

# Nuestra Atmósfera Tropical

Taller 1

*Convección en el Trópico*

Ángel F. Adames Corraliza

*Asistente de Cátedra*

Kayleen Torres Maldonado

*Asistente de investigación*

*Universidad de Wisconsin-Madison*

[angel.adamescorraliza@wisc.edu](mailto:angel.adamescorraliza@wisc.edu)

[torresmaldon@wisc.edu](mailto:torresmaldon@wisc.edu)



# Temas del día

- Rol de la convección tropical en el balance energético del planeta.
- La convección tropical y la climatología del trópico.
- Iniciación de Convección
- Estudios recientes.

# Metas Educativas

- Entender la importancia del trópico en el clima del planeta
- Estudiar los procesos que causan lluvia en el trópico.
- Aprender lo activa que es esta rama de la meteorología.

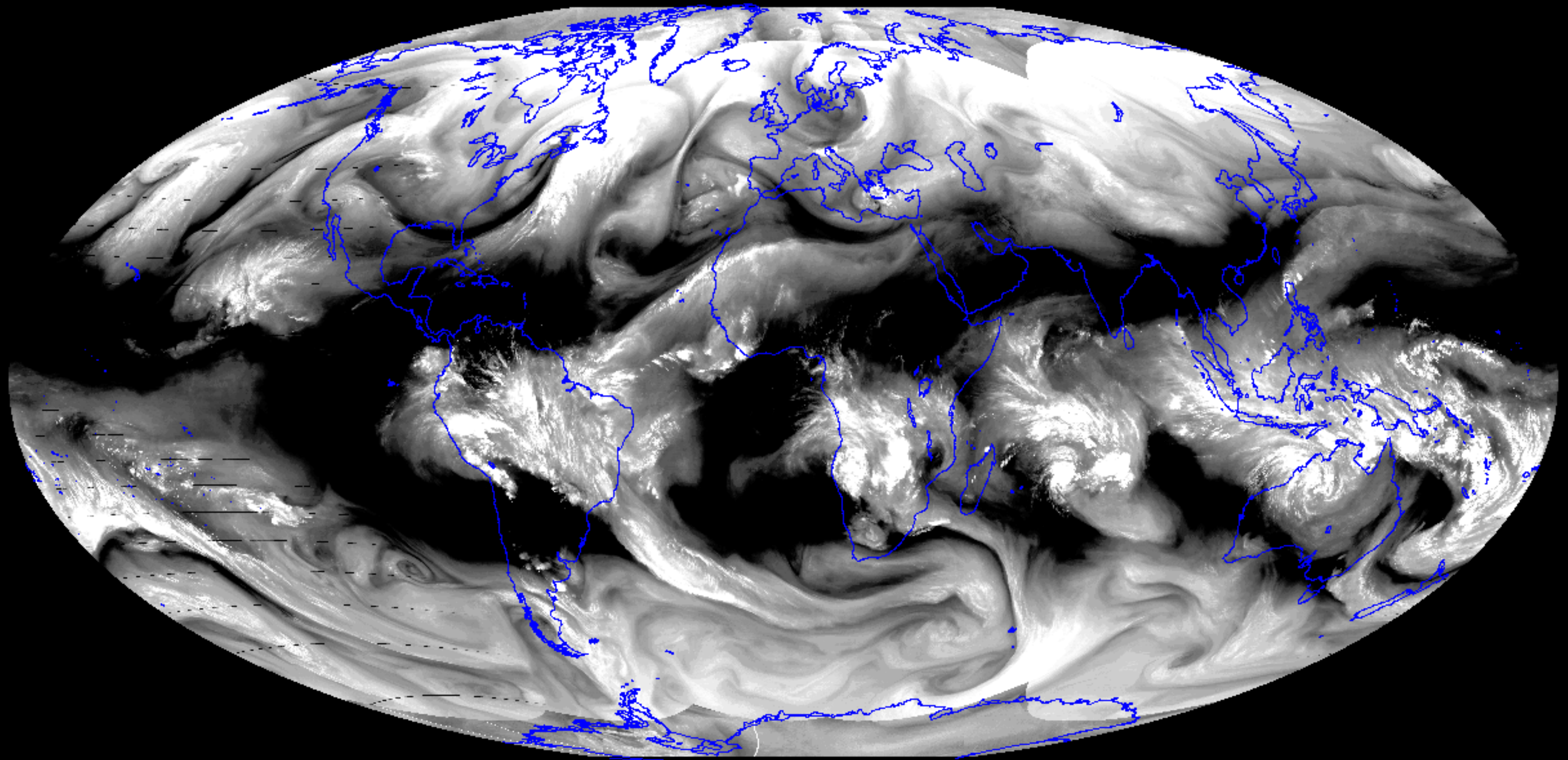
# Encuesta

¿Qué es lo primero que piensas cuando escuchas la palabra **trópico**?



# La atmósfera global

[https://a.atmos.washington.edu/~ovens/wxloop.cgi?wv\\_moll+/14d/](https://a.atmos.washington.edu/~ovens/wxloop.cgi?wv_moll+/14d/)



1 0001 GOES-13 3 30 JAN 22030 000000 09651 09361 01.00

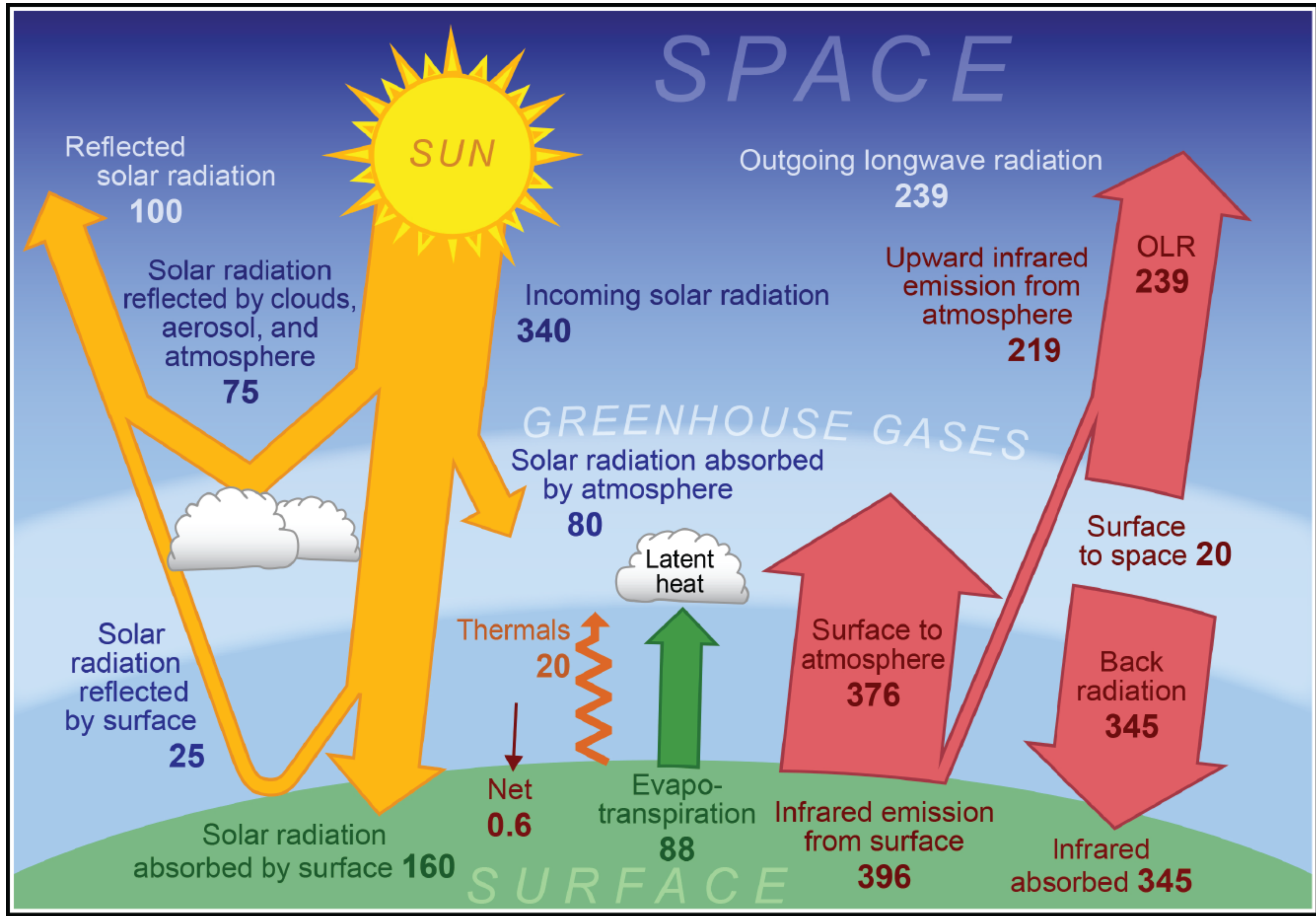
McIDAS



# Temas del día

- **La convección tropical y el balance energético del planeta**
- La convección tropical y la climatología del trópico.
- Iniciación de Convección
- Estudios recientes.

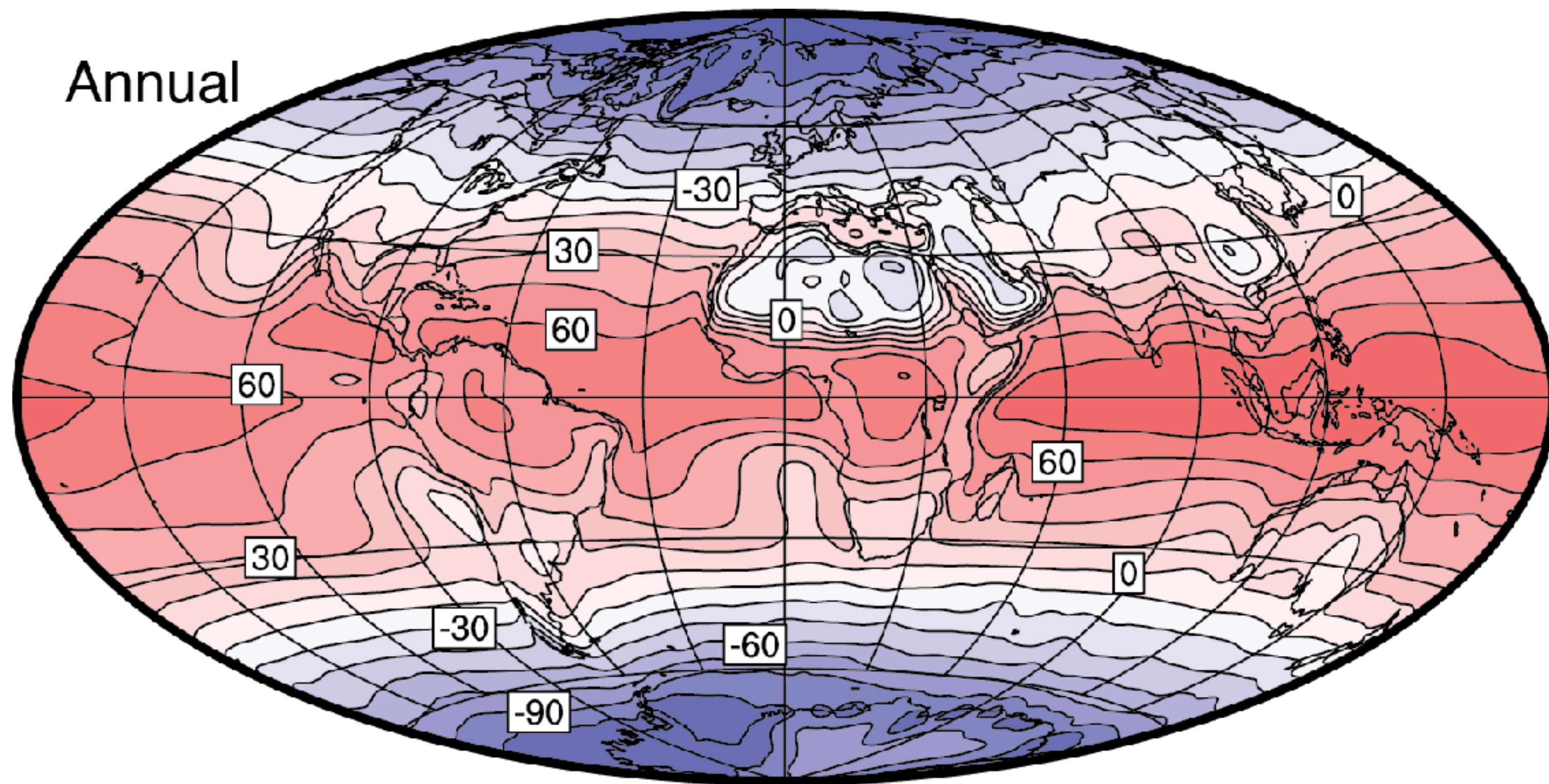
# El balance energético del planeta



Hartmann (2014)



# El balance energético del planeta



El trópico es la región del planeta que recibe más radiación del sol de la que pierde por emisión infrarroja.

