A world map is visible in the background, rendered in a lighter shade of blue than the overall background. The map shows the continents and is centered on the Atlantic Ocean.

Cambio Climático en México y su Contexto Internacional

Francisco Estrada

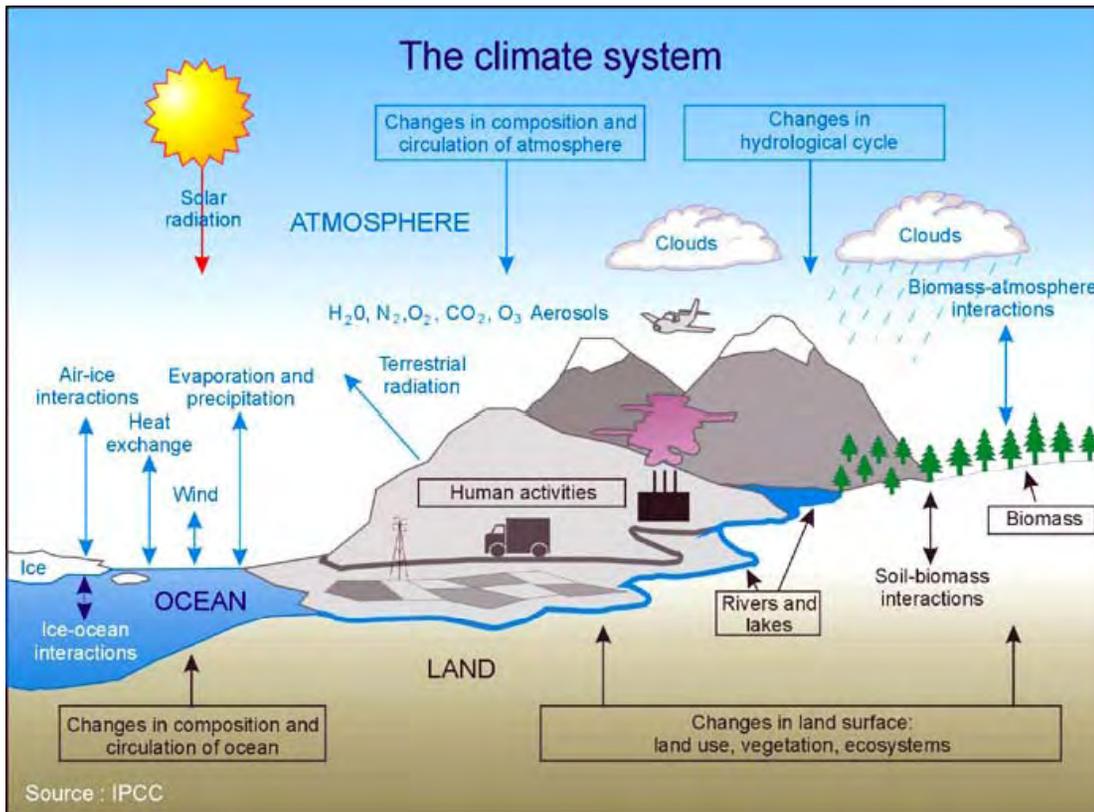
Carlos Gay

Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México

A world map is visible in the background, rendered in a lighter shade of blue against the darker blue background. The map shows the continents and oceans, providing a global context for the text.

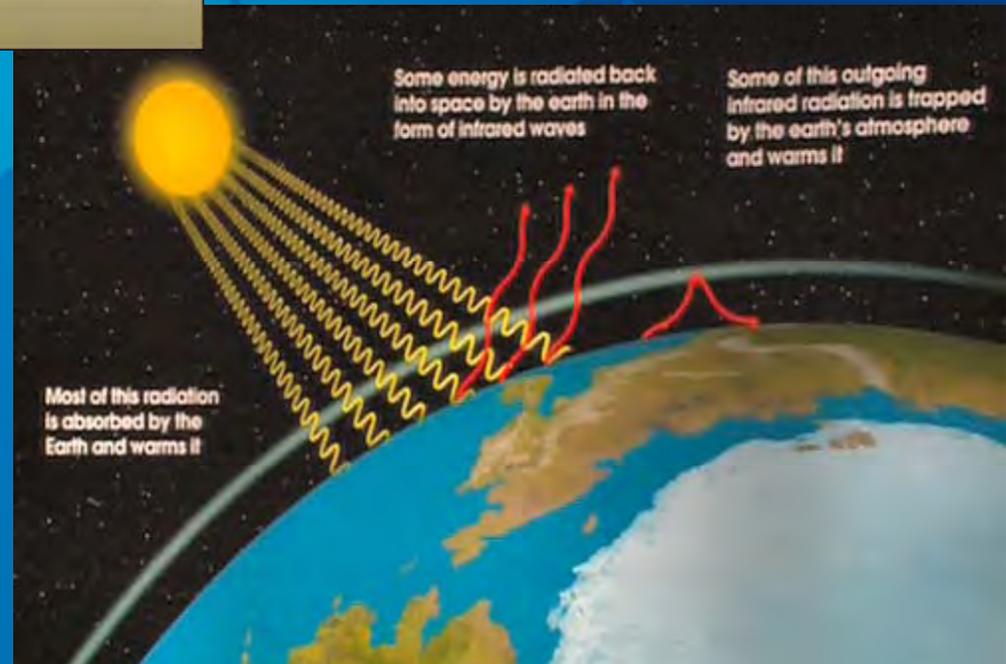
Bases científicas

Cambio climático observado y
sus impactos



El Sistema Climático y el Efecto Invernadero

Las emisiones de GEI son producto de sistemas dinámicos muy complejos, determinados por crecimiento demográfico, desarrollo socioeconómico y cambio tecnológico, entre otras.

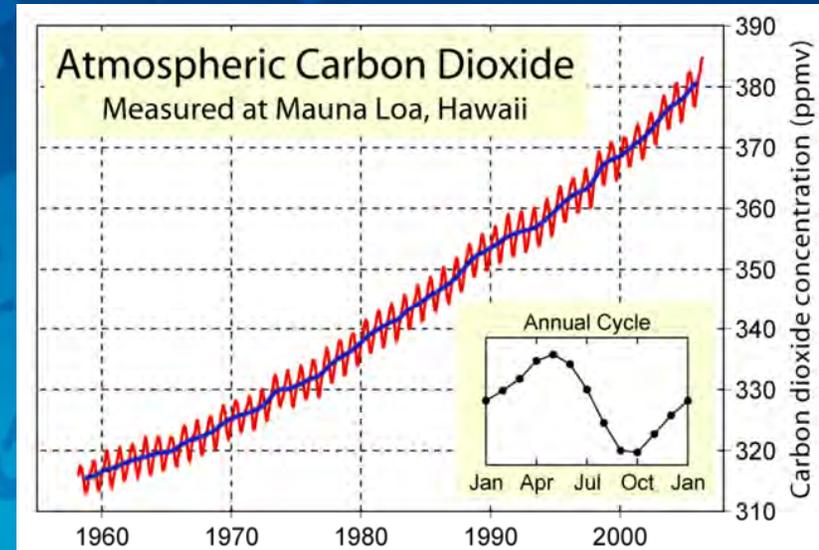


Concentraciones Atmosféricas de CO₂

90% de confianza de que le calentamiento global del siglo XX se debe al aumento de las concentraciones de GEI antropogénicas

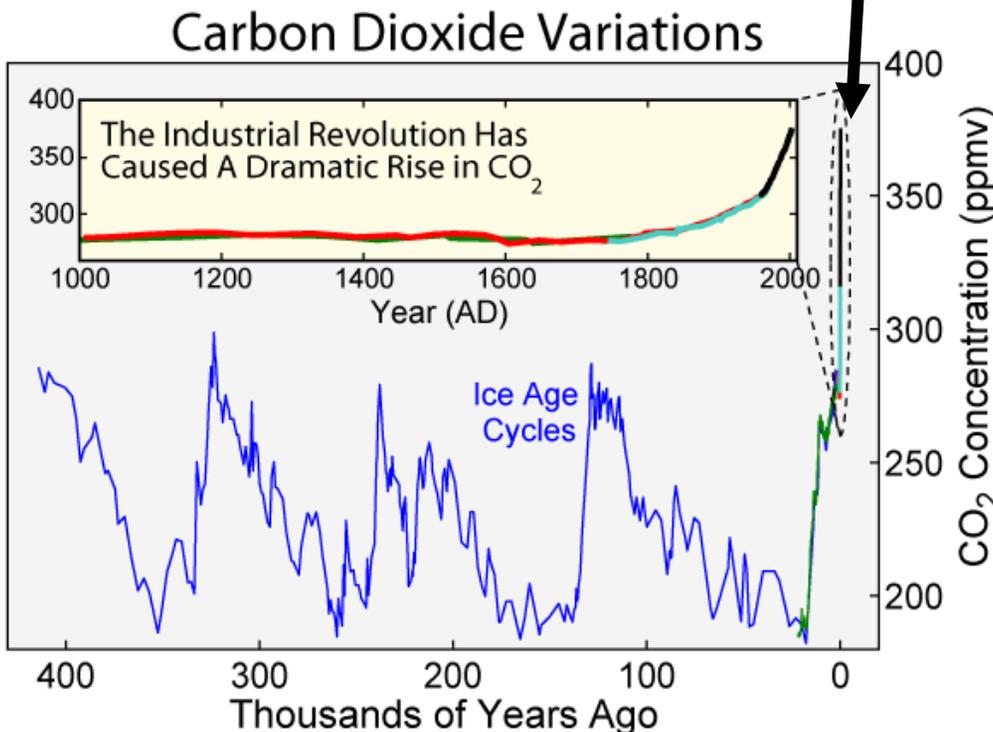
(IPCC AR4, 2007)

2006=380 ppm

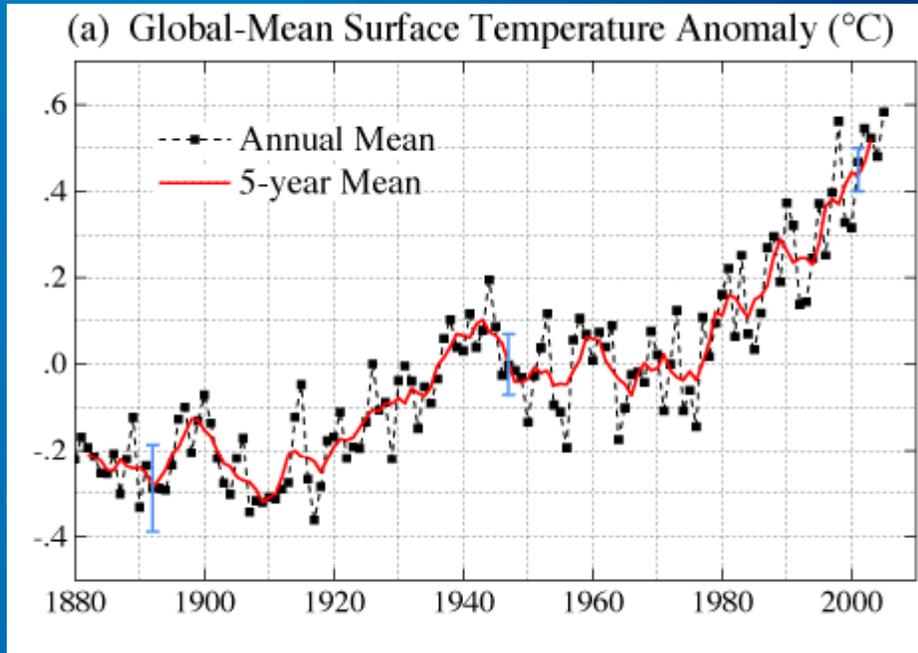


El calentamiento global es indiscutible y la influencia humana es discernible en temperaturas oceánicas, temperaturas extremas, intensidad de ciclones tropicales, etc...

(IPCC AR4, 2007)



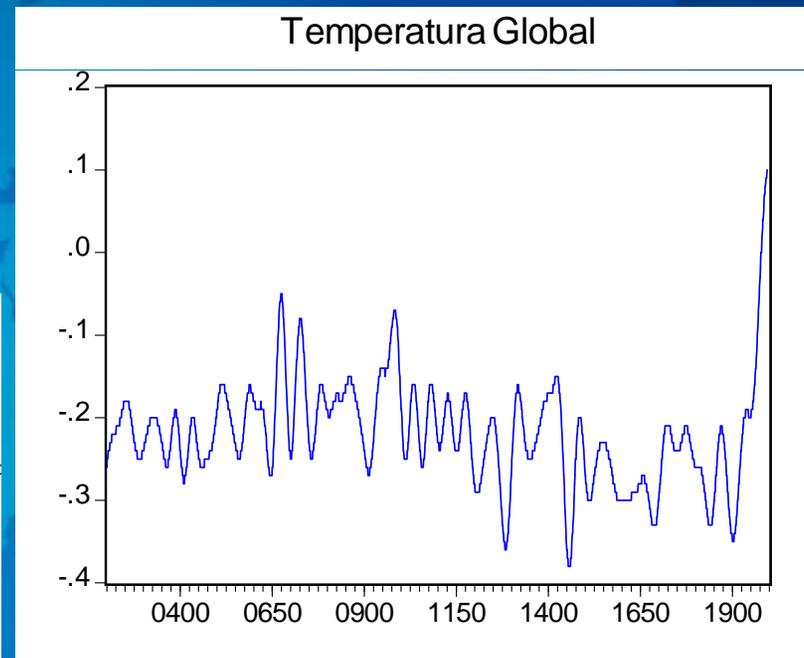
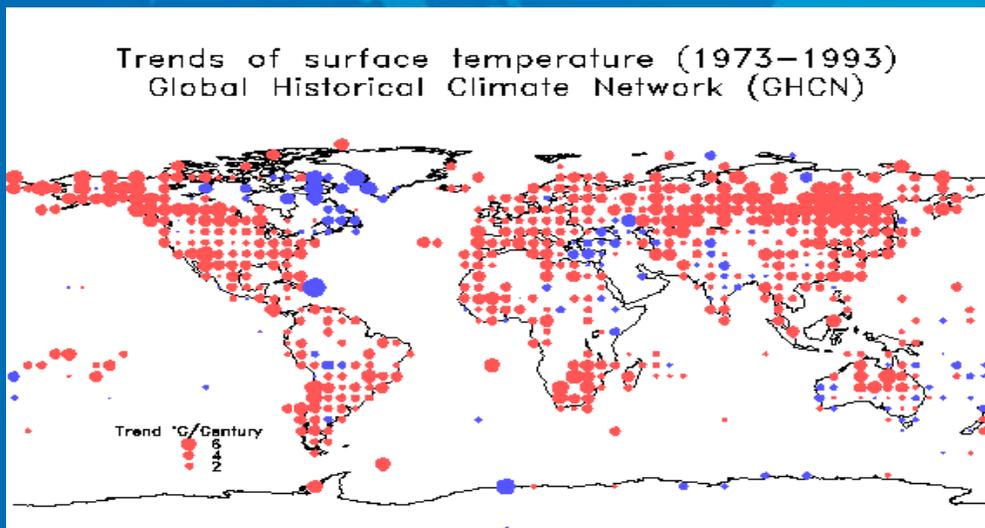
Variaciones en la temperatura terrestre superficial



