

# Novas perspectivas sobre Cambio Climático: Modelos Rexionais e Modelos do Sistema Terra



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

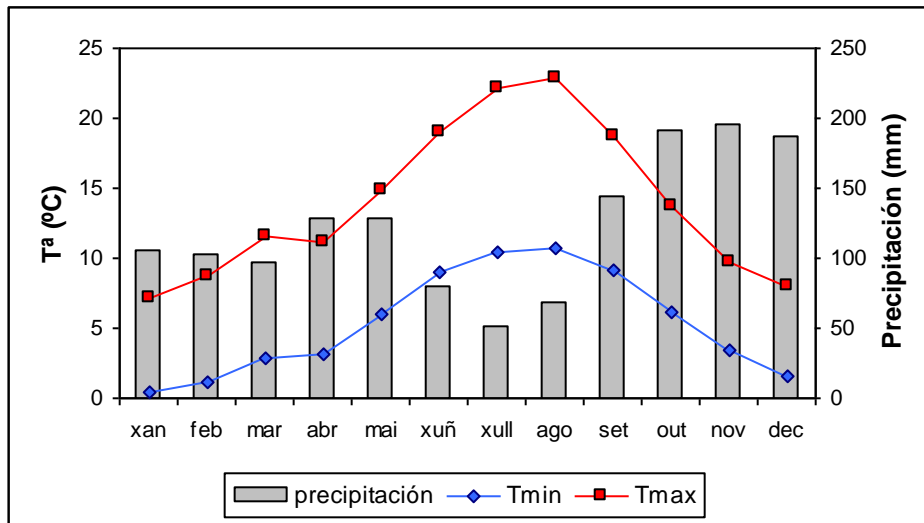
METEOGALICIA

## PUNTOS A TRATAR

- Meteorología y climatología
- Variabilidad natural del clima a lo largo de la historia
- ¿Está cambiando el clima? Huellas del cambio climático. Detección y atribución
- ¿Qué podemos hacer? Informes del IPCC (panel internacional para el estudio del cambio climático)
- Conclusiones del IPCC 4AR
- Mitigación y adaptación
- Nuevas perspectivas para el 5AR



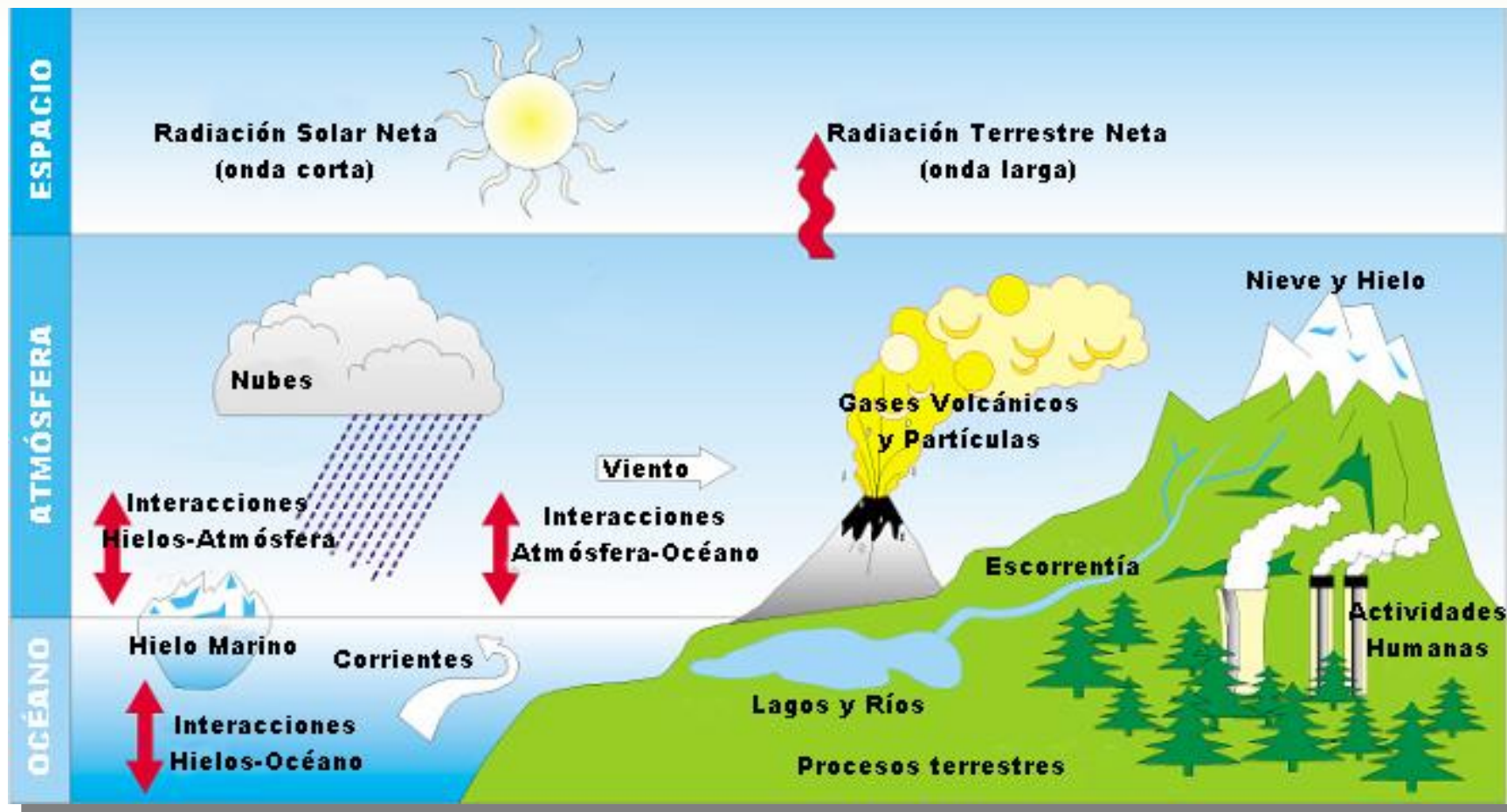
## DEFINICIONES



**Clima:** descripción estadística en términos de media y variabilidad de las medidas relevantes del sistema climático.

**Tiempo:** condiciones específicas de la atmósfera en un determinado lugar y momento. Se mide en función de parámetros tales como nubosidad, lluvia, temperatura, viento.

# EL SISTEMA CLIMÁTICO



El clima es un sistema interactivo. Tiene 5 componentes principales: Atmósfera, hidrosfera, criosfera, superficie terrestre y biosfera.

# EARTH SYSTEM SCIENCE



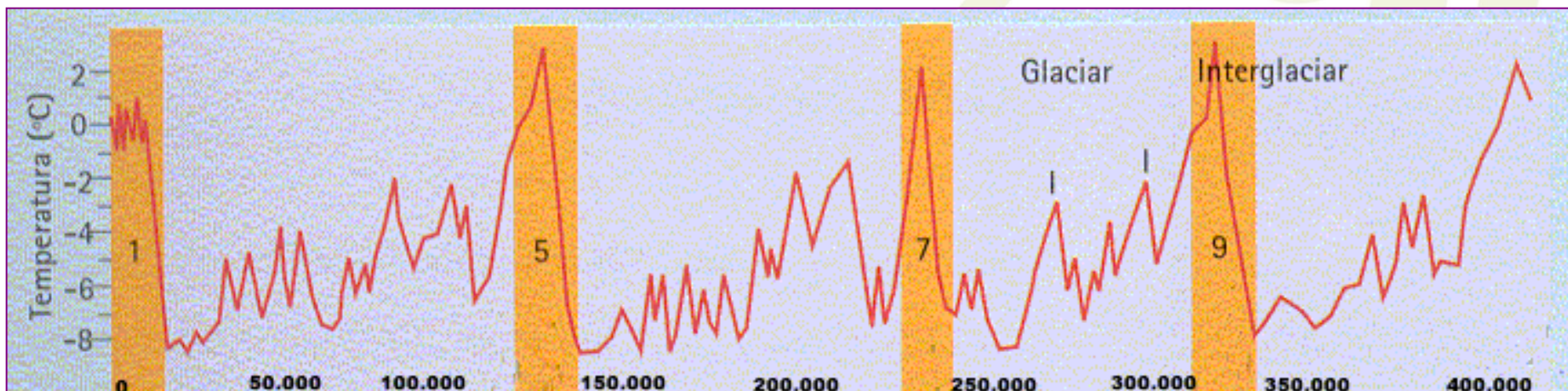
# Variabilidad climática

El clima se refiere a al promedio de todos los estados del tiempo.

El clima varía:

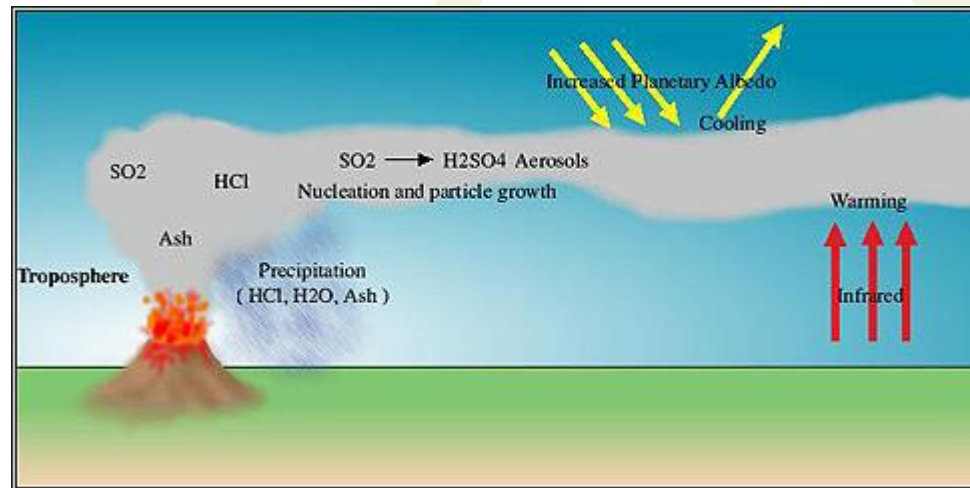
Espacialmente: Diferencias de latitud, distancia al mar, presencia de montañas, vegetación.

Temporalmente: Diferencias estacionales, interanuales, decadales o en escalas milenarias (ej. Períodos glaciares e interglaciares).

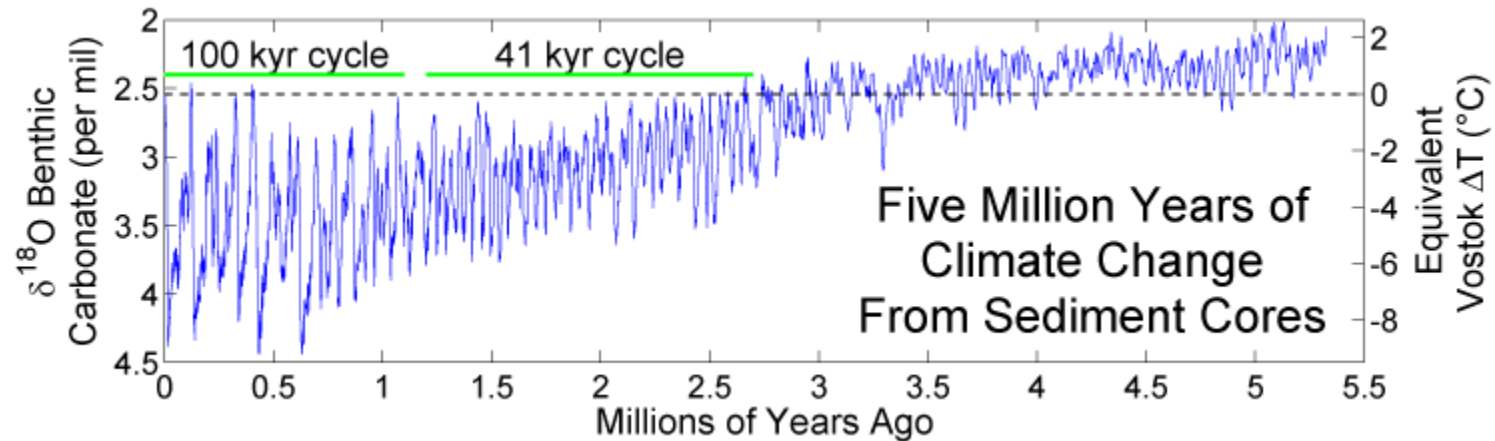


# VARIABILIDAD NATURAL DEL CLIMA

- Deriva de los continentes
- Variaciones en la órbita terrestre (ciclos de Milankovich)
- Variaciones en la actividad solar
- Actividad volcánica



# VARIABILIDAD NATURAL

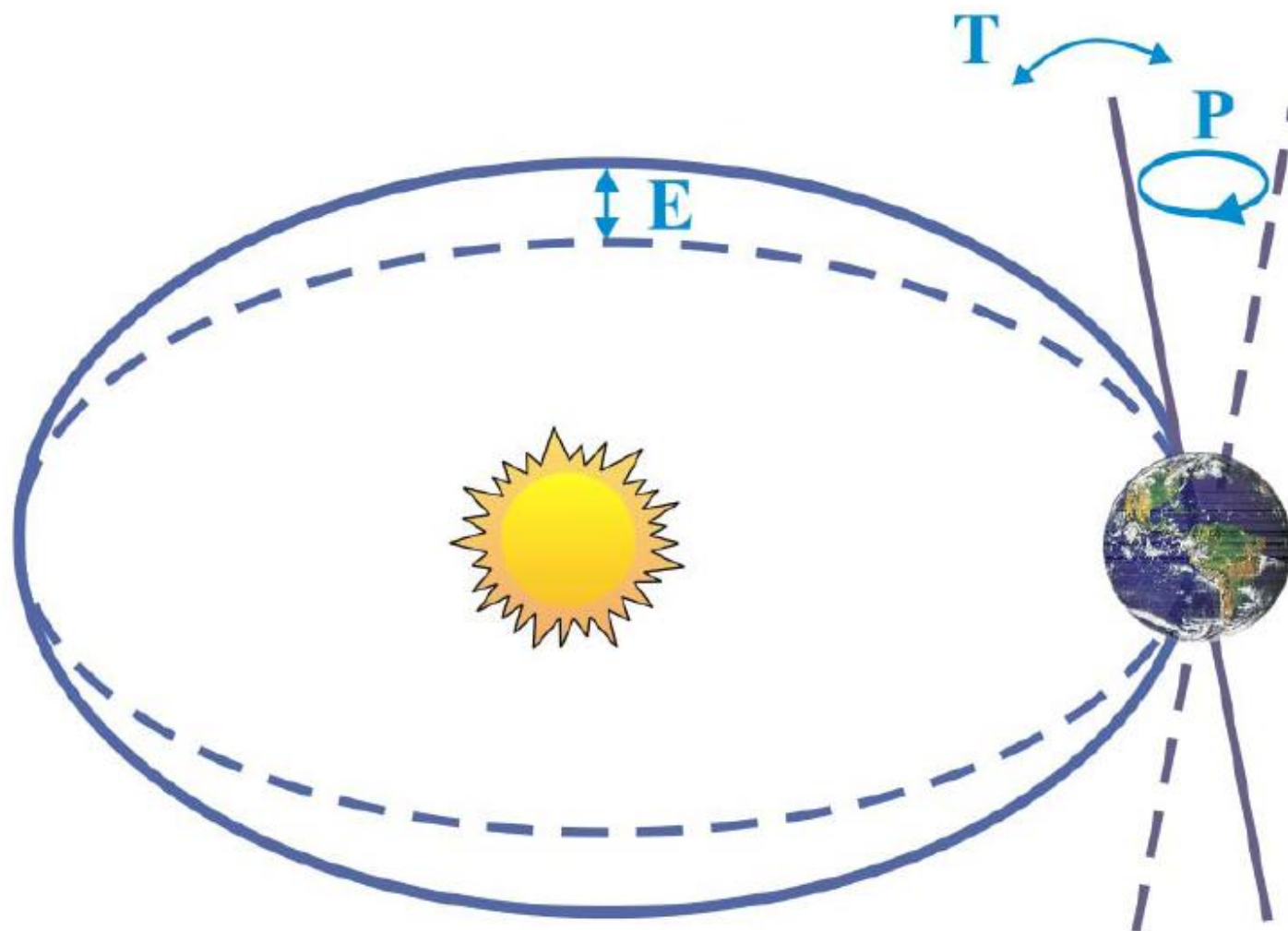


Causas de los períodos glaciares:

Ciclos de Milankovitch. Composición atmosférica.  
Disposición de continentes.

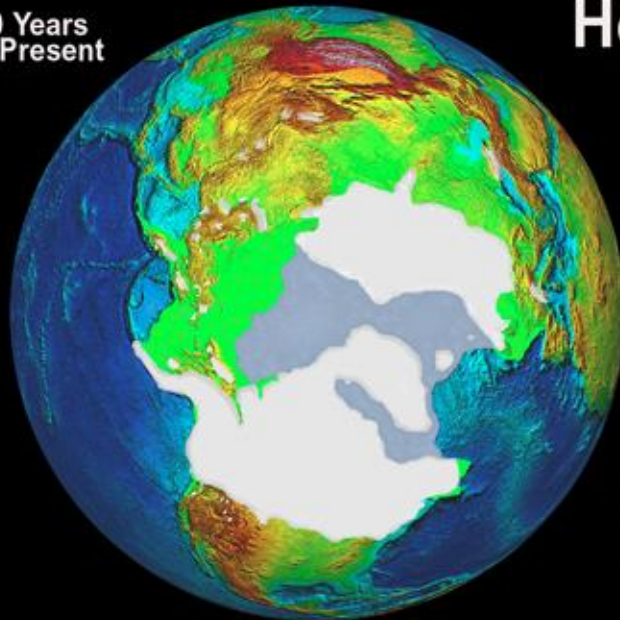
Sedimentos oceánicos.  $\delta\text{O}_{18}$

# Ciclos de Milankovitch



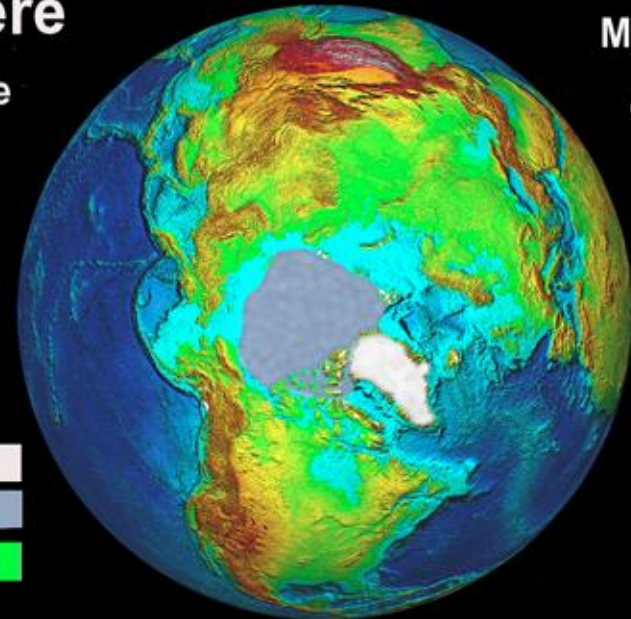
# PERÍODOS GLACIARES

18,000 Years  
Before Present



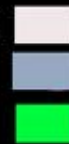
## Northern Hemisphere Ice Coverage

Modern  
Day  
(August)



### Legend

- Continental Ice
- Sea Ice
- Land Above Sea Level



Note: Modern sea ice coverage represents summer months.



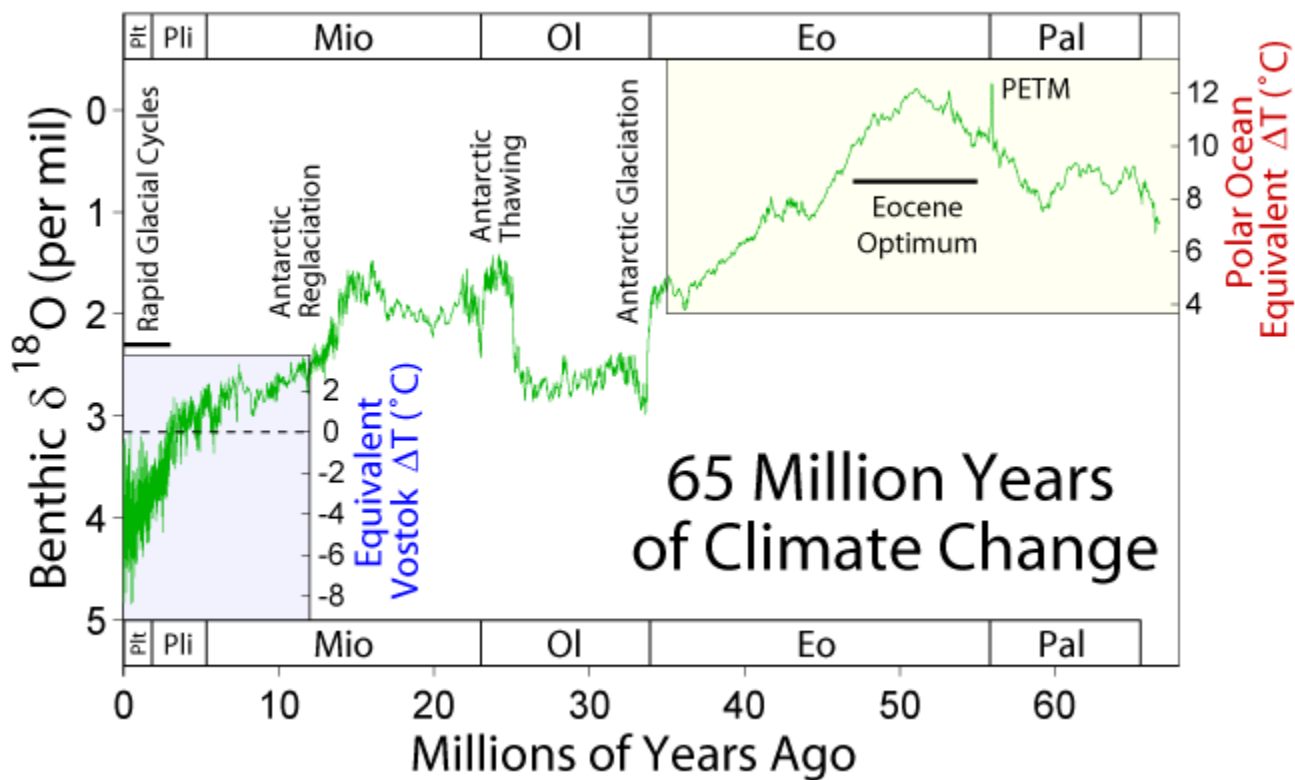
XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

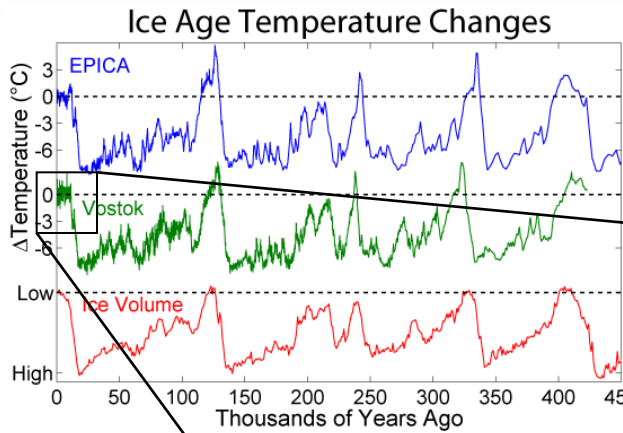
METEOGALICIA

# VARIABILIDAD NATURAL

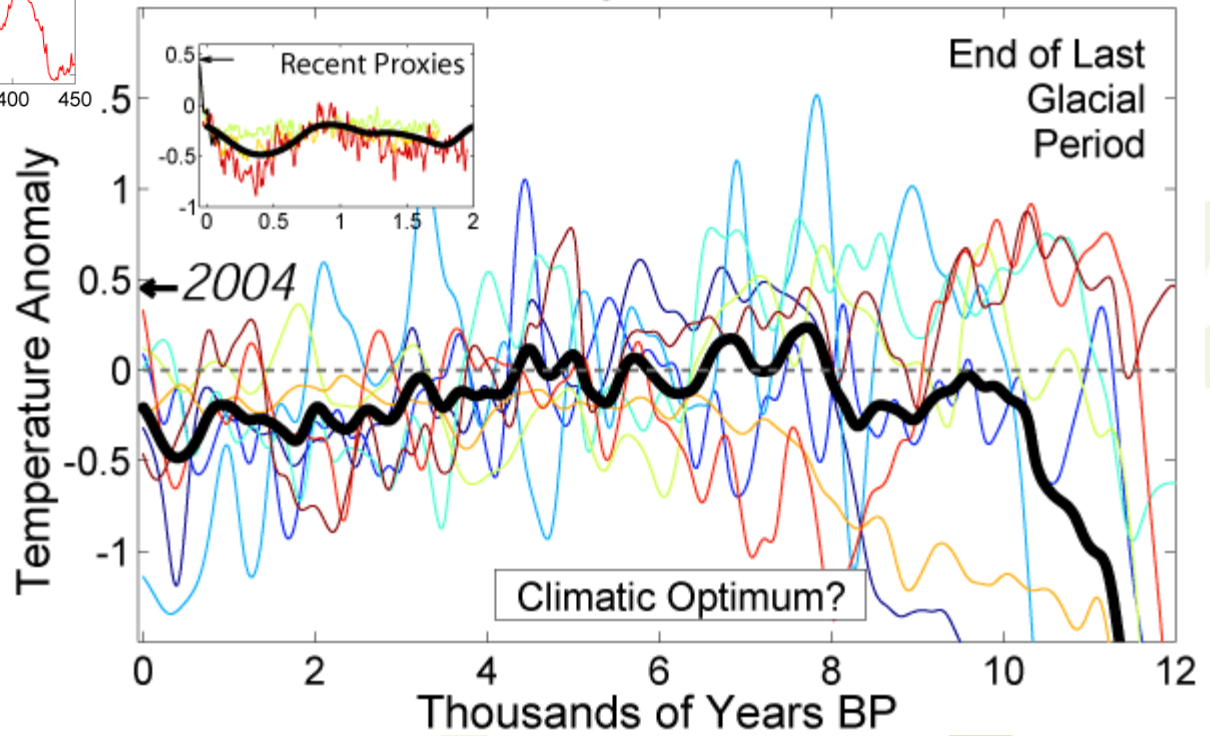


- El actual período geológico en el que predominan los períodos glaciares con cortos interglaciares, de 3 millones de años de duración, se inserta en otro más amplio en los últimos 35 millones años. A partir de la glaciación de la Antártida.

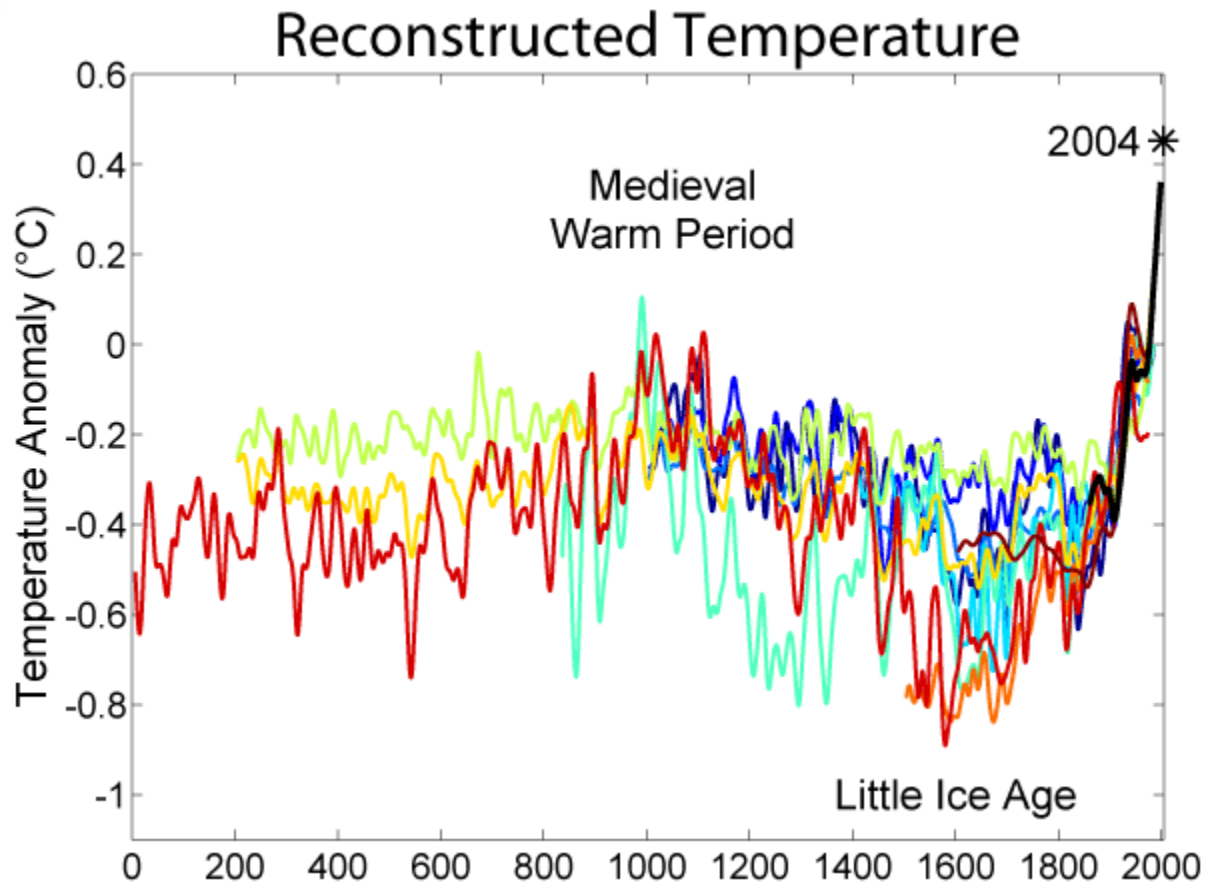
# VARIABILIDAD NATURAL



## Holocene Temperature Variations



# VARIABILIDAD NATURAL



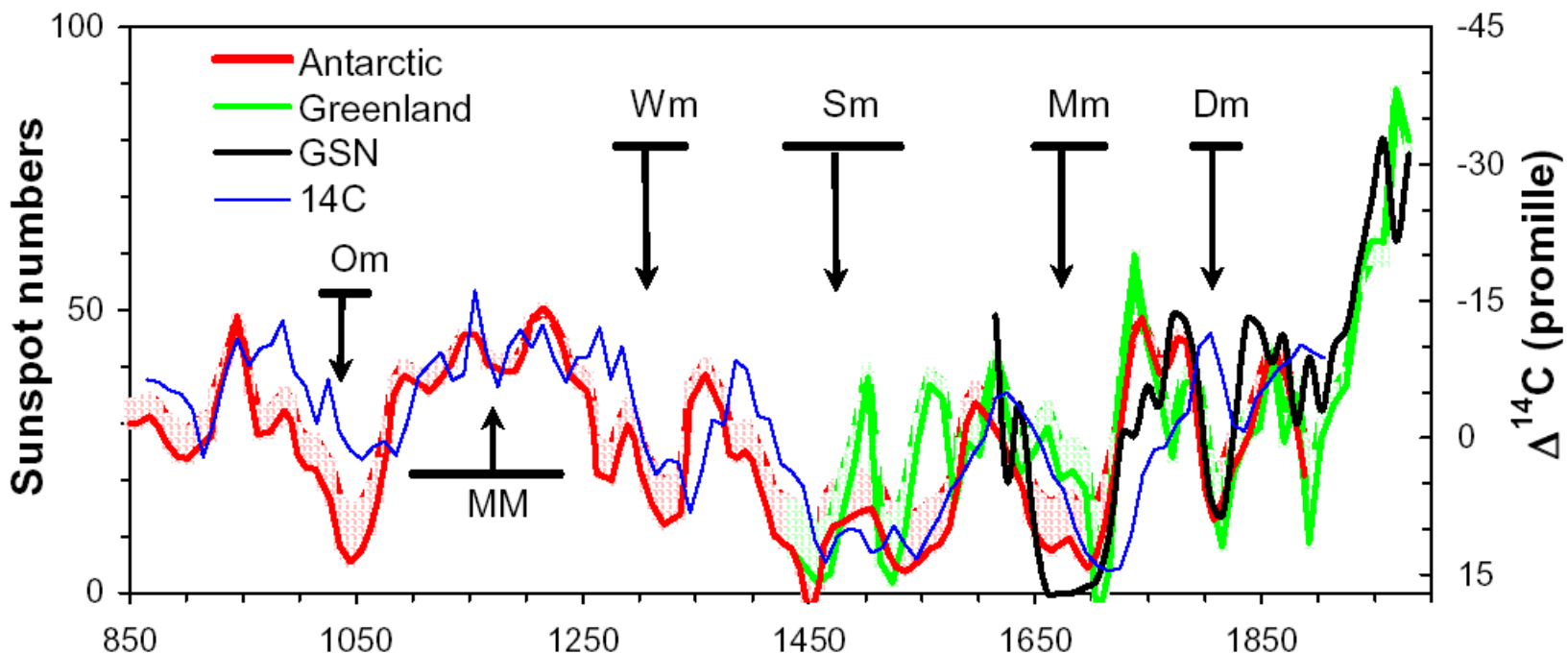
Variaciones de la temperatura media global en los últimos 2000 años.