Hartmann (2014)

# Pregunta

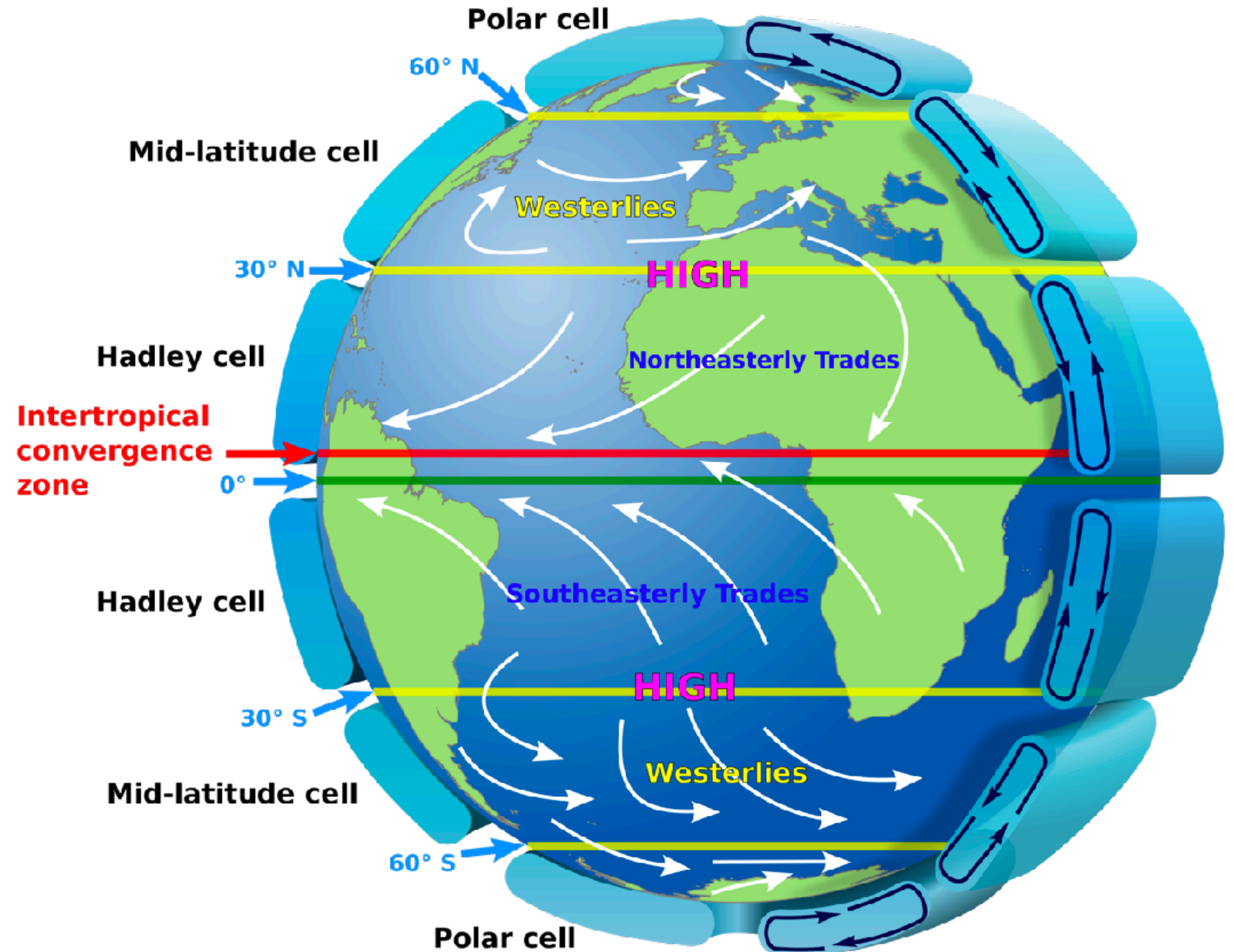
¿Cuánta energía de los trópicos se transporta hacia los polos?

- 100%
- 75%
- 25%
- 10%



# Las celdas globales

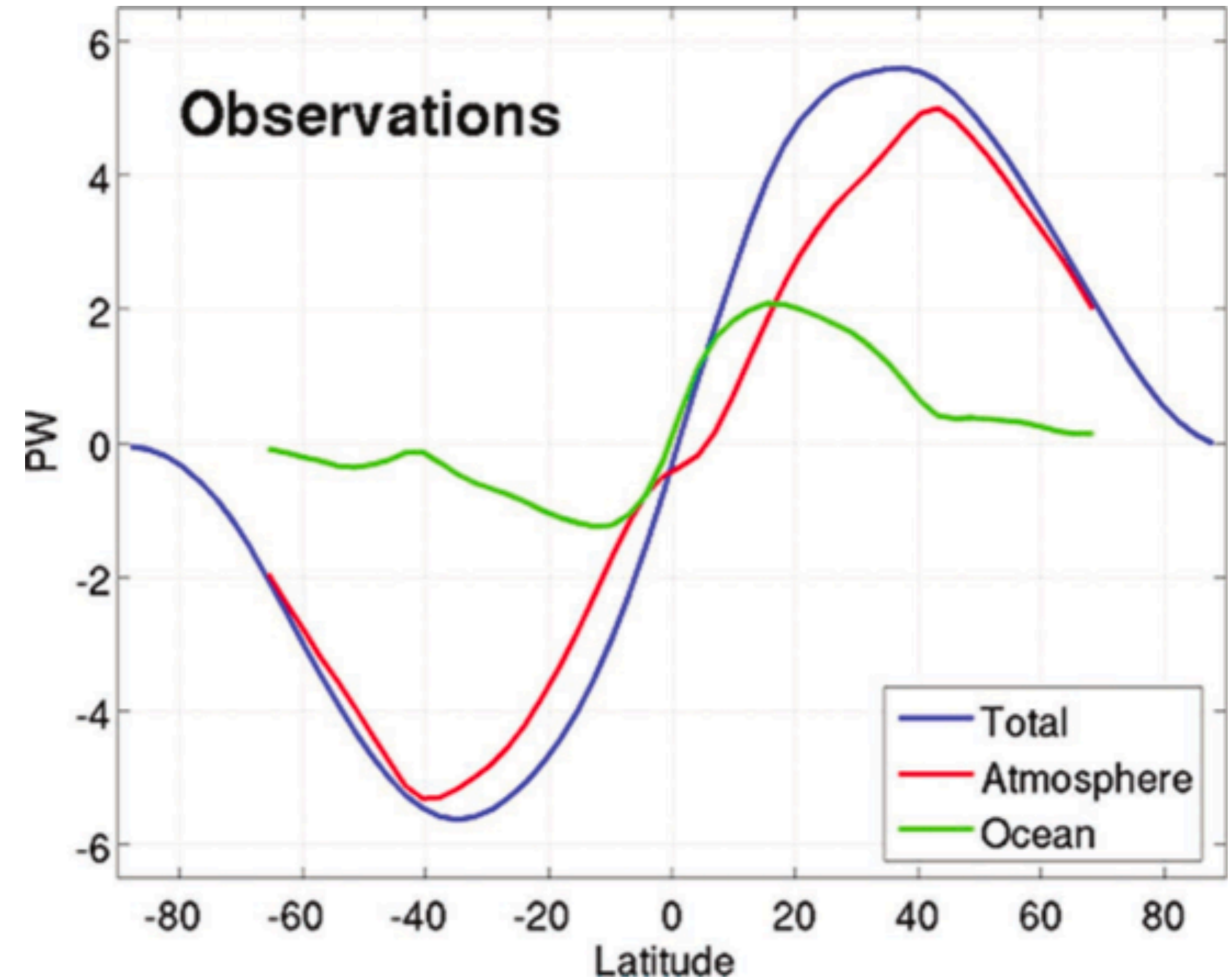
Este exceso de radiación induce circulaciones atmosféricas que transportan esta energía solar hacia los polos.





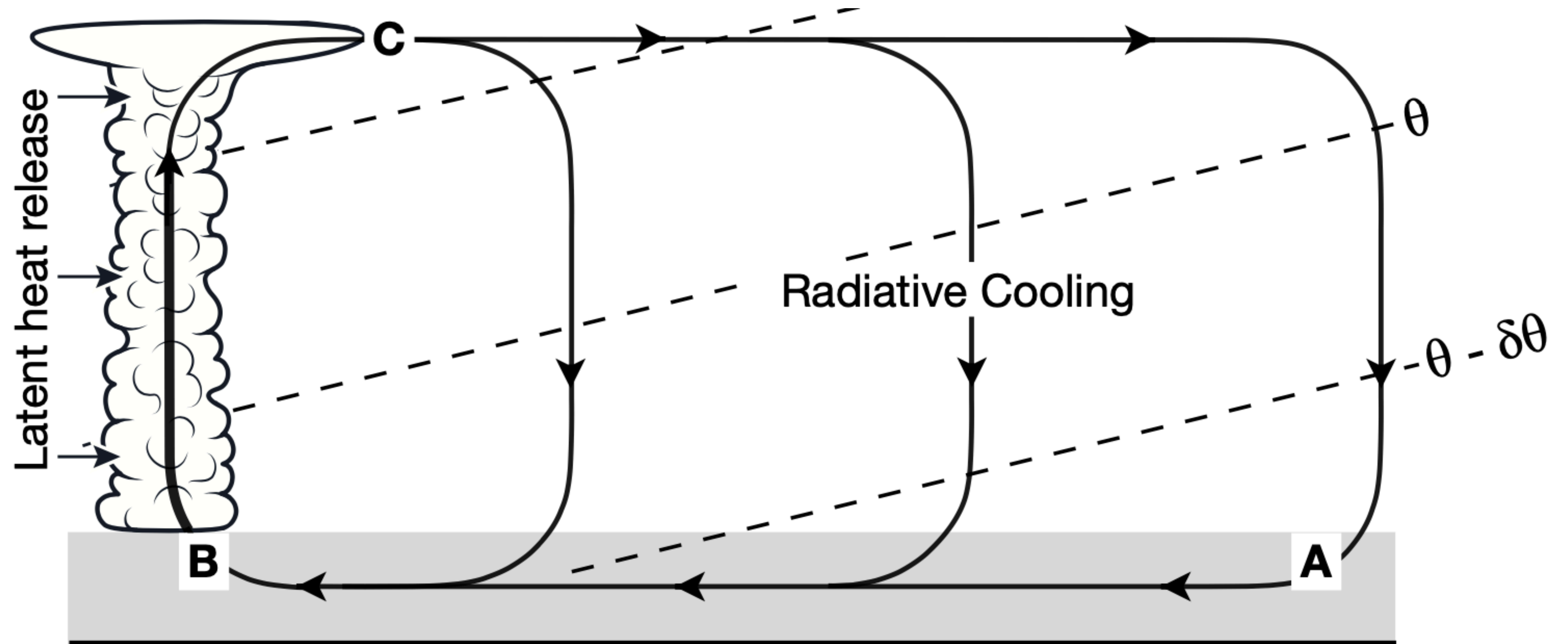
Este exceso de radiación induce circulaciones atmosféricas que transportan esta energía solar hacia los polos.

