



Nuestra Atmósfera Tropical

Taller 3

Síntesis y Cambio Climático

Ángel F. Adames Corraliza

Asistente de Cátedra

Kayleen Torres Maldonado

Asistente de investigación

Universidad de Wisconsin-Madison

angel.adamescorraliza@wisc.edu

torresmaldon@wisc.edu

Temas del día

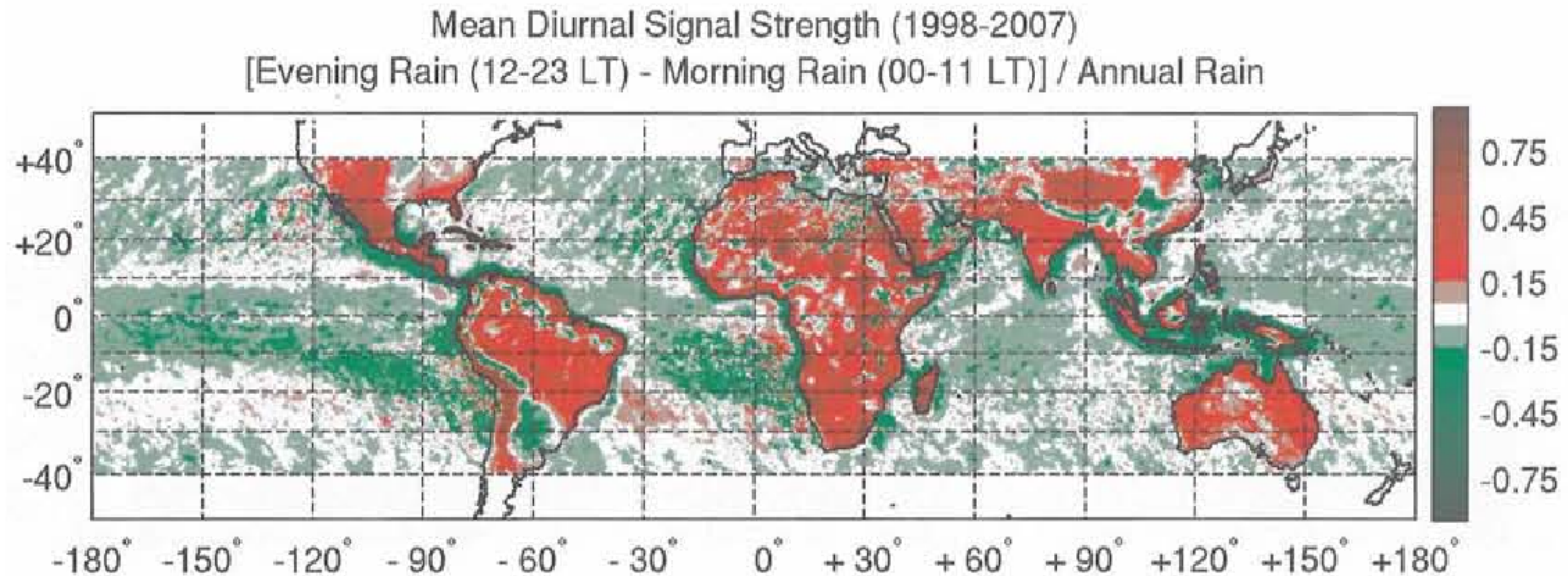
- Ciclo diurno de convección
- Cambio climático
 - Cambios en el ciclo hidrológico
 - Expansión del trópico
 - Cambios en sistemas tropicales
- Conclusión del taller

Metas Educativas

- Apreciar la importancia del trópico en el clima global.
- Entender por qué el ciclo hidrológico cambiará.
- Ver que muchas preguntas todavía existen.

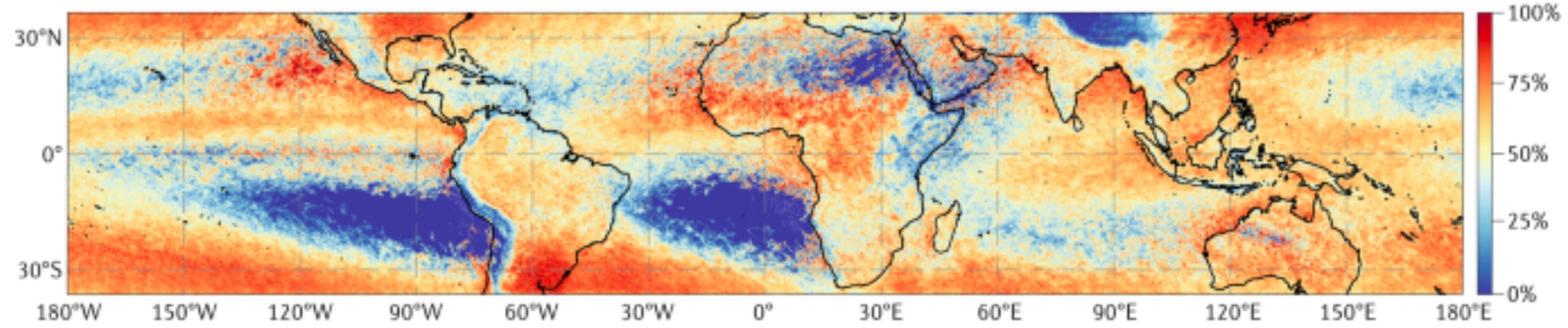
Ciclo diario

Sobre tierra tiende a llover en las horas de la tarde. Sobre el océano tiende a llover en las horas de la madrugada.

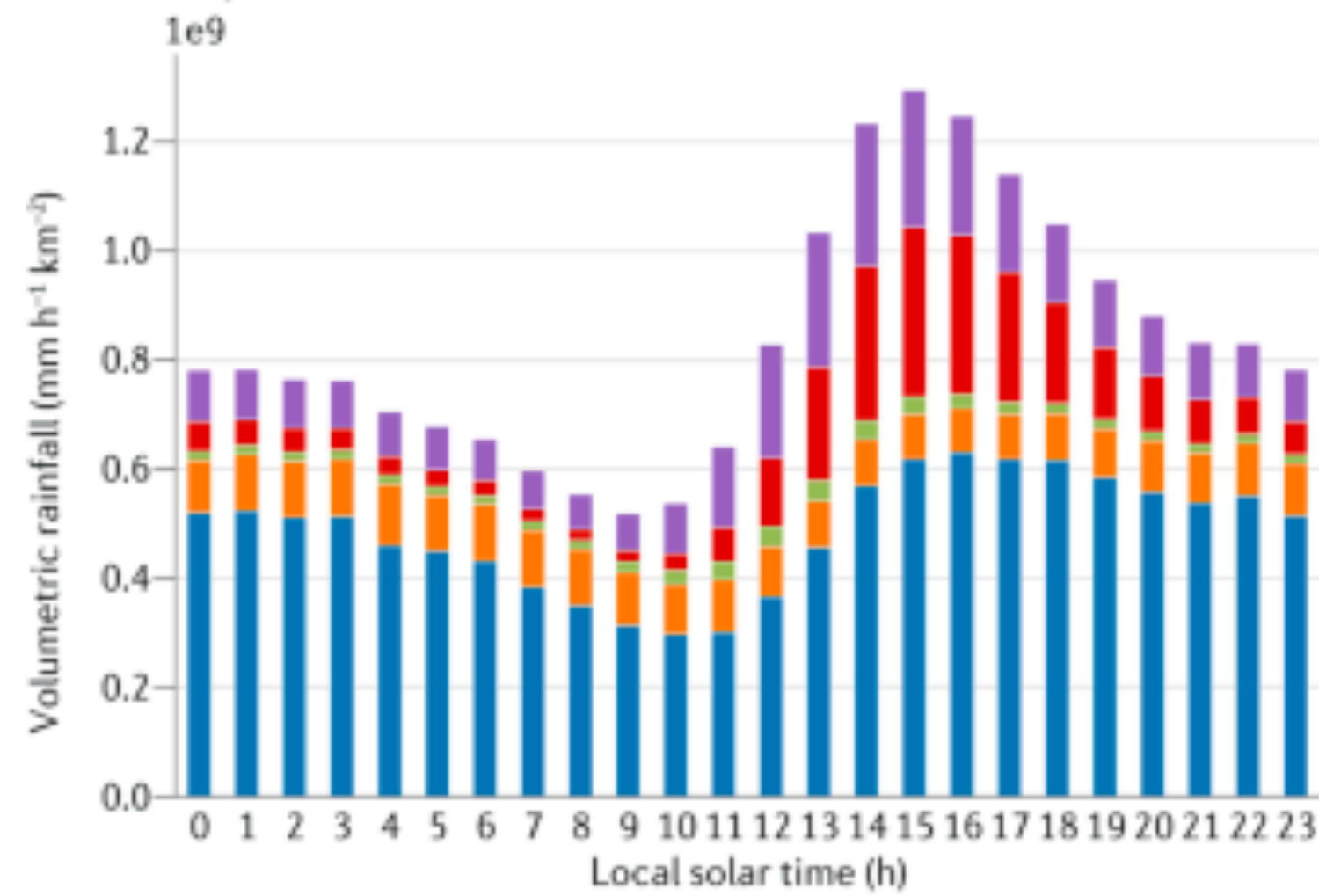


Ciclo diurno

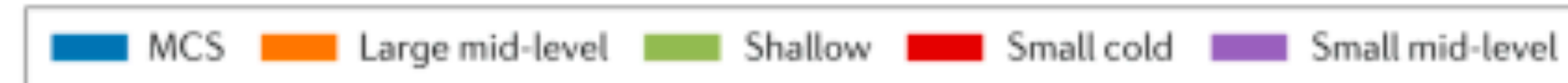
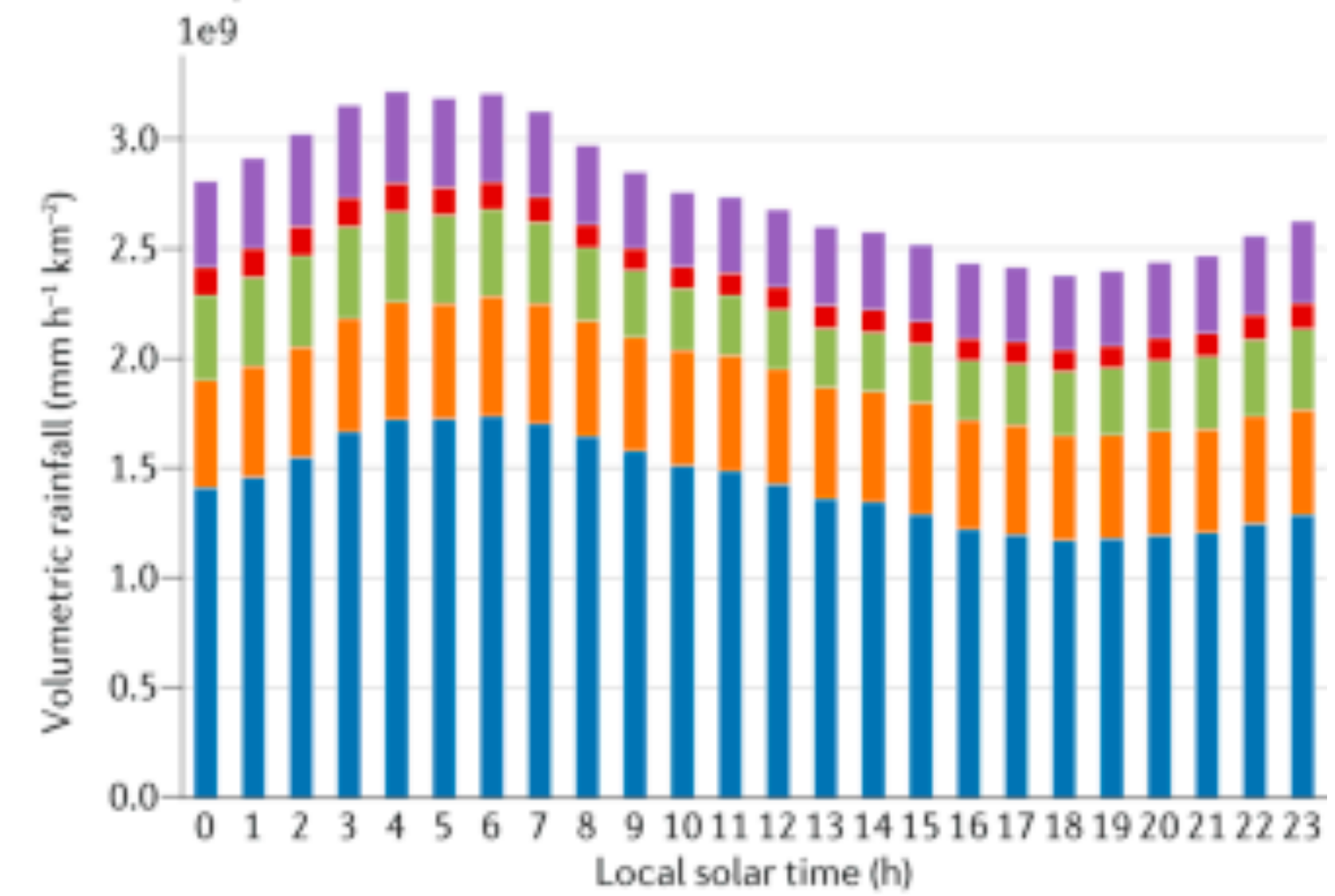
a MCS contribution to total rainfall



