



Los impactos del cambio climático en Bolivia

Dirk Hoffmann

La Paz, julio de 2012





¿Qué es el Cambio Climático?



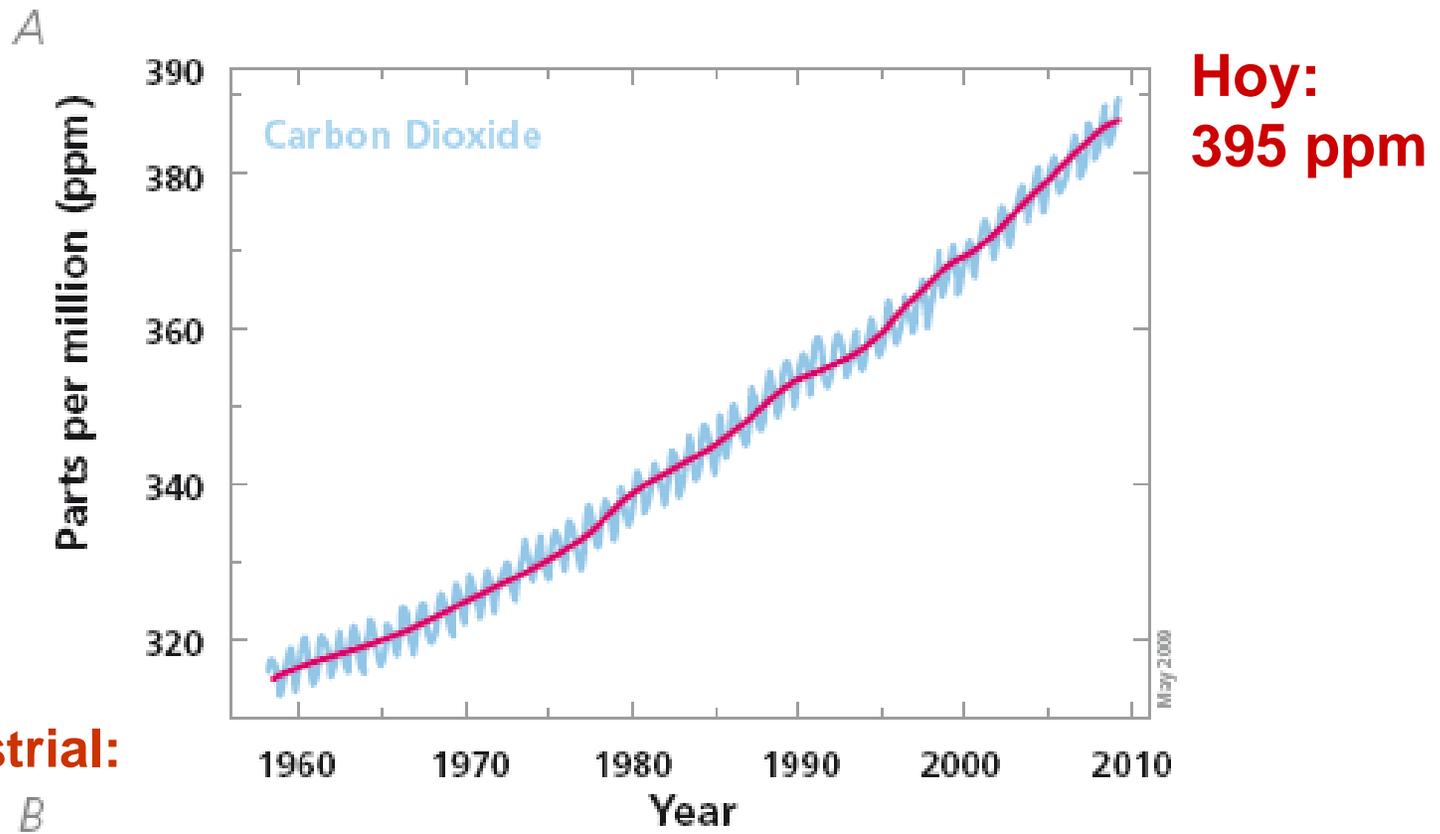
Naciones Unidas
1992

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

- **“Un cambio de clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.**



CO₂ en la atmósfera – la “Curva de Keeling”





Nuevo récord de emisiones de CO₂ en 2011

- Según una nota de la **Agencia Internacional de Energía (IEA)**, las emisiones de **CO₂** de combustibles fósiles alcanzaron **31.6 giga toneladas (Gt)** - aproximadamente 1 Gt o un **3%** por encima del valor del año 2010.

