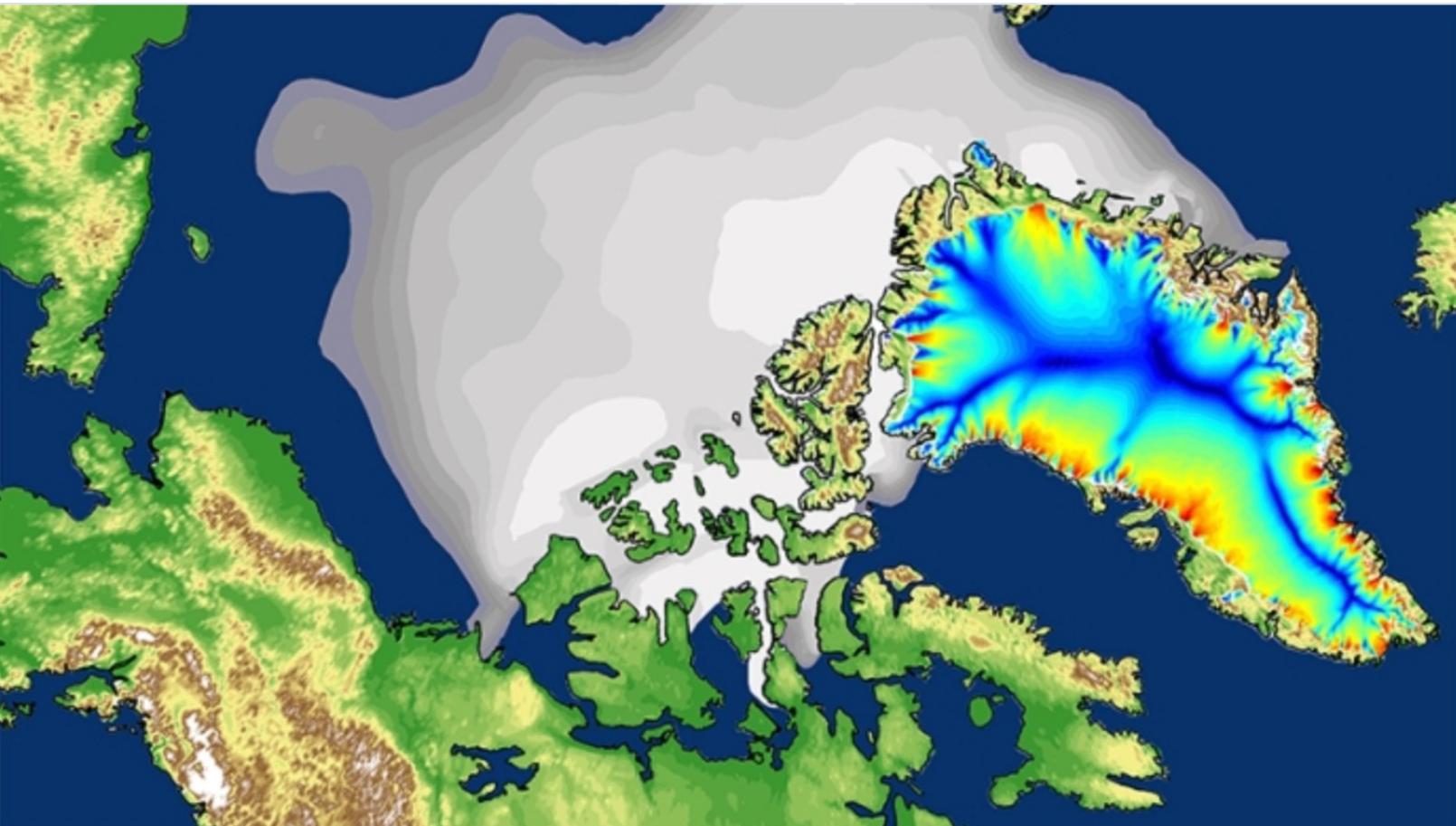


Curso: Introducción al Community Earth System Model (CESM) 2

Parte 2: Aspectos generales de CESM2



Nicolás J. Cosentino

Nicolás J. Cosentino

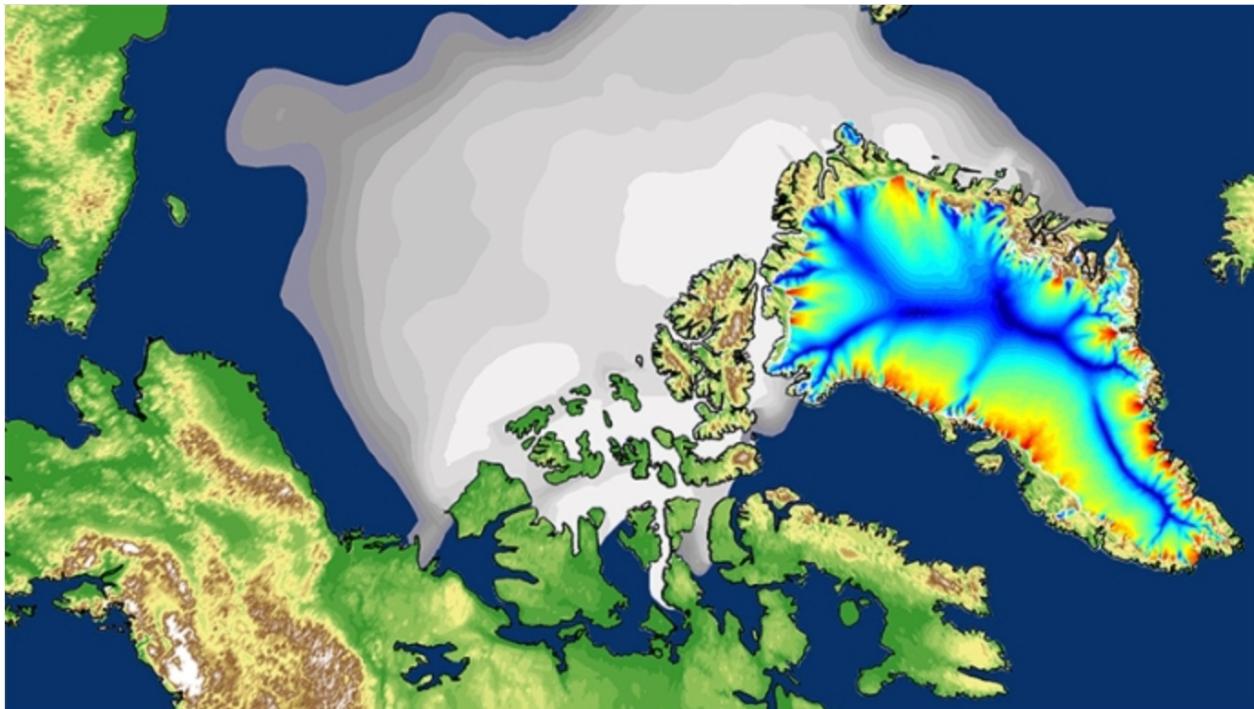
- ✓ Licenciado en Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires.
- ✓ PhD en Ciencias Geológicas de la Universidad de Cornell.
- ✓ Actualmente investigador postdoctoral en el Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile (nicolas.cosentino@uc.cl).
- ✓ Realizo investigaciones sobre la dinámica del polvo atmosférico durante climas pasados.
- ✓ Utilizo modelado numérico.

Organización de la charla

- 1) Información general de CESM.
- 2) Descripción de los módulos de CESM.
- 3) Resultados y performance de CESM (versus datos).
- 4) Ejemplos de aplicaciones.

Community Earth System Model (CESM)

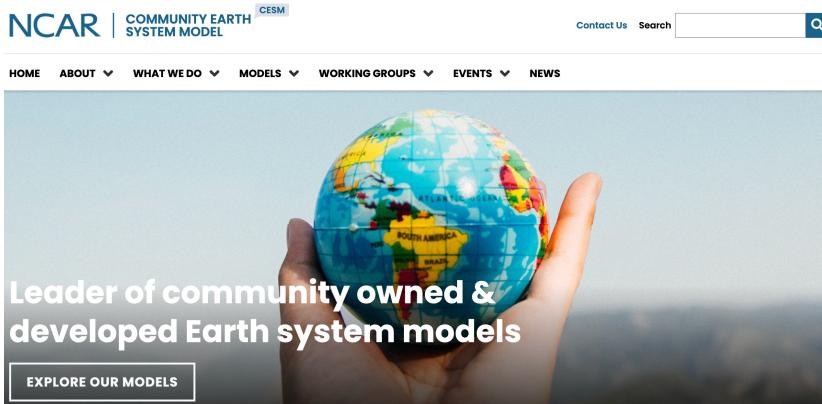
>> Modelo climático global totalmente acoplado que provee simulaciones computacionales de última generación de los estados pasado, presente y futuro del clima <<



- > Última versión de desarrollo: CESM 2.2.0
- > Última versión de producción: CESM 2.1.3
(testada científicamente)

Recursos de CESM: tutorials, workshops, etc.

