



Universidad de Chile

**Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el  
Desarrollo**



**AGRIMED**

Centro de Agricultura  
y Medio Ambiente

Santiago, 12 al 16 de noviembre de 2018

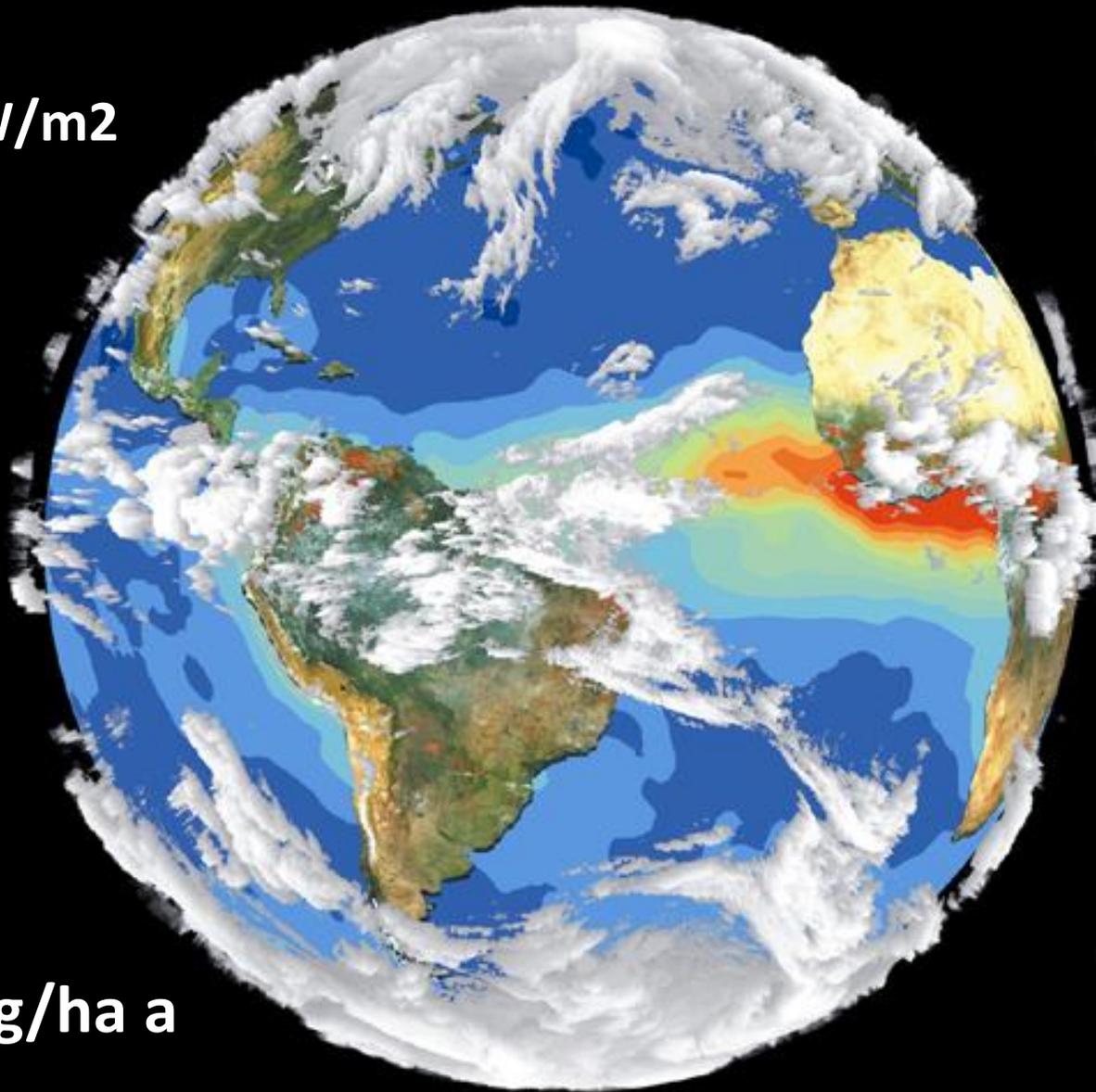
Taller

Evaluación de los niveles de estrés asociado a cambios  
en el contexto climático

*Dr. Fernando Santibáñez*  
*Departamento de Ingeniería y Suelos*  
*Facultad de Ciencias Agronómicas*