## Transporte de energía



# La atmósfera global

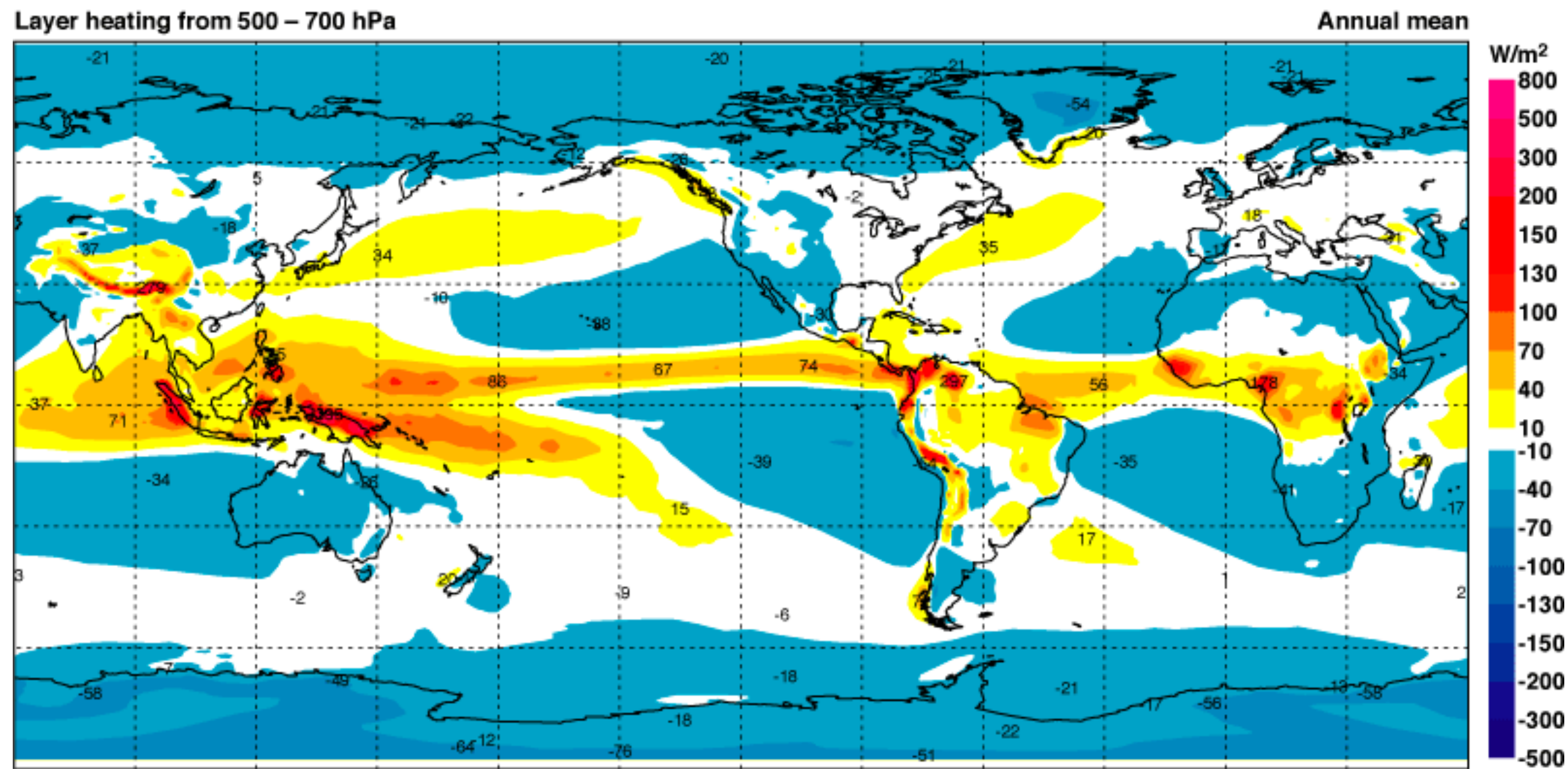
La celda de Hadley existe gracias a la enorme liberación de calor latente en convección tropical



Wallace et al. (2022)



# La atmósfera global



ERA40 Atlas

A pesar que la convección causa transporte de energía a los polos, >90% de la energía liberada por convección se pierde como radiación infrarroja.

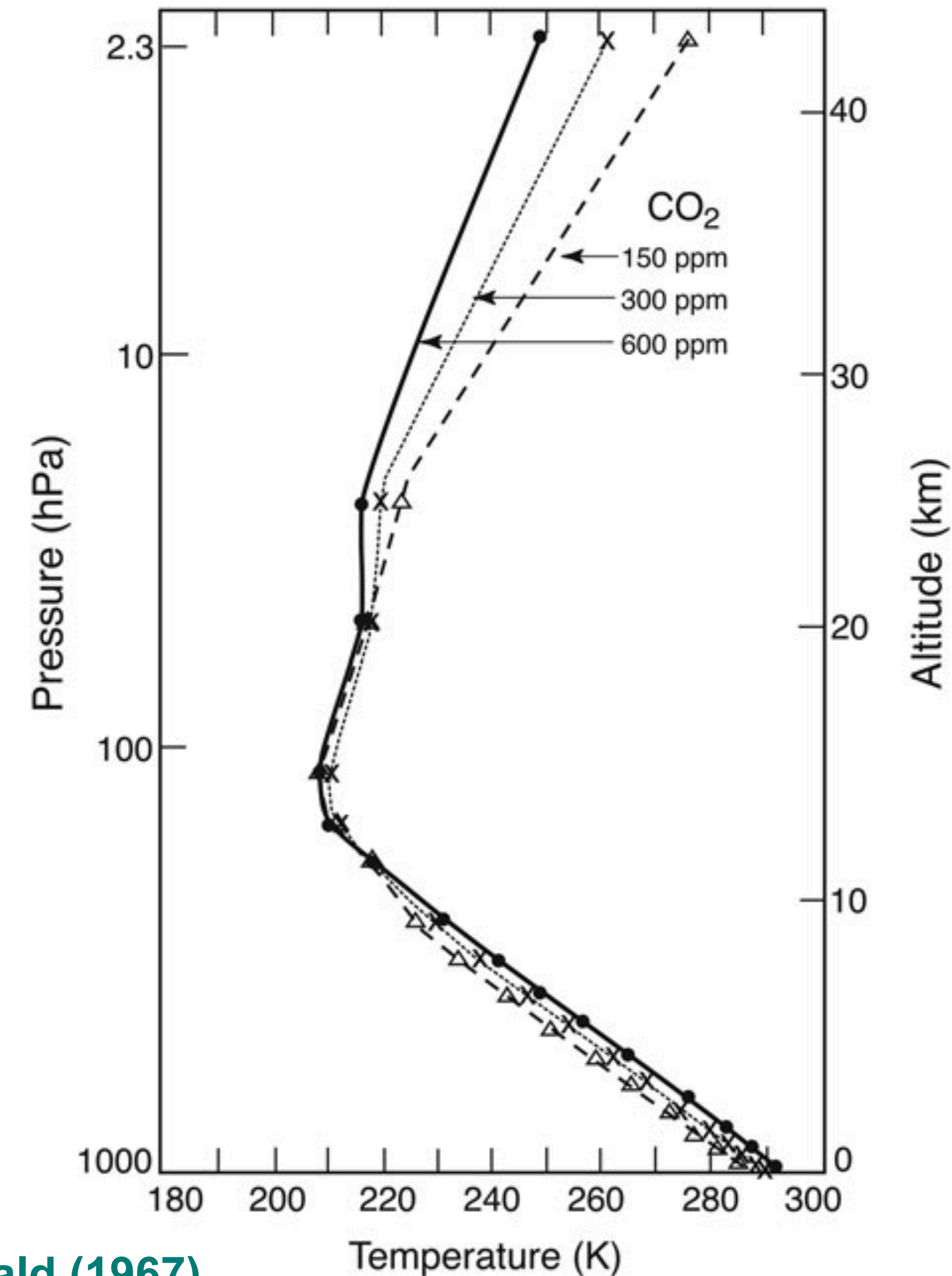
El balance entre calentamiento convectivo y enfriamiento radiativo se conoce como **equilibrio convectivo-radiativo**.



El **equilibrio convectivo-radiativo** explica por qué el perfil de temperatura se acerca al perfil del proceso adiabático húmedo.

Este es el perfil de temperatura que vemos dentro de una nube convectiva.

Suki Manabe recibió premio Nobel en parte por este descubrimiento.



Manabe and Wetherald (1967)

# Resumen

- La mayoría de la energía solar que llega a la superficie tropical se pierde en el trópico.
- La energía se transporta de la superficie a la troposfera por convección, y luego se transporta a los polos.
- Durante ese transporte, 90% de la energía se pierde por enfriamiento en forma de radiación.
- El trópico está aproximadamente en equilibrio radiativo-convectivo.



# Temas del día

- Rol de la convección tropical en el balance energético del planeta.
- **La convección tropical y la climatología del trópico.**
- Iniciación de Convección
- Estudios recientes.

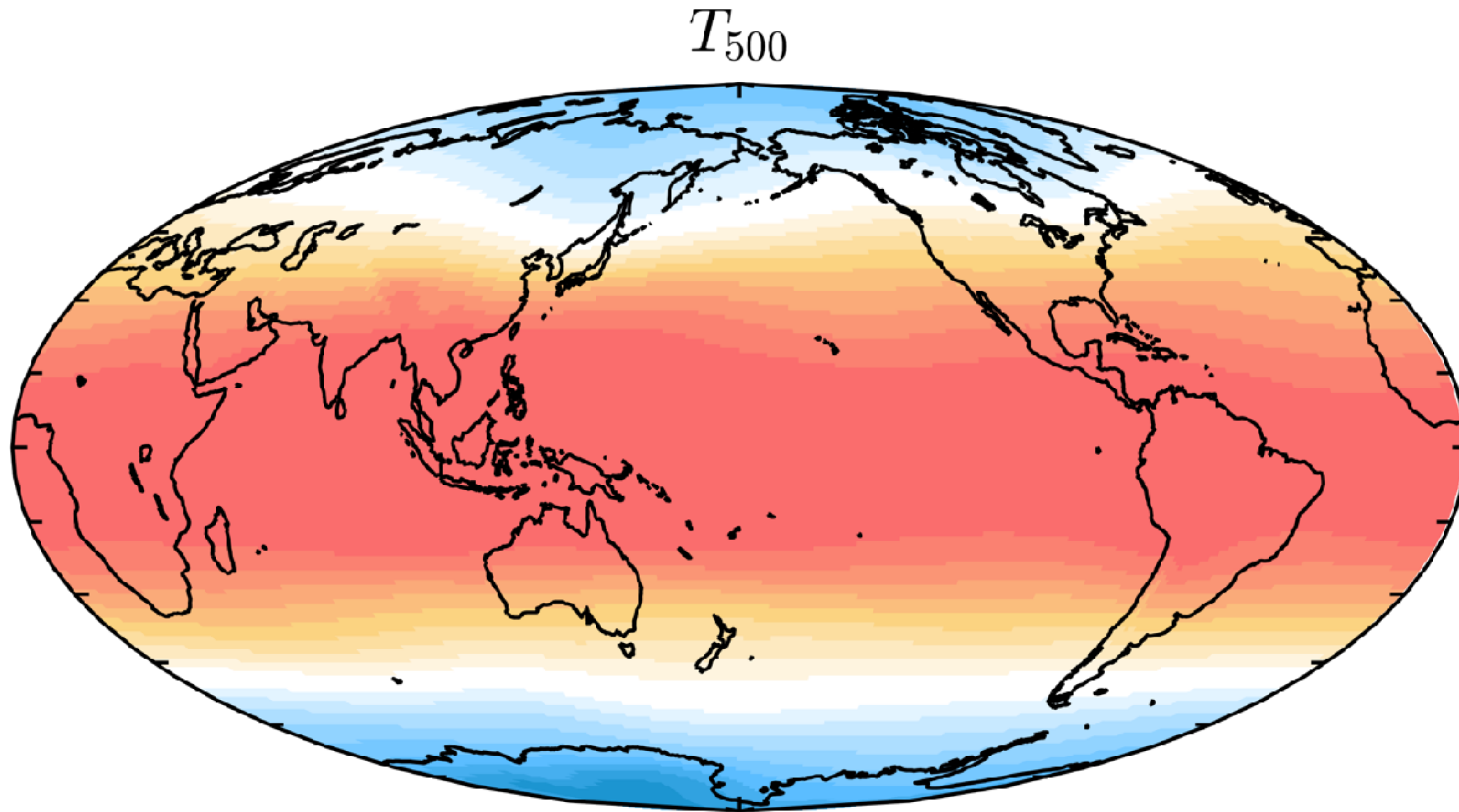
# Pregunta

¿Por qué la atmósfera esta cálida alrededor de todo el trópico?

