y  
regímenes de perturbación



Foto por: G. Navarro



# Dependencia de un régimen de perturbación que podría verse alterado por el cambio climático

- Impactos sobre el caudal ecológico o niveles de inundación debido a cambios en la precipitación y que afectan especies dependientes
- Alteración del régimen de fuego, incremento de la frecuencia/intensidad debido a la desecación, alterando el establecimiento de especies

# Sensibilidad de Especies a Cambios Climáticos

Sensibilidad fisiológica

Hábitats sensibles y regímenes de perturbación

Interacciones inter-específicas



# El impacto del CC se produce a través del efecto sobre la sincronía con otras especies de las que depende la especie evaluada

- Alteración de ensamblajes de especies que alterarían los mecanismos de competencia
- Especificidad de la dependencia de otras especies para la reproducción, alimentación, establecimiento ... y vulnerabilidad al cambio climático de la especie proveedora
  - Disminución de alimento disponible por sequía o menor eficiencia del predador por aumento de temperatura (predación/herbivoría)

# Sensibilidad de Especies a Cambios Climáticos

Sensibilidad fisiológica

Hábitats sensibles y regímenes de  
perturbación

Interacciones inter-específicas

Fenología



# Respuesta fenológica a cambios en las dinámicas estacionales de la temperatura y precipitación

- La especie responde o no con adaptaciones fenológicas a cambios que ya se manifiestan en las dinámicas estacionales (sincronía de la respuesta)
  - Plantas floreciendo mas temprano a causa de la temperatura y en ausencia de polinizadores
  - Alteración de patrones fenológicos supra-  
anuales sincronizados (floración de *Chusquea* spp. y polinizadores relacionados)

# SENSIBILIDAD DE ECOSISTEMAS A CAMBIOS CLIMÁTICOS

# Impactos directos

- Sensibilidad a eventos climáticos extremos
- Sensibilidad a cambios en temperatura y humedad (bosque de cimas, bosque nublado)
- Dependencia de condiciones hidrológicas específicas
- Dependencia de condiciones edáficas específicas
- Vulnerabilidad de especies claves/fundacionales al cambio climático



Foto por: Worlds9thwonder/Wikimedia



Foto por: Liliana Usvat

# Sensibilidad a cambios en la temperatura y humedad

## Puna

- Aumento de la temperatura
  - Elevación del límite inferior de precipitación sólida
  - Cambios en el balance hídrico
  - Mayor insolación
    - mayor sequía y salinidad
- tasas de extinción alta en especies endémicas locales

## Bosque nublado

- Aumento de la temperatura
- Desplazamiento superior de la banda de condensación
- Disminución de niebla y nubosidad
  - disminución de las especies sensibles al calor y la sequía, como anfibios y epífitas

# Dependencia de condiciones hidrológicas específicas

Ecosistemas acuáticos y de humedales están confinados a áreas con condiciones hidrológicas específicas y restringidas y el aumento de la T y cambios en la P, causarían:

Disminución en la cantidad de oxígeno disuelto, aumento en la evapotranspiración, y en la composición y volumen del agua.



# Impactos indirectos

- Vulnerabilidad a las prácticas adaptativas adoptadas
- Restricciones a los desplazamientos latitudinales
- Potencial de que el cambio climático exacerbe impactos no climáticos (sequía, deforestación y fuegos en Amazonía)



# Capacidad adaptativa

Capacidad de acomodarse con efectos mínimos a los impactos del cambio en el clima.

# Capacidad Adaptiva

Variabilidad genética

Plasticidad fenotípica

Plasticidad de comportamiento

Capacidad de dispersarse



# Variabilidad Genética



# Plasticidad



*Melilotus officinalis*



*Cornus rugosa*

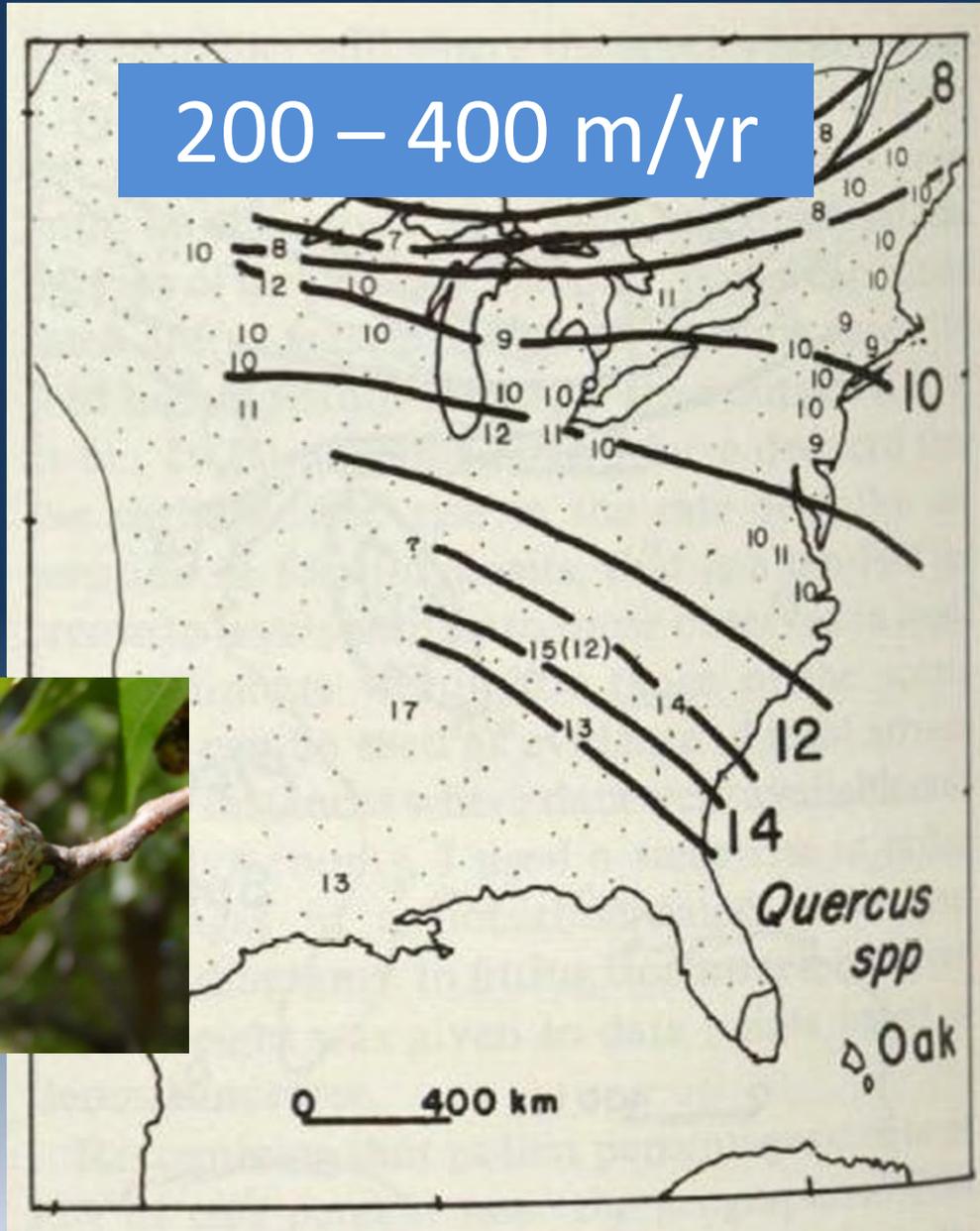


Concord, Mass.