Temperatura global observada
1880-2005

+0.74C en 100 años

Casi el doble de esta tasa en
los últimos 50 años



Reconstrucción de la temperatura
global en los últimos 2000 años
IPCC

Anomalías de la temperatura global en 2007. (NASA, J. Hansen)

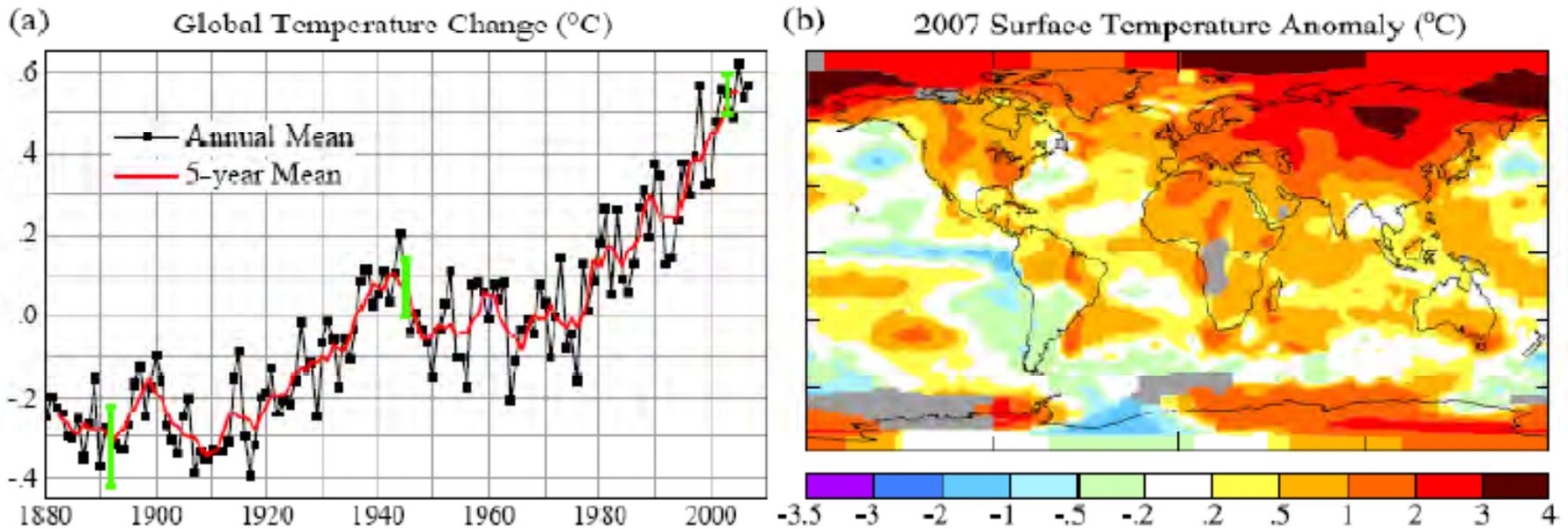


Figure 1. (a) Annual surface temperature anomaly relative to 1951-1980 mean, based on surface air measurements at meteorological stations and ship and satellite measurements of sea surface temperature. (b) Global map of surface temperature anomalies for 2007.

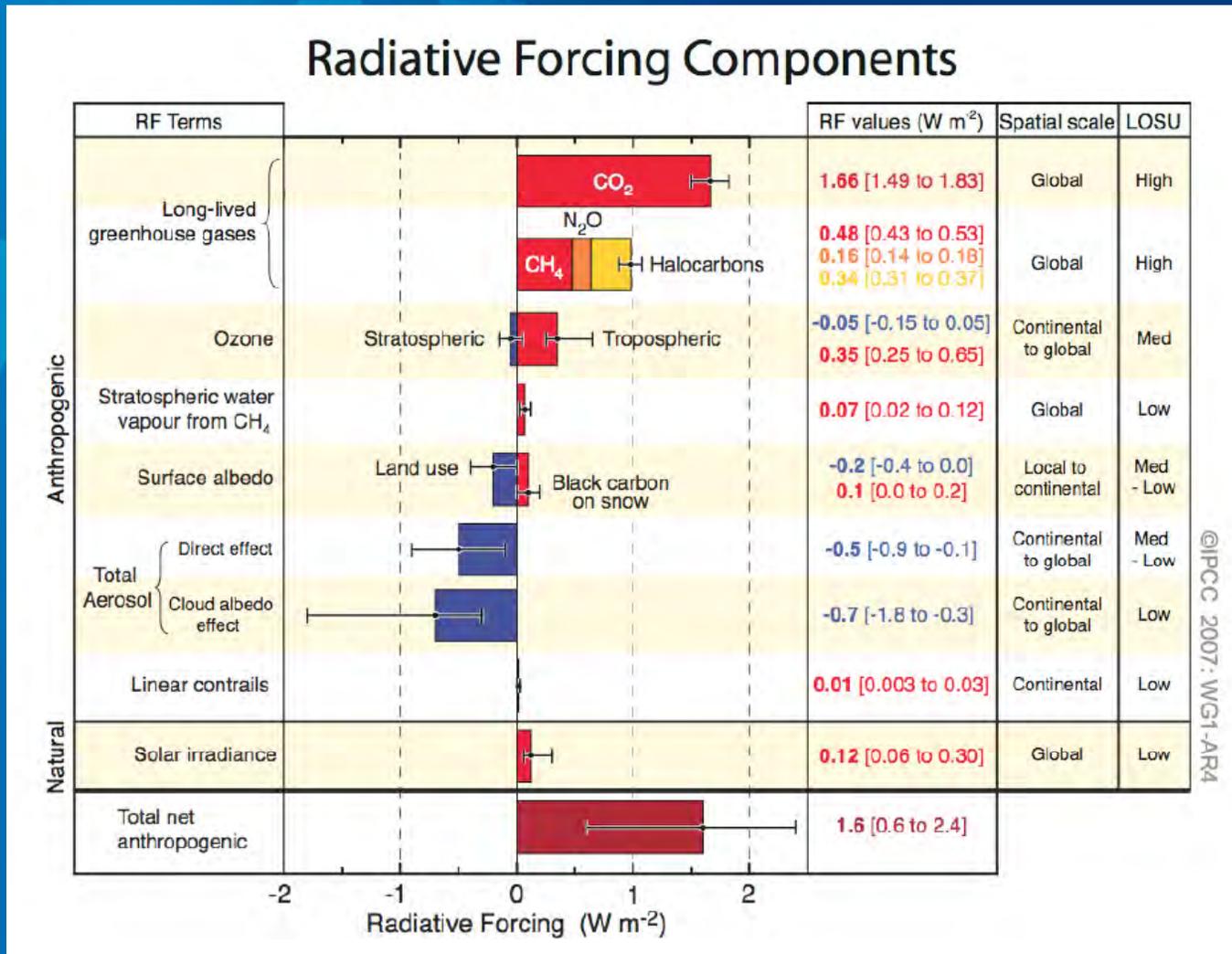
Cambios en el IPCC AR4 GRUPO DE TRABAJO I Continental CAMBIO CLIMÁTICO OBSERVADO

- **LA MAYOR PARTE DEL CALENTAMIENTO GLOBAL OBSERVADO DURANTE EL SIGLO XX SE DEBE MUY PROBABLEMENTE (90% DE CONFIANZA) AL AUMENTO EN LAS CONCENTRACIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO CAUSADO POR EL HOMBRE.**
- Los registros de temperatura atmosférica y oceánica, del derretimiento de hielos y nieve y del aumento en el nivel global del mar muestran que **el calentamiento del sistema climático es indiscutible.**
- El calentamiento observado en los últimos 50 años muy probablemente ha sido mayor que el de cualquier otro durante por lo menos los últimos **1,300 años.**
- La temperatura global ha aumentado **0.74 grados centígrados en los últimos 100 años.** La tendencia de calentamiento de los últimos 50 años es de **0.13 grados por década.**
- Se han registrado numerosos cambios de largo plazo en el clima. Estos cambios incluyen aumentos en la **intensidad de los ciclones tropicales**, en las **ondas de calor** y en la **intensidad y frecuencia de eventos extremos como sequías y lluvias torrenciales.** Se han registrado **sequías más largas e intensas desde 1970** particularmente en los trópicos y subtrópicos.
- La última vez que las regiones polares estuvieron significativamente más calientes que ahora (hace **125,000 años**), el derretimiento del hielo polar llevó a **aumentos en el nivel del mar de entre 4 y 6 metros.**

Análisis de las temperaturas global y hemisféricas (Gay, Estrada, Sánchez, 2007)

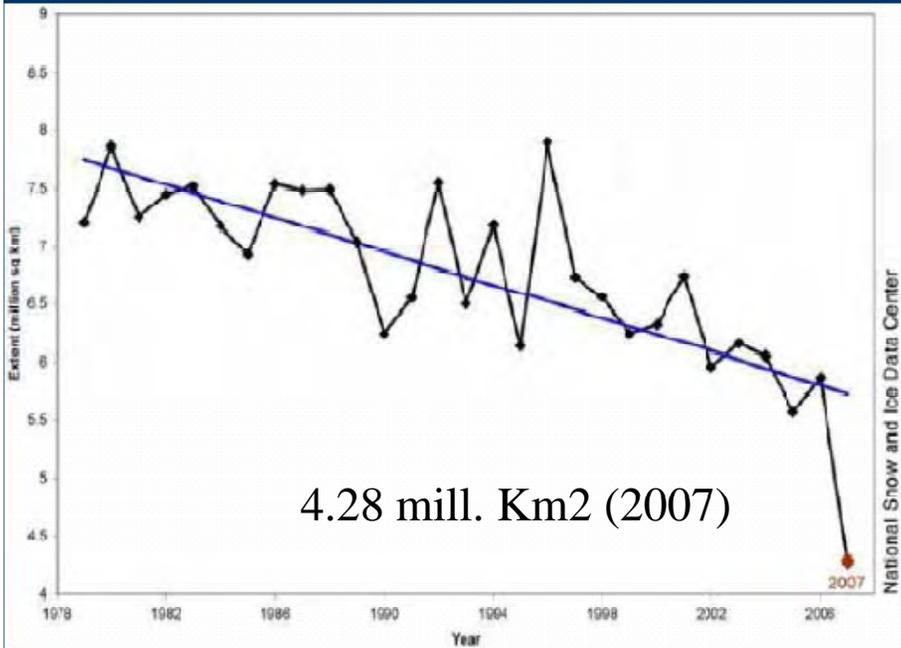
- Cambios estructurales fechas:
 - Global 1976; HN, 1985; HS, 1909.
 - Intervalos de confianza (95%): Global 1972-1982; HN 1979-1987; HS 1903-1917.
- Global y HN:
 - Cambio climático en dos etapas: $0.0035^{\circ}\text{C/año}$ en la primera y en la segunda $0.017^{\circ}\text{C/año}$ (x5) y $0.028^{\circ}\text{C/año}$ (x8)
- HS:
 - Ligero enfriamiento al inicio, primer calentamiento después de 1910 ($0.009^{\circ}\text{C/año}$). Posible segunda etapa por ocurrir. Capacidad calorífica de los océanos

Componentes del forzamiento radiativo



Global-average radiative forcing (RF) estimates and ranges in 2005 for anthropogenic carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O) and other important agents and mechanisms, together with the typical geographical extent (spatial scale) of the forcing and the assessed level of scientific understanding (LOSU).

September Sea Ice Extent (1979–2007)

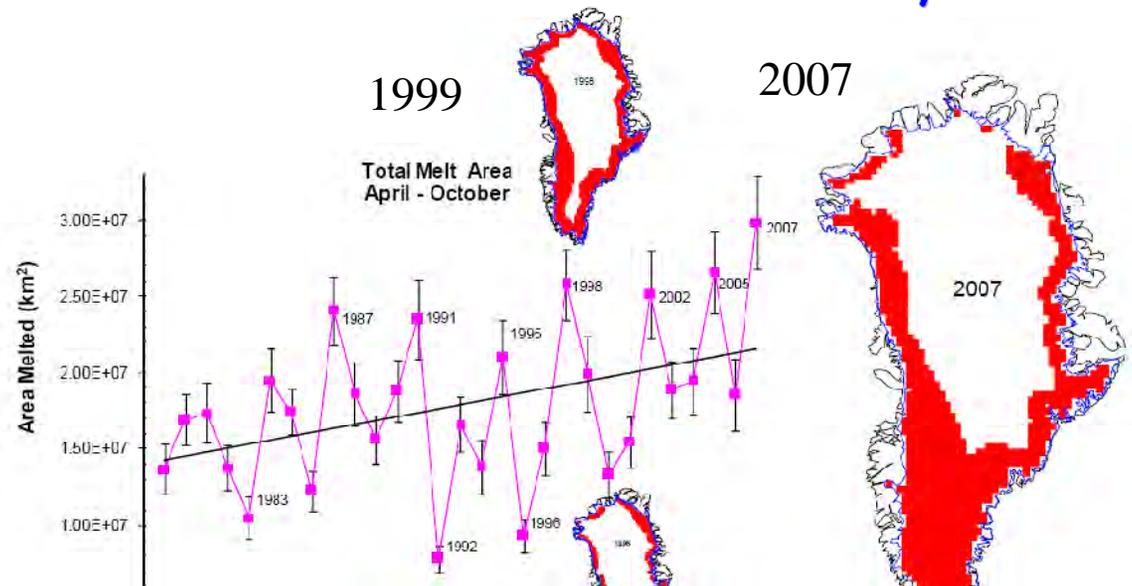


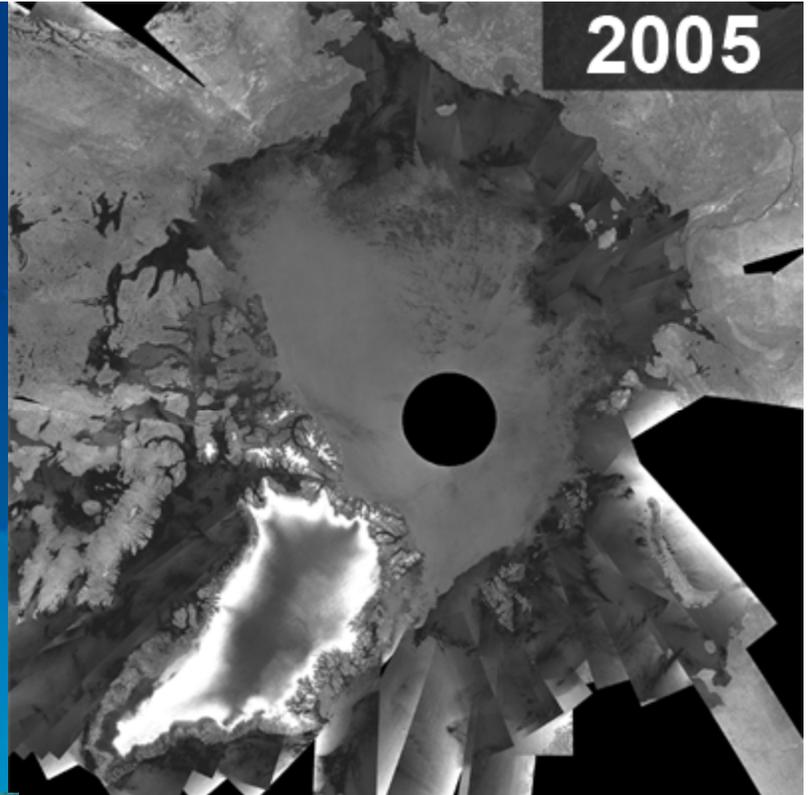
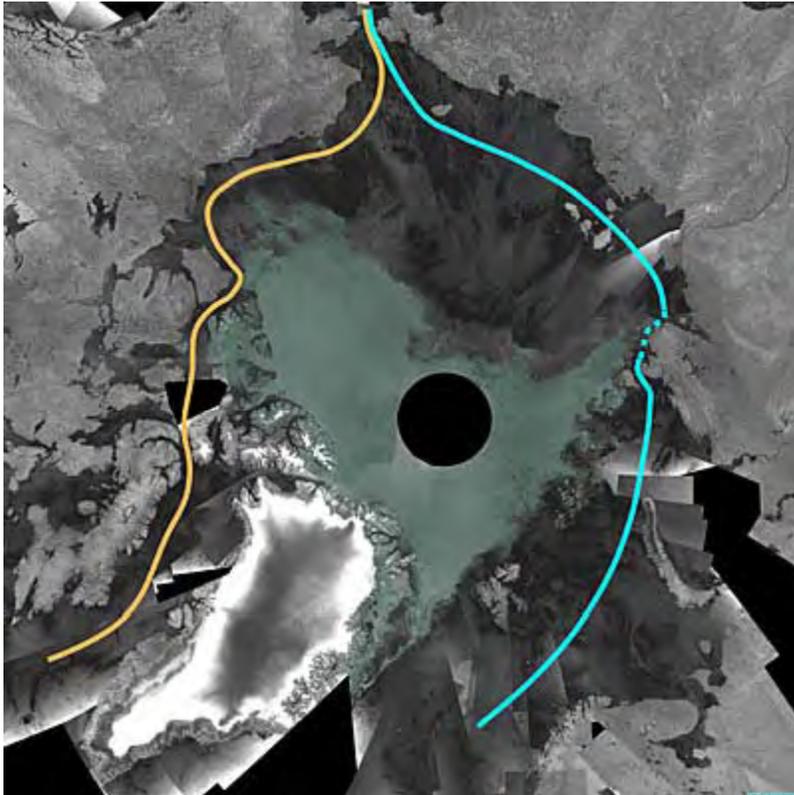
En 2007...