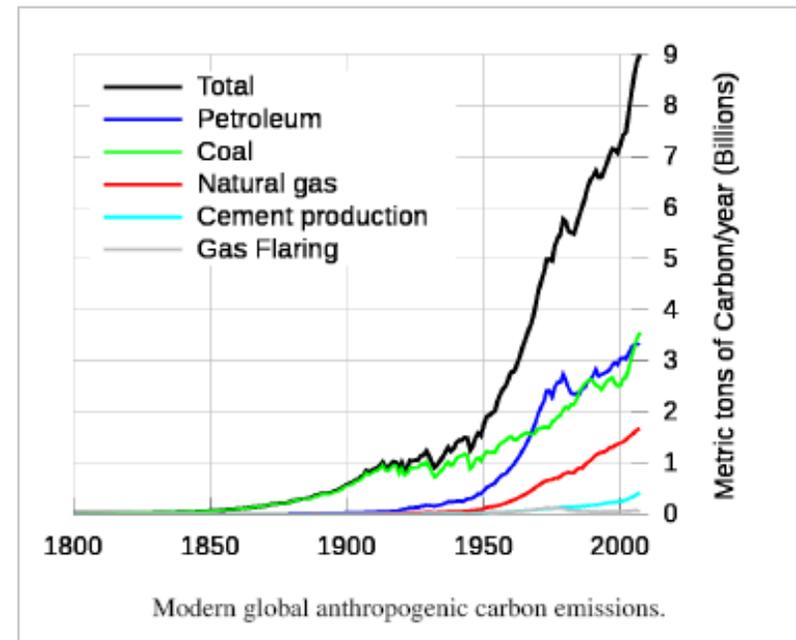


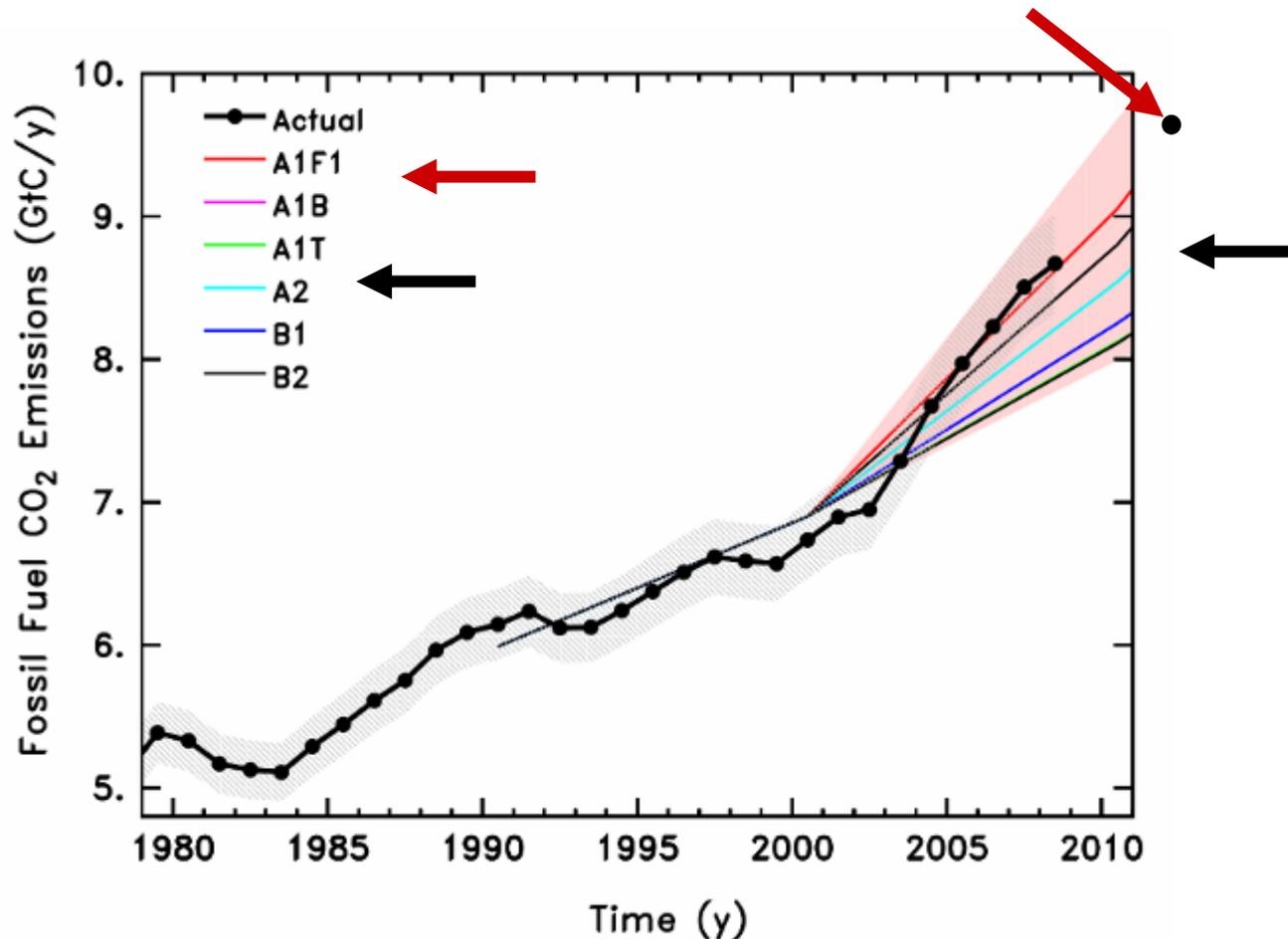
Gráfico:

Tendencia de aumento de la emisiones de carbono.

