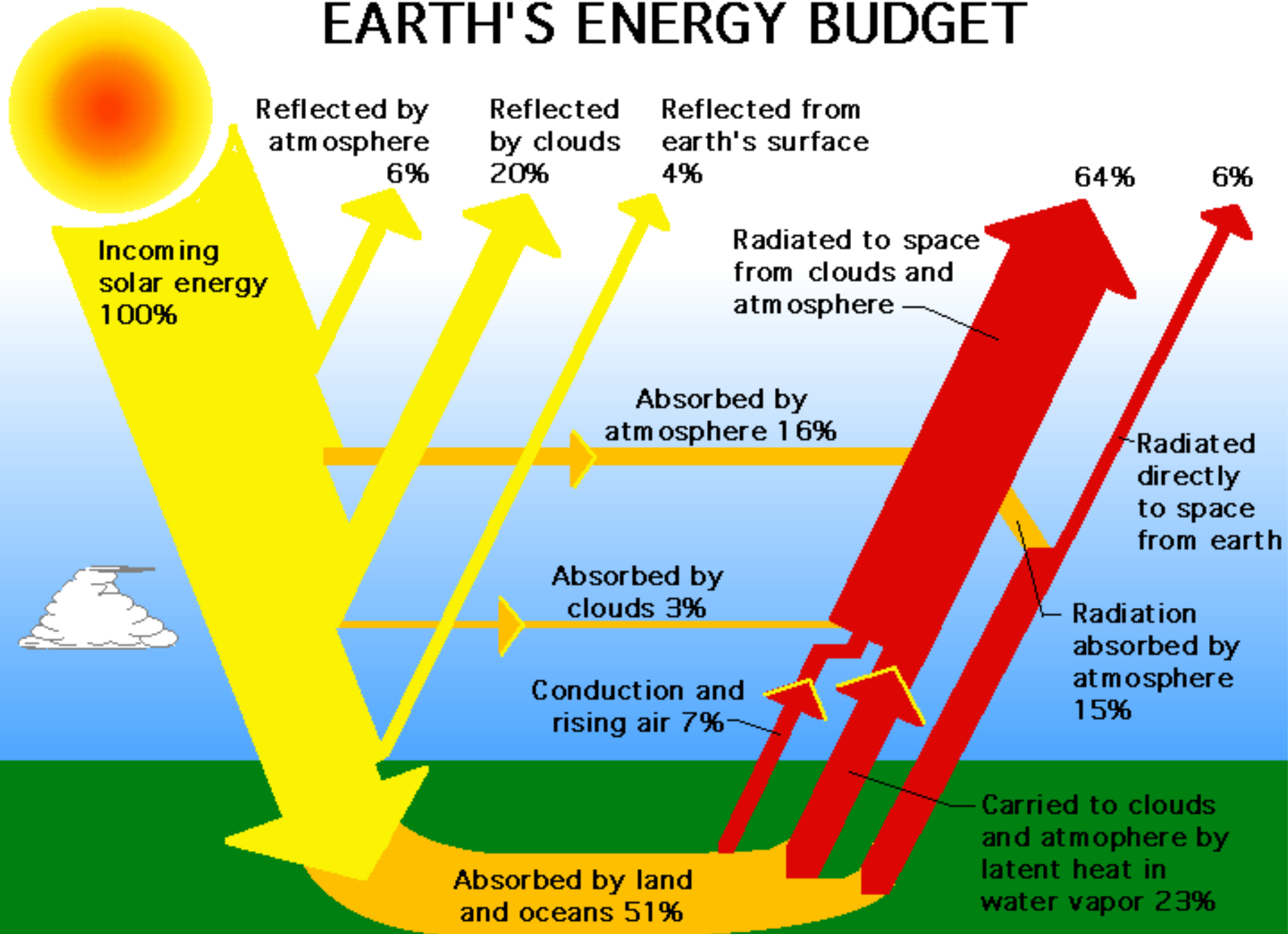


Balances de Calor

- Definiciones
- Tipos de intercambio aire-mar
- Importancia relativa de los flujos
- El desbalance y la circulación atmosférica

EARTH'S ENERGY BUDGET

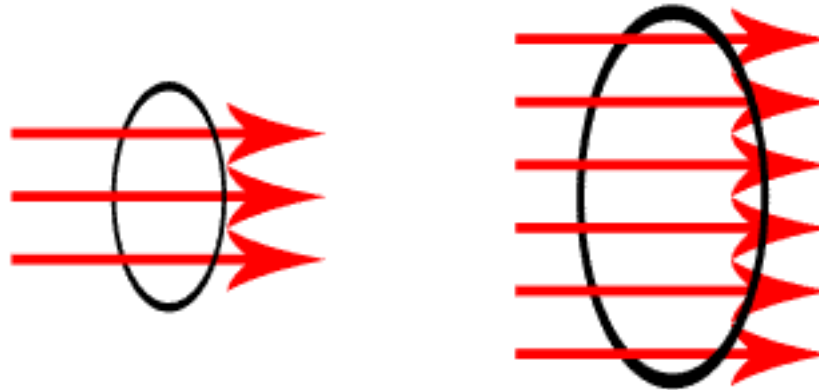


Definición:

Flujo. Cantidad de sustancia que pasa por un área determinada por unidad de tiempo

Energía: $\text{W/m}^2 = \text{Joules/m}^2\text{s}$

Sal: $\text{kg/m}^2\text{s}$



Balance de Calor

Las ganancias y pérdidas de calor en el océano ocurren por:

- Insolación. Flujo de calor de onda corta, Q_S
- Radiación en infrarrojo, Flujo de Calor de onda larga, Q_L
- Conducción. Flujo de Calor Sensible, Q_H
- Evaporación, Flujo de Calor Latente, Q_E
- Transporte, Flujo de Calor por Advección, Q_V

El principio de conservación de calor requiere que se cumpla la ecuación:

$$Q_S + Q_L + Q_H + Q_E + Q_V = 0$$

El incremento de energía ΔE de una masa de agua m de agua que incrementa su temperatura ΔT es

$$\Delta E = C_p m \Delta T$$

Donde C_p es el calor específico del agua = 4186 J/kg K, o bien, 4.186 Cal/gr K, $\sim 4 \times 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Esto es, se requieren ~ 4000 Joules para elevar la temperatura de 1 kg de agua en 1°K

Evaporación

Los cambios de fase implican ganancia o pérdida de calor. Para cambiar el agua de su estado líquido a vapor se requiere energía. Esta energía queda latente en el vapor de agua.

La cantidad de calor que se utiliza para cambiar una masa m de agua, desde su fase líquida a su fase gaseosa (vapor) es

$$Q = m L_v$$

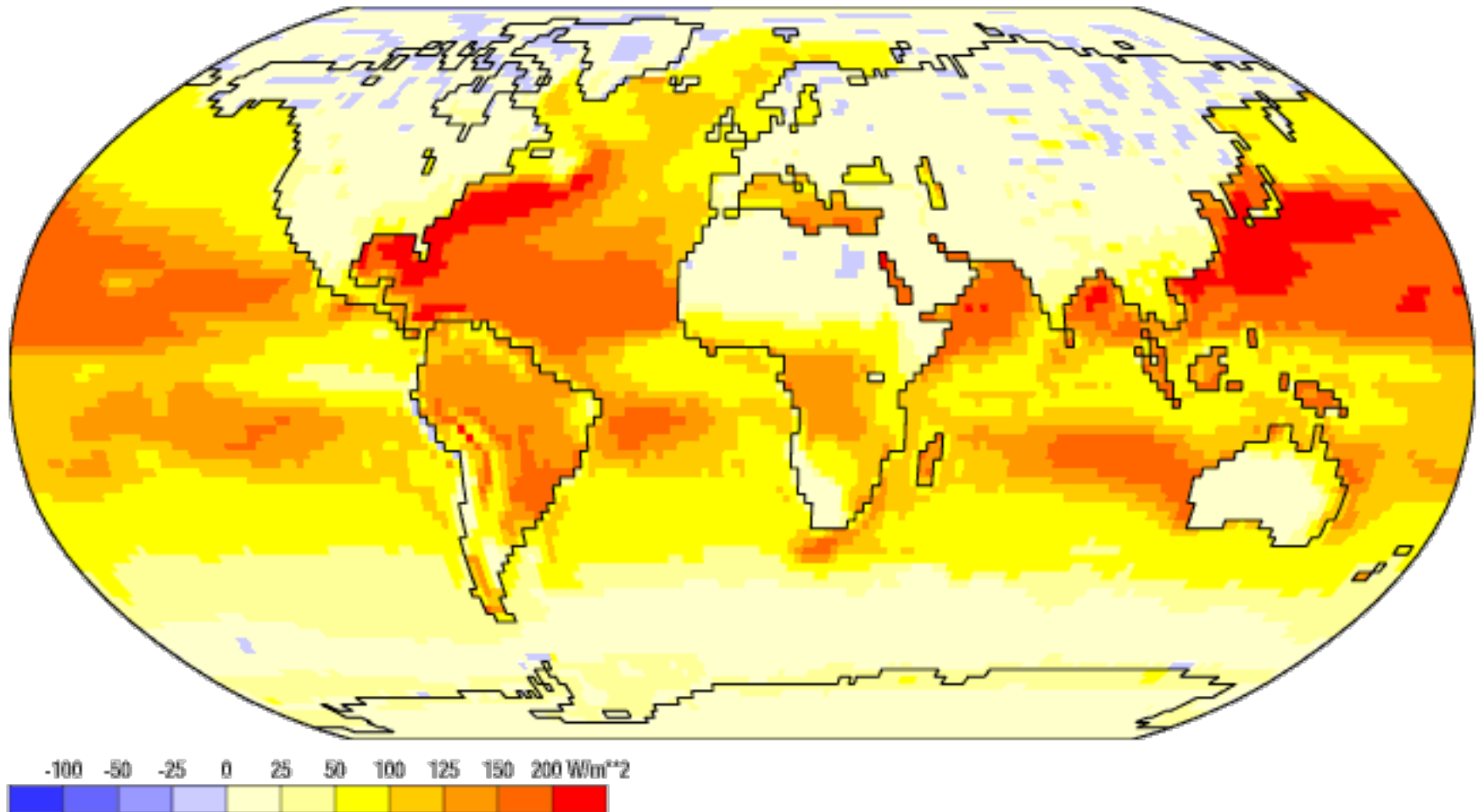
Donde L_v es una constante conocida como el Calor Latente de evaporación