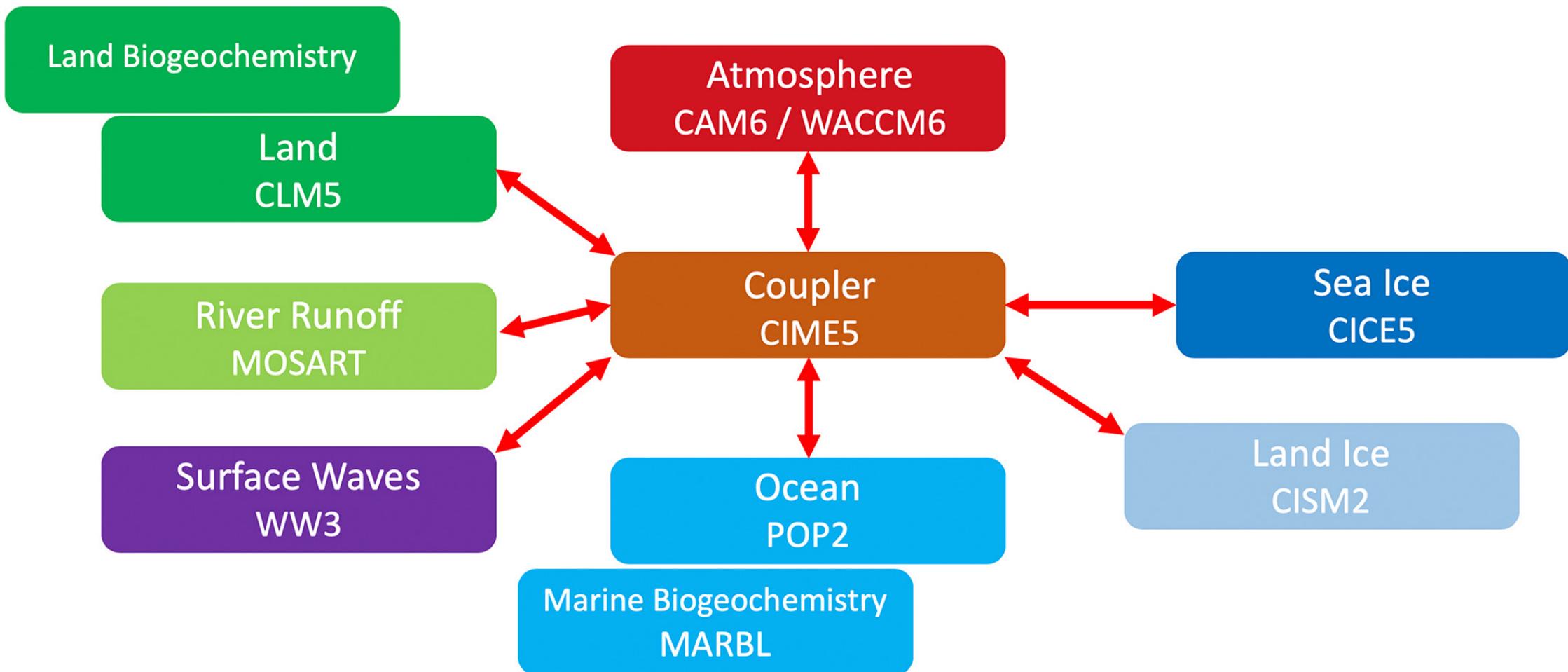
- ✓ **Website**, <https://www.cesm.ucar.edu/>
(incluye tutoriales y workshops)



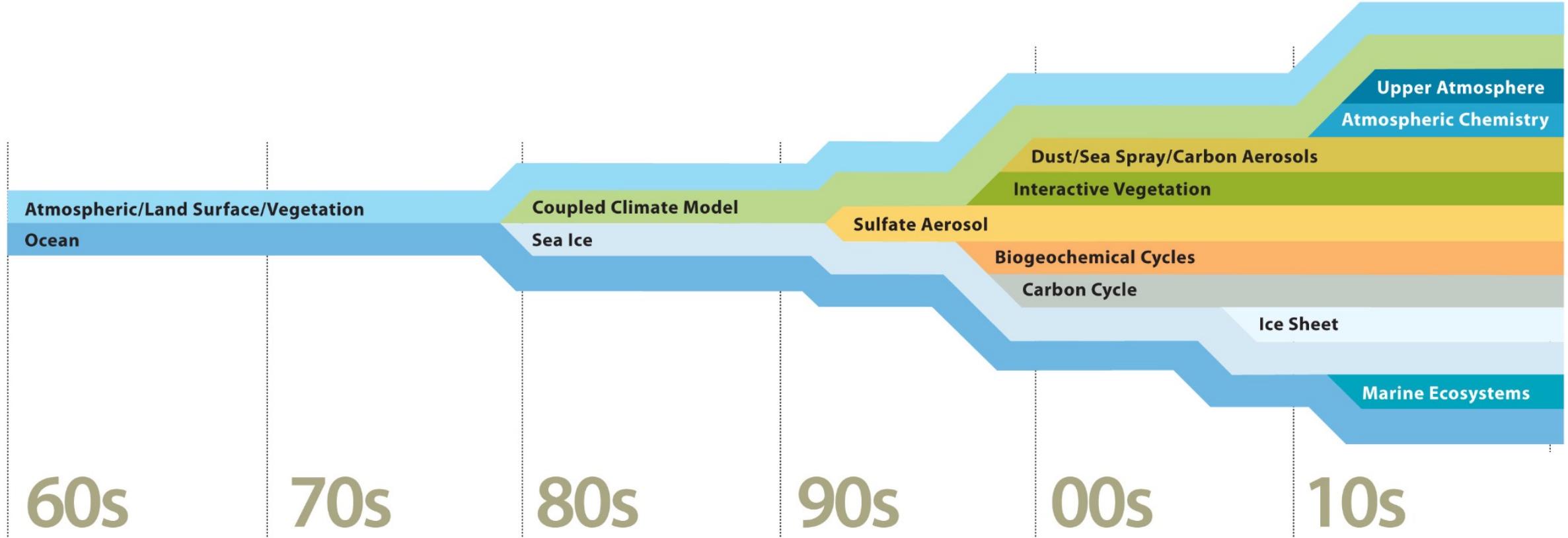
- ✓ **Foro**, <https://bb.cgd.ucar.edu/cesm/>

- ✓ **Código abierto**,
<https://github.com/ESCOMP/CESM>

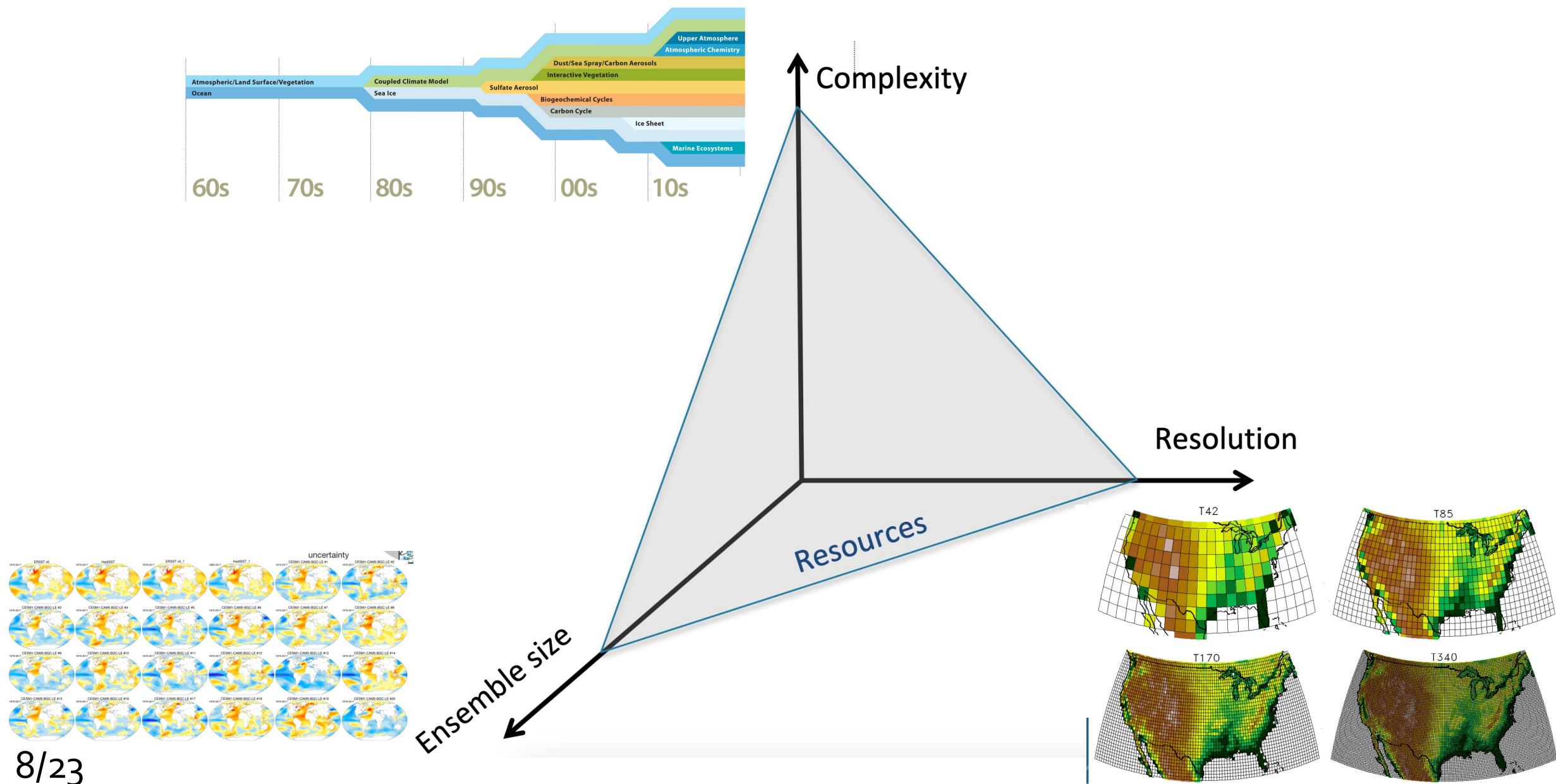
Componentes de CESM2



Evolución del modelado del Sistema Tierra (incluyendo CESM)