# Dispersión

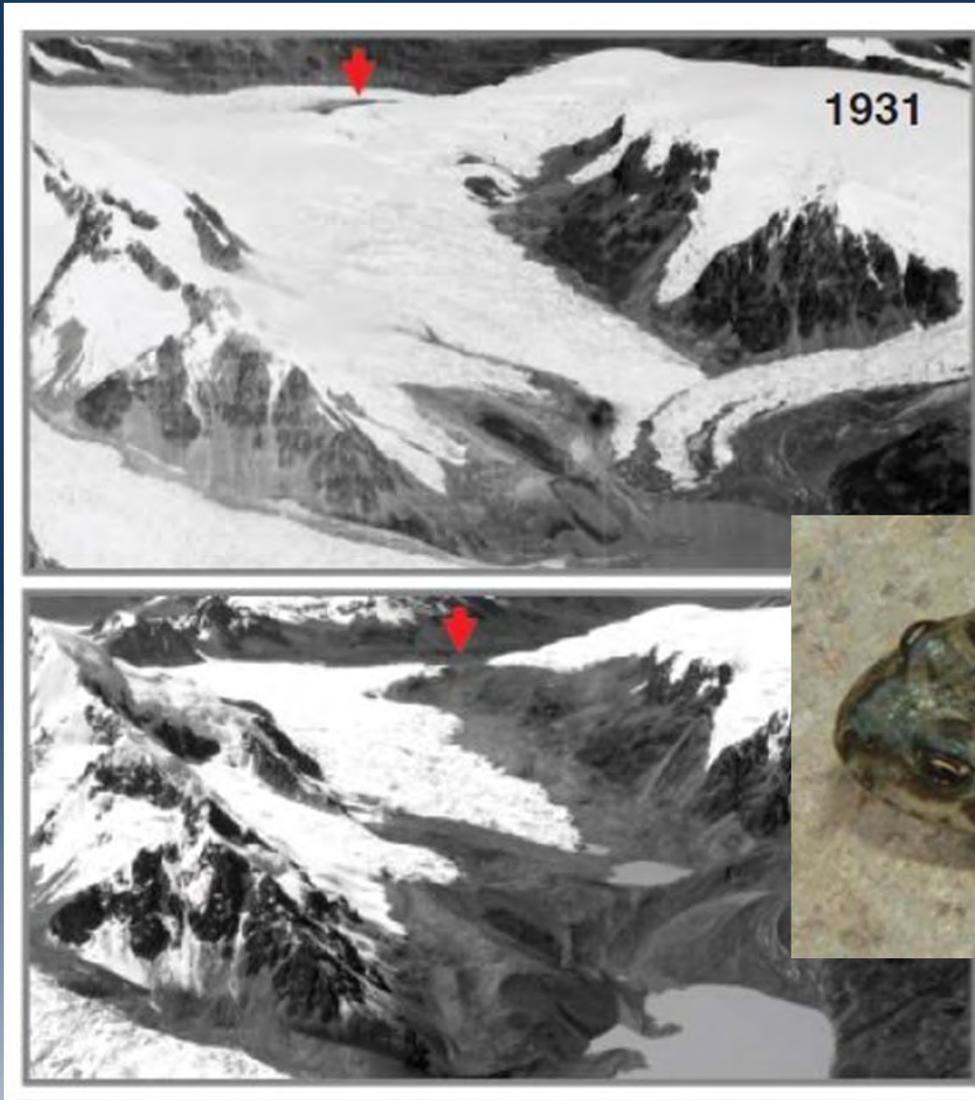
200 – 400 m/yr

5 400 msnm



Davis 1983

# Dispersión



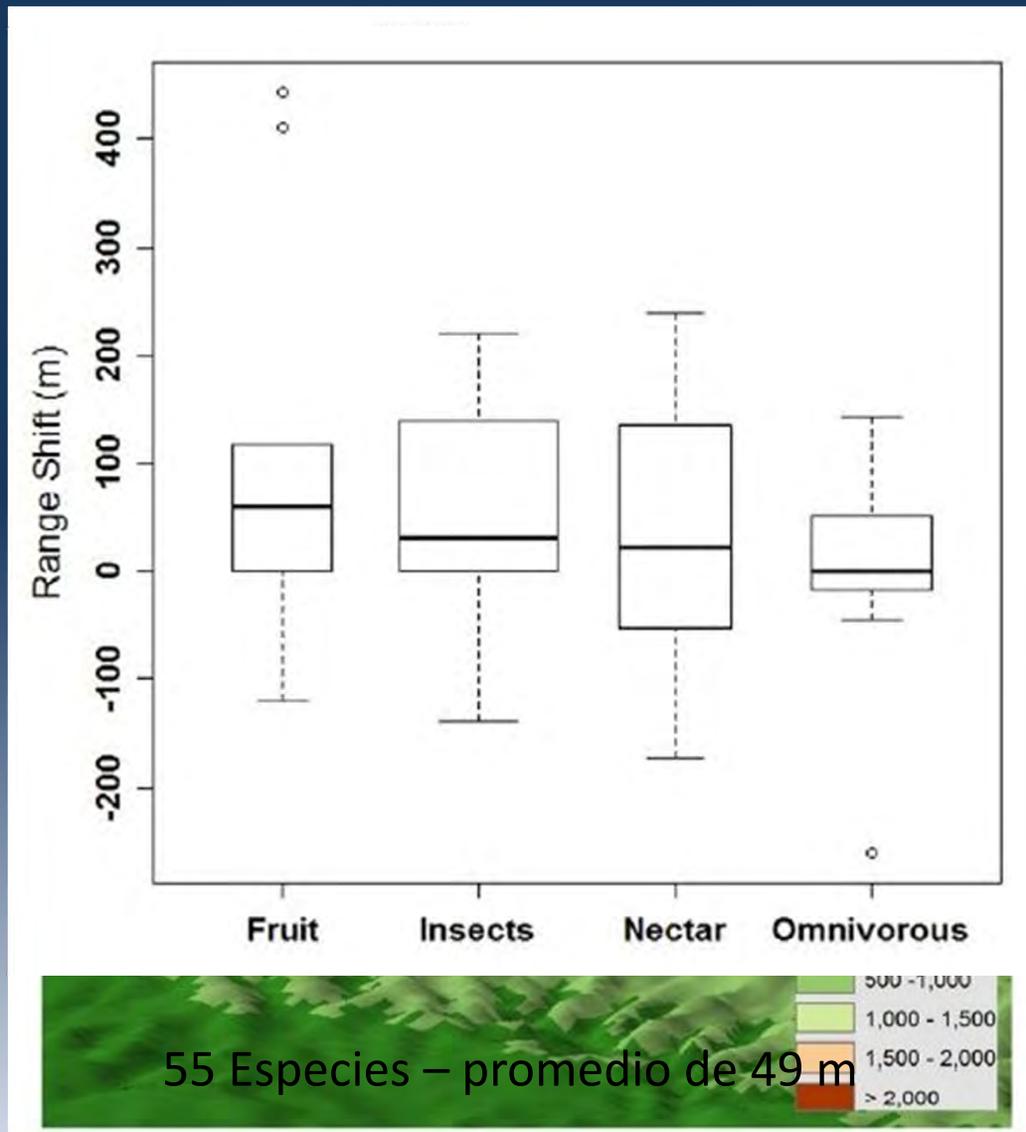
5 400 msnm



© Felipe Rabanal

Cordillera Vilcanota, Perú - Seimon et al. 2007

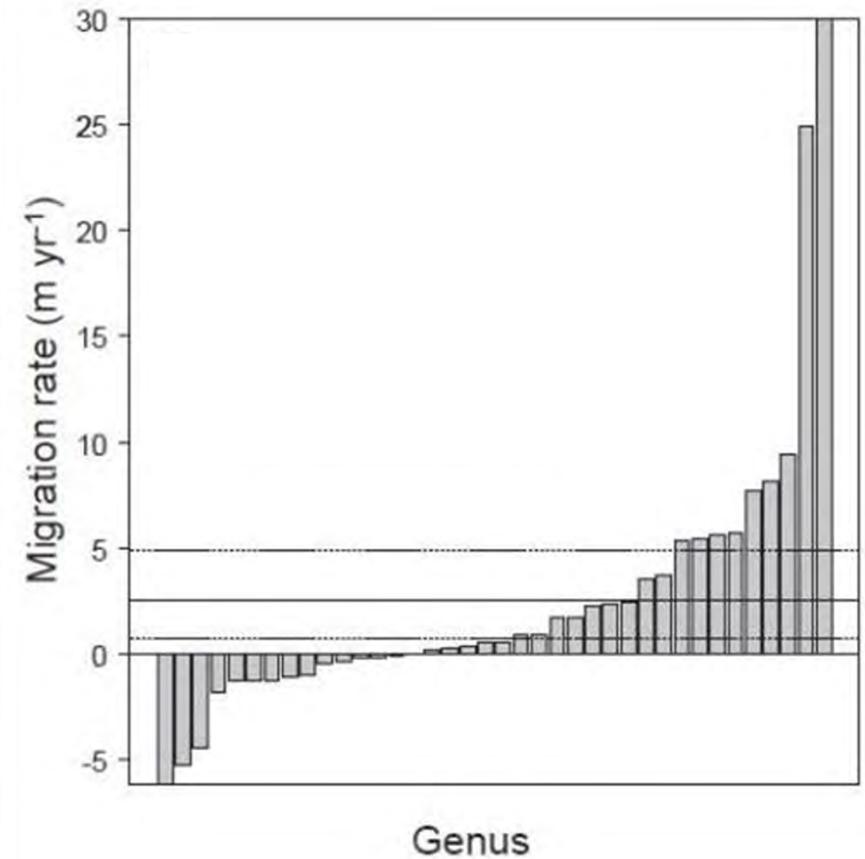
# Otro Ejemplo: Aves



Cerros del Sira, Perú - Forero-Medina et al. 2011

# Otro Ejemplo: Arboles

Del 2003/04 al 2007/08:  
Arboles subieron ~3 m/año



# Capacidad Adaptativa en Ecosistemas

## Diversidad de especies en grupos funcionales

- Polinizadores
- Dispersores de semillas
- Depredadores
- Plantas que fijan nitrógeno
- ...



# Capacidad Adaptativa en Ecosistemas

Diversidad física donde se encuentra

- Topografía
- Microclimas



# Capacidad Adaptativa en Ecosistemas

Tiempo de regeneración



# Capacidad Adaptativa en Ecosistemas

## Posibilidades de manejo



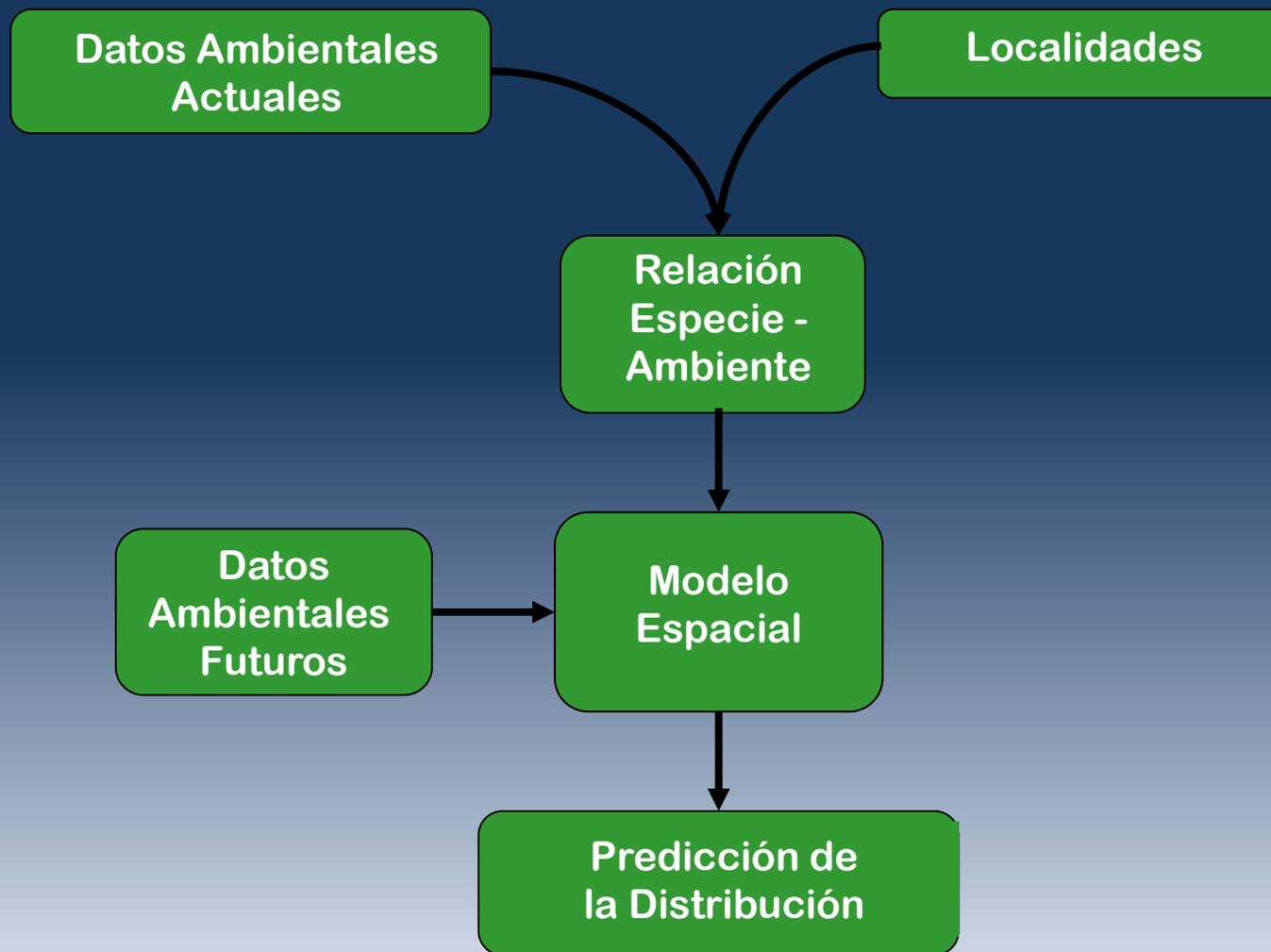
# Capacidad Adaptativa en Ecosistemas

Integridad ecológica



# CCVI: Introducción

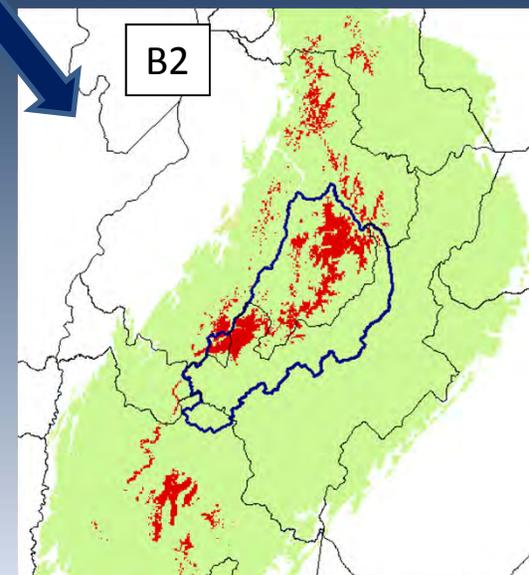
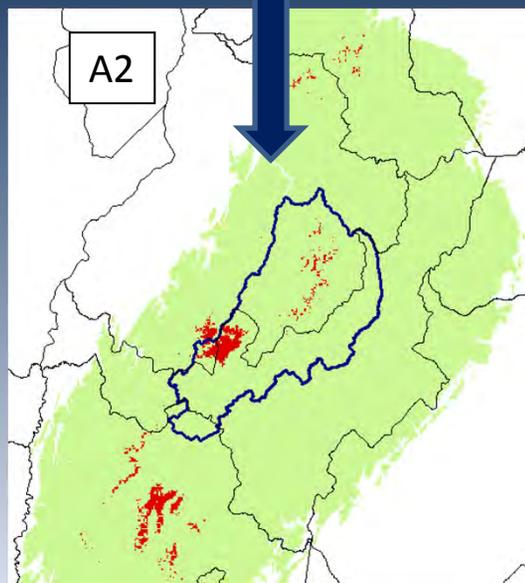
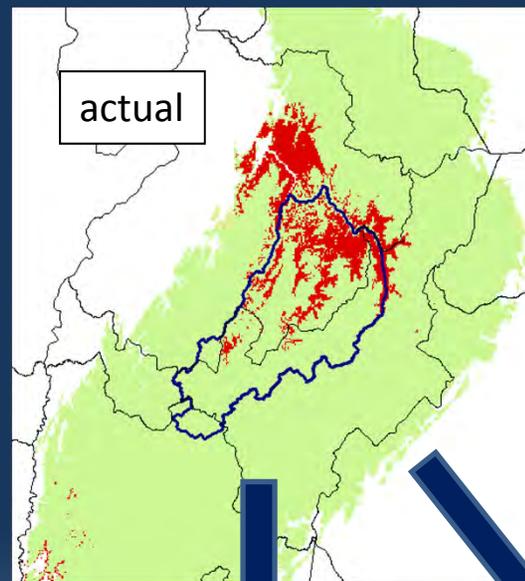
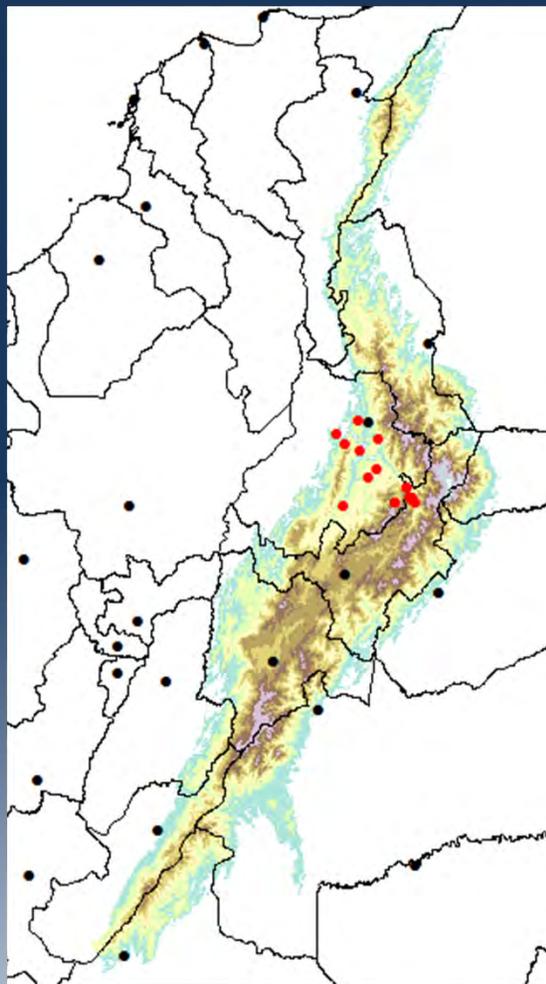
# Otros Métodos: Modelaje Bioclimático