Fuente: wikipedia



Emisiones globales de CO₂ de fuentes fósiles

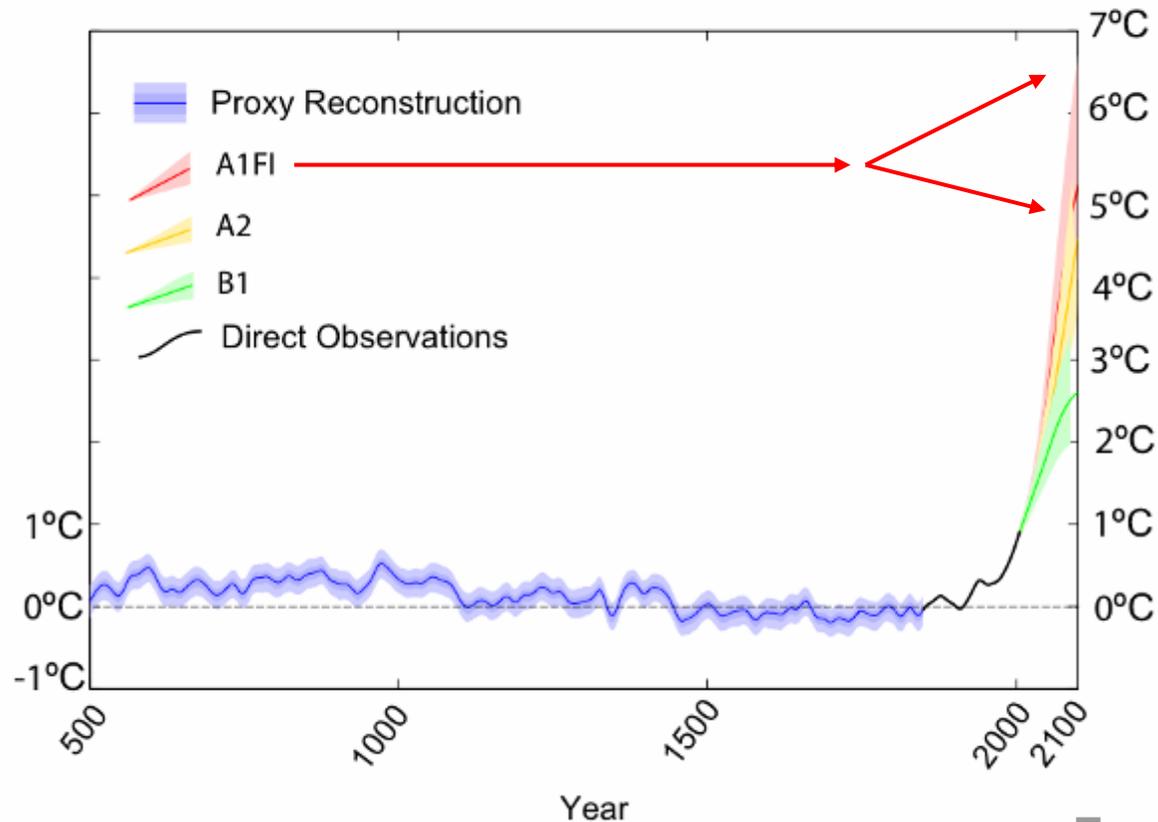


Preparado en base de: Copenhagen Synthesis Report, 2009



Temperatura global año 500 - 2100

Global Temperature Relative to 1800-1900 (°C)



Fuente: IPCC, 2007



Emisiones globales de GEI per capita

CAIT - Yearly Emissions

Página 1 de 4

Total GHG Emissions in 2000 (includes land use change)

CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆

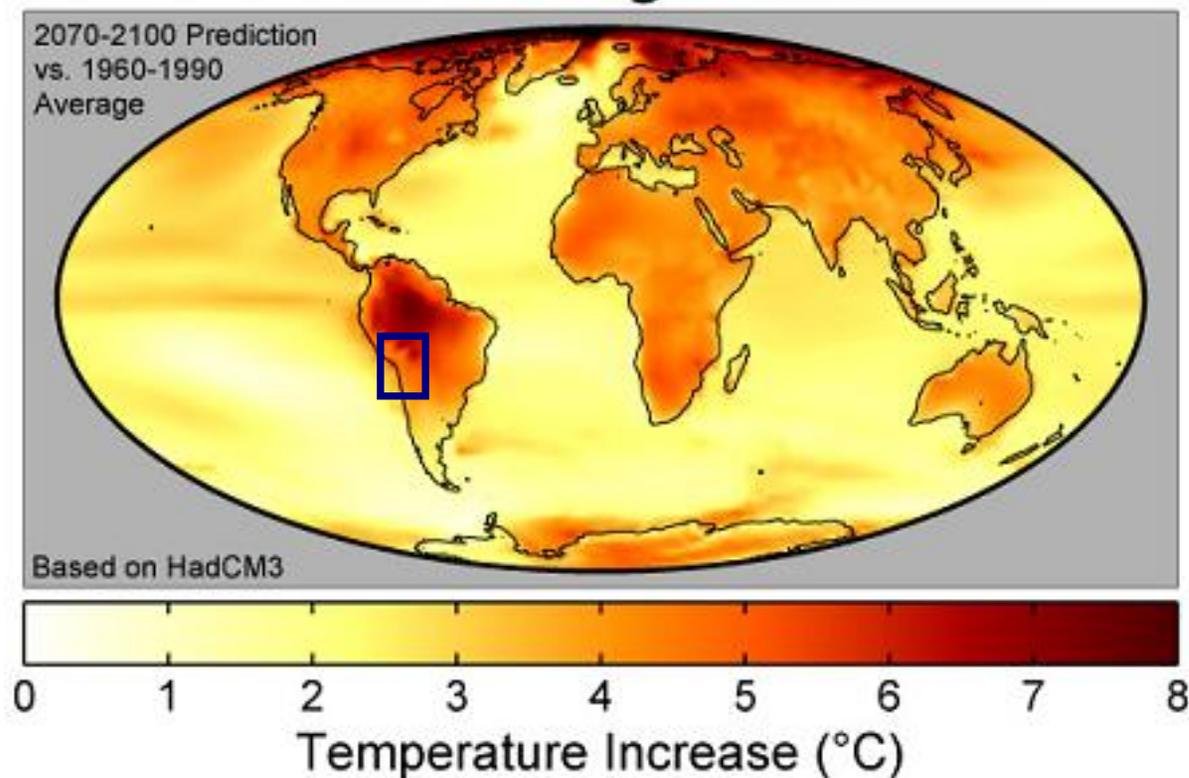
CAIT GHG data are derived from CDIAC, EDGAR, EIA, EPA, Houghton, IEA, and WB.