**8 W/m<sup>2</sup>**

**0.01°C/a**



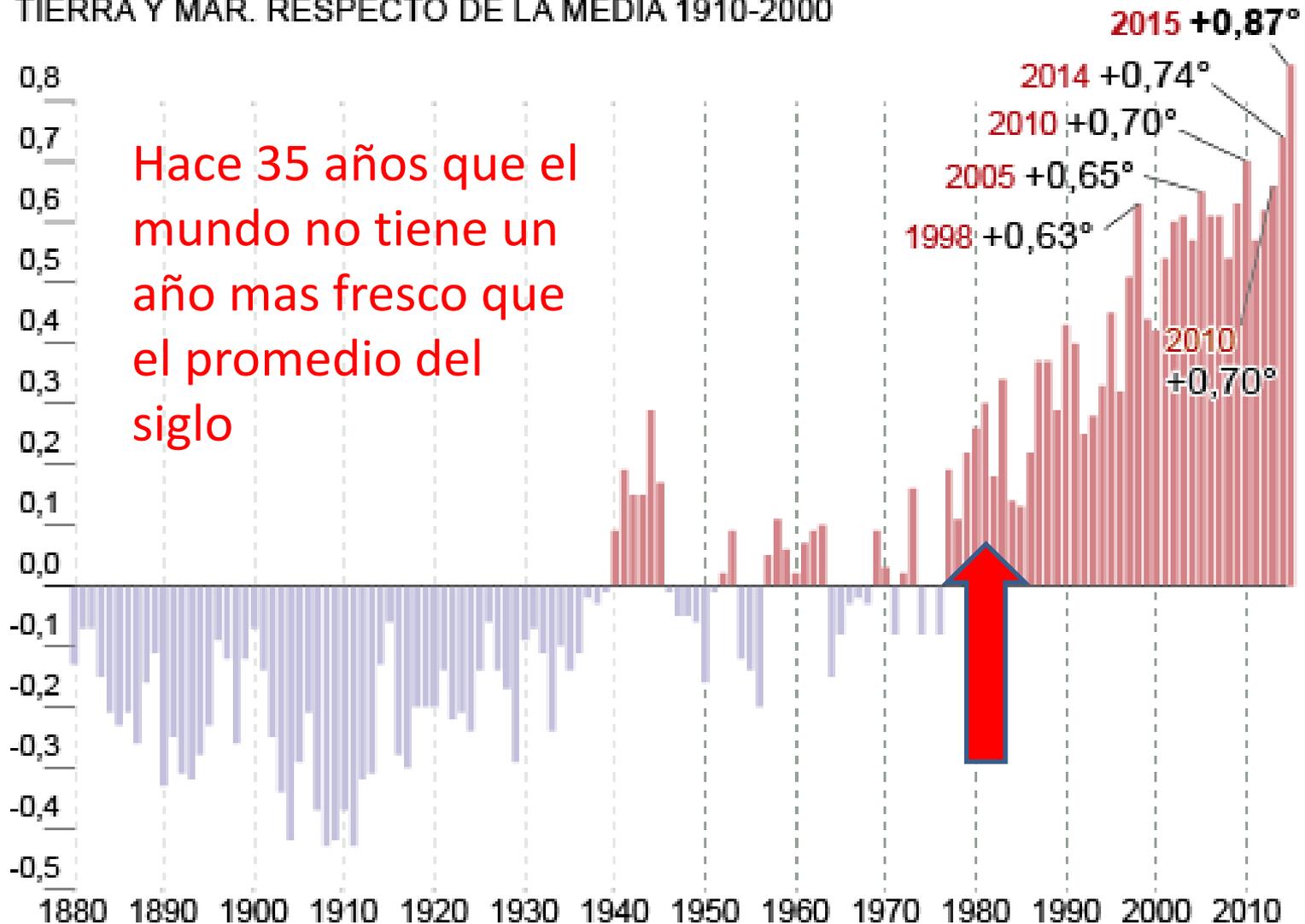
**1030 Kg/ha a**

**0.03°C/a**

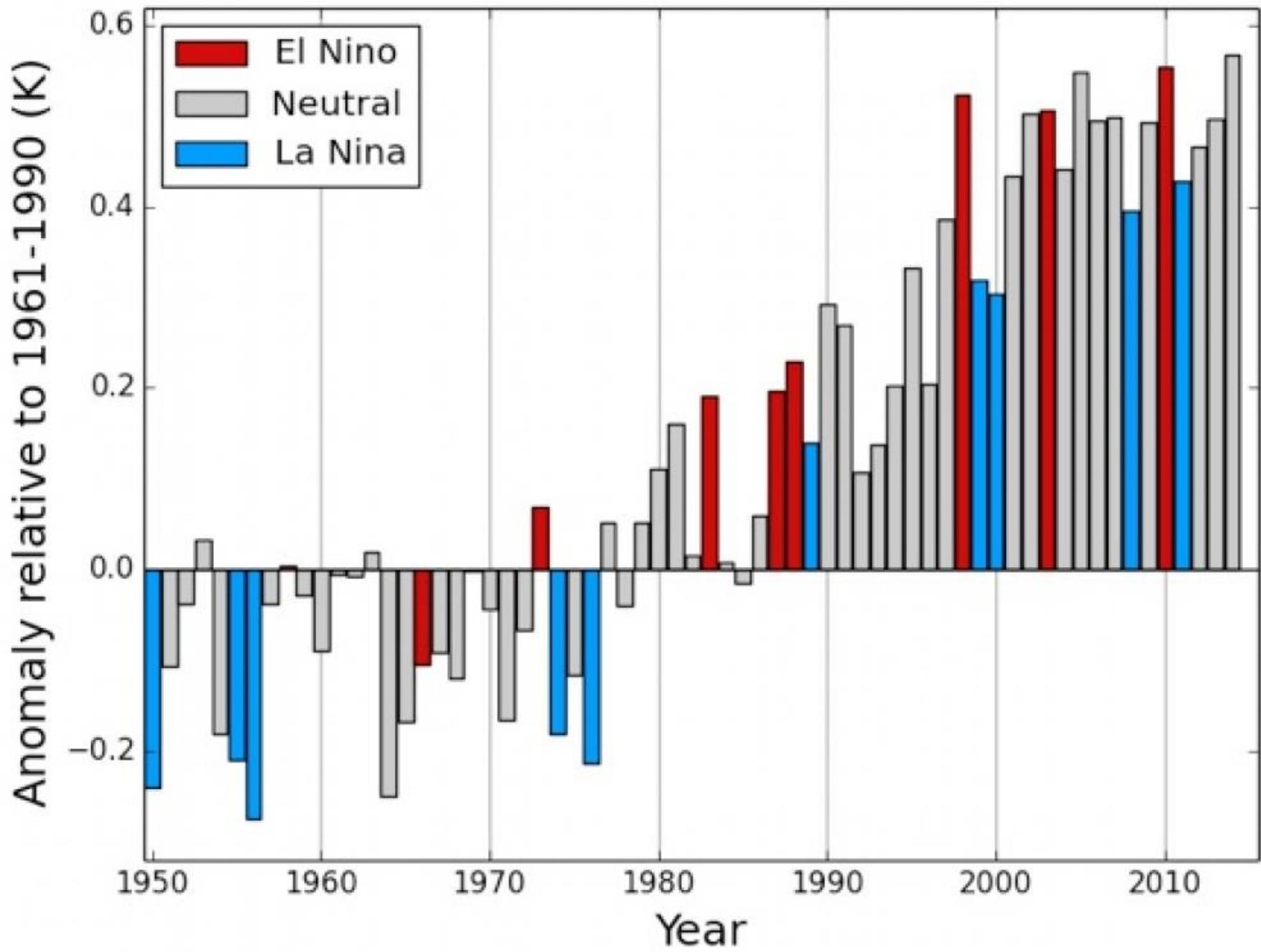
Algunos cambios están ocurriendo en los delicados equilibrios atmosféricos