$$L_v = 2256 \text{ kJ/kg} = 539 \text{ kCal/kg}$$

Variación anual del flujo de calor latente de evaporación

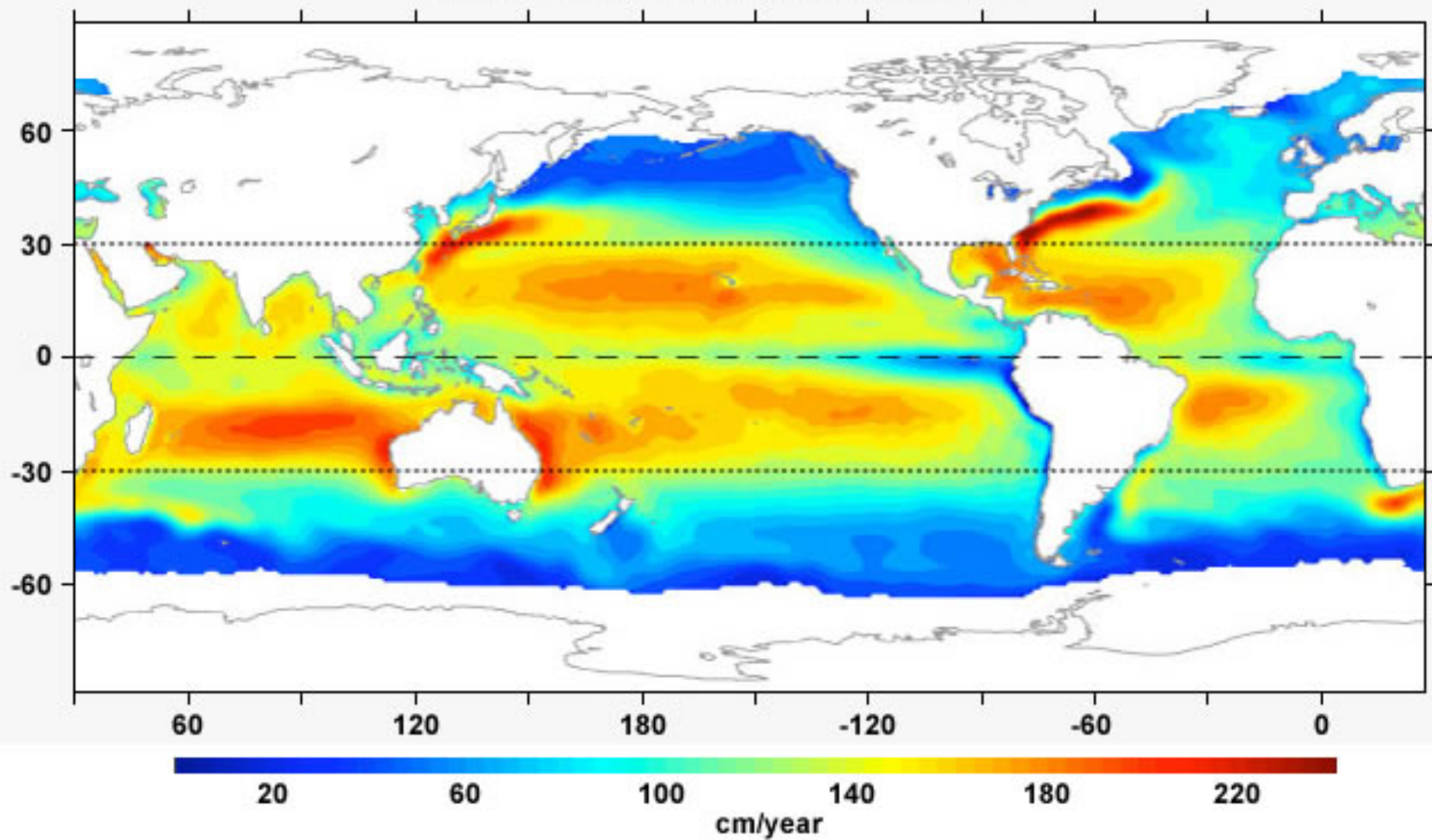
Latent Heat Flux

Dec



Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

Mean annual evaporation, 1958 - 2005



Conducción