# *Amazilia castaneiventris*



Jorge Parra



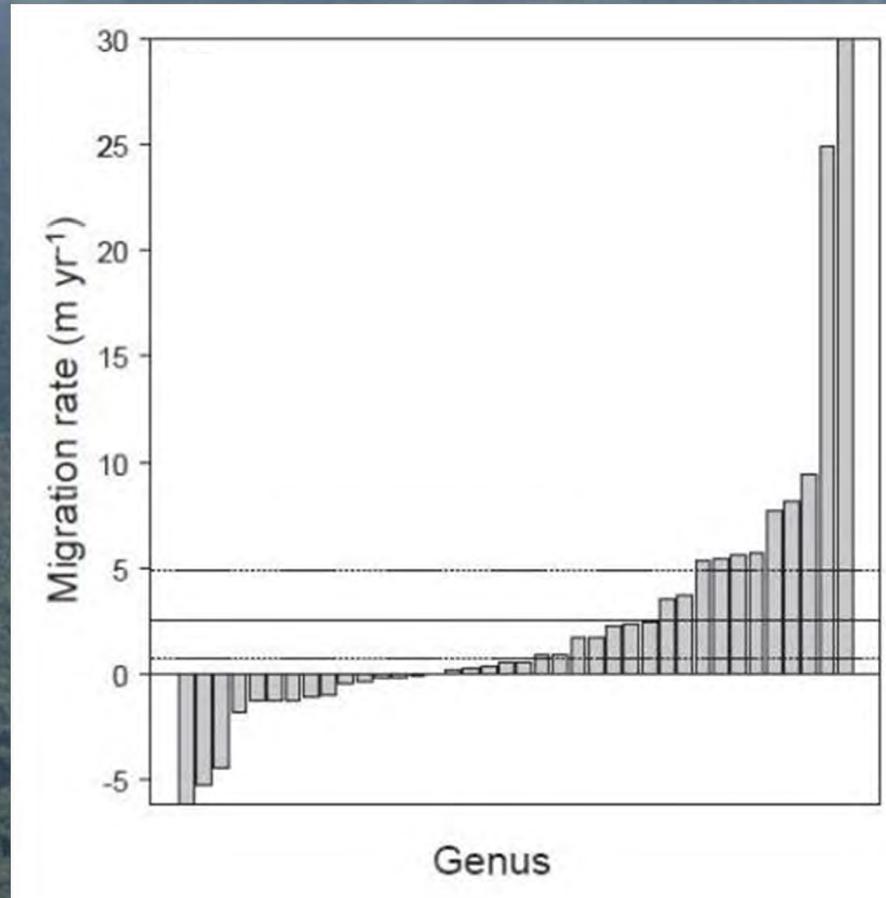
Disminuir y Desplazarse

## Otros Métodos: Observación/Experimento

- Datos tomados en el campo sobre como se comporta la especie
- Datos geo-ecológicos
- No toma en cuenta características de la especie
- Algunos modelos utilizan datos sobre capacidad de dispersión

# Observación: Ejemplos

Del 2003/04 al 2007/08:  
Arboles subieron ~3 m/año



# Observación: Ejemplos

## GLORIA: Global Observation Research Initiative in Alpine Environments



Scott and Monique Sady

## Índices de Vulnerabilidad:

... pueden ahorrar tiempo en el desarrollo de metodología

... te hacen recordar los factores de vulnerabilidad

... permiten la comparación entre naranjas y manzanas

... promueven la transparencia

## Índices de Vulnerabilidad no:

... convierten la basura al oro

... son sustitutos para un análisis profundo de vulnerabilidad

# CCVI: Índice de Vulnerabilidad a Cambios Climáticos



[www.natureserve.org/climatechange](http://www.natureserve.org/climatechange)

Terrestre/acuático, plantas/animales

Excluye factores relacionados con el estado de conservación— utilizar en combinación con categorías Lista Roja

Exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa

Escala: estado o área de conservación grande

# Herramienta en Excel

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	<b>Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de NatureServe</b>													
2	<b>Versión para los Andes</b> 29 Marzo 2012; Basado en la versión norteamericana 2.1													
3	Autores: Bruce Young, Elizabeth Byers, Kelly Gravuer, Kim Hall, Geoff Hammerson, Alan Redder													
4	Contacto: Bruce Young, bruce_young@natureserve.org								Traducción: María Cerro Constantino					
5														
6	* = Campo obligatorio													
7														
8	Área Geográfica Evaluada:								*	Borrar Planilla				
9														
10	Asesor:													
11														
12	Nombre Científico de la Especie:								*	Nombre Común:				
13														
14	Grupo Taxonómico Principal:								*	Piso Altitudinal Dentro del Área Evaluada				
15														
16	Categoria UICN:								Superior:		msnm	*		
17														
18														
19														
20	Notas de Evaluación (para documentar los métodos especiales y las fuentes de datos)													
21														
22														

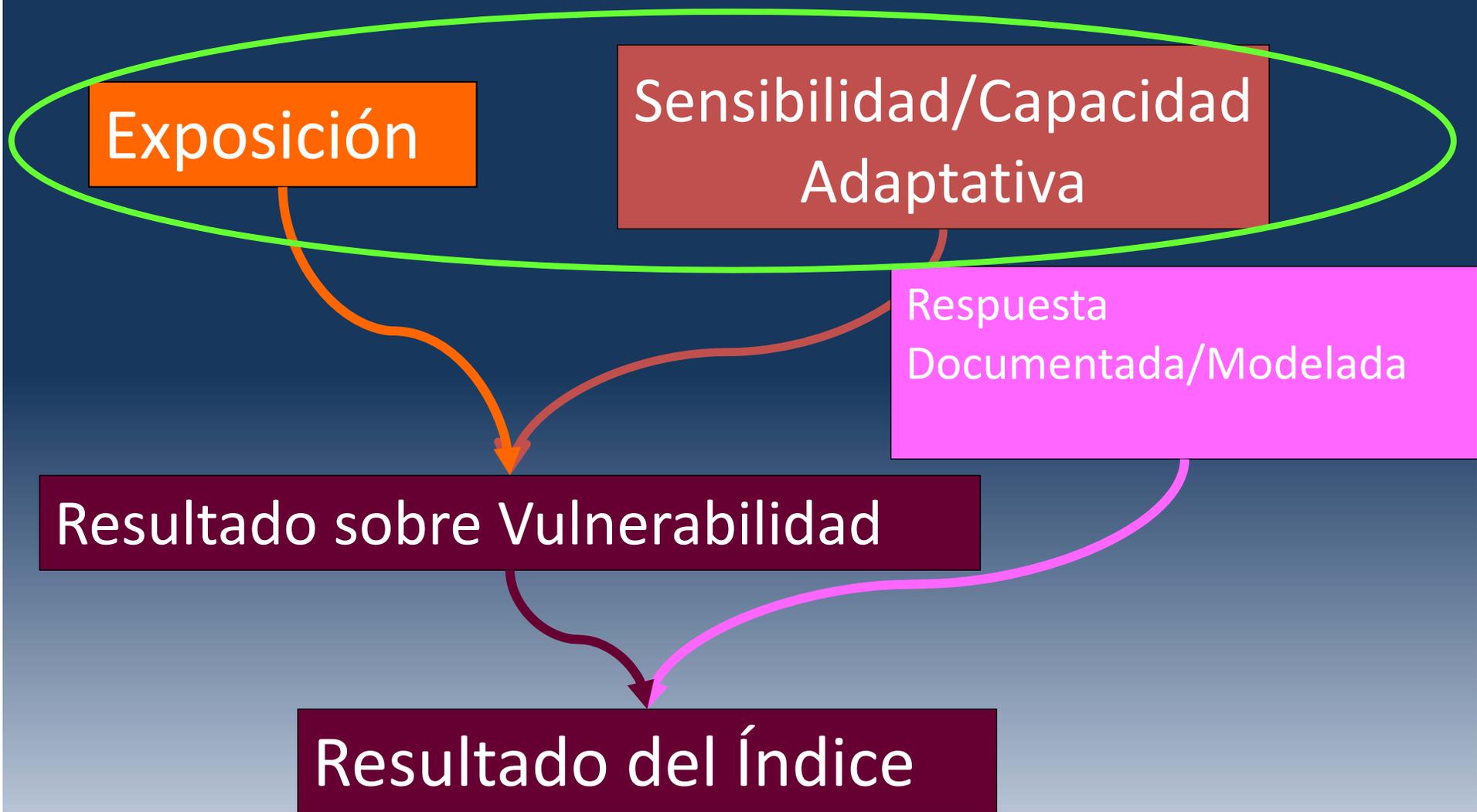
# Resultados

Taxonomic Group	Species	Nat'l barriers			Dispersal/Movement	historical thermal niche	physiological thermal niche	historical hydrological niche	physiological hydrological niche	Disturbance	Ice/snow	Geological Features	Other spp for hab		Pollinators	Other spp disp	Other spp interaction	Genetic var
		B2a	B2b	B3									C4a	C4b				
Bird	<i>Amazilia castaneiventris</i>	N	N	N	Dec	GI	N	U	N	N	N	N	SI	N/A	N	N	U	
Bird	<i>Scytalopus griseicollis</i>	N	N	U	Dec	GI	Inc	U	SI-N	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Bird	<i>Coeligena bonapartei</i>	N	N	N	Dec	GI	Inc	U	Inc-SI	N	N	N	N	SI-N	N/A	N	U	
Bird	<i>Heliangelus amethysticollis</i>	N	N	N	Dec	GI	SI	U	SI	N	N	N	N	SI-N	N/A	N	U	
Bird	<i>Macroagelaius subalaris</i>	N	N	N	Dec	GI	SI	U	SI	N	N	N	Inc-SI	N/A	N	N	U	
Bird	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	N	N	N	Dec	GI	SI	U	SI-N	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Bird	<i>Myiarchus apicalis</i>	N	N	N	Dec	GI	N	U	N	N	N	N	SI	N/A	N	N	U	
Bird	<i>Thryothorus nicefori</i>	N	N	N	Dec	GI	SI-N	U	N	N	N	N	SI-N	N/A	N	Inc-SI	U	
Bird	<i>Tangara arthus</i>	N	N	N	Dec	GI	SI	U	SI	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Ranitomeya (Dendrobates) virolinensis</i>	N	SI	N	N-SD	GI	SI	U	Inc	N	N	N	SI	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Centrolene andinum (Espadarana andinum)</i>	SI	SI	N	N-SD	GI	SI	U	GI	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Cochranella daidelea (Centrolene daidelea)</i>	SI-N	SI-N	N	N-SD	GI	SI	U	GI	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Dendropsophus (Hyla) labialis</i>	N	N	N	N	GI	SI	U	SI	N	N	N	SI	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Dendropsophus (Hyla) virolinensis</i>	N	N	N	N	GI	SI	U	SI	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Pristimantis (Eleutherodactylus) bicolor</i>	N	SI	N	N-SD	GI	SI	U	Inc	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Pristimantis (Eleutherodactylus) elegans</i>	SI	N	N	N-SD	GI	GI	U	Inc	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Pristimantis (Eleutherodactylus) miyatai</i>	N	SI-N	N	N-SD	GI	SI	U	Inc	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Amphibian	<i>Bolitoglossa adspersa</i>	N	N	N	SI	GI	SI	U	Inc	N	N	N	N	N/A	N	N	U	
Mammal	<i>Nasuella olivacea</i>	N	SI	N	Dec	GI	SI	U	U	N	N	N	SD	N/A	N	N	U	
Mammal	<i>Oryzomys albicularis</i>	N	SI	N	N	GI	SI	U	SI	N	N	N	SD	N/A	N	N	U	
Mammal	<i>Thomasomys niveipes</i>	N	SI	N	N	GI	GI-Inc	U	Inc	N	N	N	SD	N/A	N	N	U	
Vascular Plant	<i>Polylepis quadrijuga</i>	SI-N	Inc	N	SI-N	GI	Inc-SI	U	GI-Inc	SI	N	SI-N-S	N/A	N	N	U	U	