- Ondas atmosféricas
- Radiación solar
- Tormentas eléctricas
- Todas las anteriores
- Solo la segunda y tercera

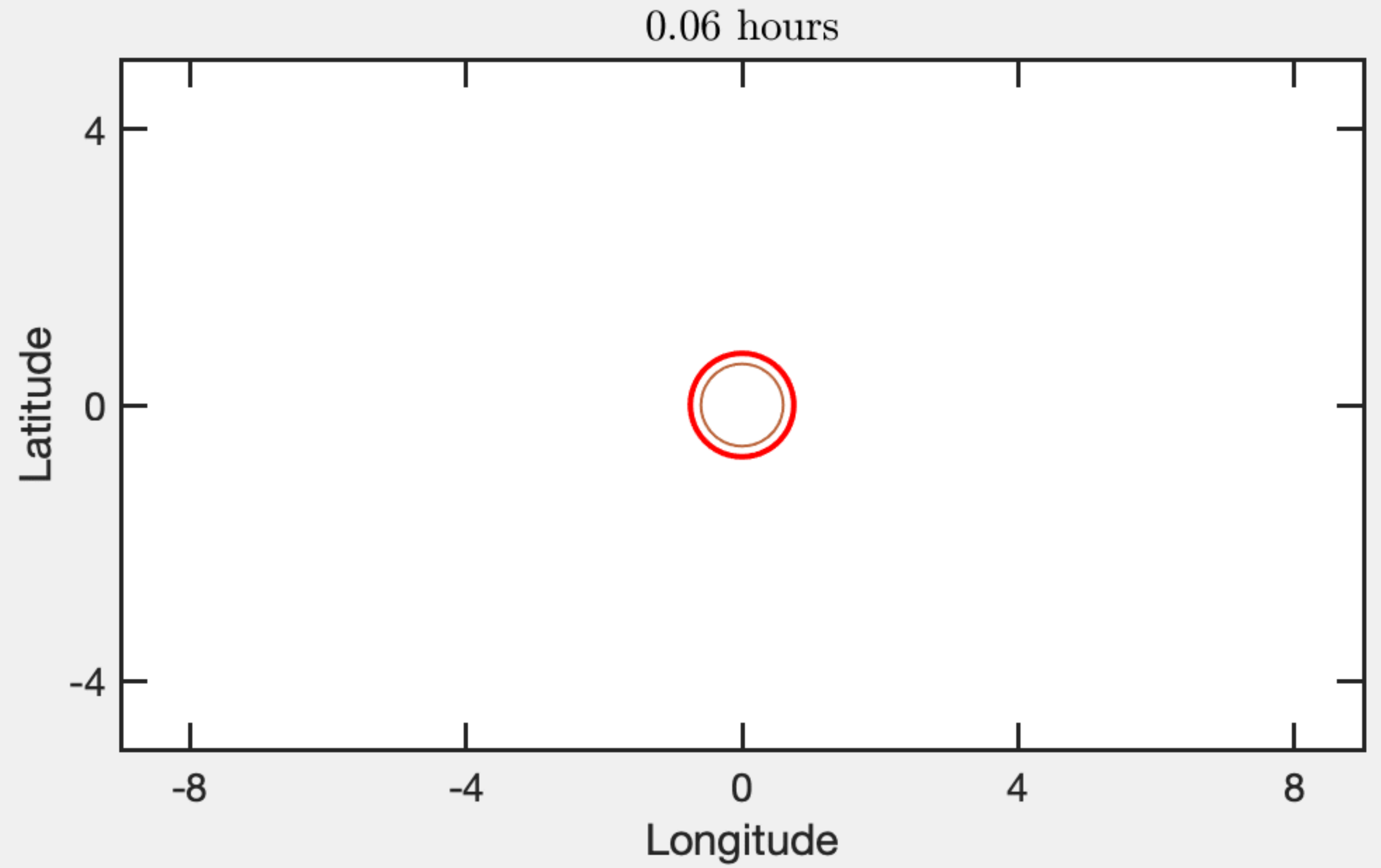
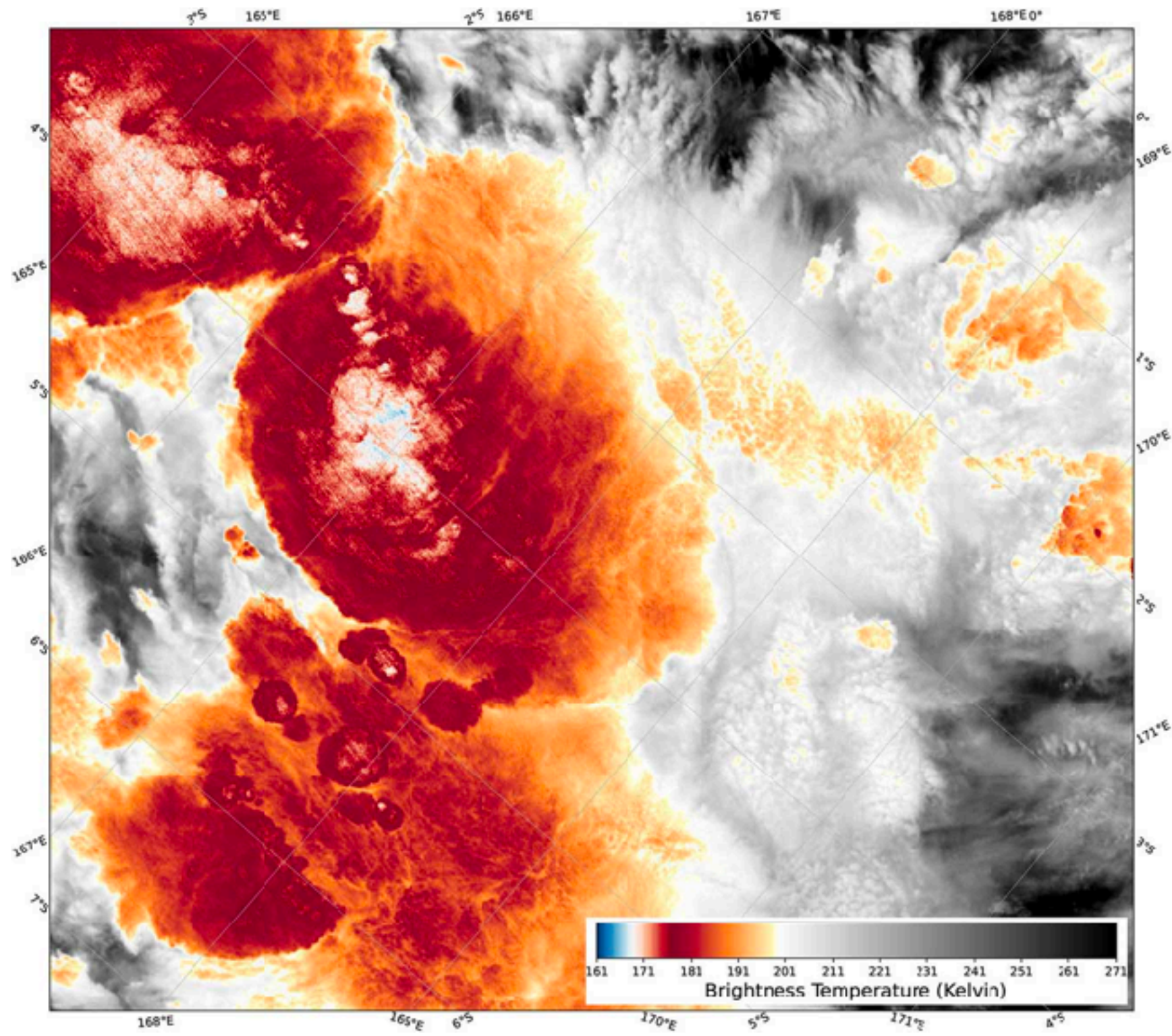


# La temperatura del trópico



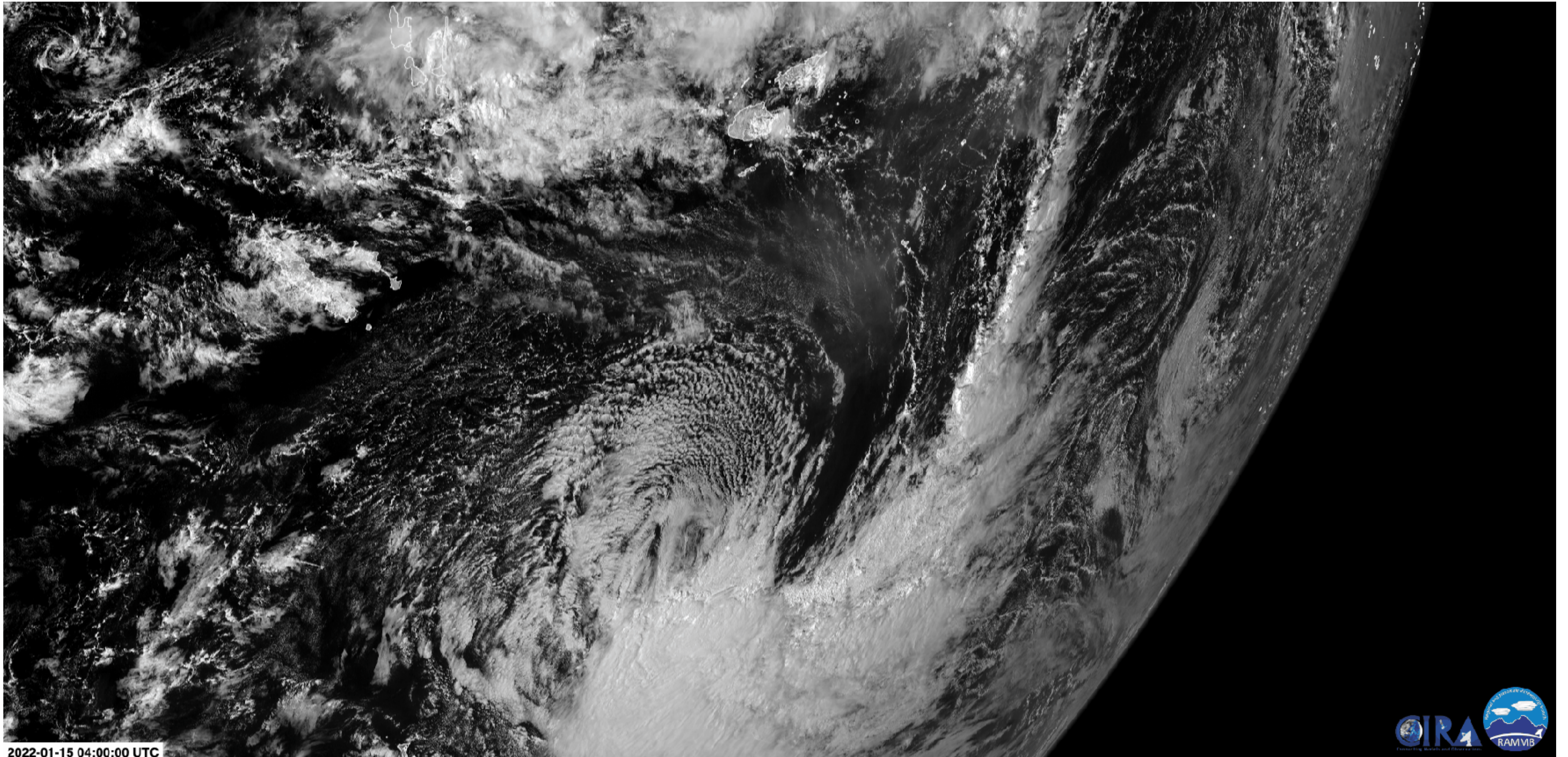
Las temperaturas en la atmósfera tropical son homogéneas **gracias a la convección y ondas atmosféricas que transportan calor.**