Balance entre recursos vs. complejidad + resolución + tamaño del ensemble



Módulo de atmósfera (CAM6, WACCM6, CAM6-Chem)

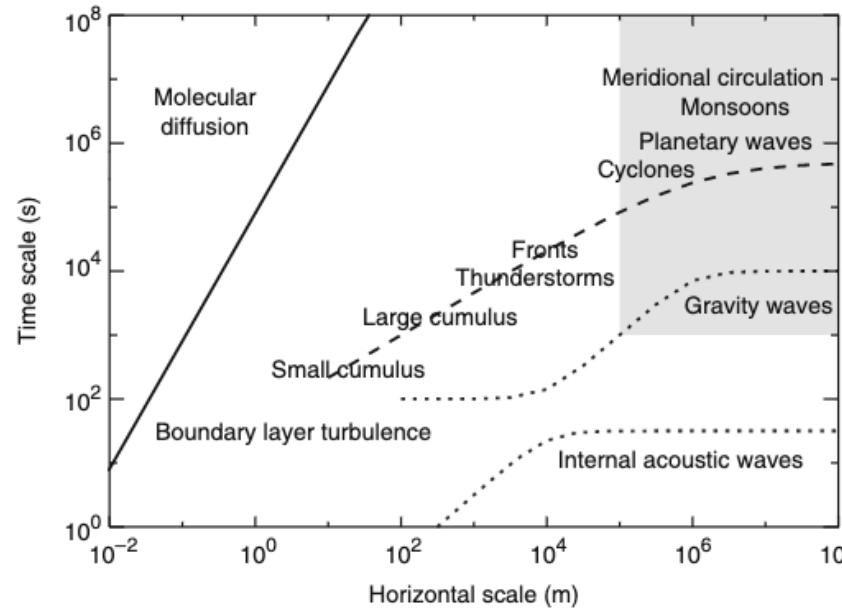
> Resolución horizontal de 0.9° (lat) $\times 1.25^\circ$ (lon) ó $1.8^\circ \times 2.5^\circ$ (+ otros con mayor resolución).

> Coordenada vertical híbrida σ - p , $\sigma = p/p_s$, p : presión, p_s : presión superficial.

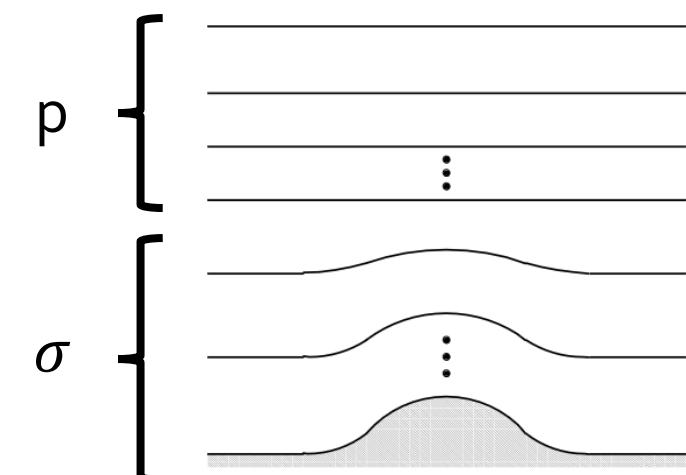
> Resolución vertical por defecto: 32 niveles.

> Extensión vertical: ~ 42 km/2 Pa (CAM6, CAM6-Chem), ~ 140 km/ 10^{-6} hPa (WACCM6).

> CAM6 vs. CAM6-Chem: misma física, resolución. Química y aerosoles (y acoplamiento con clima) más complejos.

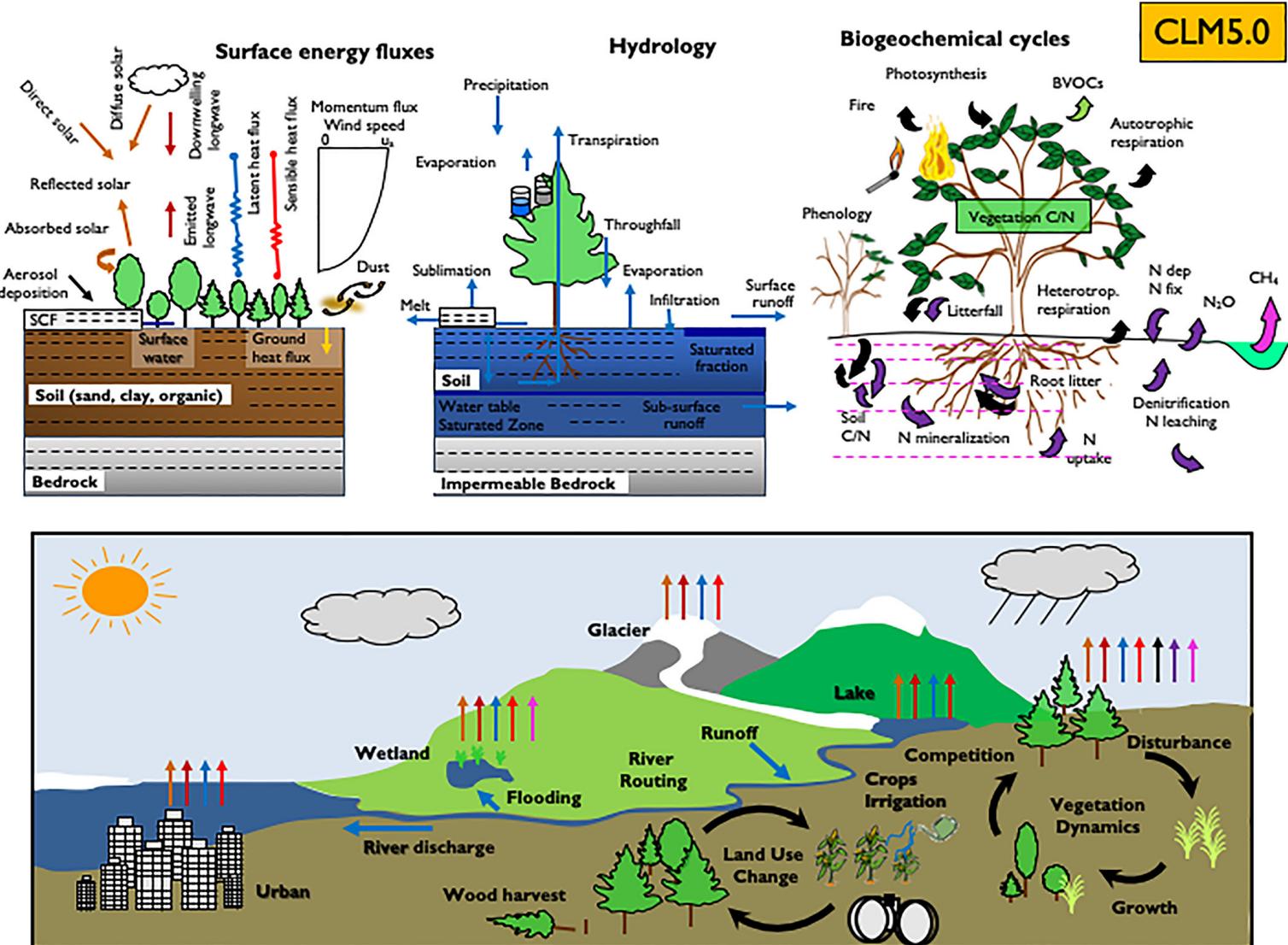


Thuburn (2011, chapter)