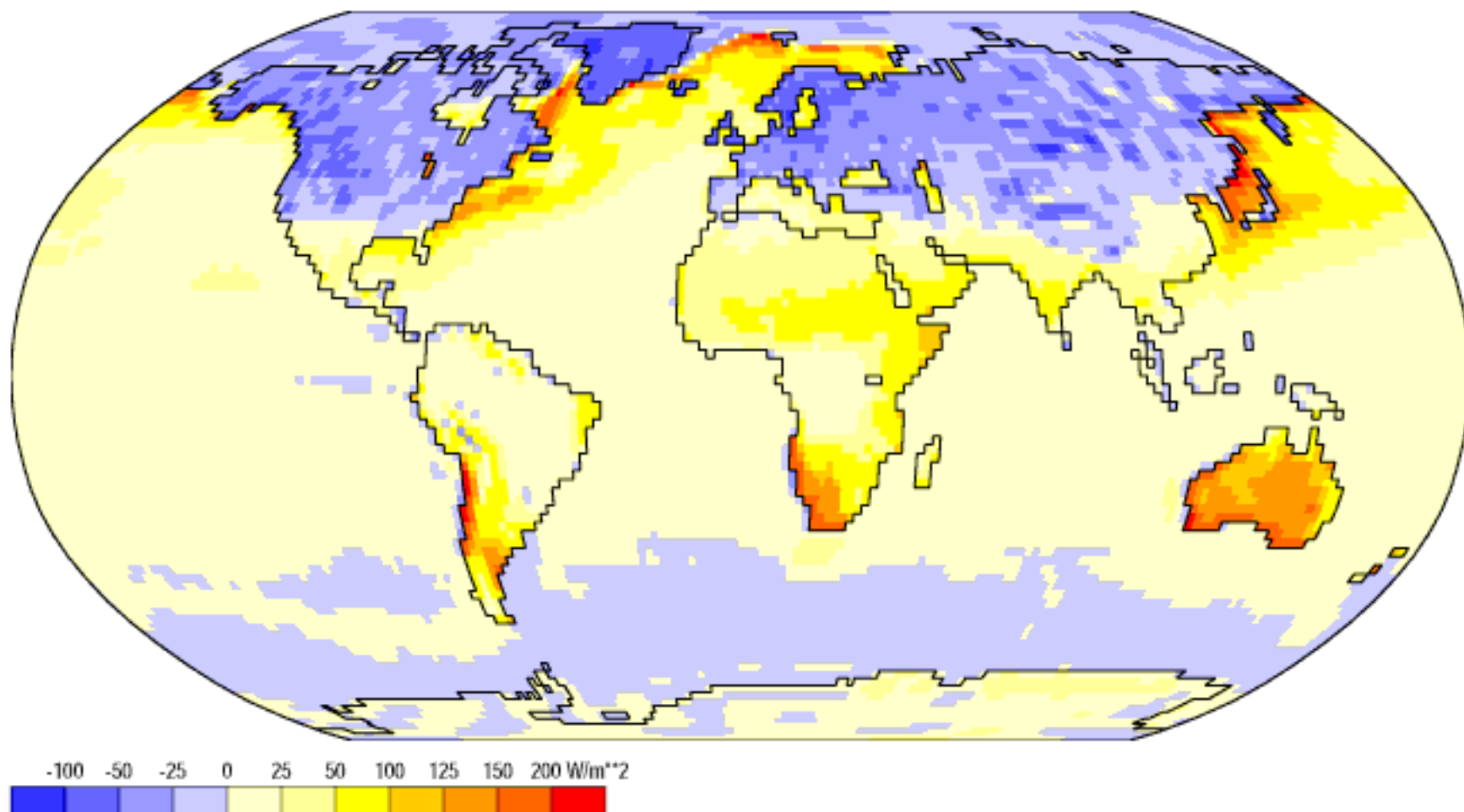
La transferencia de calor en la superficie depende de la rapidez del viento y de la diferencia de temperaturas.

Q_H es del orden de -10 W m^{-2}

Si la temperatura ambiente es mayor que la SST, la transferencia de calor ocurre desde la atmósfera hacia el océano, y viceversa