# Resultados del Índice

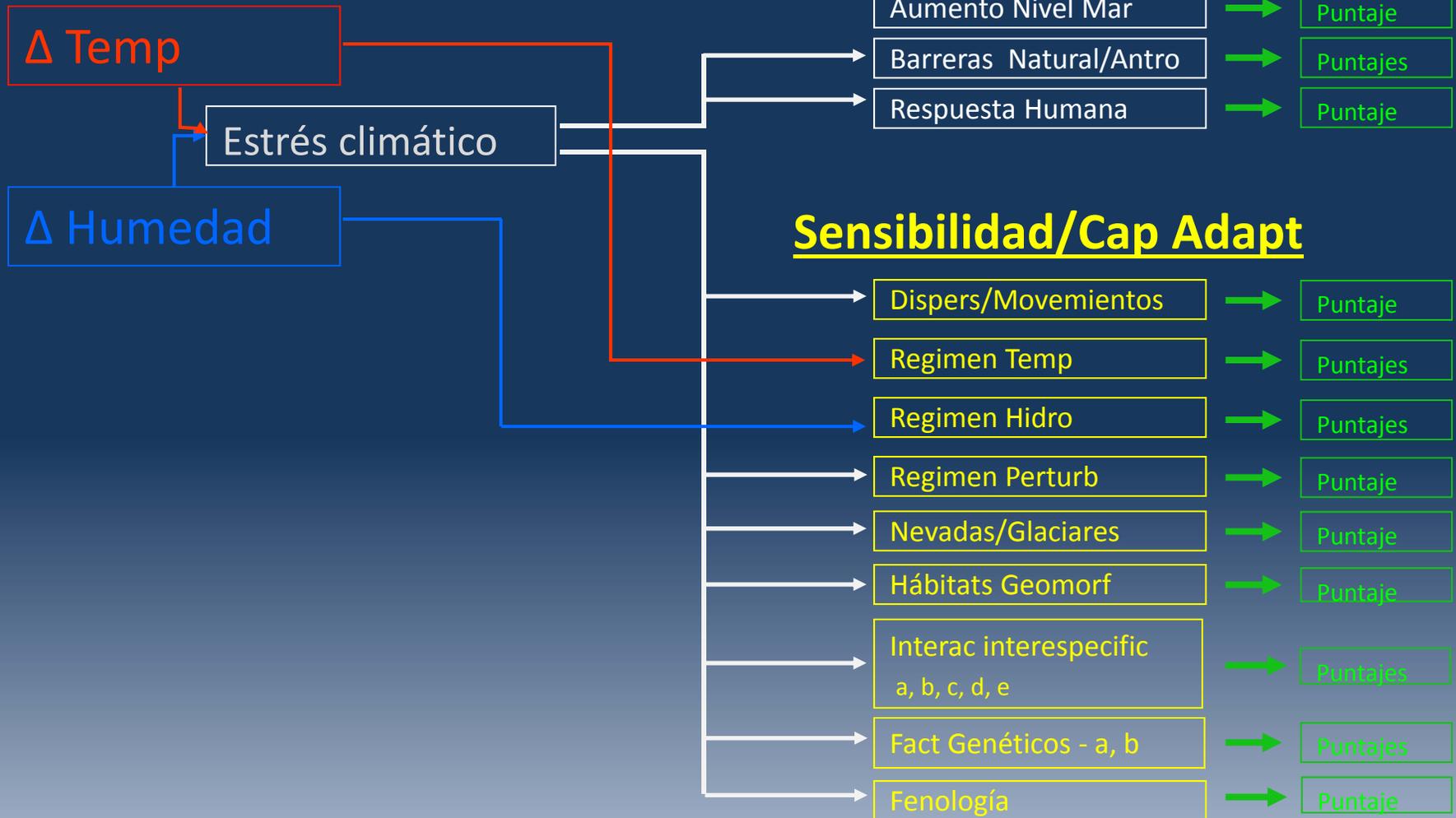
	Extremadamente Vulnerable
	Altamente Vulnerable
	Moderadamente Vulnerable
	No Vulnerable/Presumiblemente Estable
	No Vulnerable/Posible Incremento
	Evidencia Insuficiente

# Como Funciona



## Exposición Directa al Clima

## Exposición Indirecta al Clima



**$\Sigma$  = Puntaje Vulner**

CCVI\_Andes\_Espanol\_21\_dic\_2012 - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Cortar Copiar Copiar formato Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas

Advertencia de seguridad Las macros se han deshabilitado. Opciones...

CalcForm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
21																
22																
23																
24																
25																

**Sección A: Exposición al Cambio Climático Local (Debe calcularse para la distribución de la especie dentro del área de evaluación)**

**Temperatura \***

Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)
>2.71° C más cálida	
2.50-2.71° C más cálida	
2.29-2.49° C más cálida	
2.06-2.28° C más cálida	
< 2.06° C más cálida	
Total:	0 (Debe sumar 100)

**Medición de la Humedad Hamon AET:PET \***

Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)
< -0.078	
-0.054 - -0.078	
-0.029 - -0.053	
-0.005 - -0.028	
0.020 - -0.004	
>-0.020	
Total:	0 (Debe sumar 100)

**Ocurrencia en un Refugio de Clima (ver instrucciones)**

X	Especie evaluada no se encuentra en un refugio de clima o tiene menos de 10% de su distribución dentro de un refugio.
	Especie evaluada tiene > 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.
	Especie evaluada tiene de 10 a 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.

**Sección B: Exposición Indirecta al Cambio Climático (Debe evaluarse para el área geográfica específica en consideración)**

Marque con una "X" en todas las casillas que aplican al caso.

Efecto sobre la Vulnerabilidad						
Fuerte incremento	Incremento	Ligero incremento	Neutral	Ligera disminución	Disminución	Desconocido
						X

**Factores que influyen en la vulnerabilidad (\* se requieren todos)**

1) Exposición al aumento del nivel del mar

[About Us](#)

[FAQ's](#)

[Contact Us](#)

[Follow @climatewizard](#)

Analysis Area	Time Period	Map Options	Measurement	Resources
<input type="radio"/> United States <input checked="" type="radio"/> Global Global <input type="text"/>	<input type="radio"/> Past 50 Years <input type="radio"/> Mid Century (2050s) <input checked="" type="radio"/> End Century (2080s)	<input type="radio"/> Map of Average <input checked="" type="radio"/> Map of Change <a href="#">Compare &amp; Animate Models</a>	<input checked="" type="radio"/> Average Temperature <input type="radio"/> Precipitation Annual <input type="text"/>	<a href="#">Case Studies</a> <a href="#">Documentation</a>   <a href="#">Developer</a> <a href="#">Data</a> and <a href="#">Map Image</a> Download <a href="#">ClimateWizard Custom Analysis</a> <a href="#">Printer Friendly Version</a>

### Future Climate Model

IPCC Fourth Assessment

Emission Scenario

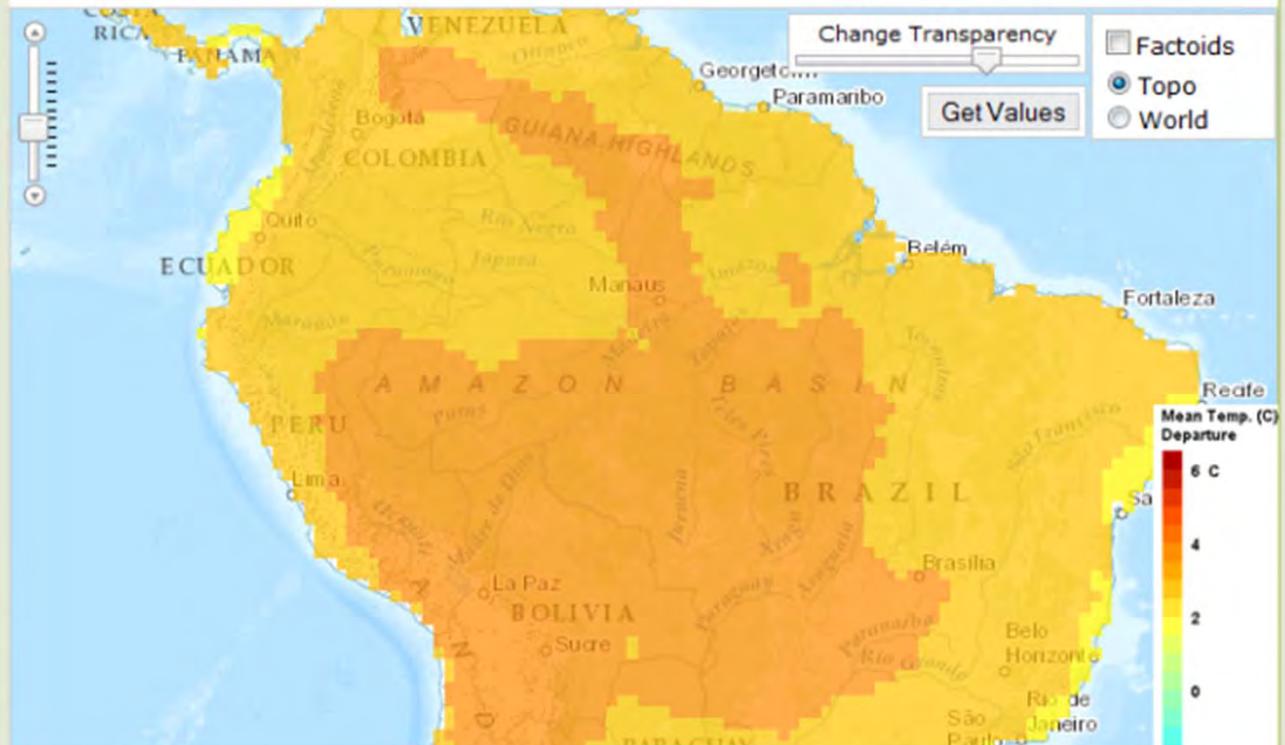
High A2

General Circulation Model

Ensemble Average

## Change in Annual Temperature by the 2080s

Model: Ensemble Average, SRES emission scenario: A2



50%: This map shows the temperature change projected by the middle model. That is, **half of the models project a greater amount of change, and half of the models project less change** as compared to the 1961-1990 baseline average.

[About Us](#)

[FAQ's](#)

[Contact Us](#)

Follow @climatewizard

Analysis Area	Time Period	Map Options	Measurement	Resources
<input type="radio"/> United States <input checked="" type="radio"/> Global Peru	<input type="radio"/> Past 50 Years <input checked="" type="radio"/> Mid Century (2050s) <input type="radio"/> End Century (2080s)	<input type="radio"/> Map of Average <input checked="" type="radio"/> Map of Change <a href="#">Compare &amp; Animate Models</a>	<input checked="" type="radio"/> Average Temperature <input type="radio"/> Precipitation Annual	<a href="#">Case Studies</a> <a href="#">Documentation</a>   <a href="#">Developer Data</a> and <a href="#">Map Image</a> Download <a href="#">ClimateWizard Custom Analysis</a> <a href="#">Printer Friendly Version</a>

### Future Climate Model

IPCC Fourth Assessment

Emission Scenario  
Medium A1B

General Circulation Model  
Ensemble Average

## Change in Annual Temperature by the 2050s

Model: Ensemble Average, SRES emission scenario: A1B



50%: This map shows the temperature change projected by the middle model. That is, **half of the models project a greater amount of change, and half of the models project less change** as compared to the 1961-1990 baseline average.

CCVI\_Andes\_Espanol\_21\_dic\_2012 - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Cortar Copiar Copiar formato Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas

Advertencia de seguridad Las macros se han deshabilitado. Opciones...

CalcForm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
21																
22																
23																
24																
25																

**Sección A: Exposición al Cambio Climático Local (Debe calcularse para la distribución de la especie dentro del área de evaluación)**

**Temperatura \*** **Medición de la Humedad Hamon AET:PET \***

Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)	Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)
>2.71° C más cálida		< -0.078	
2.50-2.71° C más cálida		-0.054 - -0.078	
2.29-2.49° C más cálida		-0.029 - -0.053	
2.06-2.28° C más cálida		-0.005 - -0.028	
< 2.06° C más cálida		0.020 - -0.004	
Total:	0 (Debe sumar 100)	>-0.020	
		Total:	0 (Debe sumar 100)

**Ocurrencia en un Refugio de Clima (ver instrucciones)**

X	Especie evaluada no se encuentra en un refugio de clima o tiene menos de 10% de su distribución dentro de un refugio.
	Especie evaluada tiene > 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.
	Especie evaluada tiene de 10 a 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.

**Sección B: Exposición Indirecta al Cambio Climático (Debe evaluarse para el área geográfica específica en consideración)**

Marque con una "X" en todas las casillas que aplican al caso.

Efecto sobre la Vulnerabilidad							Desconocid o
Fuerte incremento	Incremento	Ligero incremento	Neutral	Ligera disminución	Disminución		
							X

**Factores que influyen en la vulnerabilidad (\* se requieren todos)**

1) Exposición al aumento del nivel del mar



**Add Area to Map**

- Pre-Defined Area
- Upload Shapefile

**Add Pre-Defined Areas**

Select one or more region from any of the region types below and click "add regions". Your choices will then be added to the map display.

Region Types (Select One)	Countries
<ul style="list-style-type: none"> <li>WWF Ecoregions</li> <li>Custom Areas</li> <li>US National Forests</li> <li>Global Regions</li> <li>Guatemala Departments</li> <li>Eastern US</li> <li>Countries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netherlands Antilles</li> <li>Nicaragua</li> <li>New Zealand</li> <li>Paraguay</li> <li>Pitcairn Islands</li> <li>Peru</li> <li>Paracel Islands</li> </ul>

add selected regions

- Pre-Defined Area  
 Upload Shapefile

Select one or more region from any of the region types below and click "add regions". Your choices will then be added to the map display.

Region Types (Select One)	Countries
WWF Ecoregions	Netherlands Antilles
Custom Areas	Nicaragua
US National Forests	New Zealand
Global Regions	Paraguay
Guatemala Departments	Pitcairn Islands
Eastern US	Peru
Countries	Paracel Islands

add selected regions

### Choose Climatology

- Current (Past Data) Climatology  
 Future Modeled Climate

### Region and Scale Options

- United States (Contiguous US)  
 4 km Current - 12 km Future  
 Global (50 km resolution)

### Analysis Options

- Departure Analysis (from 1961-1990)  
 Linear Trend Analysis  
 English Units (metric is default)

### Climate Variables

(Choose one or more)

- Precipitation (Absolute Change)  
 Precipitation (Percent Change)  
 Mean Monthly Temperature

\*\*\* No monthly data for moisture variables below \*\*\*

\* DO NOT choose the monthly time option with these \*

- Moisture Deficit  
 Moisture Surplus  
 PET (Potential Evapotranspiration)  
 AET/PET (ratio)

### Time Options

Start Year: 2040 End Year: 2069  
 Annual  Seasonal  Monthly

### Climate Model Options

#### General Circulation Model

@IPCC 2007: WG1-AR4

(Choose one or more)

BCCR-BCM2 0  
 CGCM3 1 T47  
 CNRM-CM3  
 CSIRO-Mk3 0  
 GFDL-CM2 0  
 GFDL-CM2 1

#### Greenhouse Gas Concentration (CO<sub>2</sub>)

@IPCC 2007: WG1-AR4

(Choose one or more)

A2 (High)  A1B (Med)  B1 (Low)

### Results:

#### Analysis Output Name:

(identical names will be overwritten)

\*NO SPACES\* no special characters such as ( ) # ? \$ etc

#### Email Address:

(Your results will be emailed to you)

**Submit**

The Climate Wizard Custom is a collaboration between  
 The University of Washington, The University of Southern Mississippi and The Nature Conservancy.