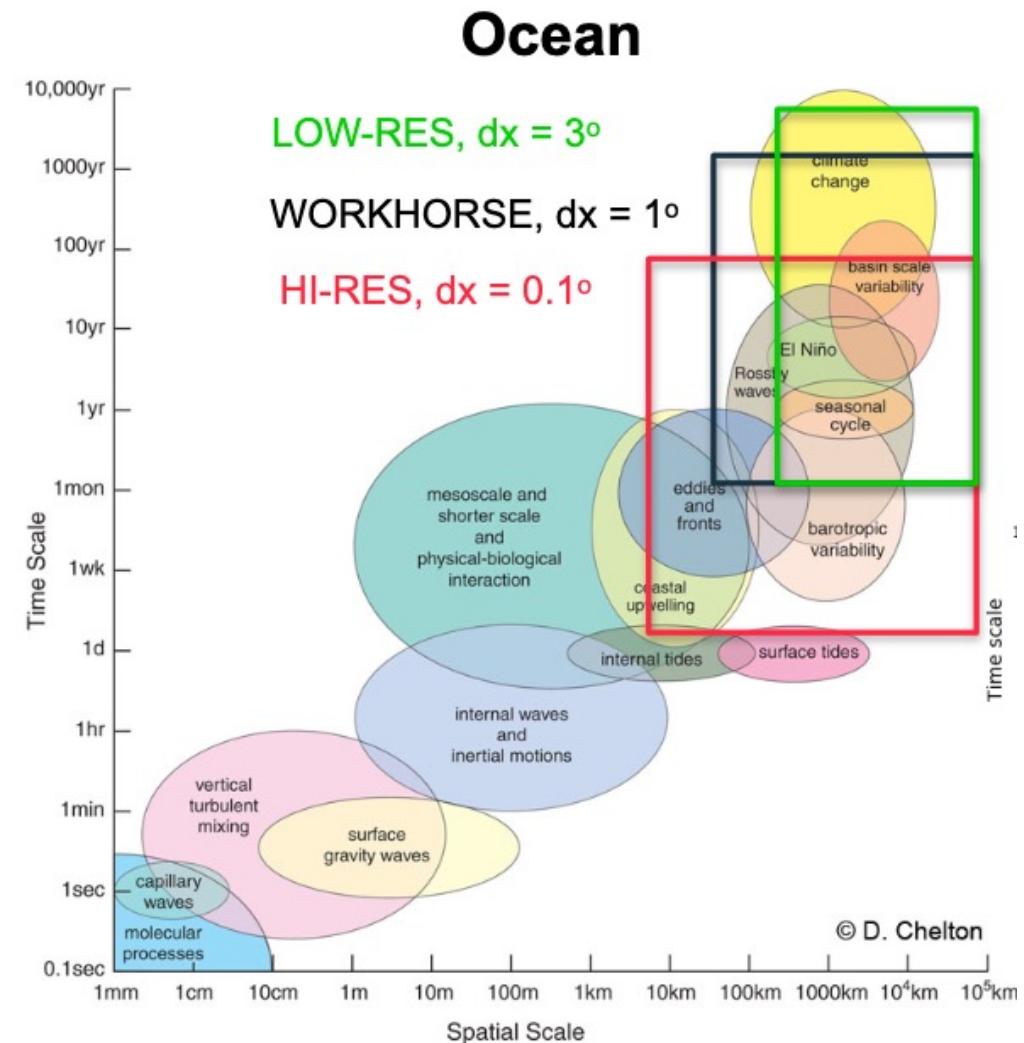


Módulo de tierra (CLM5) + biogeoquímica de la tierra (opcional)

- > Resolución horizontal típica de 0.9° (lat) $\times 1.25^\circ$ (lon).
- > Simula intercambios de momento, energía, vapor de agua, CO_2 , polvo, y otros materiales/gases entre la superficie de la tierra y la atmósfera.
- > Pronostica estados de la tierra (humedad y temperatura del suelo, stock de carbono en el suelo, etc.).

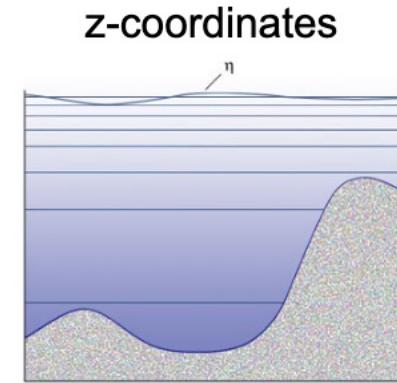


Módulo de océano (POP2) + biogeoquímica marina (MARBL)



> Como con el resto de los módulos, los procesos fuera de las escalas modeladas deben ser parametrizados.

> El sistema de coordenadas vertical en POP2 es de tipo z-coordinate:



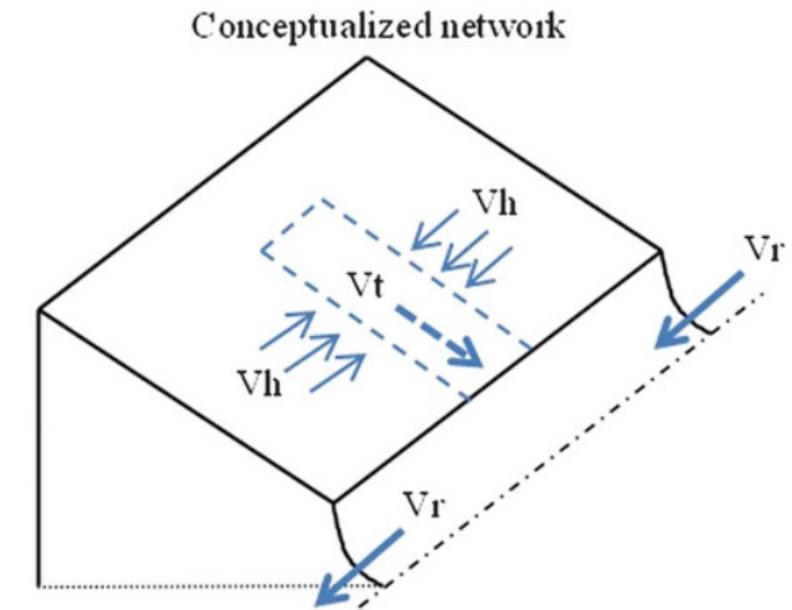
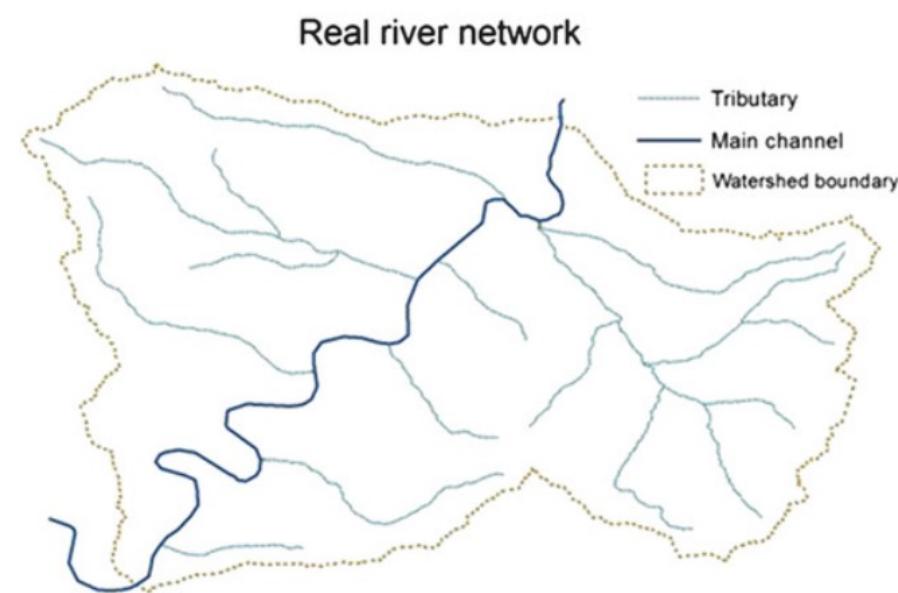
> MARBL representa colimitaciones por múltiples nutrientes (N, P, Si, Fe) + cuatro grupos funcionales de fitoplancton (diatomeas, diazótrofos, pico y nano fitoplancton, calcificadores) + un grupo de zooplancton.

> MARBL: química de carbonatos completamente dinámica, además simula flujos de materia orgánica particulada.