# PERÍODO CÁLIDO MEDIEVAL (1100-1250)

Posibles causas:

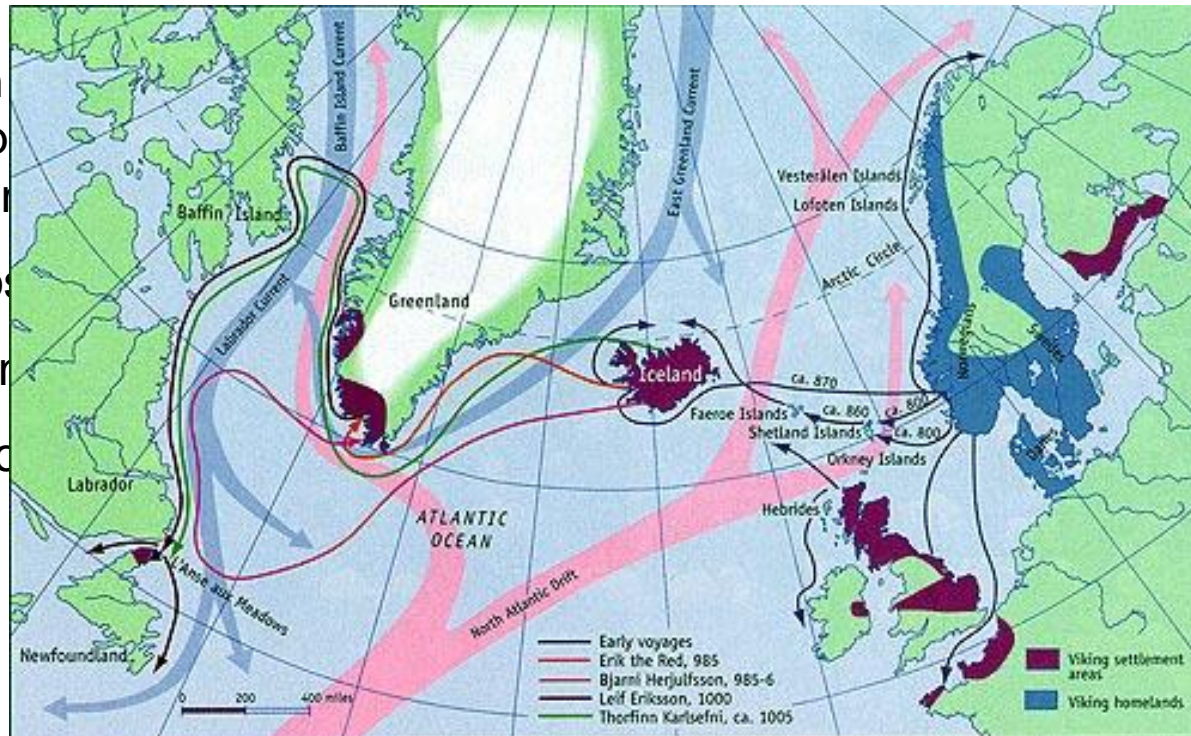
- Coincide con un período de mayor actividad solar.
- Cambios en la intensidad de la circulación termohalina.



# PERÍODO CÁLIDO MEDIEVAL (1100-1250)

## Consecuencias

- Producción persisten top cultivar vid en
- Los vikingos
- Disminución
- Crecimiento

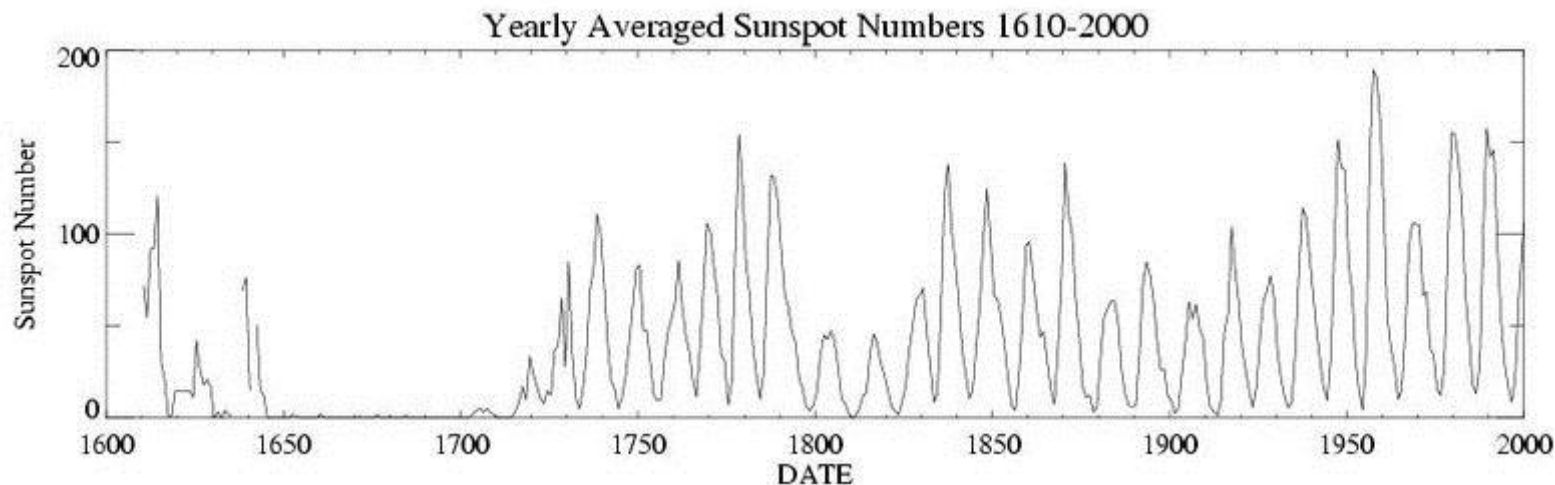


Hoy en día  
Poque se dejó de

## PEQUEÑA EDAD DEL HIELO (1300-1850)

Posibles causas:

- Menor actividad solar. Mayor actividad volcánica. Mayor albedo.



- El IPCC define la pequeña edad del hielo como un enfriamiento 'modesto' del hemisferio norte (menos de 1°C). Las evidencias actuales no confirman períodos globales de enfriamiento y fenómenos tales como el período cálido medieval o la pequeña edad del hielo parecen tener solamente una utilidad limitada para describi cambios globales.

# PEQUEÑA



- Gran hambruna 1315-1317
- Rio Támesis y los canales de ferias sobre el támesis.
- Los hielos Árticos se extendieron
- Crecimiento generalizado de la población
- Aumento de las lluvias en la zona 13 veces por el Níger.
- Madera de los árboles más

de

13



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

Dirección Xeral de

Desenvolvemento Sostible

METEOGALICIA

# Cambio climático actual



METEOGALICIA



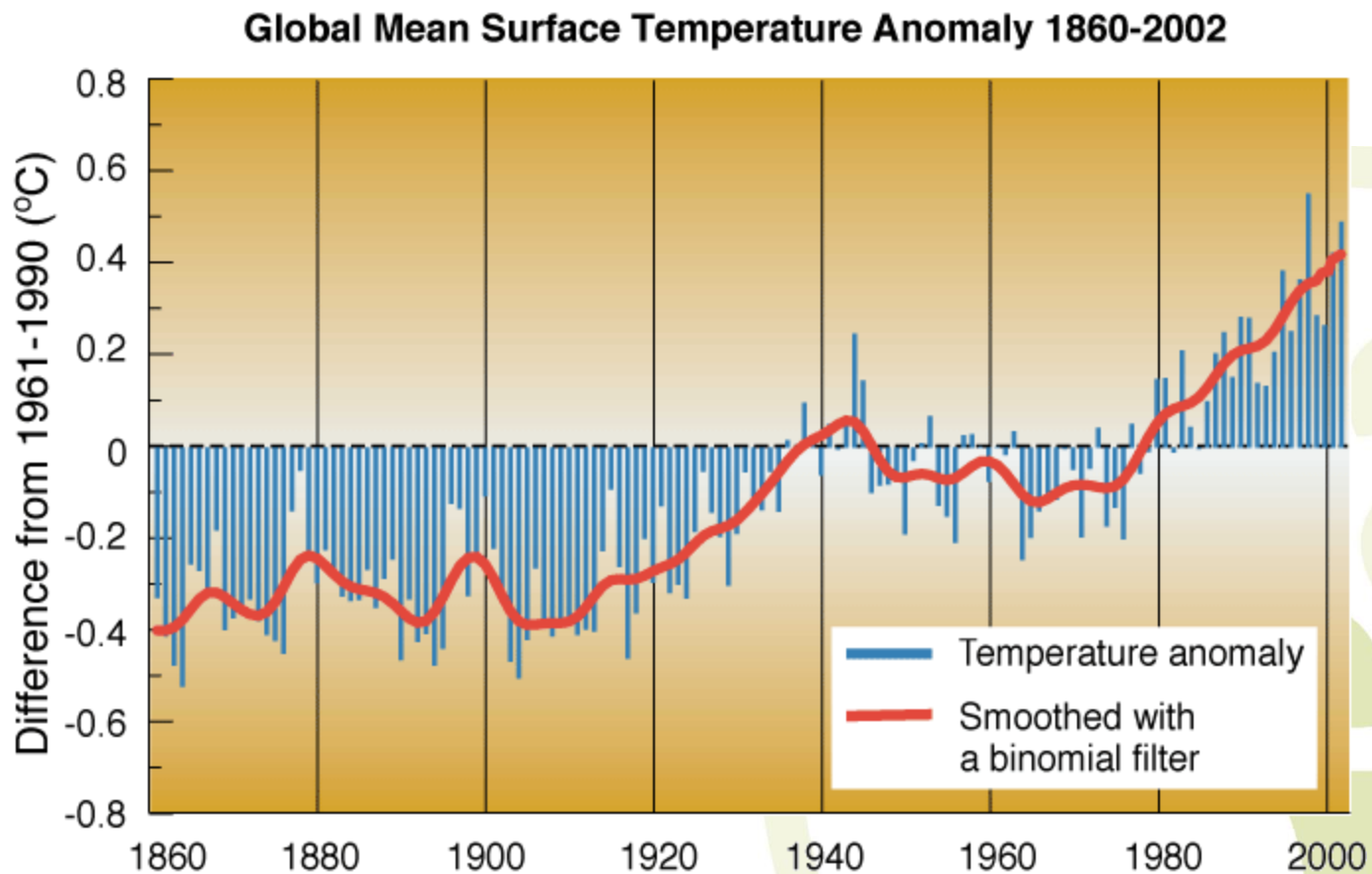
# Detección del cambio climático actual



**METEOGALICIA**



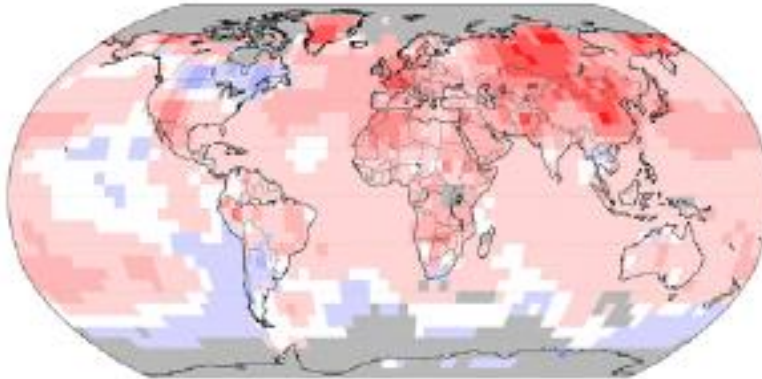
# Aumento de la temperatura media global durante el siglo XX



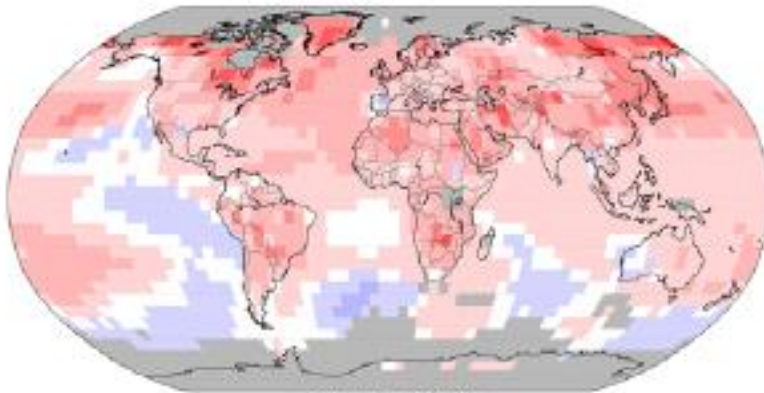
# Aumento de la temperatura media global durante el siglo XX



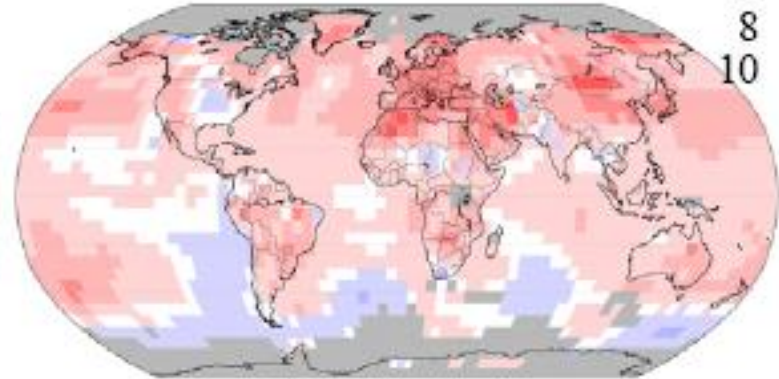
Trend in MAM TMEAN, 1979 to 2005



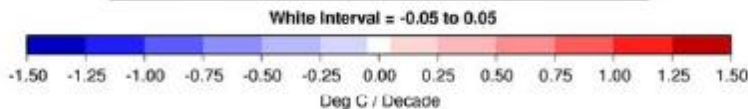
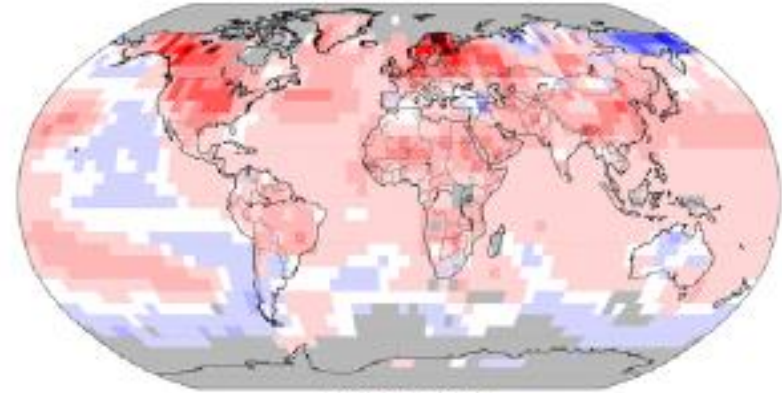
Trend in SON TMEAN, 1979 to 2005



Trend in JJA TMEAN, 1979 to 2005

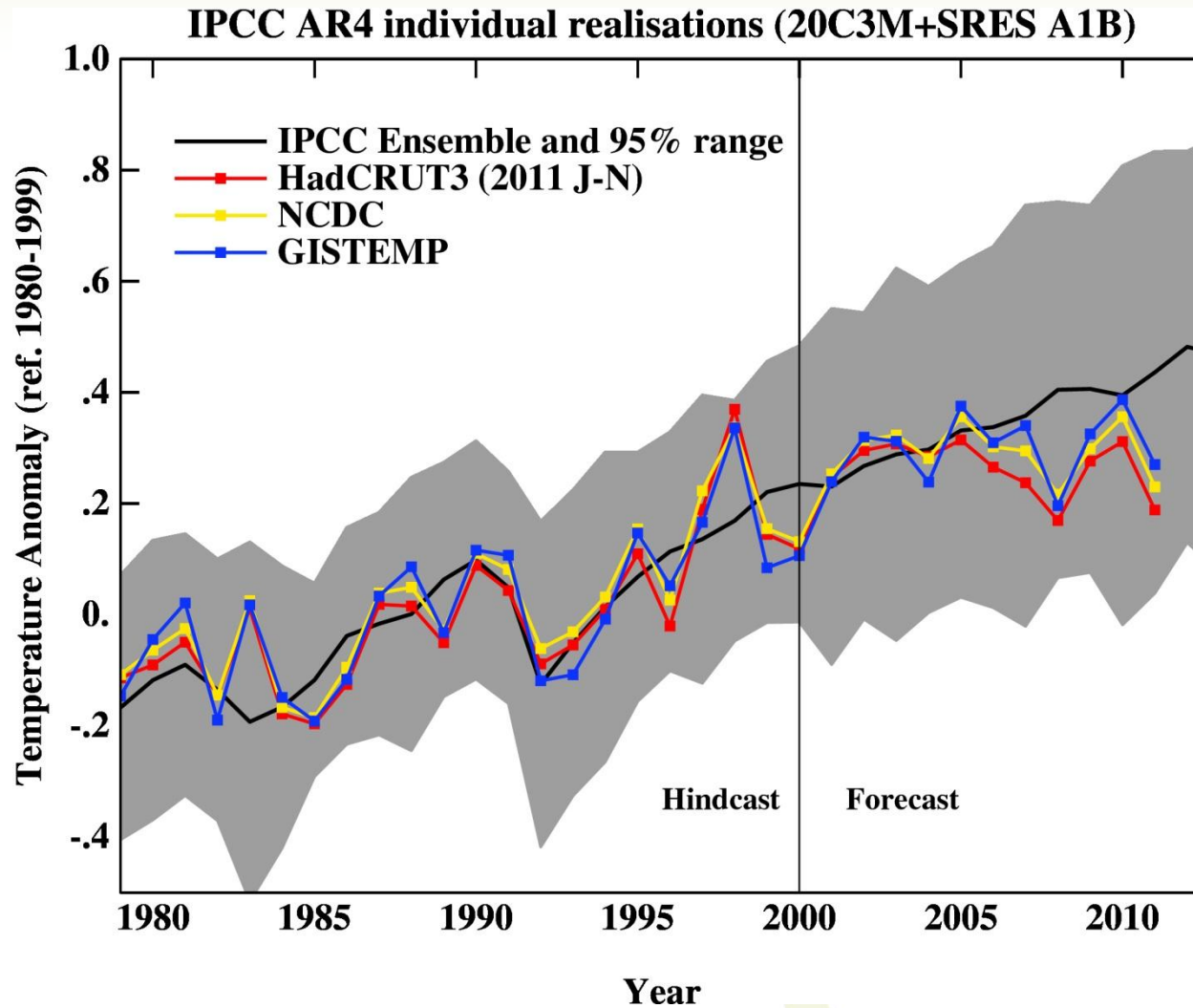


Trend in DJF TMEAN, 1979 to 2005

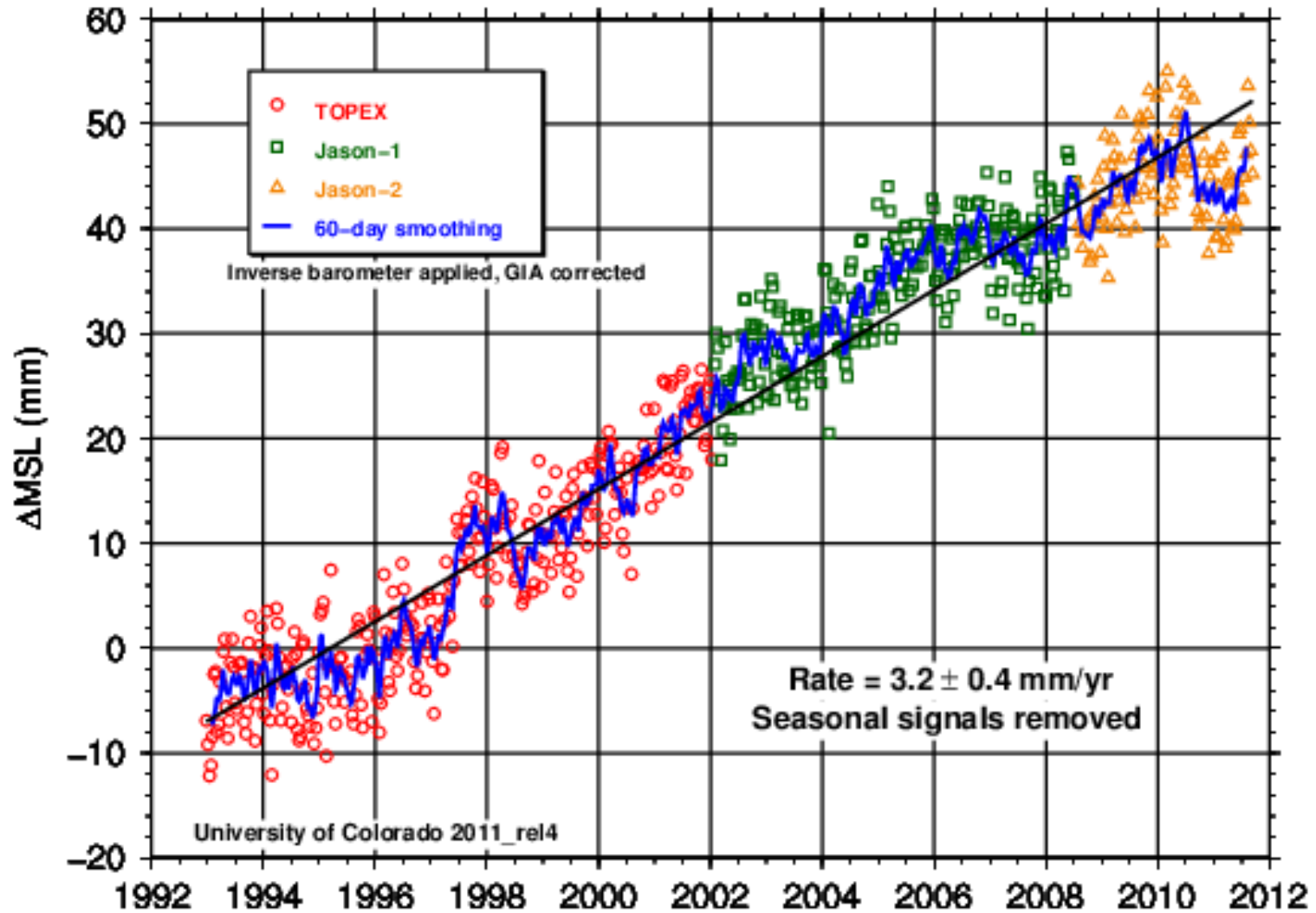


4  
6  
8  
10

# Aumento de la temperatura Siglo XXI

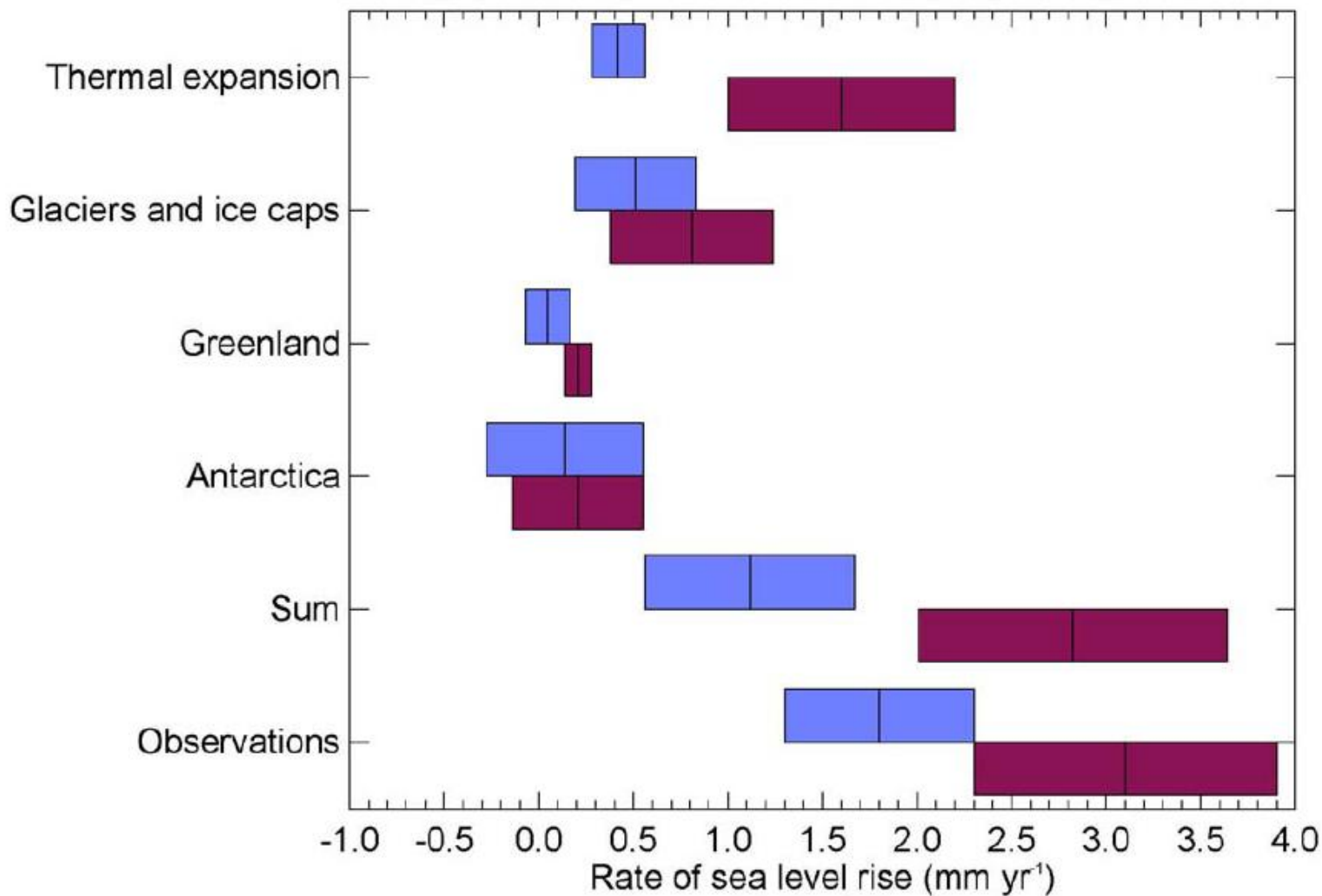


# Cambios en nivel del mar



Topex/Poseidon (rojo) y Jason (verde)

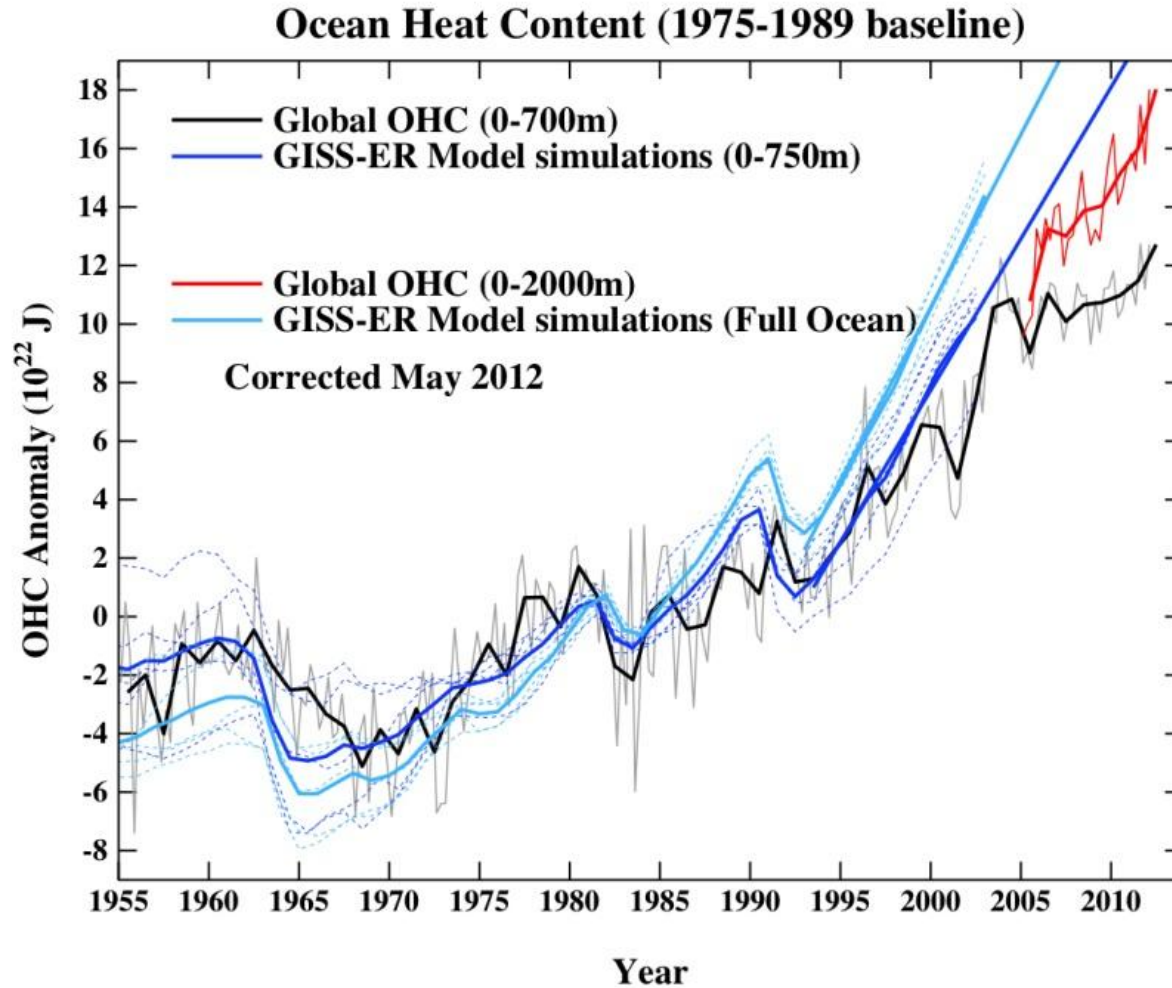
## Causas de los cambios en el nivel del mar



Azul: Tendencia 1961-2003.

Rojo: 1993-2003

# • Los océanos están absorbiendo calor



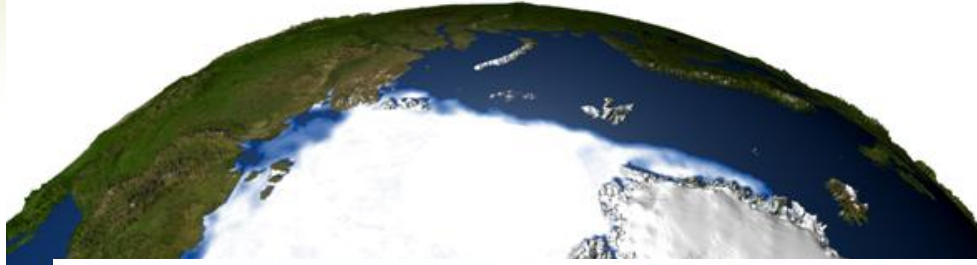
XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

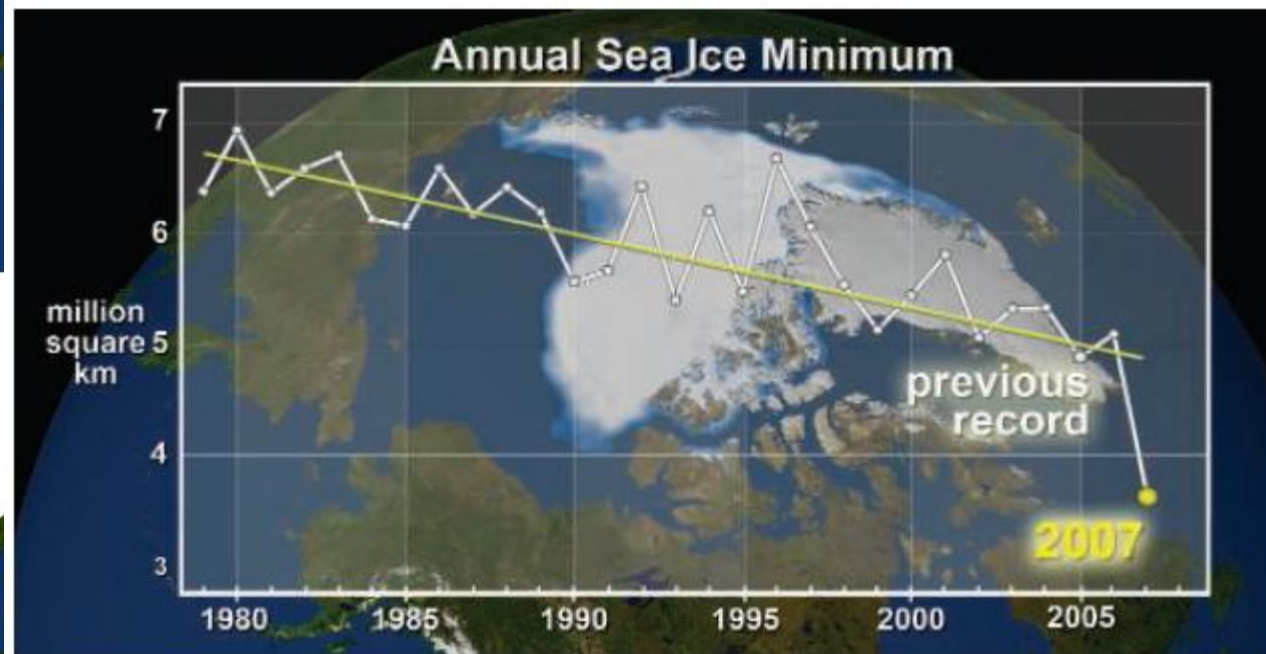
Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