[The University of Washington](#) | [Southern Miss Geography and Geology](#) | [The Nature Conservancy](#) | [FAQs](#)

CCVI\_Andes\_Espanol\_21\_dic\_2012 - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Cortar Copiar Copiar formato Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas

Advertencia de seguridad Las macros se han deshabilitado. Opciones...

CalcForm

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
21																
22																
23																
24																
25																

**Sección A: Exposición al Cambio Climático Local (Debe calcularse para la distribución de la especie dentro del área de evaluación)**

**Temperatura \***

Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)
>2.71° C más cálida	
2.50-2.71° C más cálida	
2.29-2.49° C más cálida	
2.06-2.28° C más cálida	
< 2.06° C más cálida	
Total:	0 (Debe sumar 100)

**Medición de la Humedad Hamon AET:PET \***

Severidad	Alcance (porcentaje de la distribución)
< -0.078	
-0.054 - -0.078	
-0.029 - -0.053	
-0.005 - -0.028	
0.020 - -0.004	
>-0.020	
Total:	0 (Debe sumar 100)

**Ocurrencia en un Refugio de Clima (ver instrucciones)**

X	Especie evaluada no se encuentra en un refugio de clima o tiene menos de 10% de su distribución dentro de un refugio.
	Especie evaluada tiene > 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.
	Especie evaluada tiene de 10 a 50% de su distribución dentro de un refugio de clima.

**Sección B: Exposición Indirecta al Cambio Climático (Debe evaluarse para el área geográfica específica en consideración)**

Marque con una "X" en todas las casillas que aplican al caso.

Efecto sobre la Vulnerabilidad						
Fuerte incremento	Incremento	Ligero incremento	Neutral	Ligera disminución	Disminución	Desconocido
						X

**Factores que influyen en la vulnerabilidad (\* se requieren todos)**

1) Exposición al aumento del nivel del mar



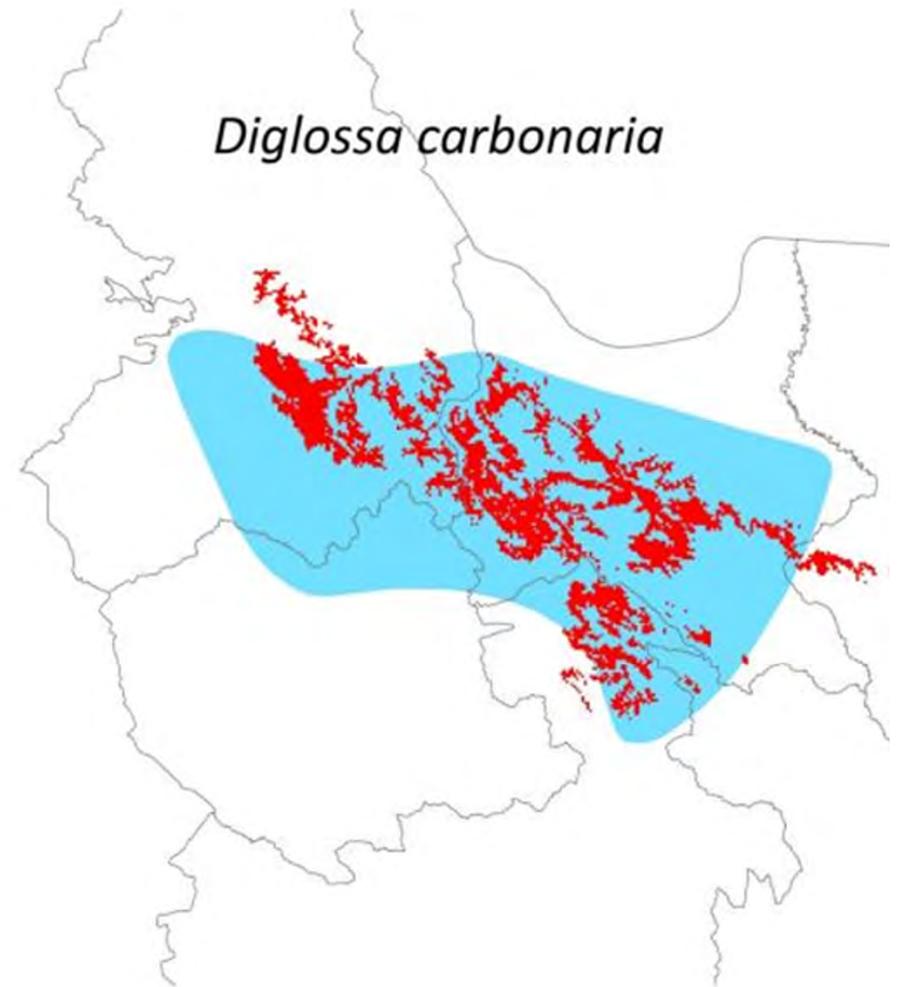
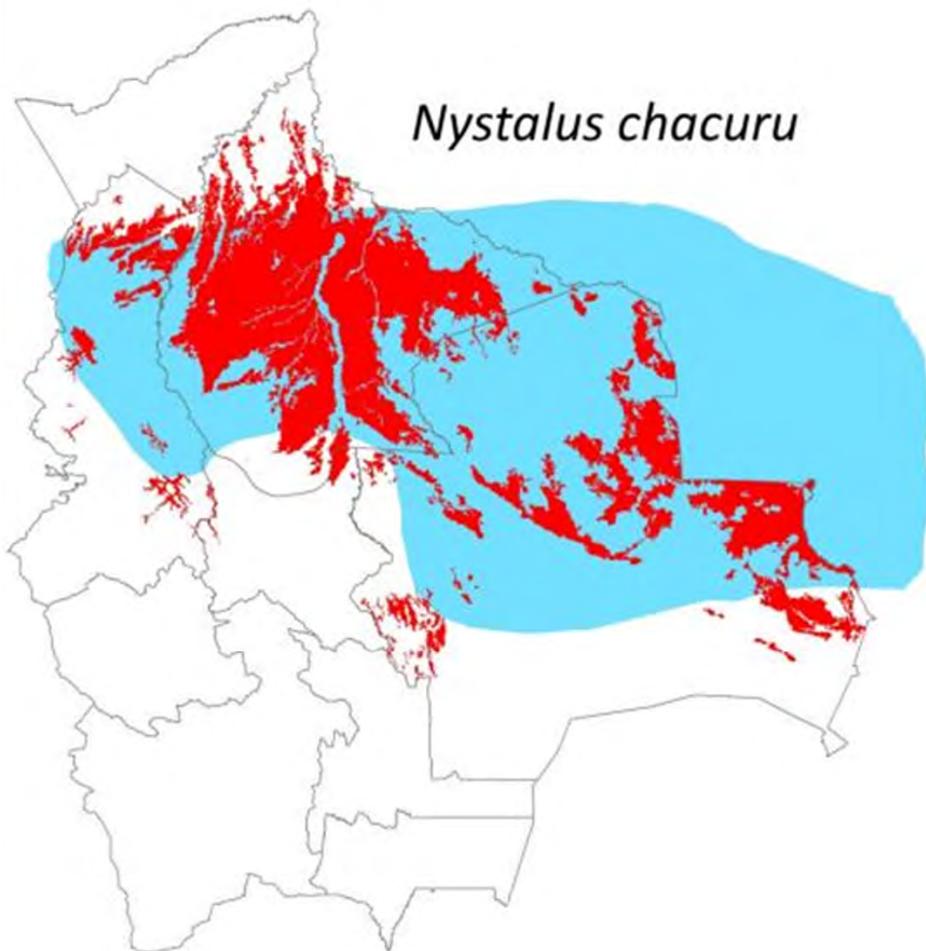
# Fuentes de datos – uso de suelo

- Imágenes satelitales
- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
- Datos ya procesados de NDVI disponibles gratis de Global Land Cover Facility
- Cambios en cobertura boscosa a nivel mundial para el periodo 2000-2012 (Global Forest Change)  
<http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>
- Información local (comunidades campesinas/ indígenas) sobre los cambios futuros probables en el uso del suelo – entrevistas semi estructuradas
- Entrevistas con representantes del sector económico, de agencias gubernamentales, asociaciones agropecuarias, etc.

## Fuentes de datos – especies

- Mapas de distribución de las especies (requeridas para el módulo “Exposición” del CCVI)
  - Archivos shape disponibles de InfoNatura (<http://infonatura.natureserve.org/>), IUCN Global Species Programme (<http://www.iucnredlist.org/>), pero solo para aves, mamíferos medianos a grandes, anfibios
  - Modelamiento inductivo (ej. MAXENT)
  - Modelamiento deductivo
- Datos para modelamiento SIG: registros georeferenciados, modelo de clima (ej. Worldclim), modelo digital de altura (DEM), mapa digital de vegetación/ecosistemas/ecoregiones

# Comparación entre mapas de InfoNatura con mapas modelados deductivamente



## Fuentes de datos – especies

- Información sobre la historia natural y ecología de cada especie (requerida para el módulo “Sensibilidad” del CCVI)

# Datos disponibles gratis: UICN

- El Programa Global de Especies de la UICN proporciona datos de especies de forma gratuita:
  - Datos de evaluación para las Listas Rojas
  - Mapas de distribución de las especies
  - Datos sobre rasgos ecológicos e historia natural usados para inferir la vulnerabilidad al cambio climático (obtenidos de la literatura y/o con base en conocimiento de expertos)

Contacto: [jamie.carr@iucn.org](mailto:jamie.carr@iucn.org) para datos sobre rasgos ecológicos (acceso e información).

Otros datos : <http://www.iucnredlist.org/>

# Datos de la UICN disponibles para:

- Todas las especies andinas de anfibios, aves y mamíferos\*

A partir de 2015, también para especies andinas de:

- Peces
- Moluscos acuáticos
- Libélulas
- Plantas acuáticas

*\*Para mamíferos solo hay datos de evaluación para la Lista Roja y mapas de distribución.*

Contact: [jamie.carr@iucn.org](mailto:jamie.carr@iucn.org) for trait data access

# Datos UICN sobre rasgos ecológicos e historia natural incluyen:

## Sensibilidad

- Asociaciones de hábitat y micro hábitat
- Tolerancias ambientales (ej. temperatura, precipitación, inundación)
- Señales indicadoras ambientales (para la migración, reproducción, etc.)
- Asociaciones interespecificas
- Rareza (procedentes de los datos de las evaluaciones para las Listas Rojas)

Contact: [jamie.carr@iucn.org](mailto:jamie.carr@iucn.org) for trait data access

# Datos UICN sobre rasgos ecológicos e historia natural incluyen:

## Capacidad adaptativa

- Barreras físicas que impiden movimientos de dispersión
- Factores intrínsecos que afectan a la capacidad de dispersión (incluye estimaciones de distancias de dispersión)
- Aspectos de reproducción con relevancia para la adaptación local:
  - Tasa de reproducción
  - Tiempo de generación
- Deficiencias genéticas conocidas

Contact: [jamie.carr@iucn.org](mailto:jamie.carr@iucn.org) for trait data access



# Identifying the World's Most Climate Change Vulnerable Species: A Systematic Trait-Based Assessment of all Birds, Amphibians and Corals

Wendy B. Foden<sup>1,2\*</sup>, Stuart H. M. Butchart<sup>3</sup>, Simon N. Stuart<sup>4,5,6,7</sup>, Jean-Christophe Vié<sup>8</sup>, H. Resit Akçakaya<sup>9</sup>, Ariadne Angulo<sup>8</sup>, Lyndon M. DeVantier<sup>10</sup>, Alexander Gutsche<sup>11</sup>, Emre Turak<sup>12,13</sup>, Long Cao<sup>14</sup>, Simon D. Donner<sup>15</sup>, Vineet Katariya<sup>1</sup>, Rodolphe Bernard<sup>16</sup>, Robert A. Holland<sup>17</sup>, Adrian F. Hughes<sup>1</sup>, Susannah E. O'Hanlon<sup>18</sup>, Stephen T. Garnett<sup>19</sup>, Çagan H. Şekerciöğlü<sup>20</sup>, Georgina M. Mace<sup>21</sup>

**1** Global Species Programme, International Union for Conservation of Nature, Cambridge, United Kingdom, **2** Animal, Plant and Environmental Sciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa, **3** Science, BirdLife International, Cambridge, United Kingdom, **4** Species Survival Commission, International Union for Conservation of Nature, Gland, Switzerland, **5** United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, United Kingdom, **6** Al Ain Wildlife Park and Resort, Al Ain, United Arab Emirates, **7** Department of Biology and Biochemistry, University of Bath, Bath, Somerset, United Kingdom, **8** Global Species Programme, International Union for Conservation of Nature, Gland, Switzerland, **9** Department of Ecology and Evolution, Stony Brook University, Stony Brook, New York, United States of America, **10** Noosaville, Queensland, Australia, **11** Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Research on Evolution and Biodiversity, Berlin, Germany, **12** Comec, Cergy, France, **13** Catchment to Reef Research Group, Centre for Tropical Water and Aquatic Ecosystem Research, James Cook University, Townsville, Queensland, Australia, **14** Department of Earth Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, China, **15** Department of Geography, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada, **16** Centre for Population Biology, Imperial College London, Ascot, Berkshire, United Kingdom, **17** Centre for Biological Sciences, University of Southampton, Southampton, United Kingdom, **18** Department of Life Sciences, Anglia Ruskin University, Cambridge, United Kingdom, **19** Research Institute for Environment and Livelihoods, Charles Darwin University, Darwin, Northern Territory, Australia, **20** Department of Biology, University of Utah, Salt Lake City, Utah, United States of America, **21** Centre for Biodiversity & Environment Research, Department of Genetics, Evolution and Environment, University College London, London, United Kingdom