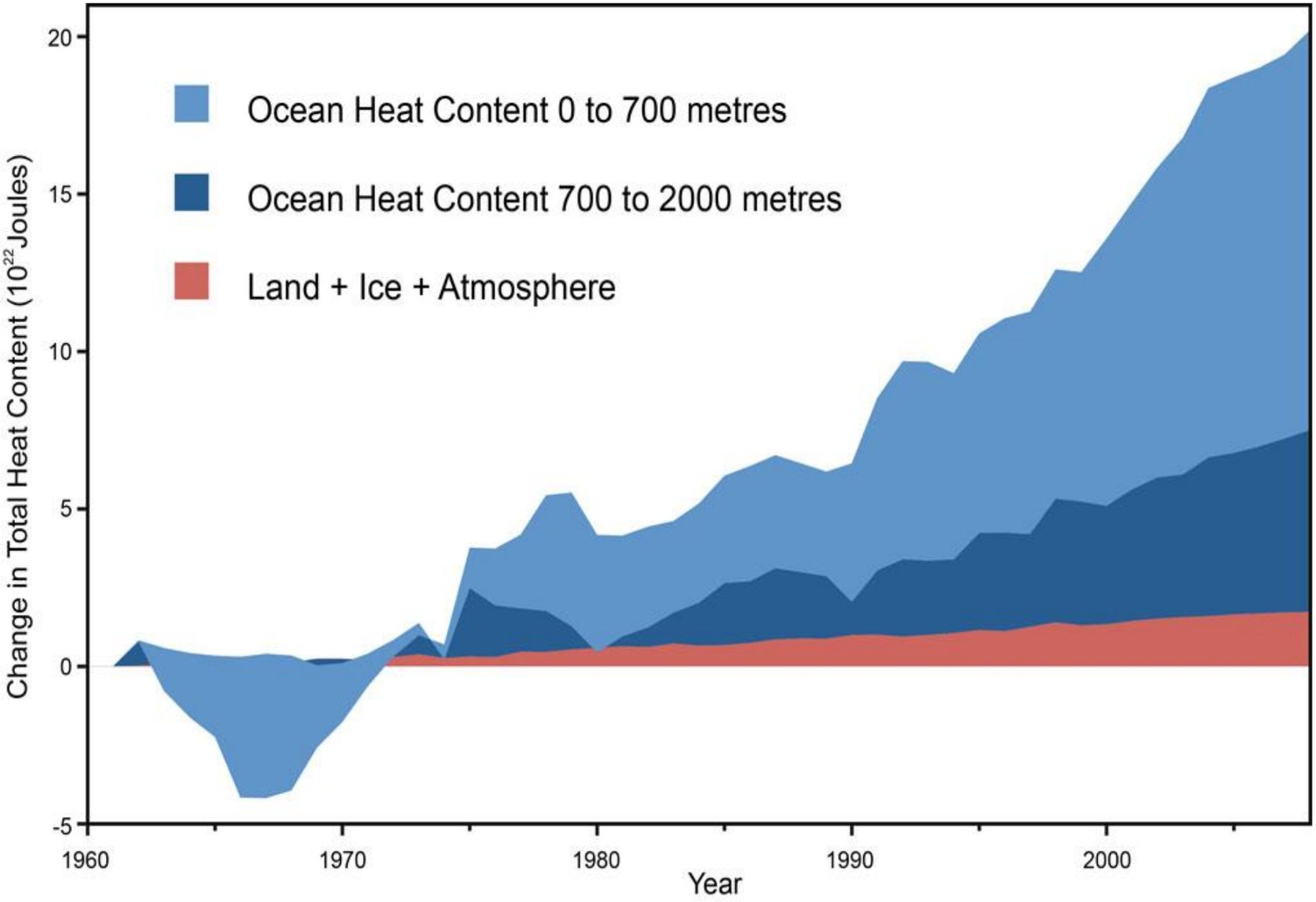
# Anomalías en la temperatura en el mundo