Extensión de hielo oceánico

Derretimiento en Groenlandia

2007 value exceeds last maximum by 10%





2005

Océano Ártico en septiembre de 2007. Se muestra que la ruta más corta del **Paso del Noroeste** se encuentra abierta (línea naranja) y que el **Paso Noreste** se encuentra únicamente parcialmente bloqueado (línea azul).



El derretimiento ha aumentado de manera “dramática” mucho más de lo que se esperaba.

Para el 2030 todo el hielo de verano podría desaparecer

Para el 2070 la región estaría completamente libre de hielo.

Desde 2005 se ha perdido hielo a una tasa de 3 millones de km² al año, tres veces más que en años anteriores.

Fuente:ESA

Cambios en el número de huracanes y de su intensidad en un ambiente más caliente

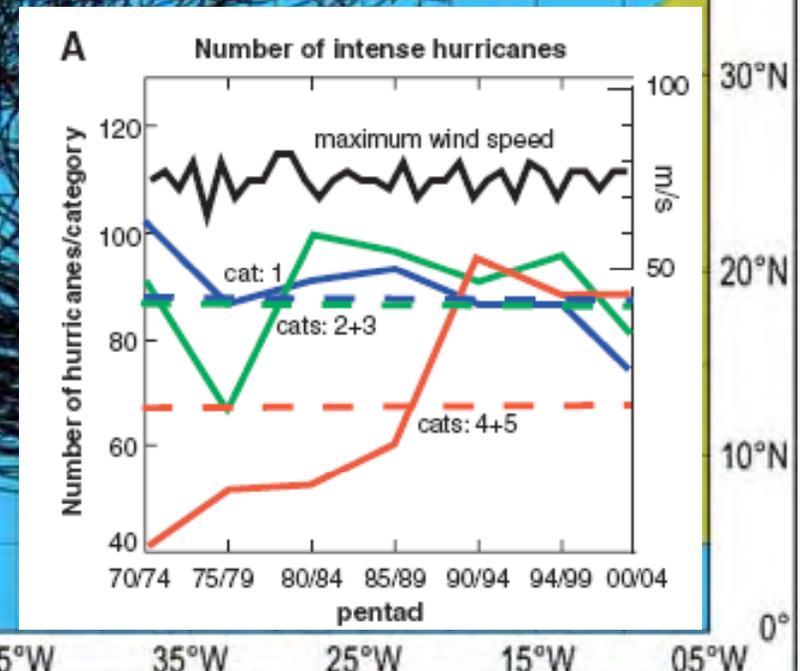
En los últimos 35 años...

Huracanes categoría 2 y 3:
constante

Huracanes categoría 4 y 5:
CASI EL DOBLE!!

Huracanes categoría 1:
disminución ligera

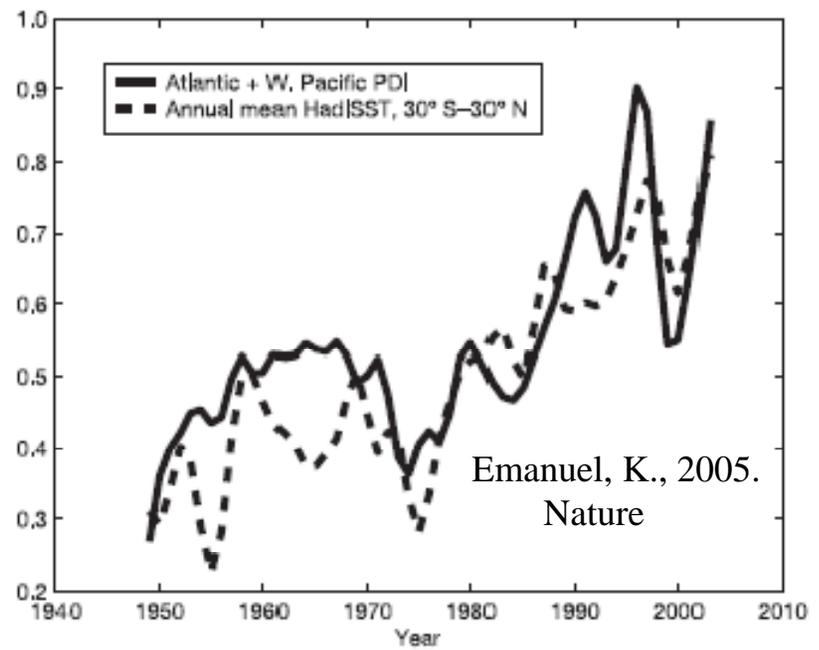
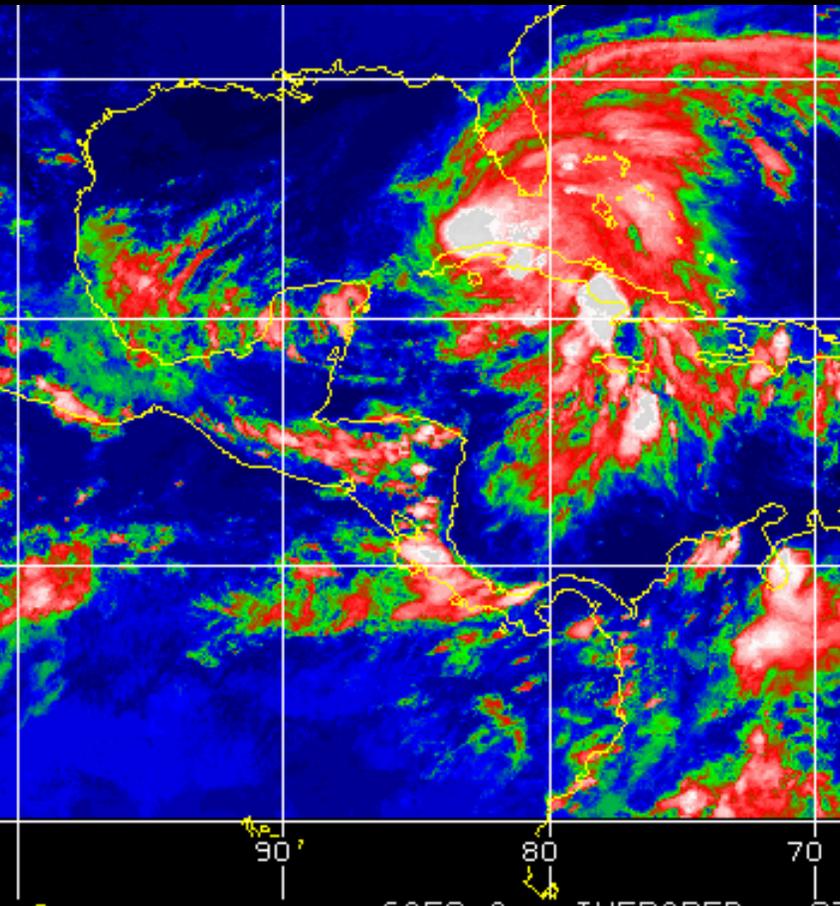
Webster, P., 2005. Science; imagen NOAA





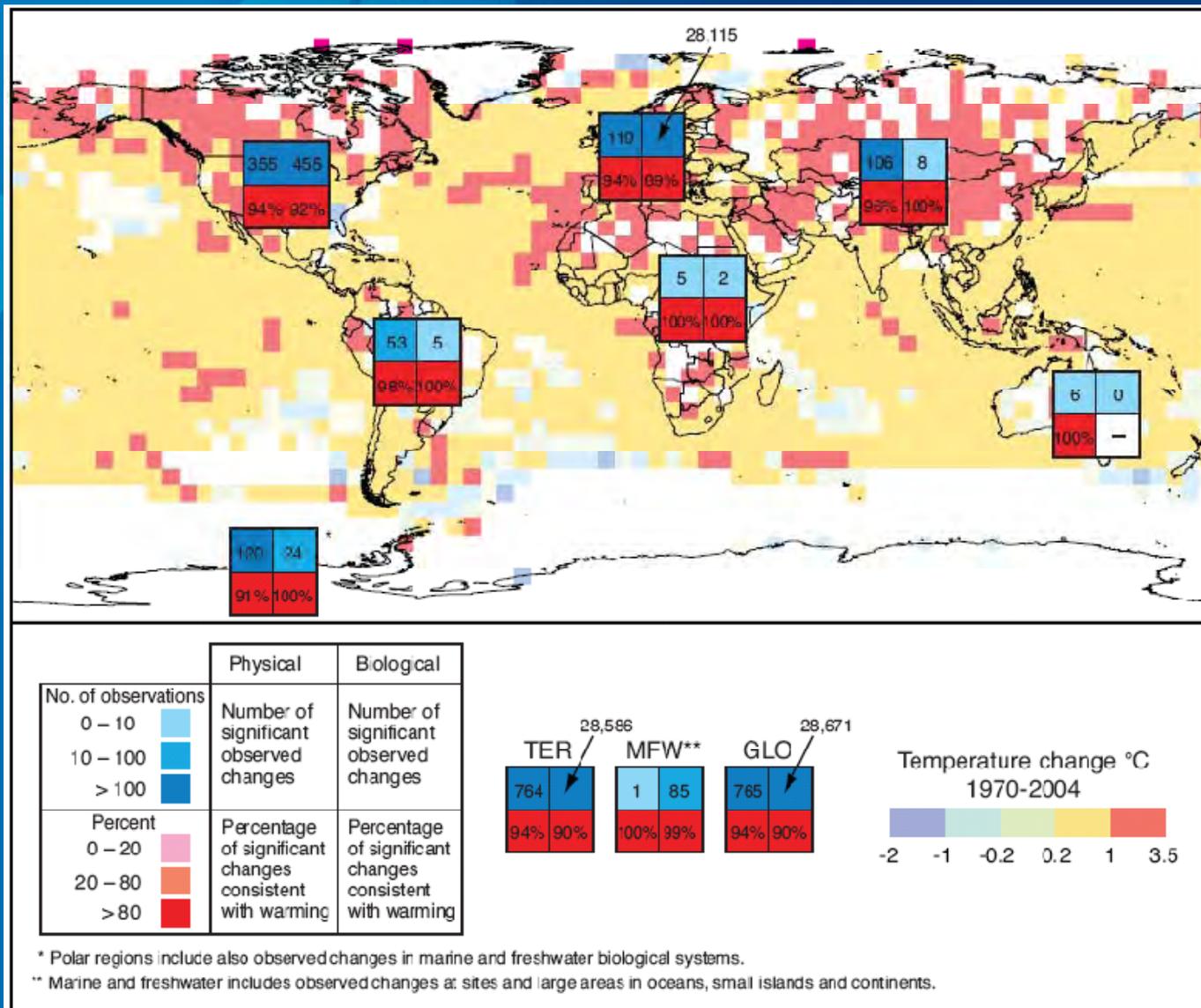
La teoría y la modelación indican que bajo un ambiente más caliente los huracanes serán más intensos

El calentamiento global podría llevar a un aumento en el potencial destructivo de los ciclones tropicales



Emanuel, K., 2005.
Nature

Impactos observados en sistemas biológicos y físicos. (IPCC, AR4 WGII)



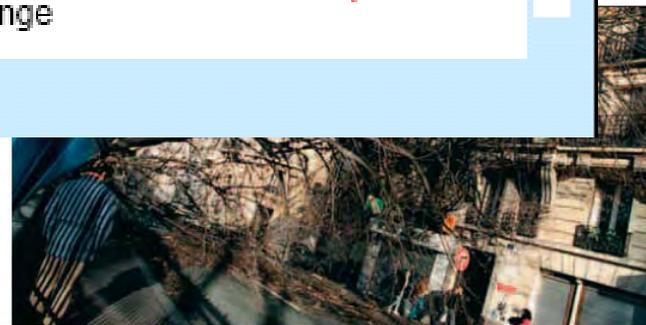
Los impactos de cambio climático desde la

Figure 3.10 Damage costs increase disproportionately for small increases in peak wind speed