b Diurnal cycle: land



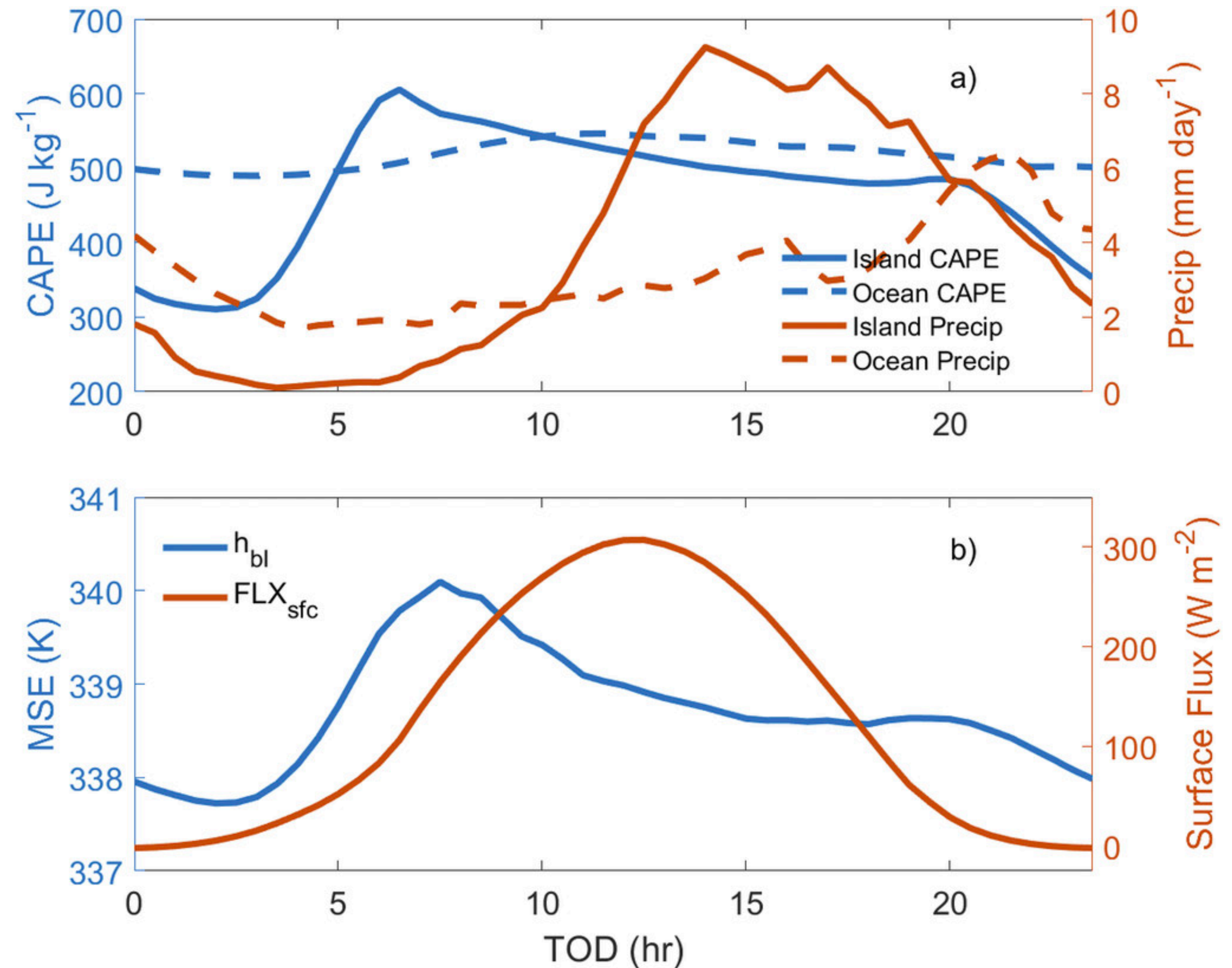
c Diurnal cycle: ocean



Ciclo diario

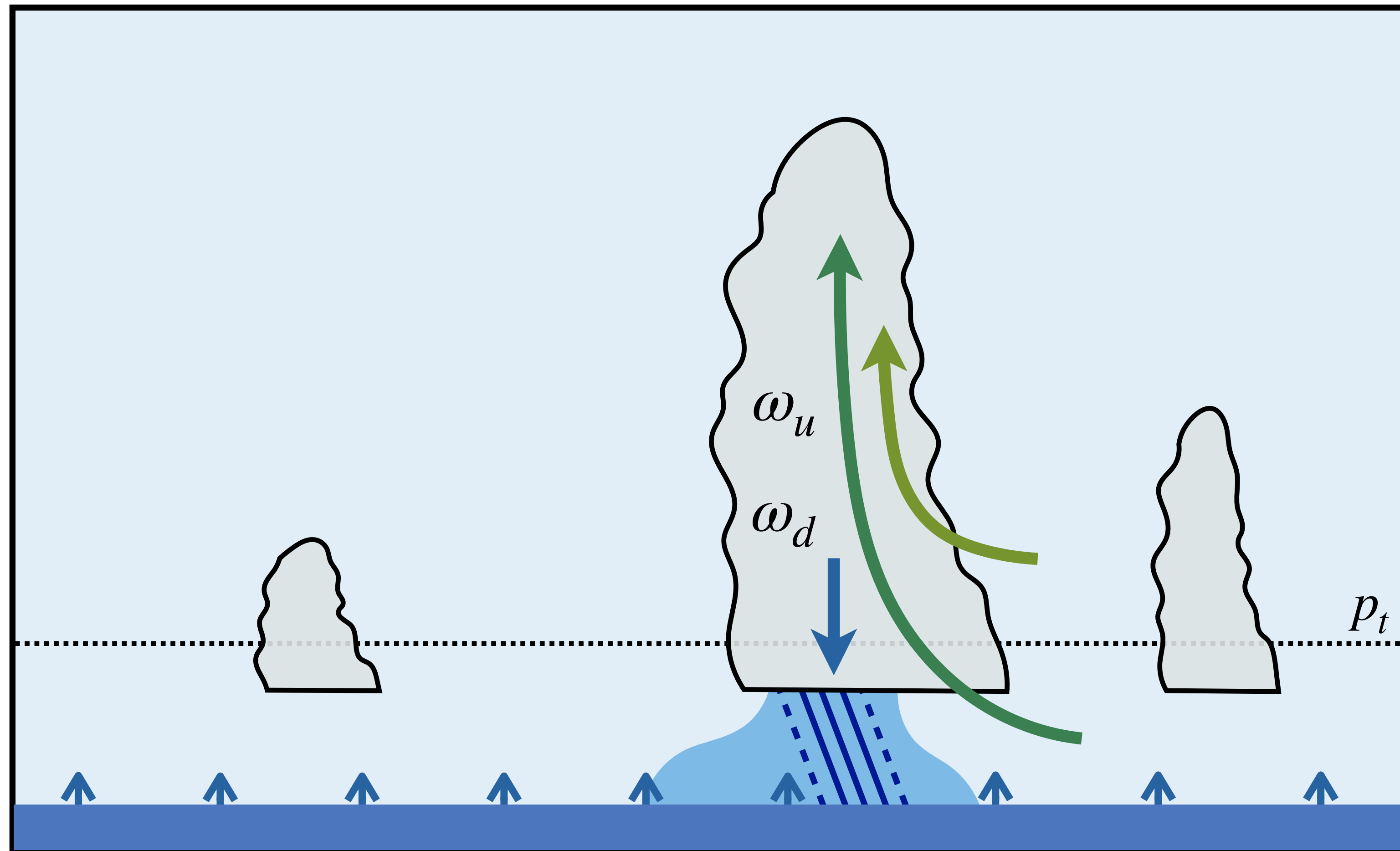
El ciclo diario está fuertemente controlado por el flujo de energía proveniente de la superficie.

La lluvia es máximo poco después del máximo de este flujo.



Importancia de la humedad

La humedad juega un papel importante en determinar la fuerza de la lluvia



Encuesta

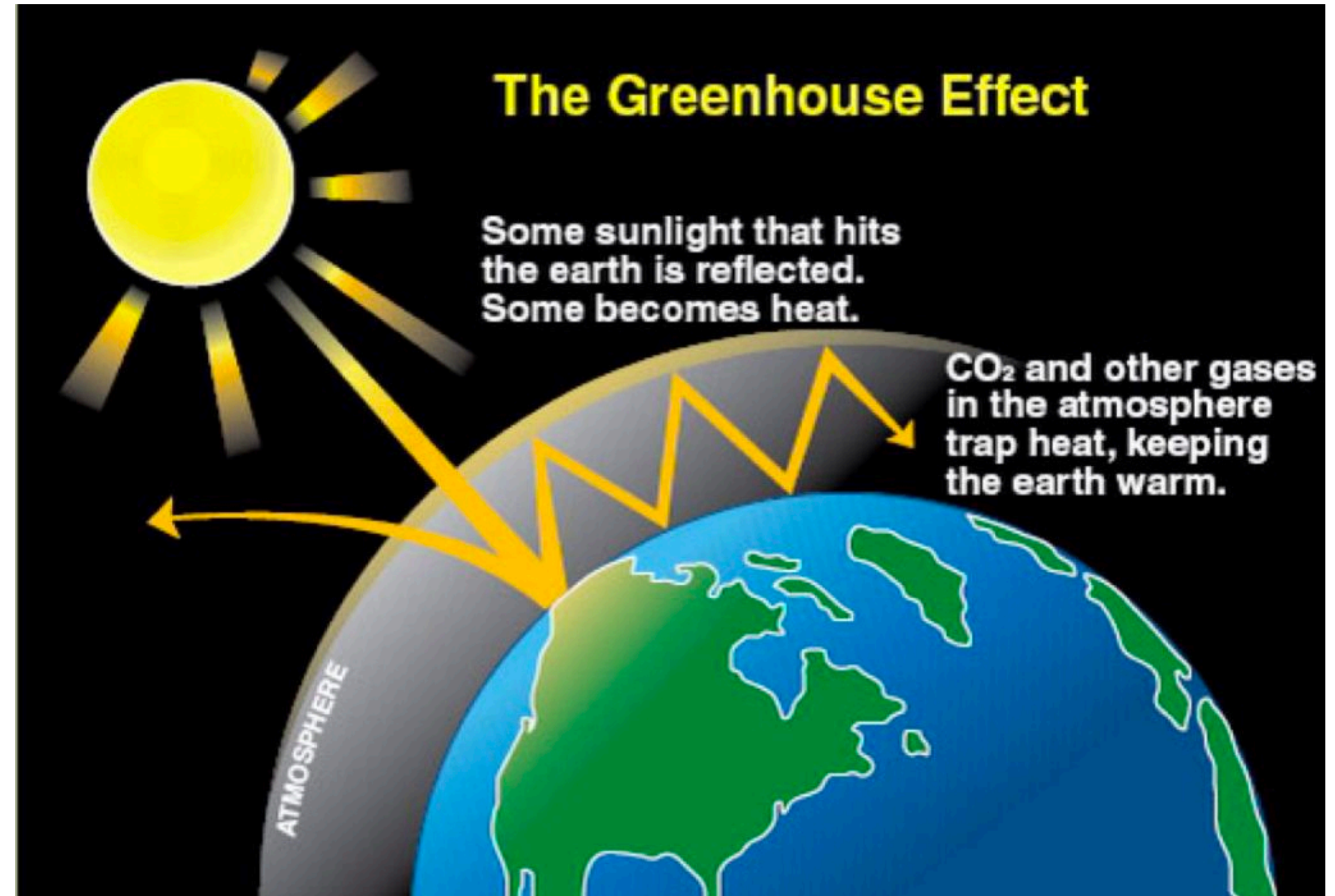
Link: Pollev.com/angeladamescorraliza896

¿Qué mantendrá la atmósfera tropical caliente si aumentamos el CO2 globalmente?

El efecto de invernadero

Nuestra atmósfera es como una sábana. Nos mantiene caliente.

Si no la tuviéramos La Tierra sería considerablemente más fría.