METEOGALICIA

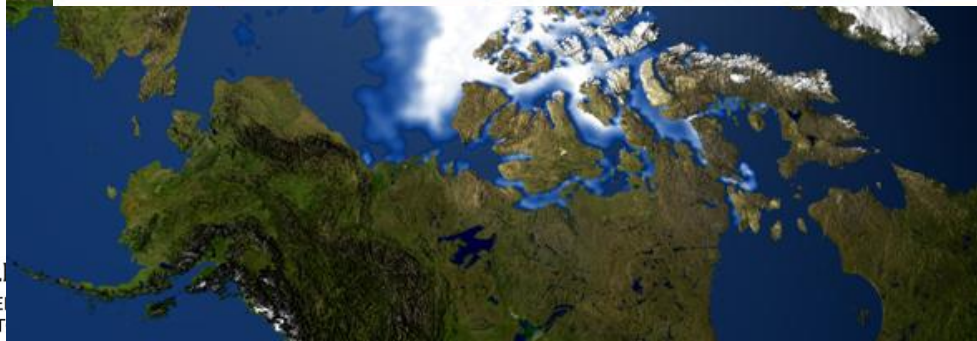
# Disminución de hielo en Ártico



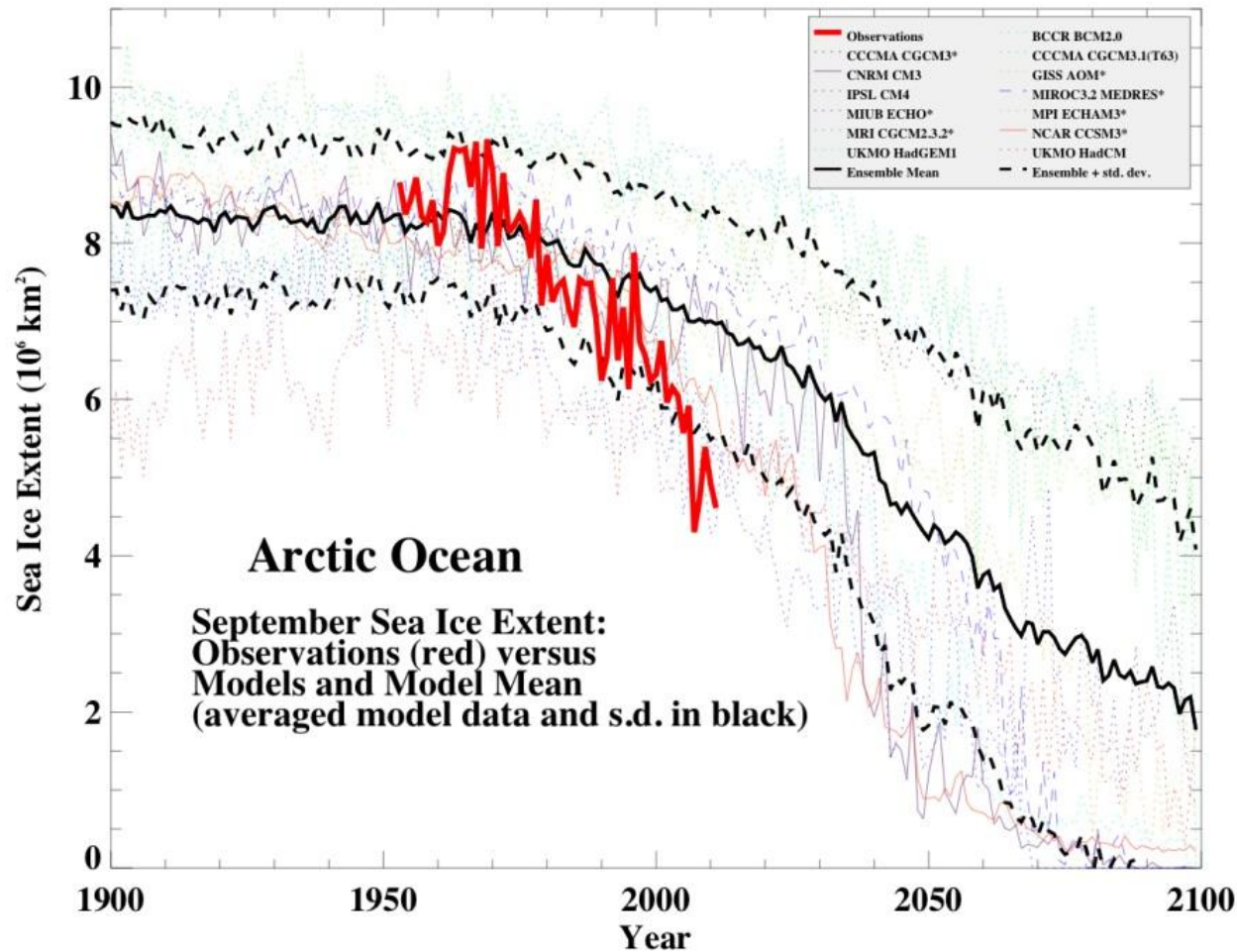
1979



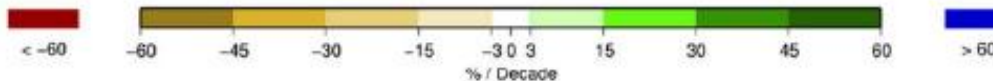
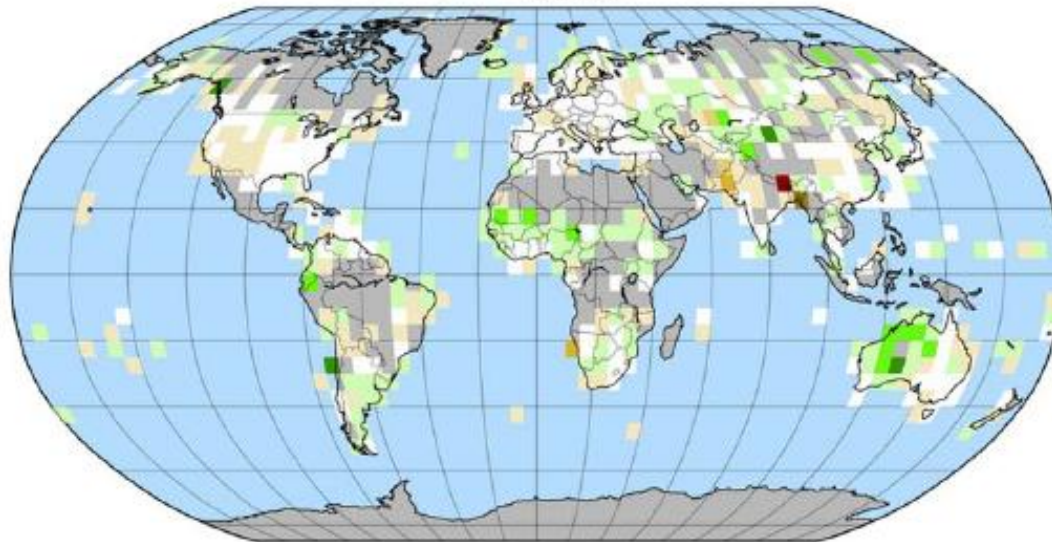
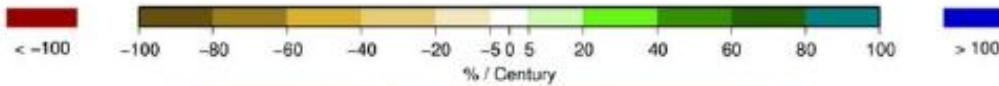
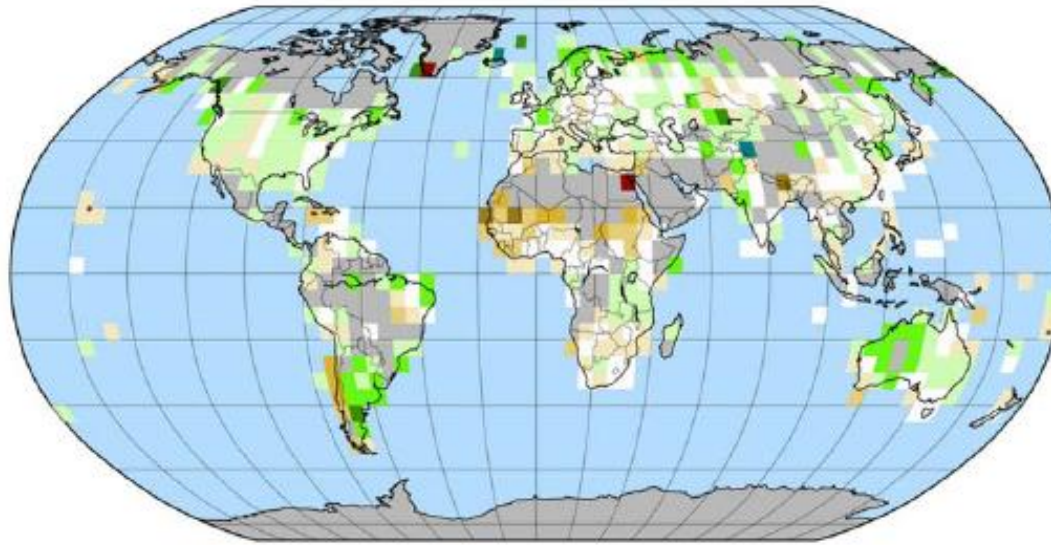
2000



# Disminución de hielo en Ártico



# Tendencia de las precipitaciones durante el siglo XX (AR4)

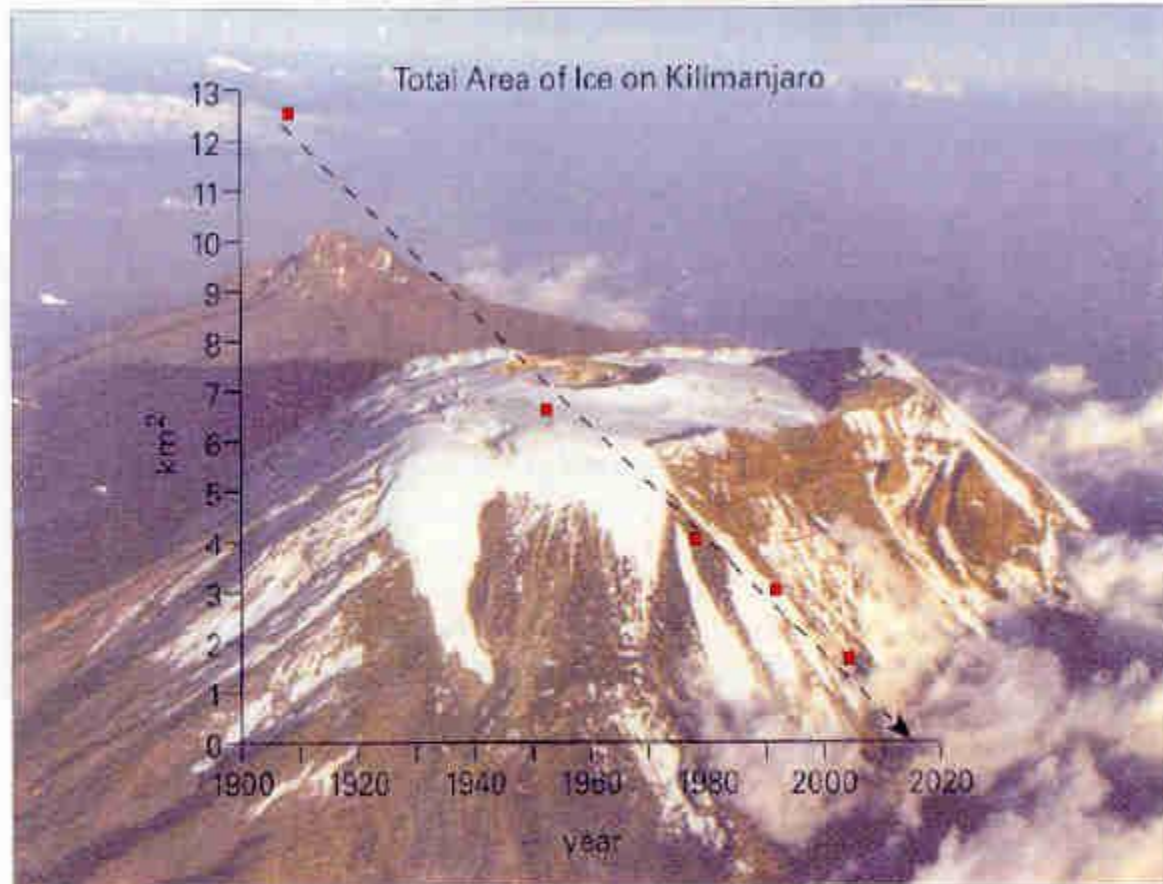
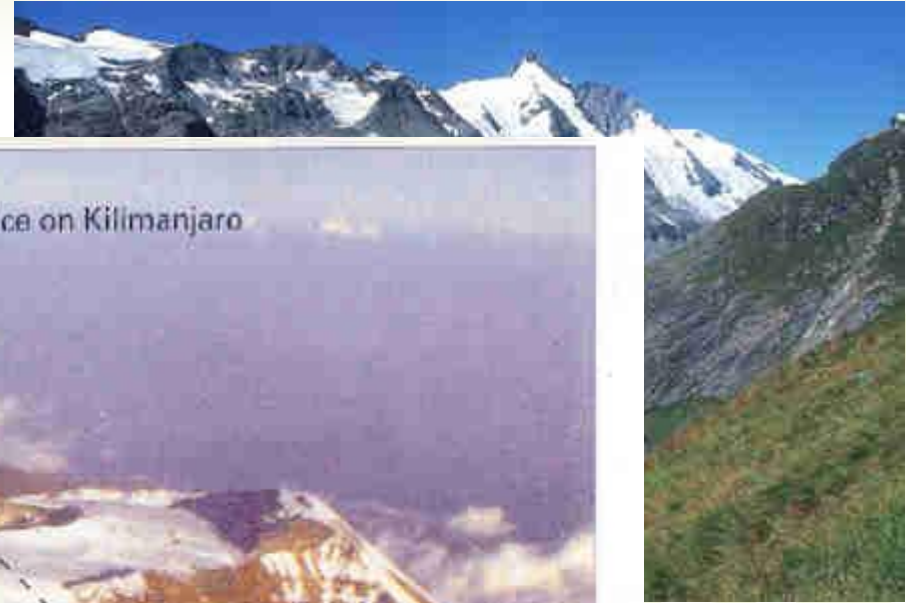
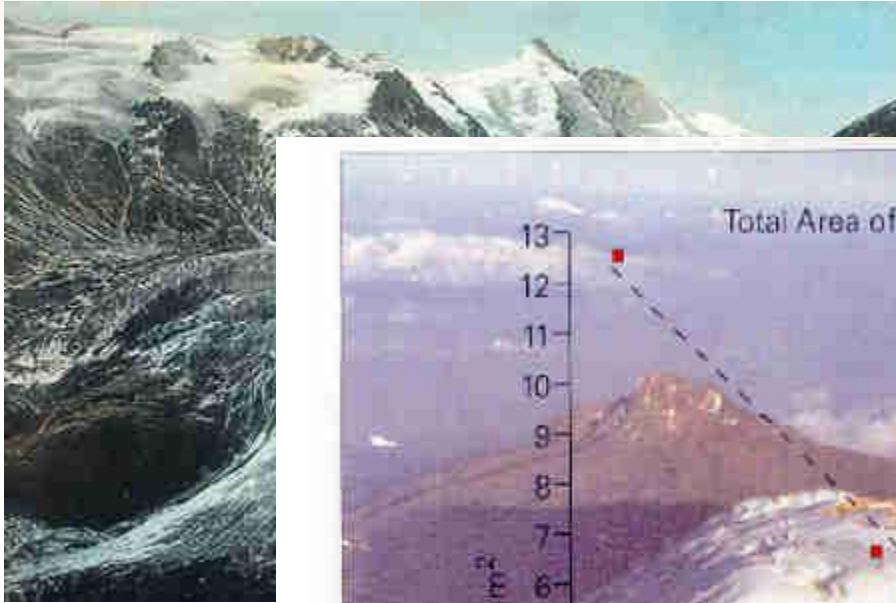


Siglo XX

1979-2005

METEOGALICIA

# ¿Huellas del cambio climático?



*The extent of ice cover on Mt. Kilimanjaro decreased by 81% between 1912 and 2000. Disappearing paleoclimate archives such as this are a priority target of the Global Paleoclimate Observing System currently being proposed by PAGES scientists. For more information see the editorial in this issue of PAGES News. Photo: Captain G. Mazula, Data: Lonnie Thompson*



# ¿Huellas del cambio climático?



Glaciar Muir (Alaska)

*pero..., y en Galicia...????*



XUNTA DE GALICIA

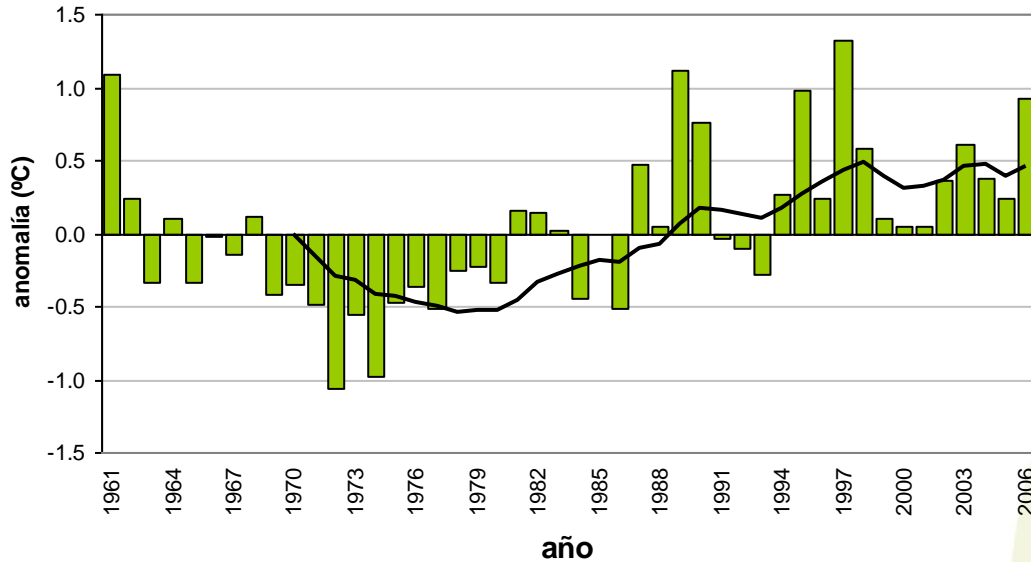
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

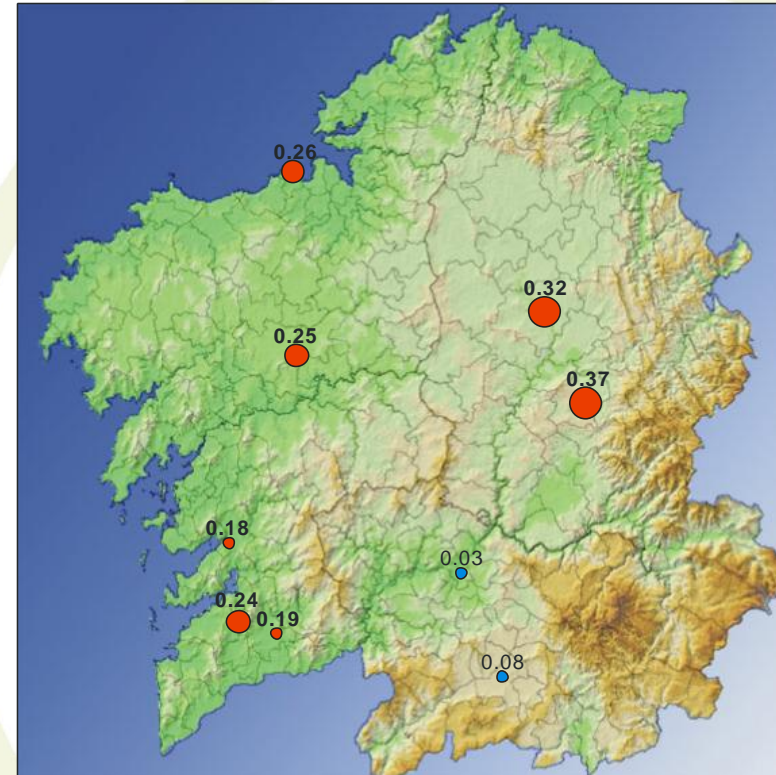
METEOGALICIA

# Resultados – Temperatura anual

Temperatura media anual



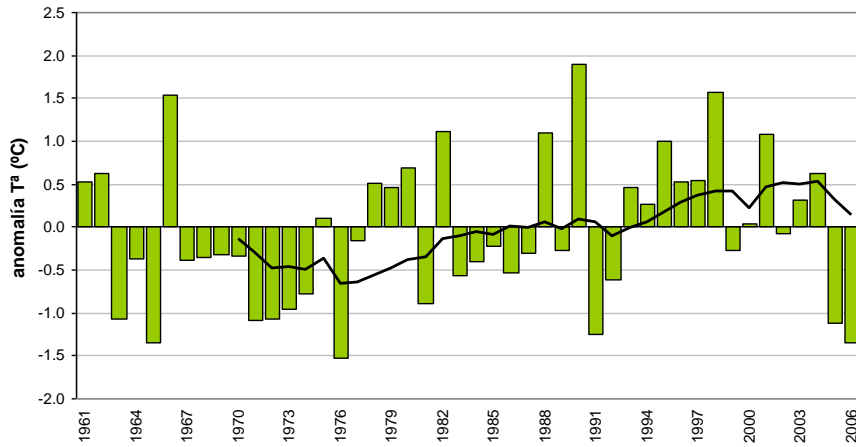
Aumento de 0.18 °C / década



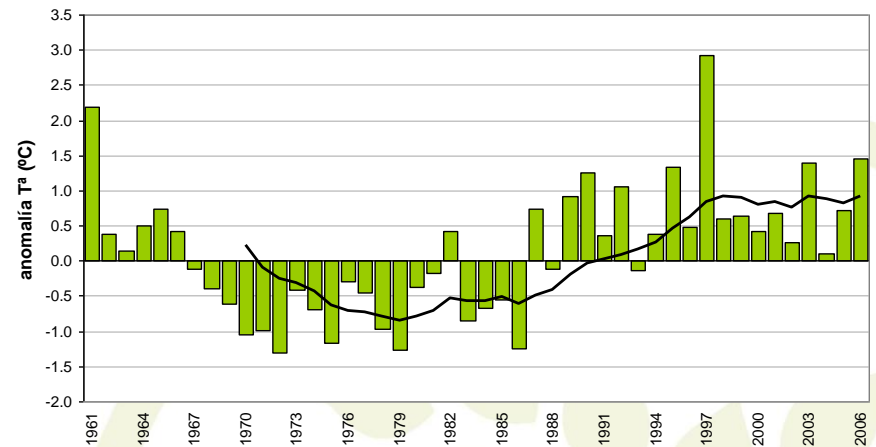
Aumento más acusado desde la década de los 70.

# Resultados – Temperatura estacional

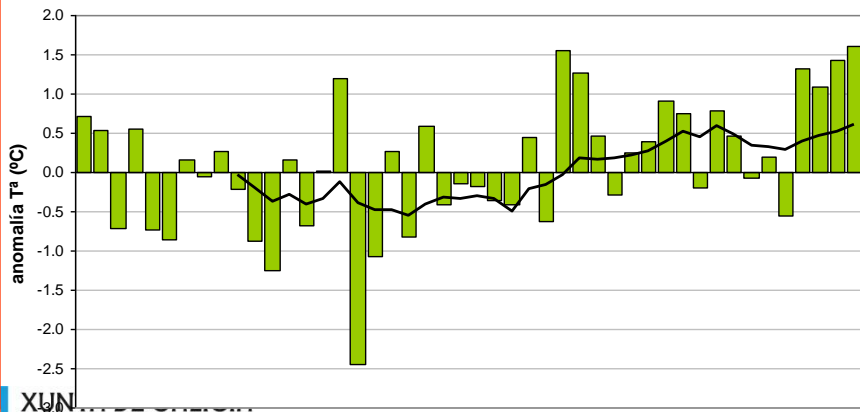
INVIERNO - Tª media



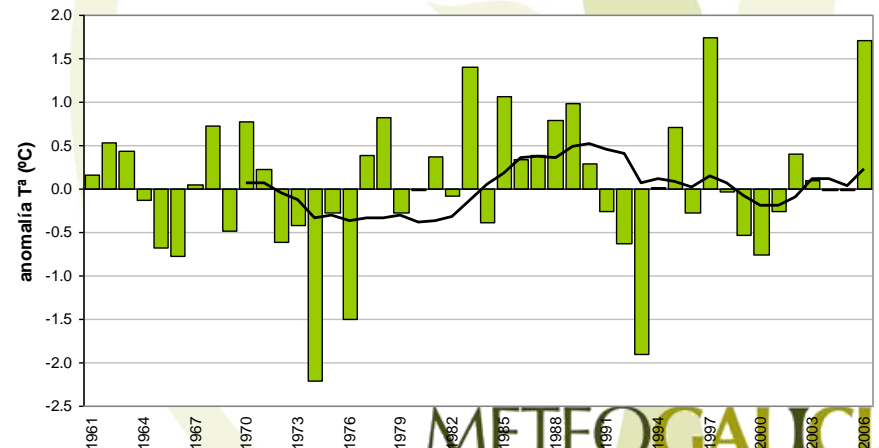
PRIMAVERA - Tª media



VERANO - Tª media

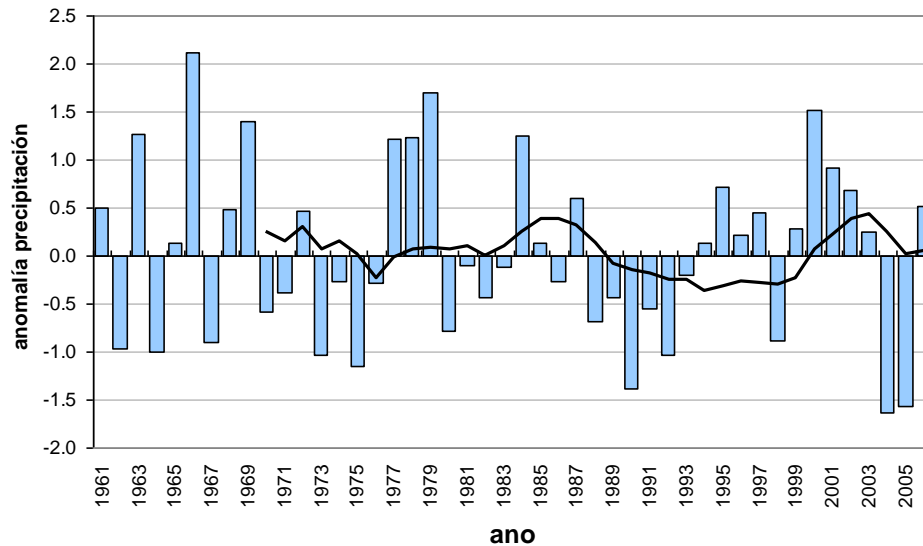


OTOÑO - Tª media



# Resultados – precipitación

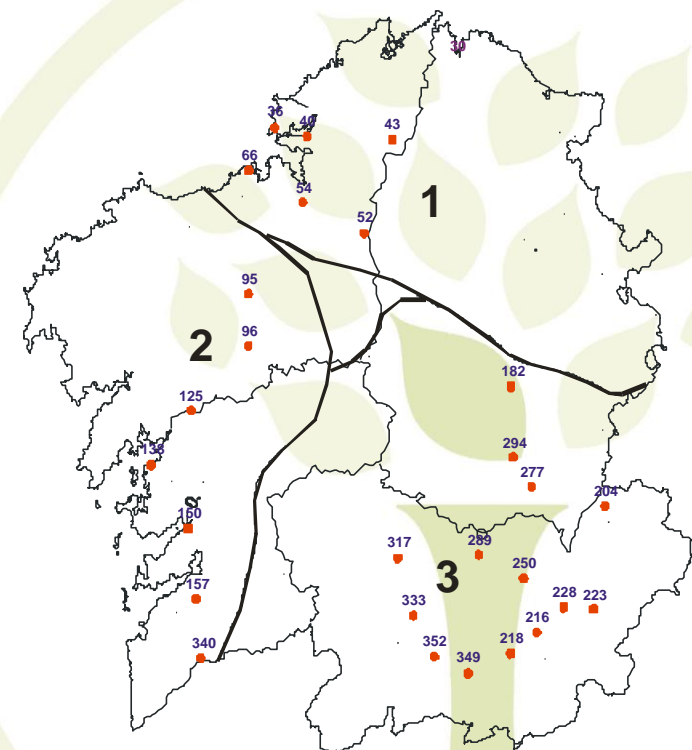
precipitación anual



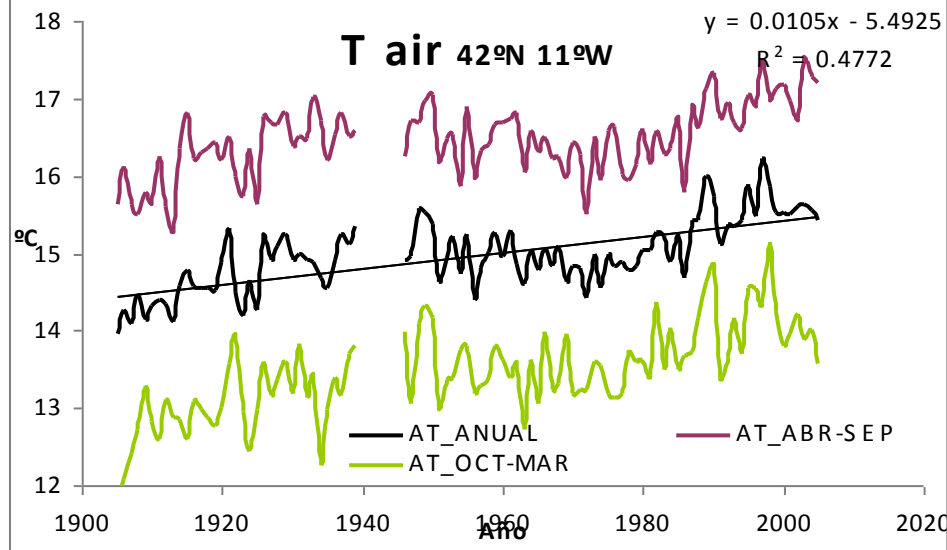
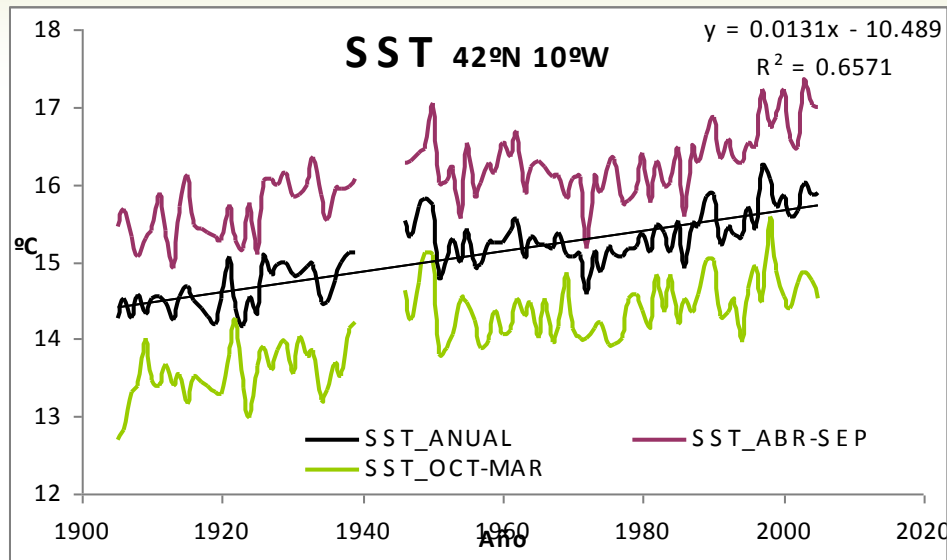
**Ausencia de tendencia en la precipitación anual**

**Ausencia de tendencia en la precipitación anual en cada subregión**

**Aumento casi significativa en la subregión 3 en otoño**

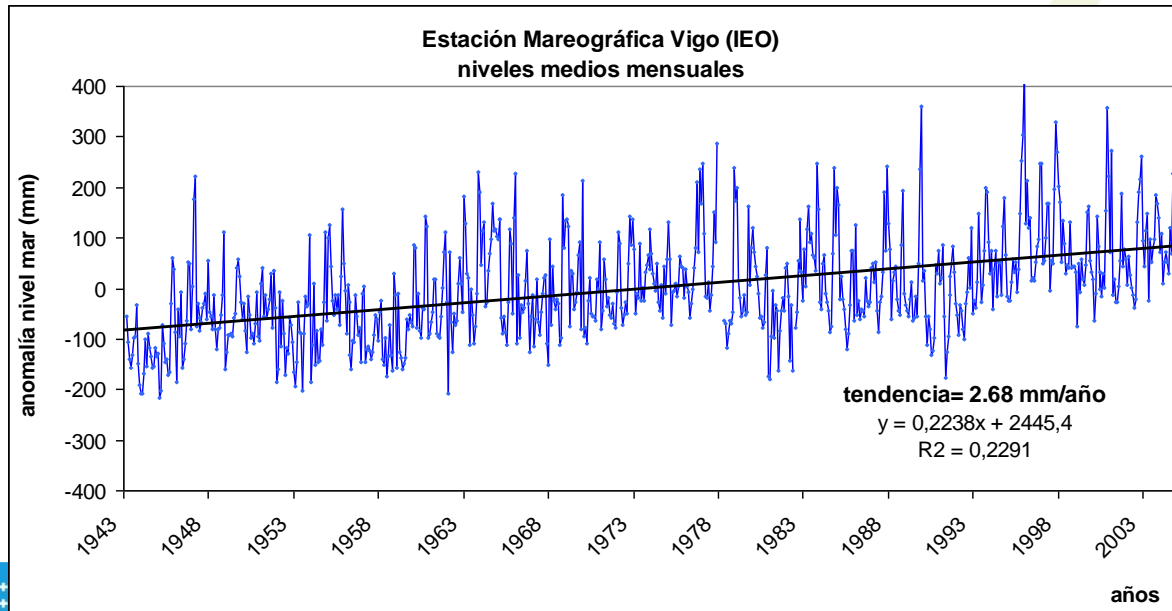
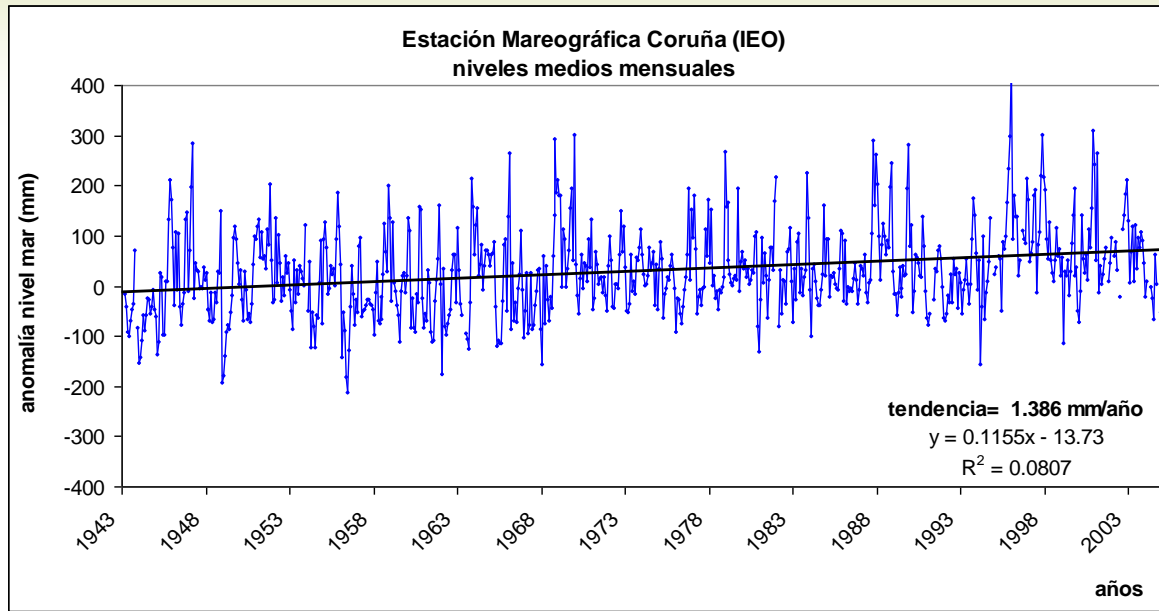


# Temperatura aire (T air) y mar (SST) COADS 42°N 10°W



- Tendencia significativa de aumento de la temperatura del mar y del aire.
- La tendencia de aumento en SST es mayor en la media anual y durante la de la estación de afloramiento. La tasa de aumento es en torno a una décima de grado por década.