TIERRA Y MAR. RESPECTO DE LA MEDIA 1910-2000



Hacia un mundo más caliente a una velocidad de 0.2°C/década





MLOST 3.5.3

Ann. mean 1990:2010 - 1901:1920

glb. mean: 0.82C

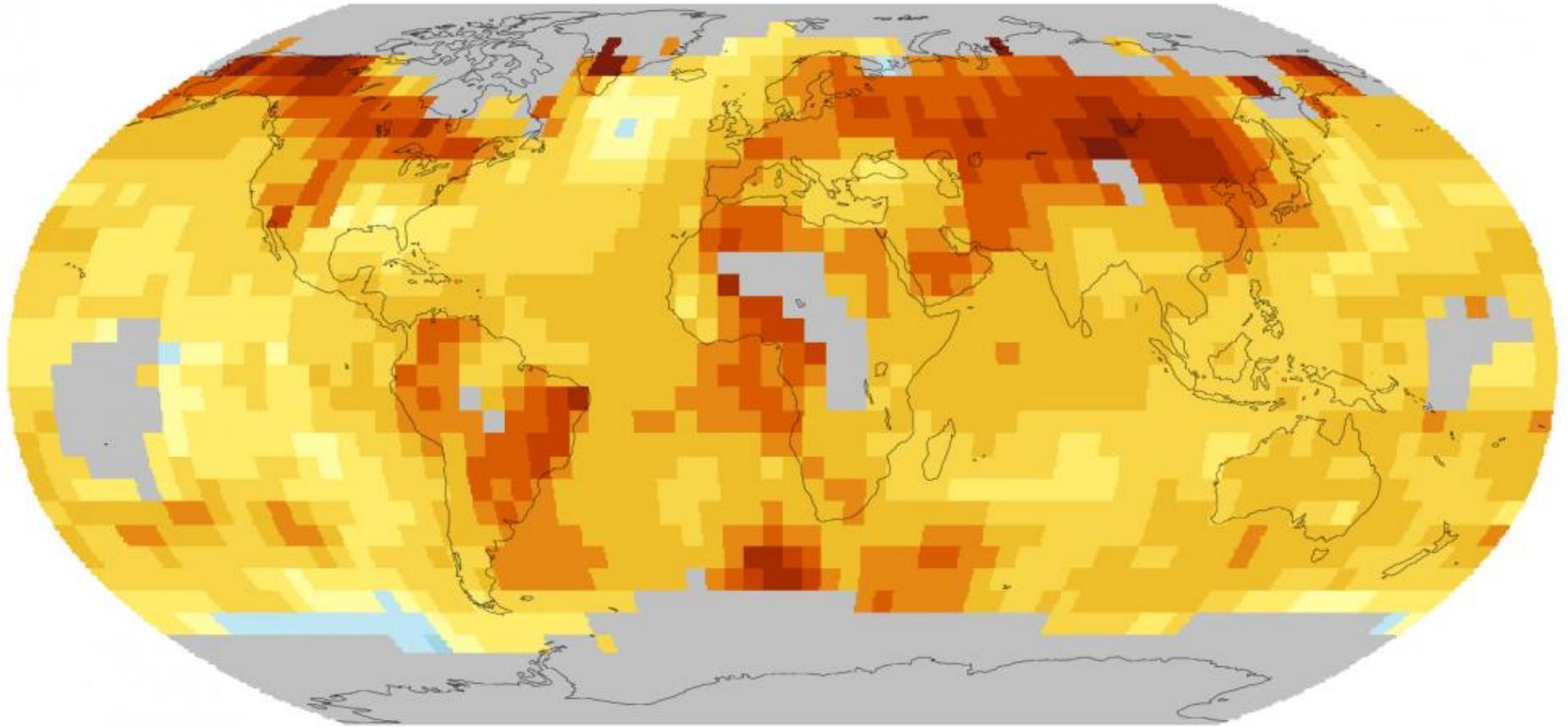
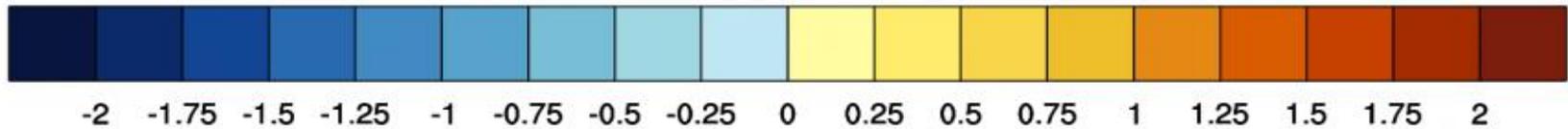
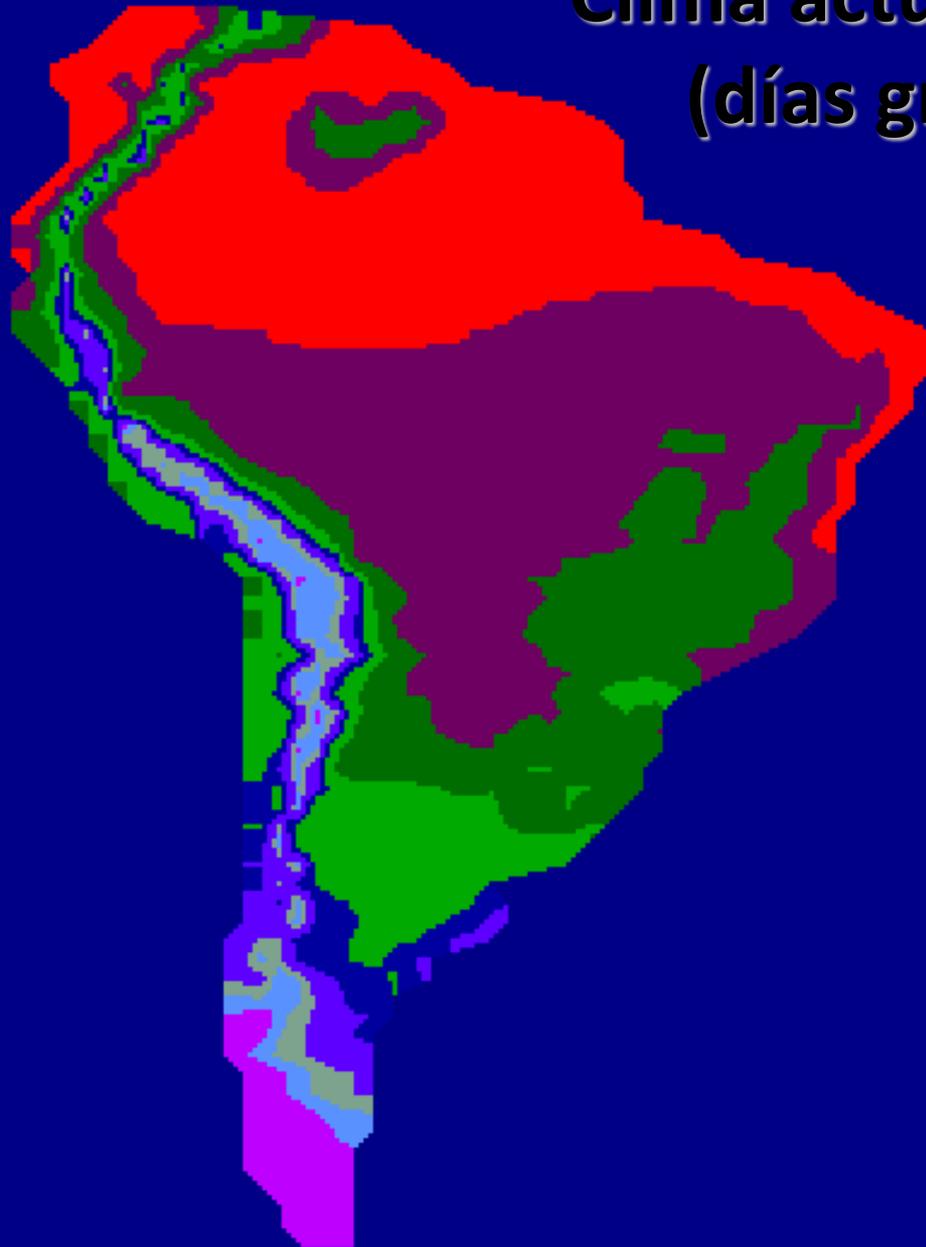


figure credit: National Center for Atmospheric Research, [climatedataguide.ucar.edu](http://climatedataguide.ucar.edu) (D. Schneider)



# Clima actual (días grado)



- Sub polar 
- Sub polar 
- Cold Tempera 
- Cold Tempera 
- Temperate 
- Temperate 
- Subtropical 
- Tropical 
- Equatorial 



0.2970584  
meters

Efecto invernadero -----> + 1.8 C

+ 1.8 °C



- 1 
- 2 
- 3 
- 4 
- 5 
- 6 
- 7 
- 8 
- 9 



0.2970584  
meters

2\*CO2

Sub polar

Sub polar

Temperate

Subtropical

Tropical

Equatorial

cambio de régimen hidrológico será negativo,  
mas inundaciones y mas sequías

el estrés térmico el acortamiento  
de los ciclos y lluvias intensas provocarán  
decaimiento de la productividad

negativo

aumento de estrés térmico será negativo,  
mejoramiento de los inviernos será positivo  
cambio en régimen de lluvias es incierto