Sensible Heat Flux

Dec



Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies

Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

Radiación de Onda Larga

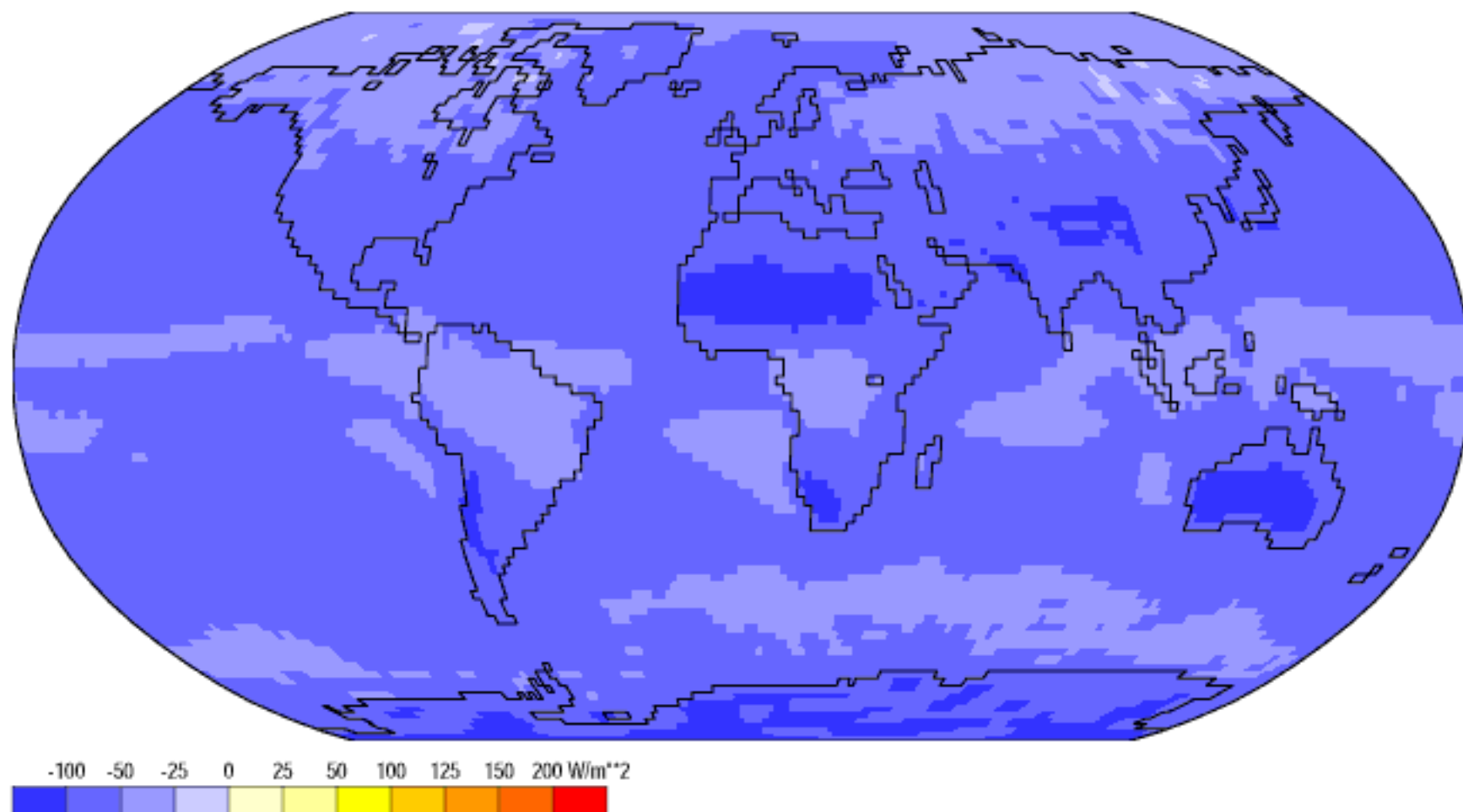
La radiación de onda larga desde el océano depende de la temperatura