# Tendencias nivel del mar (1943- )



- Los niveles de mar medidos en los puertos de Coruña y Vigo desde 1943 han aumentado a una tasa de 2.68 mm por año en Vigo y 1.386 mm por año en Coruña
- En los años 60 es posible que haya un pequeño desfase en el mareógrafo de Coruña, aunque no está registrado documentalmente. Una estimación del desfase da una tendencia de 2.254 mm por año

# Atribución del cambio climático actual

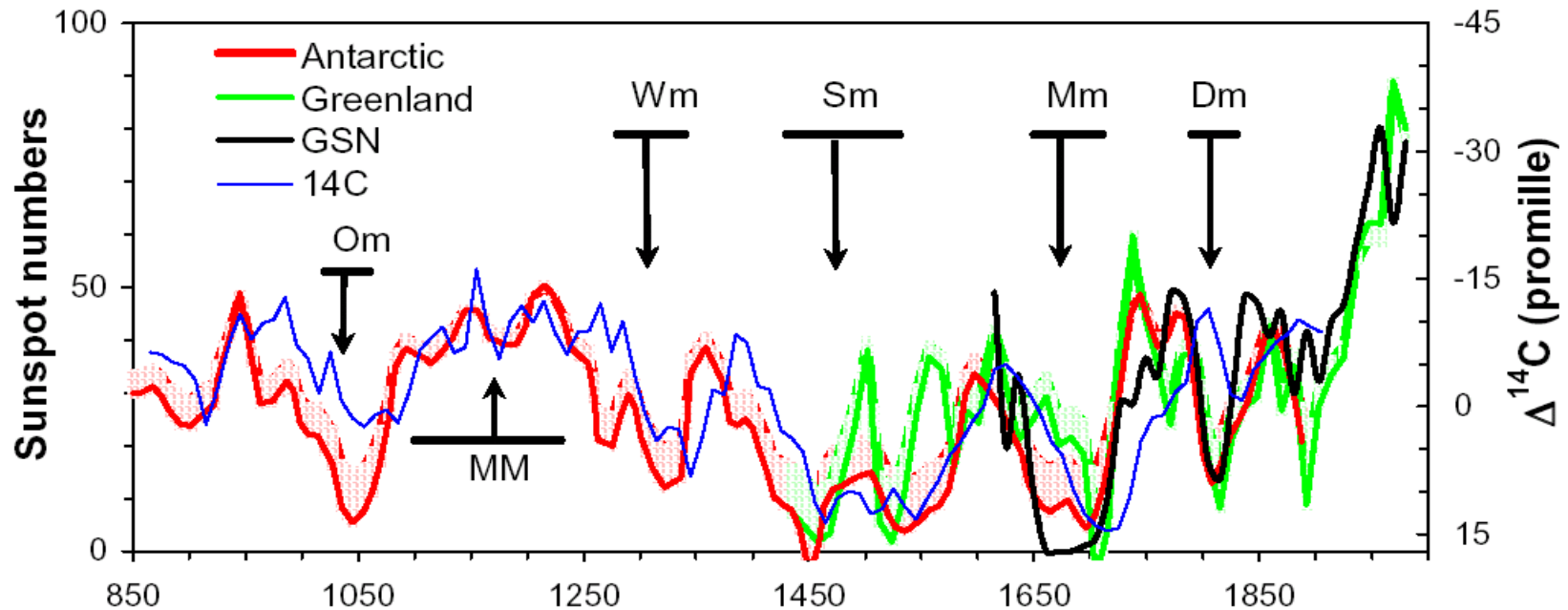


**METEOGALICIA**

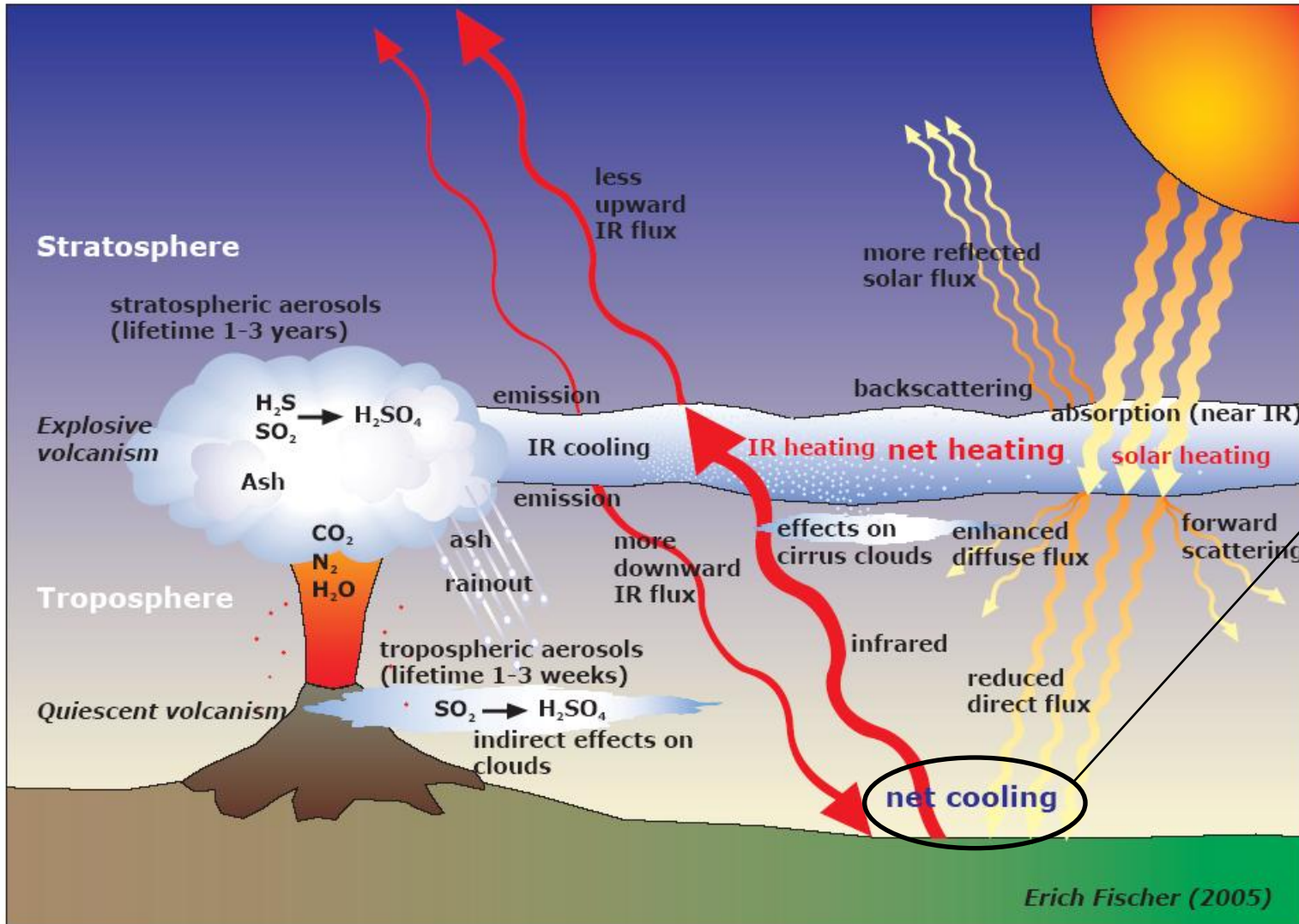


## FORZAMIENTOS NATURALES

- El hombre no dispone de capacidad para influir en las variables externas que condicionan el clima, tales como la **variabilidad solar**, los cambios en la órbita de la tierra, etc.

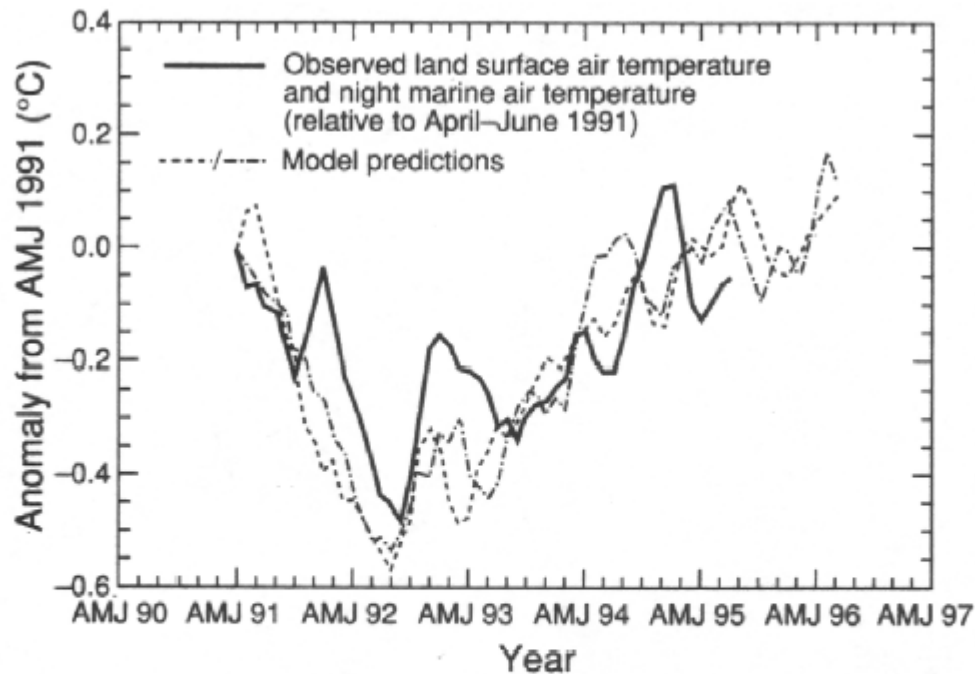


# FORZAMIENTOS NATURALES: VOLCANES



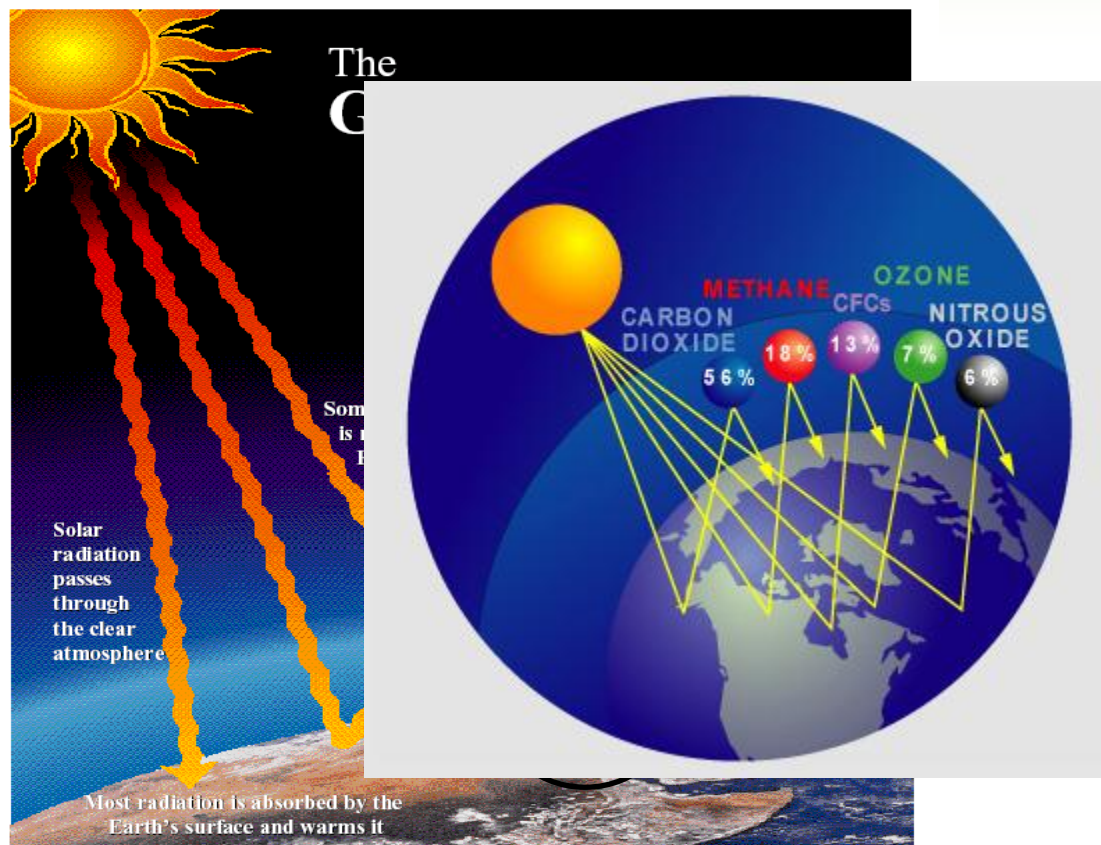
Enfriamiento en la superficie  
(entre 1 y 3 años)

## Efectos de la explosión del Pinatubo



**FIGURE** Predicted and observed changes in global temperature after the 1991 eruption of Mt. Pinatubo in the Philippines. Solid curve is derived from measured air temperatures over land and ocean surfaces. Broken curves represent climate model runs with slightly different initial conditions. In both cases the models included the effect of dust injected into the atmosphere by the volcanic eruption. (From Hansen et al., 1992, as adapted from IPCC, 2001a.)

# FORZAMIENTOS ANTROPOGÉNICOS: EFECTO INVERNADERO

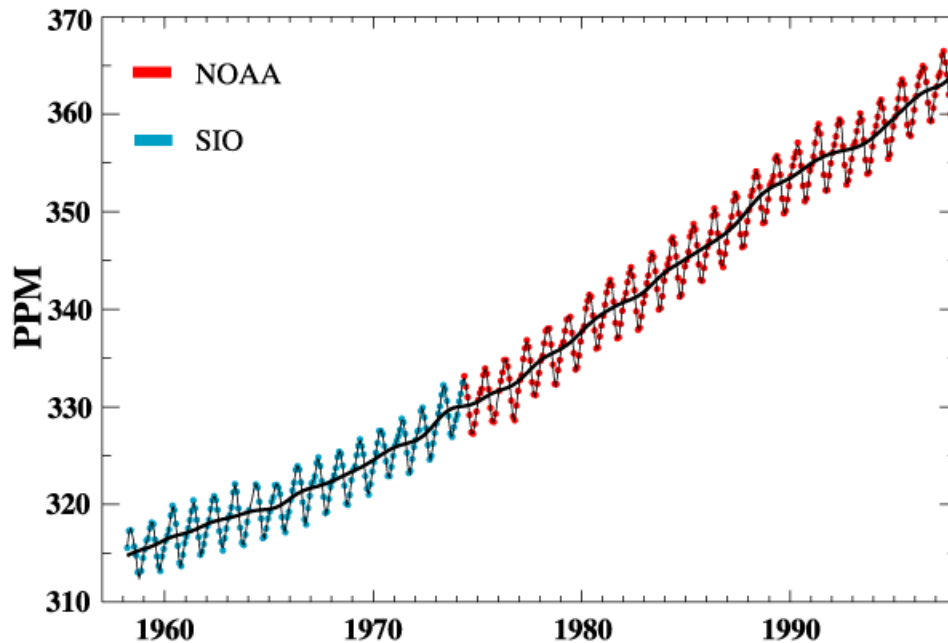


Efecto  
Invernadero

El efecto invernadero se produce en la atmósfera de forma natural debido a la presencia de vapor de agua,  $\text{CO}_2$  y otros gases de efecto invernadero. Este efecto 'natural' es responsable de que la temperatura en la superficie de la tierra sea  $30^\circ\text{C}$  superior a la que correspondería si no existiesen dichos gases

## FORZAMIENTOS ANTROPOGÉNICOS

Sin embargo si podemos influir en variables internas, tales como la composición de la atmosfera o la naturaleza de la superficie terrestre.

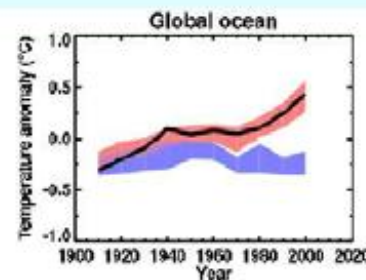
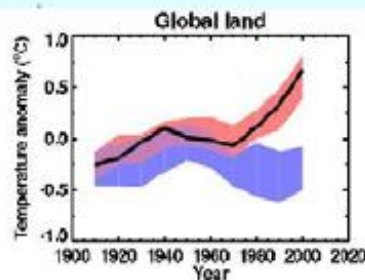
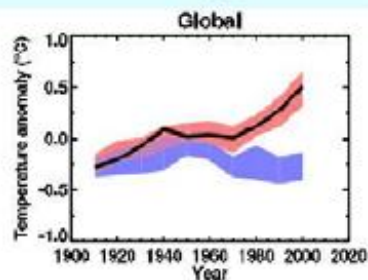
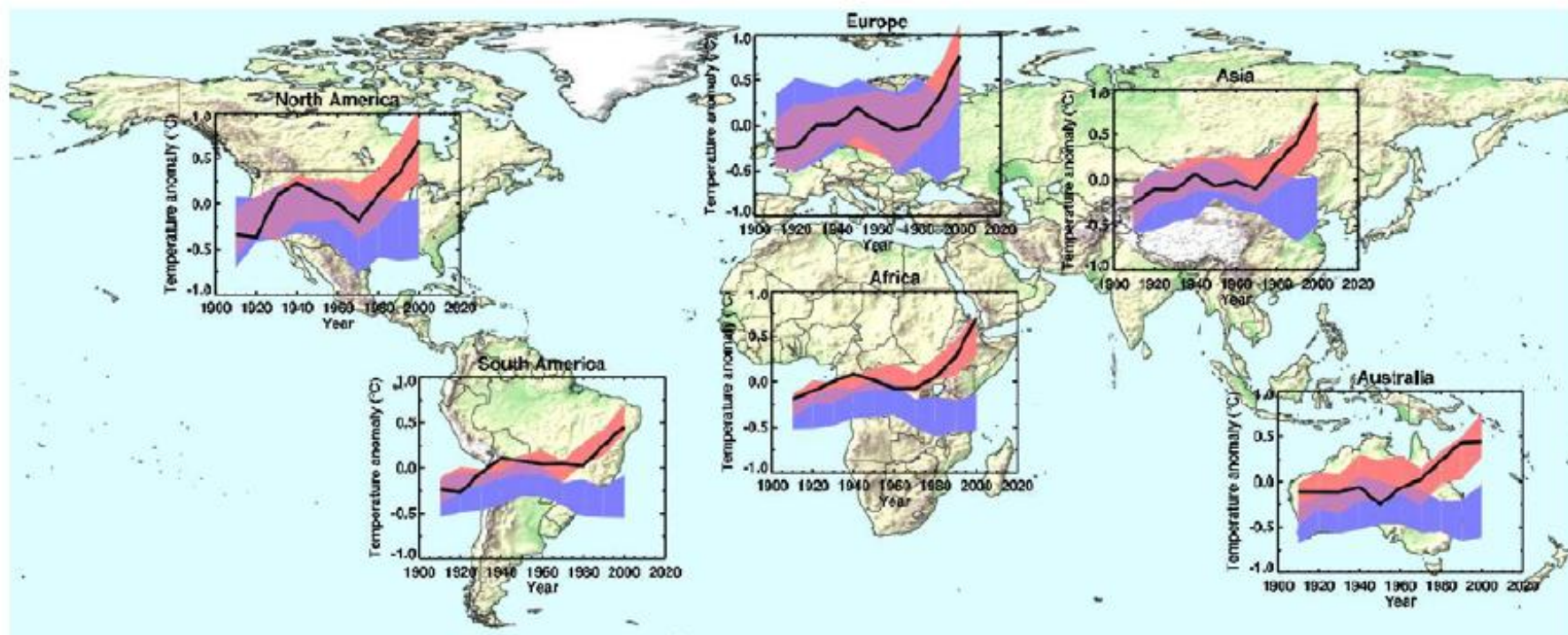


Durante las últimas décadas se ha producido un aumento en los gases de efecto invernadero.

Además ha cambiado el uso de suelos a nivel global debido a:

- Urbanización creciente
- Deforestación
- Uso de suelos para cultivo

## Atribución: ¿Es antropogénico el cambio observado?



# Atribución: ¿Es antropogénico el cambio observado?

Respuesta: El aumento de temperatura media global, así como el aumento del nivel del mar, o el aumento en su temperatura puede atribuirse casi con toda seguridad a las actividades humanas.

Atención: No todos los cambios observados pueden ser explicados de la misma forma. Algunos cambios podrían deberse simplemente a la variabilidad natural.



# IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

- Nace en 1988 dependiendo de 2 organismos de la ONU (WMO World Meteorological Organization y UNEP: United Nations Environmental Program)
- Su misión es evaluar en términos objetivos, exhaustivos, abiertos y transparentes toda la información técnica, socioeconómica y científica disponible a través de publicaciones *peer-review* (revisadas por pares).



# Composición

El IPCC tiene 3 equipos de trabajo diferentes y un equipo especial sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

- El Grupo I evalúa los aspectos científicos del sistema climático.
- El Grupo II se encarga de estudiar la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos e naturales frente al cambio climático y su posible adaptación.
- El Grupo III tiene como misión evaluar las opciones que permitirían limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.



# Evolución histórica de los resultados del IPCC

FAR (1990)	The size of the warming is consistent with model predictions, but it is also of the same magnitude as natural climate variability.
SAR (1995)	The balance of evidence suggests a discernible human influence on global climate
TAR (2001)	There is new and stronger evidence that most of the warming observed over the last 50 years is likely attributable to human activities
AR4 (2007)	It is very likely (> 90%) that the warming observed during the past half-century cannot be explained without external influences.



- ¿Qué sucederá en el futuro?



METEOGALICIA

# ¿QUÉ SON LOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES?

Son simuladores del sistema climático ...

## SISTEMA CLIMÁTICO

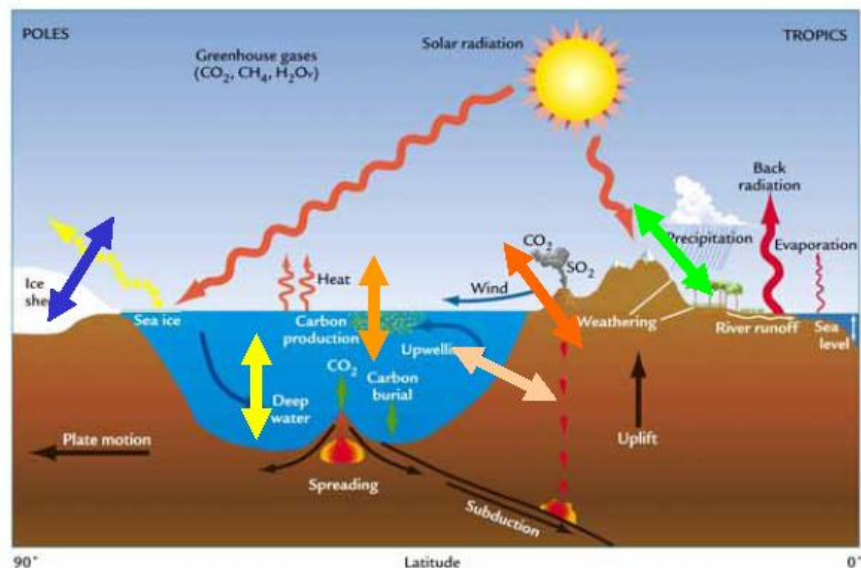
ATMÓSFERA

HIDROSFERA

CRIOSFERA

BIOSFERA

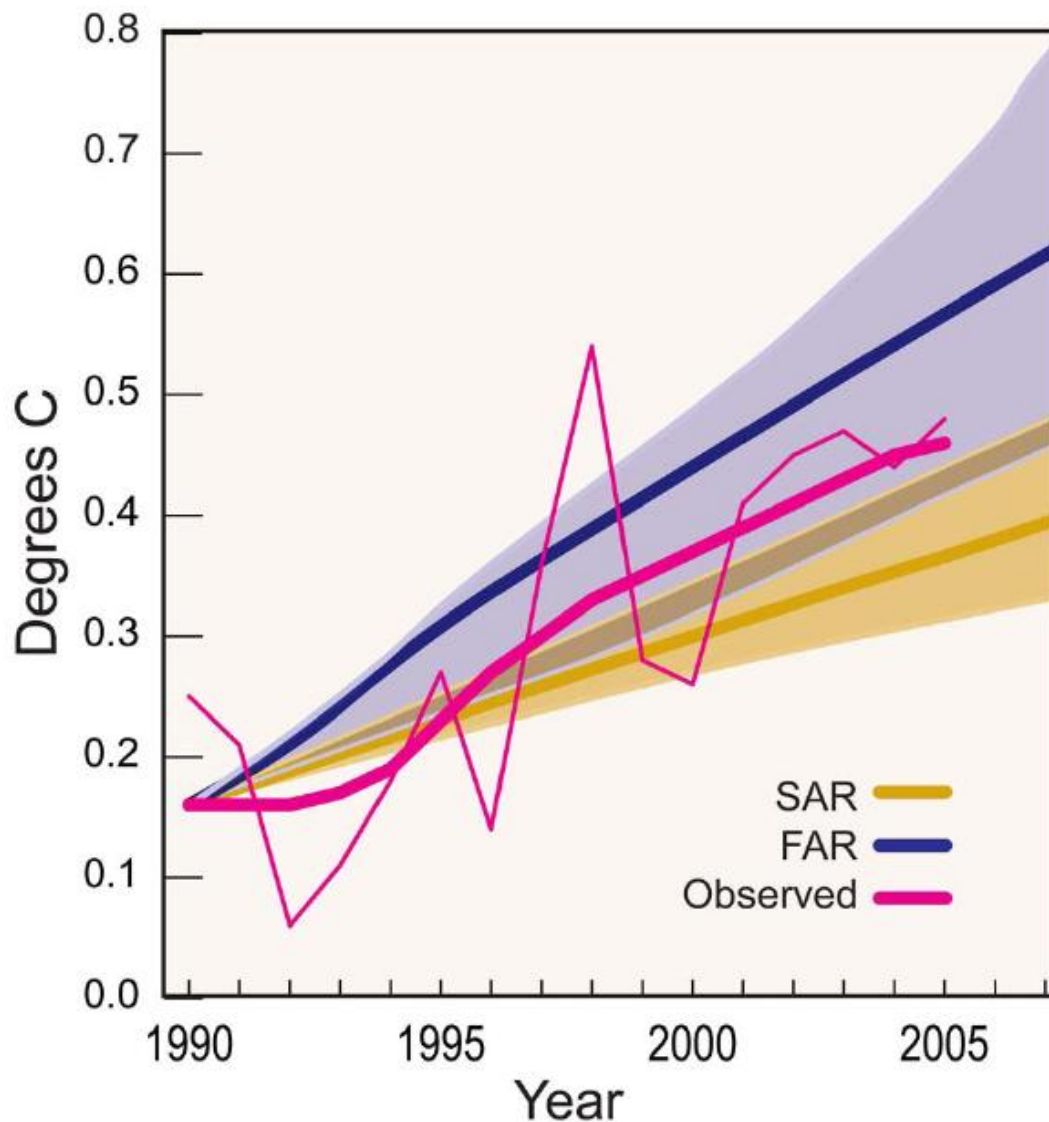
LITOSFERA



... mediante la resolución de las ecuaciones de las leyes y principios de la Física que gobiernan los procesos en cada componente del sistema y los intercambios de energía y masa entre sí.

**MCGC: Modelos del Clima Global con aCoplamiento**

# Evolución histórica de los resultados del IPCC

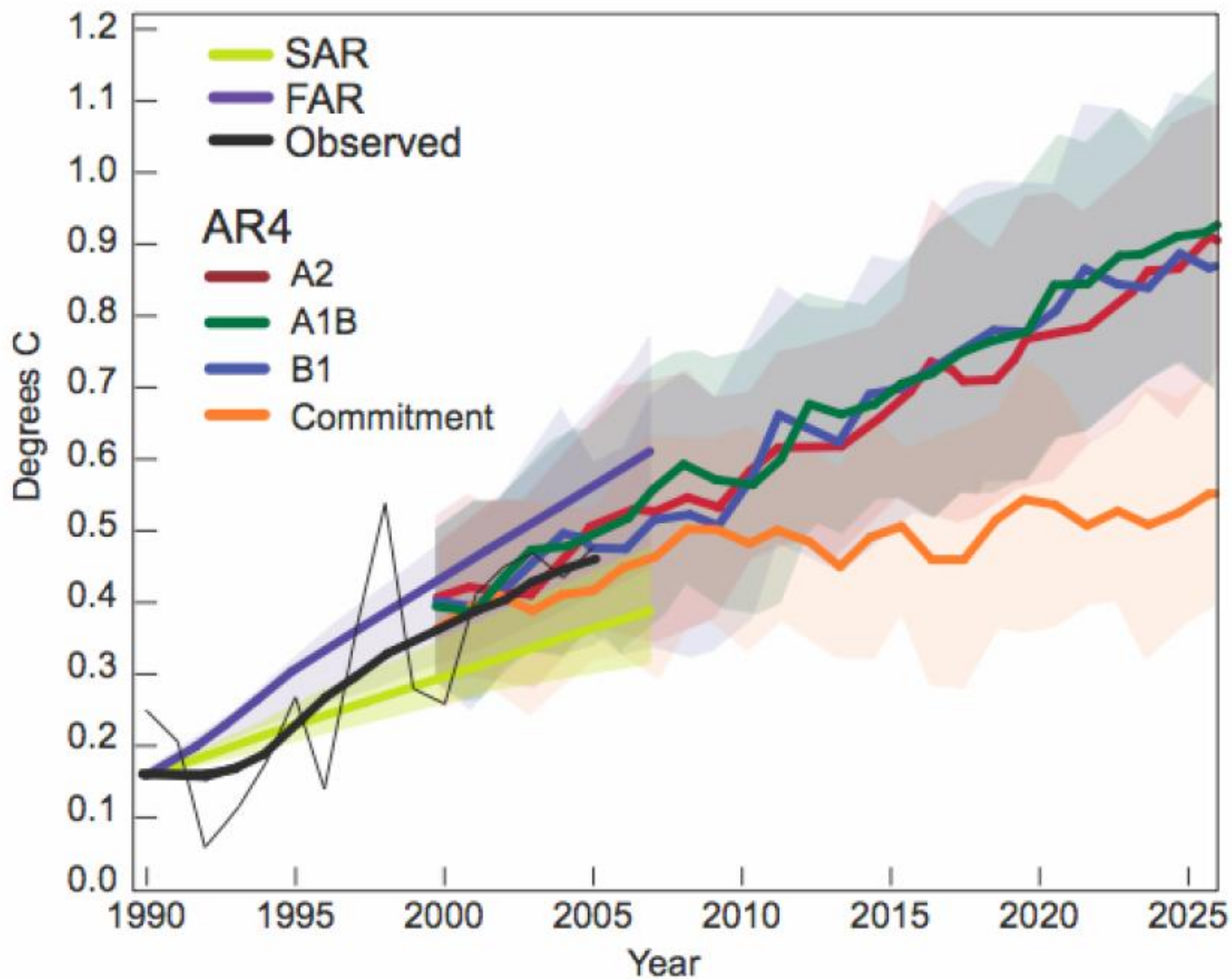


# Escenarios para el futuro

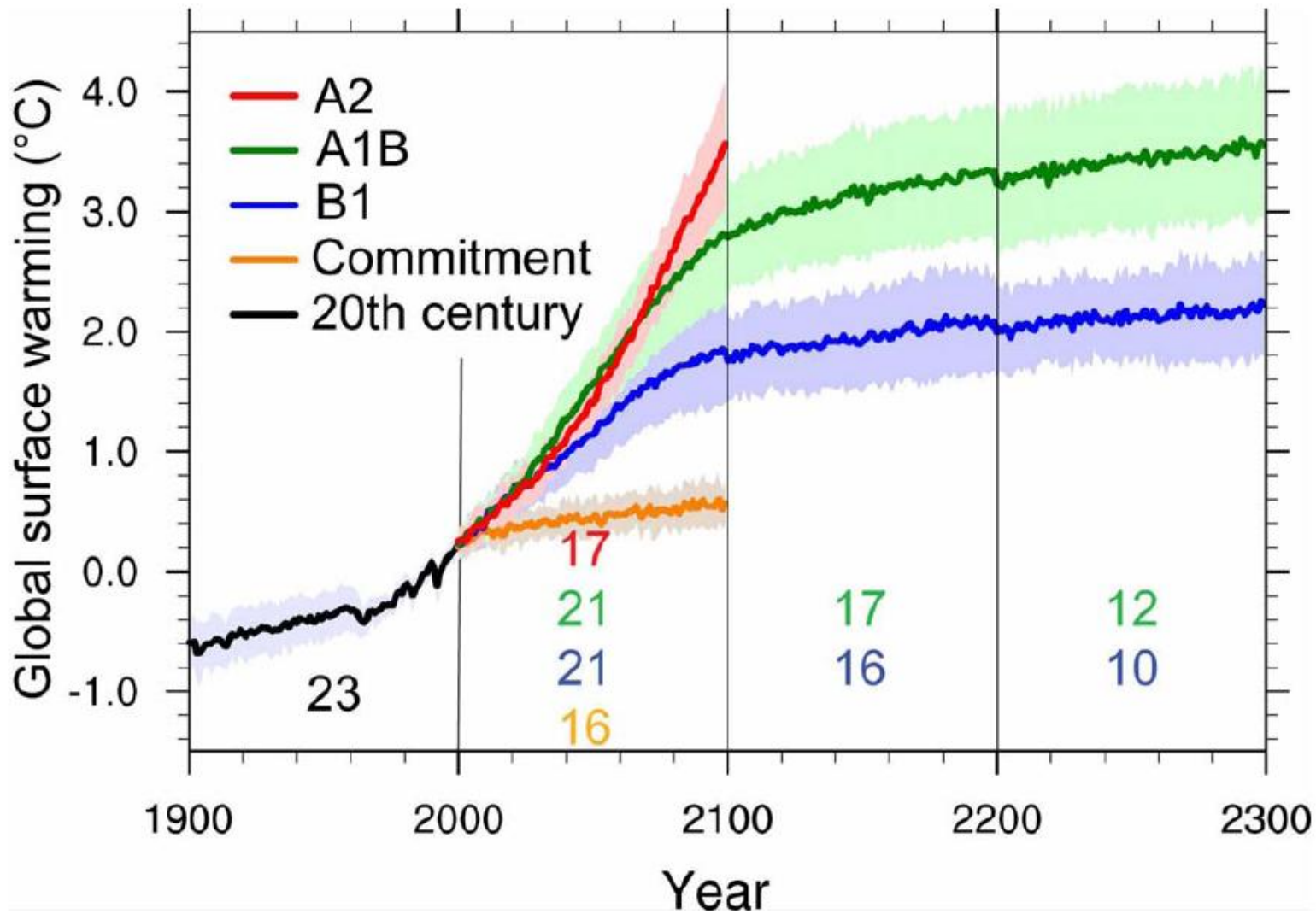
- Para el futuro se necesitan escenarios de emisión. Hasta el 2007 se usaron escenarios en función de parámetros tales como la evolución de la población, desarrollo de nuevas energías, crecimiento energético, etc.