Country	MtCO ₂ e	Rank	% of World Total	Metric tons CO ₂ e Per Person	Rank
Qatar [1]	37.3	(90)	0.10%	60.4	(1)
United Arab Emirates [1]	127.5	(44)	0.33%	39.3	(2)
Brunei* [1]	11.0	(125)	0.03%	32.9	(3)
Kuwait [1]	62.0	(75)	0.16%	28.3	(4)
Trinidad & Tobago [1]	36.8	(91)	0.10%	28.3	(5)
Australia [1]	503.3	(16)	1.31%	26.3	(6)
Bahrain [1]	16.8	(116)	0.04%	25.9	(7)
Canada	768.0	(10)	2.00%	25.0	(8)
United States of America	6,721.0	(1)	17.50%	23.8	(9)
Bolivia	196.0	(35)	0.51%	23.6	(10)
Luxembourg [1]	9.2	(135)	0.02%	21.1	(11)
New Zealand [1]	72.1	(65)	0.19%	18.7	(12)
Ireland [1]	67.4	(68)	0.18%	17.7	(13)
Venezuela	426.9	(18)	1.11%	17.6	(14)
Central African Republic [1]	62.9	(74)	0.16%	16.3	(15)
Brazil	2,770.0	(4)	7.21%	15.9	(16)



Predicciones del calentamiento global (2070-2100)

Global Warming Predictions



El calentamiento global no es uniforme.

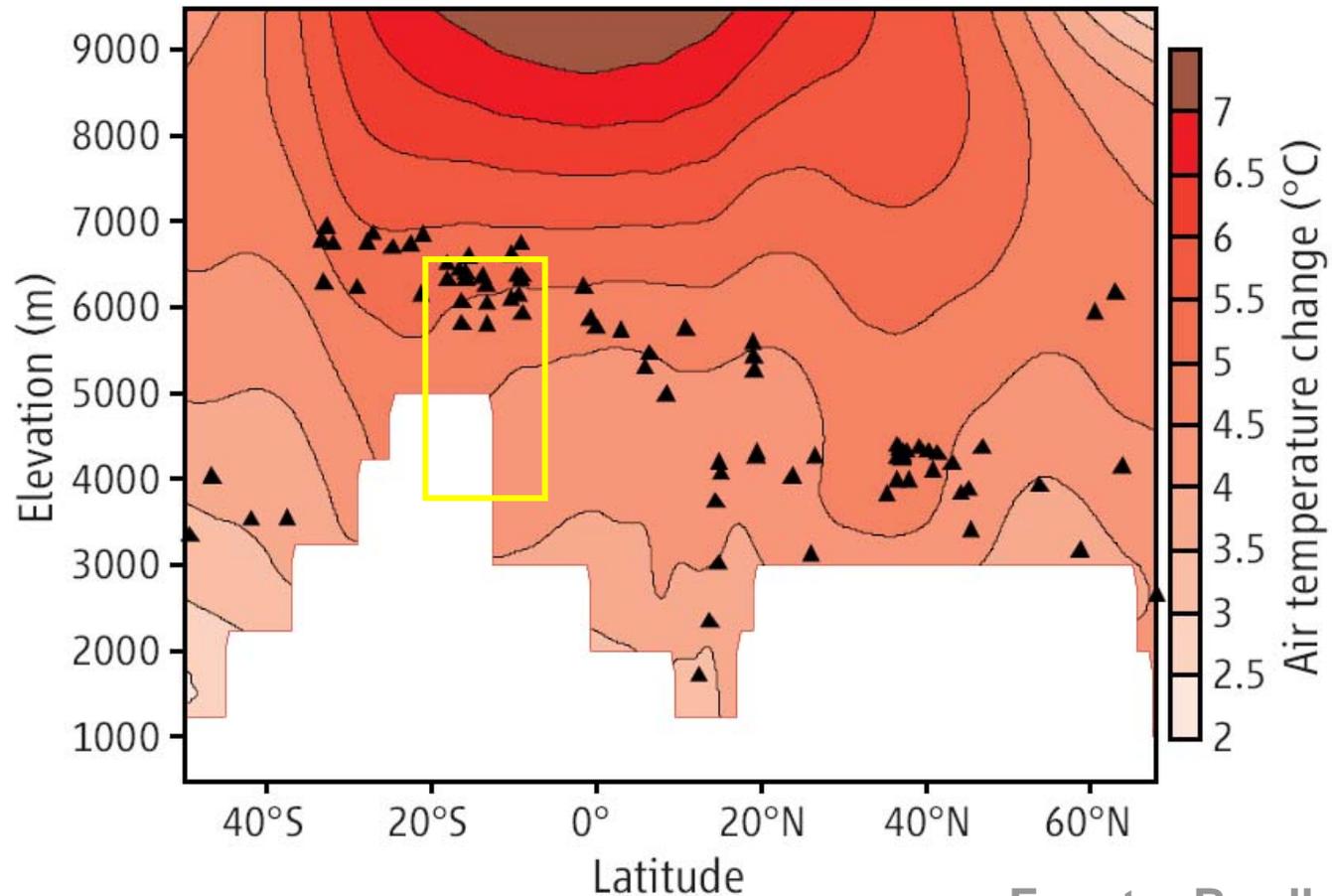
Fuente: The Copenhagen
Diagnosis, 2009



El incremento de la temperatura en regiones continentales es entre 1.5 a 2 veces más alto que en el promedio global.



Calentamiento Global en la Cordillera Americana



Fuente: Bradley et al, 2006



El aumento de temperatura a grandes altitudes en los Andes se estima será de 1.5 a 2 veces mayor al aumento en altitudes menores.