## Abstract

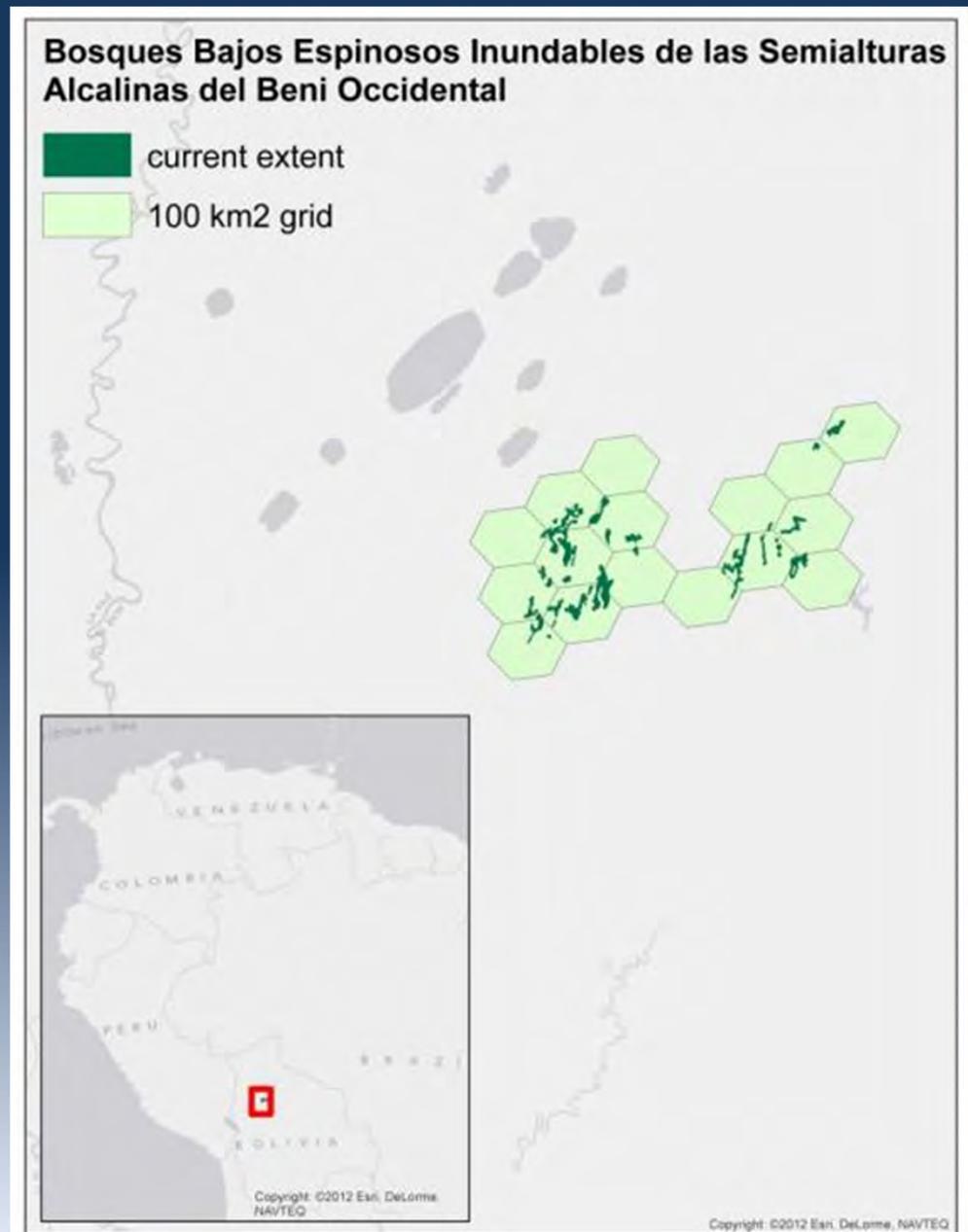
Climate change will have far-reaching impacts on biodiversity, including increasing extinction rates. Current approaches to quantifying such impacts focus on measuring exposure to climatic change and largely ignore the biological differences between species that may significantly increase or reduce their vulnerability. To address this, we present a framework for assessing three dimensions of climate change vulnerability, namely sensitivity, exposure and adaptive capacity; this draws on species' biological traits and their modeled exposure to projected climatic changes. In the largest such assessment to date, we applied this approach to each of the world's birds, amphibians and corals (16,857 species). The resulting assessments identify the species with greatest relative vulnerability to climate change and the geographic areas in which they are concentrated, including the Amazon basin for amphibians and birds, and the central Indo-west Pacific (Coral Triangle) for corals. We found that high concentration areas for species with traits conferring highest sensitivity and lowest adaptive capacity differ from those of highly exposed species, and we identify areas where exposure-based assessments alone may over or under-estimate climate change impacts. We found that 608–851 bird (6–9%), 670–933 amphibian (11–15%), and 47–73 coral species (6–9%) are both highly climate change vulnerable and already threatened with extinction on the IUCN Red List. The remaining highly climate change vulnerable species represent new priorities for conservation. Fewer species are highly climate change vulnerable under lower IPCC SRES emissions scenarios, indicating that reducing greenhouse emissions will reduce climate change driven extinctions. Our study answers the growing call for a more biologically and ecologically inclusive approach to assessing climate change vulnerability. By facilitating independent assessment of the three dimensions of climate change vulnerability, our approach can be used to derive species and area

Modelo MANOMET y comparaciones con otros

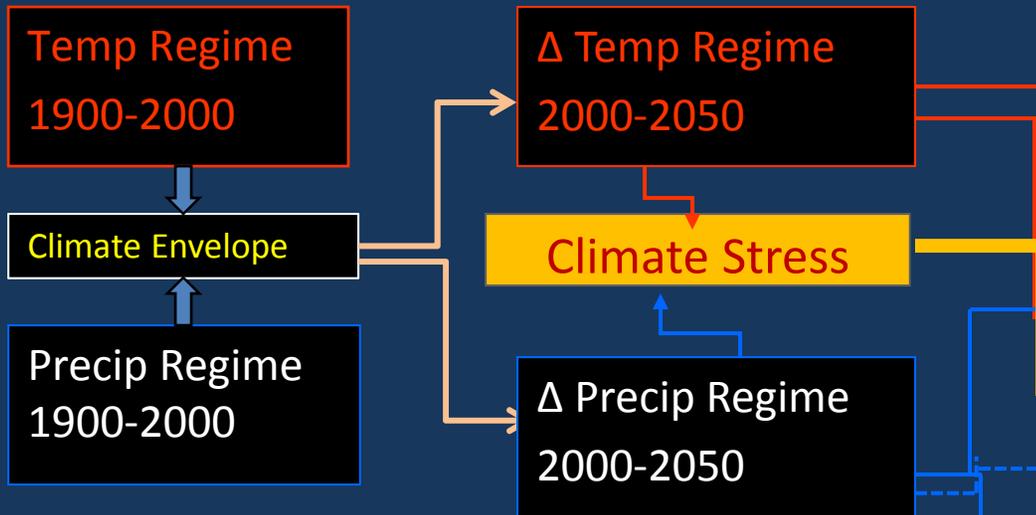
# MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE ECOSISTEMAS

# Clasificación

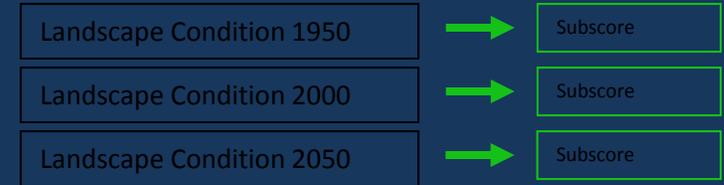
Definir la unidad de ecosistema a evaluar para poder evaluar atributos específicos