incierto

inviernos mas suaves y veranos mas  
cálidos abrirían el hábitat

positivo

15°

39°

Grid North

Un aire más húmedo se torna más inestable  
y amenazante

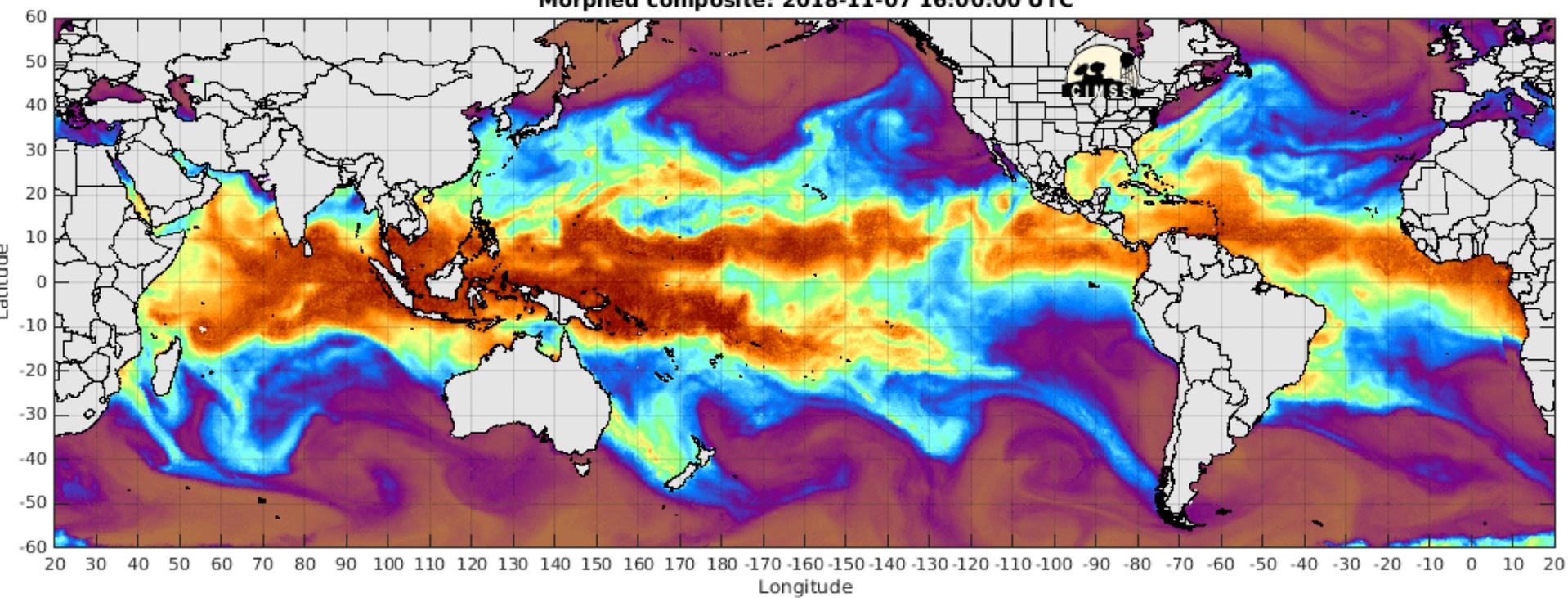
Más húmedo, ventoso y tormentoso

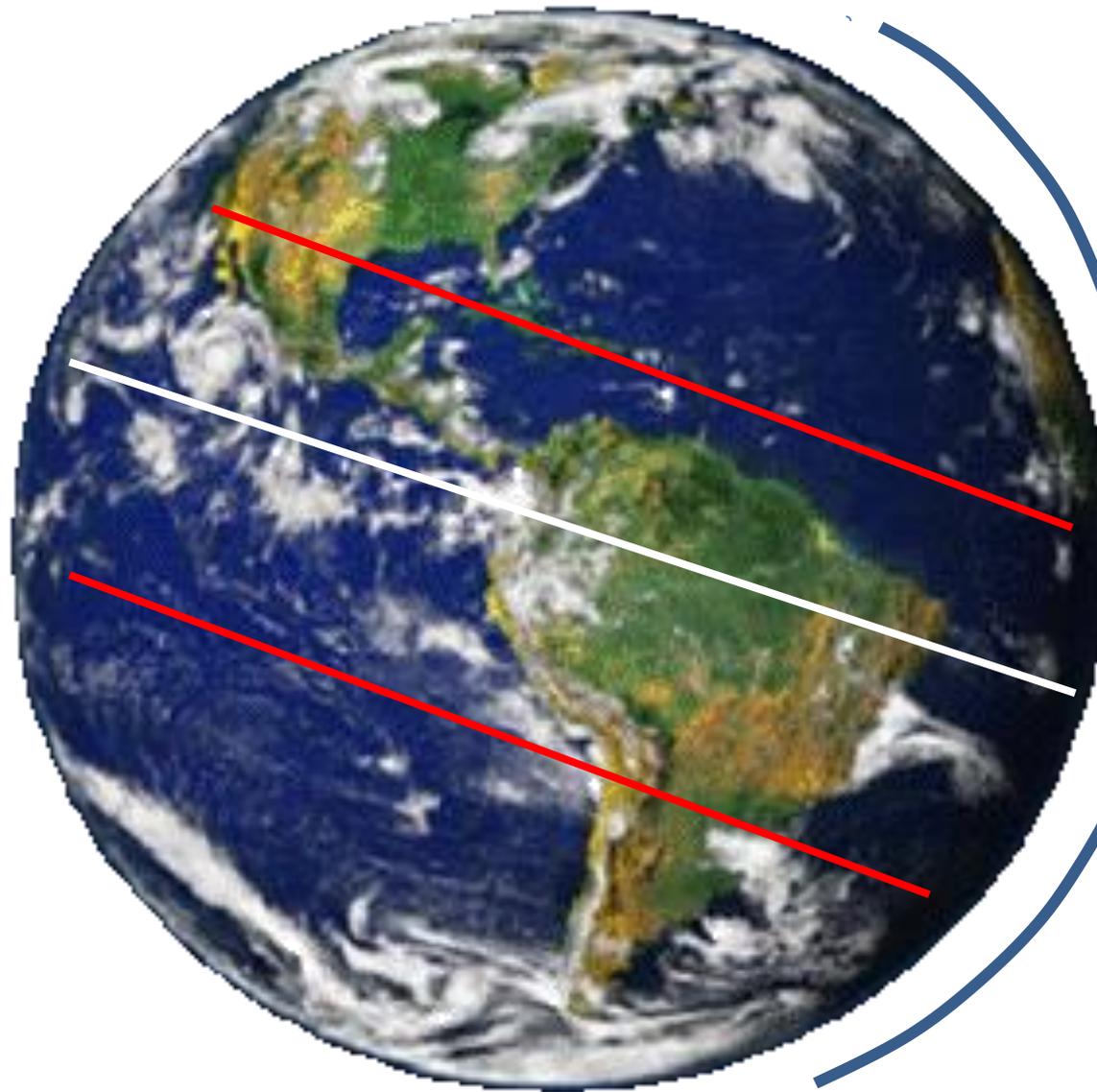
Los sistemas climáticos podrían  
moverse hacia el polo, amenazando  
poniendo en riesgo a los ecosistemas