Cambios abruptos

- No todos los cambios serán lineales.
- Hay cambios exponenciales (ej. Temperatura)
- Hay cambios abruptos, o de quiebre.
- Es difícil predecir los puntos de quiebre, o de inflexión (*tipping points*) en el sistema climático.
- **Ejemplo:**
colapso de la capa de hielo de Groenlandia



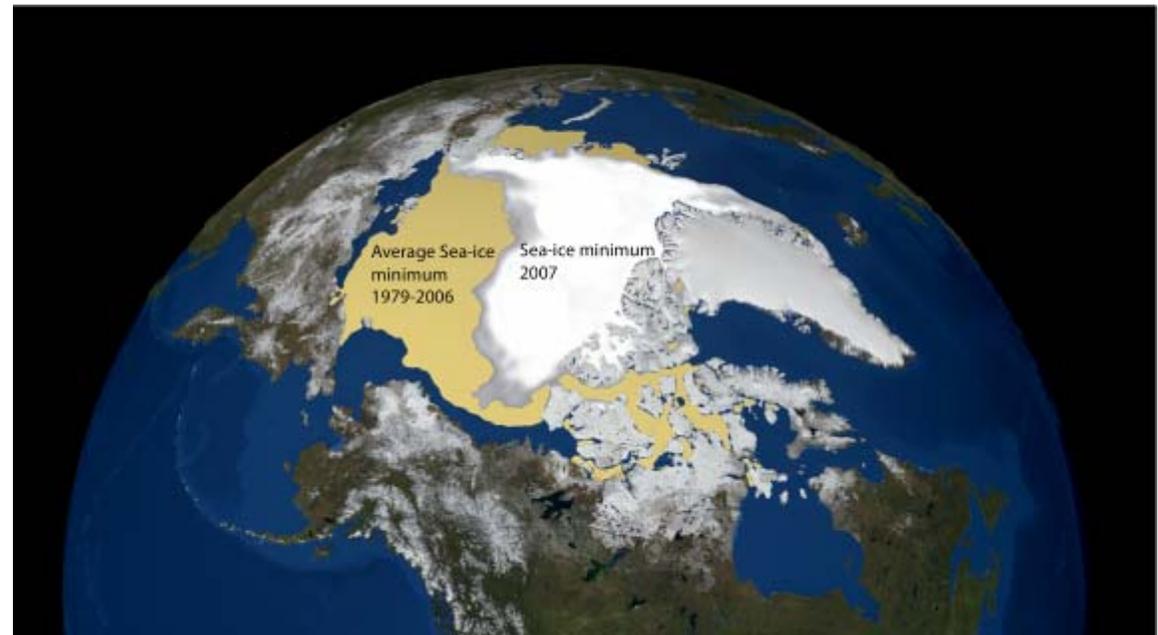
Fuente: Internet



Retroalimentaciones positivas

- Una perspectiva sectorial sobre los impactos del cambio climático, podría engañarnos respecto a la dimensión real de los impactos.

- **Ejemplo del hielo ártico:** En la medida que se reduce la superficie blanca de hielo que refleja la mayor parte de la energía solar, la superficie oscura del agua absorbe más energía solar y se calienta más, ocasionando un mayor derretimiento, etc.



Fuente: The Copenhagen Diagnosis, 2009



“*Warming in the pipeline*” - el calentamiento ya comprometido

- El sistema climático tiene una gran inercia.
- Hay un atraso de entre 20 y 25 años en relación al momento de emitir las emisiones debido a:
 - La larga permanencia del CO₂ en la atmósfera
 - La absorción de la mayor parte (más del 80%) del calor por los océanos

Los impactos del cambio climático que presenciamos actualmente, son consecuencia de las emisiones de los años 80 y 90 principalmente.



¿Cuáles son los impactos del cambio climático?



Temperatura



Precipitación



Nivel del mar



Eventos extremos



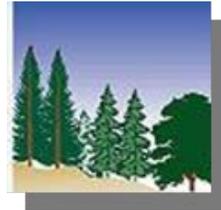
Salud

Mortalidad /
Enfermedades
infecciosas / Calidad del
aire , enfermedades
respiratorias y
cardiovasculares



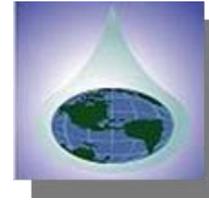
Agricultura

Reducción de la
productividad /
Enfermedades y
pestes / Sequías e
inundaciones



Bosques

Cambios en la
composición /
Desplazamientos
geográficos /
Enfermedades y
Productividad



**Recursos
Hídricos**

Disponibilidad de agua
/ Calidad del agua/
Inundaciones y sequías
/ Contaminación



Zonas costeras

Erosión de playas y
costas /
Inundaciones en
áreas de costas /
Desplazamientos



Ecosistemas

Desplazamientos
de zonas ecológicas
/ Pérdida de Hábitat
y especies /
Incendios

Fuente: FAN, 2009



Dificultades en la cuantificación de los impactos del cambio climático en Bolivia

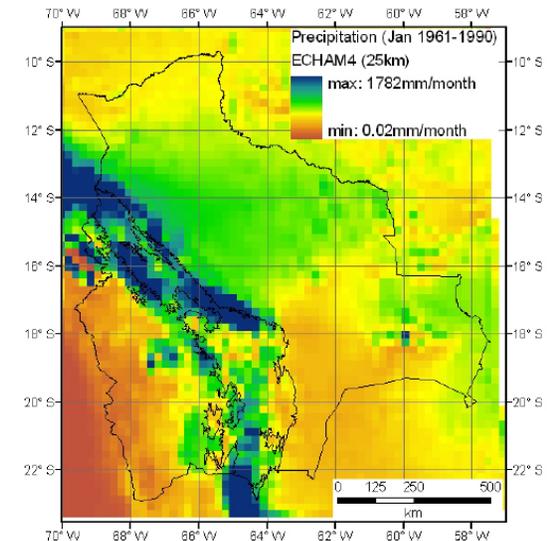
- Dificultad de distinguir impactos de la variabilidad climática normal del cambio climático (antropogénico)
- Falta de registros climáticos históricos confiables/completos
- Pocos estudios de impactos disponibles (mayoría en base al escenario A2)
- Modelos climáticos a escalas muy grandes para la toma de decisión a niveles local y municipal

Lo que se presenta en las siguientes láminas, son mayormente constataciones cualitativas y descriptivas.