# La convección y temperatura





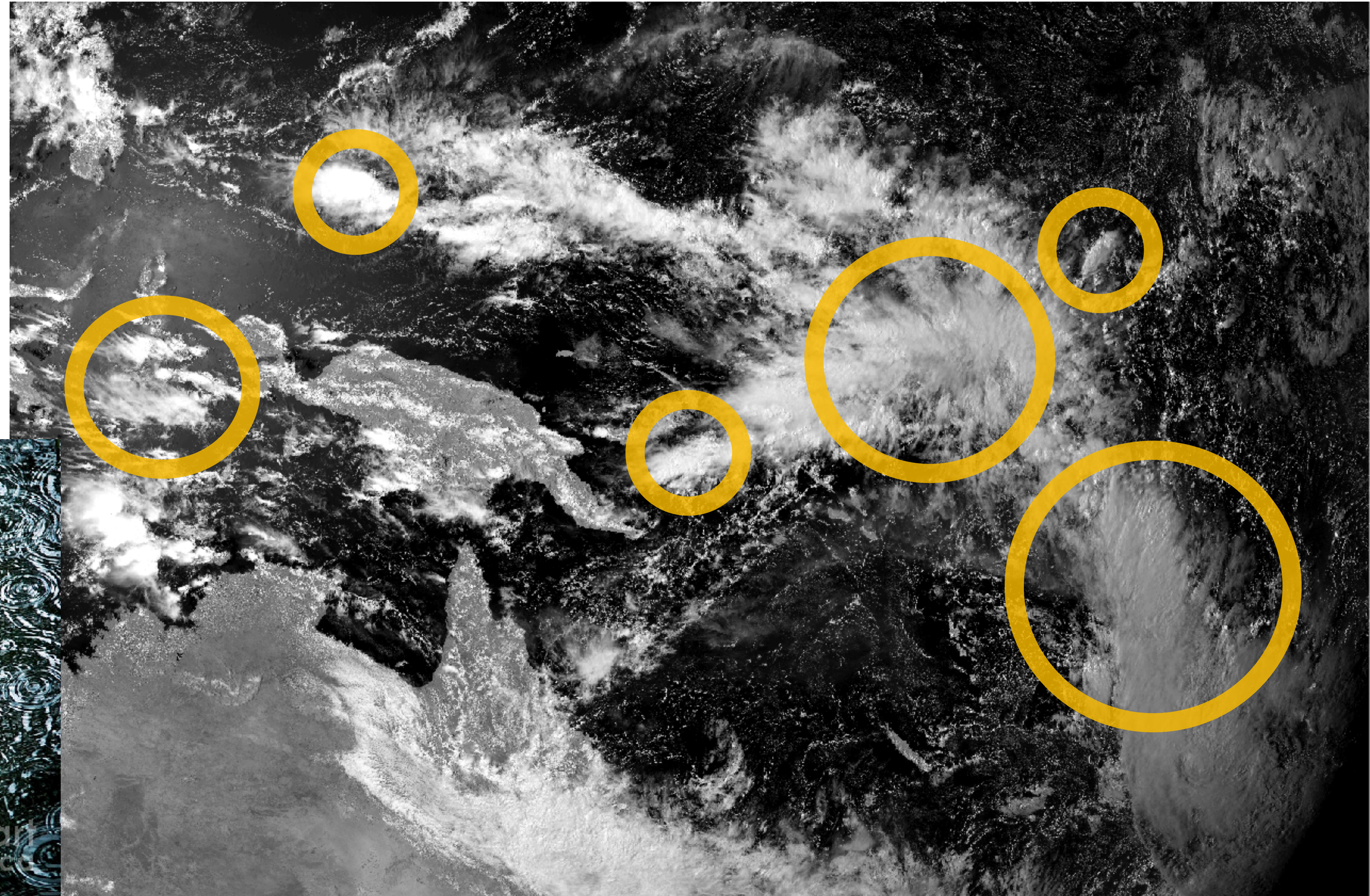
# Analogía





# La convección y temperatura

Este proceso de homogeneización está ocurriendo constantemente.





# Resumen

- El trópico recibe mucha luz solar que calienta la superficie.
- Sin embargo, esto solo no explica por qué el trópico está siempre caliente.
- El calor constante se debe a convección que transporta calor de la superficie a la atmósfera, y ondas atmosféricas que distribuyen el calor por todo el trópico.

# Temas del día

- Rol de la convección tropical en el balance energético del planeta.
- La convección tropical y la climatología del trópico.
- **Iniciación de Convección**
- Estudios recientes.



# Pregunta

¿En dónde se descubrió que las nubes de 4-6 km de altura pueden causar aguaceros fuertes?

- Florida
- Puerto Rico
- Sur de la India
- Norte de Australia







# Historia de la convección

Los procesos de lluvia en el trópico no se entendían a mediados del siglo 20.

Mucho se aprendió en el Instituto de Meteorología Tropical en PR en los años 40s.

## PREFACE

In July, 1943, the author first saw the tropics when he arrived in Puerto Rico to join the staff of the Institute of Tropical Meteorology, newly founded through the initiative of Professors C. G. Rossby and H. R. Byers as a cooperative project of the Universities of Chicago and Puerto Rico. On the first evening some of the staff walked along the beach and admired the beauty of the trade cumuli in the moonlight.

Well schooled in the ice-crystal theory of formation of rain, they had no suspicions about these clouds with tops near 8,000 feet where the temperature is higher than  $+10^{\circ}\text{C}$ . Suddenly, however, the landscape ahead of them began to dim; then it disappeared; a roar approached as from rain hitting roof tops. When some minutes later they stood on a porch, drenched and shivering, they had realized that cloud tops with temperatures below freezing were not needed for the production of heavy rain from trade-wind cumulus.

There and then the question arose: How is it with the other theories in so far as they concern the tropics? In the past, weather and circulation in low latitudes had been regarded as steady except for occasional hurricanes. The urgent demand of the U.S. Army Air Corps for research in tropical meteorology, which had provided the impetus for founding the institute, belied the old descriptions. Military forces conducting war in the tropics undeniably found that "weather" on a serious scale did occur in that part of the world. What brought it on, and how could it be predicted?