La ciencia no dispone de certezas sobre  
el futuro del clima

Morphed composite: 2018-11-07 16:00:00 UTC





El agua de la criósfera terrestre se movería hacia el ecuador, cambiando el centro de masa del planeta

Los sistemas climáticos se desplazarían hacia los polos, emergiendo nuevos escenarios climáticos en la franja intertropical

## Retroalimentación al calentamiento

Sobrepasados los umbrales críticos, puedan activarse varios efectos no lineales de retroalimentación del calentamiento, potencialmente catastróficos:

1. La liberación de grandes cantidades de metano (hidratos de gas natural) desde depósitos altamente inestables en el fondo de los océanos, lagos profundos y sedimentos polares (causa : +T y -pH).
2. Colapso masivo de las poblaciones de algas marinas disminuyendo la absorción de CO<sub>2</sub> por los océanos (-pH y -O<sub>2</sub>).
3. Aceleración de la quema de los bosques tropicales liberando CO<sub>2</sub> a la atmosfera.
4. Pérdida del stock de Carbono en los suelos por +T.
5. Los hielos de Groenlandia vierten 250 km<sup>2</sup> de agua dulce al mar cada año. Los hielos del Ártico podrán desaparecer por completo con un calentamiento de 4°C.

# Retroalimentación al calentamiento

6. Si se derrite una parte del anillo periAntártico puede haber un colapso del casquete polar
7. Cambios en el albedo terrestre (1 día de RS= 15 años consumo energético, o sea en 1 año= energía de 5400 años, cambiando albedo en 1% liberamos la energía de 54 años!).
8. Colapso de la corriente del Golfo en el Atlántico Norte que podría acelerar el derretimiento del polo norte.
9. Cambio en la inclinación del eje terrestre al cambiar el centro de gravedad del planeta.

Tarea de la ciencia hacer que la sociedad tome conciencia de los peligros que reviste la mantención de estas tendencias...

## Más cifras.....

Entre 0,2 y 0,3% de las especies existentes en el mundo se extinguen cada año

Si suponemos que en el mundo hay dos millones de especies en los bosques del trópico, unas 4.000 especies estarían desapareciendo cada año, es decir diez al día

Si esta tendencia continua, antes de 50 años podría haber desaparecido la cuarta parte del total de especies a nivel mundial

El cada vez mayor uso del agua no se debe solamente al crecimiento de la población mundial, la que se triplicó en el siglo XX, mientras que el consumo de agua se multiplicó por siete

El riego consume más del 85 por ciento del total del agua utilizada y no está siendo sostenido por las fuentes superficiales y subterráneas disponibles, creando un conflicto entre la agricultura y los ecosistemas.

En China e India (1/3 de la población mundial) casi el 100% de las fuentes de agua superficiales están contaminadas o sedimentadas.

En 2050, con tres mil millones más de seres humanos, necesitaremos 80 por ciento más de agua sólo para alimentarnos

Nadie sabe de dónde sacaremos esa cantidad de agua, sabiendo que el planeta para ese año habrá perdido 18.000 kilómetros cúbicos de agua dulce, una cantidad nueve veces mayor que la se utiliza cada año para el riego.

Nada, los economistas siguen vendiendo la idea de que el “bienestar” a la generación presente sólo es posible a costa del capital planetario, total, la cuenta llegará cuando no estemos.....

El ejercicio de una “ética intergeneracional” sigue esperando.....

# Pueden ser naturales los cambios observados?

Cambio natural:  $0,00025\text{ }^{\circ}\text{C}$  por década

$22^{\circ}$

Cambio actual:  $0,025^{\circ}\text{C}$  cada 10 años

100 veces mas  
rápido que  
lo histórico

$15^{\circ}$

100 millones de años



<b>Bioma</b>	<b>años/gen</b>	<b>años para reaccionar</b>
--------------	-----------------	-----------------------------

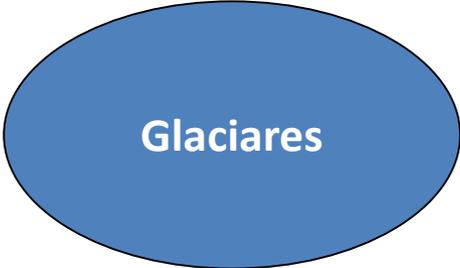
Bosque templado	100	10000
-----------------	-----	-------

Bosque tropical	20	2000
-----------------	----	------

Pastos anuales	1	100
----------------	---	-----

Algas microscópicas	15 días	5
---------------------	---------	---

Insectos	60 días	16
----------	---------	----



Glaciares

Los tiempos biológicos son compatibles con la velocidad actual de los cambios climáticos?