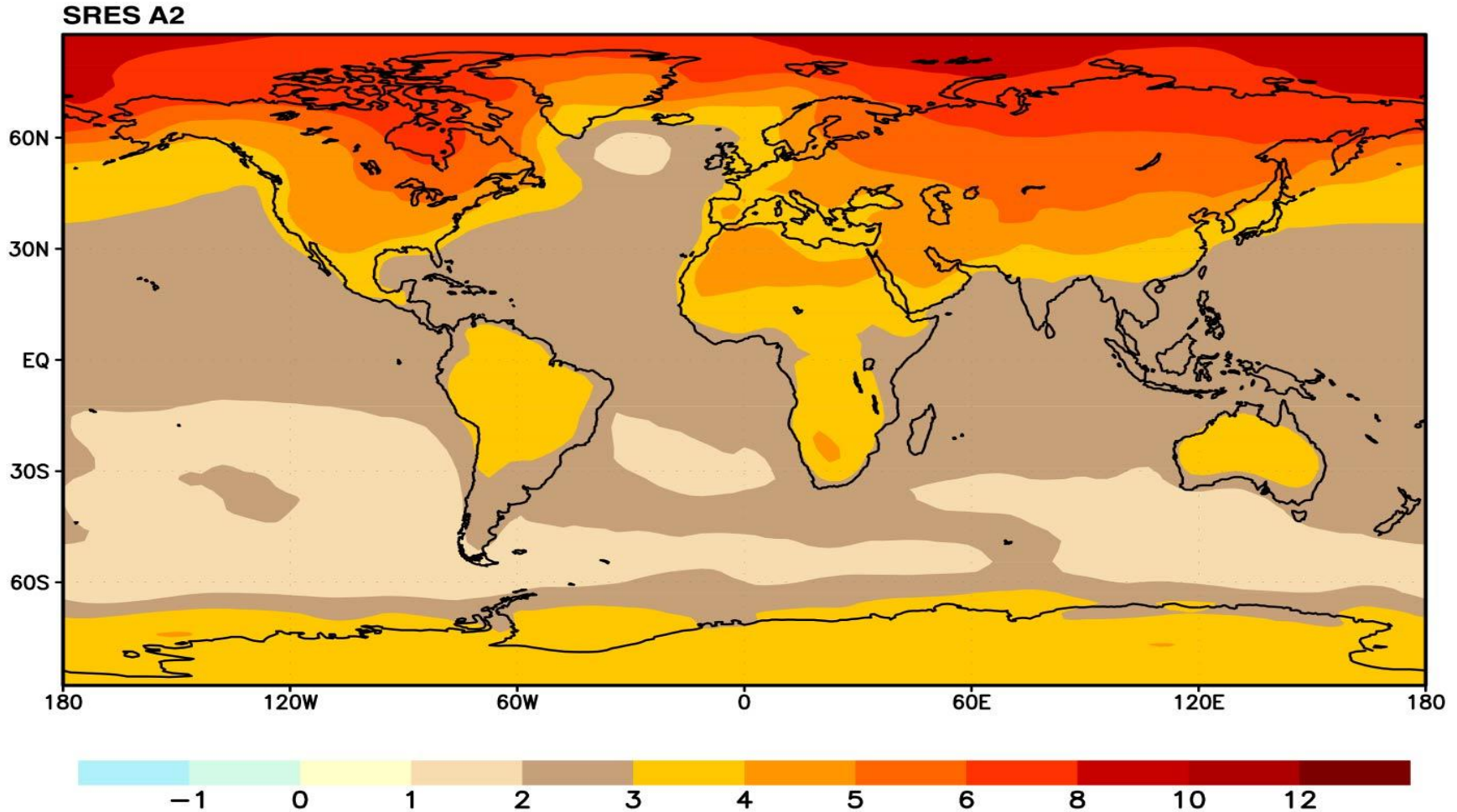
# Resultados del IPCC AR4



# Resultados del IPCC AR4 para el próximo siglo



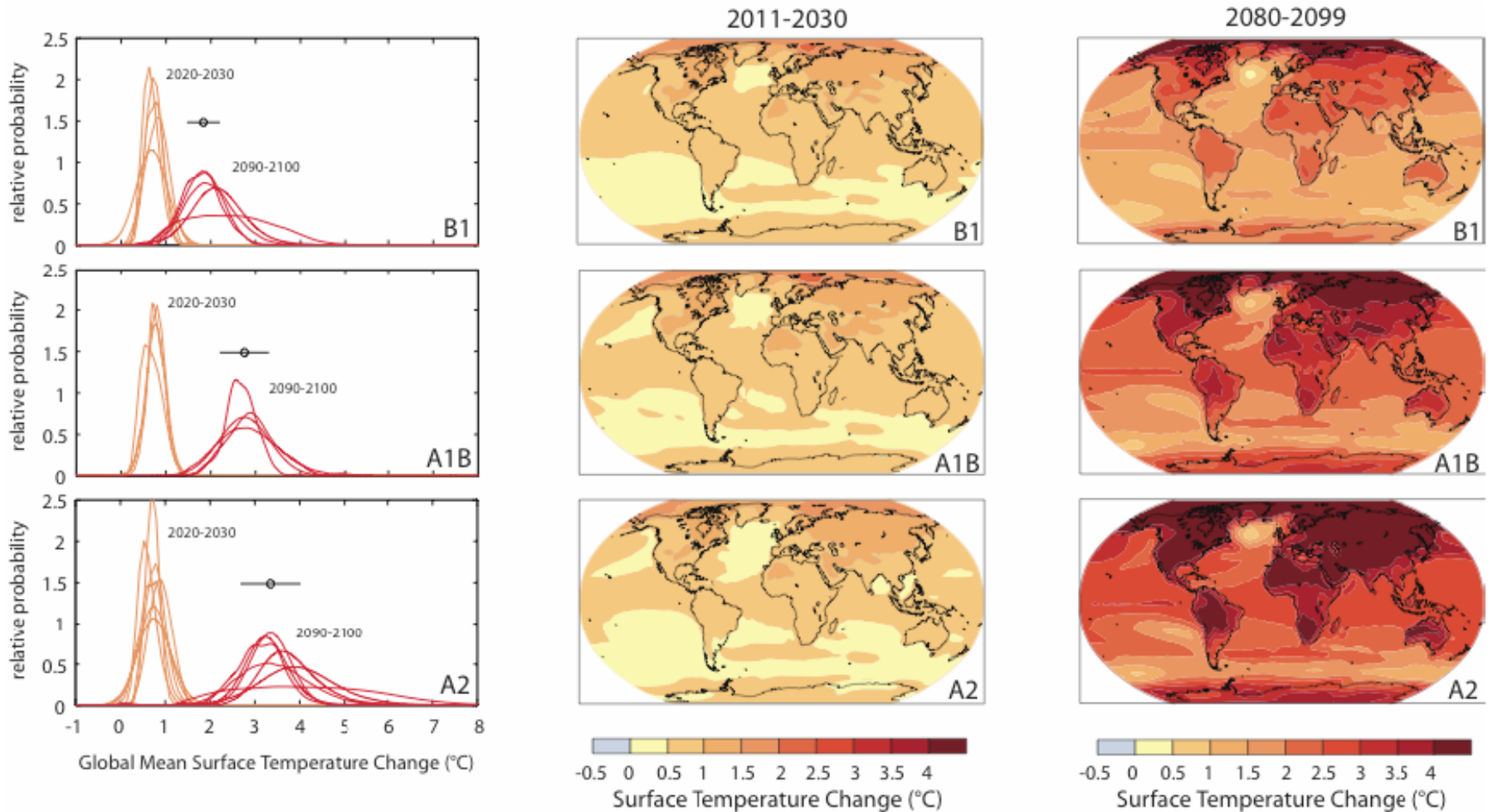
Land areas are projected to warm more than the oceans with the greatest warming at high latitudes



**Annual mean temperature change, 2071 to 2100 relative to 1990: Global Average in 2085 = 3.1°C**

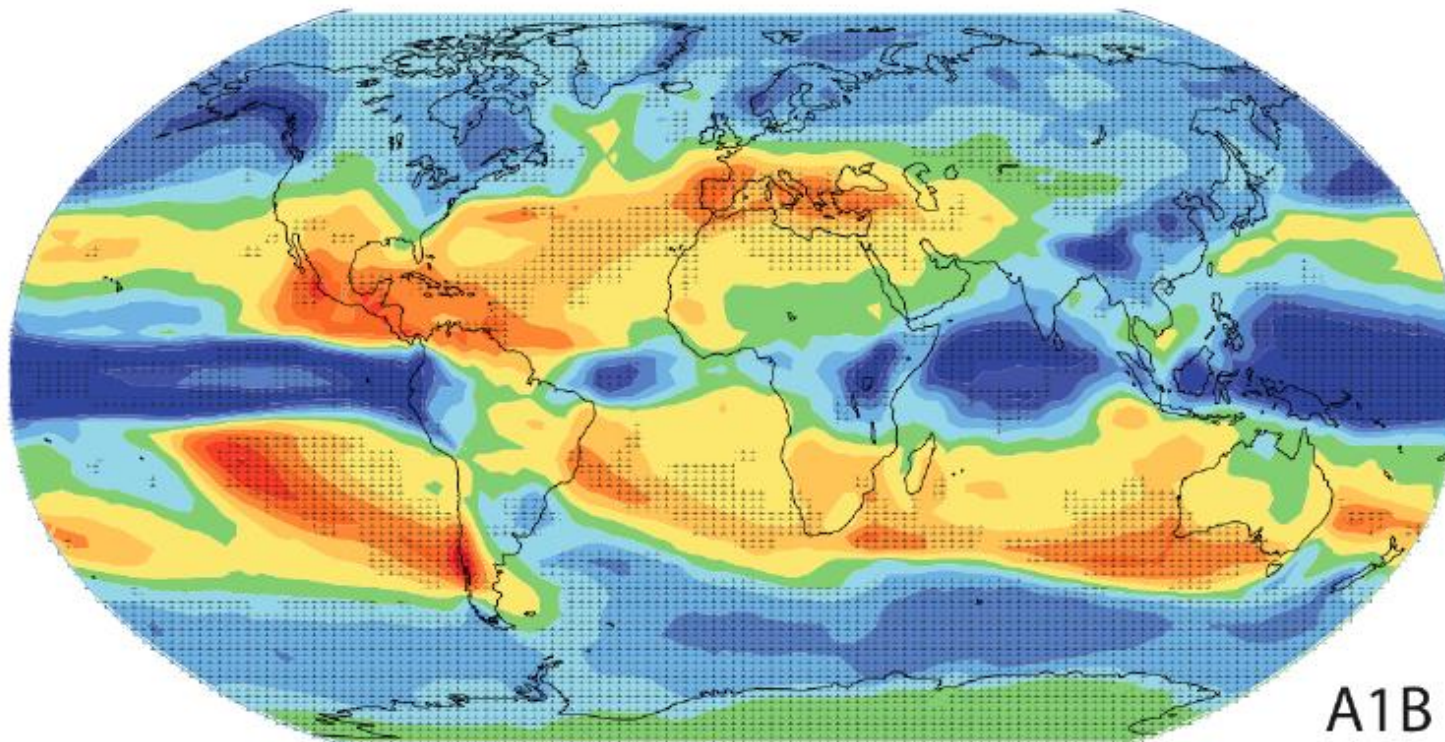


# Resultados del IPCC AR4 para el próximo siglo: Temperatura

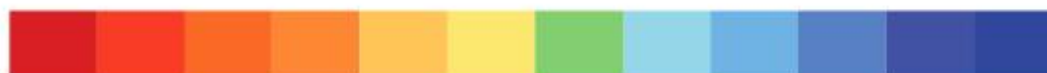


# Resultados del IPCC AR4 para el próximo siglo: Lluvia

2080-2099



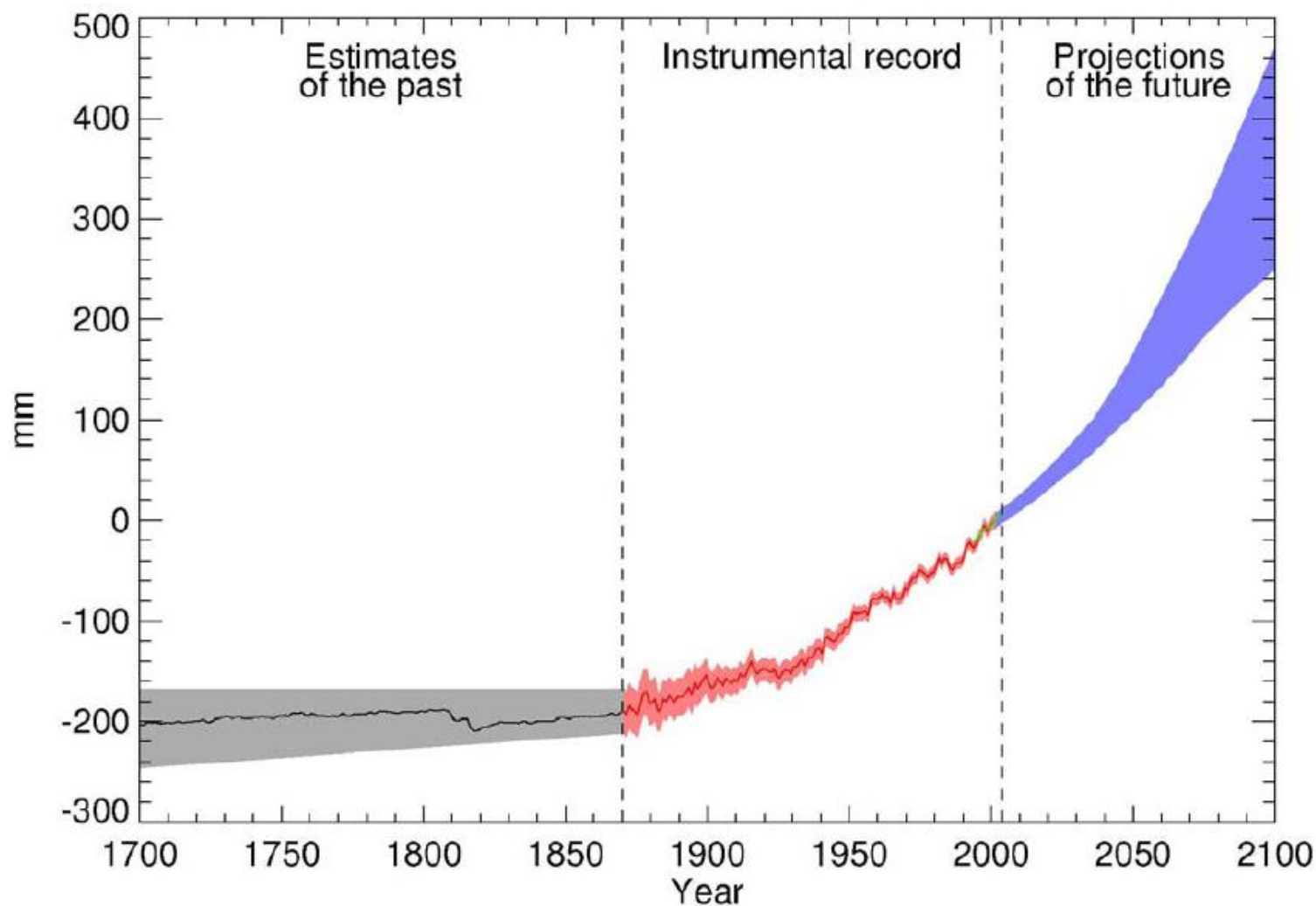
A1B



-0.5 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5

Annual Mean Precipitation Change (mm/day)

# Resultados del IPCC AR4 para el próximo siglo: Nivel Mar



# Mitigación + Adaptación



# ¿Qué podemos hacer?

- 1979: 1ª Conferencia Mundial sobre Clima:
  - Concluyó que la emisión de gases de efecto invernadero de origen humano pueden tener influencia en el clima.
  - Estableció el Programa Mundial sobre el Clima
- 1988: Establecimiento del IPCC (International Panel for Climate Change)
  - Su primer informe data de 1990 y volvió a alertar sobre la influencia humana en el clima.
- 1990: Segunda conferencia Mundial sobre el clima.
  - Establecimiento del programa mundial de vigilancia del clima.
- 1992 Conferencia sobre Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (Cumbre de Río)
  - Convenio marco sobre cambio climático
- 1997 Protocolo de Kioto

# Estrategias de Mitigación

- Estrategia consistente en paliar en lo posible el problema. En el caso del cambio climático consistiría en detener o disminuir el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera
- Estas estrategias tienen coste económico por lo que se hace necesario conocer con la mayor exactitud posible los pronósticos del clima para las próximas décadas: IPCC



# Estrategías de mitigación: Protocolo de Kyoto

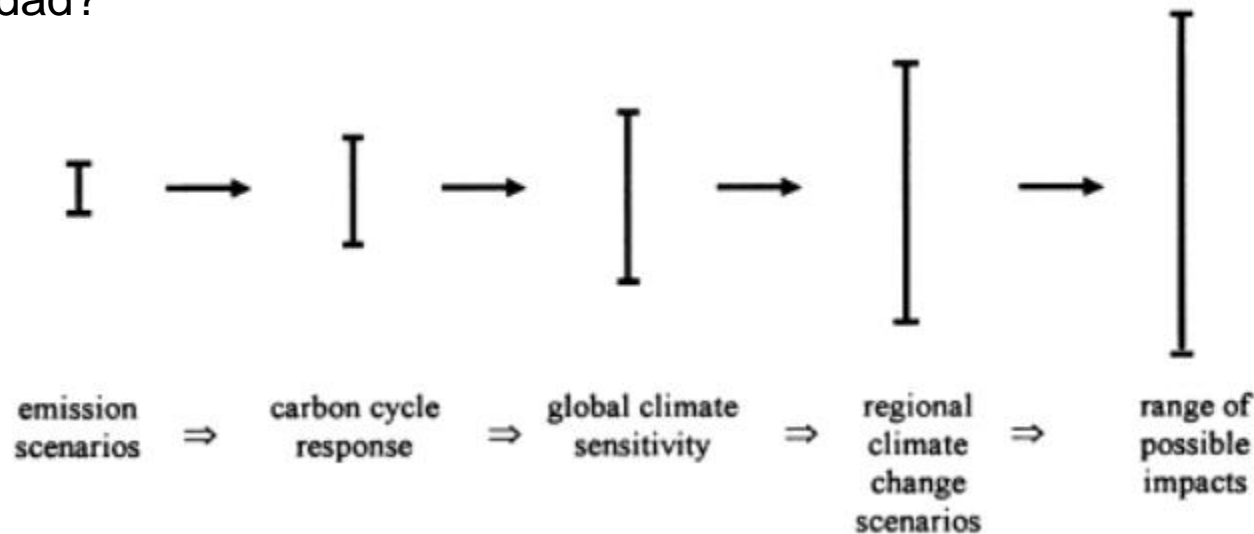
- Firmado en Dic-1997
- Ratificado por más de 55 países responsables de más del 55% de las emisiones en Noviembre 2004
- Entrada en vigor Feb-2005
- Obliga a disminuir ligeramente (5%) las emisiones con respecto a las de 1990 en el período 2008-2012



## Resultados del IPCC para el próximo siglo: Incertidumbres

Cuando estudiamos el sistema climático debemos tener en cuenta que los resultados están sometidos a diferentes y crecientes incertidumbres. Así, dando por buenos los resultados del IPCC

¿Cuáles serán los cambios a nivel regional? ¿Qué impactos tendrán esos cambios sobre la sociedad?



# • Nuevas perspectivas a partir del 2007

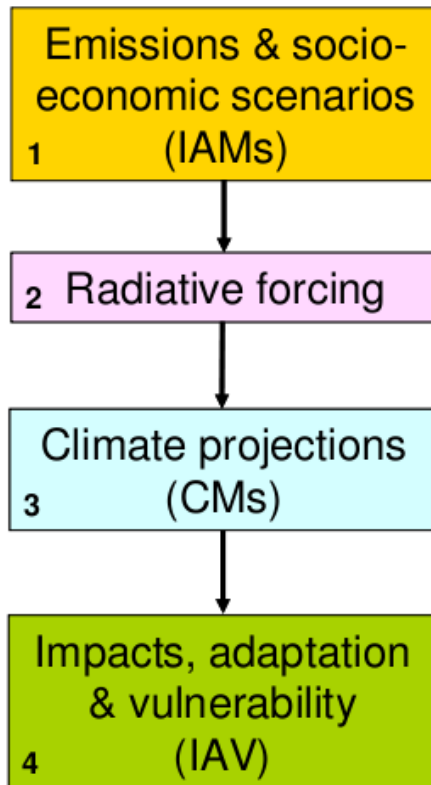
- Nuevos escenarios que tengan en cuenta las políticas climáticas que se puedan implementar en el futuro y que permitan evaluarlas.
- Modelos más completos para que esa evaluación sea más realista.
- Nuevas estrategias de mitigación + adaptación.



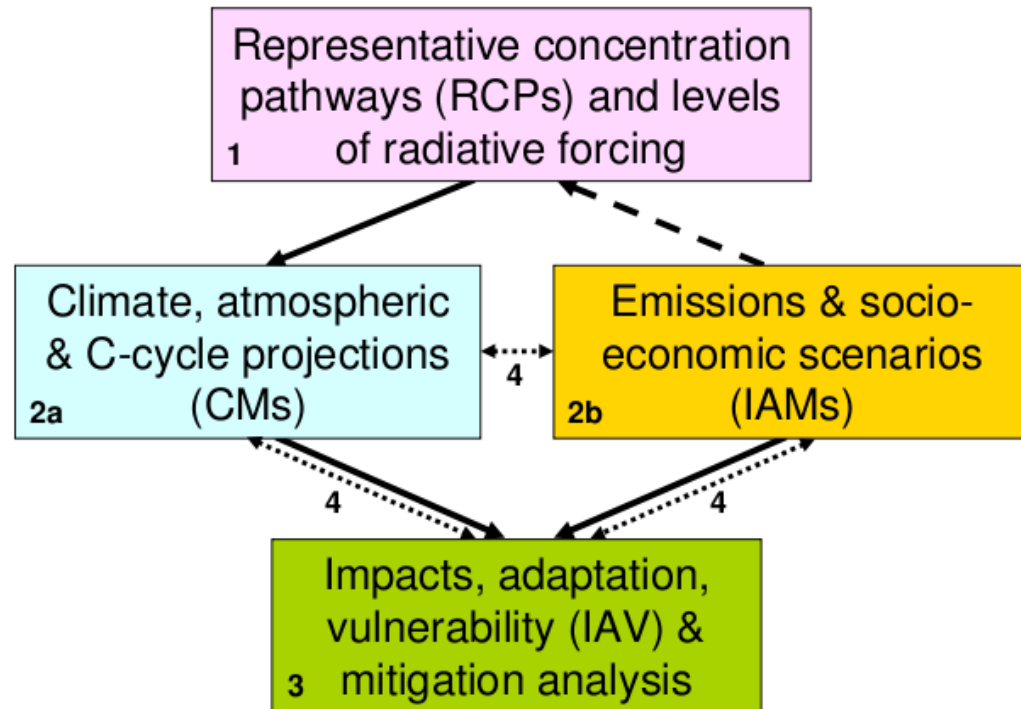
# Nueva estrategia de elaboración de escenarios

IPCC Expert Meeting Report: Towards New Scenarios

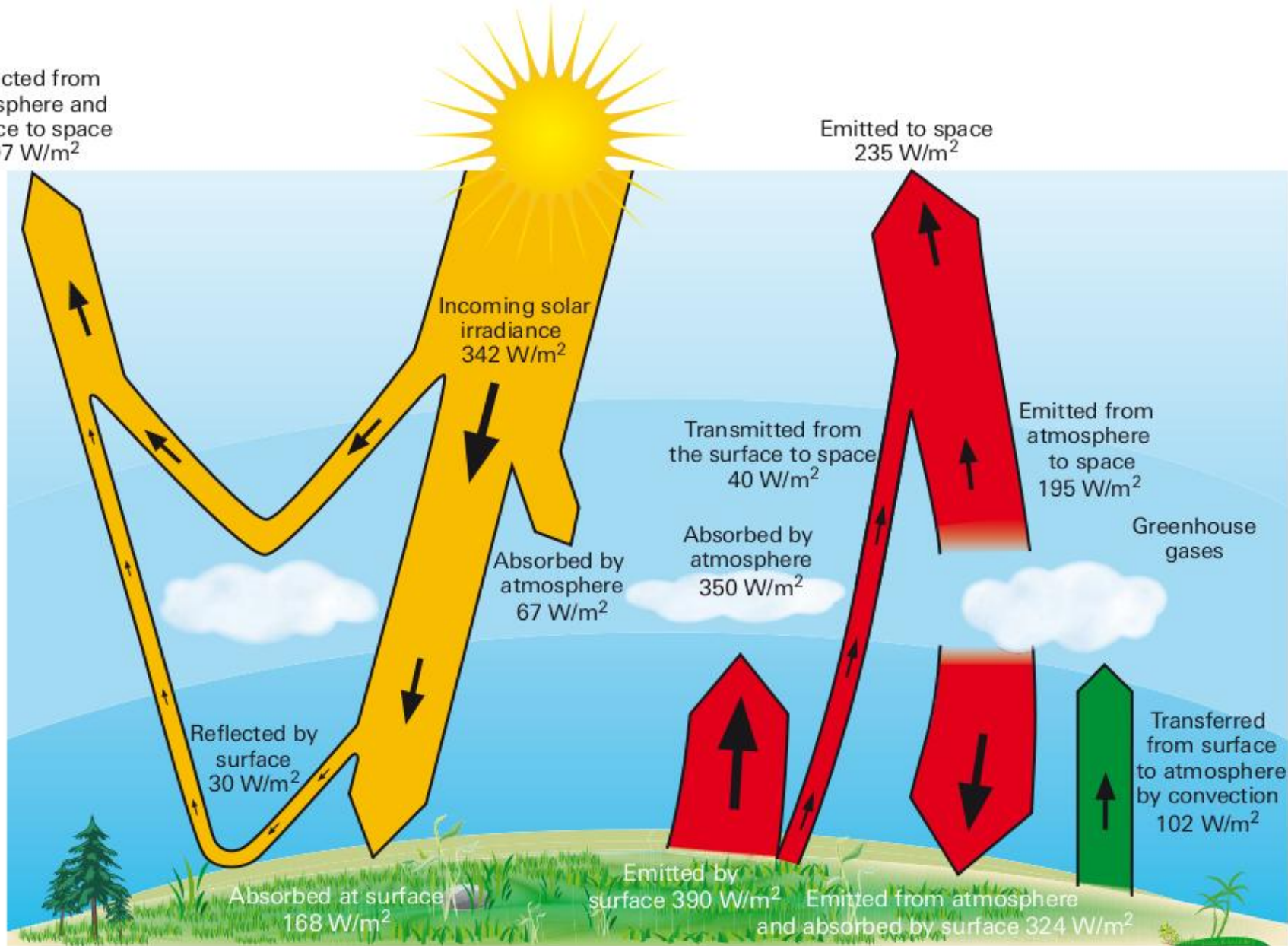
## (a) Sequential approach



## (b) Parallel approach



Reflected from  
atmosphere and  
surface to space  
 $107 \text{ W/m}^2$

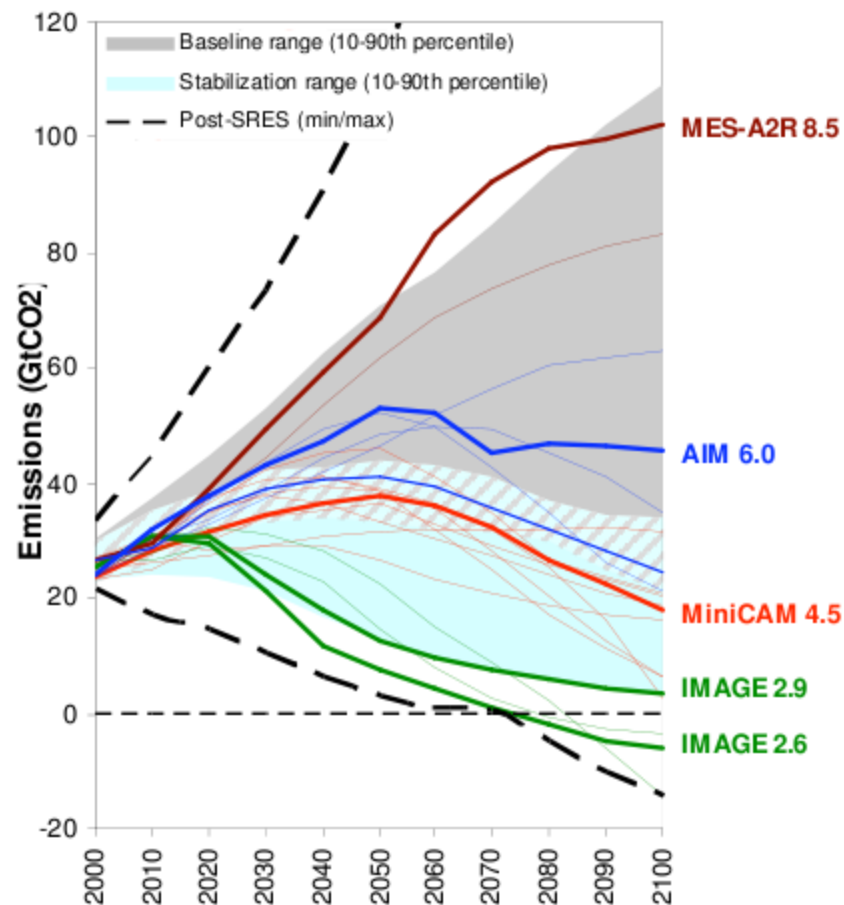
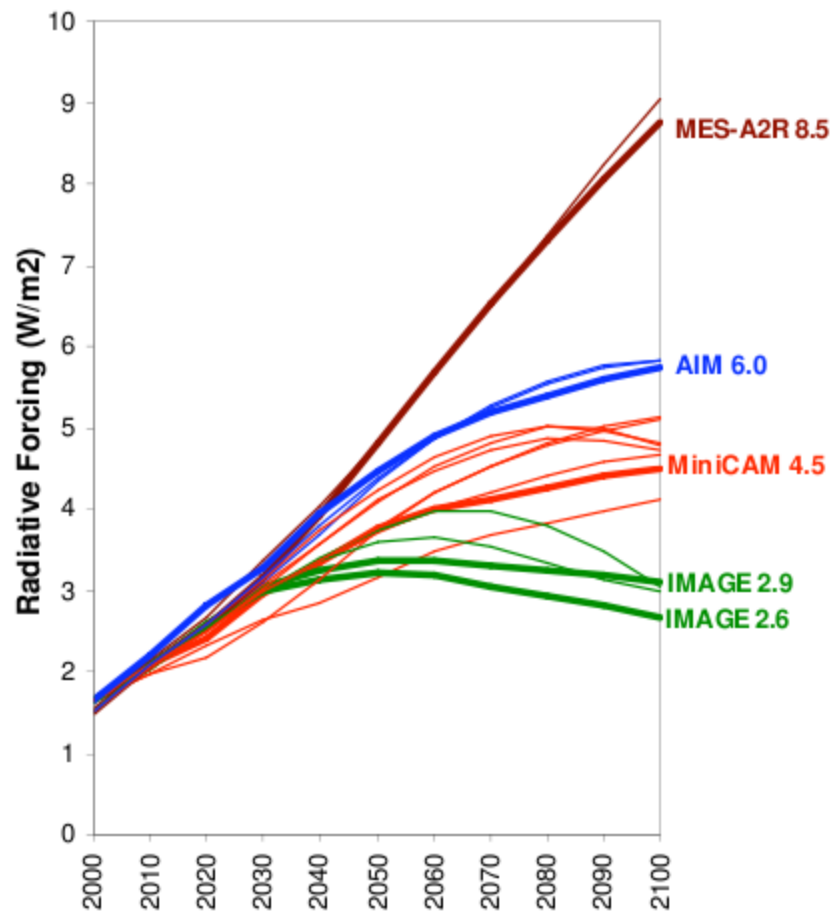