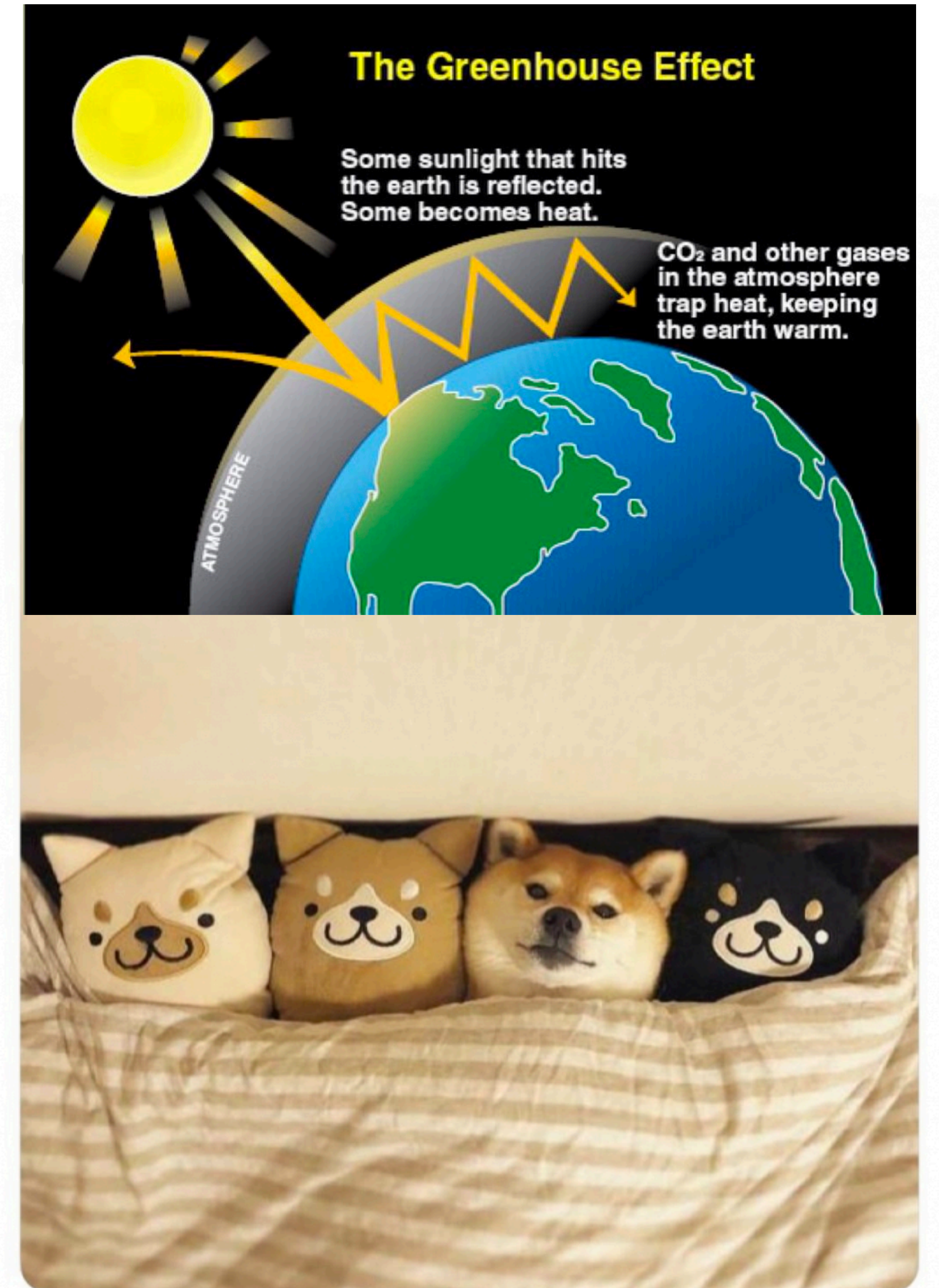


El efecto de invernadero

Los gases de invernadero como el CO₂ causan que la atmósfera funcione como una sábana más gruesa.

Tu cuerpo emite radiación infrarroja y una sábana gruesa atrapa más de esa radiación y te la devuelve.

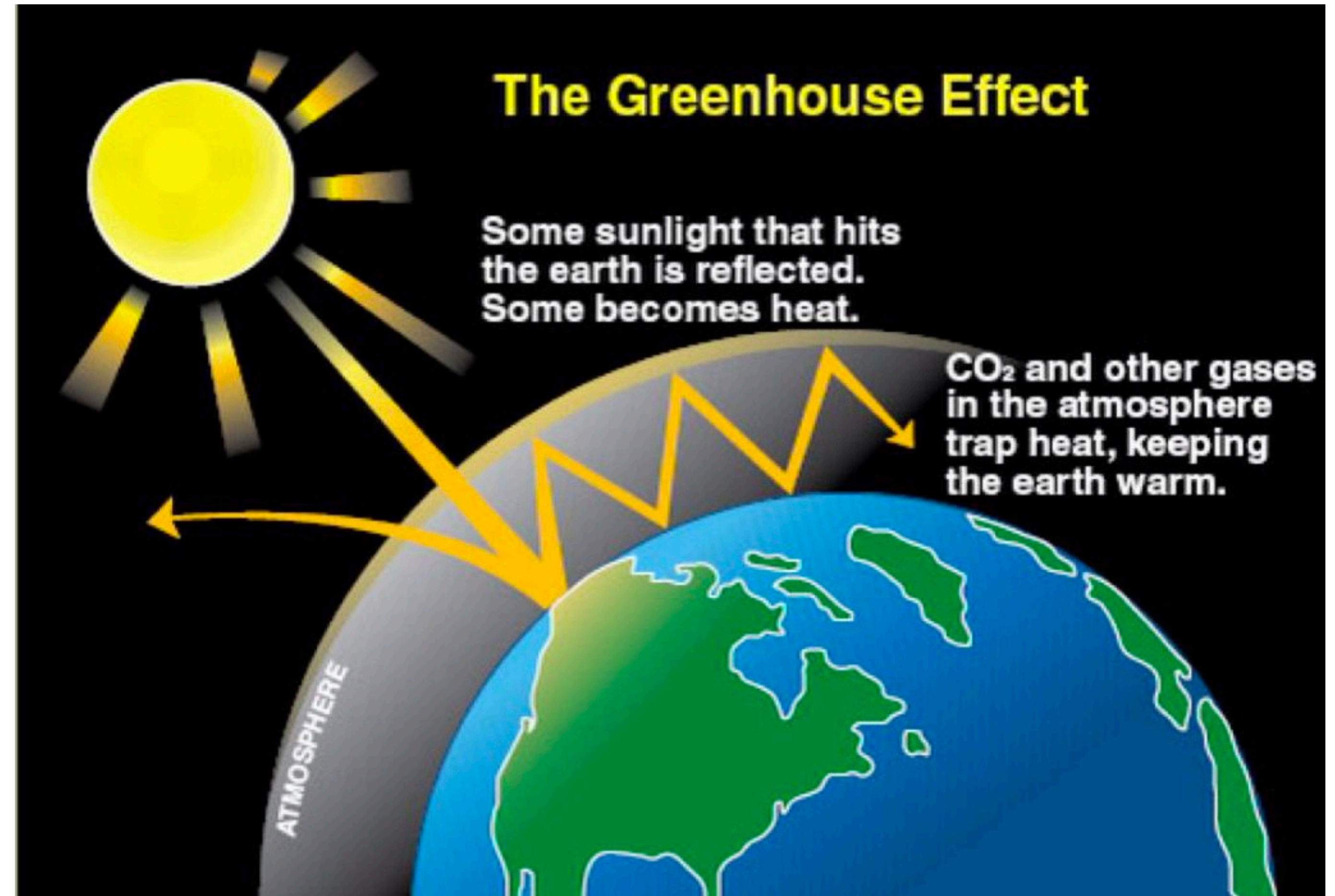
En parte por eso la sábana gruesa se siente más caliente.



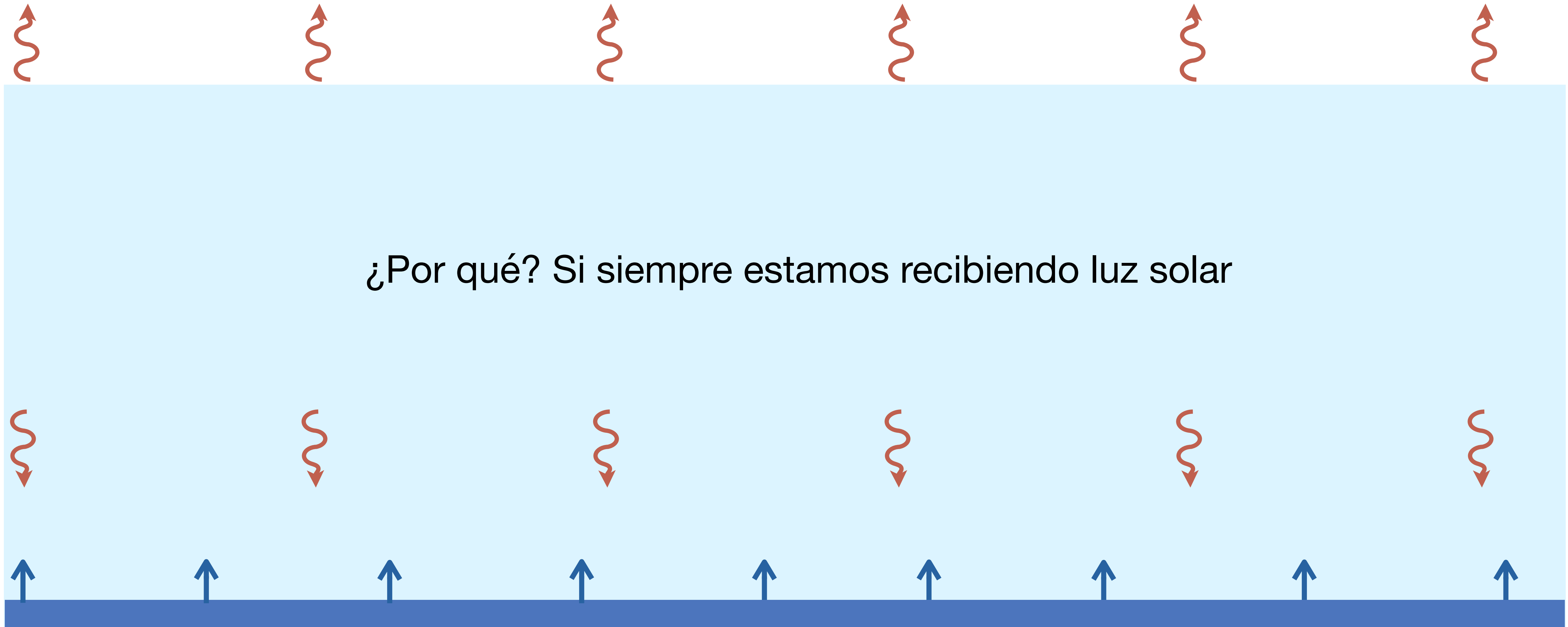
El efecto de invernadero

El planeta se calienta porque los gases de invernadero causan que mayor cantidad de luz infrarroja se absorba y se devuelva a la superficie.

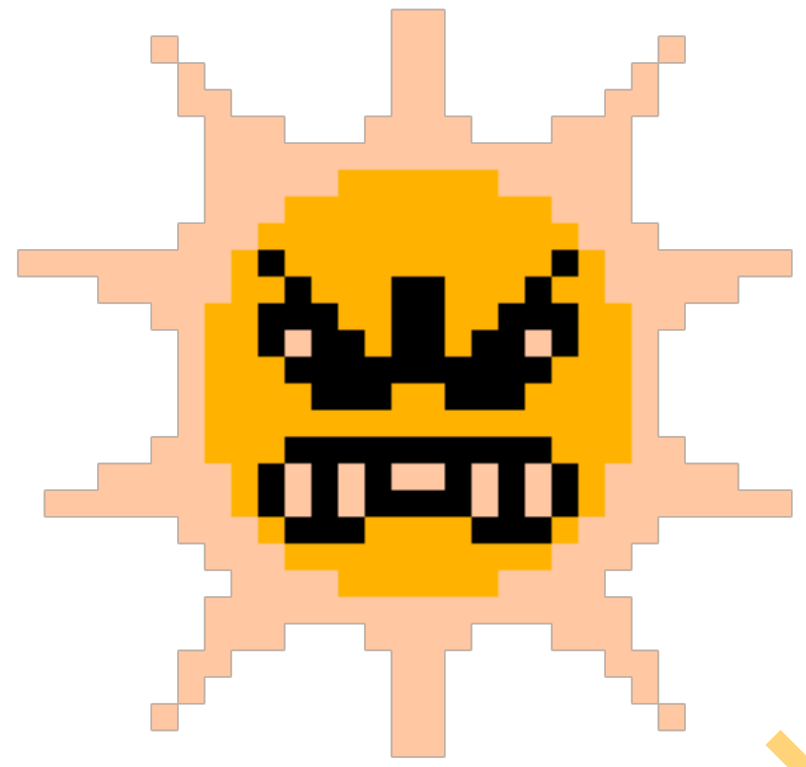
Estamos causando que nuestra sábana se vuelva más gruesa.