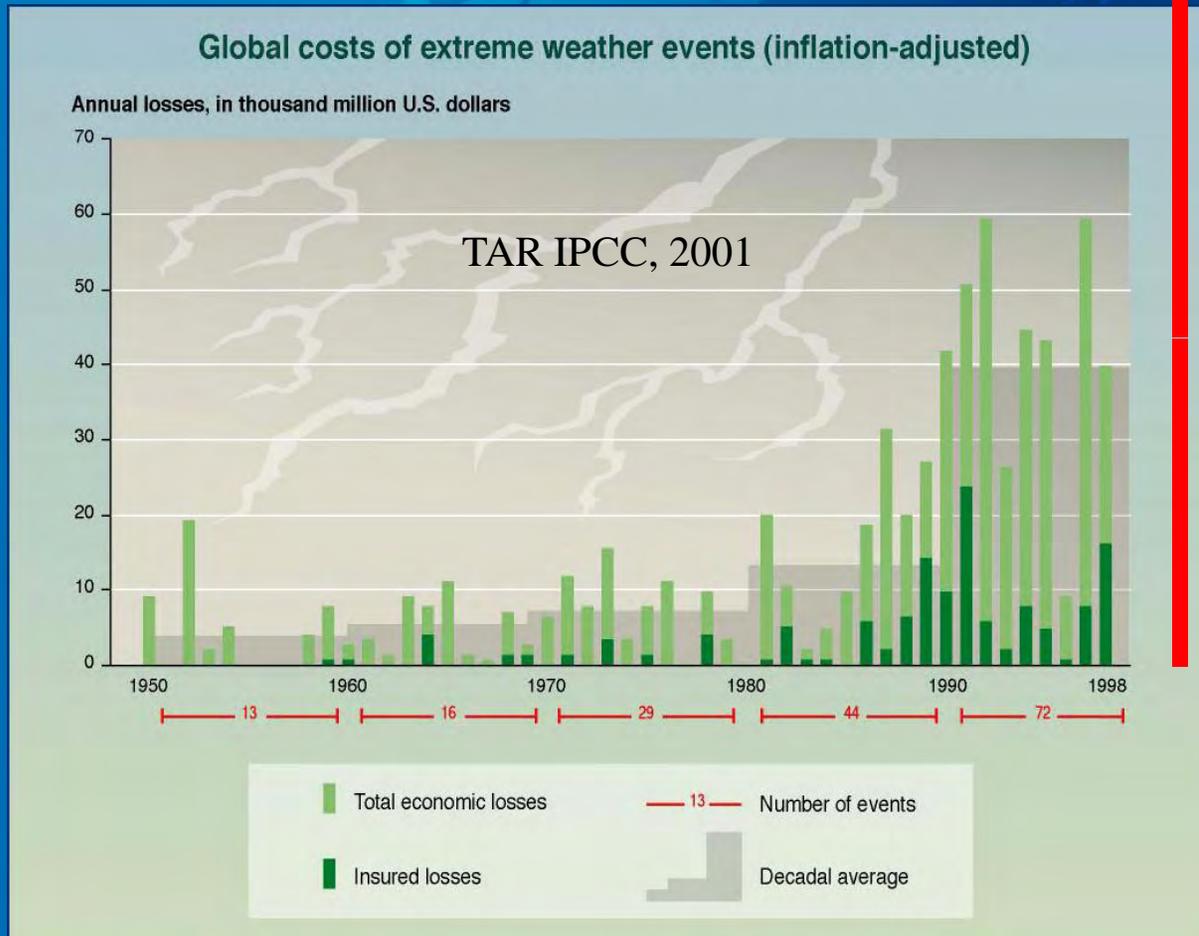


Source: IAG (2005)

Cambios en frecuencia e intensidad de eventos extremos



Costos globales de eventos climáticos extremos



2005

105 mil millones de dólares

Huracanes Katrina, Rita, Wilma

90 mil millones de dólares

(Swiss Re 2007)

Los impactos causados por cambios en intensidades y frecuencias de eventos climáticos extremos, clima y nivel del mar muy probablemente (90% confianza) cambien. AR4 IPCC, 2007

Costos de desastres relacionados con el tiempo (billones de dólares)

1.3.8 Disasters and hazards

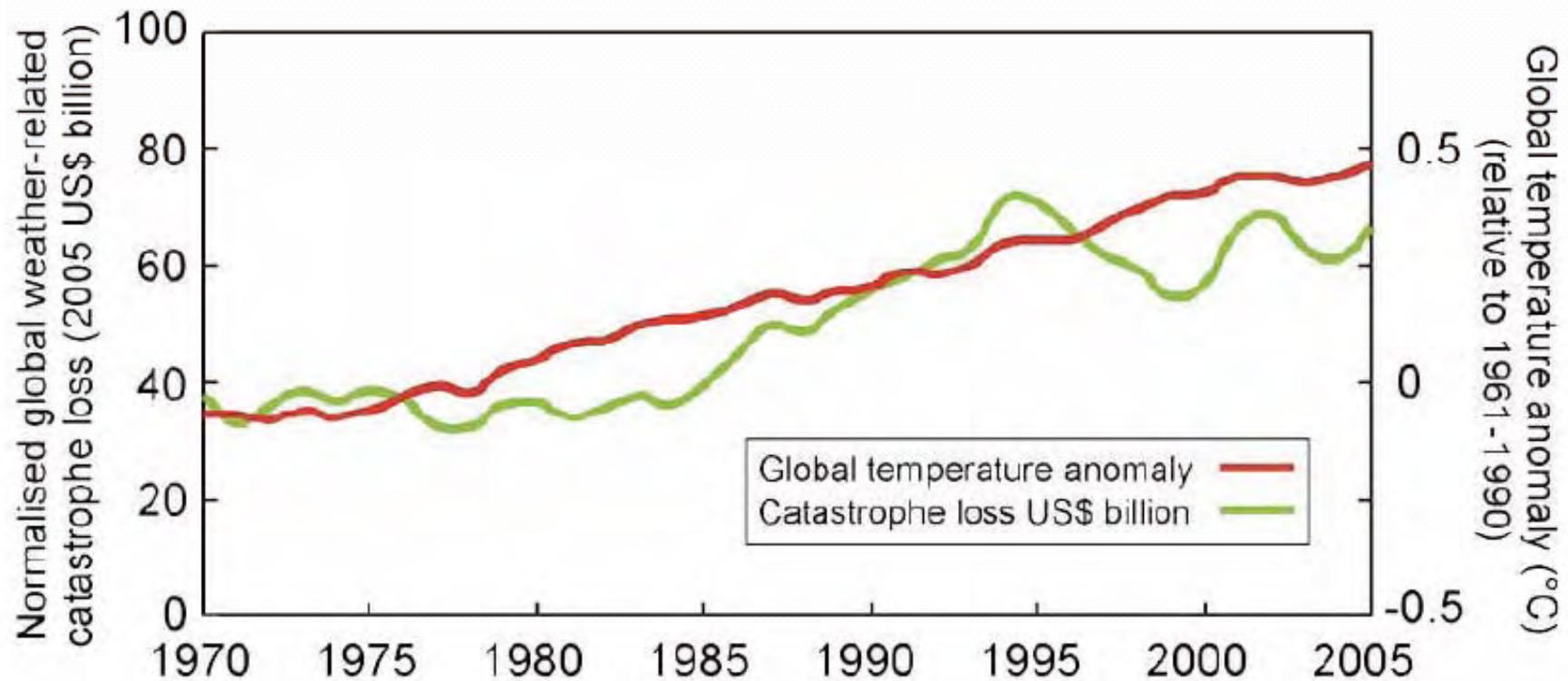
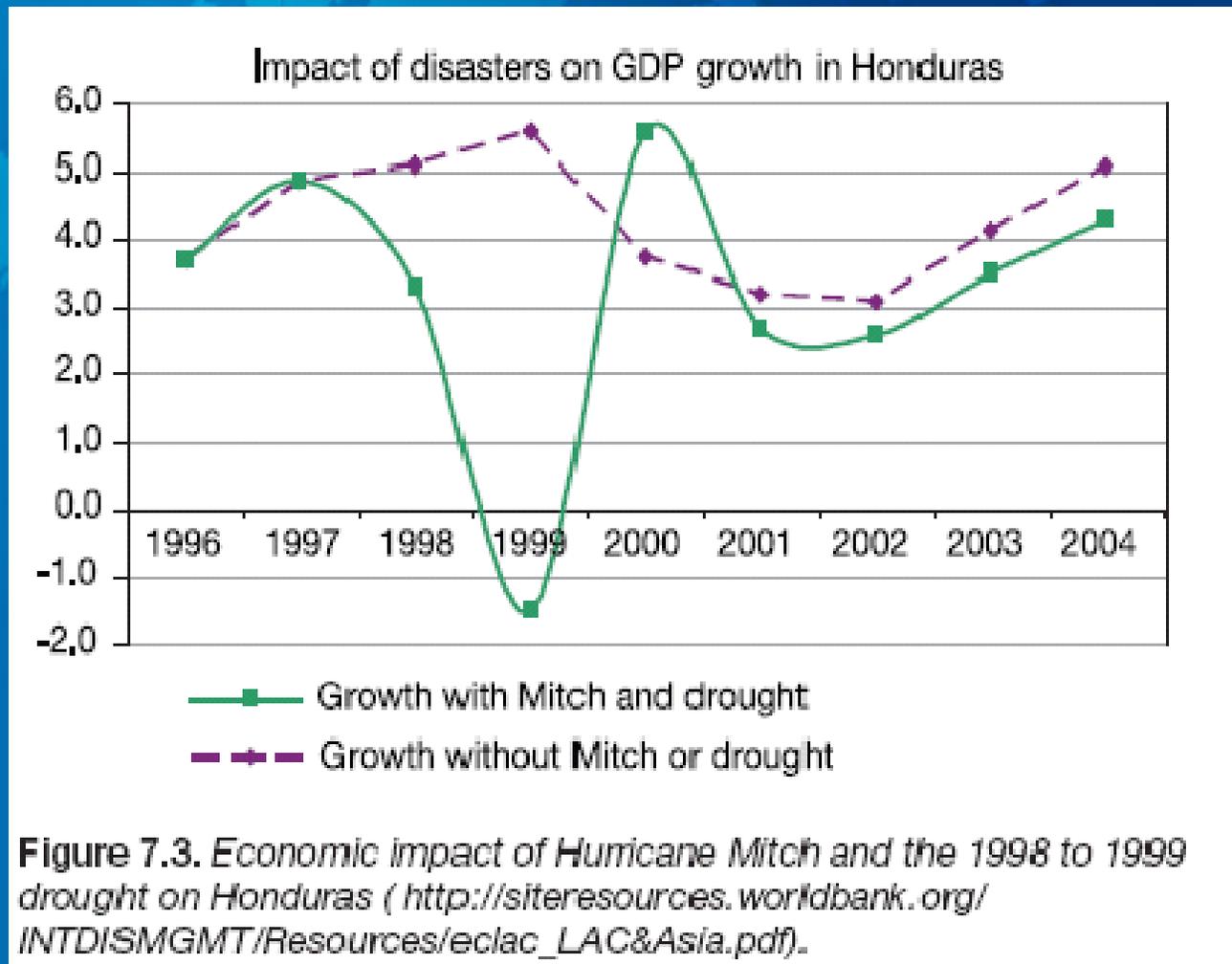


Figure SM-1.1. An example from the literature of one study analysing rising costs of normalised weather-related catastrophes compared with global temperatures. Data smoothed over ± 4 years = 9 years until 2001 (Muir Wood et al., 2006).

SM.1-4

Impacto de eventos extremos en el crecimiento económico



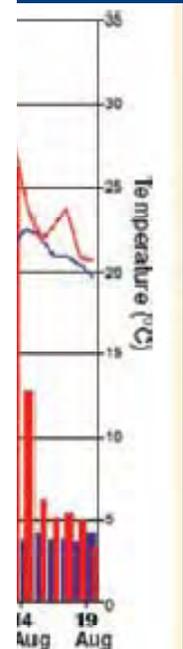
Salud



Figure 8.2. (a) The dist (INVS, 2003); (b) the in

	Negative impact	Positive impact
Very high confidence Malaria: contraction and expansion, changes in transmission season	←	→
High confidence Increase in malnutrition	←	
Increase in the number of people suffering from deaths, disease and injuries from extreme weather events	←	
Increase in the frequency of cardio-respiratory diseases from changes in air quality	←	
Change in the range of infectious disease vectors	←	→
Reduction of cold-related deaths		→
Medium confidence Increase in the burden of diarrhoeal diseases	←	

Figure 8.3. Direction and magnitude of change of selected health impacts of climate change (confidence levels are assigned based on the IPCC guidelines on uncertainty, see <http://www.ipcc.ch/activity/uncertaintyguidancenote.pdf>).



three years (nnet, 2005).

A world map is visible in the background, rendered in a lighter shade of blue than the overall background. The map shows the continents and is centered on the Atlantic Ocean.

Escenarios de cambio climático e impactos esperados

Escenarios de la temperatura global y

IPCC AR4 GRUPO DE TRABAJO I ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Aún si se lograra estabilizar las concentraciones de GEI a niveles del año 2000, para el 2100 habría un calentamiento de entre 0.3 y 0.9°C en la temperatura global (adicional a lo ya observado)

Independientemente del tipo de desarrollo económico para el 2020 habrá un aumento de 0.4°C

Dependiendo del escenario de emisiones, para el 2100 la temperatura global aumentaría en un rango de 1.8 a 4°C, aunque no se descartan aumentos de hasta 6.4°C

Eventos extremos en temperatura y precipitación más frecuentes

Ciclones tropicales más intensos

Aumento en el nivel del mar entre 0.18 y 0.54 metros

Aumento en la precipitación en latitudes altas y disminución en los subtrópicos

Departures in temperat

AR4 IPCC, 2007

Departures

2000 2100
Year

Sea Level Rise

Model-based range
excluding future rapid dynamic
changes in ice flow

Model-based range in year 2100
produced by
several models

Scenarios

Concentrations

A1F scenario

B2 scenario

A1B scenario

A2 scenario

A1F scenario

4.0

2.4 - 3.4

0.20 - 0.55

1.00

2.100

1990

Manejo de incertidumbre, generación de información para la toma de decisiones

- Incertidumbre no es ignorancia
- Incertidumbre existe en toda toma de decisión
- Tomar la mejor decisión posible con la información disponible
- La información no sólo es incompleta, también asimétrica
- Es estratégico: oportunidades/retos
- Posicionamiento, redefinición de ventajas comparativas, términos de intercambio

Tipos de incertidumbre

- Frecuencias: m escenarios +50% de precipitación, n escenarios -50% de precipitación = $m/(m+n)$ y $n/(m+n)$ probabilidad?

¿Por qué no?