# Nuevos escenarios representativos

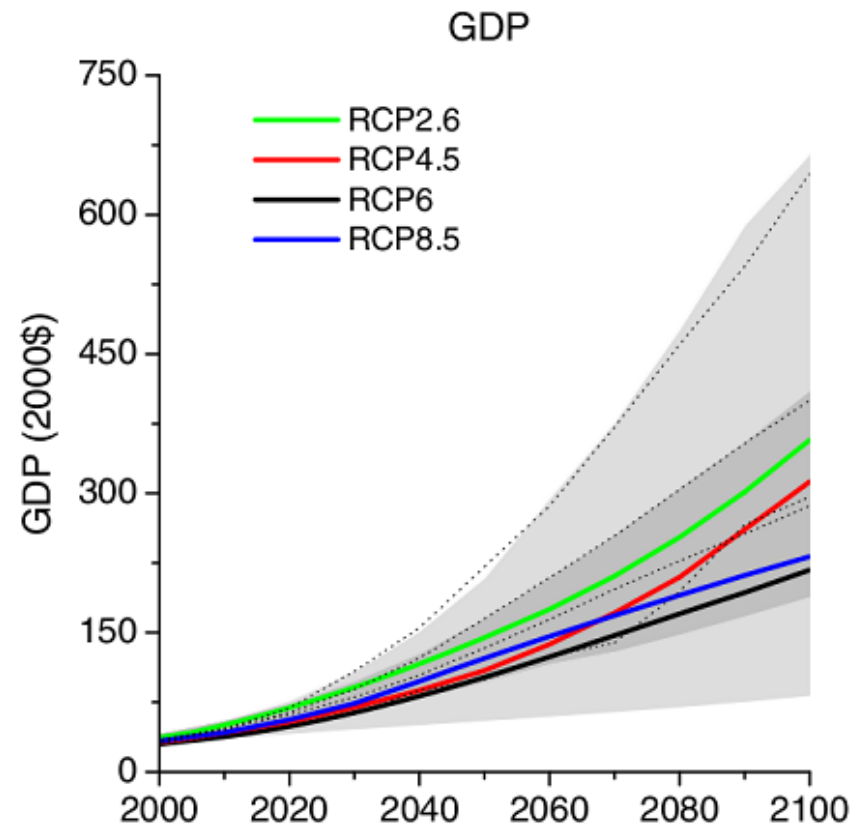
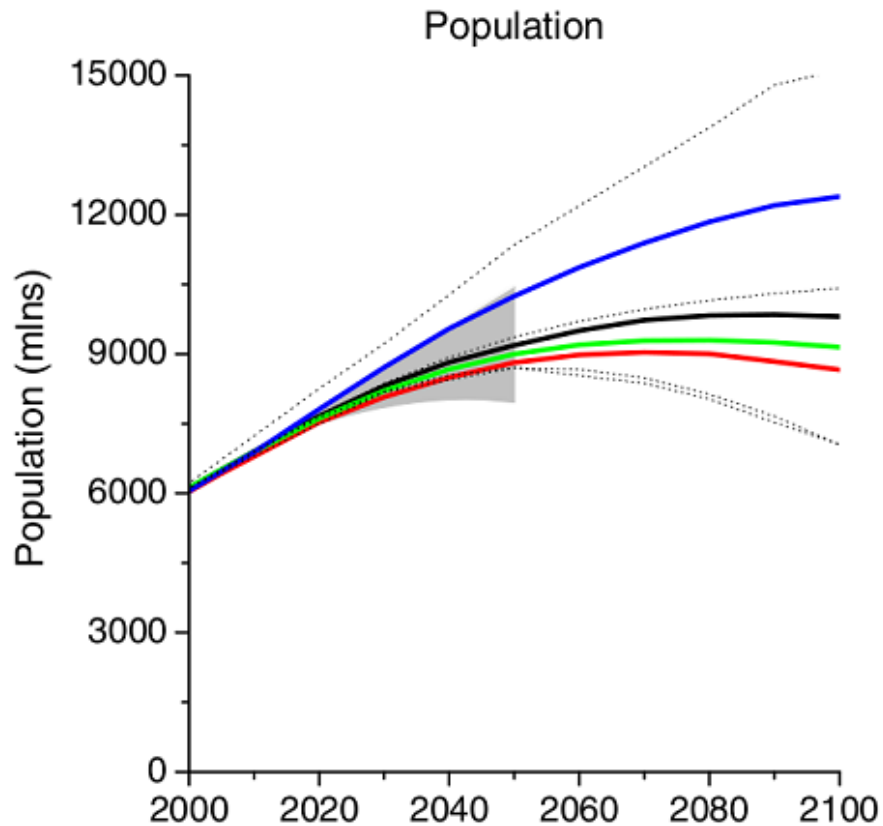
- RCP 8.5 Rising radiative forcing pathway leading to  $8.5 \text{ W/m}^2$  in 2100.
- RCP 6 Stabilization without overshoot pathway to  $6 \text{ W/m}^2$  at stabilization after 2100
- RCP 4.5 Stabilization without overshoot pathway to  $4.5 \text{ W/m}^2$  at stabilization after 2100
- RCP 3-PD2 Peak in radiative forcing at  $\sim 3 \text{ W/m}^2$  before 2100 and decline



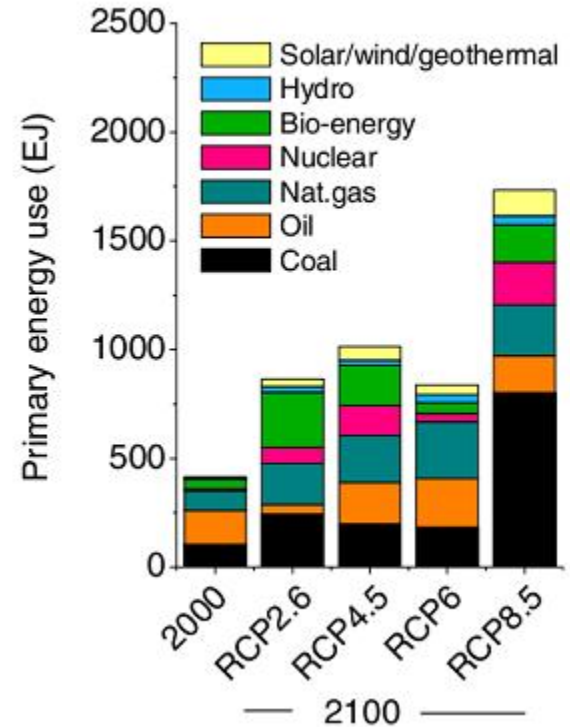
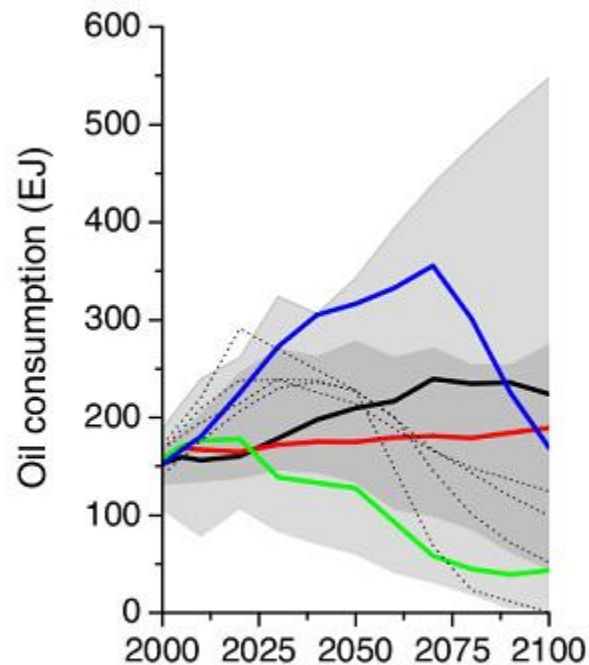
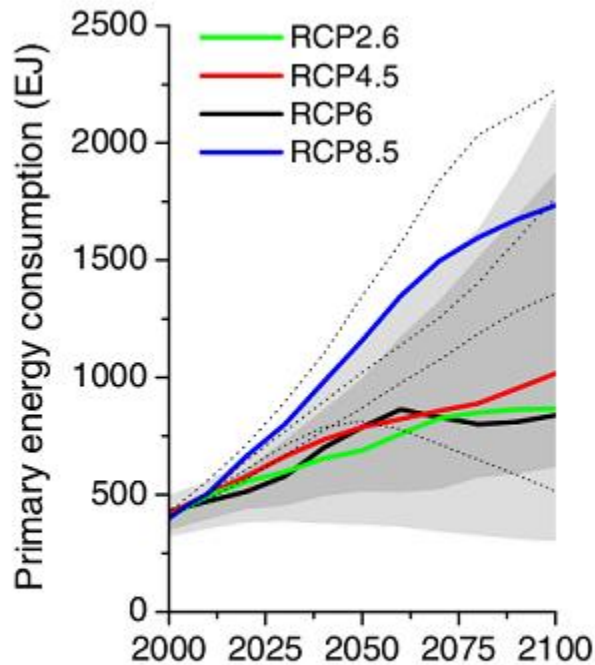
# Resumen de nuevos escenarios



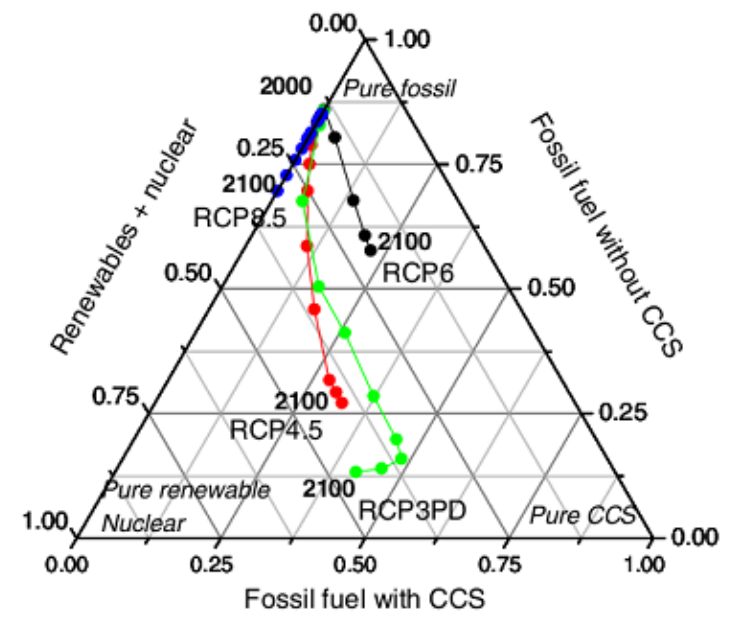
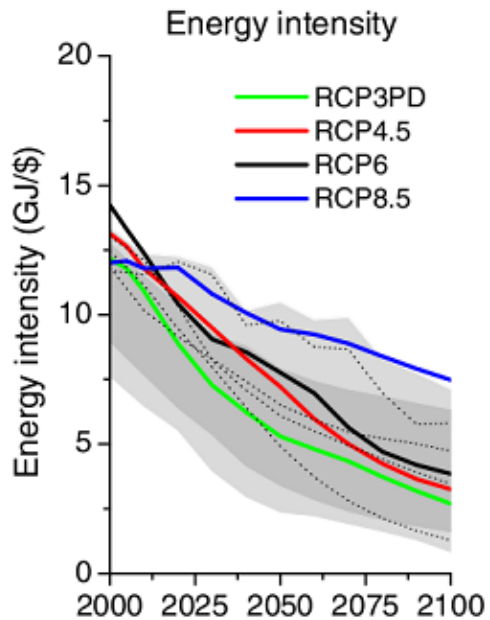
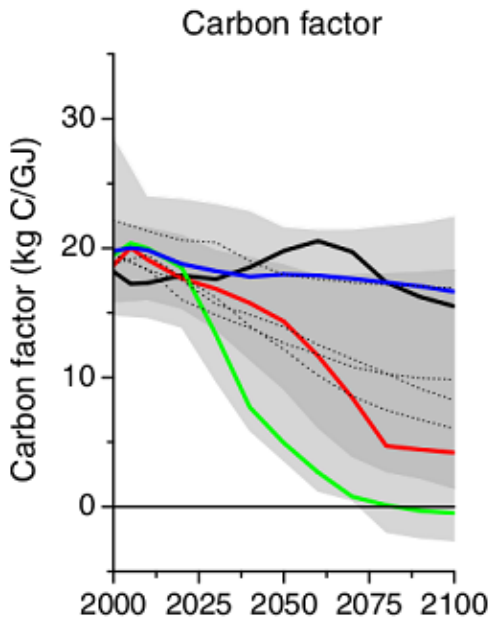
# Hipótesis sobre población y PIB



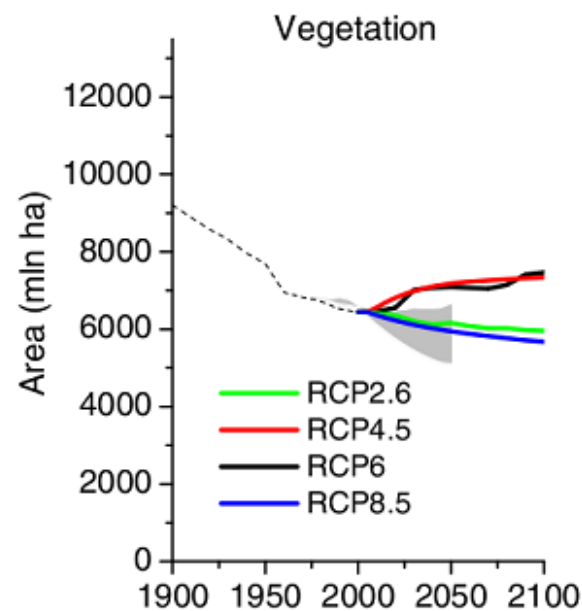
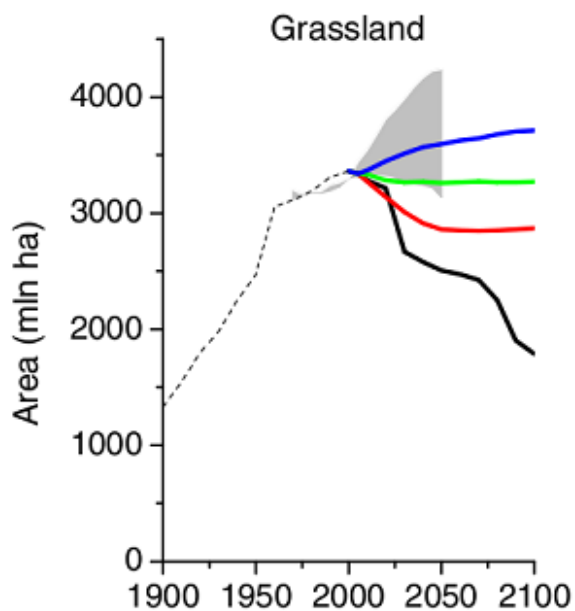
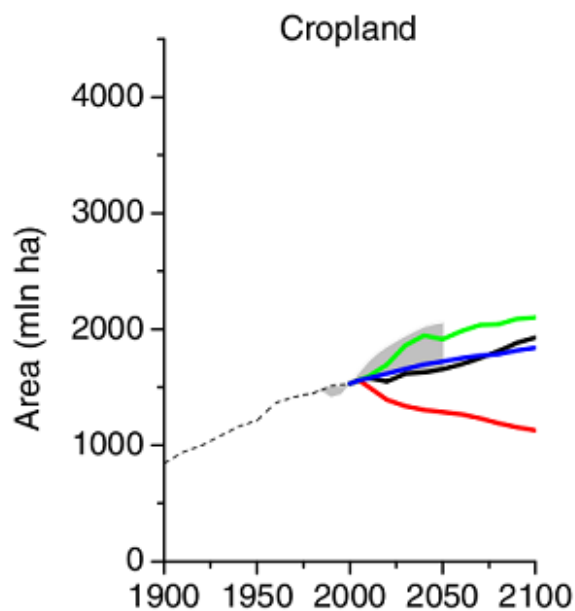
# Hipótesis sobre consumo de energía



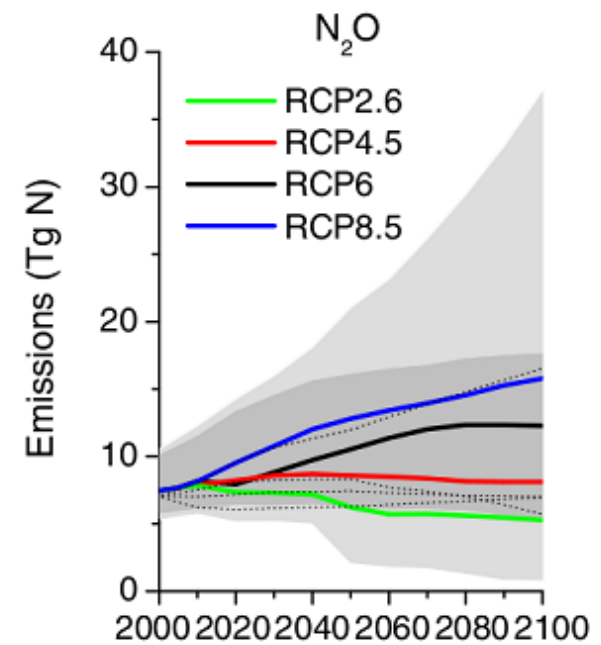
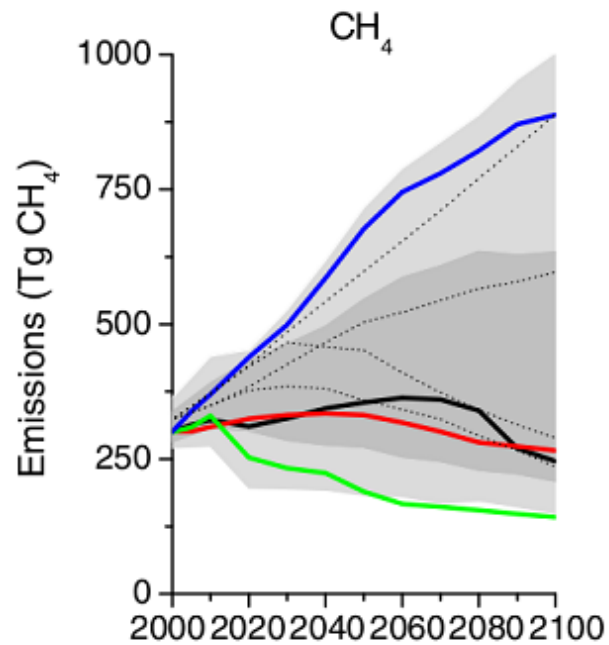
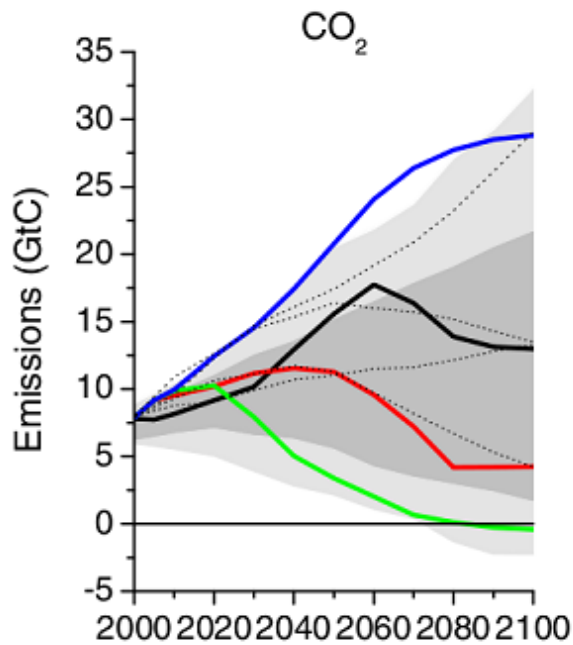
# Hipótesis sobre eficiencia energética



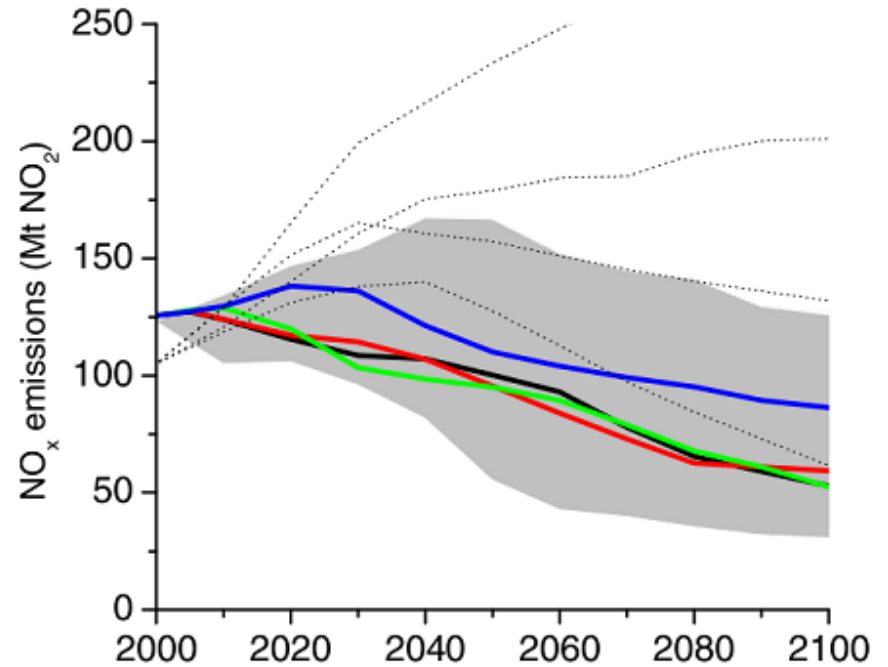
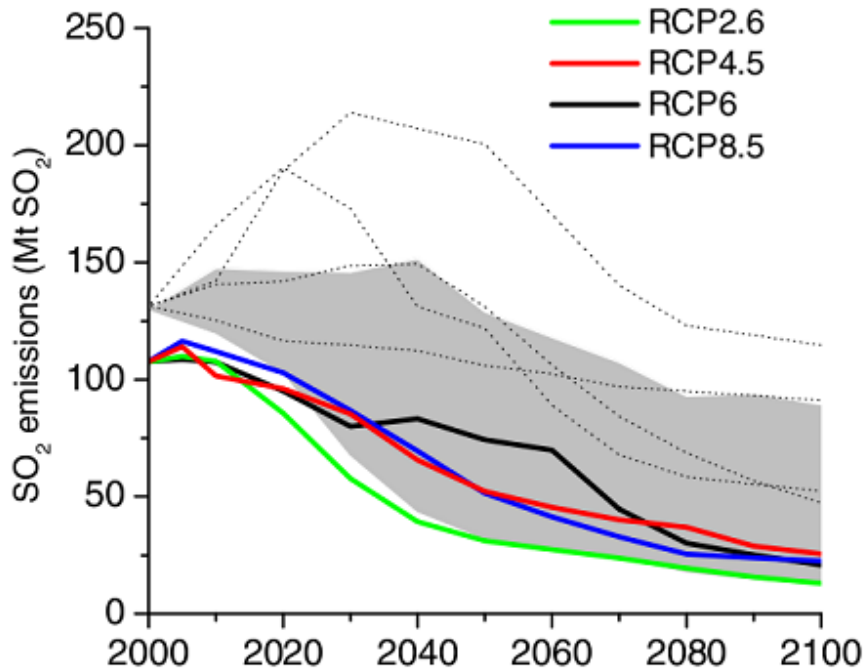
# Hipótesis sobre cambios en vegetación



# Hipótesis sobre emisiones de GHG

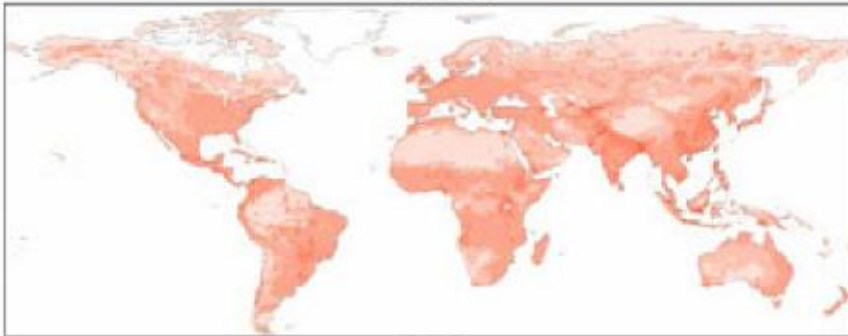


# Hipótesis sobre emisiones de aerosoles

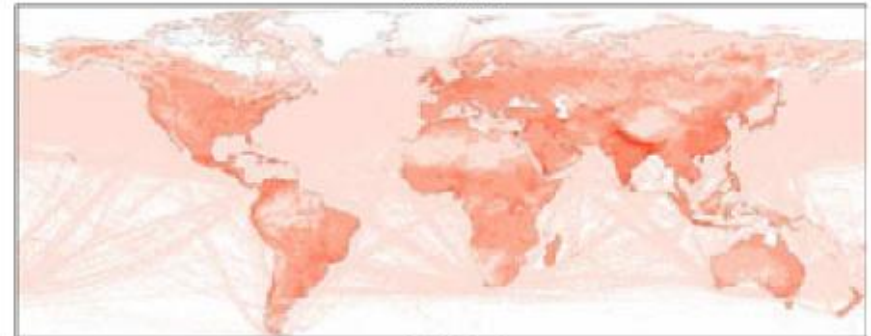


# CH<sub>4</sub>: Emisiones de Metano

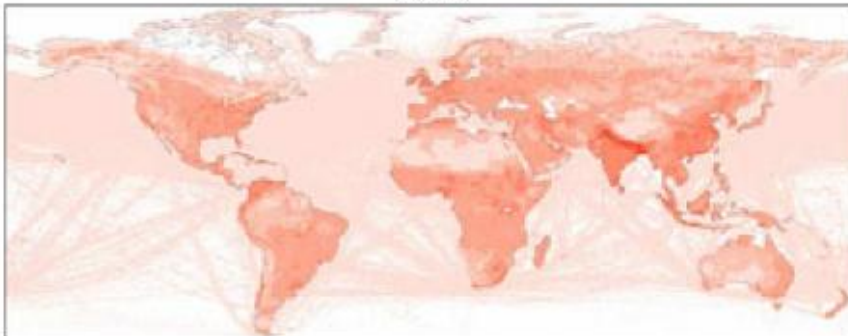
RCP2.6



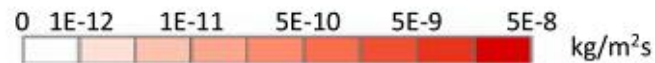
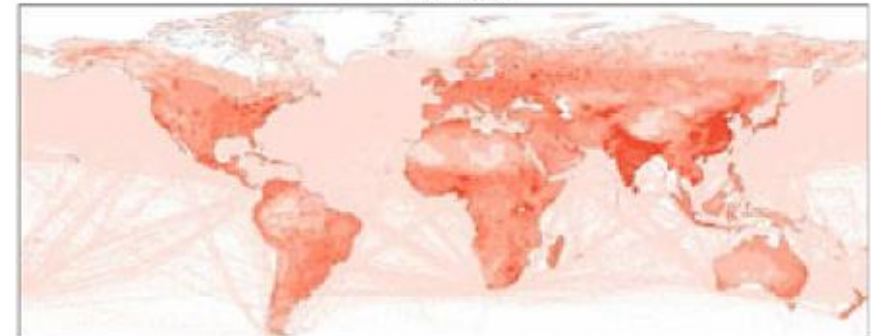
RCP4.5



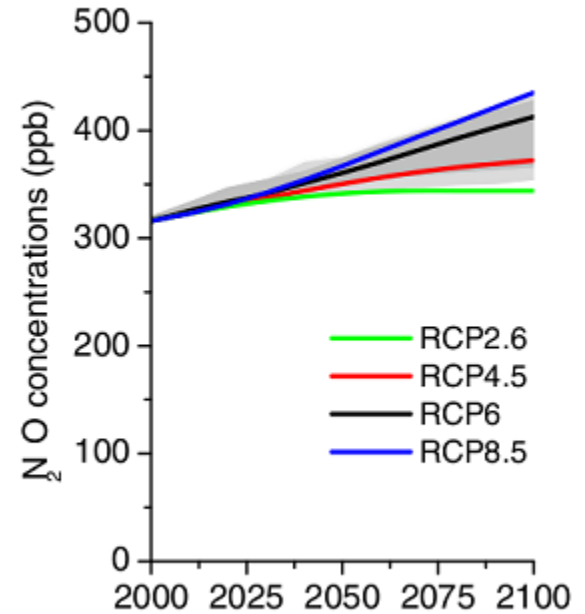
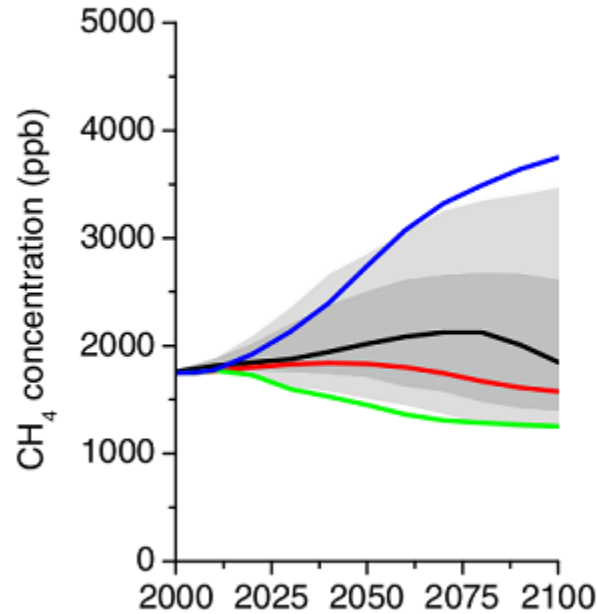
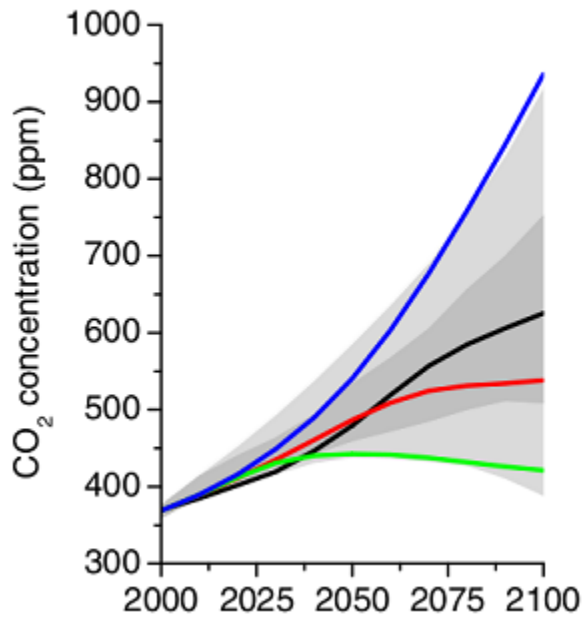
RCP6



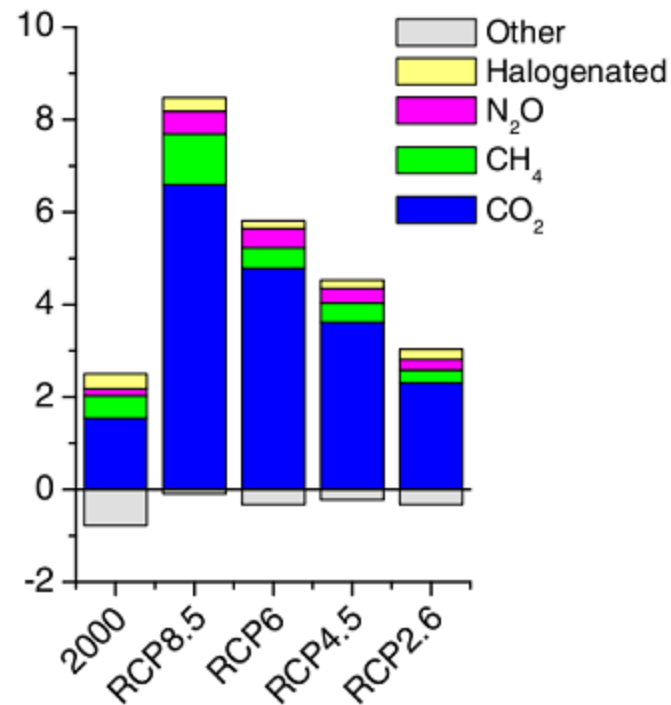
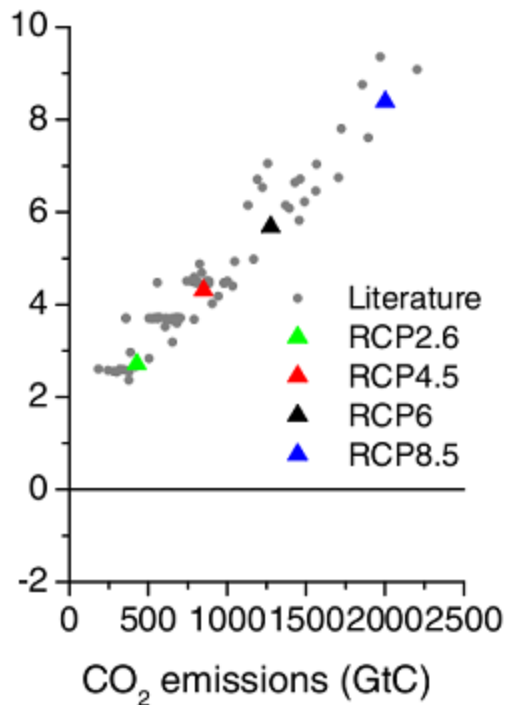
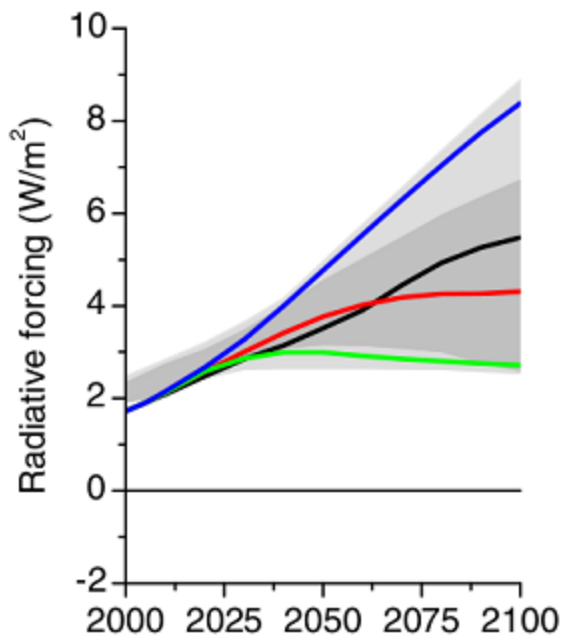
RCP8.5



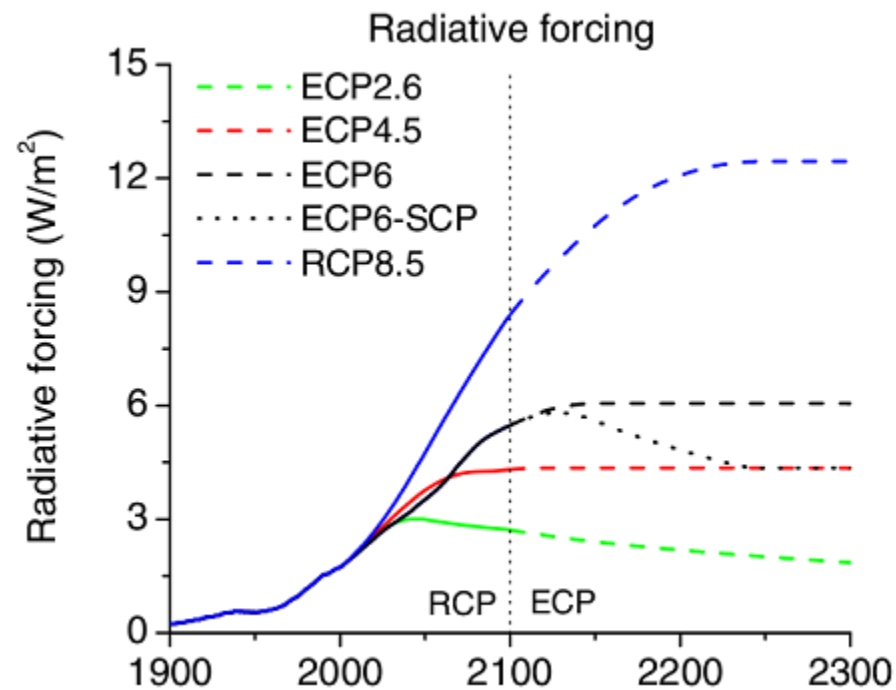
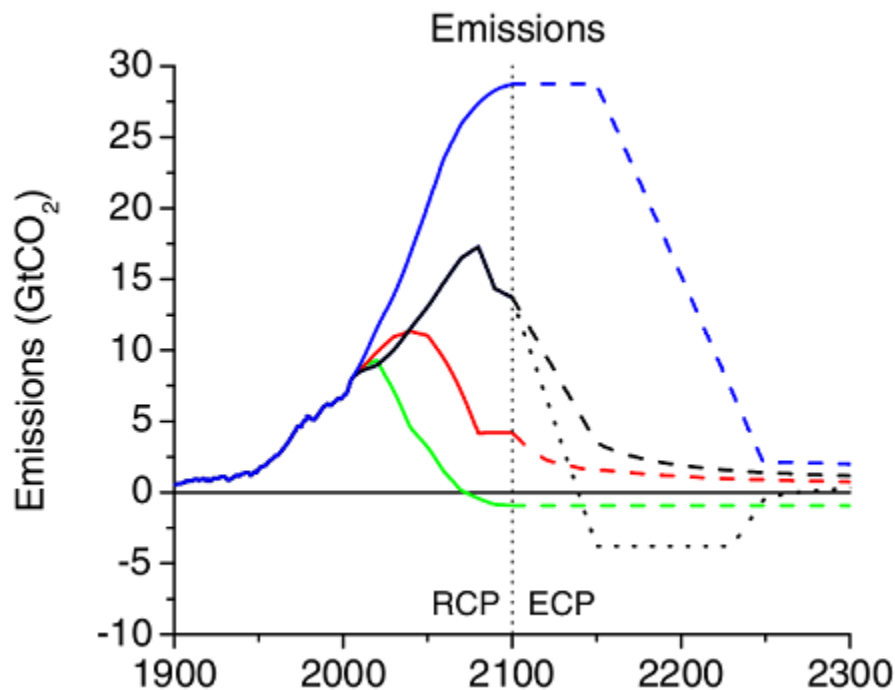
# Concentración de GHG



# Forzamiento en el balance de radiación



# Continuidad de los escenarios en siglos XXII y XXIII



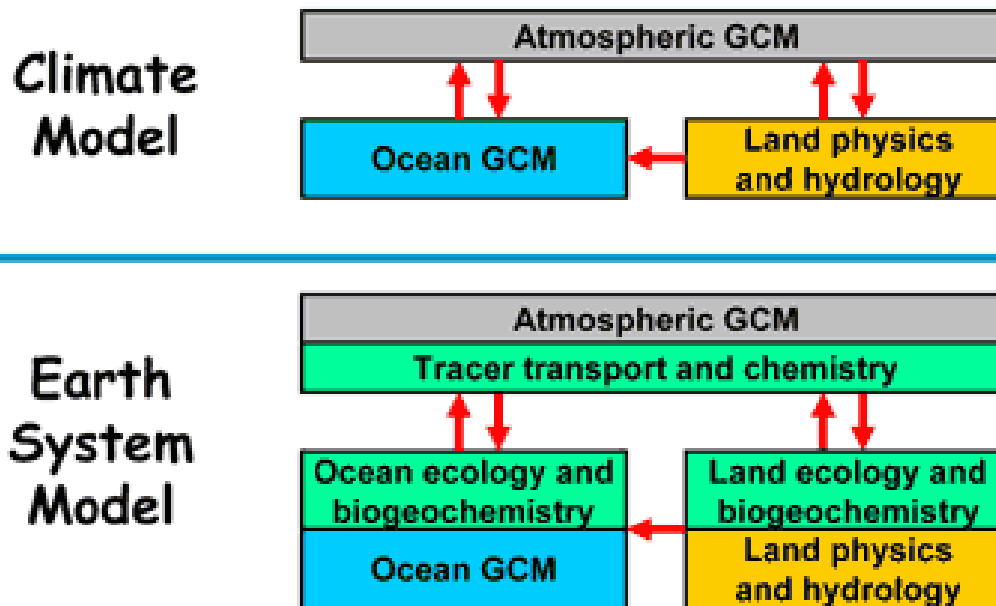
# Earth-System Models

- Los nuevos escenarios se aplican sobre 'Earth-System Models'.
- Son modelos en los que los ciclos biogeoquímicos y en particular el ciclo del carbono está incorporado en el propio modelo.