Los modelos climáticos para Bolivia

- En los años pasados se han realizado diferentes ejercicios respecto al desarrollo de modelos climáticos regionales para Bolivia.
- Se puede mencionar sobre todo los esfuerzos del **Instituto de Física de la Atmósfera de la UMSA** de La Paz y de la **Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN)** de Santa Cruz.
- Actualmente se están realizando nuevos esfuerzos de downscaling para desarrollar modelos regionales para Bolivia (Física de la Atmósfera, PRAA)



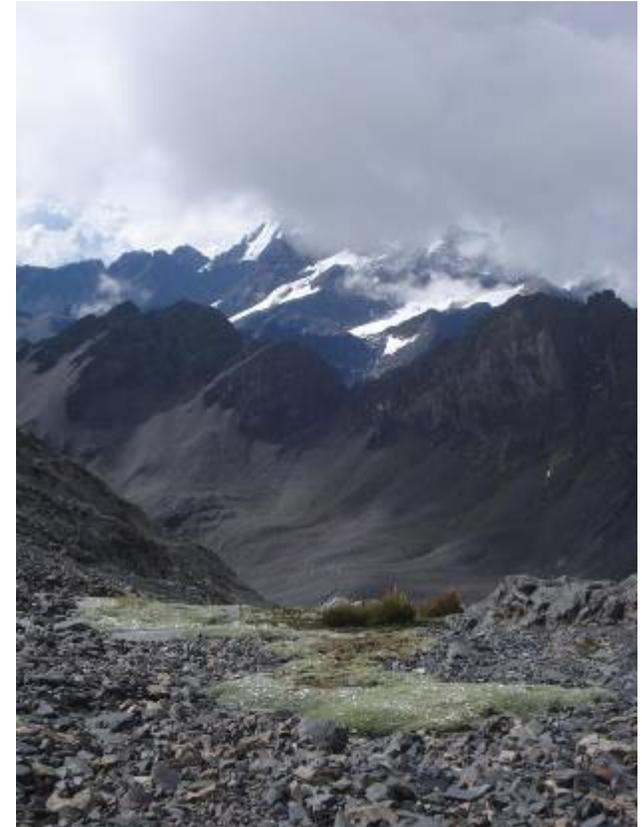
Fuente: Seiler/FAN, 2010

Los actuales modelos son todavía a muy gran escala y dan resultados parcialmente contradictorios, especialmente para las precipitaciones.



Temperaturas

- Un aumento de temperatura global de 4 grados centígrados al año 2100 (comparado a la era pre-industrial) se traduce a un aumento regional en el Altiplano y la cordillera **de entre 7 – 10° C.**
- Para **2030** esto significaría un aumento de temperatura regional comparado con temperaturas actuales de **entre 1 – 2.5° C.**



Fuente: Instituto Boliviano de la Montaña: *Bolivia + 4. Escenarios Socio-Políticos en un Ambiente Global con 4° C*, en vías de publicación, 2012



Precipitaciones

- En relación a las precipitaciones, las incertidumbres de los modelos climáticos son todavía más grandes que para la temperatura, especialmente en la región andina.
- Lo que se espera a manera general para los trópicos y subtrópicos, es que las regiones ya secas se volverán aún más secas, las regiones húmedas más húmedas (la época de lluvia tiende a acortarse, pero al mismo tiempo es más intensa).



Eventos extremos

- En un mundo más caliente los eventos extremos, como ser sequías, inundaciones, huracanes, granizadas etc. aumentarán en frecuencia y/o magnitud.
- Las dos “sequías del siglo” en la Amazonía en 2005 y 2010 son ilustrativos.
- Más allá de las sequías, los eventos extremos más frecuentes que experimenta Bolivia son inundaciones y granizadas.