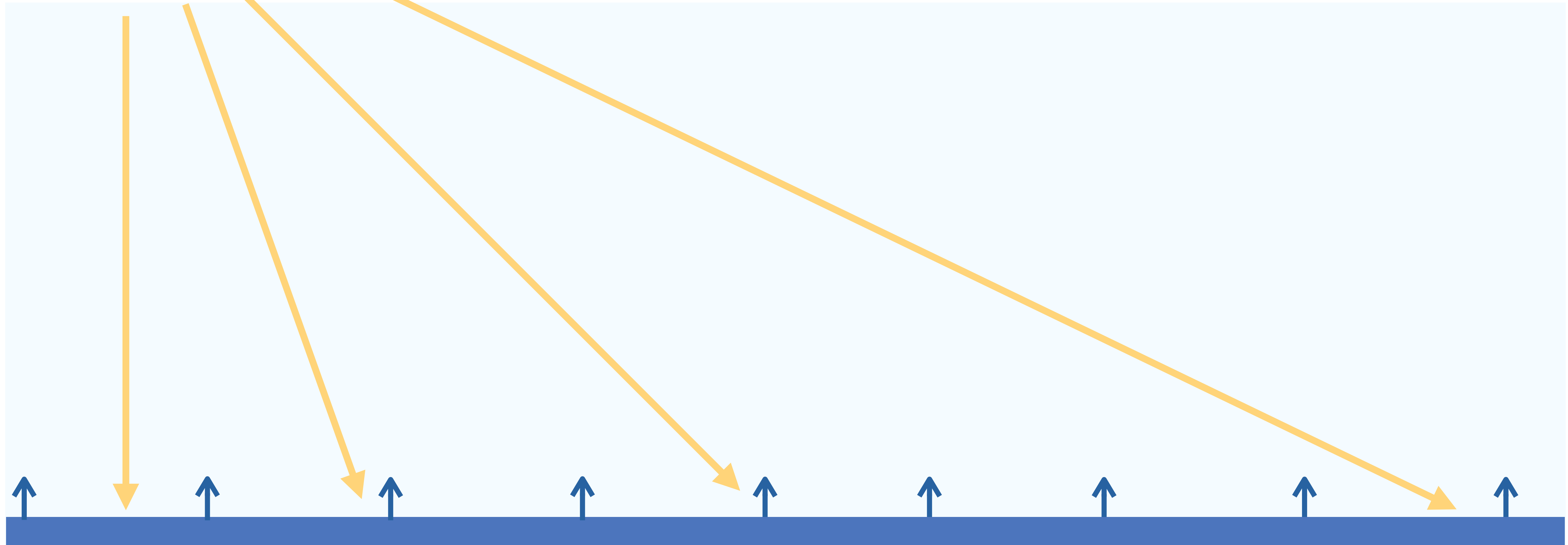
Nuestra atmósfera siempre se está tratando de enfriar



¿Por qué? Si siempre estamos recibiendo luz solar



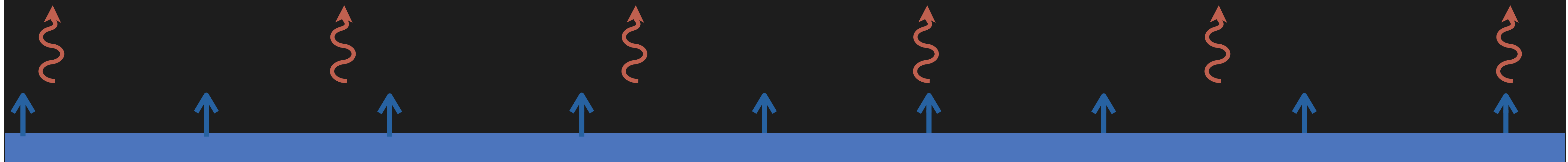
En realidad, la atmósfera es transparente a la luz solar.
La mayoría de la luz llega a la superficie.



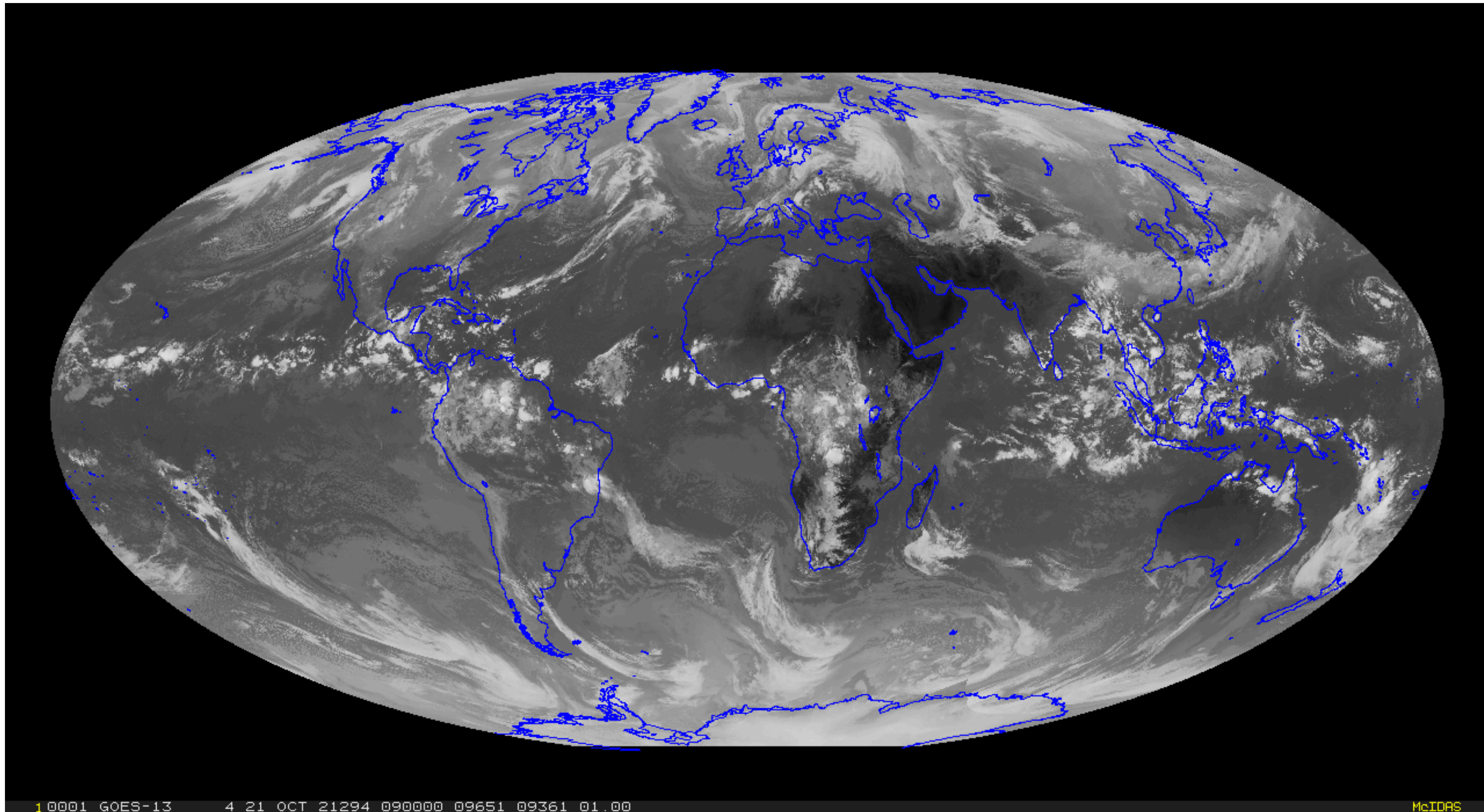
Nuestra atmósfera siempre se está tratando de enfriar

Sin embargo, la atmósfera es opaca a la radiación infrarroja. Absorbe esta luz.

Esto es lo que la superficie emite.



La mayoría de la radiación infrarroja que observamos desde el espacio es emitida por la atmósfera, no la superficie. Por eso los satélites se usan para observar el tiempo.

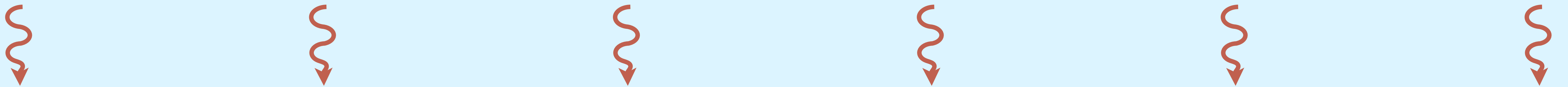


Nuestra atmósfera siempre se está tratando de enfriar



Este enfriamiento se puede entender cualitativamente por la ley de Stefan-Boltzmann

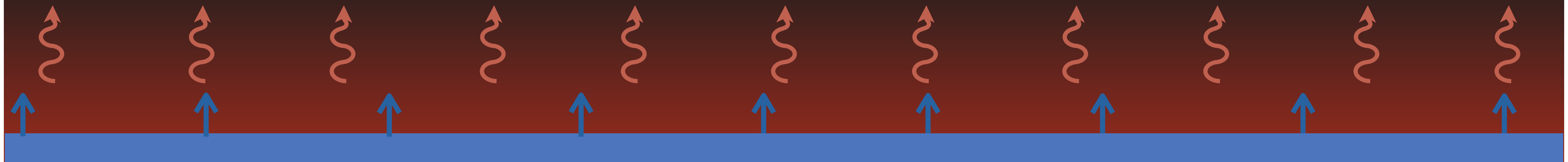
$$\dot{Q} \propto -\sigma T^4$$



Nuestra atmósfera siempre se está tratando de enfriar

Si la Tierra se calienta, emitirá más radiación en el infrarrojo.

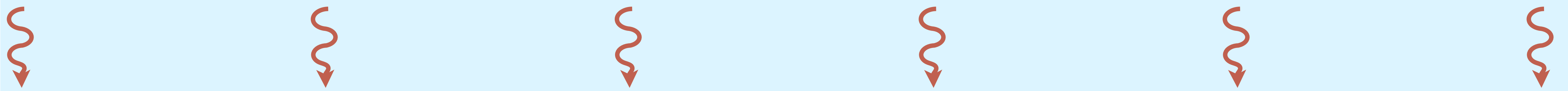
La atmósfera absorberá casi toda esta radiación, y se calentará como resultado.





Una atmósfera caliente se trata de enfriar más que una atmósfera fría.

$$\dot{Q}_r \propto -\sigma T^4$$

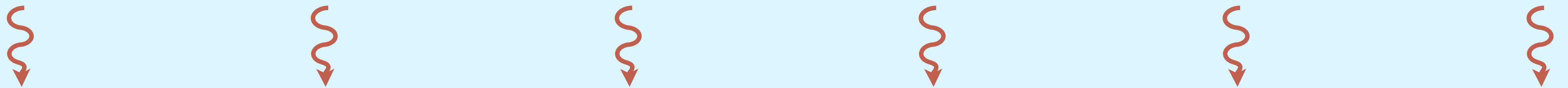




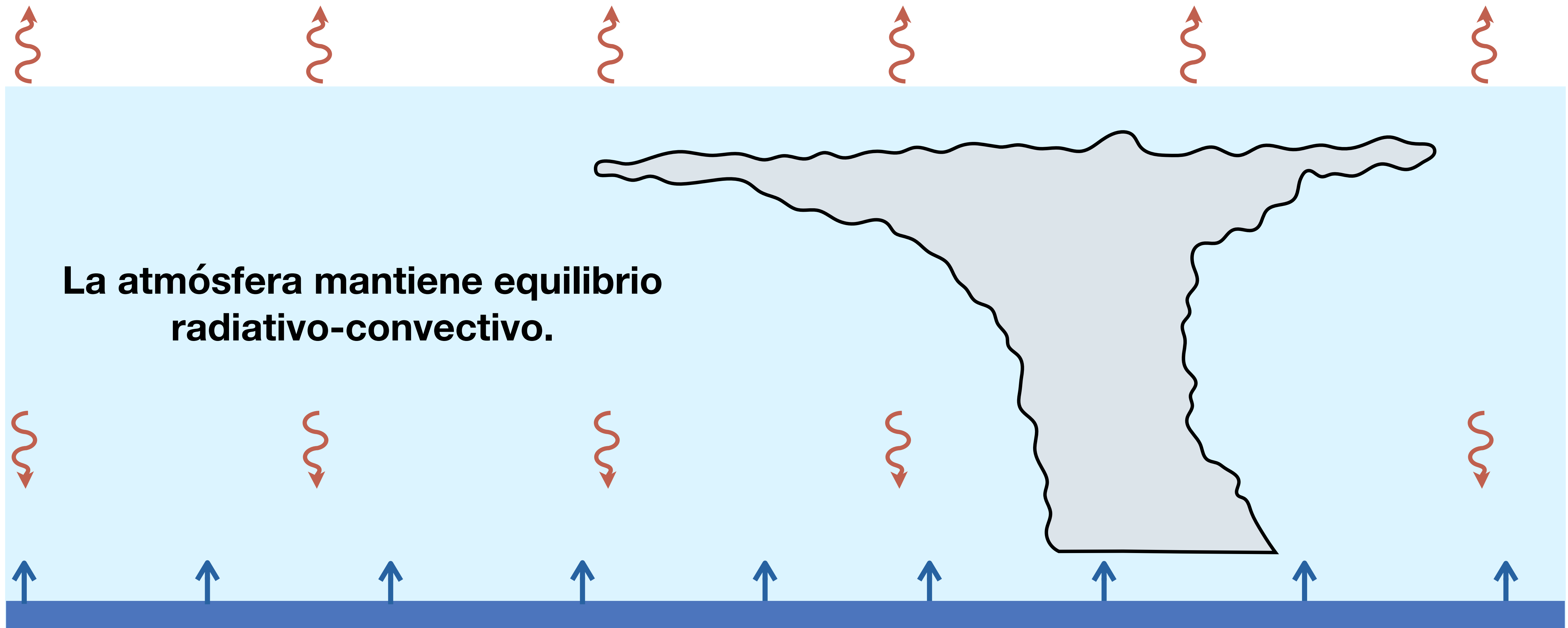
Esto es análogo a una
taza de café caliente
enfriándose.