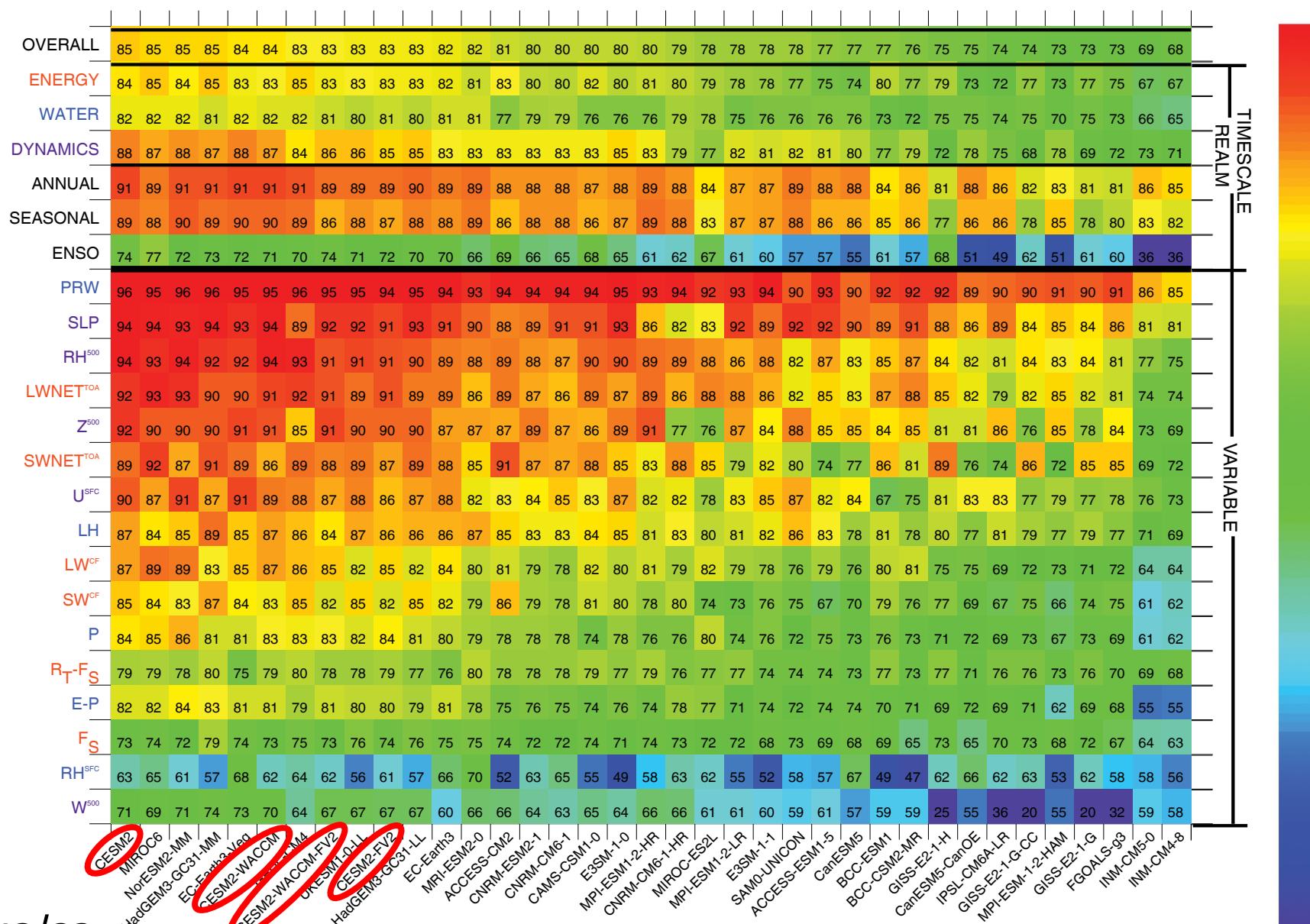
Módulo de runoff de ríos (MOSART)

MOSART simula canalización de agua de ríos + runoff superficial + flujo sub-superficial.

- 1) Runoff entra en tributarios por flujo gravitacional superficial (V_h) + no-gravitacional sub-superficial,
- 2) Flujo en tributarios (V_t),
- 3) Flujo en canal principal (V_r).

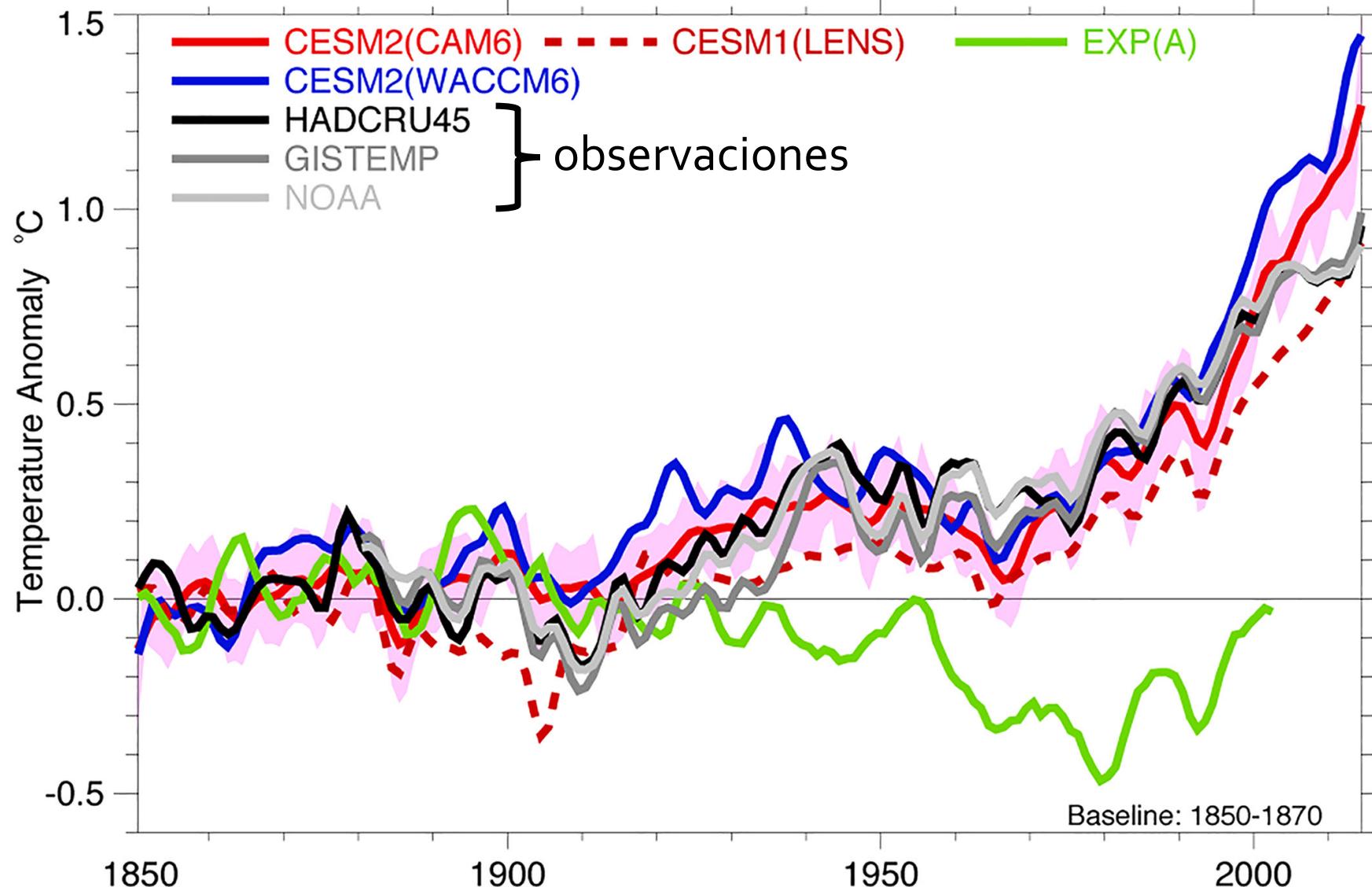


CESM2 compara mejor que otros modelos vs. observaciones/reanálisis



Fasullo (2020, GMD)