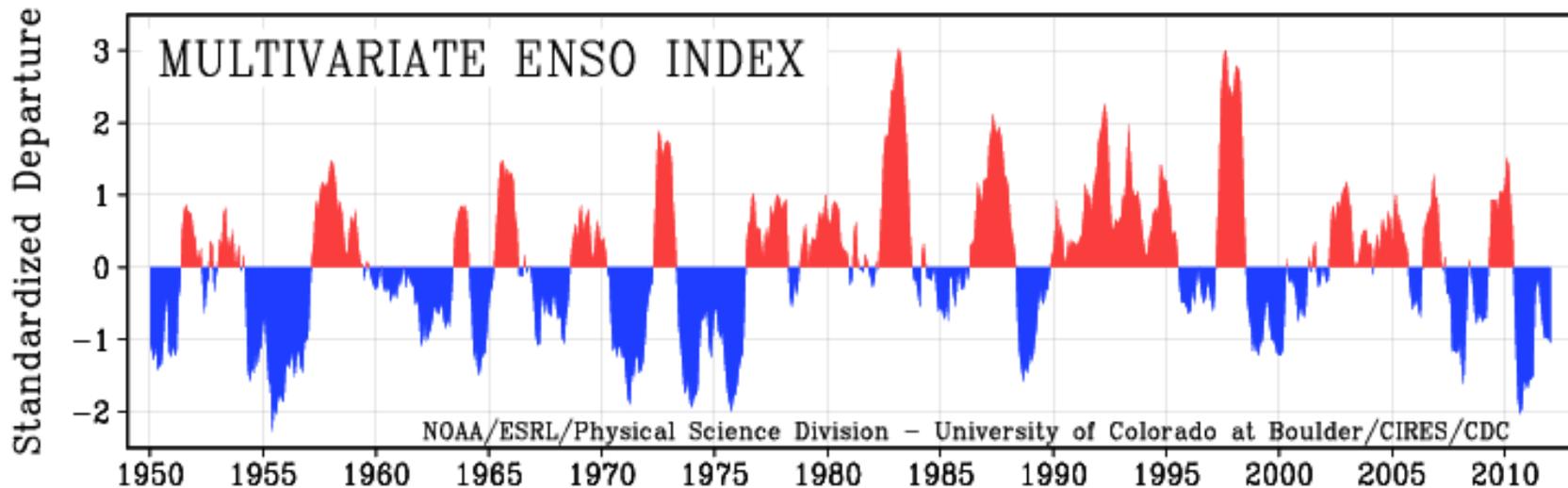


Fuente: Internet

Todavía es muy difícil de comprobar una relación directa con el cambio climático, porque siempre existían eventos extremos.



El Niño y La Niña (el fenómeno ENSO)



Rojo: El Niño

Azul: La Niña

- Todavía no se ha podido establecer una clara relación entre el cambio climático y la ocurrencia del fenómeno de El Niño.



Los impactos del cambio climático en Bolivia

- Agua
- Suelos
- Glaciares
- Bosque
- Biodiversidad
- Agricultura
- Chaqueo/deforestación



Recursos hídricos

- El impacto más importante del calentamiento global es sobre el **ciclo hídrico**.
- Esto significa:
 - **Derretimiento de los glaciares:** falta de agua potable, pérdida de los bofedales.
 - **Cambios en el régimen de precipitaciones:** lluvias más intensas, atraso del inicio de la época de lluvias, lluvia en vez de nieve en alta montaña.
 - **Mayor evapotranspiración.**



Todavía existe mucha incertidumbre acerca del futuro comportamiento de las precipitaciones.



El retroceso de los glaciares

- Es el **impacto más visible** del calentamiento global
- Es **un indicador** lo que está pasando en otras áreas



Marzo de 2007



Octubre de 2009

Fotos: D. Hoffmann



Suelos

- **Menor humedad** en suelos debido a la mayor evapotranspiración.
- **Mayor erosión** debido a lluvias más intensas.





Bosques y cambio climático

- La tesis de la fertilización por CO₂ parece solo parcialmente cierta.
- Hay muchos otros factores que influyen en el crecimiento del bosque, como ser disponibilidad de nutrientes, agua, temperatura, etc.
- Con mayores sequías y mayor velocidad del viento, se incrementa el riesgo de propagación de fuegos.
- El bosque amazónico juega un rol importante para las lluvias en el occidente del país (la humedad viene desde el Atlántico).



Los bosques tienen un rol tanto en la mitigación como en la adaptación al cambio climático.



Impactos potenciales del cambio climático en la biodiversidad

- Los impactos incluyen: reubicación geográfica de especies y ecosistemas
- Movimiento de especies desde y hacia áreas protegidas
- Cambios en el manejo local de recursos naturales como respuesta al cambio climático (e.g. Agricultura busca migrar a mayores alturas)
- El PNUD está trabajando en un estudio sobre el estado del arte sobre el tema.

Existen pocos estudios para Bolivia, por lo cual la magnitud y el tipo de impactos del cambio climático en la biodiversidad aún son inciertas.





Lecciones del pasado: Impactos del CC en la región altiplánica

Global Change Biology

Global Change Biology (2010) 16, 3223–3232, doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02203.x

Nonlinear climate change and Andean feedbacks: an imminent turning point?

M. B. BUSH, J. A. HANSELMAN¹ and W. D. GOSLING²

Department of Biological Sciences, Florida Institute of Technology, 150 W. University Blvd., Melbourne, FL 32901, USA

Abstract

A 370 000-year paleoecological record from Lake Titicaca provides a detailed record of past climate change in which interglacial periods are seen to have some elements of commonality, but also some key differences. We advance a conceptual feedback model to account for the observed changes that includes previously ignored lake effects. Today Lake Titicaca serves to warm the local environment by about 4–5 °C and also to increase rainfall. We observe that as water levels in the lake are drawn down due to warm, dry, interglacial conditions, there is a possible regional cooling as the lake effect on local microclimates diminishes. Positive feedback mechanisms promote drying until much of the lake basin is reduced to salt marsh. Consequently, the usual concept of upslope migration of species with warming would not be applicable in the Altiplano. If, as projected, the next century brings warmer and drier conditions than those of today, a tipping point appears to exist within ca. 1–2 °C of current temperatures, where the relatively benign agricultural conditions of the northern Altiplano would be replaced by inhospitable arid climates. Such a change would have profound implications for the citizens of the Bolivian capital, La Paz.

Keywords: aridity, charcoal, conservation, fossil pollen, grayscale, Lake Titicaca, positive feedback, warming

Received 21 October 2009; revised version received 16 December 2009 and accepted 17 December 2009



Escenario de CC para la región Altiplano - Titicaca (Bush et. al.)