Si la atmósfera caliente se está tratando de enfriar más rápido, ¿por qué no se enfría?

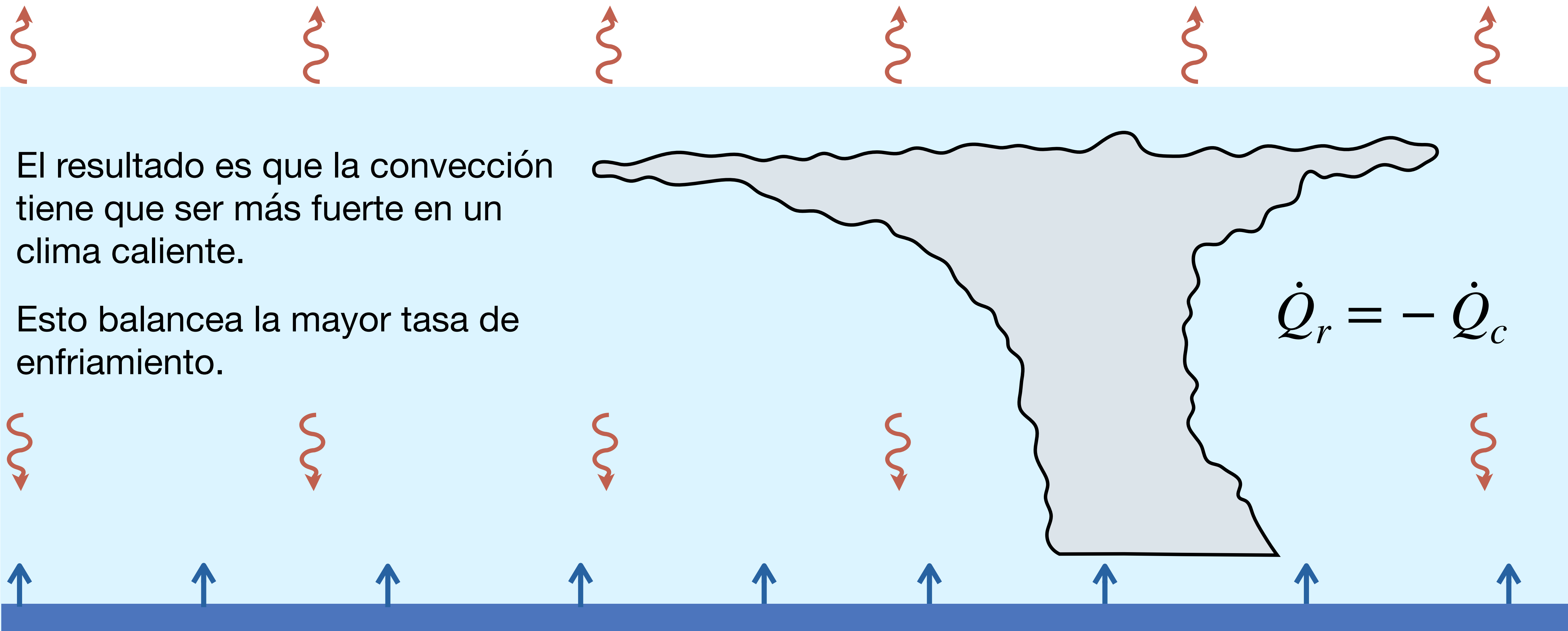


La convección siempre está transfiriendo calor de la superficie hacia la atmósfera en forma de calor latente. El mecanismo fue detallado en el primer taller.



Revisitando equilibrio radiativo-convectivo

En un clima más caliente, la superficie está más caliente y por ende la transferencia energética es mayor.



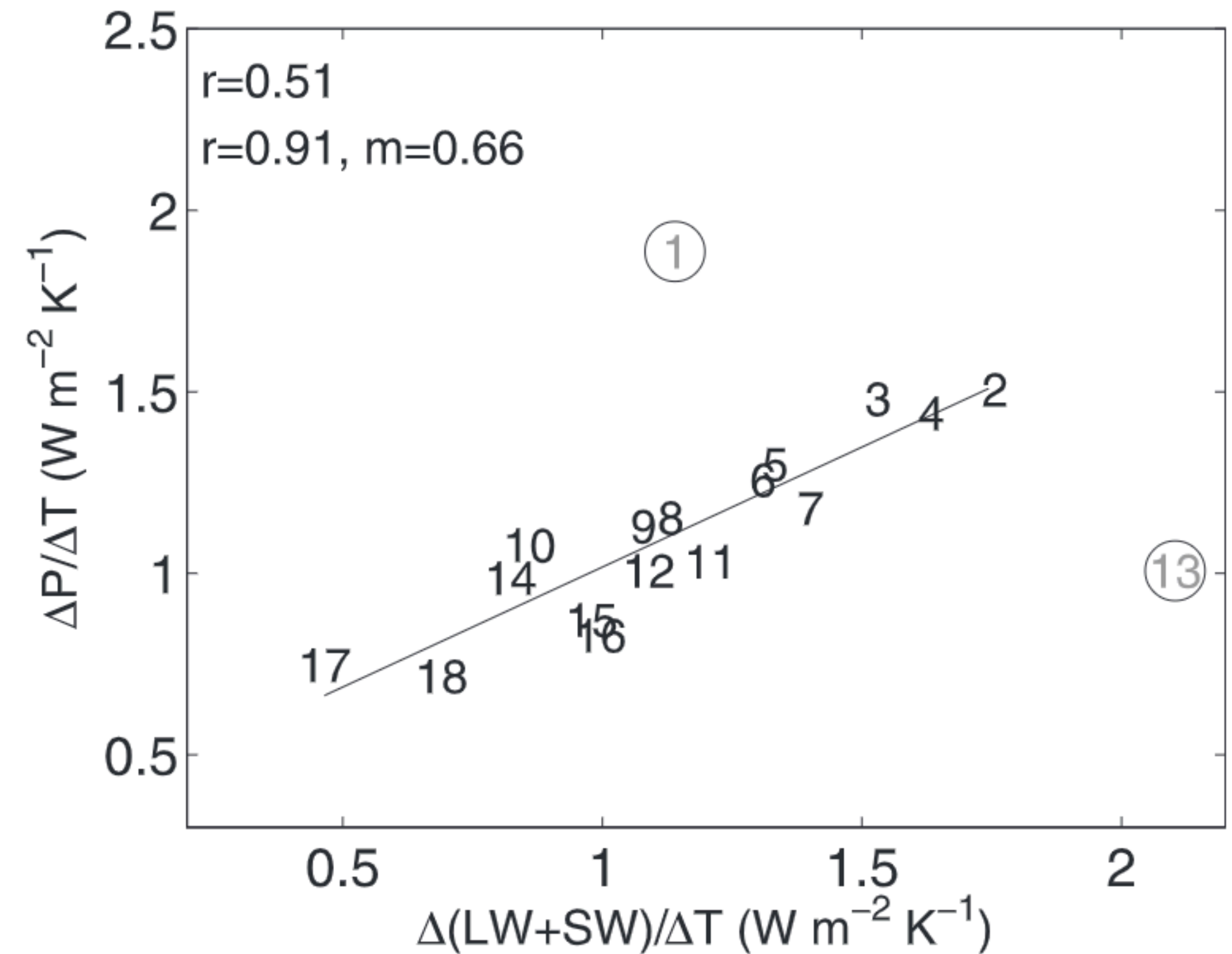
El resultado es que la convección tiene que ser más fuerte en un clima caliente.

Esto balancea la mayor tasa de enfriamiento.

$$\dot{Q}_r = -\dot{Q}_c$$

El efecto de invernadero va a causar que llueva más en promedio.

El balance termodinámico del planeta lo requiere.



Pendergrass and Hartmann (2014)

Encuesta

Link: Pollev.com/angeladamescorraliza896

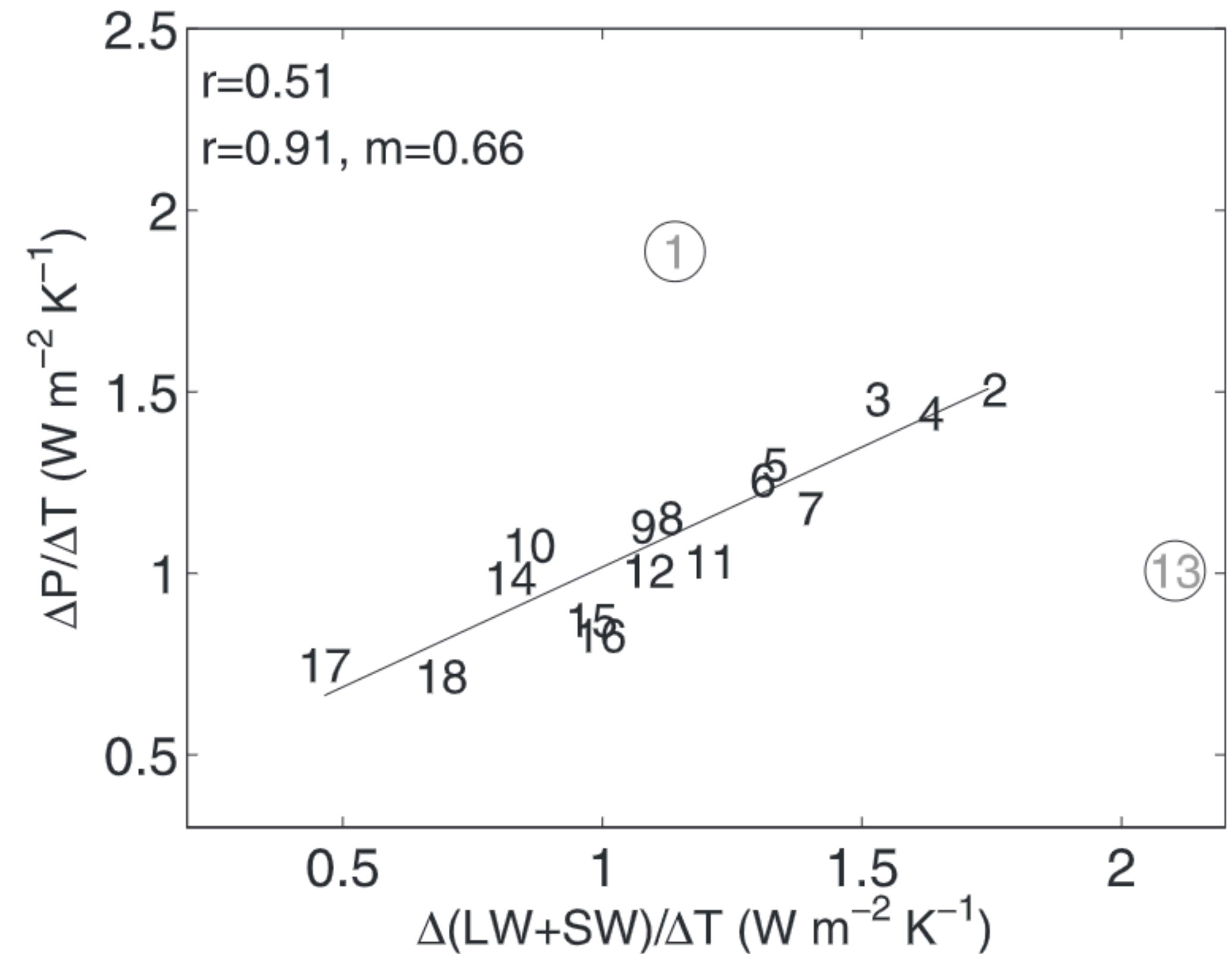
¿Qué le pasará al ciclo hidrológico con cambio climático?

Intensificación de la lluvia con cambio climático

Acabamos de decir que tiene que llover más en el mundo.

Pero tal vez se pueden preguntar, ¿Va a llover más en todos sitios?

Esta pregunta contestaremos ahora.