Temperatura superficial histórica en CESM2

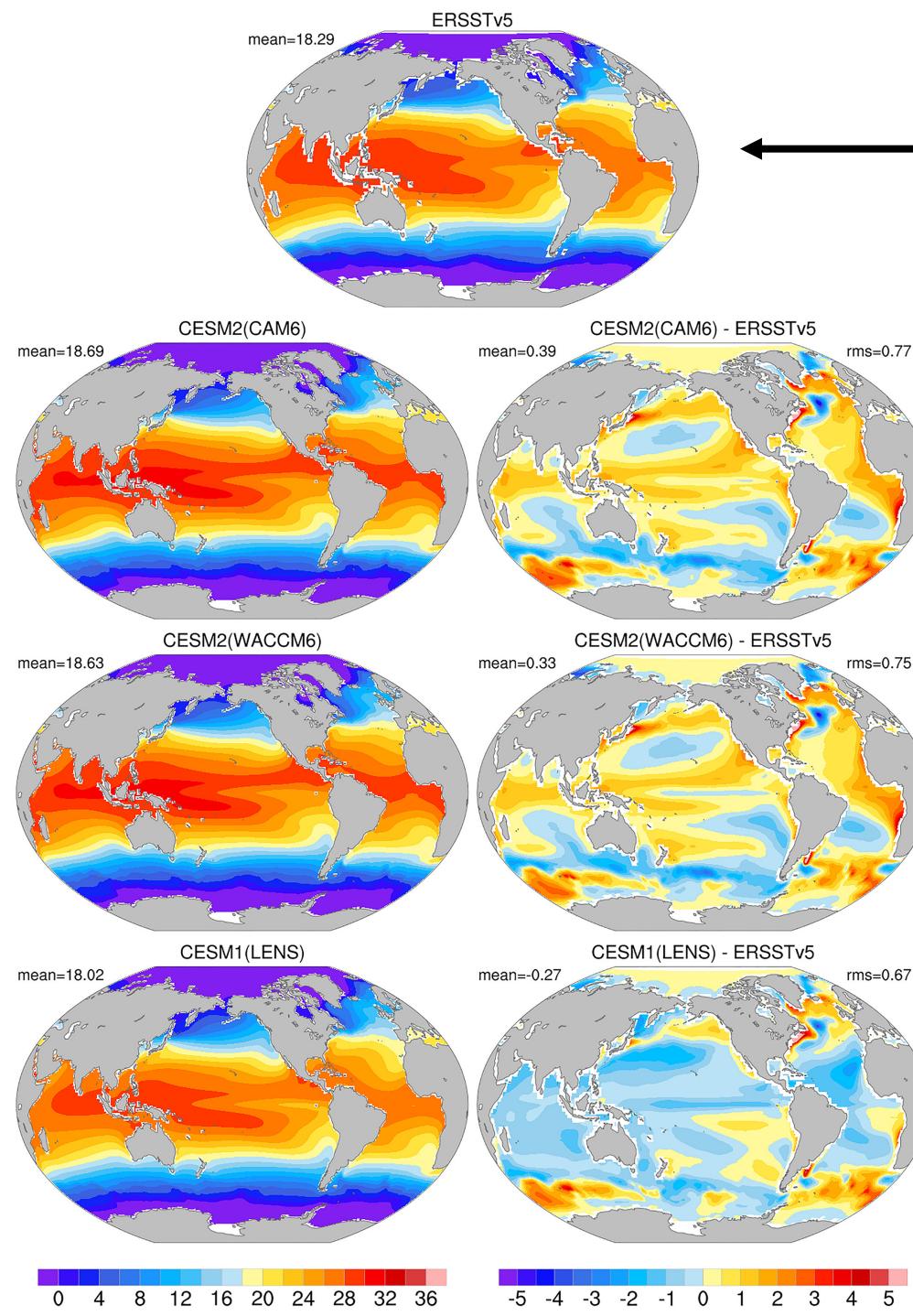


Danabasoglu et al.
(2020, JAMES)

Temperatura superficial histórica en CESM2

Promedio 1985–2014
(en °C).

modelos



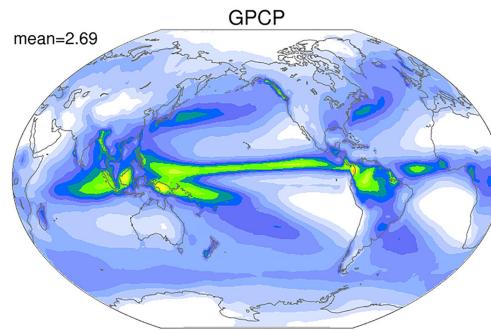
observaciones

Danabasoglu et al.
(2020, JAMES)

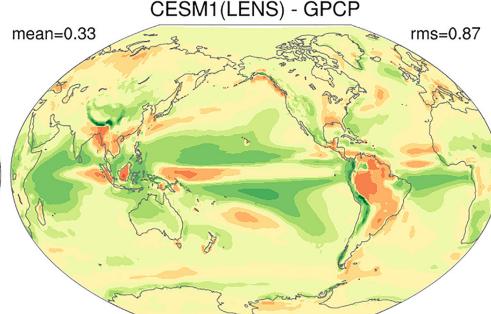
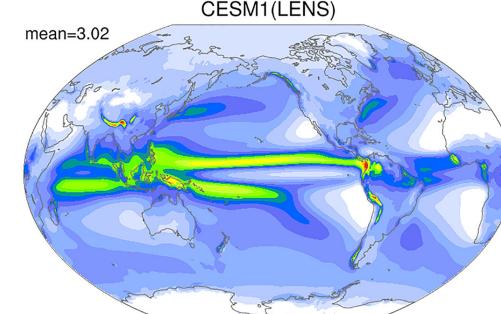
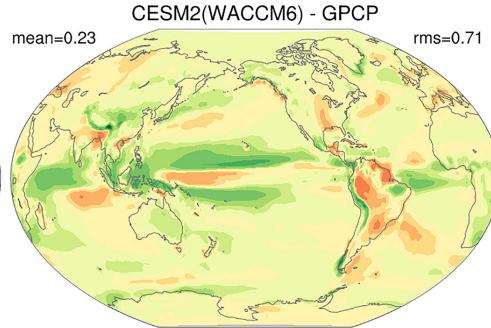
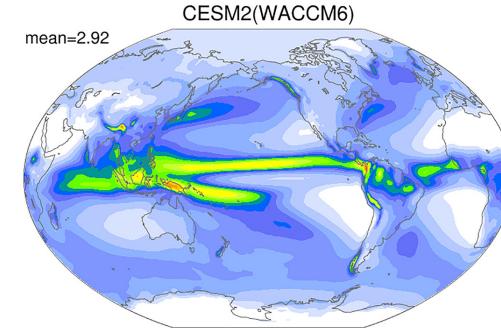
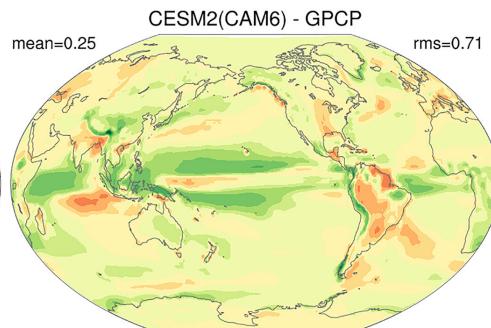
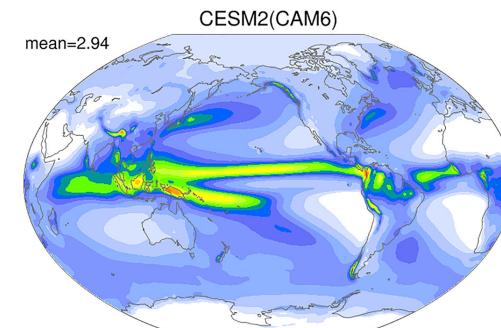
Precipitaciones totales históricas en CESM2

Promedio 1985–2014
(en mm day^{-1}).

modelos

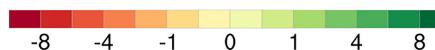
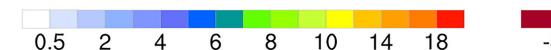