$$Q_L \sim \sigma T^4$$

Q_L es del orden de -50 W m^{-2}

Net Long-Wave Radiation

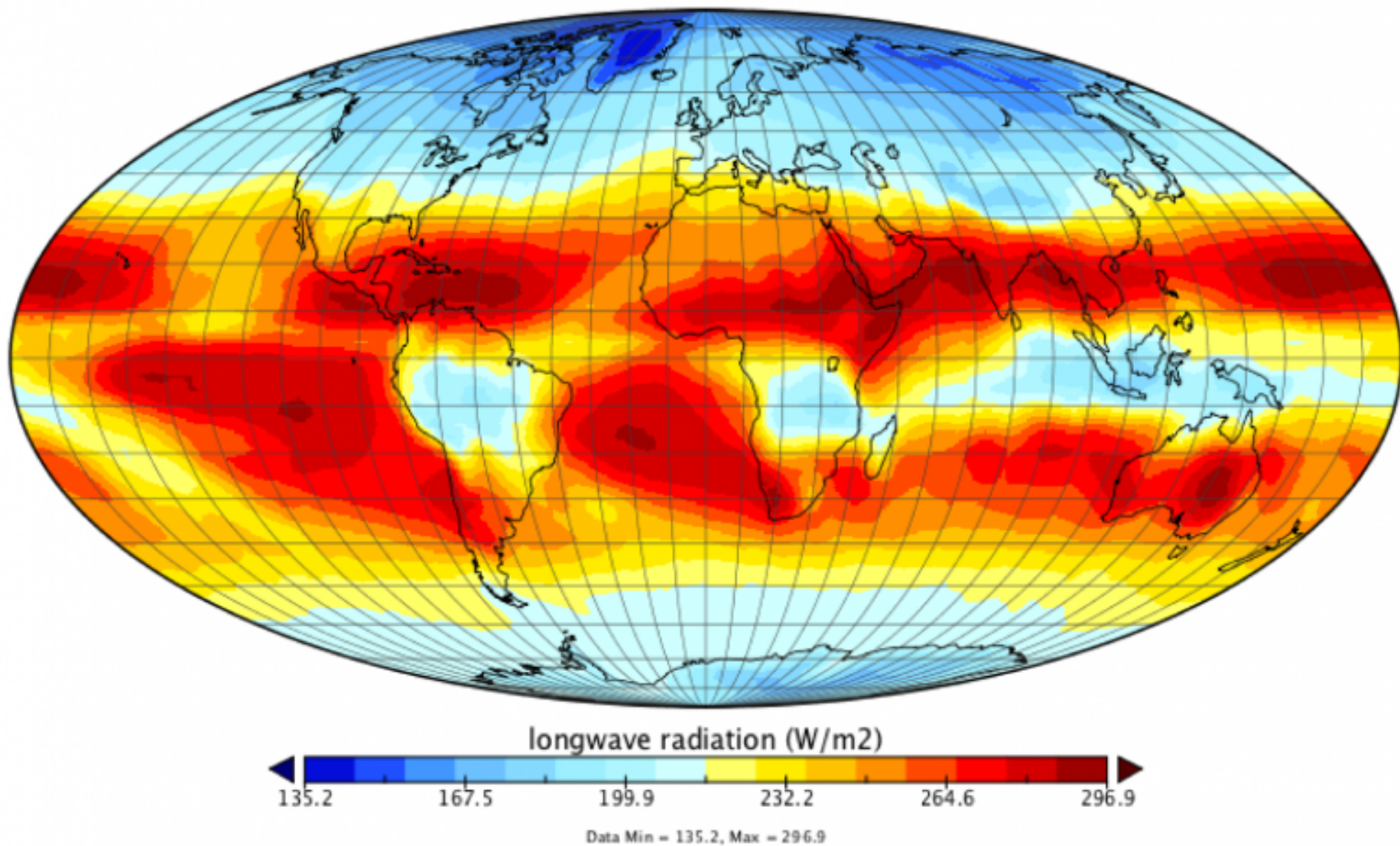
Dec



Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

LW Energy Emitted

March average for 1985-1989



Radiación de Onda Corta