Distintos tipos de incertidumbre

- Incertidumbre aleatoria (\approx riesgo): eventos aleatorios, probabilidades bien establecidas pero el resultado es incierto
- Incertidumbre epistémica: conocimiento limitado, información incompleta o falta de comprensión

Incetidumbre aleatoria: ¿sol o águila? $P(\text{sol})$, $P(\text{ág.})$ Incertidumbre epistémica: se refiere a si una moneda es “justa”

Una vez que resuelves la epistémica puedes calcular probabilidades no-ambiguas y sólo queda la incertidumbre aleatoria

IPCC AR4 GRUPO DE TRABAJO II IMPACTOS ESPERADOS

- Entre 3 v 4°C: Disminuciones globales en el potencial agrícola

glo
pok

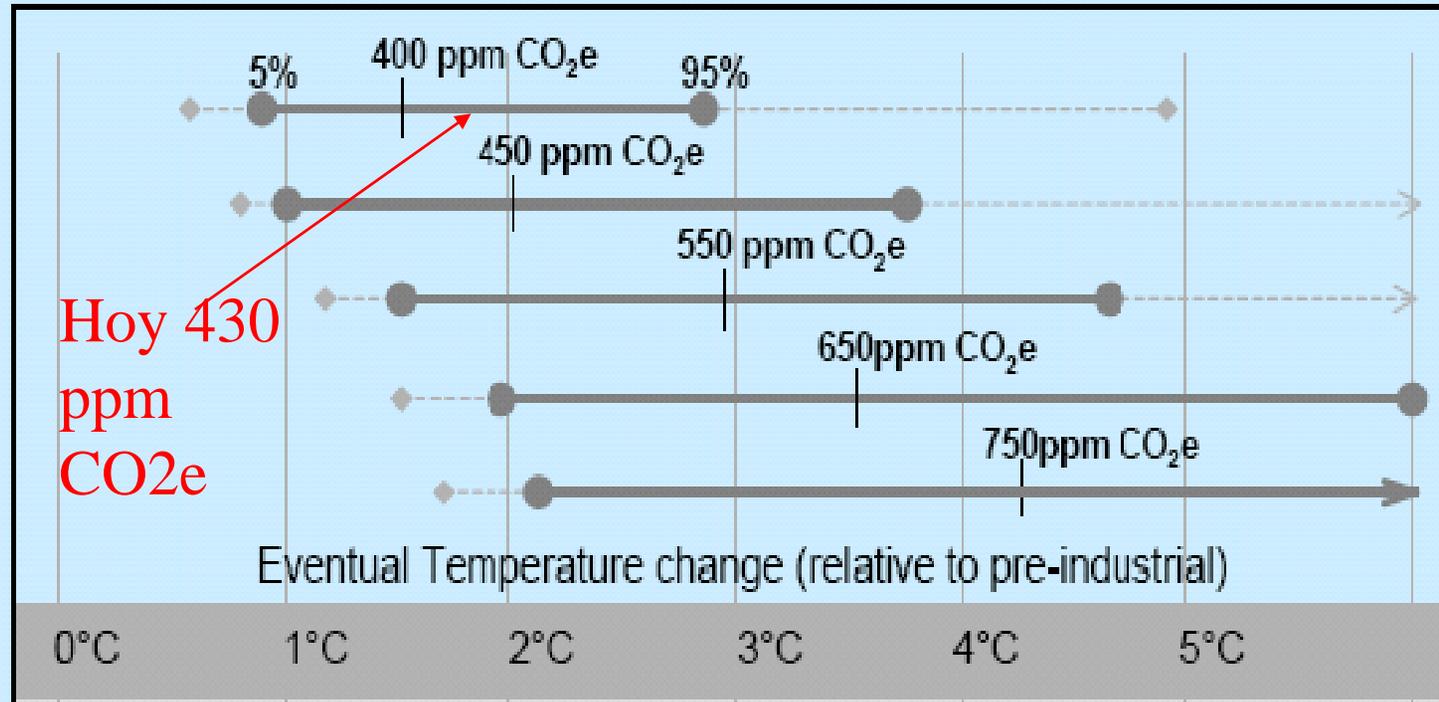
3 de la

- Ent

agr
lati

- Ent

Cor



Principales preocupaciones por región y nivel de desarrollo. REGIONES DESARROLLADAS. (IPCC AR4 WGII)

- Disponibilidad de agua, reducción de potencial hidroeléctrico, reducción de turismo, posible reducción de producción agrícola, pérdida de especies, erosión, nivel del mar, eventos extremos como inundaciones y ondas de calor, huracanes, adultos mayores.

Posibles beneficios:

- Mayor producción agrícola,
- Reducción en la demanda de energía para confort.

Cuentan con:

- Experiencia en manejo de riesgo y adaptación.
- Considerable capacidad adaptativa

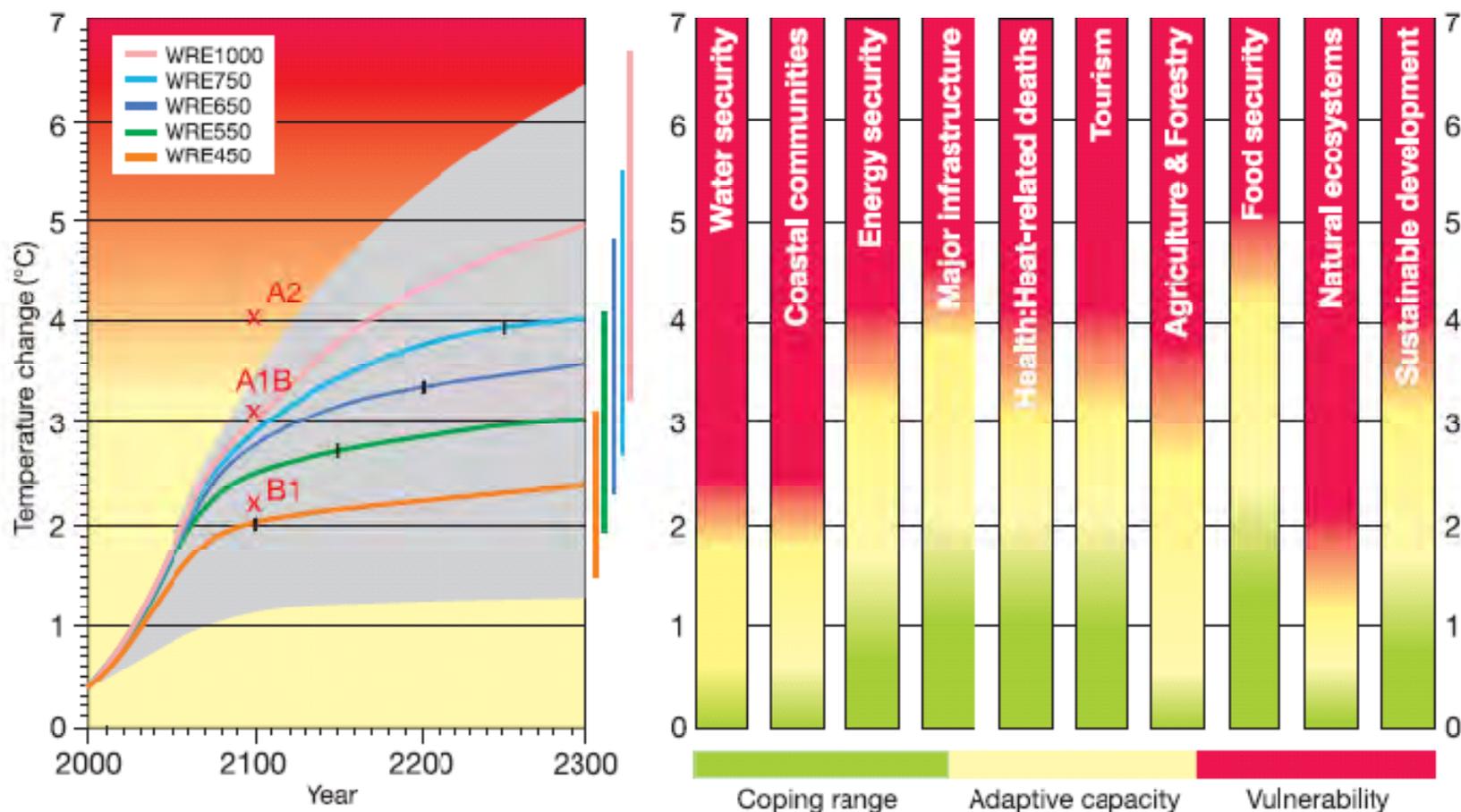


Figure 11.4. Vulnerability to climate change aggregated for key sectors in the Australia and New Zealand region, allowing for current coping range and adaptive capacity. Right-hand panel is a schematic diagram assessing relative coping range, adaptive capacity and vulnerability. Left-hand panel shows global temperature change taken from the TAR Synthesis Report (Figure SPM-6). The coloured curves in the left panel represent temperature changes associated with stabilisation of CO₂ concentrations at 450 ppm (WRE450), 550 ppm (WRE550), 650 ppm (WRE650), 750 ppm (WRE750) and 1,000 ppm (WRE1000). Year of stabilisation is shown as black dots. It is assumed that emissions of non-CO₂ greenhouse gases follow the SRES A scenario until 2100 and are constant thereafter. The shaded area indicates the range of climate sensitivity across the five stabilisation cases. The narrow bars show uncertainty at the year 2300. Crosses indicate warming by 2100 for the SRES B1, A1B and A2 scenarios.

Principales preocupaciones por región y nivel de desarrollo. REGIONES EN DESARROLLO. (IPCC AR4 WGII)

- Disponibilidad de agua, inundaciones, pérdida de glaciares, producción agrícola y hambre, poblaciones indígenas, aumentos en el nivel del mar, eventos extremos, morbilidad y mortalidad por enfermedades como diarrea, desertificación y salinización del suelo, pérdida de biodiversidad.
- Altos niveles de vulnerabilidad
- Desarrollo sustentable.
- Falta de capacidad adaptativa y recursos para investigación.
- Preocupación por recursos para adaptación.

Key Hot Spots for Latin America IPCC-AR4-WG2 América Latina

Aumenta la vulnerabilidad a eventos extremos (huracanes)

Corales y manglares seriamente amenazados por > temperatura del mar

Mayor extinción de mamíferos, pájaros, mariposas, ranas y reptiles (2050)

Desaparición de manglares en costas bajas si el nivel del mar aumenta hasta su máximo previsto

Amazonas: Hacia fines del siglo se perdería el 43% de las especies forestales. La parte este de la selva sería reemplazada por sabana.

Reducción de la disponibilidad hídrica y la generación de energía debido a la reducción y/o desaparición de glaciares.

Aumento de aridez y escasez de agua.

Cerrados: Si la temperatura aumenta 2°C se perderá el 24% de las 138 especies forestales.

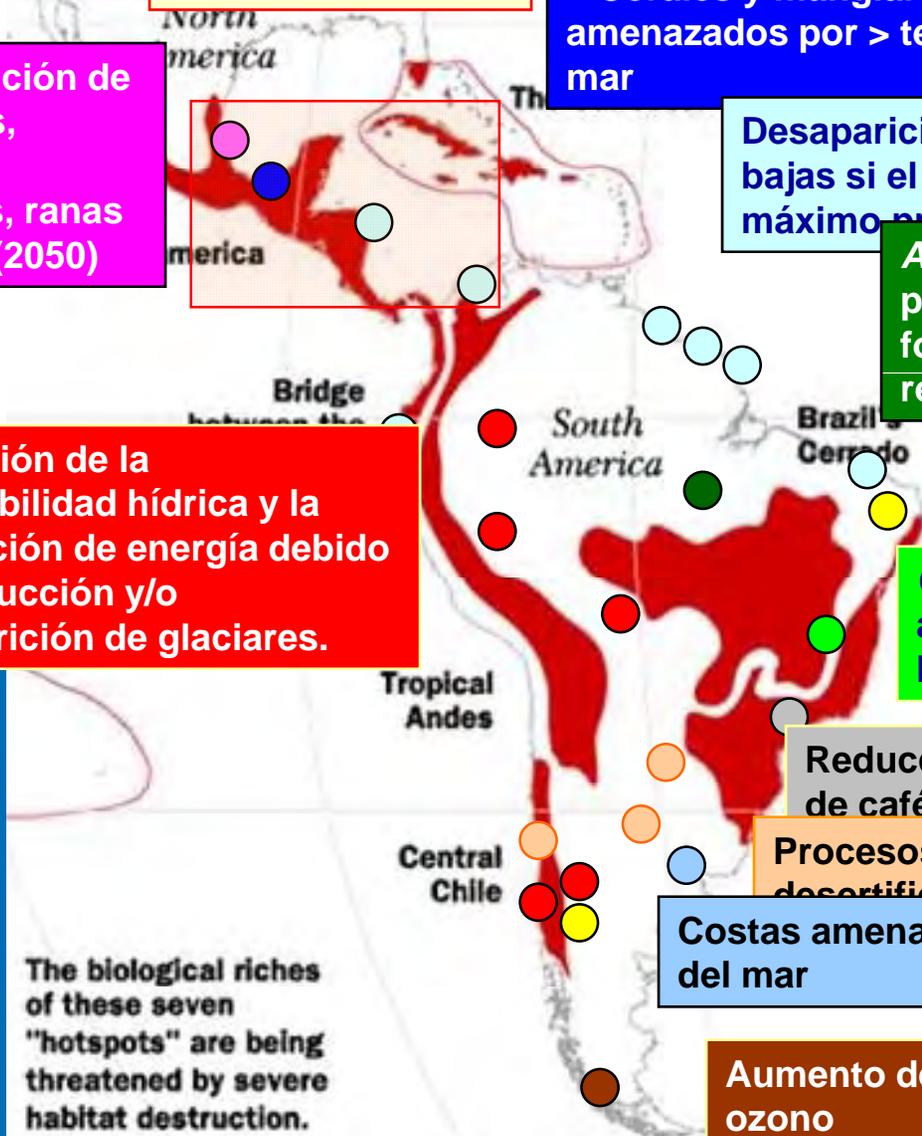
Reducción de las tierras aptas para el cultivo de café.

Procesos severos de degradación y desertificación

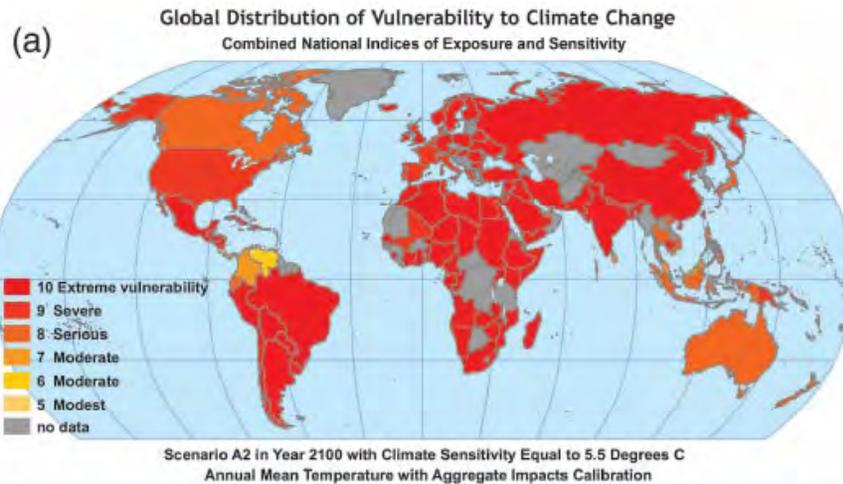
Costas amenazadas por aumento de tormentas y nivel del mar

Aumento de cancer de piel por reducción de ozono

The biological riches of these seven "hotspots" are being threatened by severe habitat destruction.