← observaciones

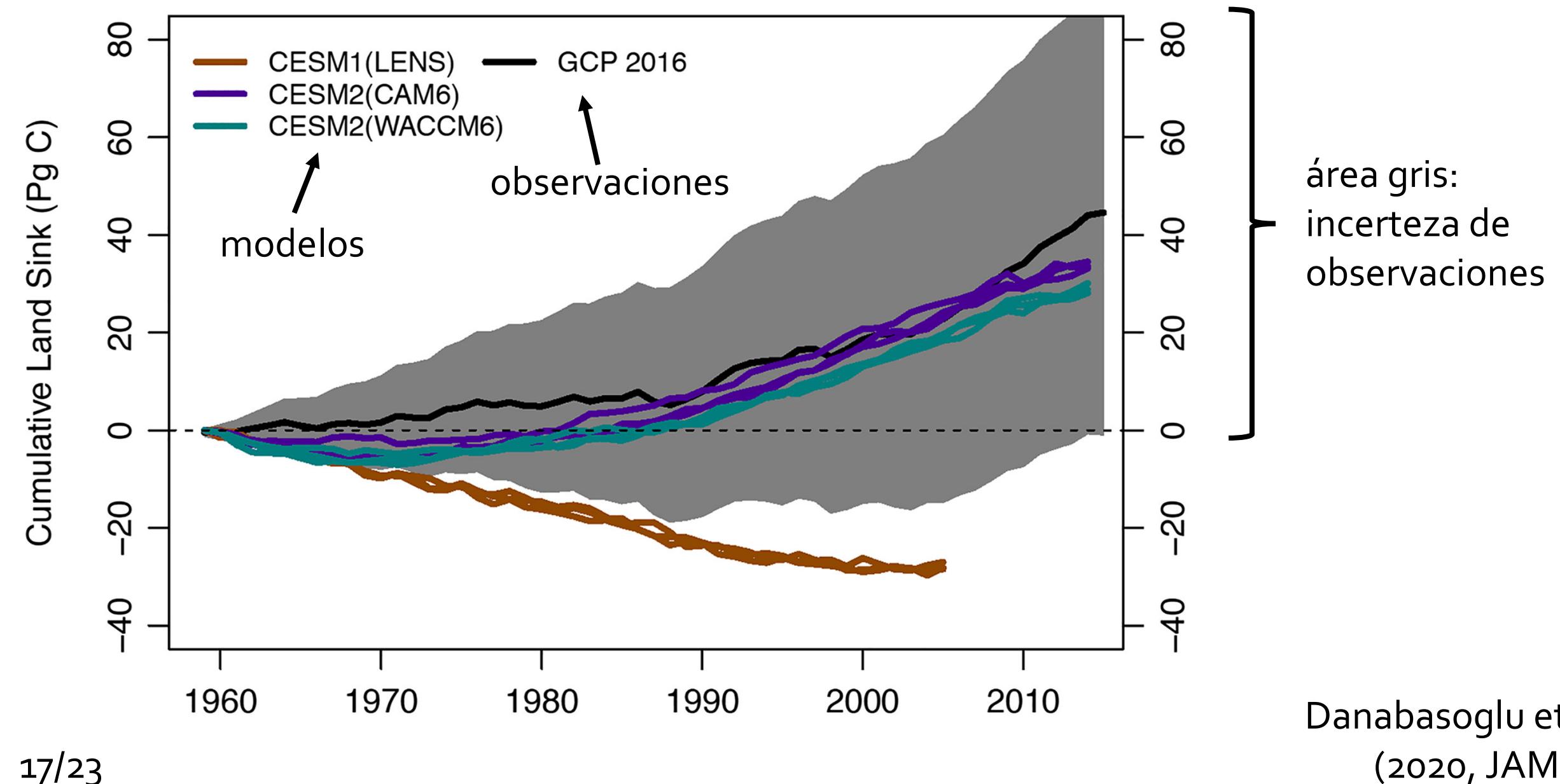


modelos -
observaciones

Danabasoglu et al.
(2020, JAMES)

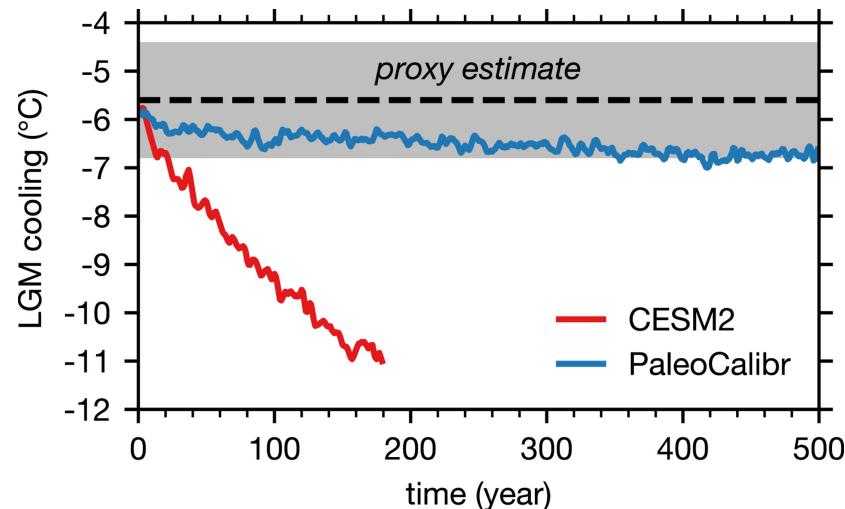
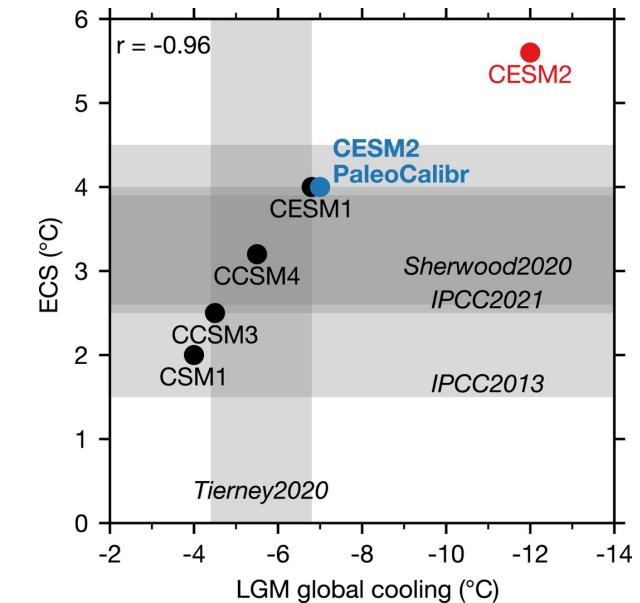


Acumulación de C en la tierra

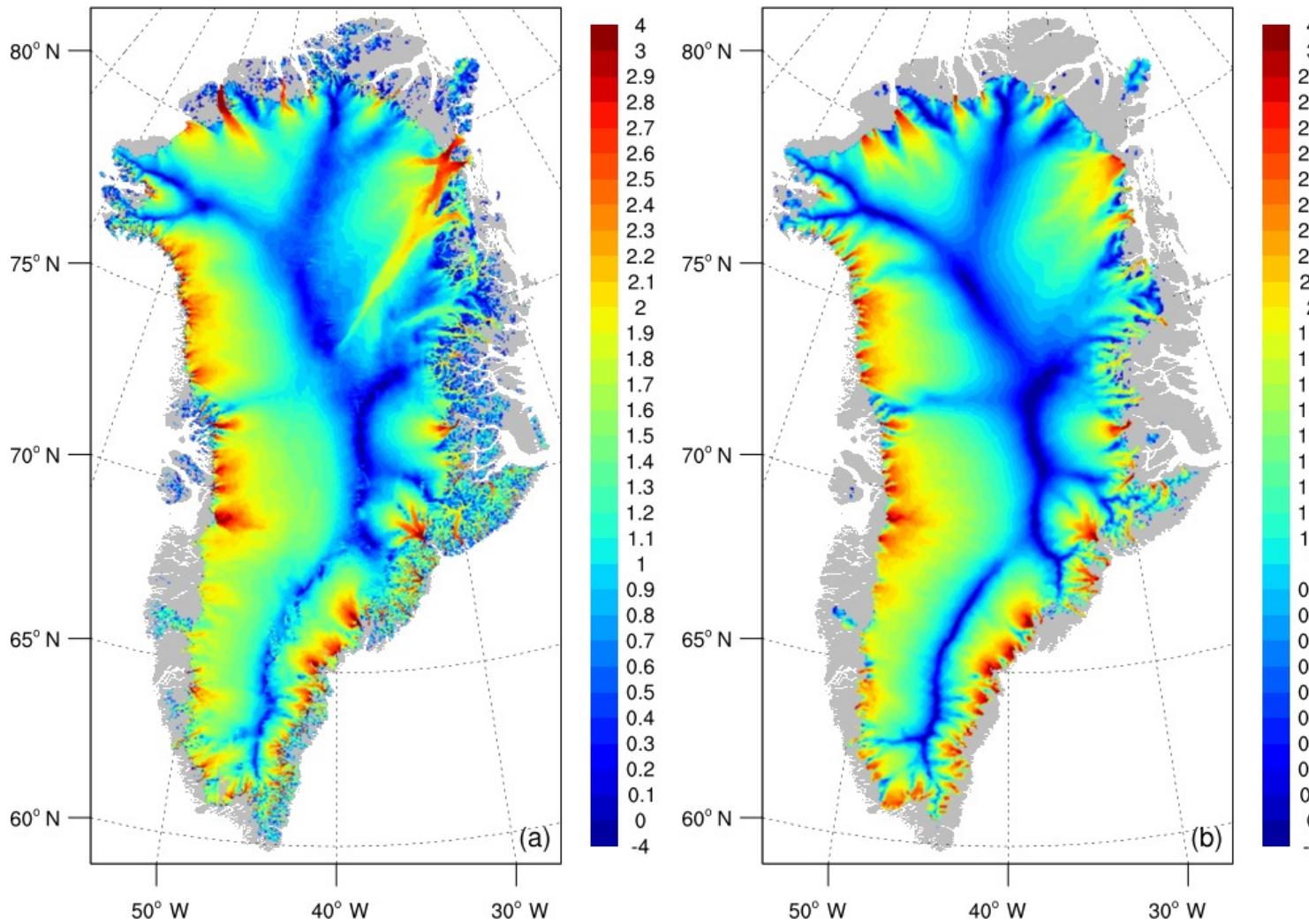


Observaciones paleoclimáticas informan sobre parametrizaciones en clima

- > Un enfriamiento excesivo durante el Último Máximo Glaciar (LGM, 21 mil años antes del presente) y una sensibilidad climática de equilibrio (ECS) demasiado alta en CESM2 son atribuidas a procesos microfísicos en nubes, incluyendo nucleación de hielo.
- > Una nueva configuración de CESM2 (PaleoCalibr) fue desarrollada que elimina un limitante inapropiado del número de nucleantes de hielo en nubes, y que decrece el timestep microfísico.
- > PaleoCalibr simula un LGM y un clima actual realistas, además de un ECS también más realista.



CISM2.1 aplicado a dinámica de hielos en Groenlandia



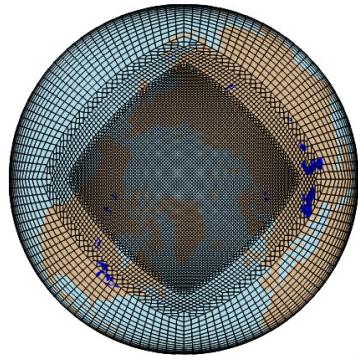
Velocidad superficial de hielo
(m yr⁻¹).