# Qué rasgos del clima podrían variar?



Disminución del número de días de lluvia



Aumento de la intensidad de las lluvias

Aumento del número de días  
con temperaturas elevadas



Disminución del número de días  
con temperaturas elevadas



Aumento de la variabilidad climática



Mayor frecuencia de sequías



Aumento de la humedad del aire



Aumento del viento



Aumento de la nubosidad

$$(\mu + \varepsilon)_i < \{(\mu + \varepsilon)_d\}$$

Ambiente  
Radiante

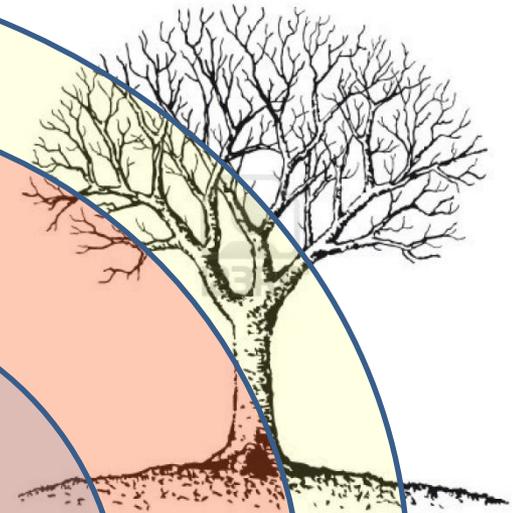
Intensidad, duración,  
calidad

Ambiente  
Térmico

Ciclicidad,  
extremos

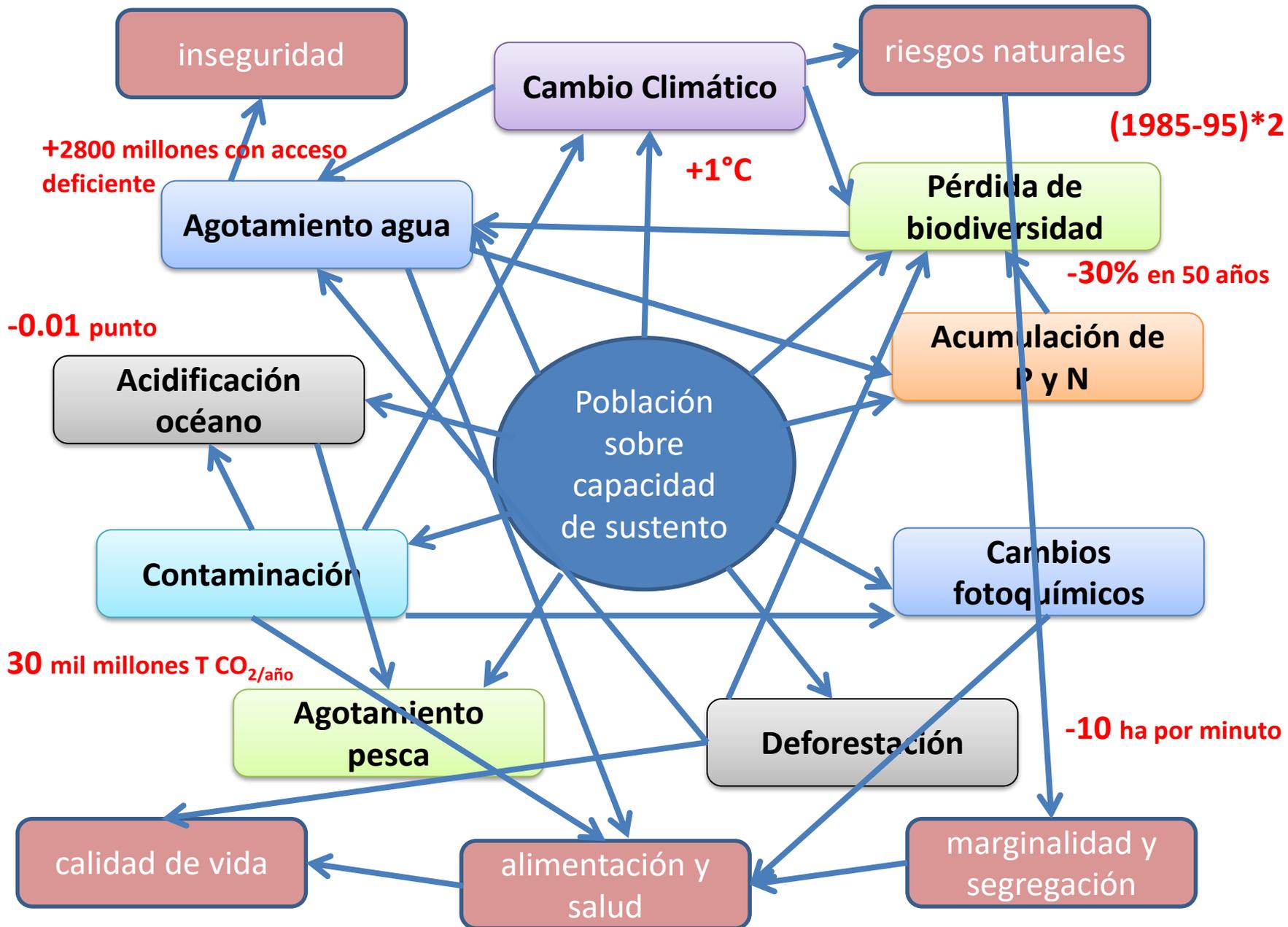
Ambiente  
Hídrico

Precipitación,  
Aridez  
Humedad



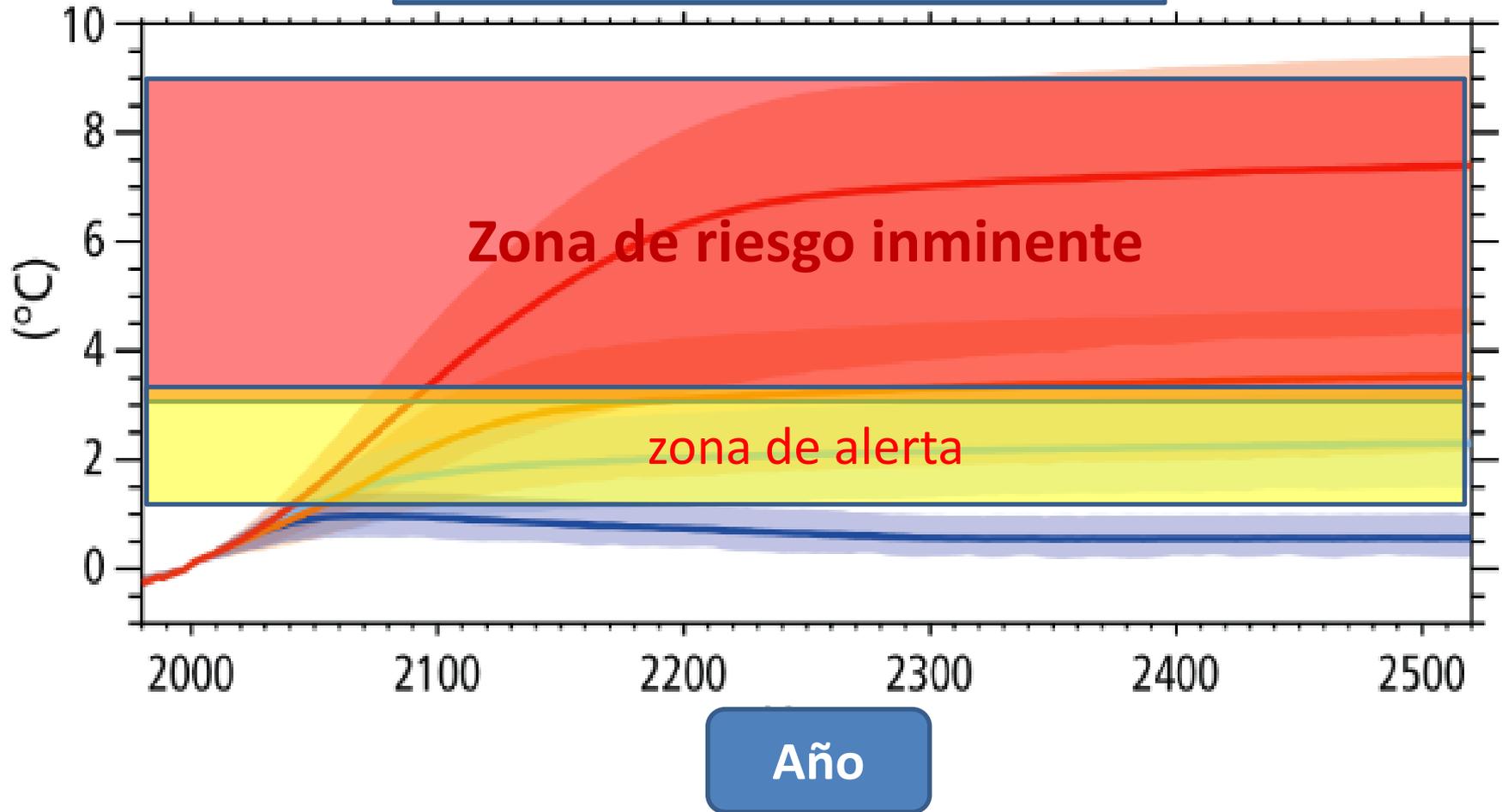
Problemas de reproducción  
Problemas de crecimiento  
Problemas de sobrevivencia  
Ruptura de los ciclos  
estacionales  
Problemas de asociacion