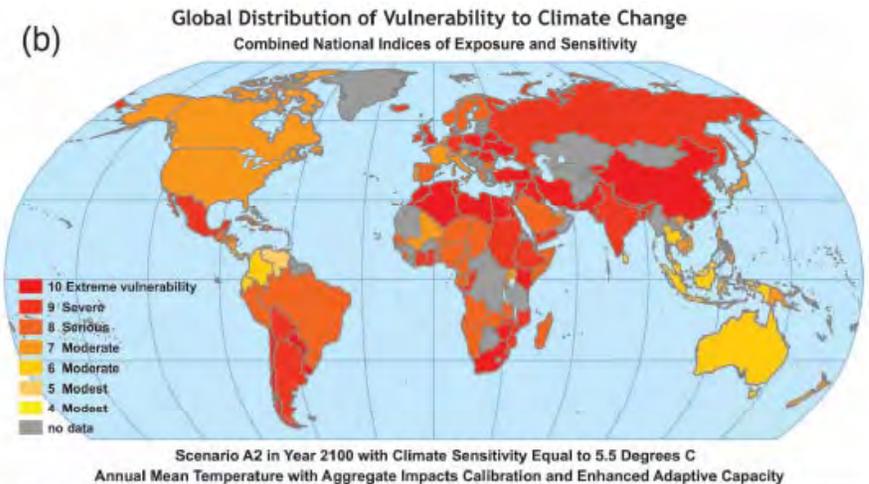


Distribución Global de la Vulnerabilidad la cambio climático



<http://clesin.columbia.edu/data/climate/>

©2006 Wesleyan University and Columbia University



<http://clesin.columbia.edu/data/climate/>

©2006 Wesleyan University and Columbia University

Impacto esperado en precios

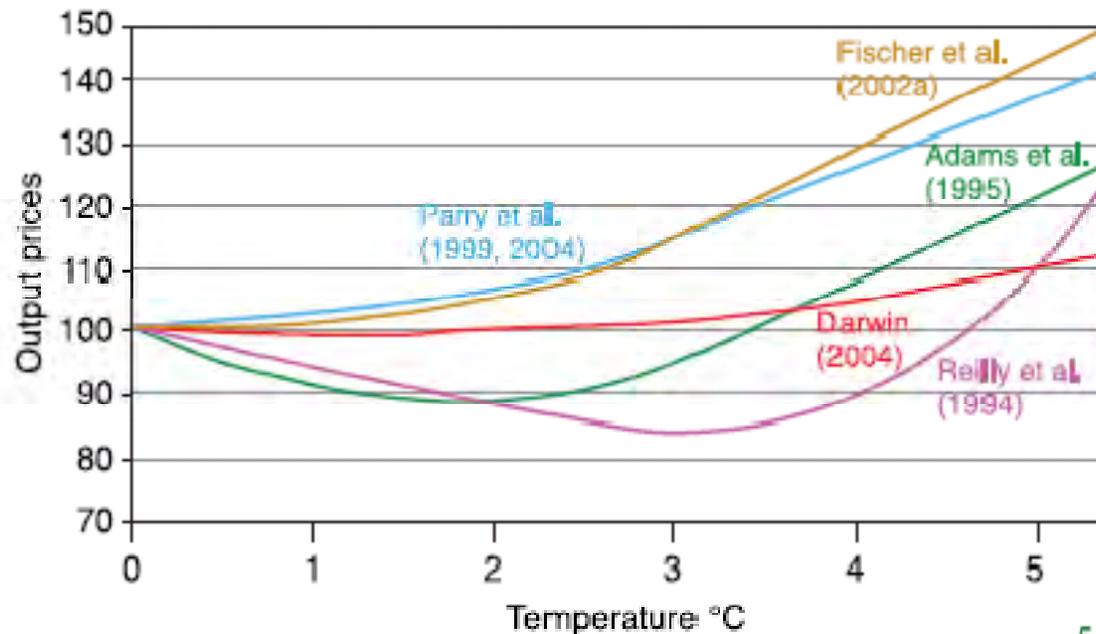


Figure 5.3. Cereal prices (percent of baseline) versus global mean temperature change for major modelling studies. Prices interpolated from point estimates of temperature effects.

5.6.4 Regional costs and associated socio-economic impacts

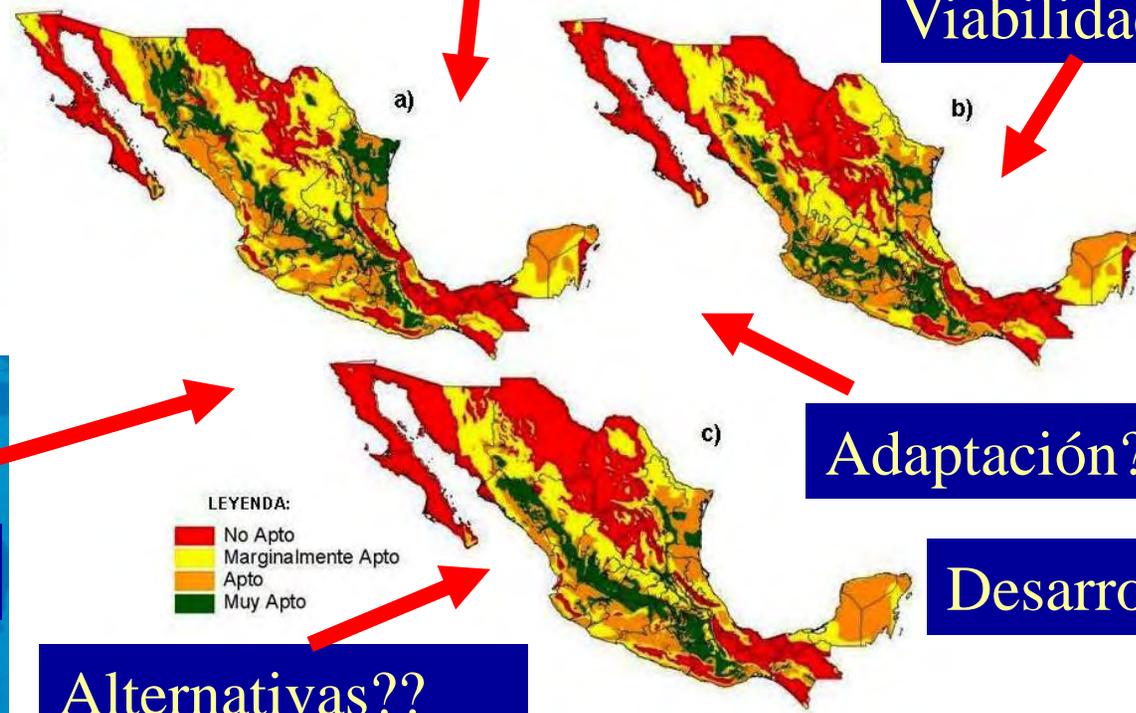
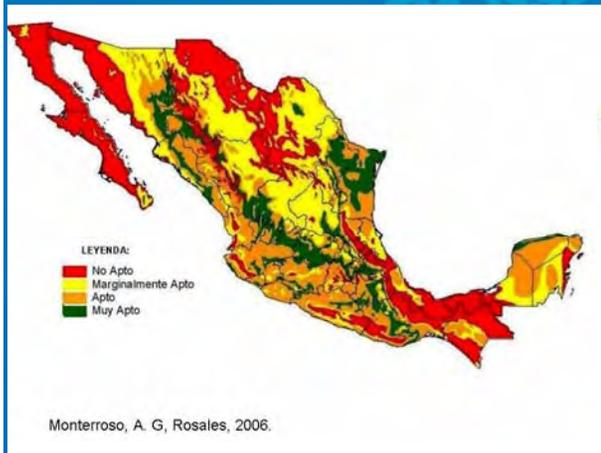
Fischer et al. (2002b) quantified regional impacts and concluded that globally there will be major gains in potential agricultural land by 2080, particularly in North America (20-50%) and the Russian Federation (40-70%), but losses of up to 9% in sub-Saharan Africa. The regions likely to face the biggest challenges in food security are Africa, particularly sub-Saharan Africa, and Asia, particularly south Asia (FAO, 2006).

Impactos Potenciales de Cambio Climático en México Agricultura (2050)



Costos económicos??

Viabilidad??



Escenario base de aptitud para maíz

Costos sociales??

Estrategias??

Biocombustibles??

Alternativas??

Adaptación??

Desarrollo??

Aptitud para maíz de temporal bajo escenarios A2 de cambio climático para el año 2020. A) Modelo GFDL, B) Modelo ECHAM y C) Modelo HADLEY.

Agricultura en México, condiciones generales (AGROASEMEX)

- Ocupa el *21% de la fuerza laboral*, produce sólo el *3.8% del PIB*
- Grandes *asimetrías* (en granos 78% son de temporal y autoconsumo, mayoría maíz) pobreza y baja productividad
- *Gran dependencia de factores climáticos* (98% del riesgo catastrófico base corresponde a sequías (80%) y a fenómenos ciclónicos (18%))
- Poco acceso a seguros convencionales, gran dependencia de *programas públicos de asistencia por contingencias climáticas*
 - Casi *300 millones de dólares en la última década*

Escurrecimiento, disponibilidad de agua. IPCC WGII

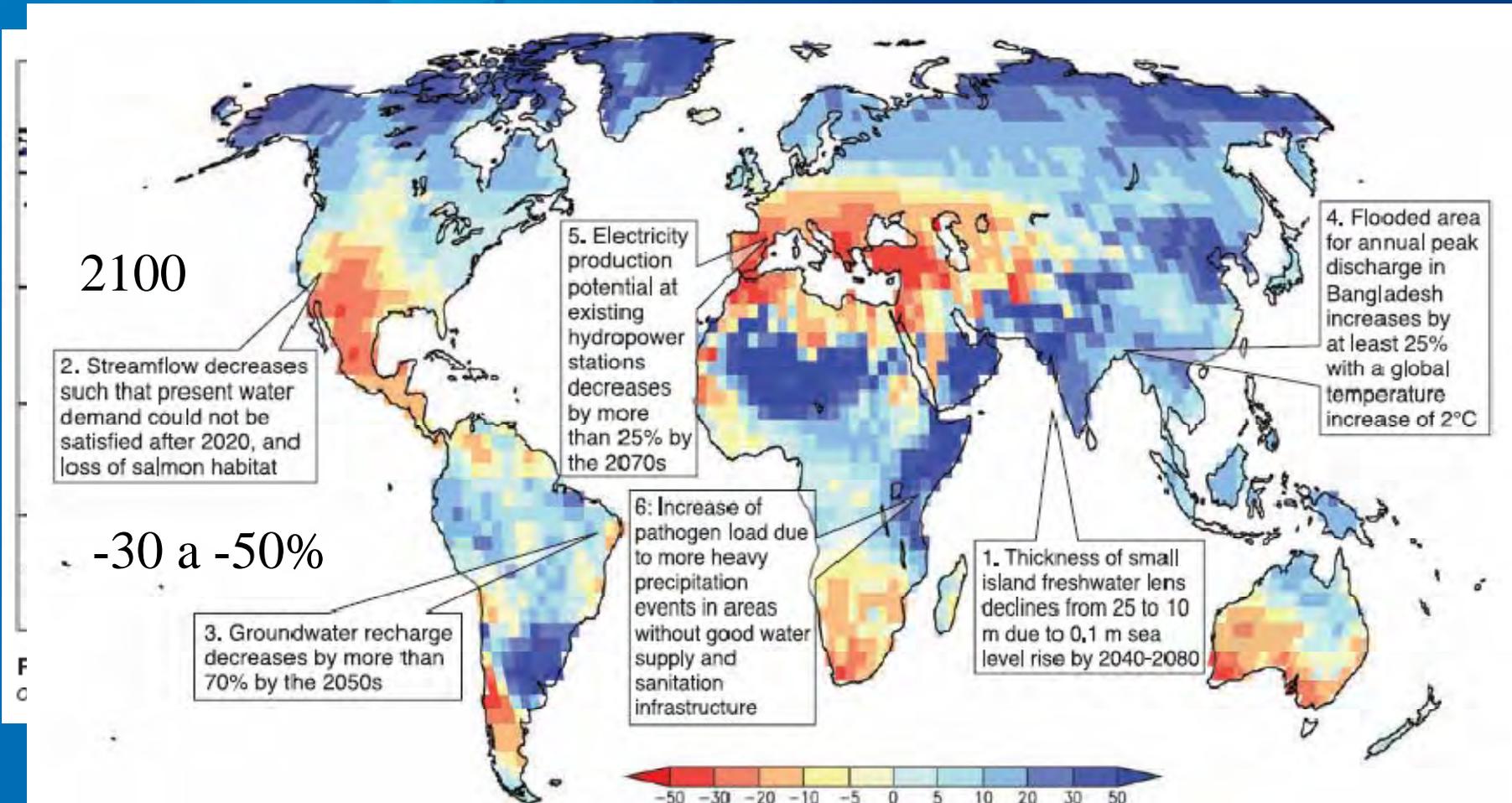
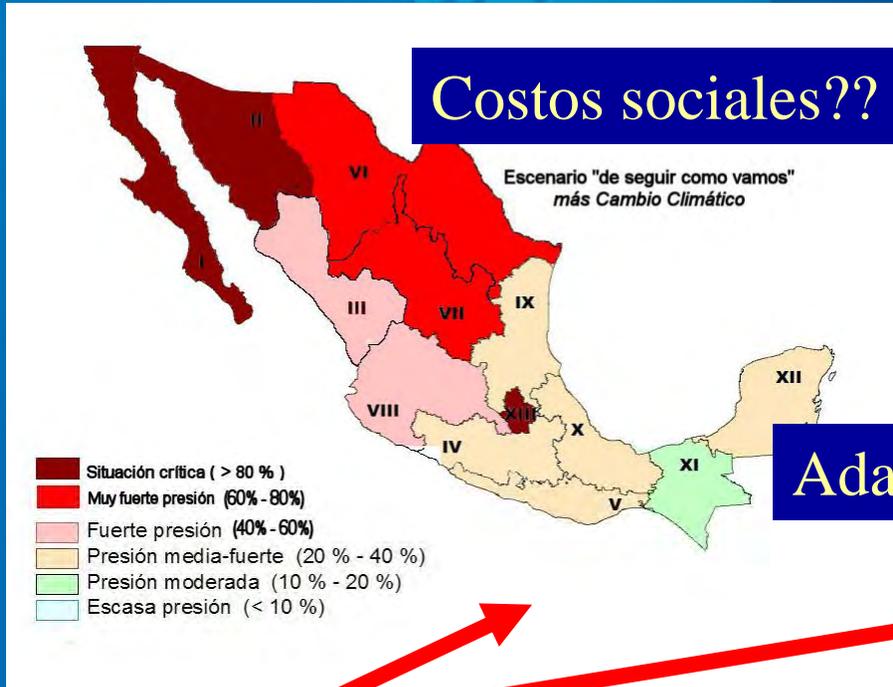


Figure 3.8. Illustrative map of future climate change impacts on freshwater which are a threat to the sustainable development of the affected regions. 1: Bobba et al. (2000), 2: Barnett et al. (2004), 3: Döll and Flörke (2005), 4: Mirza et al. (2003) 5: Lehner et al. (2005a) 6: Kistemann et al. (2002). Background map: Ensemble mean change of annual runoff, in percent, between present (1981 to 2000) and 2081 to 2100 for the SRES A1B emissions scenario (after Nohara et al., 2006).

Impactos Potenciales de Cambio Climático en México

Agua (2030) y Bosques (2050)



Comunicación de riesgo??

Sustentabilidad??

Desarrollo??

Biodiversidad??

Adaptación??

Toma de decisiones??

Costos económicos??

Estrategias??

Salud??

Alternativas??