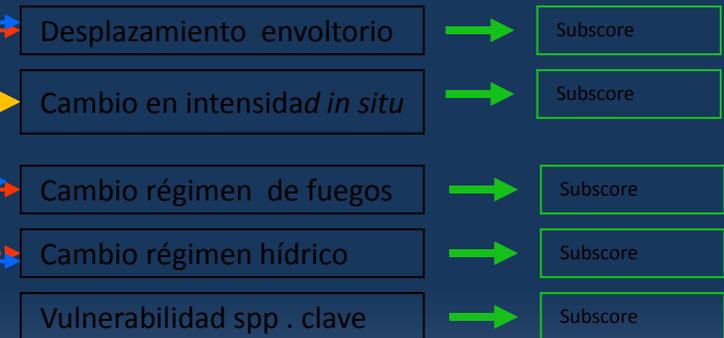
## Exposición



## Efectos Indirectos



## Efectos Directos

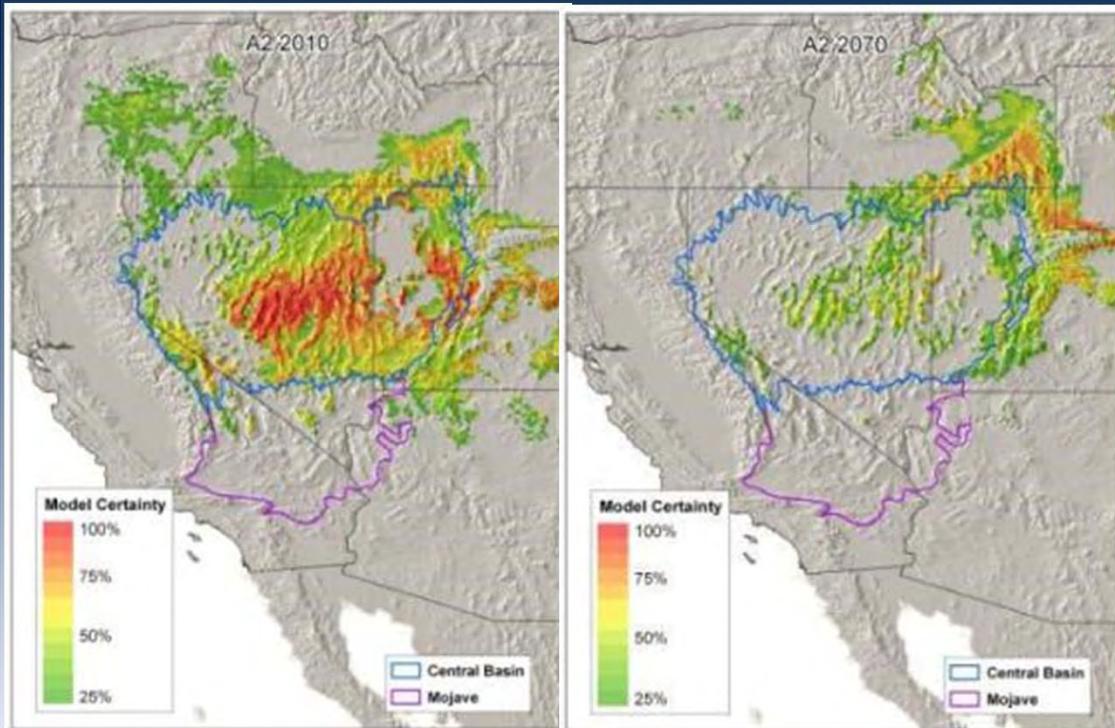


## Capacidad adaptativa



**Sensibilidad / Resiliencia**

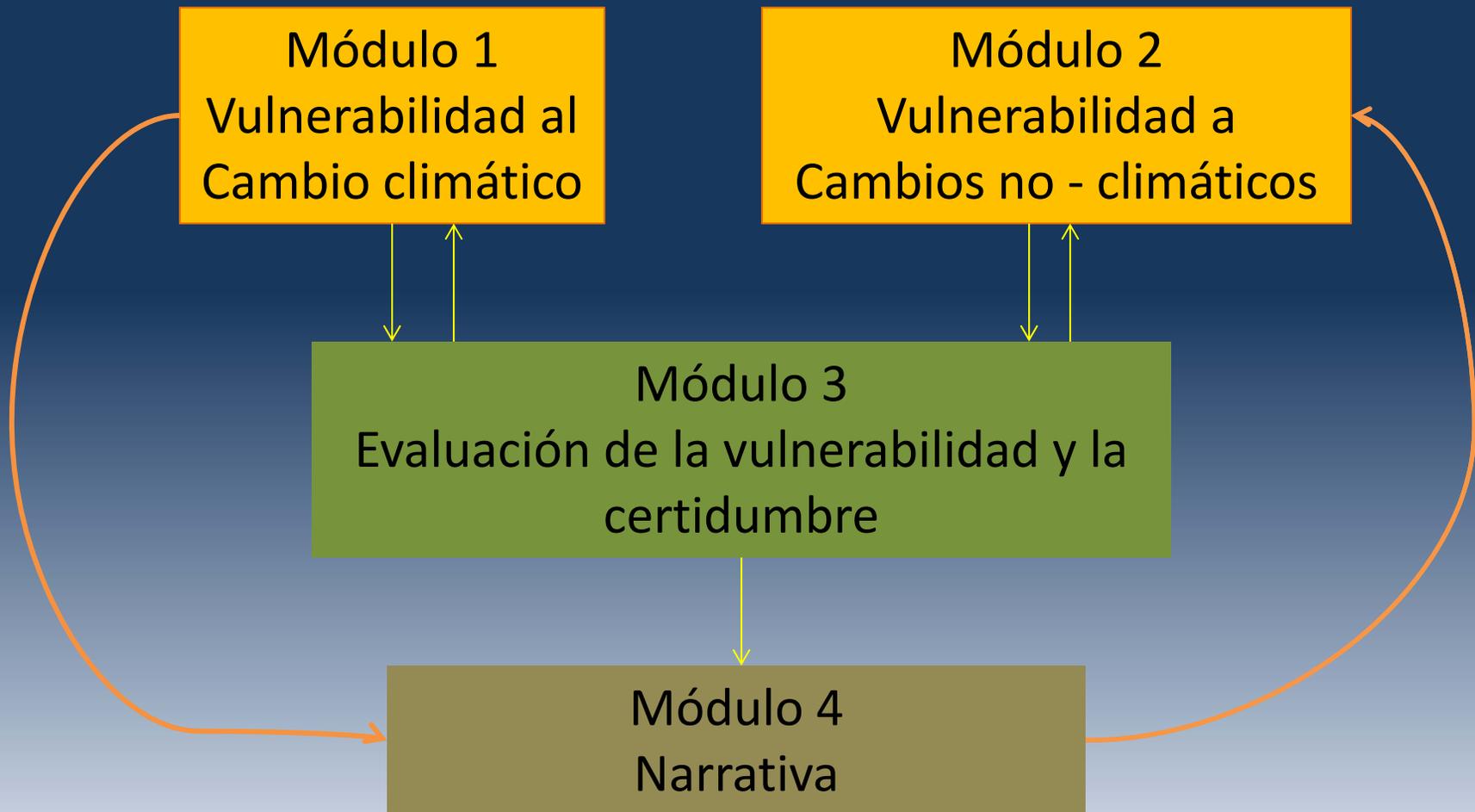
**$\Sigma$  = Calificación final**



# Requisitos

- Identificar las **variables climáticas** más relevantes para cada ecosistema y utilizar las mejores proyecciones al respecto.
- **Efectos directos**: interpretar de forma apropiada las variables climáticas y su efecto en los procesos ecosistémicos.
- **Capacidad adaptativa**: conocer suficiente sobre el ecosistema para calificar la vulnerabilidad de sus grupos funcionales, su integridad ecológica presente, la diversidad física del entorno.
- **Efectos indirectos**: entender las interacciones entre los impactos del CC y la influencia de las alteraciones antrópicas en la capacidad de respuesta del sistema.

# Modelo Manomet



Módulo 1

**MODELO MANOMET**

# Modelo MANOMET

## Módulo 1. Vulnerabilidad de hábitats (no-mareales) al cambio climático actual y futuro

Hábitat Evaluado:

		Vulnerabilidad	Certidumbre
Exposición al cambio climático (E)	Este factor evalúa el grado de exposición de los hábitats al cambio climático. Existen numerosos estudios enfocados en los cambios climáticos ya observados y proyectados en la región Andina. Haciendo uso de información publicada se propone una escala de calificación basada en los componentes de alcance y severidad del efecto causado por el cambio climático sobre los ecosistemas. En los sistemas Andinos, la magnitud del impacto del cambio climático está principalmente ligada a la ubicación de los ecosistemas en el gradiente altitudinal, con una fuerte tendencia de los biomas a desplazarse hacia arriba, pero también hay diferencias latitudinales relevantes en la manifestación de los cambios proyectados en los parámetros climáticos. En este contexto, la medida del <b>alcance</b> está determinada según el tipo de bioma al que pertenece el ecosistema con una escala predeterminada de 5 a 1 según el porcentaje de pérdida o ganancia en su distribución futura estimado para los biomas de los Andes tropicales por Tovar et al. (2013). La <b>severidad</b> depende en cambio de la ubicación del ecosistema evaluado en una determinada sub-región Andina (latitud y vertiente occidental u oriental), para las cuales Marengo et al. (2013) resumen los cambios climáticos proyectados en temperatura (°C) y en precipitación (%), mostrando variaciones en la magnitud y también en la confianza en la dirección del cambio según la convergencia de muchos modelos analizados. Ver la pestaña sobre <i>Exposición</i> para una guía en la asignación del puntaje.	Los estudios del CC indican que el hábitat puede ser importante en su distribución	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>
		Los ecosistemas extremos	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>
Vulnerabilidad de hábitats (V)	Este factor evalúa el grado de exposición de los hábitats al cambio climático. Existen numerosos estudios enfocados en los cambios climáticos ya observados y proyectados en la región Andina. Haciendo uso de información publicada se propone una escala de calificación basada en los componentes de alcance y severidad del efecto causado por el cambio climático sobre los ecosistemas. En los sistemas Andinos, la magnitud del impacto del cambio climático está principalmente ligada a la ubicación de los ecosistemas en el gradiente altitudinal, con una fuerte tendencia de los biomas a desplazarse hacia arriba, pero también hay diferencias latitudinales relevantes en la manifestación de los cambios proyectados en los parámetros climáticos. En este contexto, la medida del <b>alcance</b> está determinada según el tipo de bioma al que pertenece el ecosistema con una escala predeterminada de 5 a 1 según el porcentaje de pérdida o ganancia en su distribución futura estimado para los biomas de los Andes tropicales por Tovar et al. (2013). La <b>severidad</b> depende en cambio de la ubicación del ecosistema evaluado en una determinada sub-región Andina (latitud y vertiente occidental u oriental), para las cuales Marengo et al. (2013) resumen los cambios climáticos proyectados en temperatura (°C) y en precipitación (%), mostrando variaciones en la magnitud y también en la confianza en la dirección del cambio según la convergencia de muchos modelos analizados. Ver la pestaña sobre <i>Exposición</i> para una guía en la asignación del puntaje.	Los ecosistemas extremos	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>
		Las estrategias adaptativas adoptadas	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>
Vulnerabilidad de hábitats (V)	Este factor evalúa el grado de exposición de los hábitats al cambio climático. Existen numerosos estudios enfocados en los cambios climáticos ya observados y proyectados en la región Andina. Haciendo uso de información publicada se propone una escala de calificación basada en los componentes de alcance y severidad del efecto causado por el cambio climático sobre los ecosistemas. En los sistemas Andinos, la magnitud del impacto del cambio climático está principalmente ligada a la ubicación de los ecosistemas en el gradiente altitudinal, con una fuerte tendencia de los biomas a desplazarse hacia arriba, pero también hay diferencias latitudinales relevantes en la manifestación de los cambios proyectados en los parámetros climáticos. En este contexto, la medida del <b>alcance</b> está determinada según el tipo de bioma al que pertenece el ecosistema con una escala predeterminada de 5 a 1 según el porcentaje de pérdida o ganancia en su distribución futura estimado para los biomas de los Andes tropicales por Tovar et al. (2013). La <b>severidad</b> depende en cambio de la ubicación del ecosistema evaluado en una determinada sub-región Andina (latitud y vertiente occidental u oriental), para las cuales Marengo et al. (2013) resumen los cambios climáticos proyectados en temperatura (°C) y en precipitación (%), mostrando variaciones en la magnitud y también en la confianza en la dirección del cambio según la convergencia de muchos modelos analizados. Ver la pestaña sobre <i>Exposición</i> para una guía en la asignación del puntaje.	Hábitat a 300 m de la altitud máxima	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>
		Hábitat de altura principalmente entre 400 y 1000 m por debajo de la altitud máxima	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>
Capacidad adaptativa intrínseca (I)	Este factor evalúa el grado de exposición de los hábitats al cambio climático. Existen numerosos estudios enfocados en los cambios climáticos ya observados y proyectados en la región Andina. Haciendo uso de información publicada se propone una escala de calificación basada en los componentes de alcance y severidad del efecto causado por el cambio climático sobre los ecosistemas. En los sistemas Andinos, la magnitud del impacto del cambio climático está principalmente ligada a la ubicación de los ecosistemas en el gradiente altitudinal, con una fuerte tendencia de los biomas a desplazarse hacia arriba, pero también hay diferencias latitudinales relevantes en la manifestación de los cambios proyectados en los parámetros climáticos. En este contexto, la medida del <b>alcance</b> está determinada según el tipo de bioma al que pertenece el ecosistema con una escala predeterminada de 5 a 1 según el porcentaje de pérdida o ganancia en su distribución futura estimado para los biomas de los Andes tropicales por Tovar et al. (2013). La <b>severidad</b> depende en cambio de la ubicación del ecosistema evaluado en una determinada sub-región Andina (latitud y vertiente occidental u oriental), para las cuales Marengo et al. (2013) resumen los cambios climáticos proyectados en temperatura (°C) y en precipitación (%), mostrando variaciones en la magnitud y también en la confianza en la dirección del cambio según la convergencia de muchos modelos analizados. Ver la pestaña sobre <i>Exposición</i> para una guía en la asignación del puntaje.	Improbable que sea significativa	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>
		Probablemente sea significativa	Alto 3 Medio 2 Bajo 1
		Puntaje: <input type="text"/>	Puntaje: <input type="text"/>

# 1. Exposición al Cambio Climático Local

- Alcance

- Según el % del área de distribución afectada en el área de evaluación.

- Severidad

- Magnitud proyectada del cambio en las variables climáticas relevante para el sistema con respecto a variaciones históricas experimentadas.

# Variables climáticas – Biomas andinos

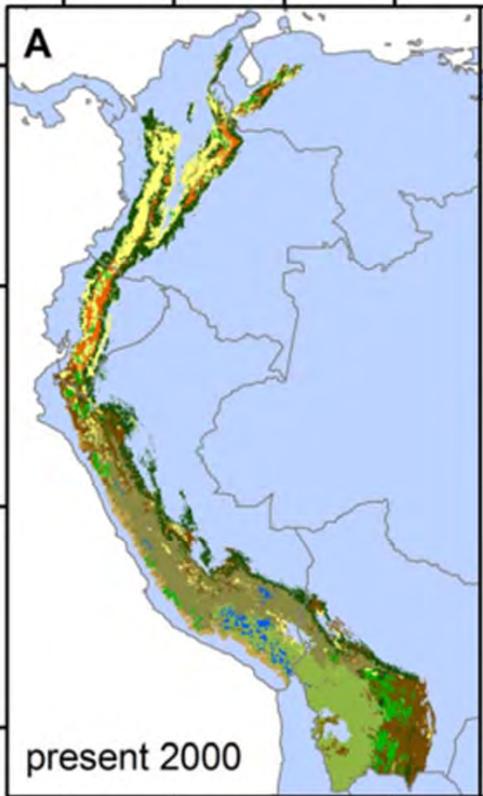
- Temperatura media anual
- Rango de temperatura promedio mensual
- Precipitación anual
- Precipitación del mes mas seco
- Precipitación del trimestre mas frío
- Índice ombrotérmico (relación precipitación/temperatura en los meses con temperatura positiva)
- Índice ombrotérmico del bimestre mas seco

# Diverging Responses of Tropical Andean Biomes under Future Climate

Carolina Tovar<sup>1,2\*</sup>, Carl...

80° W 75° W 70° W 65° W

Alcance según % de pérdida neta (5= alta pérdida; 1= ganancia neta)



Biome	Alcance según % de pérdida neta (5= alta pérdida; 1= ganancia neta)
Glaciares y áreas crioturbadadas	5
Páramo	4
Puna húmeda	2
Puna xérica	2
Bosque montano húmedo	3
Bosque montano estacionalmente seco	1
Arbustales montanos	1
Prepuna xérica	1

- Glaciers and cryoturbadated areas
- Paramo
- Humid puna
- Xeric puna
- Evergreen montane fore
- Seasonally dry tropical montane forest
- Montane shrubland
- Xeric pre-puna
- intervened areas