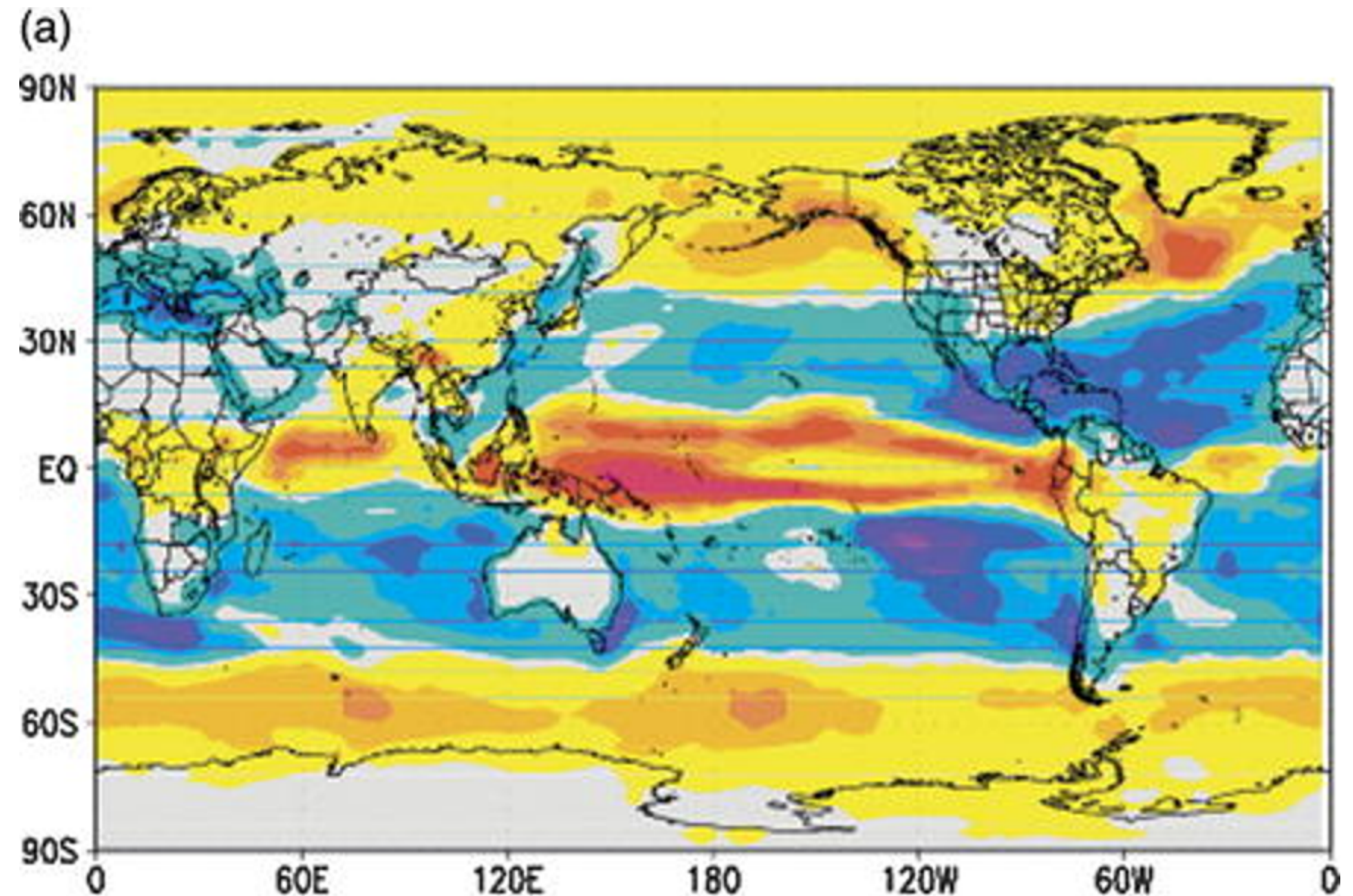
Pendergrass and Hartmann (2014)

Intensificación del ciclo hidrológico

En realidad, solo las regiones lluviosas del mundo se convertirán más lluviosas.

Las regiones más secas, se volverán más secas.

¿Por qué?

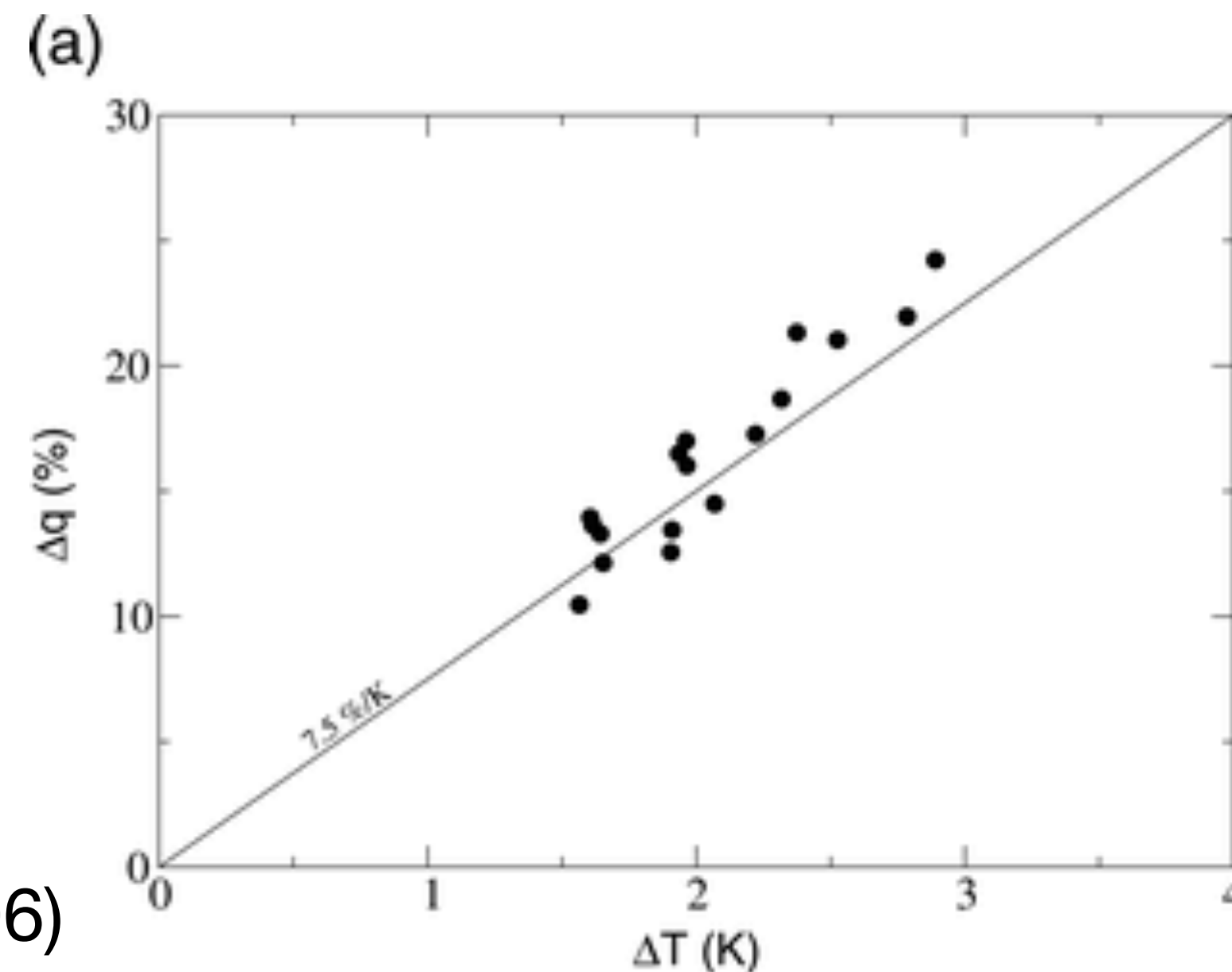


Held and Soden (2006)

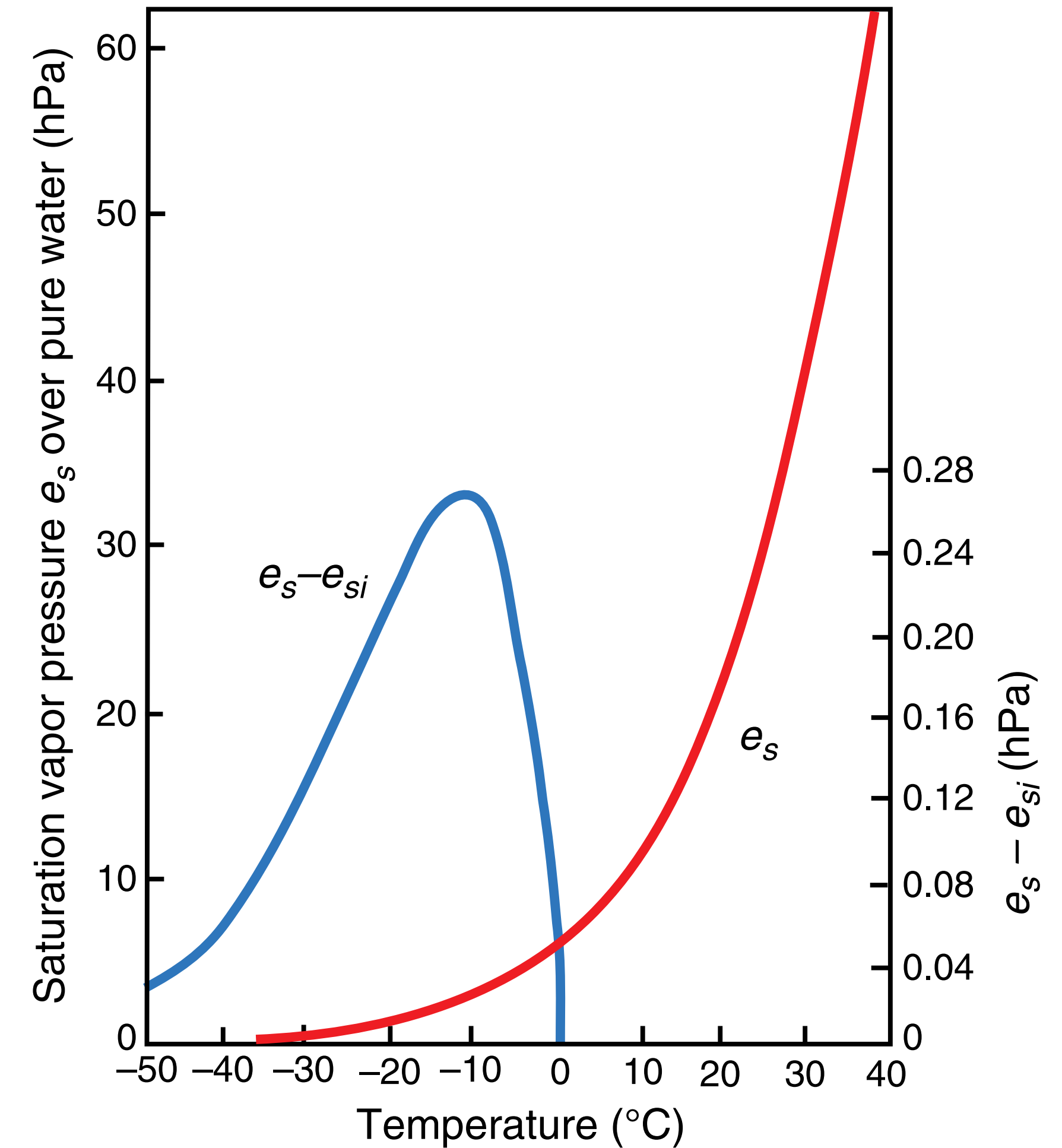
La ecuación de Clausius–Clapeyron.

Esta ecuación indica que el vapor de agua disponible en la atmósfera aumentará exponencialmente con cambio climático.

Este aumento es de $\sim 7\%$ por $^{\circ}\text{C}$.



Held and Soden (2006)

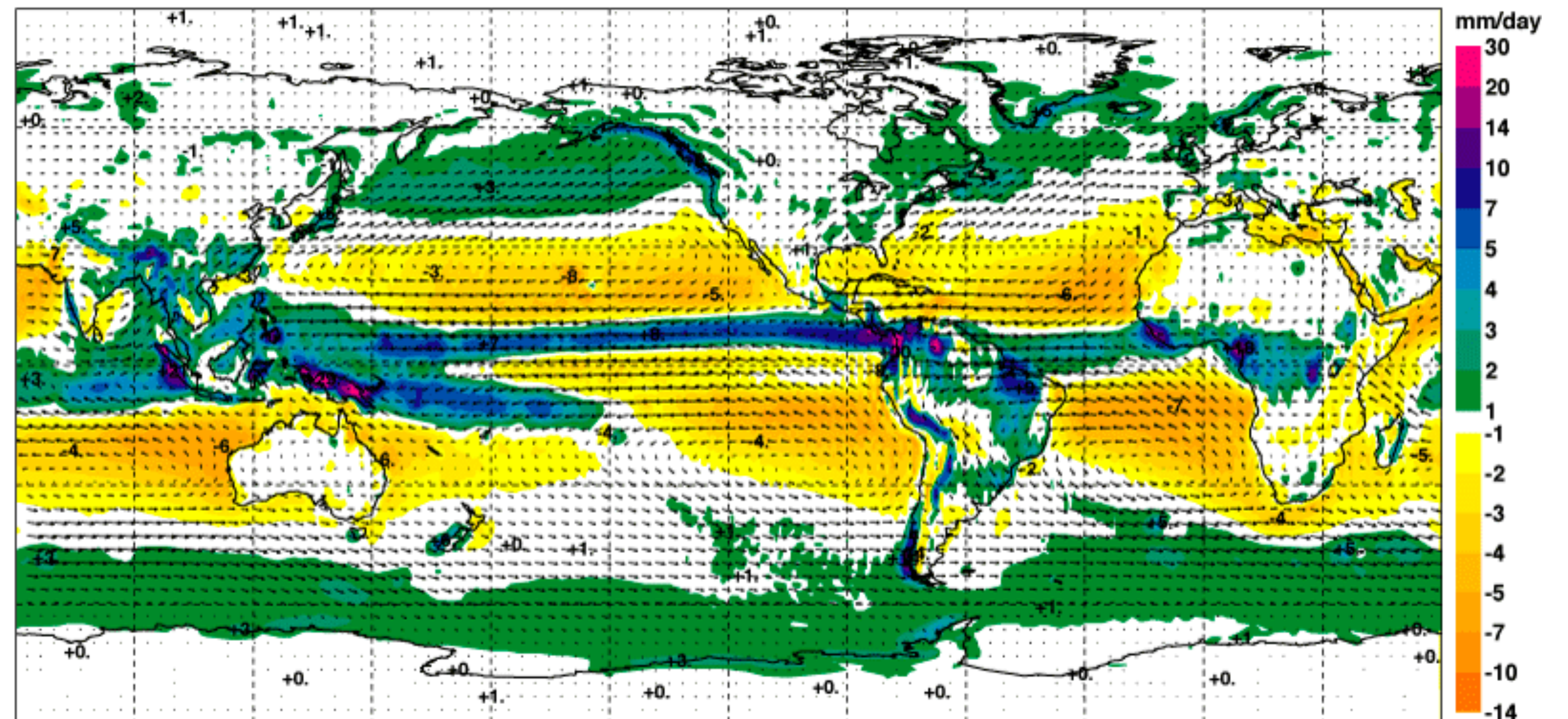


Intensificación del ciclo hidrológico

Si los vientos no cambian, este resultado indica que el transporte de humedad aumentará enormemente.