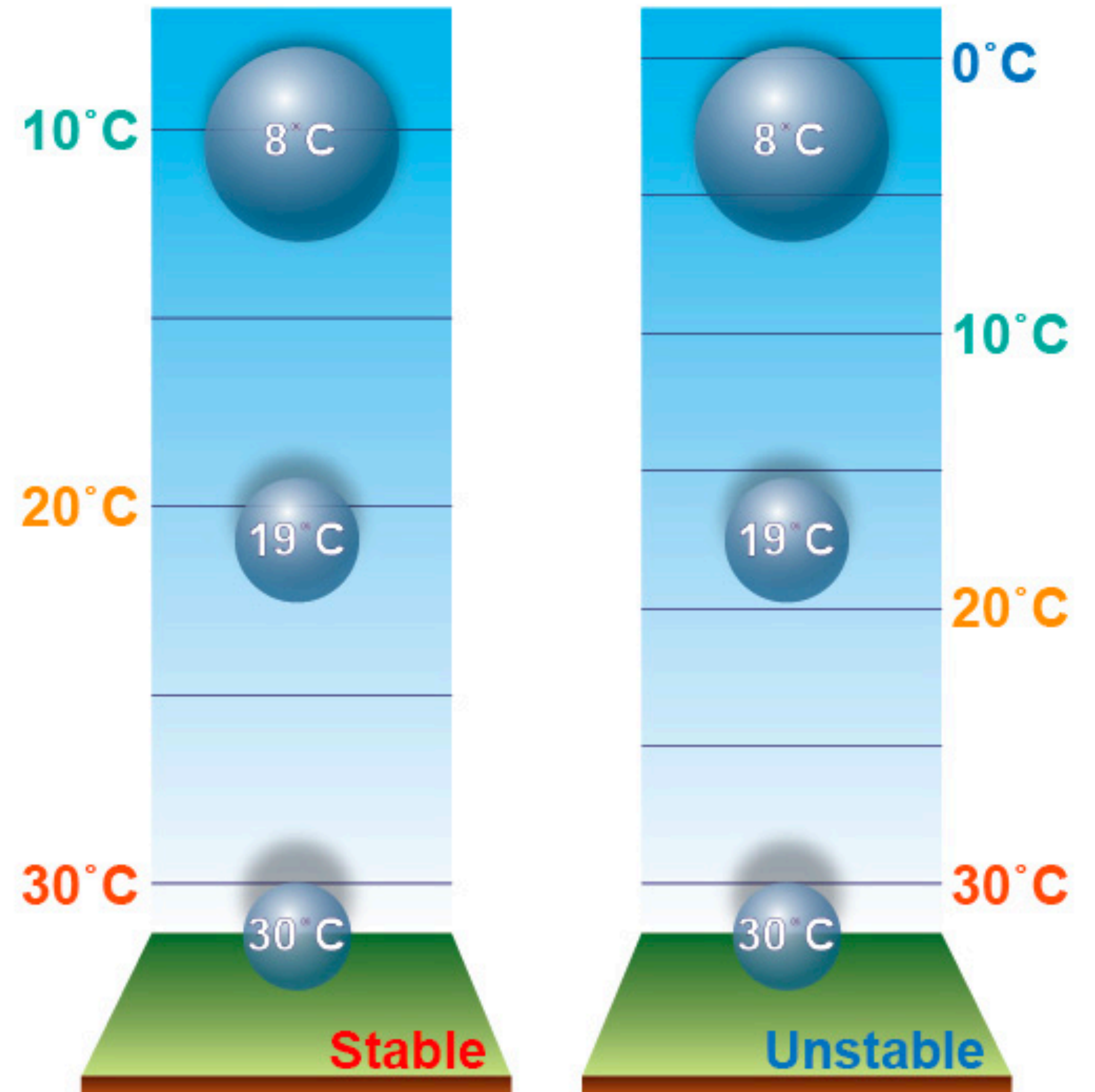






# Estabilidad

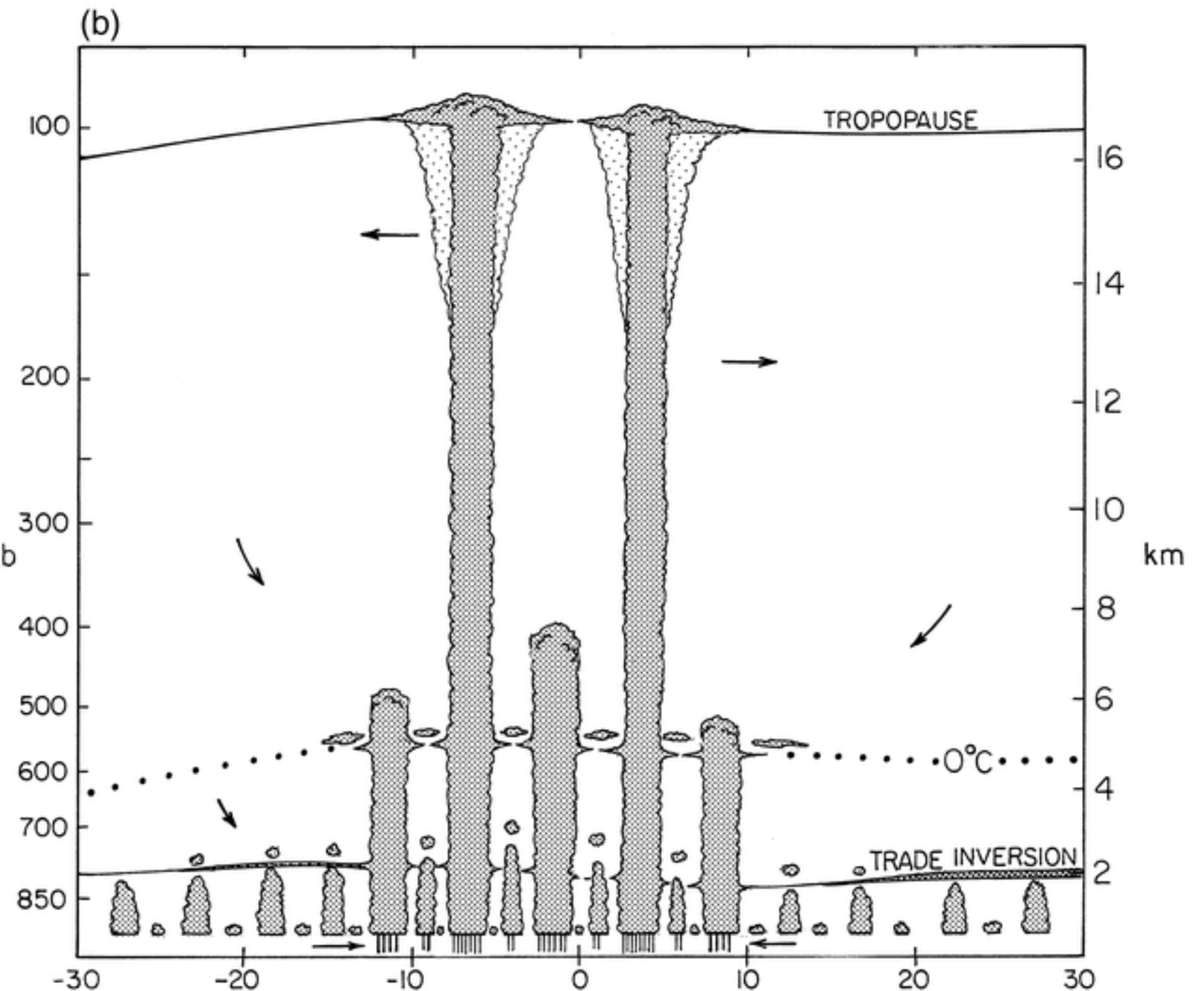
Para que haya convección el aire dentro de la nube necesita estar más caliente que el aire que lo rodea.



# Naturaleza trimodal de la convección tropical

En el trópico existen tres regiones estables, lo cual causa que la convección sea de uno de los siguientes:

1. Cúmulos de 1-2 km de altura.
2. Cúmulos congestus y cumulonimbos de 4-6 km de altura.
3. Cumulonimbos que alcanzan la tropopausa (16-18 km).



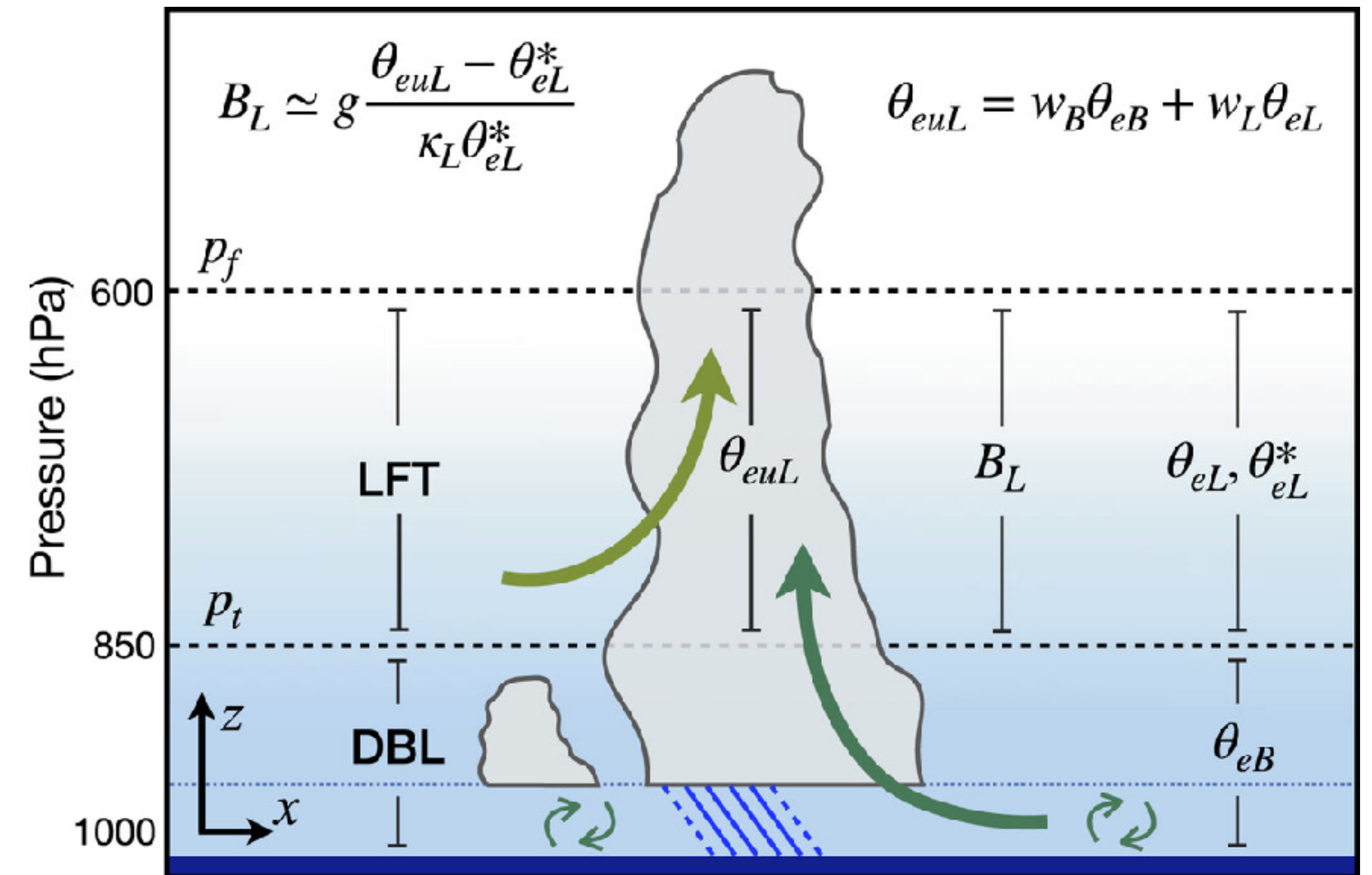
Johnson et al. (1999)



# Importancia del ambiente en la convección

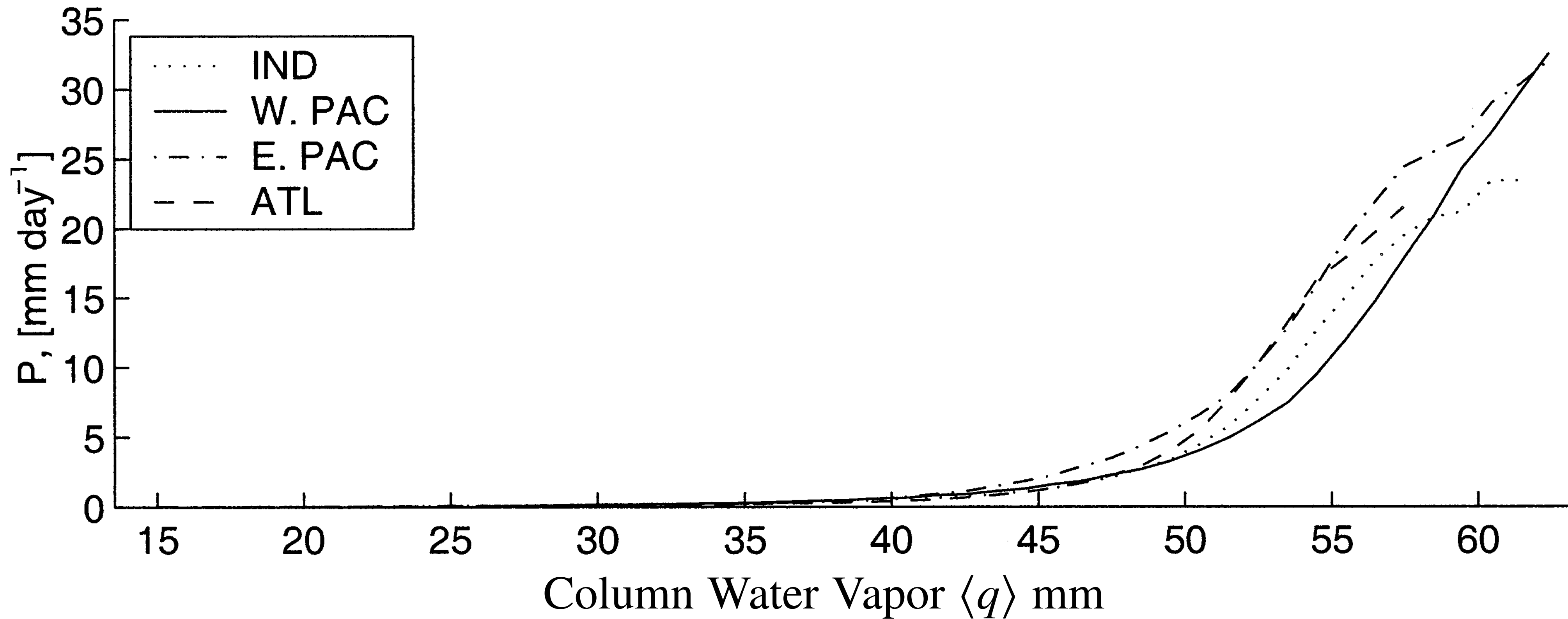
La temperatura ambiental importa para determinar la convección, aunque esta no varía mucho.

Sin embargo, la humedad en el trópico varía mucho, y juega un papel importante en la lluvia tropical.