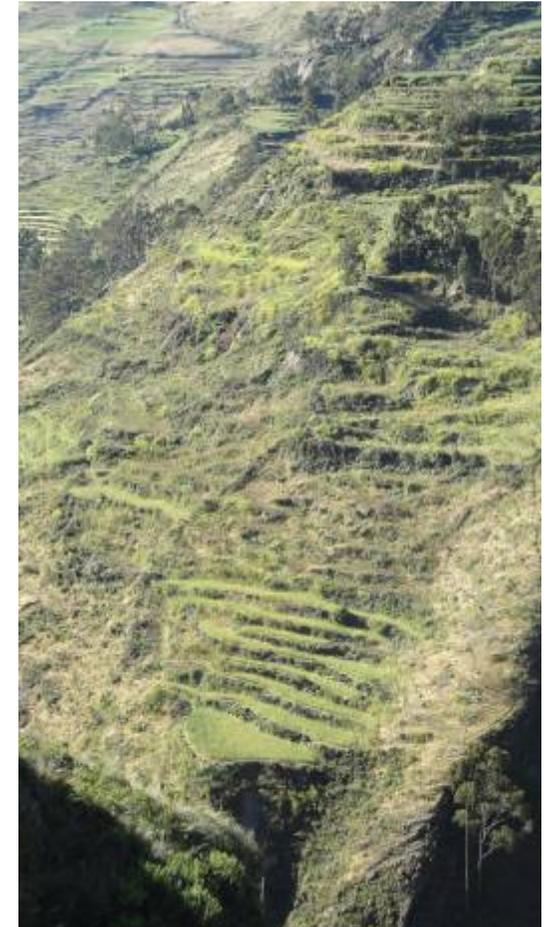


- Estudio en base a evidencias paleoecológicas: se ha encontrado un “*tipping point*” con temperaturas de 1 – 3°C más altas, por encima de las actuales.
- En los periodos interglaciares de 130,000-115,000 y 330,000-320,000 años antes del presente, el nivel del Lago Titicaca era hasta 85 m más bajo.
- Si las temperaturas aumentan entre 1 – 2° C, por encima de las actuales, partes de Perú y Bolivia se volverán desérticas.
- Horizonte temporal: 2040-50



Agricultura y Cambio climático

- Será fuertemente impactada, porque depende de forma muy directa de la temperatura, humedad del suelo y precipitaciones “confiables”.
- Impactos sobre **sistemas de riego** todavía son poco estudiados.
- Discusión sobre “ **ventajas** del cambio climático ” :
 - Agricultura posible a mayores alturas
 - Ejemplo: aumento de cultivos de quinua



La mayoría de los estudios existentes son a escalas muy gruesas y dan resultados contradictorios.



Chaqueos/deforestación

- Responsables de aprox. el 80% de la emisiones de dióxido de carbono de Bolivia
- Tienen un rol importante en el aumento de “ incendios naturales ”
- Las partículas del chaqueo no solamente causan problemas de salud en lugares muy lejanos (como p.ej. La Paz), sino que además contribuyen al derretimiento glaciar.





Adaptación al cambio climático

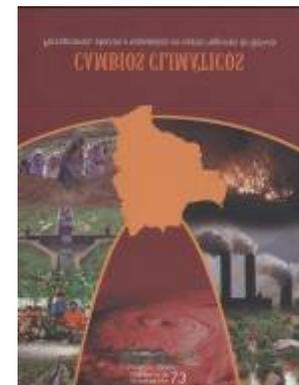
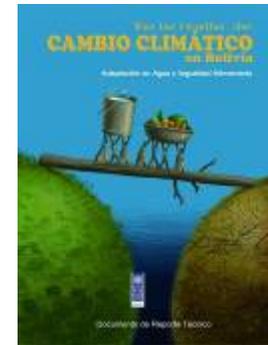
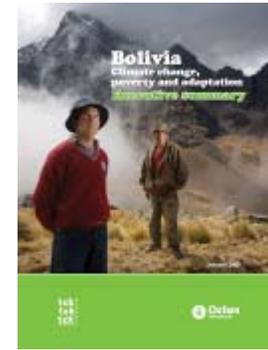
- Un mundo que se calienta en promedio global en 2° C es fundamentalmente diferente a un mundo 4° C más caliente.
- La adaptación en un mundo 4° C más caliente necesita una respuesta adaptativa transformativa, no meramente incrementalista.
- Para eso, es muy importante considerar diferentes escenarios futuros.
- El horizonte temporal enfocado tiene que ser establecido explícitamente.

La adaptación mal enfocada (maladaptación; p.ej. considerando solo impactos moderados) corre el riesgo de volverse obsoleta en poco tiempo, si no contempla la posibilidad de que los impactos del cambio climático puedan ser mucho mayores o ocurrir en forma no lineal.



Información adicional

- “ **Bolivia. Climate change, poverty and adaptation** ”, Oxfam Bolivia, 2009 (www.oxfam.org)
- “ **Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático agua y seguridad alimentaria** ”, PNUD Bolivia, 2011 (www.cambioclimatico-pnud.org.bo)
- “ **Cambios Climáticos. Percepciones, efectos y respuestas en cuatro regiones** ”. Marcos Nordgren, 2011 (http://www.cambioclimatico-bolivia.org/index-cc.php?cod_aporte=35#35)





El *Klimablog* “ Cambio Climático Bolivia ”

- Es un espacio - en el internet – dedicado a todos los aspectos relevantes acerca del cambio climático en Bolivia que facilita el acceso a la información científica más actualizada y confiable, en idioma español.
- Cuenta con una nueva entrada cada lunes.
- Cuenta con apoyo económico del Fondo Clima de la Embajada Alemana/Ministerio de Relaciones Exteriores.

www.cambioclimatico-bolivia.org