(a) Observaciones.

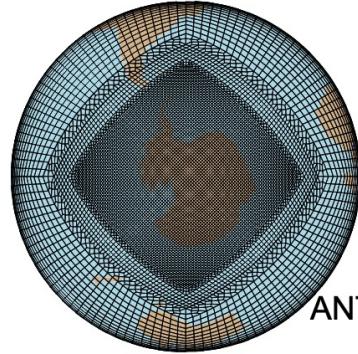
(b) Velocidad simulada al final de
un spin-up de 50 mil años.

Flujo modelado es consistente a
grandes rasgos con patrones
observados.

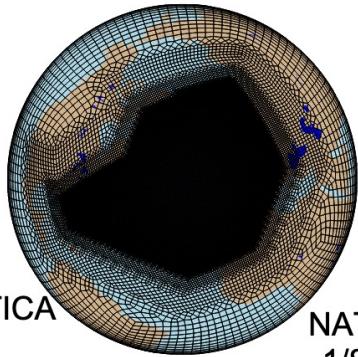
Grillas con resolución variable: refinamiento regional



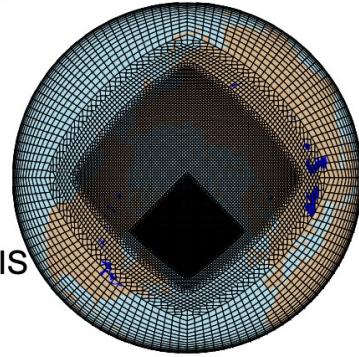
ARCTIC
1/4°



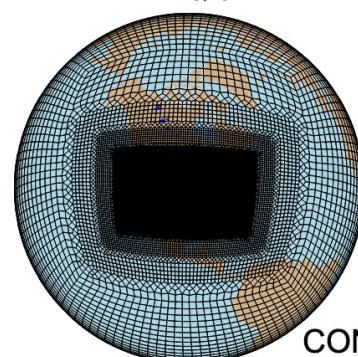
ANTARCTICA
1/4°



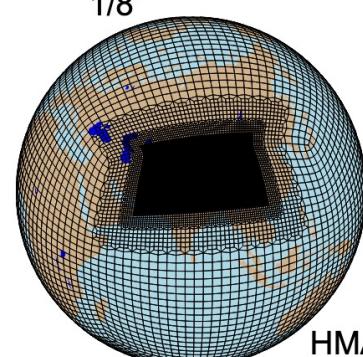
NATL
1/8°



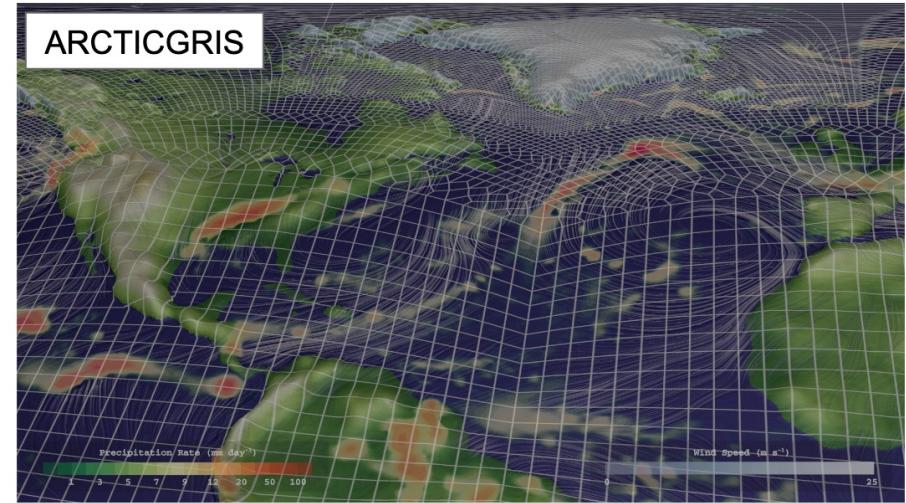
ARCTICGRIS
1/8°



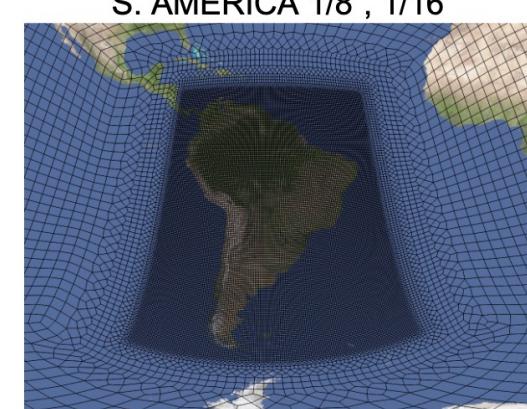
CONUS
1/8°



HMA
1/16°



Snapshot from NCAR VisLab

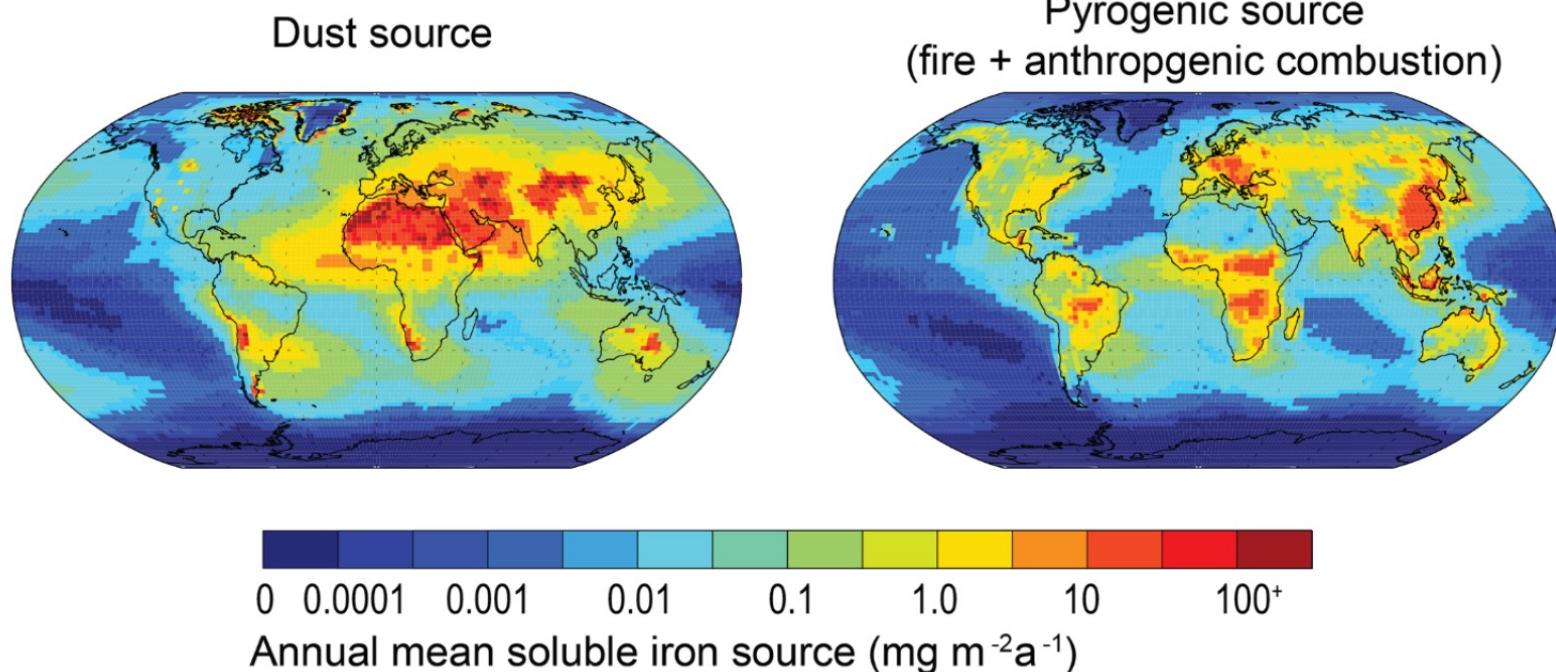


S. AMERICA 1/8°, 1/16°

Solubilización de hierro (Fe) en la atmósfera

Fuentes de Fe

- Aerosoles de polvo mineral
- Aerosoles formados durante incendios
- Fuentes de combustión industrial



Procesos de solubilización de Fe
en la atmósfera

por acidez

por ligandos
orgánicos

Efecto del Ice Sheet patagónico sobre el clima regional en el Último Máximo Glacial



¿Cuál es el efecto de la topografía del campo de hielos patagónico sobre:

- 1) la distribución E-O de la precipitación?
- 2) la frecuencia e intensidad de los storm tracks en el Hemisferio Sur?
- 3) las emisiones de polvo atmosférico en América del Sur?

¿Preguntas?