Adames et al. (2021)

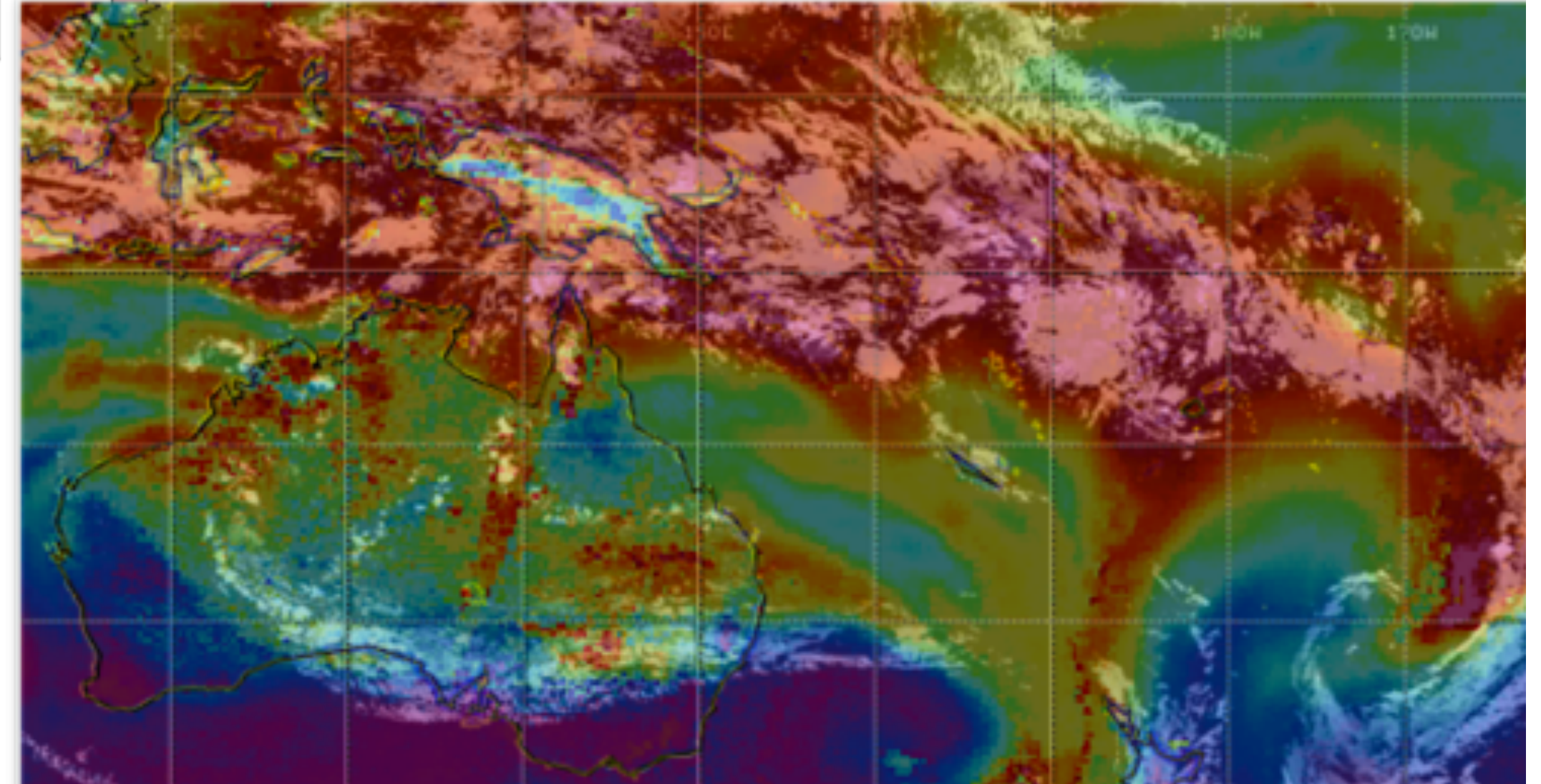
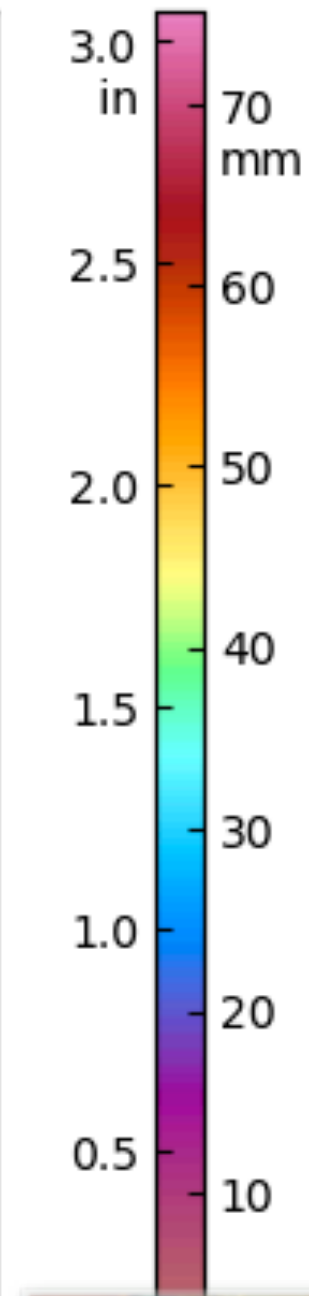
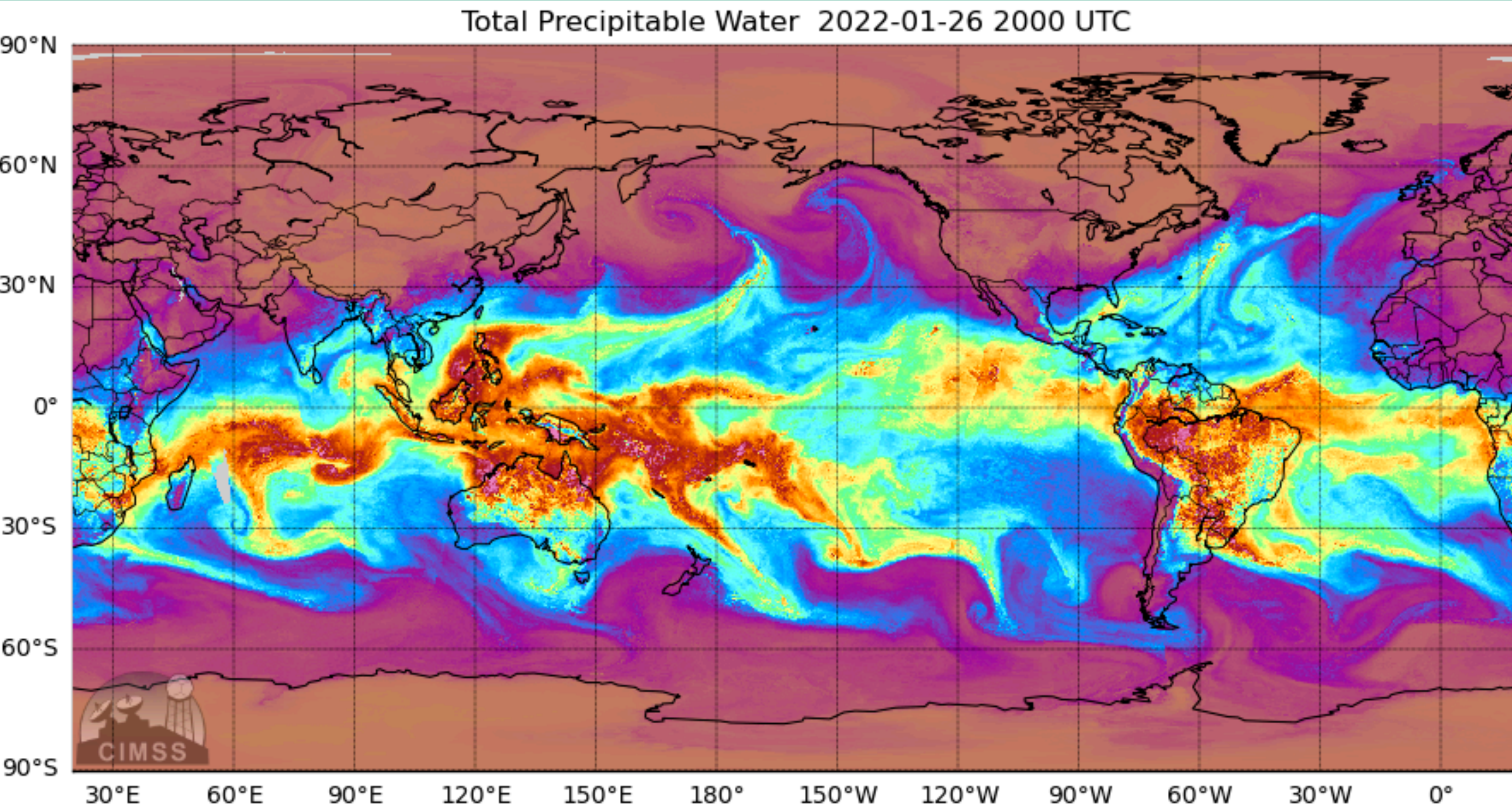
La relación entre la humedad y la lluvia tropical es exponencial



Bretherton et al. (2004)



# La atmósfera global



Regiones con mucha humedad tienden a ser las regiones más lluviosas.



# Resumen

- La convección empieza cuando el aire está inestable, aire que asciende se encuentra más cálido que el ambiente que lo rodea.
- Sin embargo, la humedad también juega un papel importante ya que las nubes se mezclan con el ambiente que lo rodea.
- Si el ambiente está seco, las nubes pueden secarse cuando mezclan aire ambiental.
- La convección tropical es trimodal y esto ocurre ya que hay tres niveles estables en el trópico.

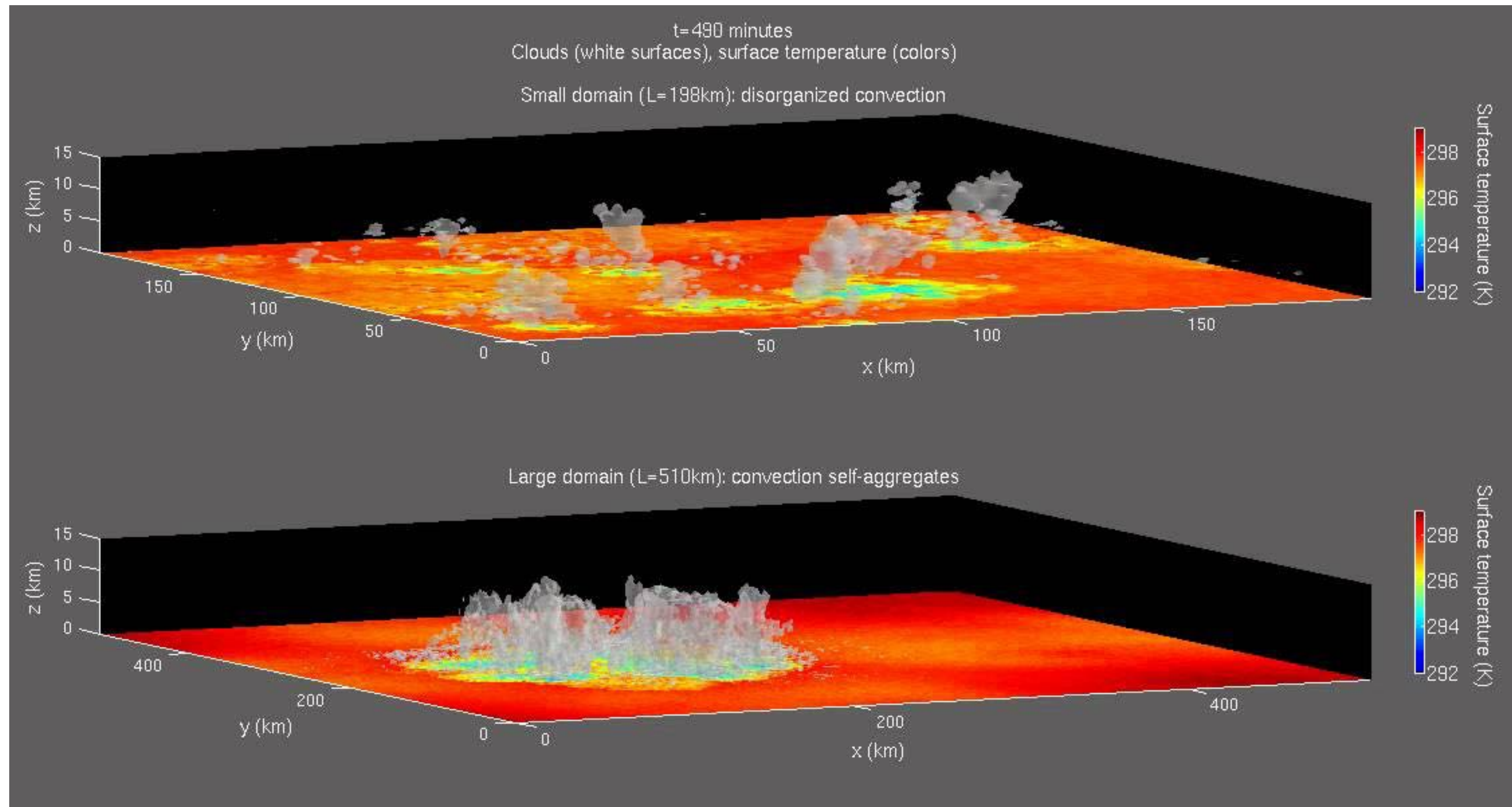


# Temas del día

- Rol de la convección tropical en el balance energético del planeta.
- La convección tropical y la climatología del trópico.
- Iniciación de Convección
- **Estudios recientes.**