La cantidad de energía incidente del sol depende de la latitud pues esta determina la duración del día y el ángulo de incidencia de los rayos solares.

Si el ángulo de incidencia disminuye, aumenta la distancia que los rayos cruzan la atmósfera.

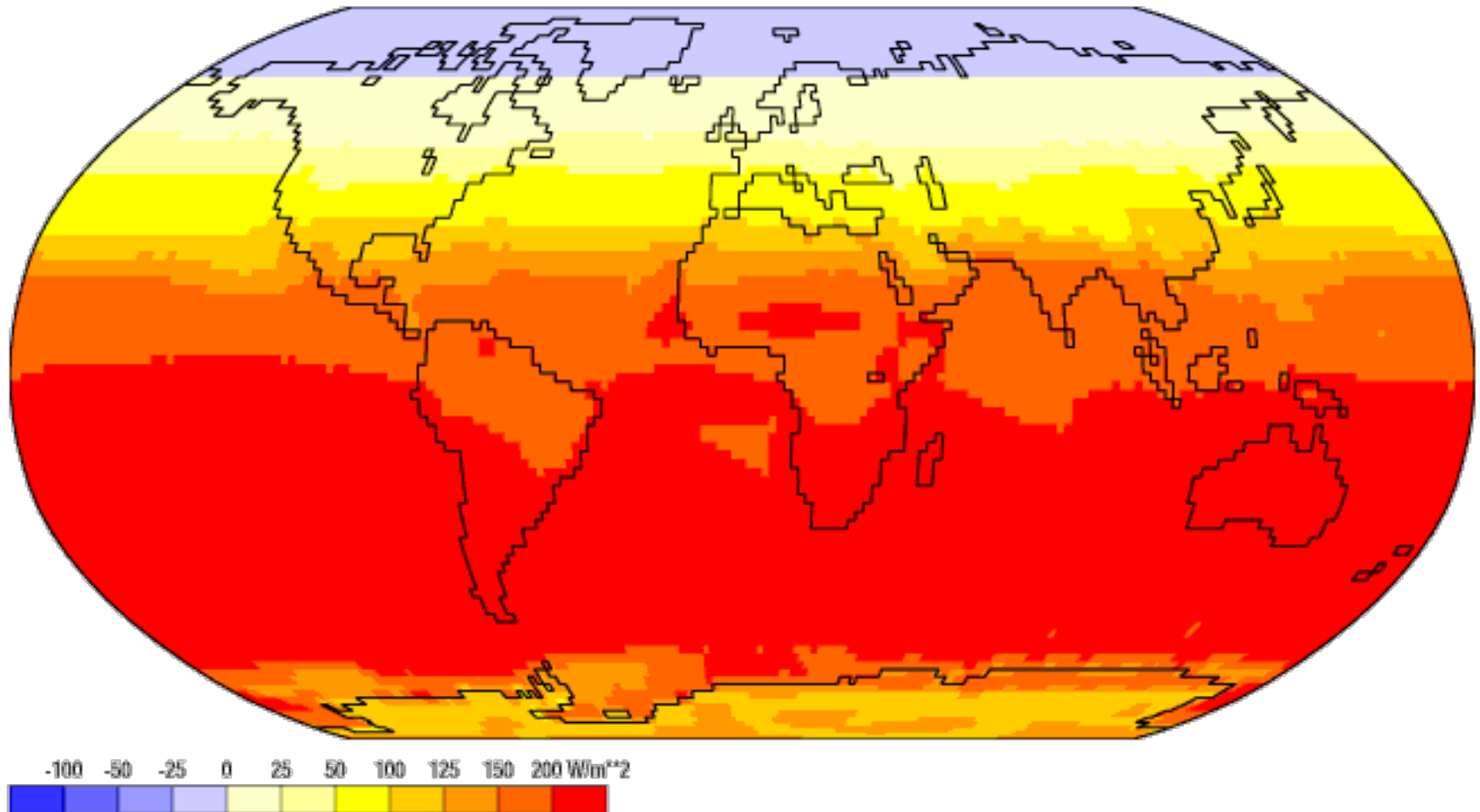
Q_s es del orden de $+100$ a $+250 \text{ W m}^{-2}$