# Esquema de un 'Earth-System Model'

## What is an Earth System Model?



# Ciclo Global del Carbono

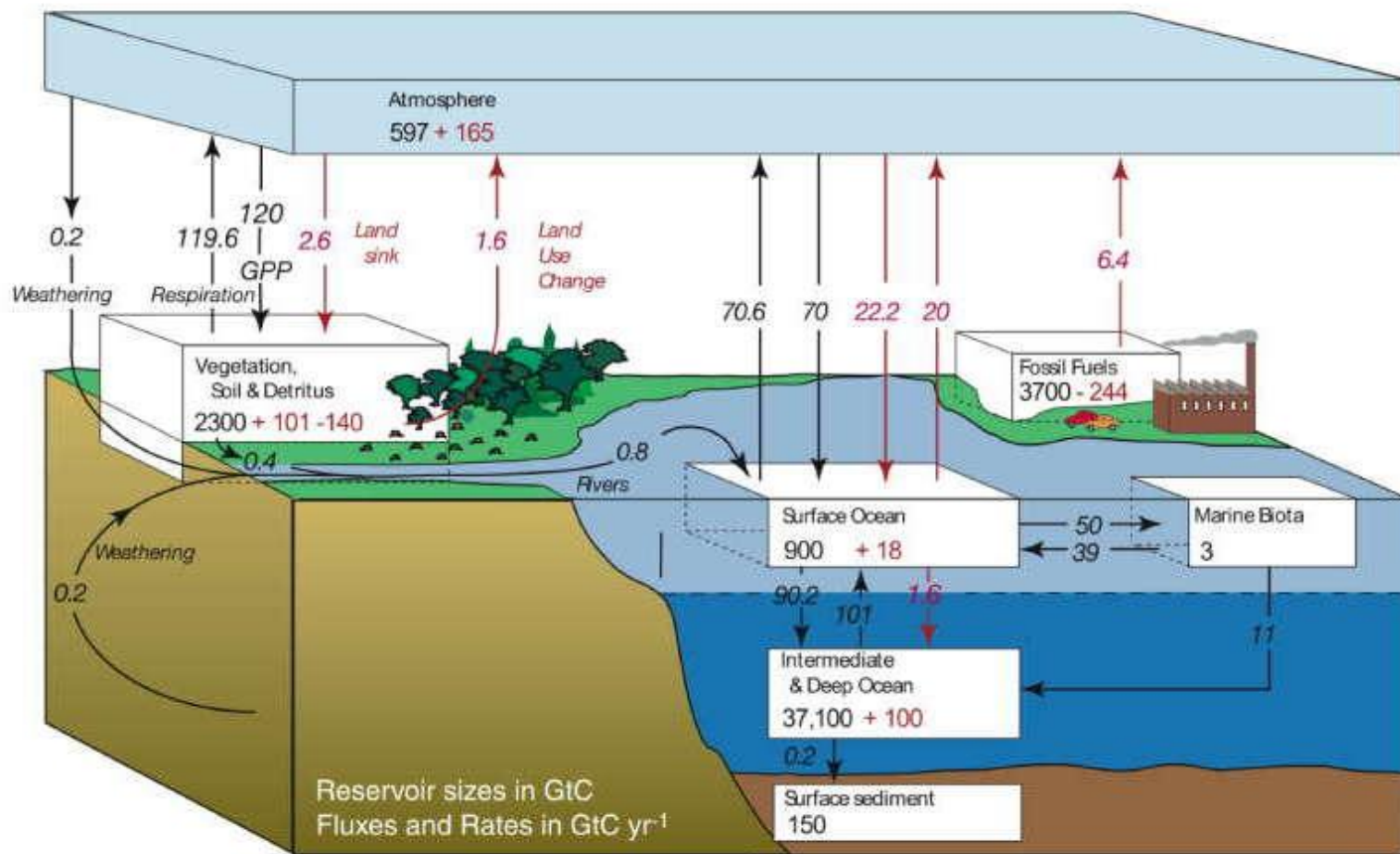
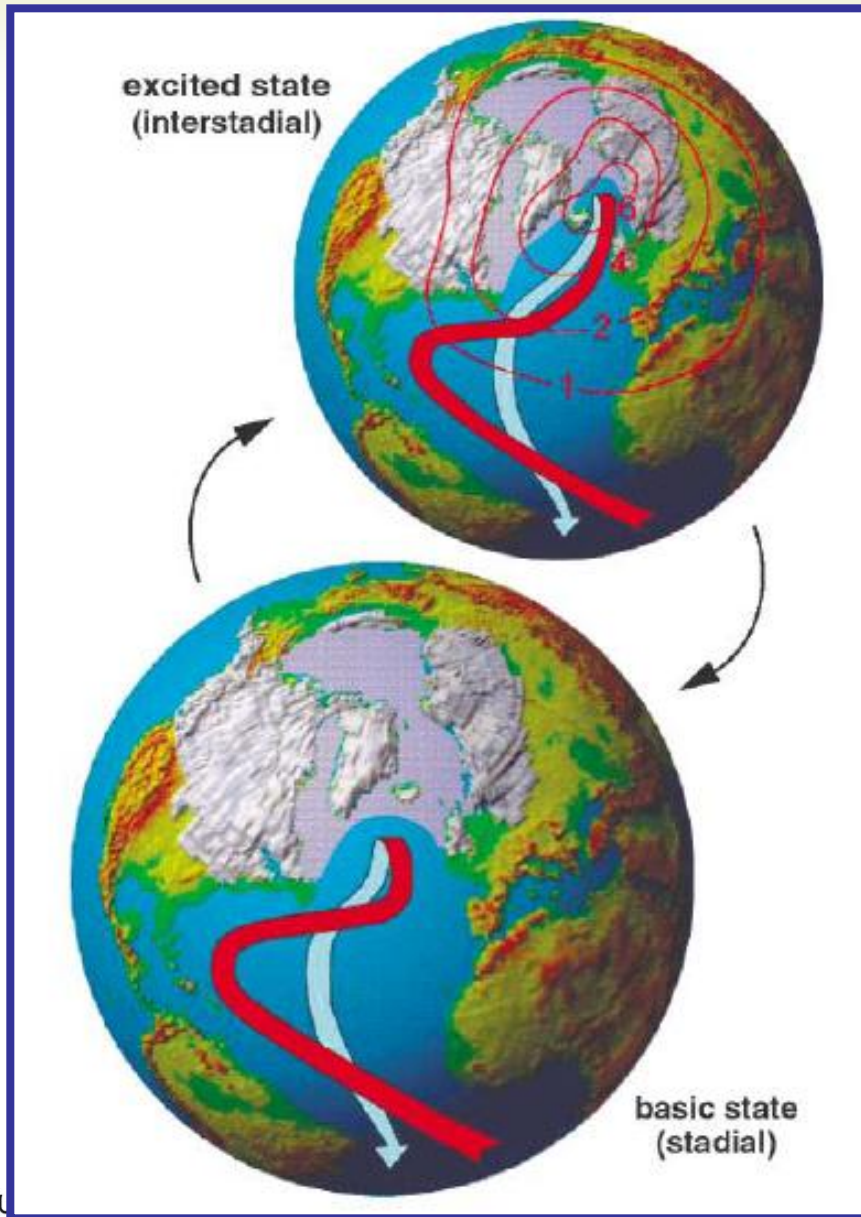


Figure 7.3

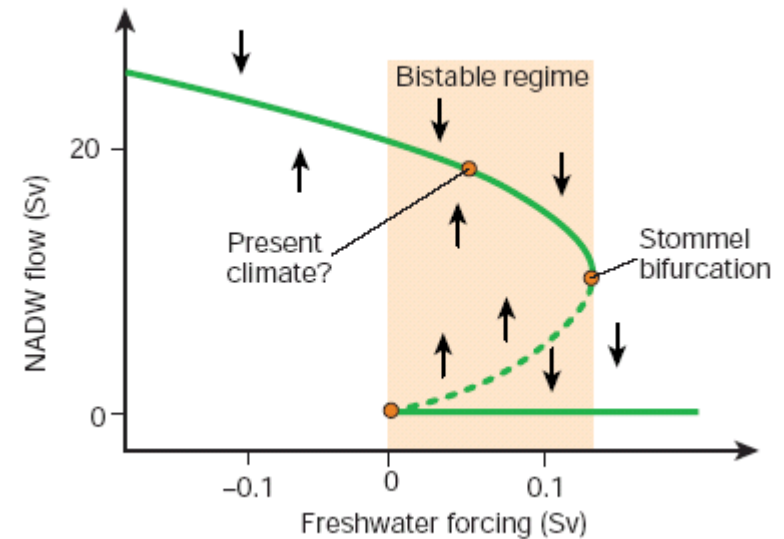
# Interacciones que se tienen en cuenta en Earth System Models

- Cambios en el afloramiento.
- Cambios en el 'biological pump'.
- Cambios en la Circulación Termohalina.
- Cambios en la vegetación.
- Cambios en el suelo.





- Estos cambios se han producido con anterioridad, en particular esta circulación cambia entre las



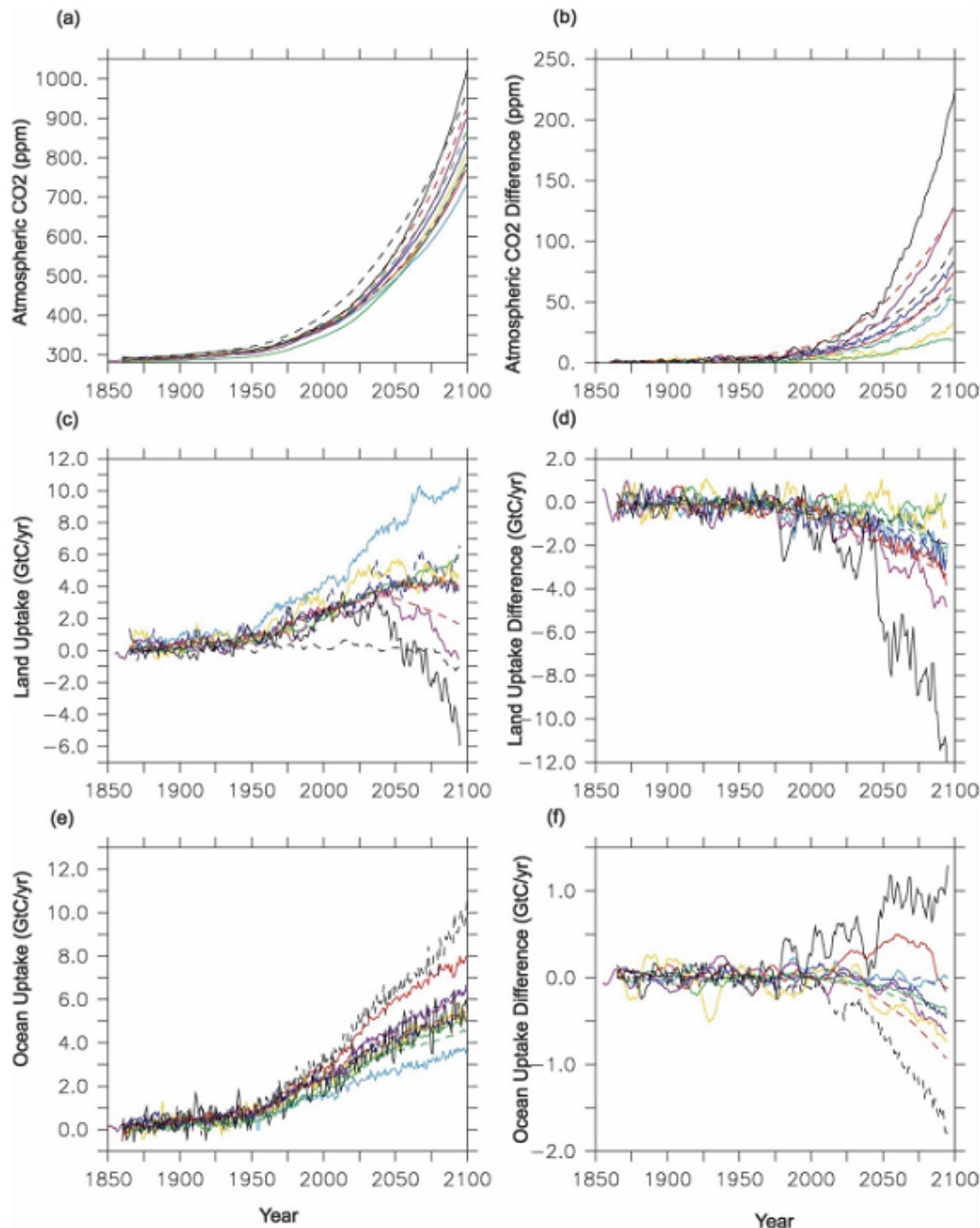
- Posibilidad de cambios climáticos abruptos



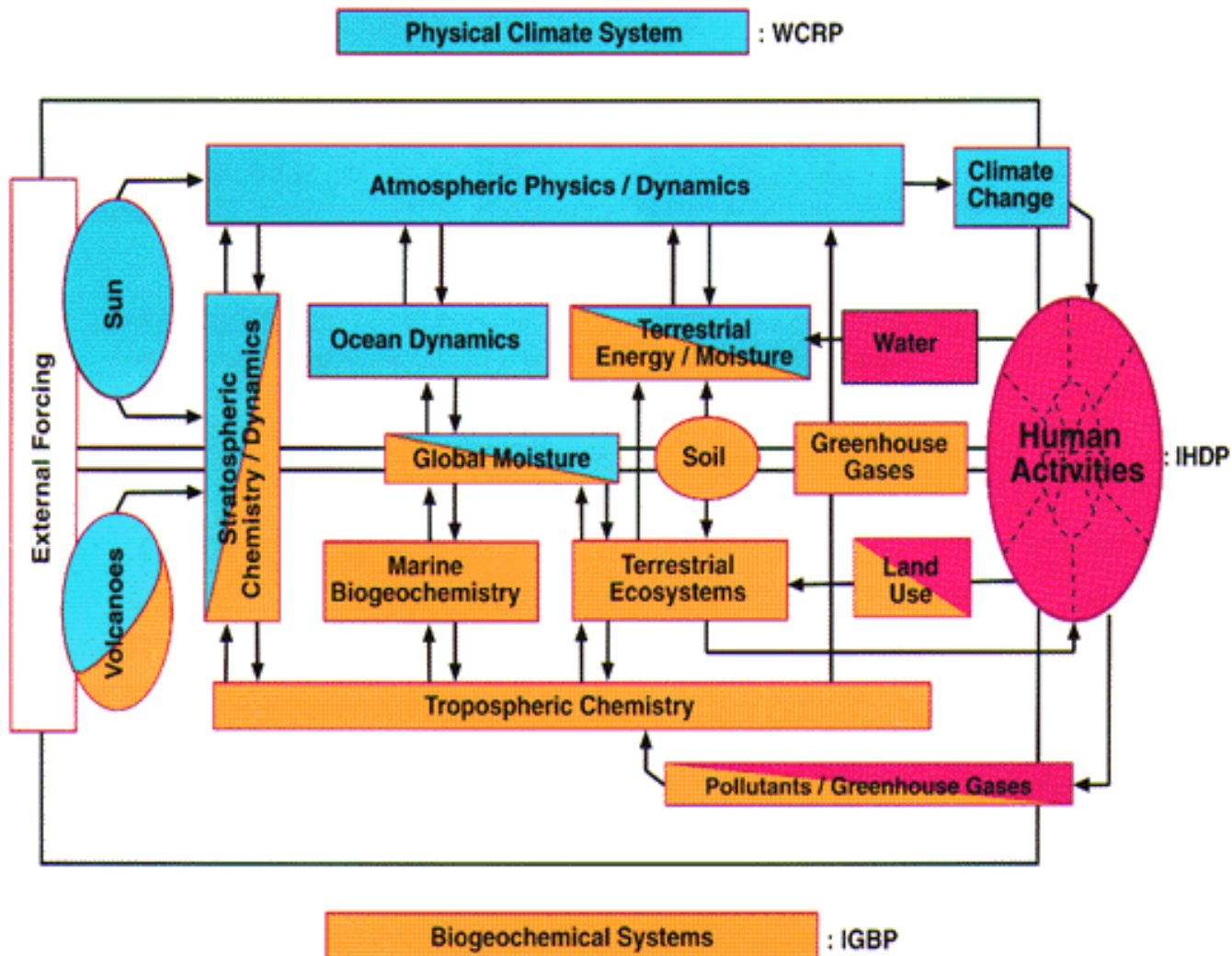
# Resultados Modelos Acoplados

Model <sup>a</sup>	Impact of Climate Change on the CO <sub>2</sub> Concentration by 2100 (ppm)	Climate-Carbon Feedback Factor	Transient Climate Sensitivity to Doubling CO <sub>2</sub> (°C)	Land Carbon Storage Sensitivity to CO <sub>2</sub> (GtC ppm <sup>-1</sup> )	Ocean Carbon Storage Sensitivity to CO <sub>2</sub> (GtC ppm <sup>-1</sup> )	Land Carbon Storage Sensitivity to Climate (GtC °C <sup>-1</sup> )	Ocean Carbon Storage Sensitivity to Climate (GtC °C <sup>-1</sup> )
A. HadCM3LC	224	1.44	2.3	1.3	0.9	-175	-24
B. IPSL-CM2C	74	1.18	2.3	1.6	1.6	-97	-30
C. MPI-M	83	1.18	2.6	1.4	1.1	-64	-22
D. LLNL	51	1.13	2.5	2.5	0.9	-81	-14
E. NCAR CSM-1	20	1.04	1.2	1.1	0.9	-24	-17
F. FRCGC	128	1.26	2.3	1.4	1.2	-111	-47
G. Uvic-2.7	129	1.25	2.3	1.2	1.1	-97	-43
H. UMD	98	1.17	2.0	0.2	1.5	-36	-60
I. BERN-CC	65	1.15	1.5	1.6	1.3	-104	-38
J. CLIMBER2-LPJ	59	1.11	1.9	1.2	0.9	-64	-22
K. IPSL-CM4-LOOP	32	1.07	2.7	1.2	1.1	-19	-17
<b>Mean</b>	<b>87</b>	<b>1.18</b>	<b>2.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.1</b>	<b>-79</b>	<b>-30</b>
Standard Deviation	±57	±0.11	±0.4	±0.5	±0.3	±45	±15

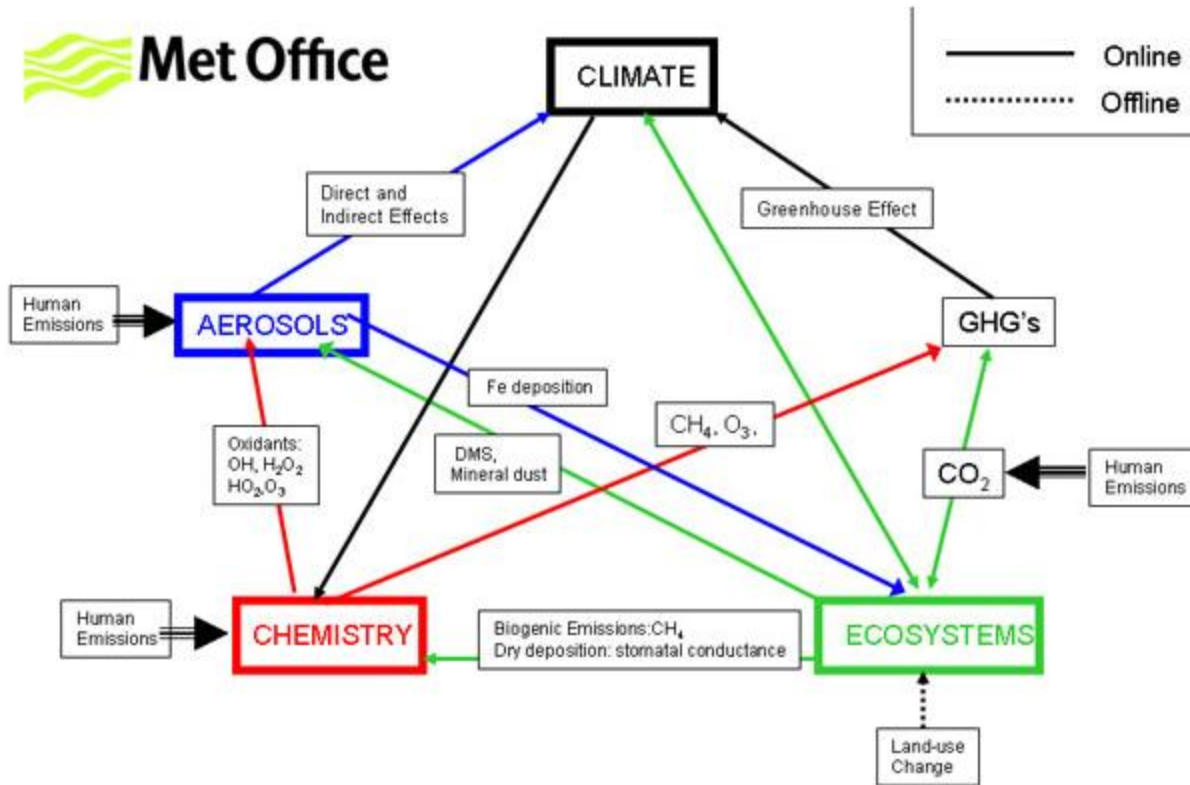
- Resultados modelos acoplados



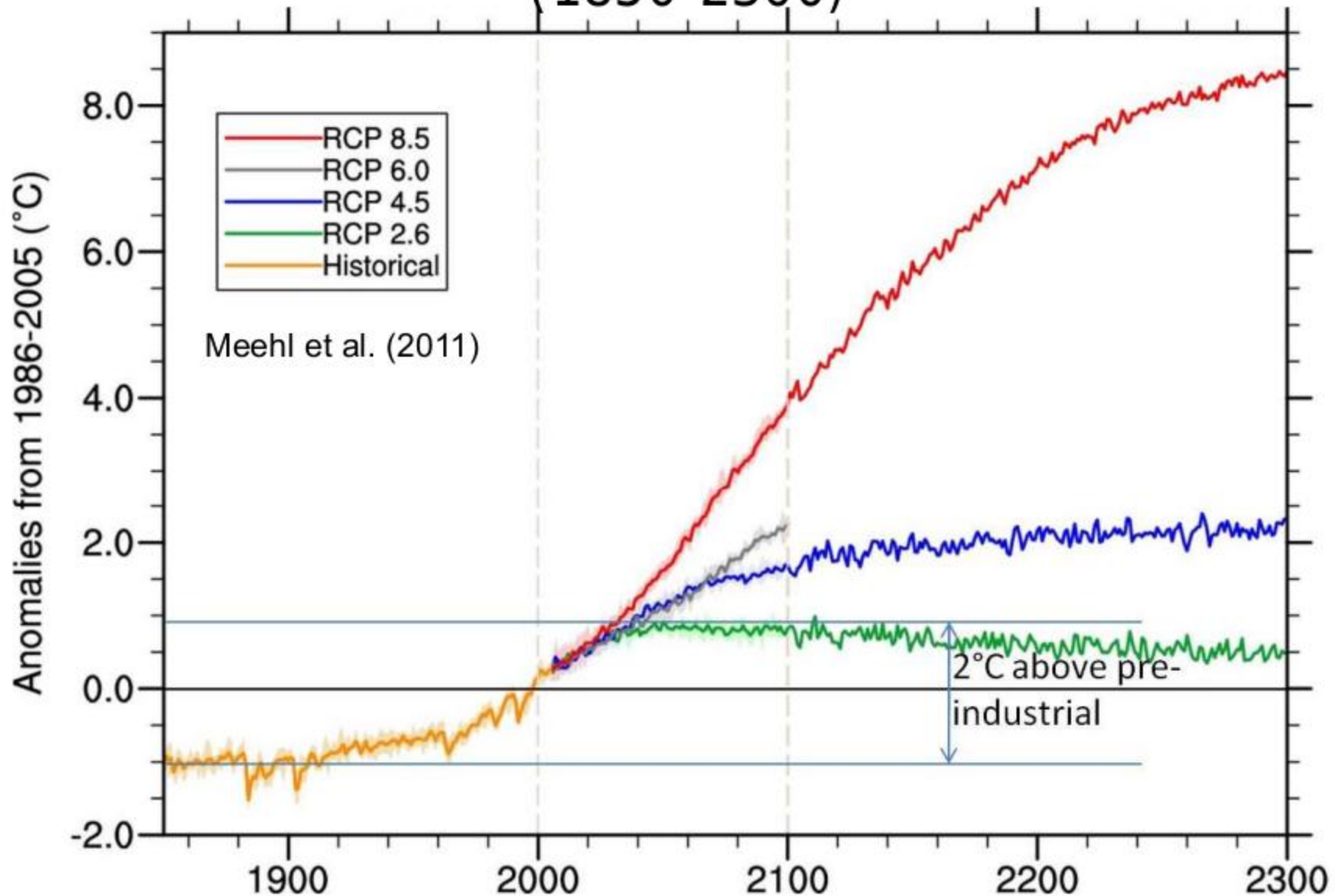
# Esquema de 'Earth-System Models'



# • Esquema de 'Earth-System Models'

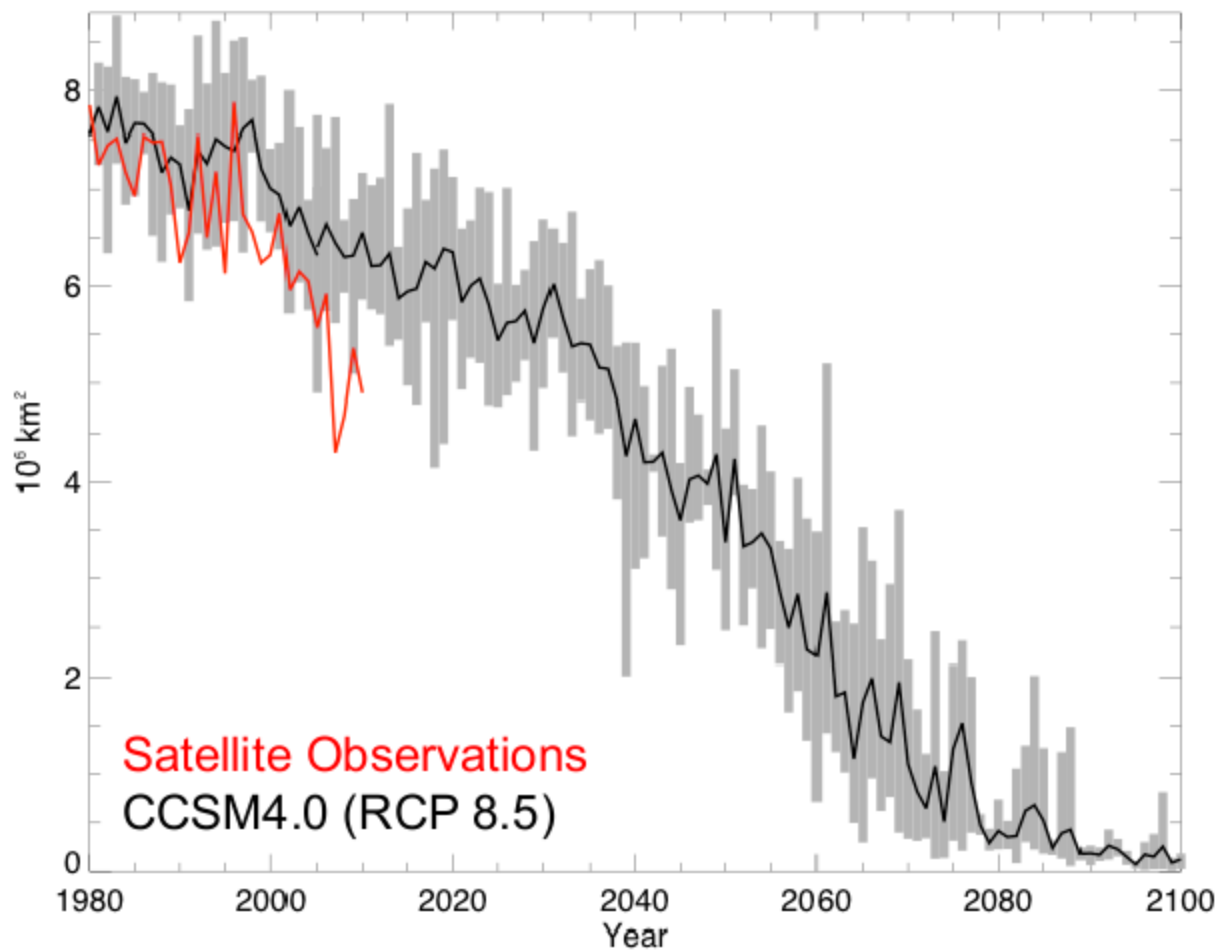


# Global Surface Temperature (1850-2300)

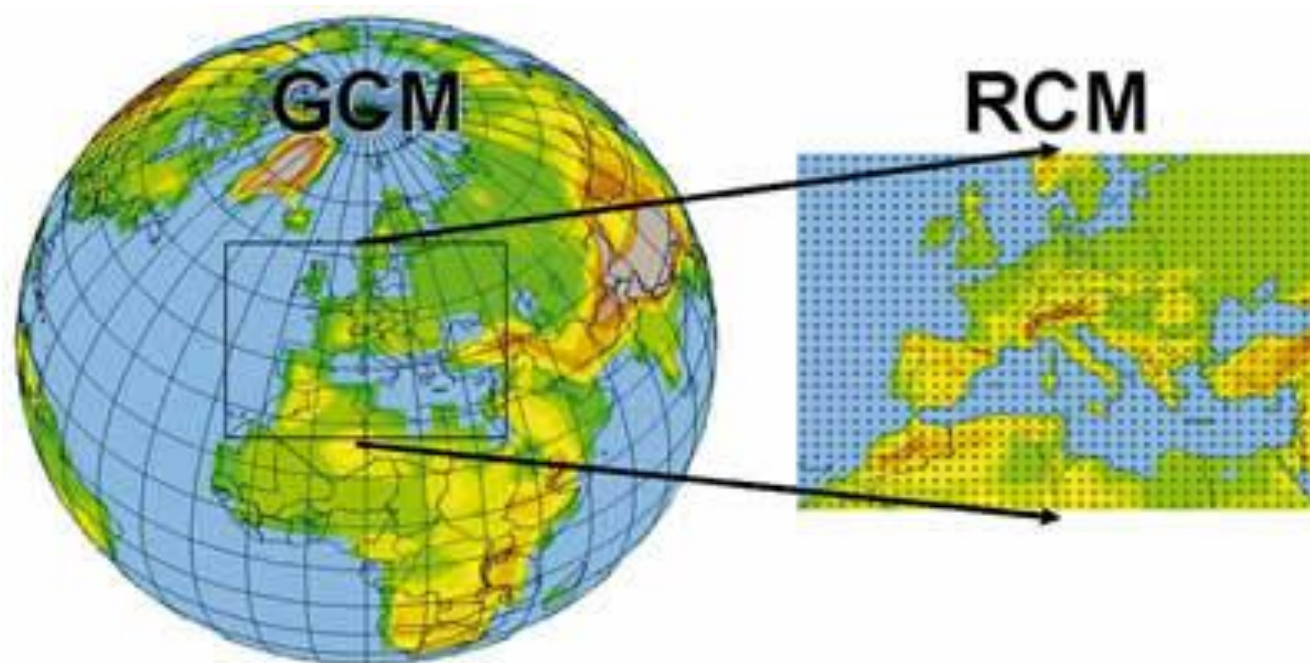


Meehl et al. (2011)

# September Arctic Ice Extent



# Regional Climate Modelling



- La mejora en los resultados no está garantizada.
- Fortalezas: Mejoras en la predicción de fenómenos de mesoescala.
- Debilidades: Dependencia de los GCM's



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

METEOGALICIA

# Resultados proyecto ENSEMBLES

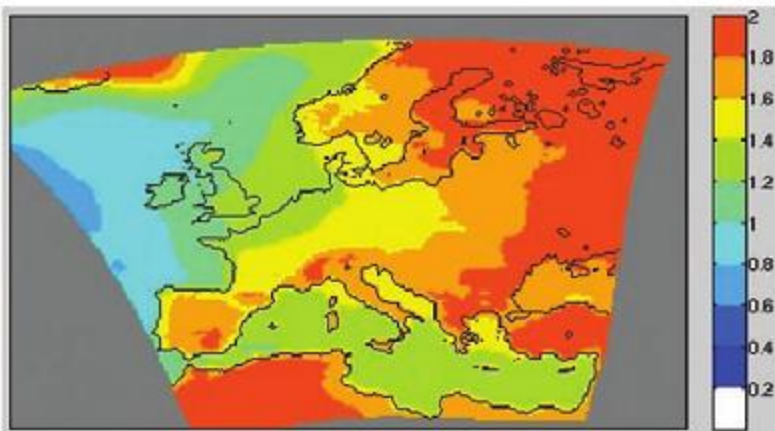


Figure 6.3: Climate-change signal (2021–2050 minus 1961–1990) for annual near-surface (2 m) temperature (°C) for the multi-model mean of the ENSEMBLES RCMs.