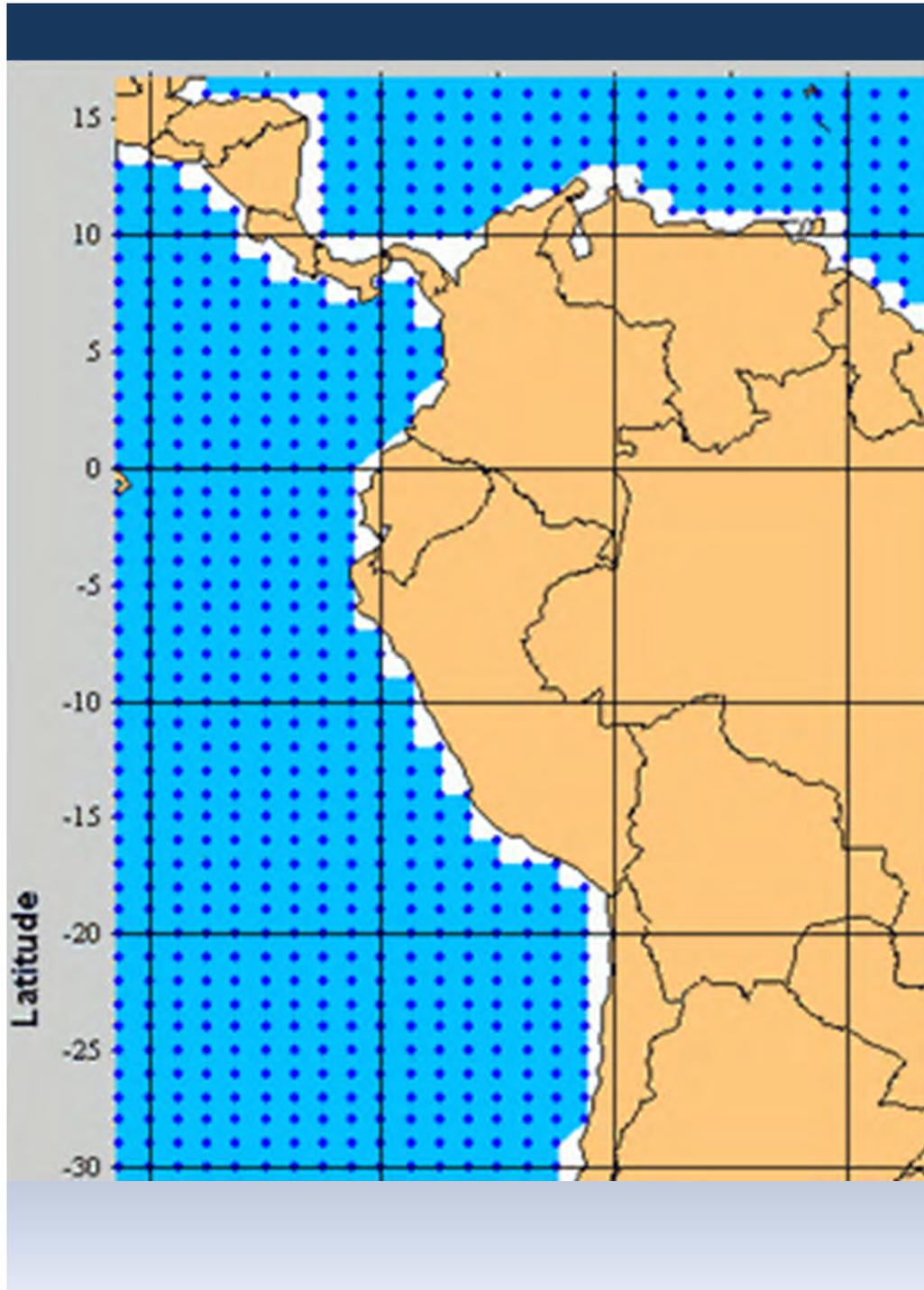


80° W 75° W 70° W 65° W

Sub-regiones andinas	Aumento en Temp °C	certidumbre	Cambio en Precip %	certidumbre	Severidad *
10°N-5°S flanco occidental	bajo	alta	medio	alta	medio
10°N-5°S flanco oriental	medio	alta	bajo	media	medio
10°N-5°S región interandina	medio	alta	alto	media	alta
5°S-10°S flanco occidental	medio	alta	alto	alta	alta
5°S-10°S flanco oriental	alto	media	medio	baja	medio
5°S-10°S región interandina	medio	media	medio	baja	medio
10°S-15°S región interandina flanco occidental	medio	alta	bajo	baja	medio
10°S-15°S flanco oriental	alto	alta	medio	baja	alto
15°S-20°S altiplano	alto	alta	bajo	baja	medio
15°S-20°S región interandina	alto	alta	medio	media	alto
20°S-35°S Andes subtropicales	alto	alta	alto	media	alto



15°S-20°S Altiplano	+4.0 a +5.0	Alta	+4 a +10	Baja
20°S-35°S Andes subtropicales	+3.0 a +5.0	Alta	-6 a -10	Media
Sur de 35°S Patagonia	+3.0 a +4.0	Alta	-4 a -5	Media



## 2. Sensibilidad a eventos climáticos extremos

- Se evalúa la vulnerabilidad del ecosistema a eventos climáticos extremos, asumiendo que estos van a ser mas frecuentes. No evaluamos la frecuencia de los eventos en el futuro.
  - Sequías prolongadas, heladas mas frecuentes, tormentas de lluvia, nieve o hielo.
  - Pueden estos eventos causar grandes pérdidas en la distribución del ecosistema evaluado?

### 3. Vulnerabilidad a las prácticas adaptativas adoptadas

- Se mide el efecto que las prácticas humanas en respuesta al CC que pueden tener sobre el ecosistema y la disminución de su distribución en el área evaluada.
  - Prácticas agrícolas, uso de riego, pastoreo

## 4. Ubicación relativa al desplazamiento

- Hábitats adaptados a las mayores elevaciones tienen pocas opciones para desplazarse en busca de su óptimo.
- Bosques andinos mas cerca del ecotono con puna o páramo encontrarán una barrera en la línea de bosque (treeline) por el desfase en la tasa de migración.



Lutz et al. 2013. PLoS ONE 8(9)

Módulo 2

# MODELO MANOMET

# Módulo 2

MODELO MANOMET DE VULNERABILIDAD DE HÁBITAT				
Módulo 2. Vulnerabilidad de hábitats (no-mareales) a los estresores no-climáticos actuales y futuros				
Hábitat Modelado:				
Factor	Vulnerabilidad		Certidumbre	
1. Extensión actual del hábitat	Distribución altamente limitada y altamente fragmentado	5	Alto	3
	Distribución menos limitada y ligeramente fragmentado	3	Medio	2
	Amplio y contiguo	1	Bajo	1
	Puntaje:		Puntaje:	
2. Tendencia de la extensión actual	Rápida disminución	5	Alto	3
	Perdidas más reducidas	3	Medio	2
	Estable o en aumento	1	Bajo	1
	Puntaje:		Puntaje:	
3. Tendencia de Probable Extensión Futura	Grandes pérdidas	5	Alto	3
	Algunas pérdidas	3	Medio	2
	Estable o en aumento	1	Bajo	1
	Puntaje:		Puntaje:	
4. Impactos actuales de los estresores no climáticos	Altamente afectado por estresores no climáticos	5	Alto	3
	Menos afectado por estresores no climáticos	3	Medio	2
	El menos afectado por estresores no climáticos	1	Bajo	1
	Puntaje:		Puntaje:	
5. Tendencia de probables estresores futuros	Gran incremento	5	Alto	3
	Algún incremento	3	Medio	2
	Poco o ningún incremento, o disminución	1	Bajo	1
	Puntaje:		Puntaje:	

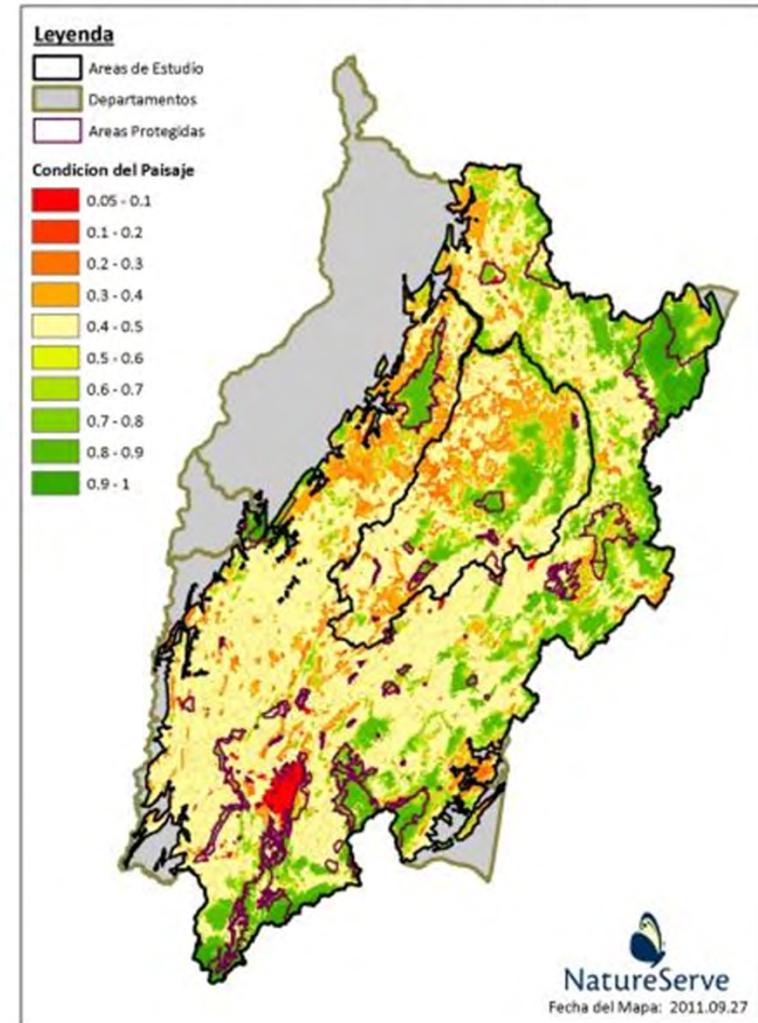
# Extensión actual y tendencias

Hábitats extensos, menos fragmentados, tienen menor vulnerabilidad, que los hábitats más raros, más fragmentados o menos ampliamente distribuidos.

Hábitats con disminución en las tasas futuras de pérdida es probable que sean capaces de persistir mejor que los hábitats donde las tasas de pérdida posiblemente se incrementen.



## Condicion del Paisaje



# Estresores no-climáticos

## Situación actual y tendencias futuras

- Drenaje de humedales
- Quema de pajonales
- Tala selectiva
- Invasión por especies exóticas



1793176 [RF] © www.visualphotos.com

## MET DE VULNERABILIDAD DE HÁBITAT

abilidad de hábitats (no-mareales) a los estresores no-climáticos actuales y futuros

odelado:

Factor	Vulnerabilidad	Certidumbre
	El menos afectado por estresores no climáticos	Bajo
	Puntaje: 4	Puntaje: 2
bles estresores futuros	Gran incremento	Alto
	Algún incremento	Medio
	Poco o ningún incremento, o disminución	Bajo
	Puntaje: 1	Puntaje: 1

Vulnerabilidad: Vulnerable

Puntaje Total de Certidumbre: 8

Categoría	Puntaje	Vulnerabilidad a estresores no-climáticos
No Vulnerable	5-8	Hábitats que actualmente no están siendo afectados por estresores no climáticos.
Menos Vulnerable	9-12	Hábitats que en la actualidad pueden verse levemente afectados por estresores no climáticos.
Vulnerable	13-16	Hábitats que en la actualidad están siendo afectados por estresores no climáticos al punto que sus distribuciones se están viendo modificadas (pero no están en riesgo de verse muy reducidos en extensión o completamente eliminados durante las próximas décadas).
Altamente Vulnerable	17-20	Hábitats que están siendo muy impactados por estresores no climáticos y que tienen un alto riesgo de verse reducidos en extensión (>50% de reducción) durante las próximas décadas.

# Calificación integrada

## MODELO MANOMET DE VULNERABILIDAD DE HÁBITAT

Módulo 3. Combinación de las Vulnerabilidades al Cambio Climático y a Estresores No Climáticos dentro del Índice del Conjunto de las Futuras Vulnerabilidades de los Hábitats No-Mareales

Hábitat Evaluado: **Bosque húmedo subandino en el Corredor de Roble, Colombia**

Vulnerabilidad e Impacto Potencial: **Vulnerable**

Certidumbre: **Alto**

### Categorías de Vulnerabilidad e Impactos Potenciales

**Criticamente vulnerable:** Hábitats en riesgo de ser eliminados del área o región de enfoque del análisis.

**Altamente Vulnerable:** Hábitats que probablemente se vean reducidos en extensión en el área o región de estudio en un 50% o más.

**Vulnerable:** Hábitats en riesgo de verse reducidos en extensión pero probablemente menos de un 50%.

**Menos Vulnerable:** Hábitats que pueden no verse afectados por el cambio climático, o que pueden incrementar sus extensiones (pero en menos del 50%).

**No Vulnerable:** Hábitats que pueden incrementar mucho sus extensiones (50% o más) en condiciones de cambio climático.

### Categorías de Certidumbre

**Alto:** Se aproxima >70% de certidumbre.

**Medio:** Se aproxima entre 30% y 70% de certidumbre.

**Bajo:** Se aproxima <30% certidumbre.

### Tabla: combinación

Cambio climático  
Módulo 1

Estresores no-climáticos

Módulo 2

	Cr Vuln	Alta Vuln	Vulner	Menos Vuln	No Vuln
Criticamente Vuln	Cr Vuln	Cr Vuln	Cr Vuln	Alta Vuln	Alta Vuln
Altamente Vuln	Cr Vuln	Cr Vuln	Alta Vuln	Alta Vuln	Vulner
Vulnerable	Cr Vuln	Alta Vuln	Vulner	Vulner	Menos Vuln
Menos Vulnerable	Cr Vuln	Alta Vuln	Vulner	Menos Vuln	No Vuln

# Vulnerabilidades Clave

# Vulnerabilidades Clave

Las vulnerabilidades que presentan los obstáculos mas grandes para lograr los objetivos y metas de conservación.



# Vulnerabilidades Clave

## Criterios

### 1) Importancia de las especies o hábitats



# Vulnerabilidades Clave

## Criteria

2) Intensity/magnitude of the impacts





# Vulnerabilidades Clave

## Criteria

### 4) Reversibilidad de los impactos



# Vulnerabilidades Clave

## Criterios

### 5) Proximidad de los impactos



¿Una vez que identifico las vulnerabilidades clave, que hago?

1. Revisar objetivos y metas de conservación
2. Identificar opciones para la adaptación



Módulo 2