# Prácticas insustentables + huella humana

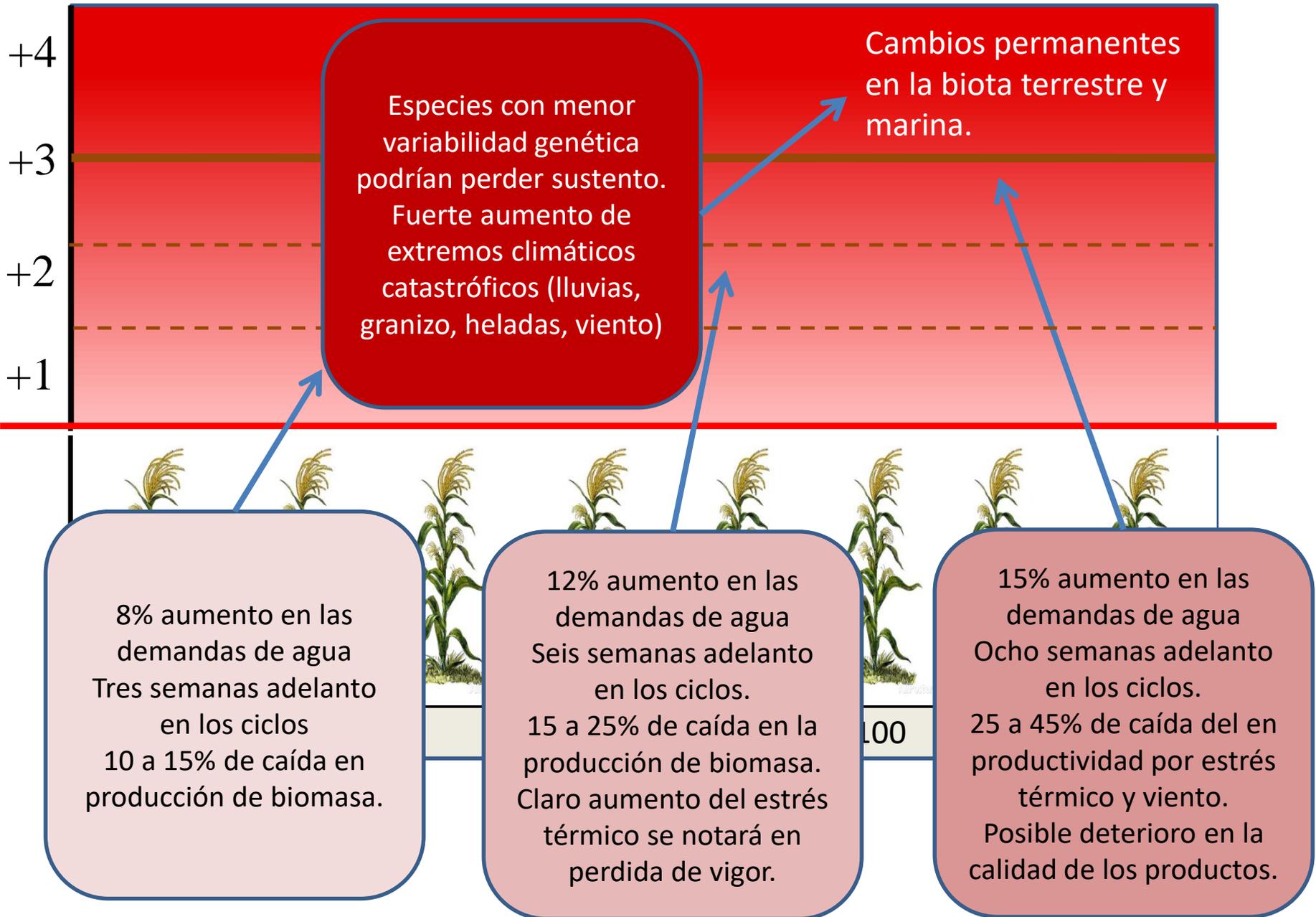


(b)

Cambio en la temperatura  
Respecto de 1986-2005

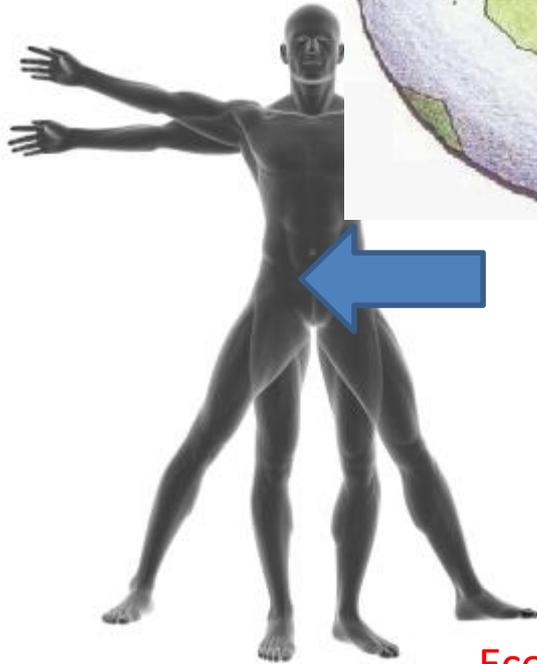


# Centro norte, sectores interiores



Comprador que permite  
acelerar la producción

Fin último de los bienes  
tecnológicos?



Economistas felices

Necesitamos muuuuchas  
personas (compradores)



Cientistas naturales  
preocupados

Necesitamos muuuuuchos  
recursos naturales.....dónde  
están?



Estamos construyendo futuro?

# Clima hostil e incierto

**Biota empobrecida y no resiliente**