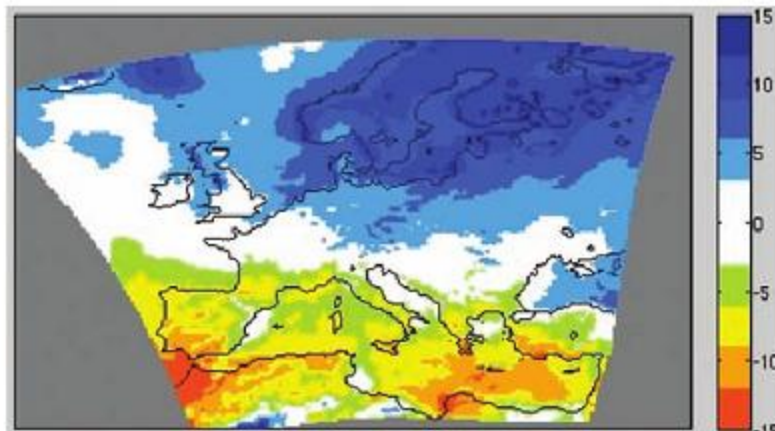


Figure 6.5: Climate-change signal (2021–2050 relative to 1961–1990) for annual precipitation total (%) for the multi-model mean of the ENSEMBLES RCMs.

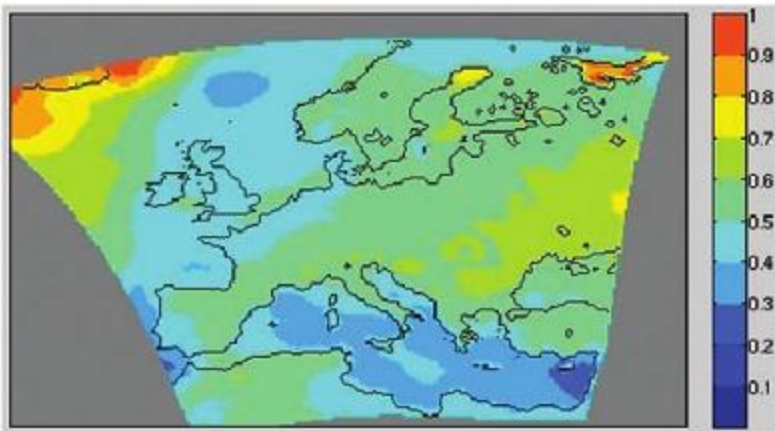


Figure 6.4: Inter-model standard deviation of the climate-change signal (2021–2050 minus 1961–1990) for annual near-surface (2 m) temperatures (°C) for the ENSEMBLES RCMs.

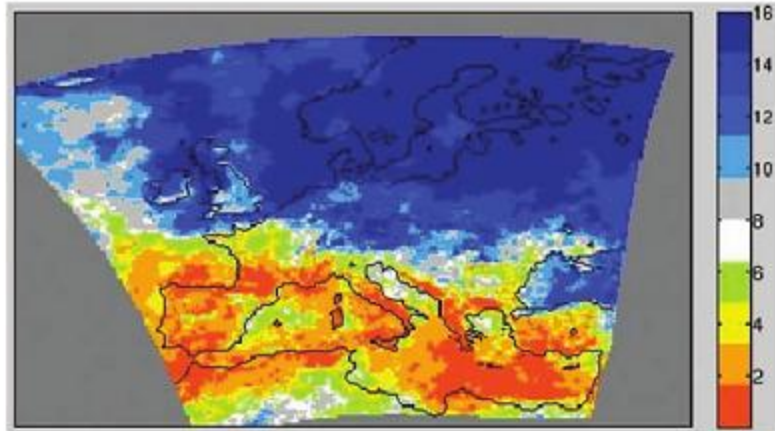


Figure 6.6: Number of RCMs which show an increase in precipitation (2021–2050 relative to 1961–1990) for the ENSEMBLES RCMs.

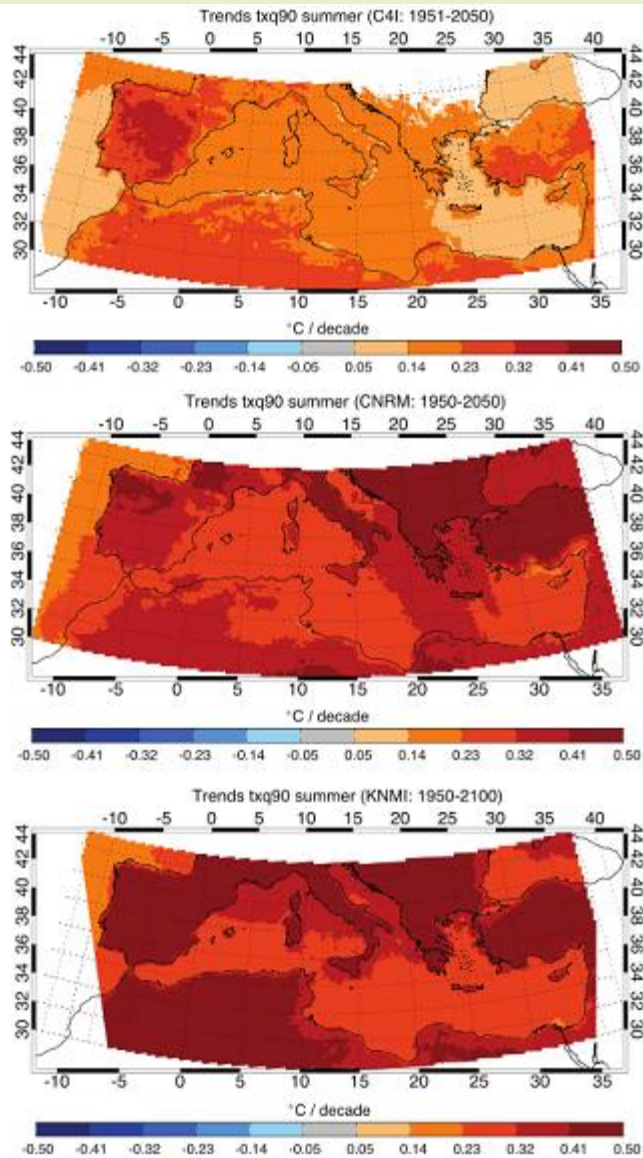


Figure 7.9: Statistically significant trends of the 90th percentile for maximum temperature (TXQ90) for summer as estimated by the three examined models (trends are statistically significant at the 0.05 level of significance).

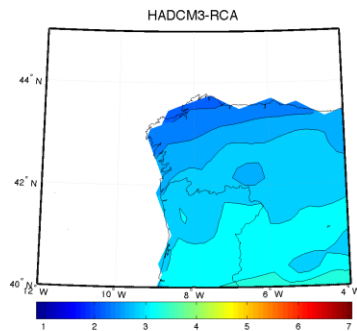
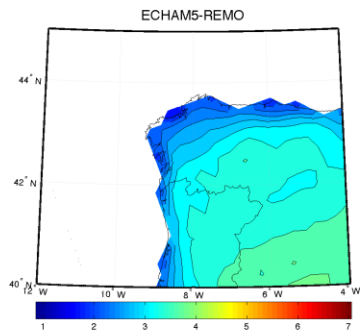
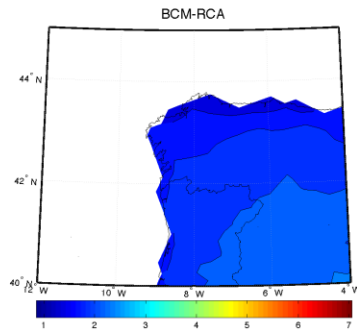
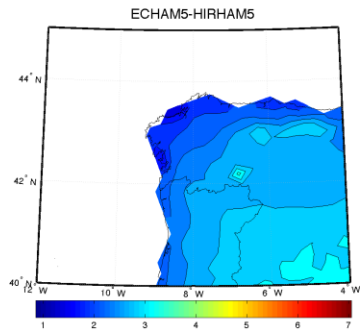
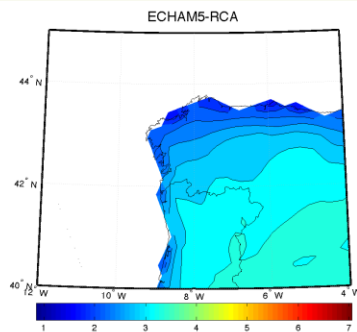
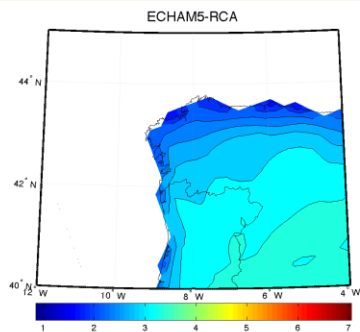


XUNTA DE GALICIA

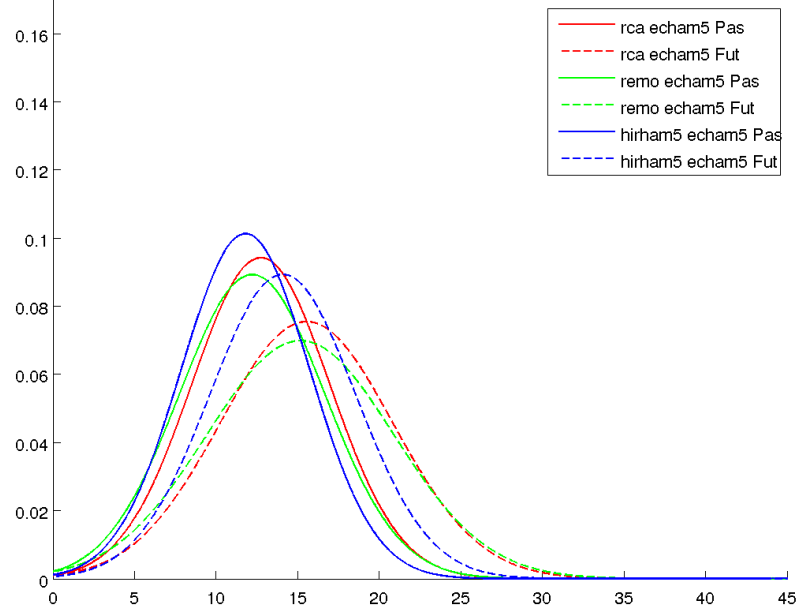
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE  
Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

METEOGALICIA

# Resultados para Galicia



Modelo global ECHAM5, serie Anual

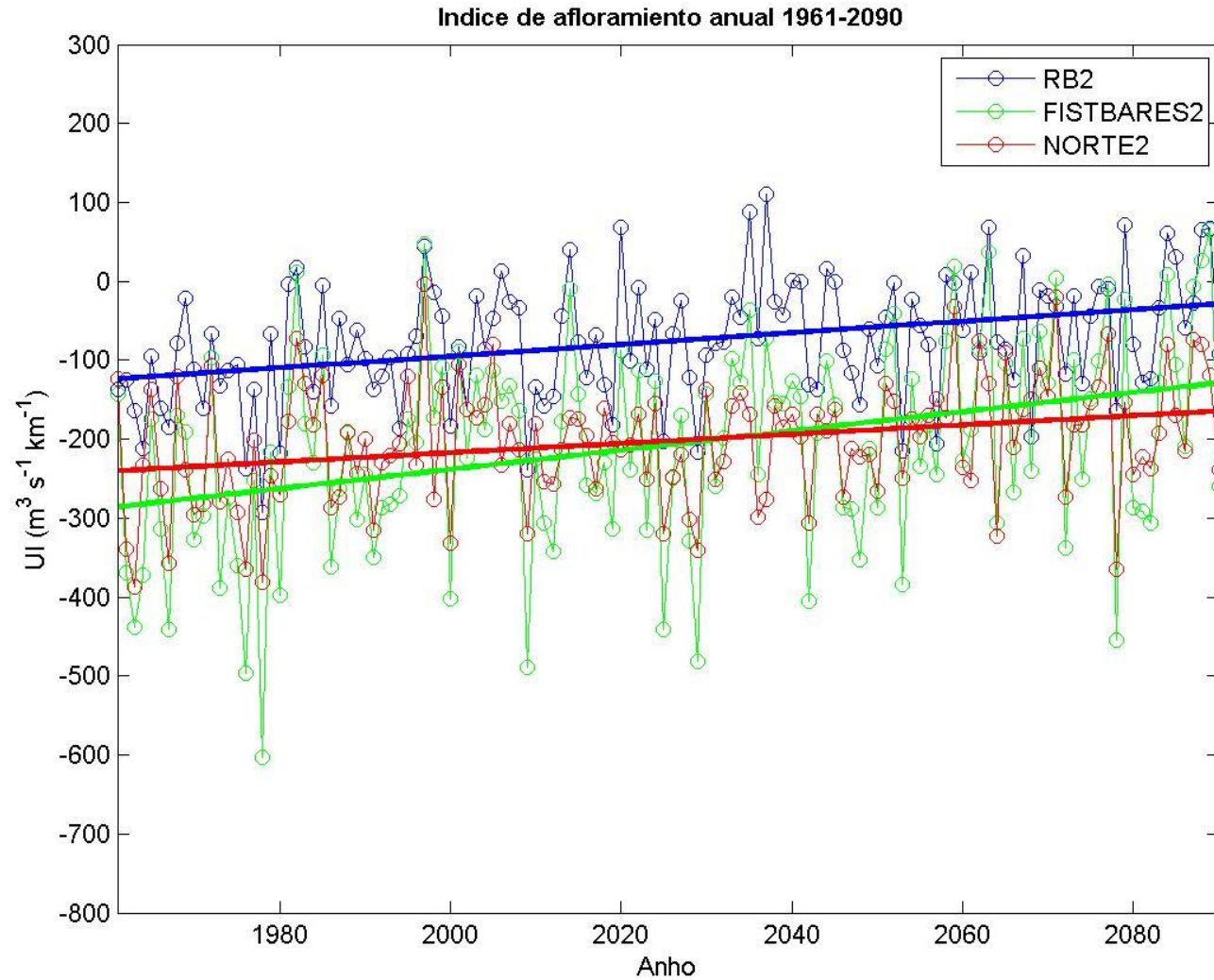


XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE  
Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

METEOGALICIA

# Cambios en el afloramiento en el futuro



# Resultados para Galicia

Figura 27. Diferencia en el valor de la mediana para las distintas configuraciones de modelos propuestas. Datos en función de la velocidad media.

ECHAM5-r3/RACMO

ECHAM5-r3/REMO

ECHAM5-r3/RCA

HadCM3Q3/RCA

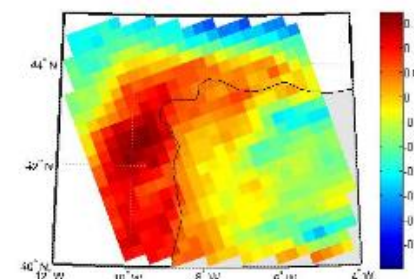
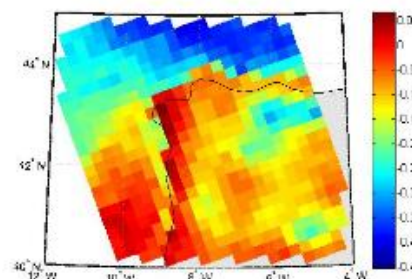
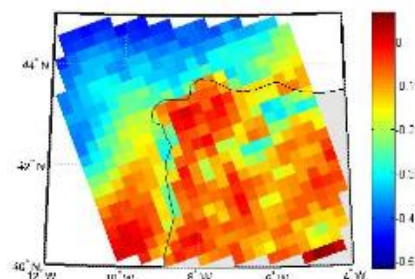
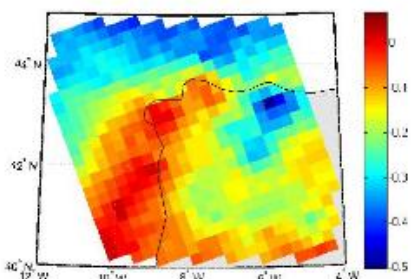


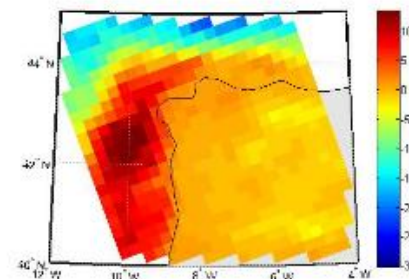
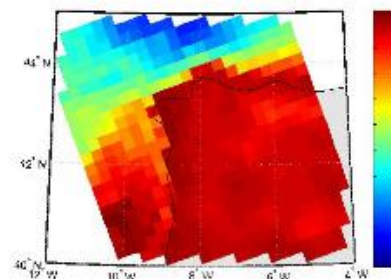
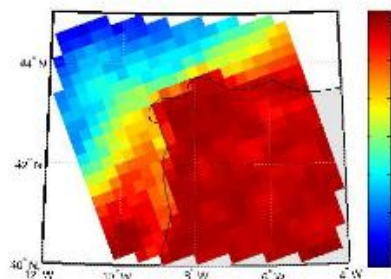
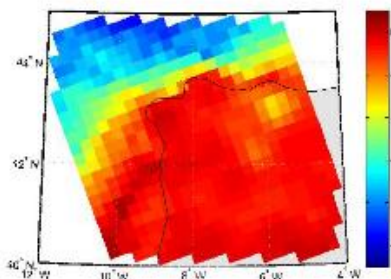
Figura 28. Diferencia en el valor de la densidad de energía para las distintas configuraciones de modelos propuestas. Datos en función de la velocidad media.

ECHAM5-r3/RACMO

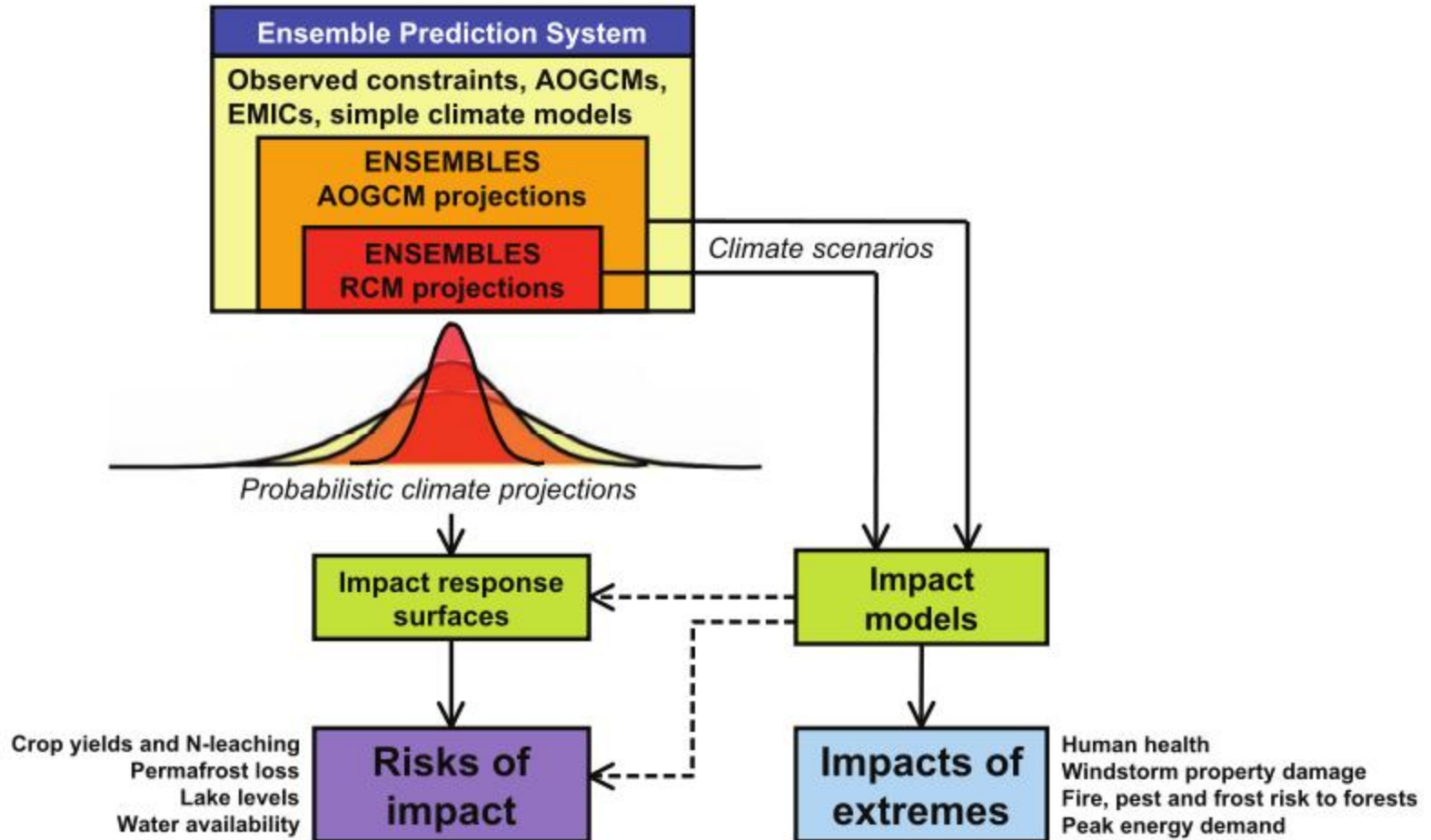
ECHAM5-r3/REMO

ECHAM5-r3/RCA

HadCM3Q3/RCA



# Mejoras de los modelos regionales



# Mejoras en los RCM's

- Posibilidad de darle diferentes pesos a los modelos en función de su realización del clima actual.
- Mejora en la parametrización de los diferentes procesos, principalmente en aquellos que dan lugar a fenómenos de mesoescala
- Mejora en el acoplamiento con los GCM's

# Nuevas perspectivas sobre mitigación y adaptación (más allá de Kioto)

- Sector transporte:
  - Corto plazo: Biodiesel/Bioetanol. Vehículos híbridos
  - Medio/largo plazo (2050): Hidrógeno
- Producción energética:
  - Corto plazo: Renovables y Nuclear.
  - Captura y almacenamiento de carbono (CCS)
  - Medio/largo plazo (2050): Fusión (ITER)
- Otros:
  - Captura y almacenamiento de carbono
  - Medio/largo plazo (2050): Geoingeniería



# Conclusiones

- El aumento de gases de efecto invernadero de origen humano está ocasionando cambios en el clima
  - Aumento de temperaturas e atmósfera y océanos.
  - Aumento en el nivel del mar
  - Cambios en el comportamiento de especies



# Conclusiones

- Los cambios continuarán en el futuro independientemente de la estrategia que se adopte debido a la persistencia de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.
- Es necesario adoptar las estrategias de mitigación y adaptación óptimas, desde un punto de vista económico, social y medioambiental.



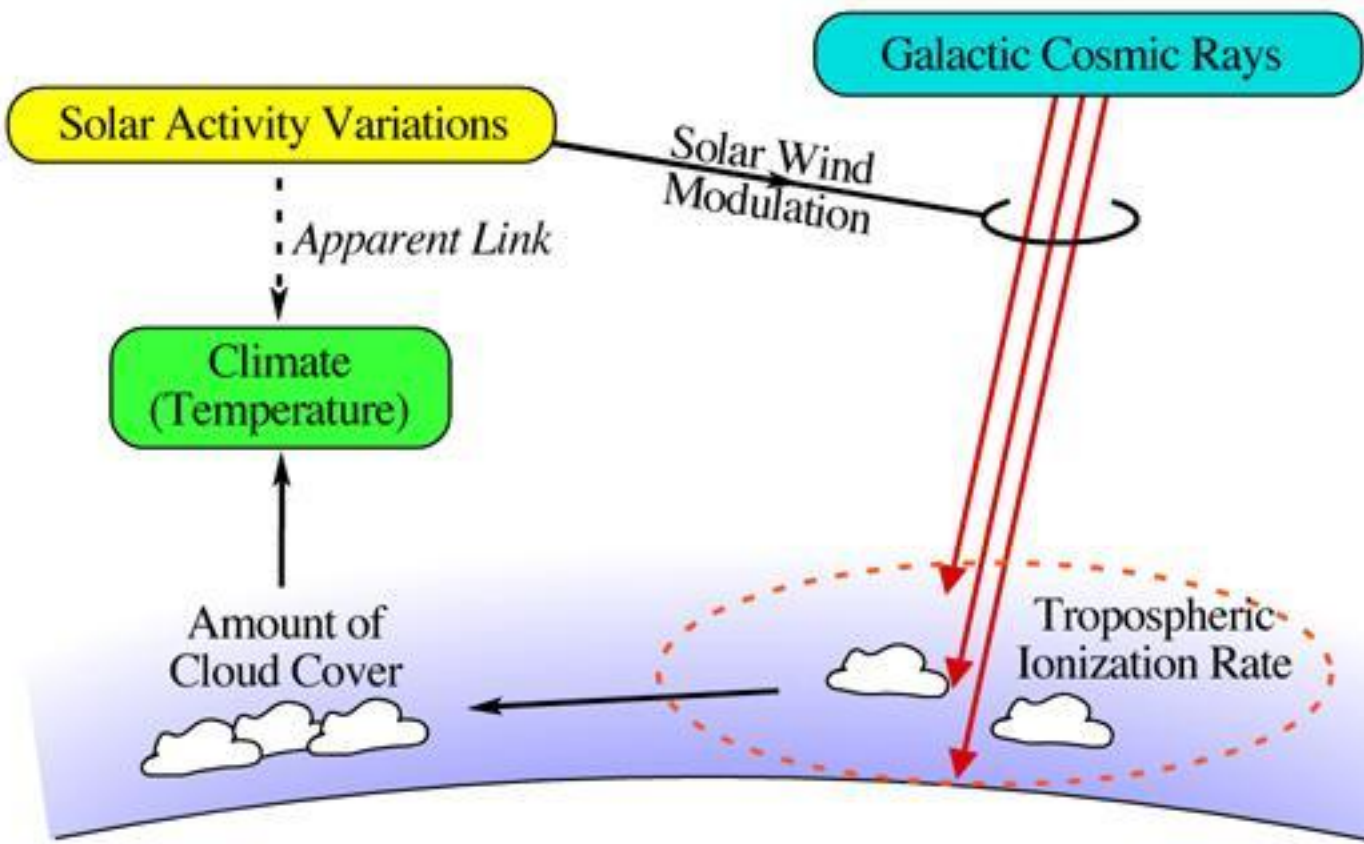
# Conclusiones

- El desafío del cambio climático es en definitiva un desafío de poner en marcha y movilizar nuevas tecnologías que transformen la manera en que se genera y consume energía.
- Es por ello un problema más “político” que “científico”.



# GRACIAS





# Shield against Cosmic Radiation

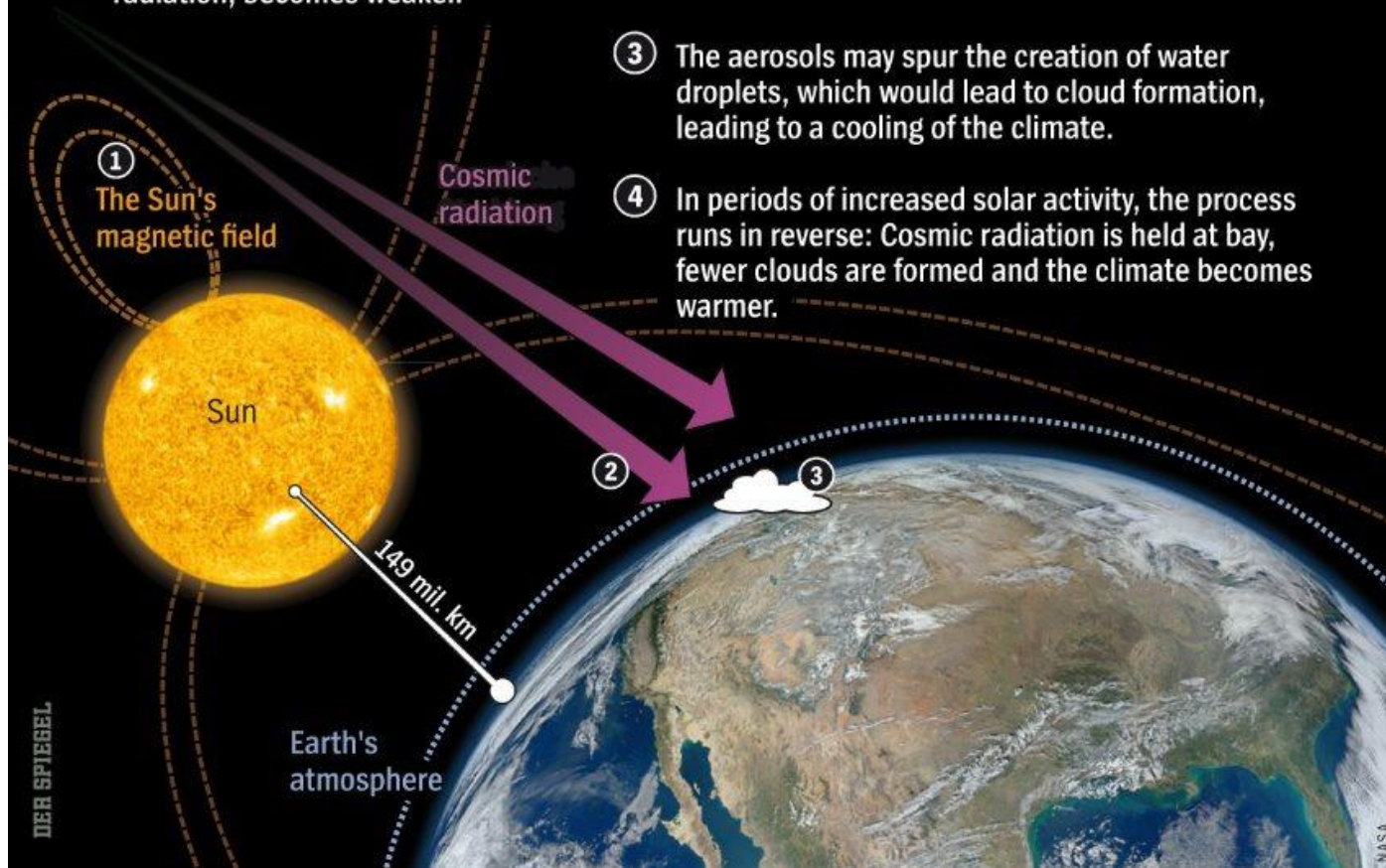
How fluctuations in solar activity can affect the Earth's climate

① In times of low solar activity, the Sun's magnetic field, which protects the Earth from cosmic radiation, becomes weaker.

② In such periods, a larger number of electrically charged cosmic particles enter the Earth's atmosphere, leading to the creation of aerosols.

③ The aerosols may spur the creation of water droplets, which would lead to cloud formation, leading to a cooling of the climate.

④ In periods of increased solar activity, the process runs in reverse: Cosmic radiation is held at bay, fewer clouds are formed and the climate becomes warmer.



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

Dirección Xeral de  
Desenvolvemento Sostible

METEOGALICIA