Más humedad será eliminada de regiones secas y transportadas a regiones húmedas.

Climatología de transporte de humedad



$Tr =$ transporte

$$\frac{\Delta Tr}{\Delta T} = 7 \% / K$$

Intensificación del ciclo hidrológico

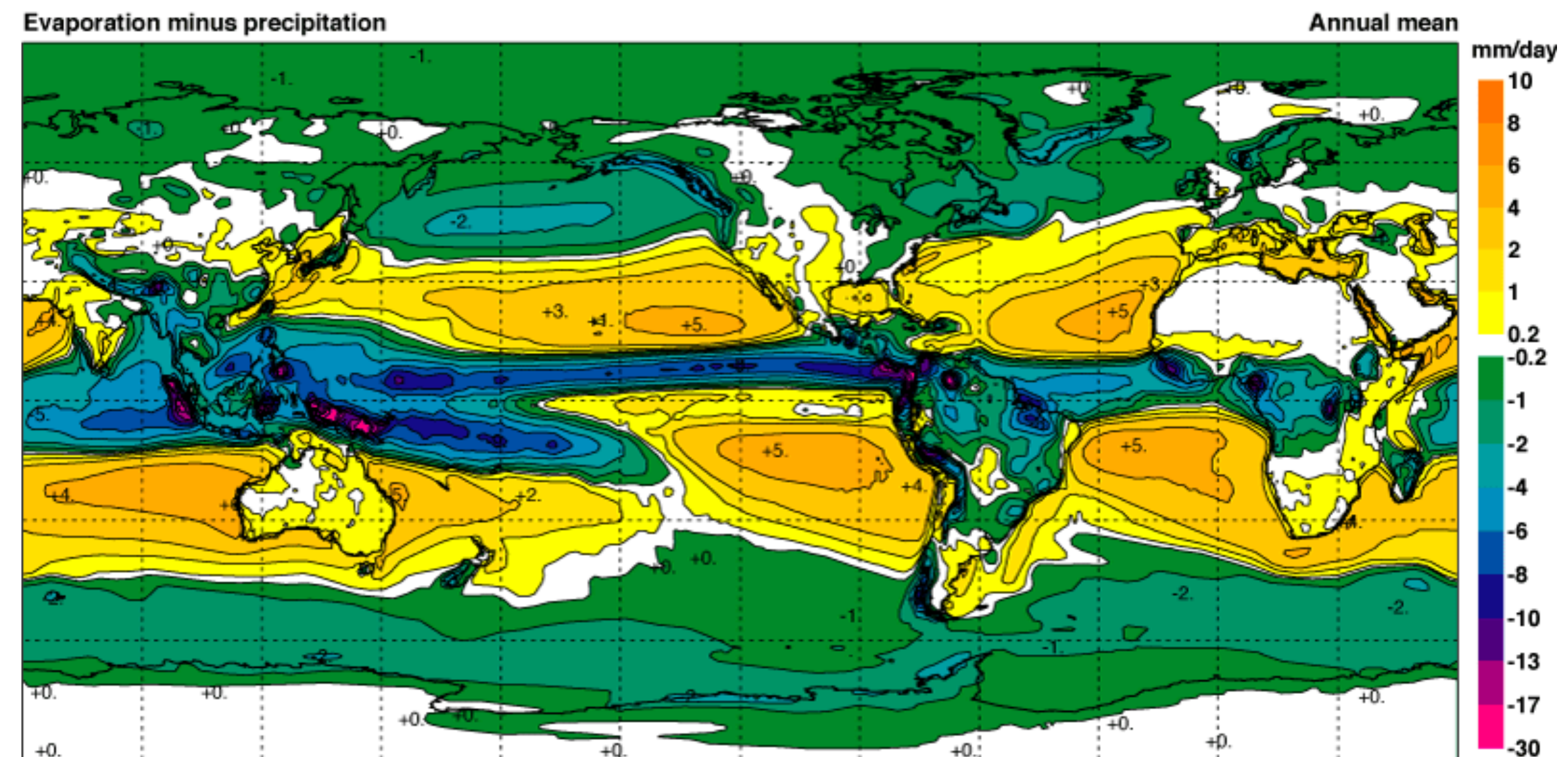
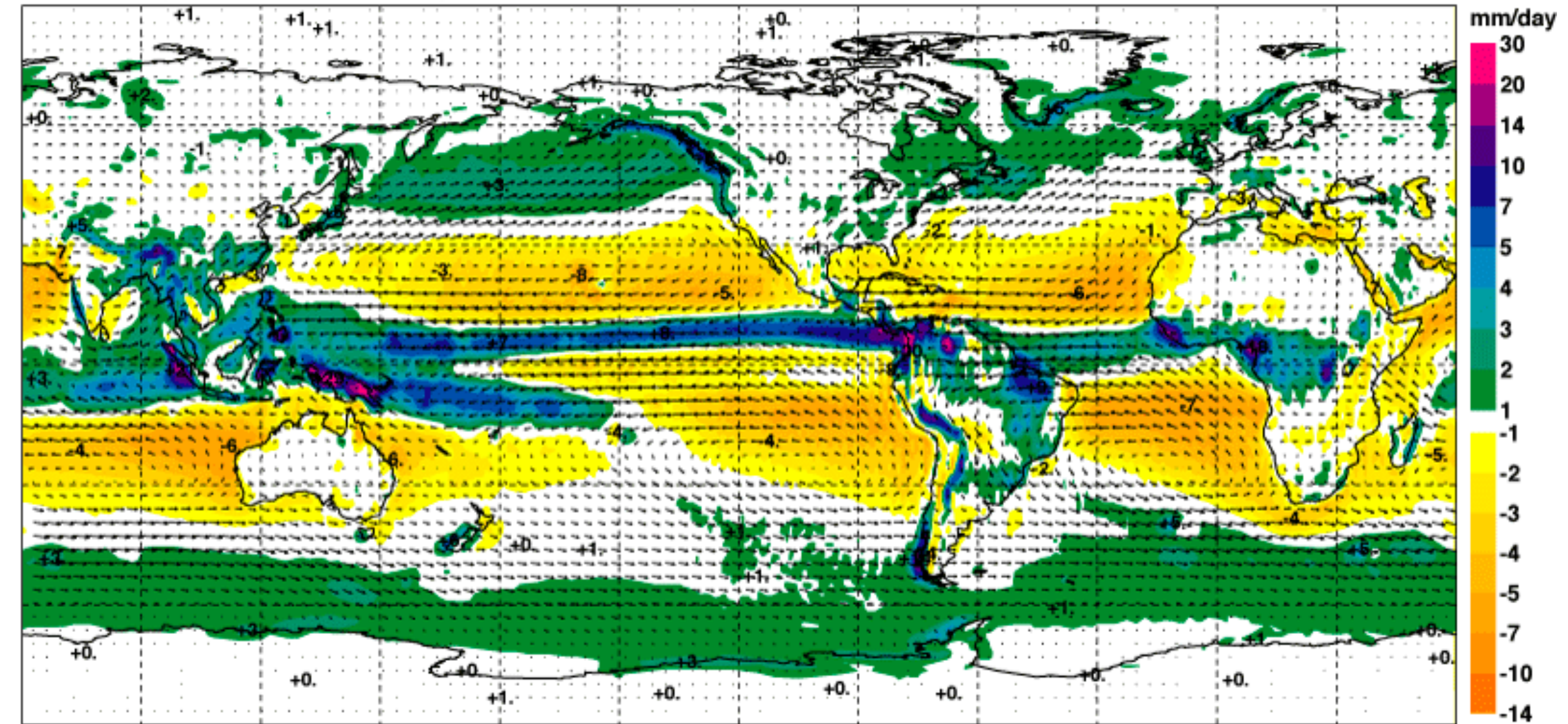
El transporte el balanceado por la diferencia entre precipitación y evaporación.

$$Tr = E - P$$

Lo cual implica que:

$$\frac{\Delta(E - P)}{\Delta T} = 7\% / K$$

Lo cual implica que la diferencia entre evaporación y precipitación aumentará con calentamiento.

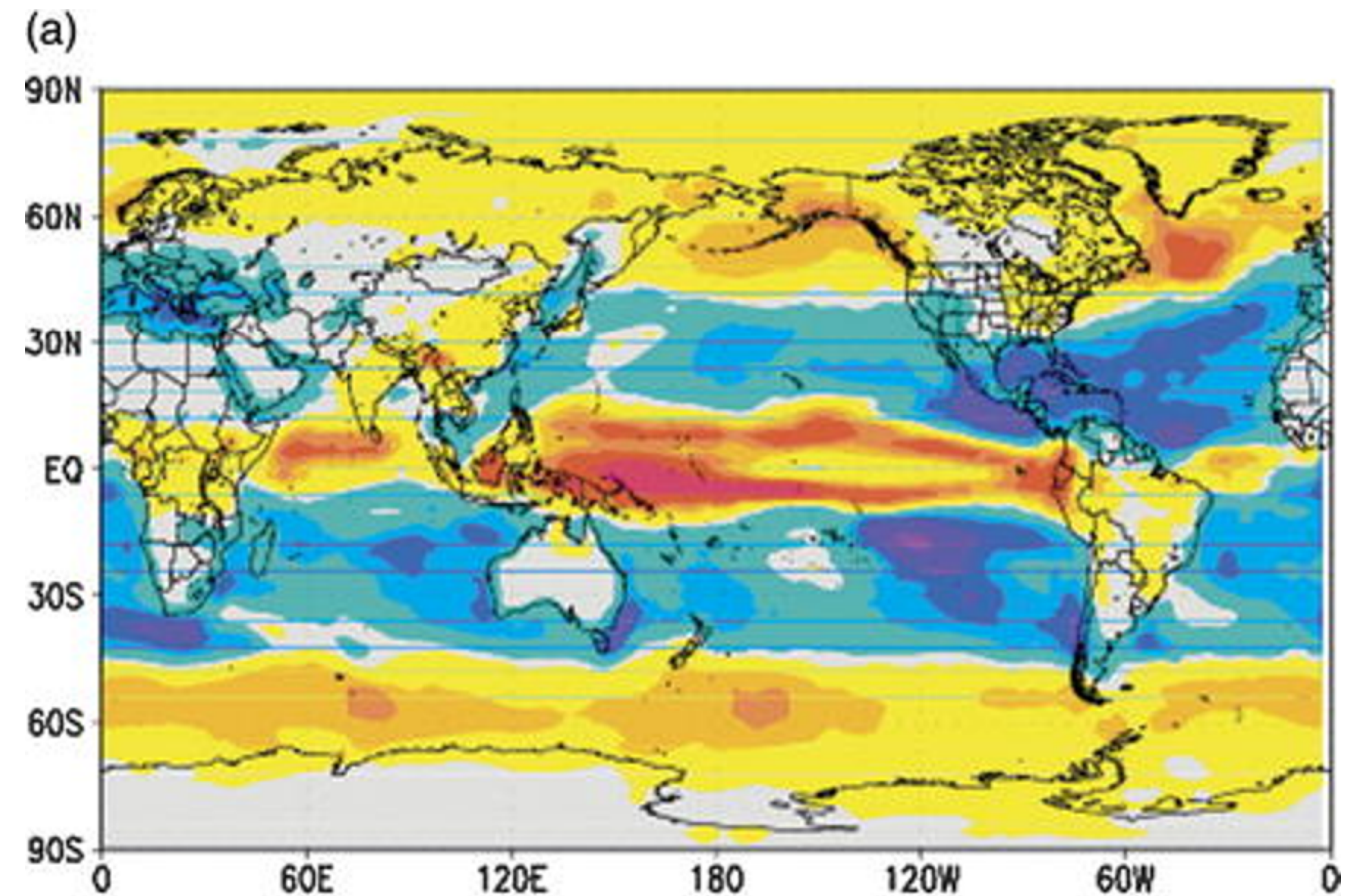


Intensificación del ciclo hidrológico

$$\frac{\Delta(E - P)}{\Delta T} = 7\% / K$$

La lluvia tiene que aumentar más rápidamente que la evaporación en regiones lluviosas.