# Auto-agregación conectiva

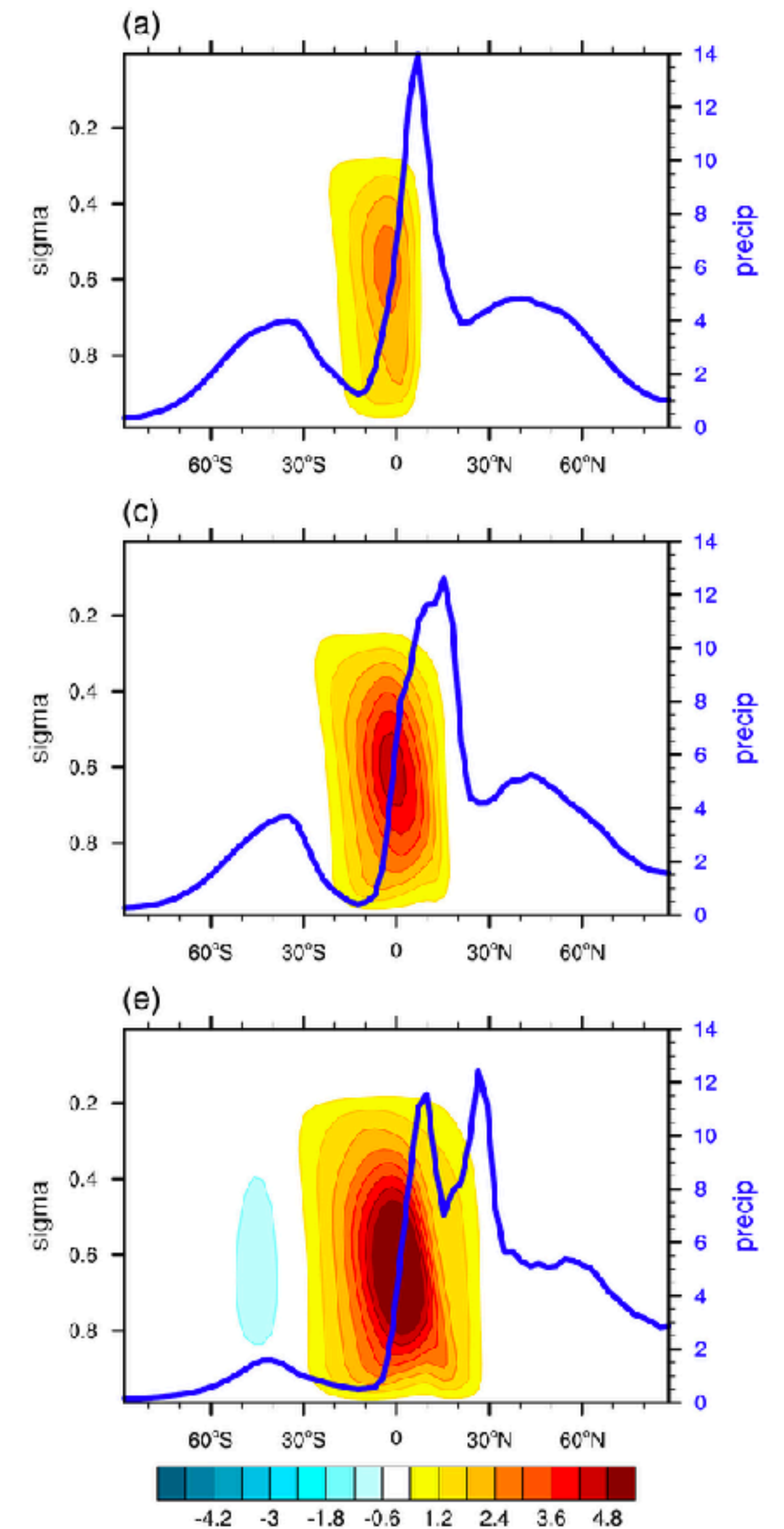




# La zona de convergencia intertropical (ITCZ)

Nuevos estudios sobre esta zona indican que tiende estar al norte del ecuador ya que esta localización ayuda a transportar energía del hemisferio norte al sur.

La razón del transporte es que el hemisferio norte tiende a ser más caliente que el sur.

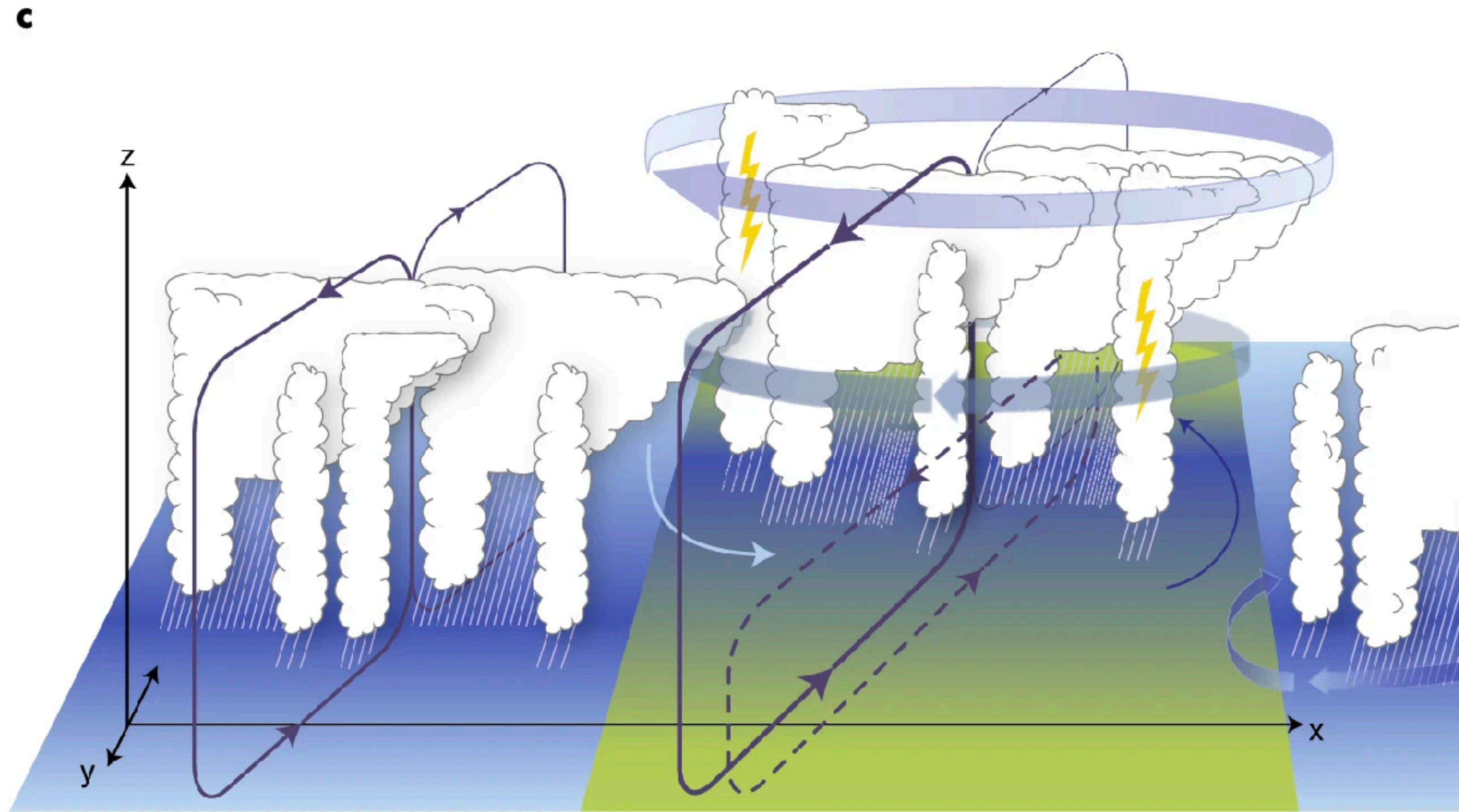
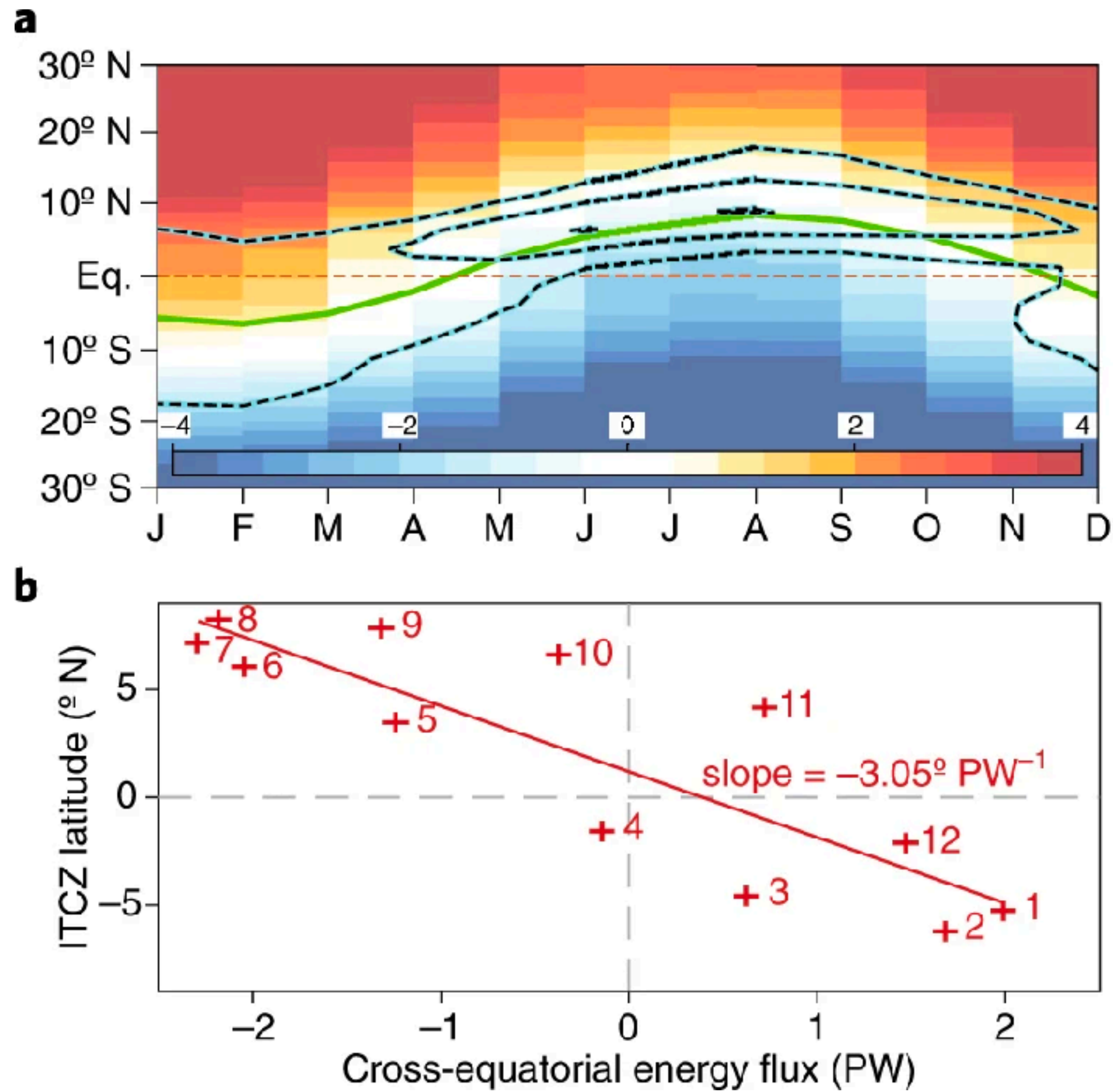


Wei and Bordoni (2018)



# El monsoon asiático

El monsoon de Asia es considerado una extensión del ITCZ, afectado por las Himalayas.





**Preguntas?**