Impactos en la economía global (%PIB)

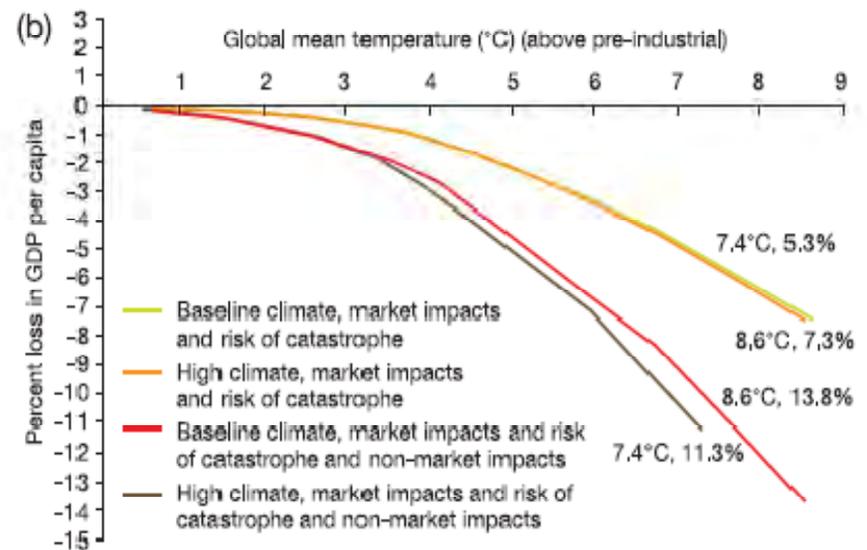
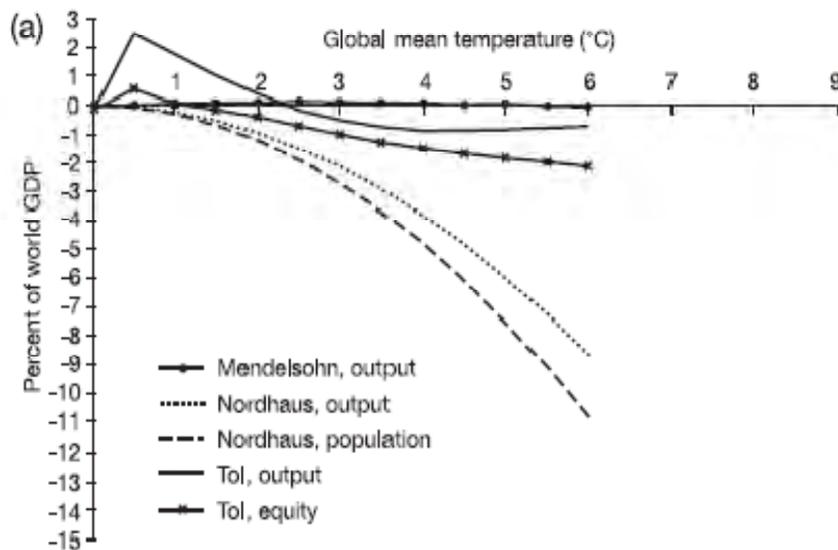


Figure 20.3. (a) Damage estimates, as a percent of global GDP, as correlated with increases in global mean temperature. Source: IPCC (2001b). (b) Damage estimates, as a percent of global GDP, are correlated with increases in global mean temperature. Source: Stern (2007).

Mendelson, Nordhaus, Tol, Hope.

Desde ningún impacto (!) hasta 13.8% del PIB

¿México?
¿Implicaciones?

No sabemos

The Economics of Climate Change

The Stern Review



El Reporte Stern (1)

- Si no se reducen las emisiones al 2035 tendremos +550ppm y garantiza al menos +2°C global y 50% de probabilidades de rebasar 5°C en un plazo más largo
- Estabilización a 550ppm requiere que en el 2050 las emisiones sean 25% menores a las actuales
- Ya sería demasiado difícil y caro estabilizarse a 450ppm, si no hacemos nada eso nos pasará también con las 550ppm



The Economics of
Climate Change

The Stern Review



NICHOLAS STERN

Quantum

El Reporte Stern (2)

- Los costos de cambio climático serán equivalentes a perder entre 5% y 20% del PIB mundial anual todos los años
- La inversión (costos) necesaria para evitar los peores impactos sería de 1% anual del PIB mundial
- Los costos por eventos extremos podrían alcanzar el 1% del PIB mundial a mediados de este siglo
- Los países en desarrollo serán los más afectados

A faint, light blue world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and oceans. The map is semi-transparent, allowing the dark blue background to show through.

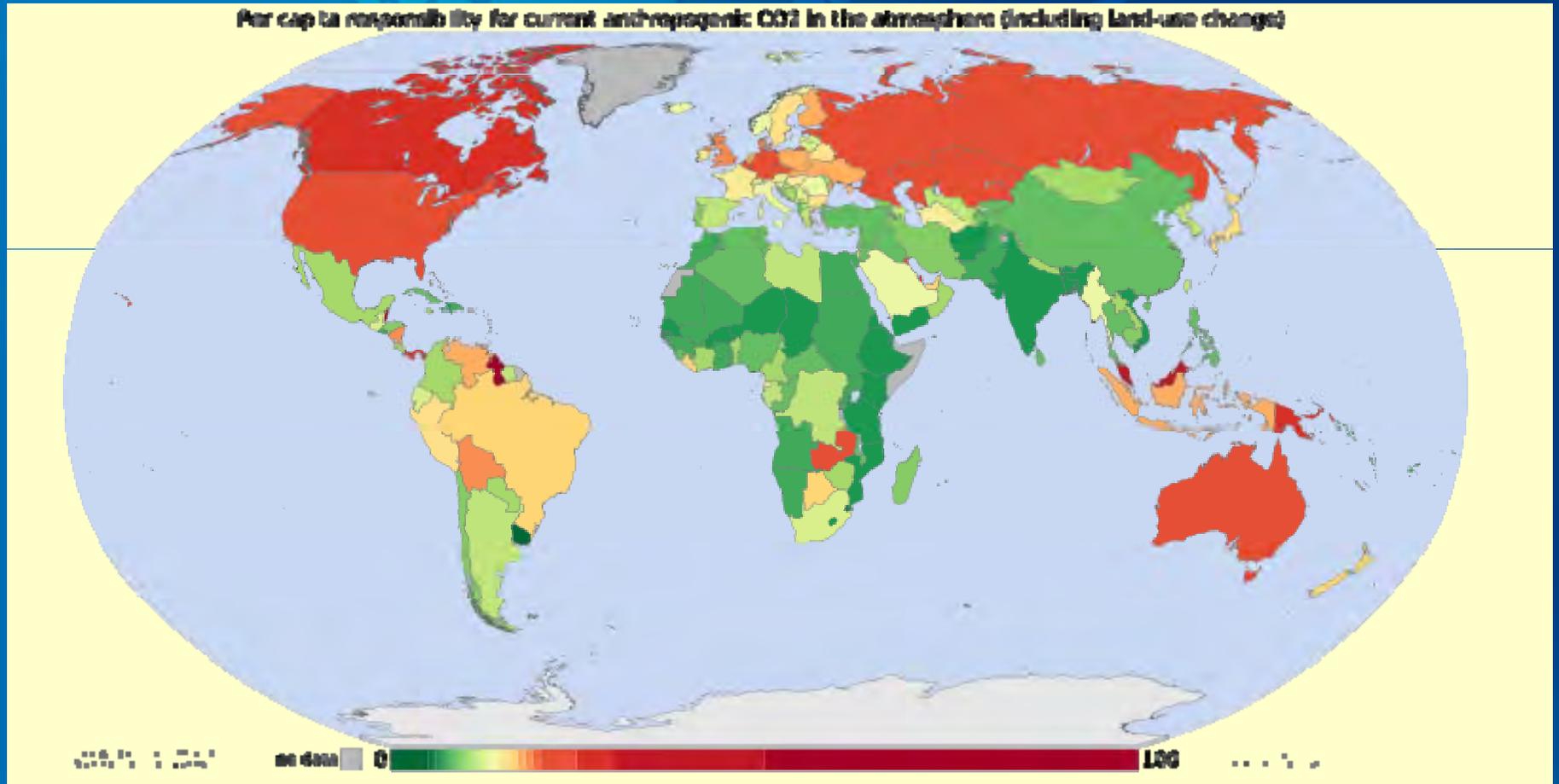
Emisiones,
concentraciones,
objetivos.

¿En dónde estamos y a
dónde vamos?

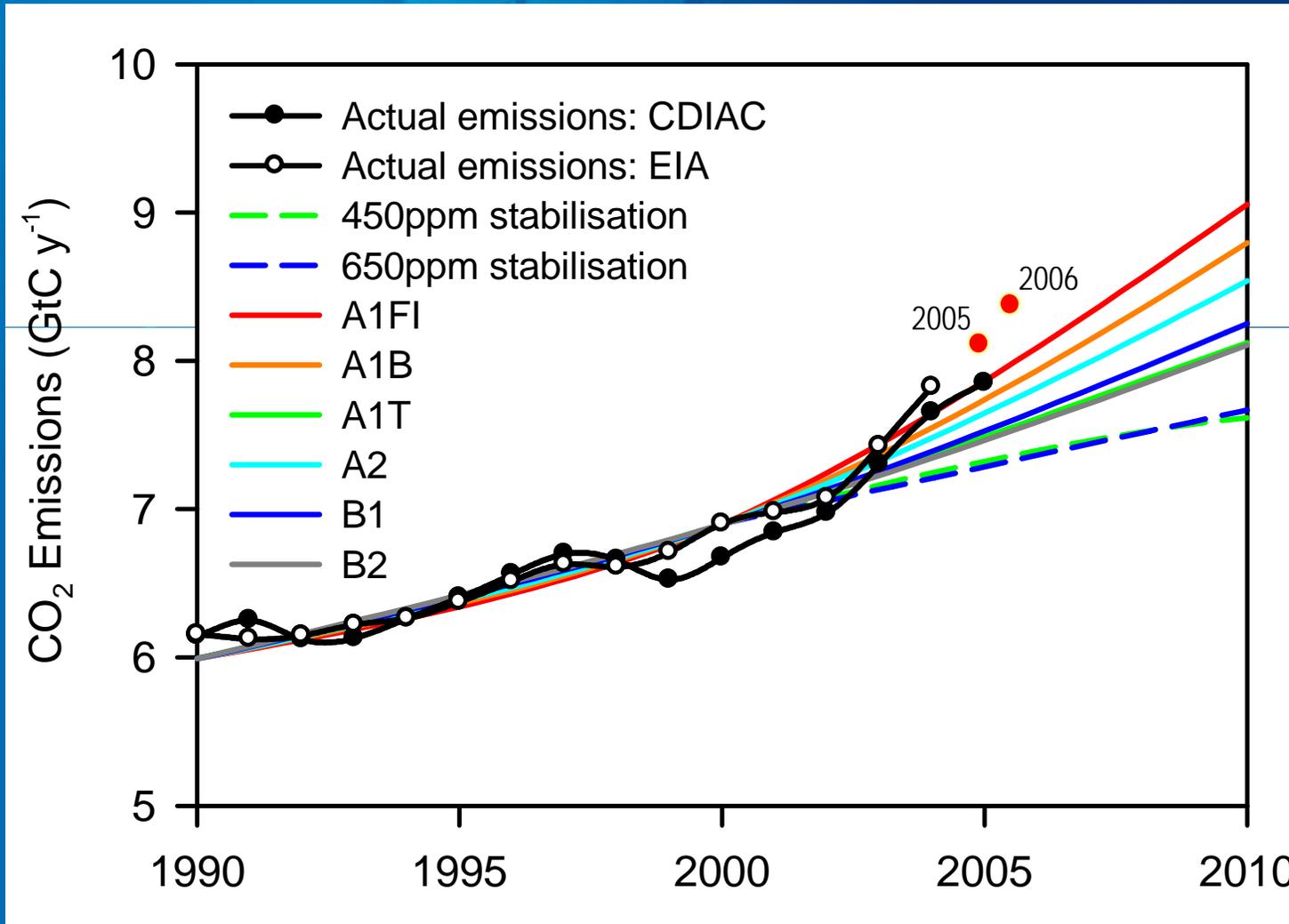
Tendencias de emisiones de gases de efecto invernadero

- De 1970 a 2004 las emisiones han crecido 70% (24% entre 1990 y 2004)
- Países desarrollados (Anexo I)
 - 20% población
 - 57% PIB
 - 46% de las emisiones
- Protocolo de Kioto
 - Reducción de 5.8% de los niveles de 1990. No EUA y habrá reducido 3%.
 - Metas nuevo protocolo 20-45% de 1990. ¿Factible negociación 15%?

Responsabilidad per-cápita de las concentraciones actuales de CO2



Trajectoria de emisiones globales de combustibles fósiles

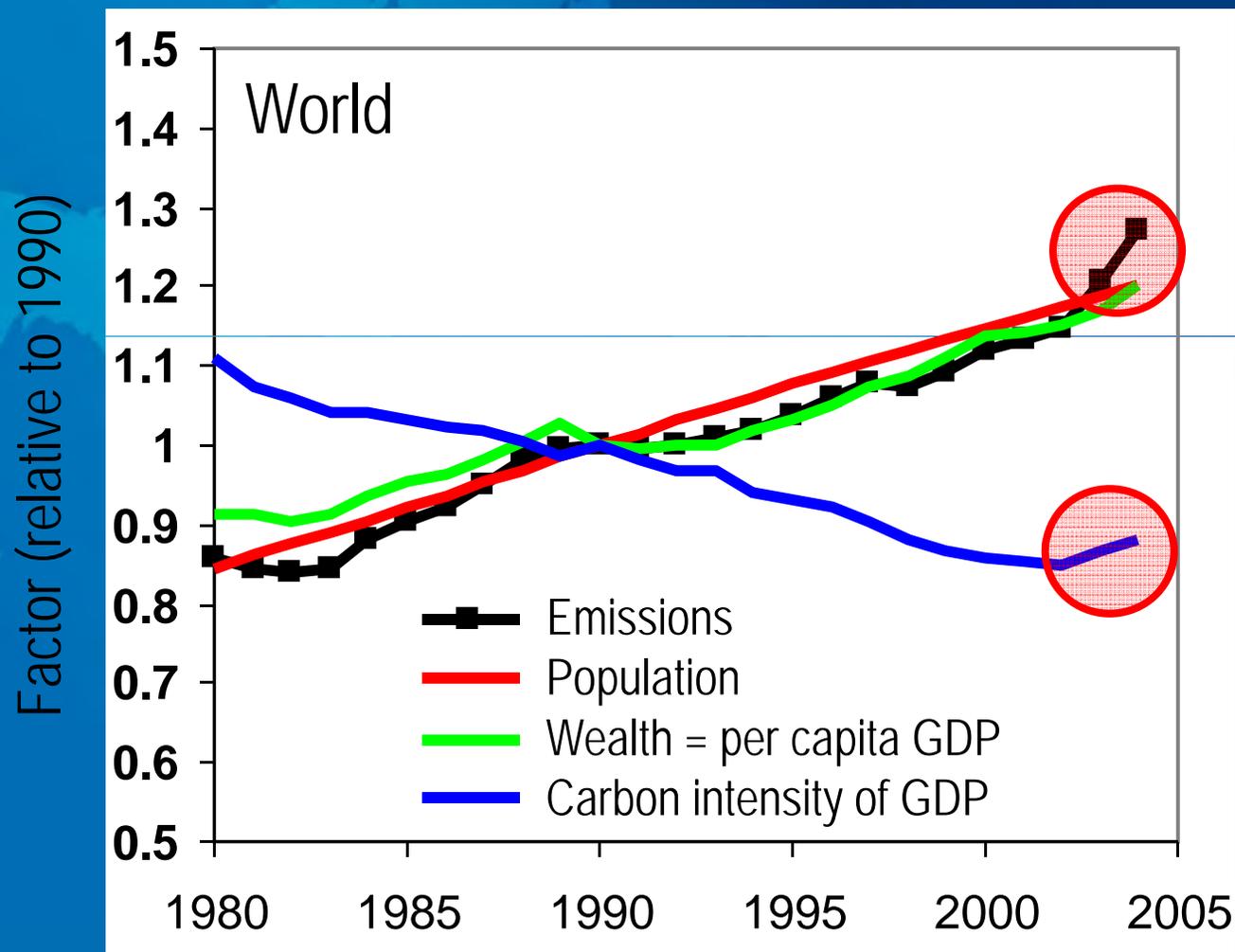


SRES (2000) growth rates in % y^{-1} for 2000-2010:

- A1B: 2.42
- A1FI: 2.71
- A1T: 1.63
- A2: 2.13
- B1: 1.79
- B2: 1.61

Observed 2000-2006 3.3%

Eficiencia energética, intensidad de carbón

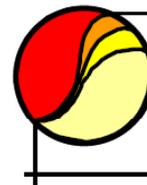


Evitando cambio climático peligroso

- *The ultimate objective of this Convention and any related legal instruments that the Conference of the Parties may adopt is to achieve, in accordance with the relevant provisions of the Convention, stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system.*
- *Such a level should be achieved within a time-frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner.*

< 2°C global

¿PARA QUIÉN
ES O NO
PELIGROSO???