Lo opuesto ocurrirá en regiones secas.



El problema de desertificación

El aumento de evaporación es un problema. Esto indica que los cuerpos de aguas se evaporarán más rápidamente con calentamiento.

Esto causará un aumento en aridez en varias regiones del mundo.



Encuesta

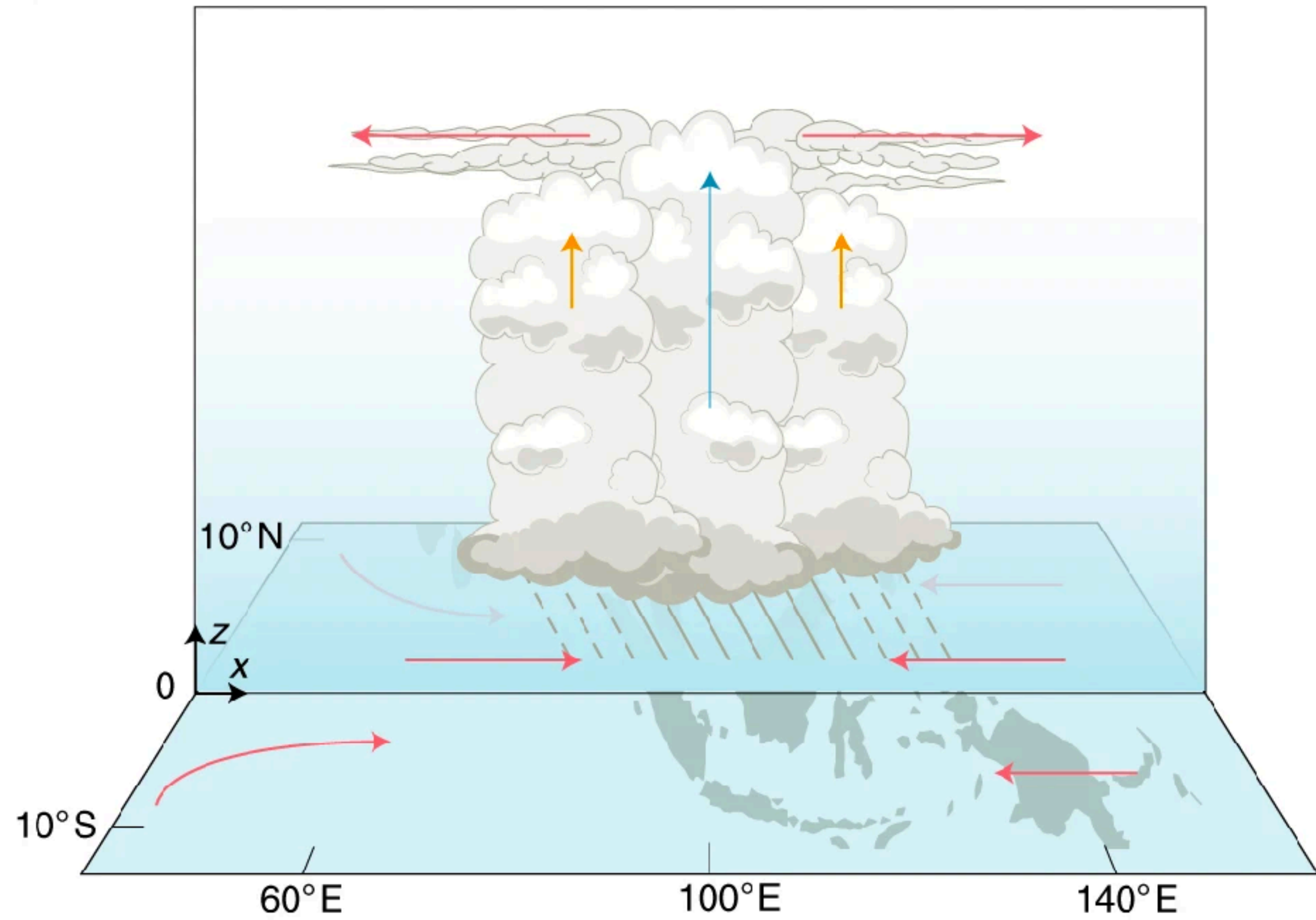
Link: Pollev.com/angeladamescorraliza896

¿Habrá más o menos huracanes en el futuro?

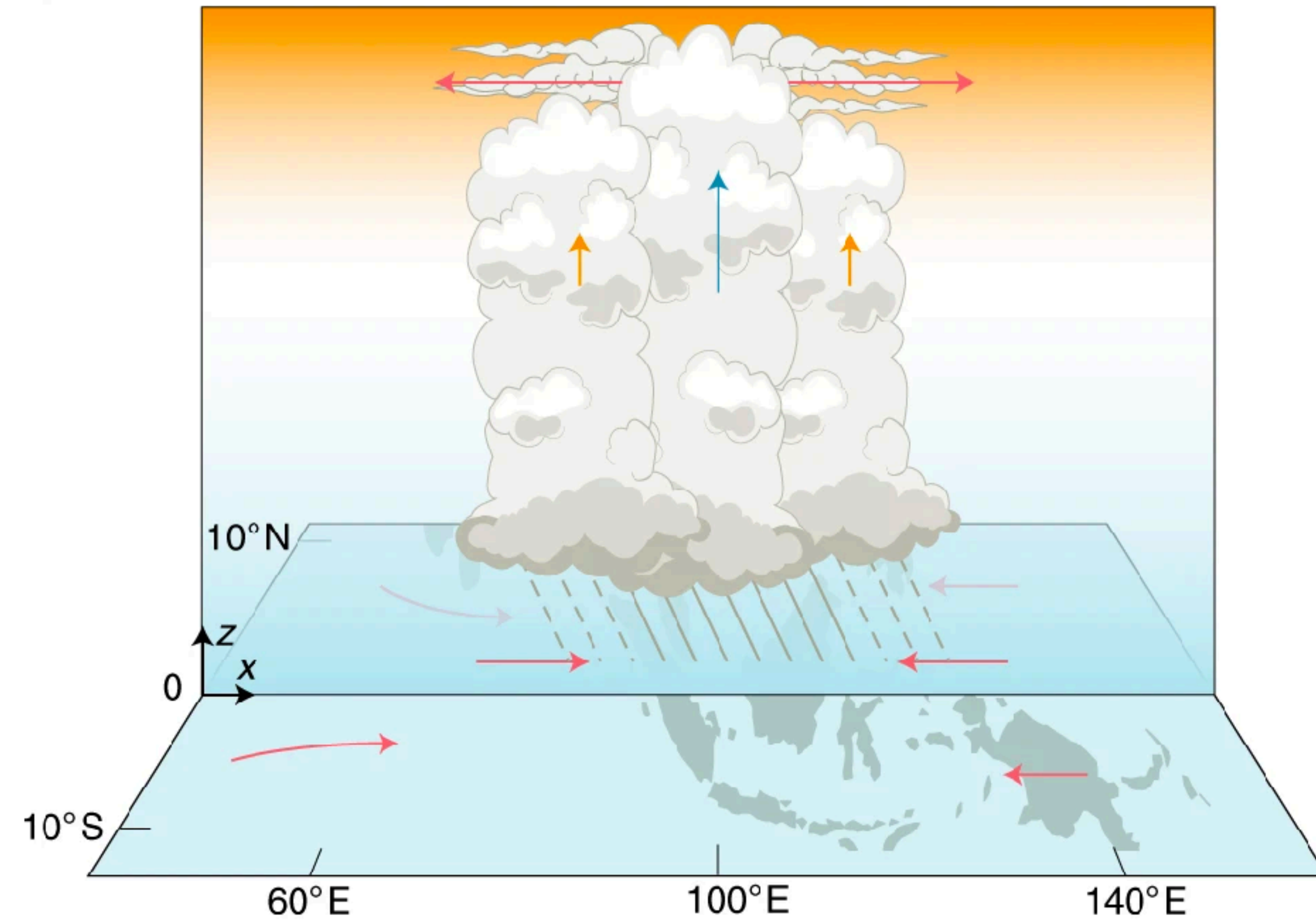
Oscilación de Madden-Julian

Estudios indican que el fenómeno se volverá más fuerte, más ligero y con mayor extensión horizontal.

a



b



Eastward propagation \rightarrow

$\uparrow w'_{\text{conv}}$

$\uparrow w'_{\text{rad}}$

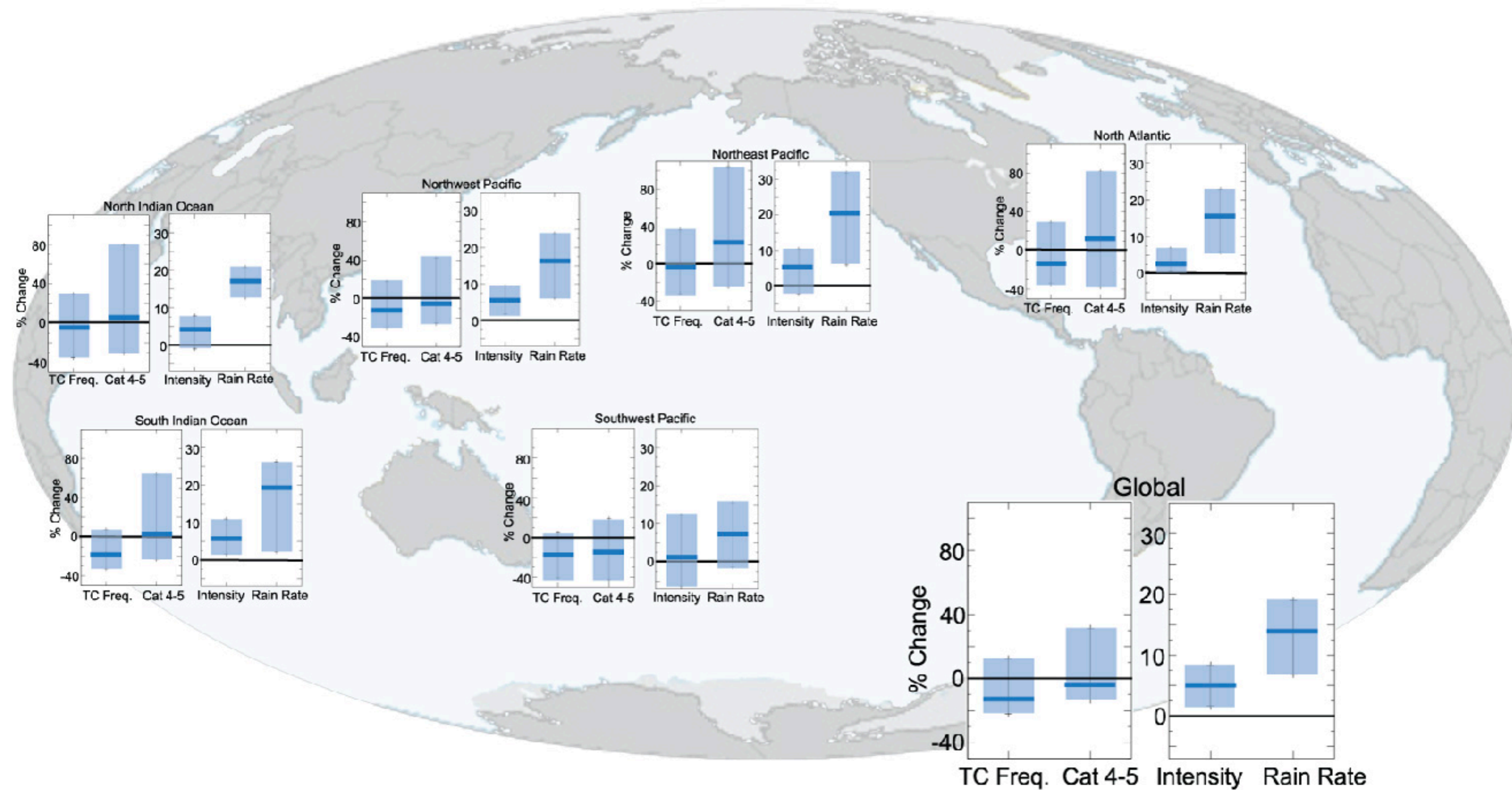
$\leftarrow u'$

Eastward propagation \rightarrow

Hurricanes

Lluvias más fuertes, potencial de mayor intensidad. No hay consenso claro sobre números.

Tropical Cyclone Projections (2°C Global Warming)



¿Preguntas?