AVOIDING DANGEROUS
CLIMATE CHANGE

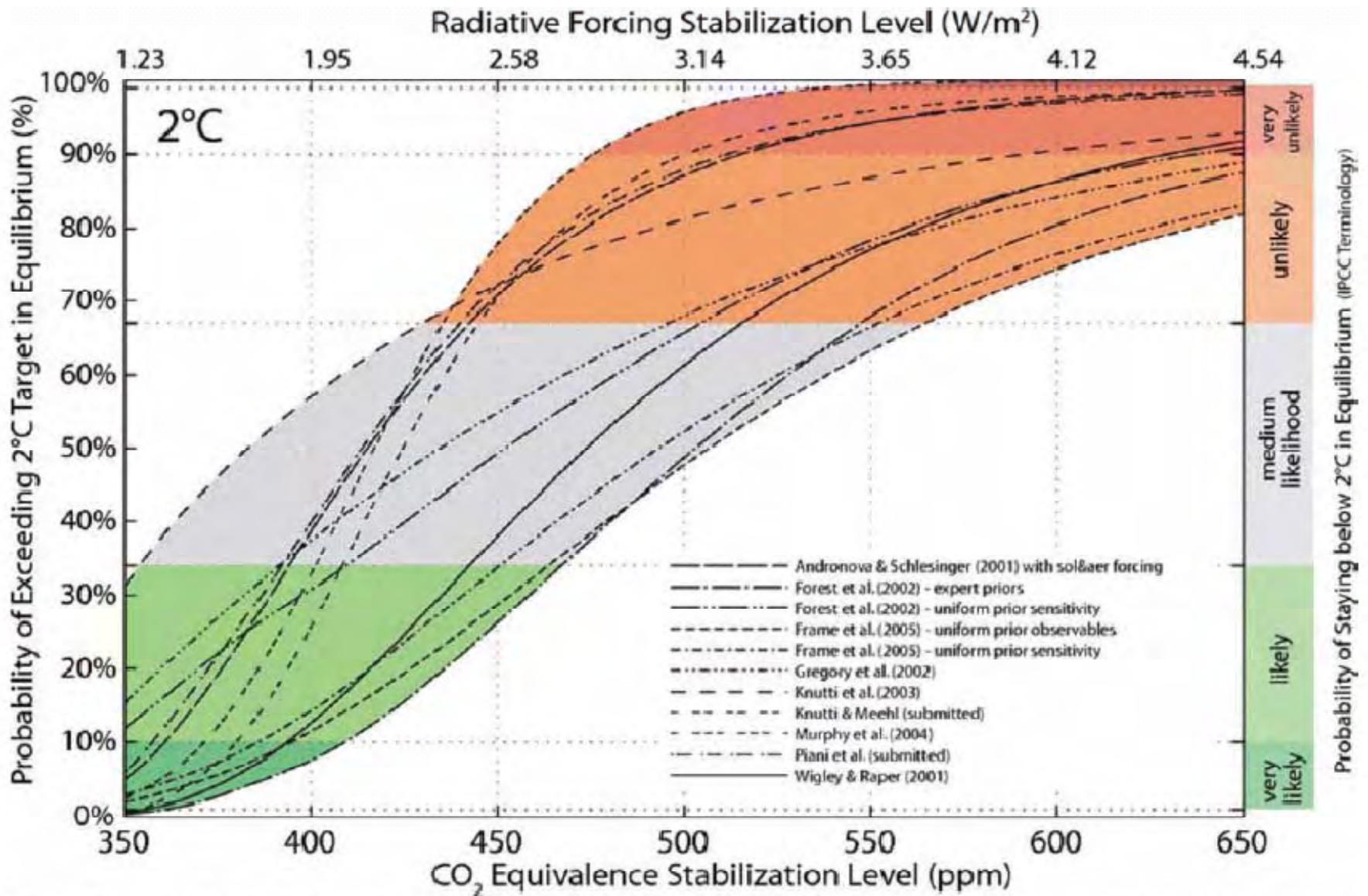
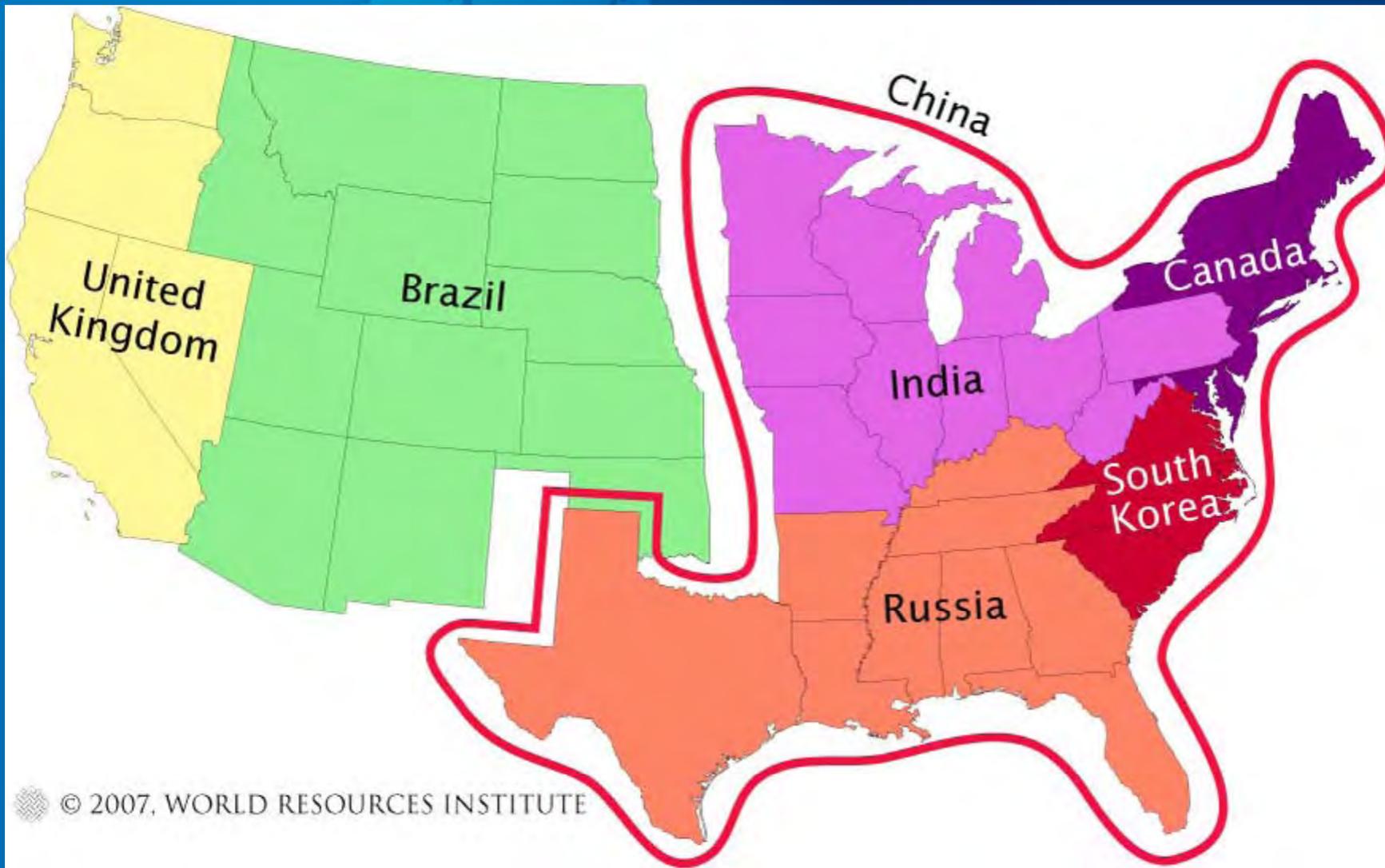


Figure 19.1. Probability (see 'Key caveat' above on low confidence for specific quantitative results) of exceeding an equilibrium global warming of 2°C above pre-industrial (1.4°C above 1990 levels), for a range of CO₂-equivalent stabilisation levels. Source: Hare and Meinshausen (2005).

Emisiones de EUA

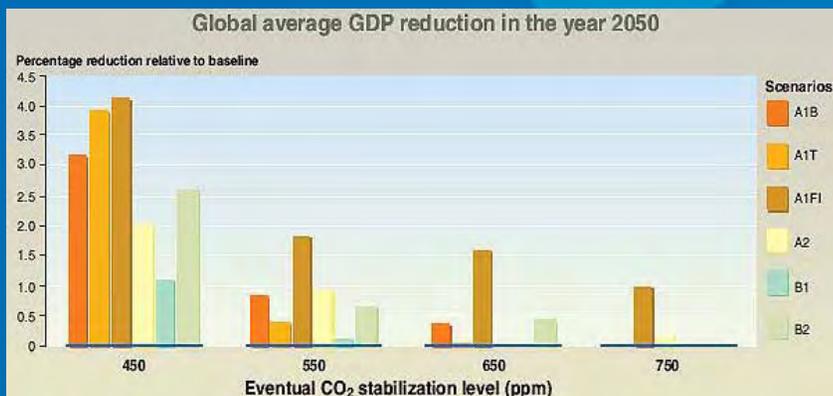


Cambio Climático

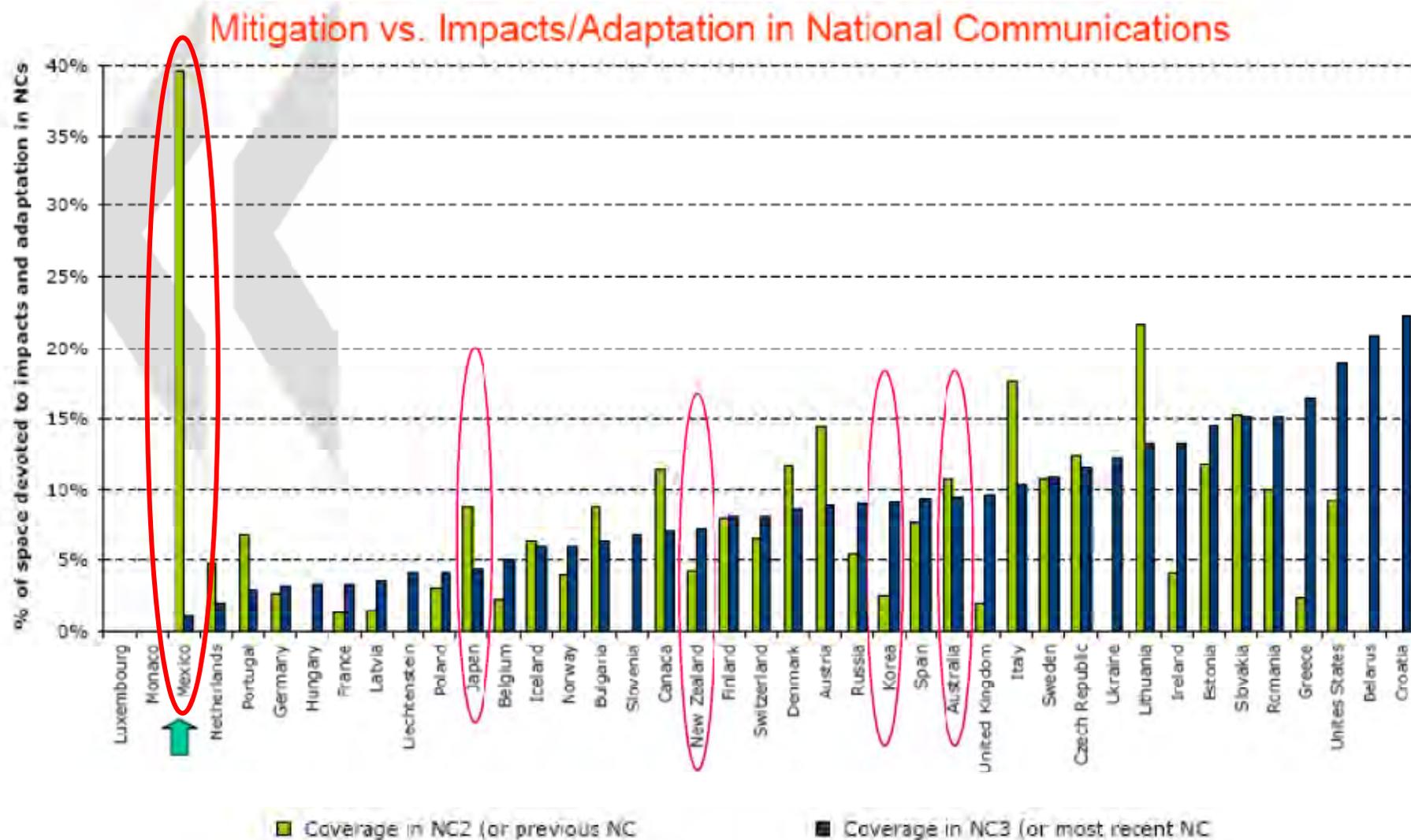
Mitigación

Adaptación

Qué vamos a hacer?



Impacts/Adaptation in OECD National Communications



Ancha Srinivasan, Ph.D.
 Institute for Global Environmental
 Strategies (IGES)

Source: OECD

Conclusiones

- Cambio climático YA está ocurriendo, sus impactos YA se pueden observar. En algunos casos están ocurriendo antes de lo esperado.
- URGE conocer más sobre sus impactos en México (altamente vulnerable)
- Impacto social y económico?? Estimaciones?? Estrategias?? (viabilidad, rentabilidad, mercados??)
- Adaptación y/o mitigación: negociaciones internacionales
- El incremento de la temperatura global depende directamente del tipo de desarrollo del planeta (y de su tecnología).
- El cambio climático representa un problema con información incompleta y asimétrica (importancia de invertir en investigación propia).
- Los impactos de cambio climático no se van a distribuir uniformemente entre países ni al interior de los mismos.

Conclusiones

- Cambios importantes en la economía global y regional
- Es estratégico: redefinición de los papeles que juegan los países en la economía global, nuevos retos/oportunidades
- Nuevas líneas de investigación (multidisciplina)
- Urgente formación de recursos humanos
- Necesaria inversión propia (gobierno) en generación de conocimiento