A la misma latitud, Q_s es mayor en los continentes que en el océano debido a la menor cantidad de nubes.

Variación anual de la Insolación

Net Short-Wave Radiation

Dec

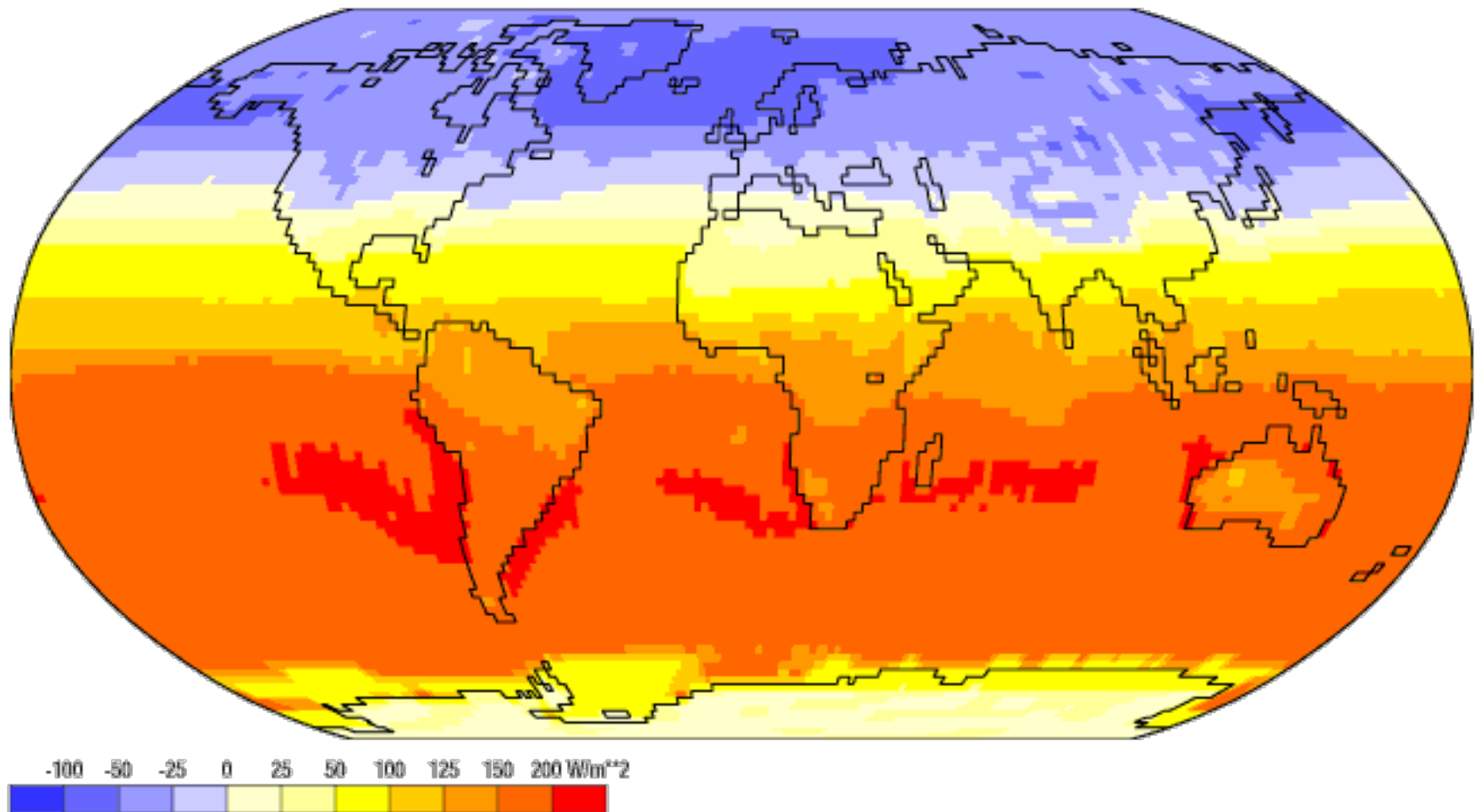


Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

Radiación neta = Onda Corta – Onda Larga

Net Radiation

Dec



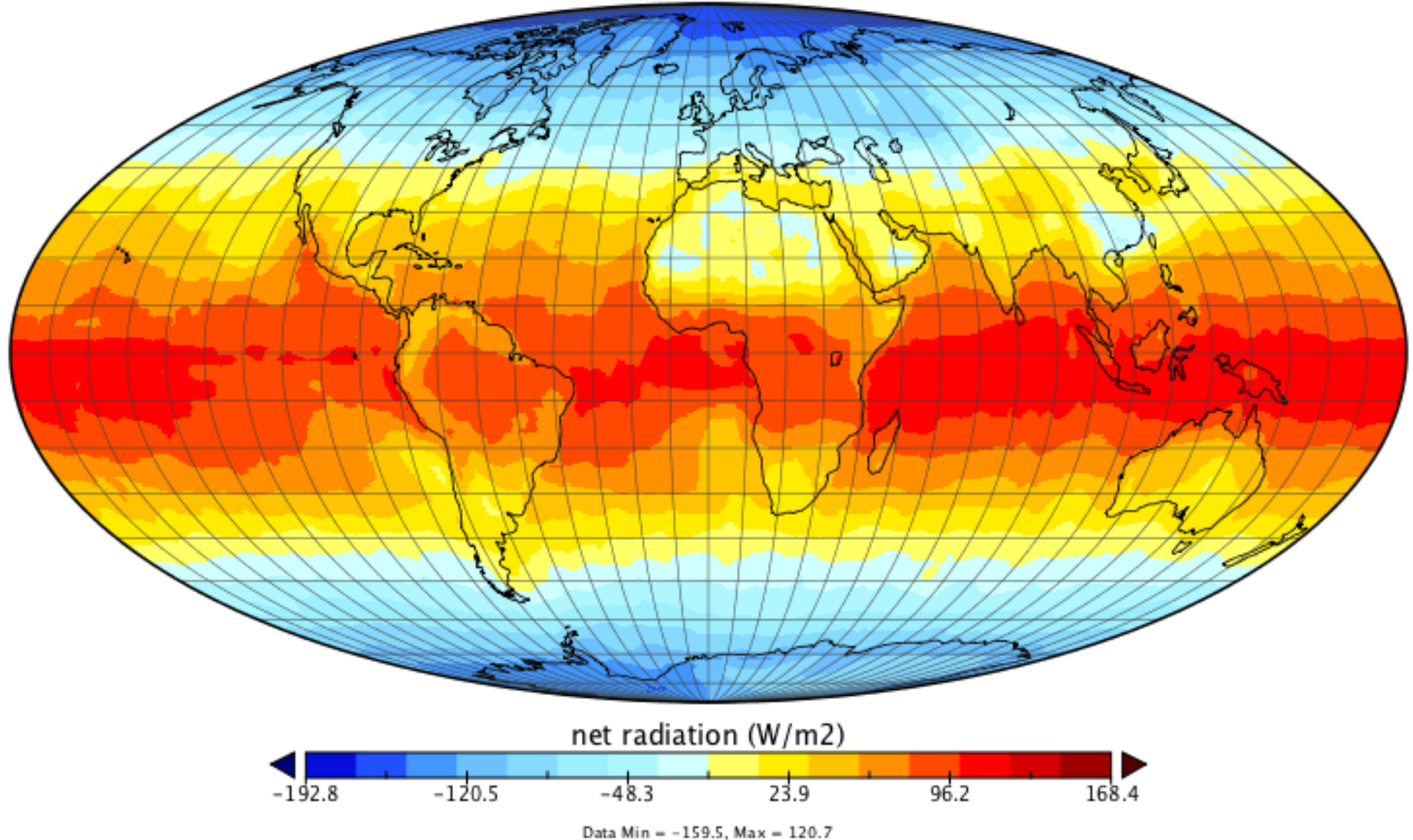
Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies

Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

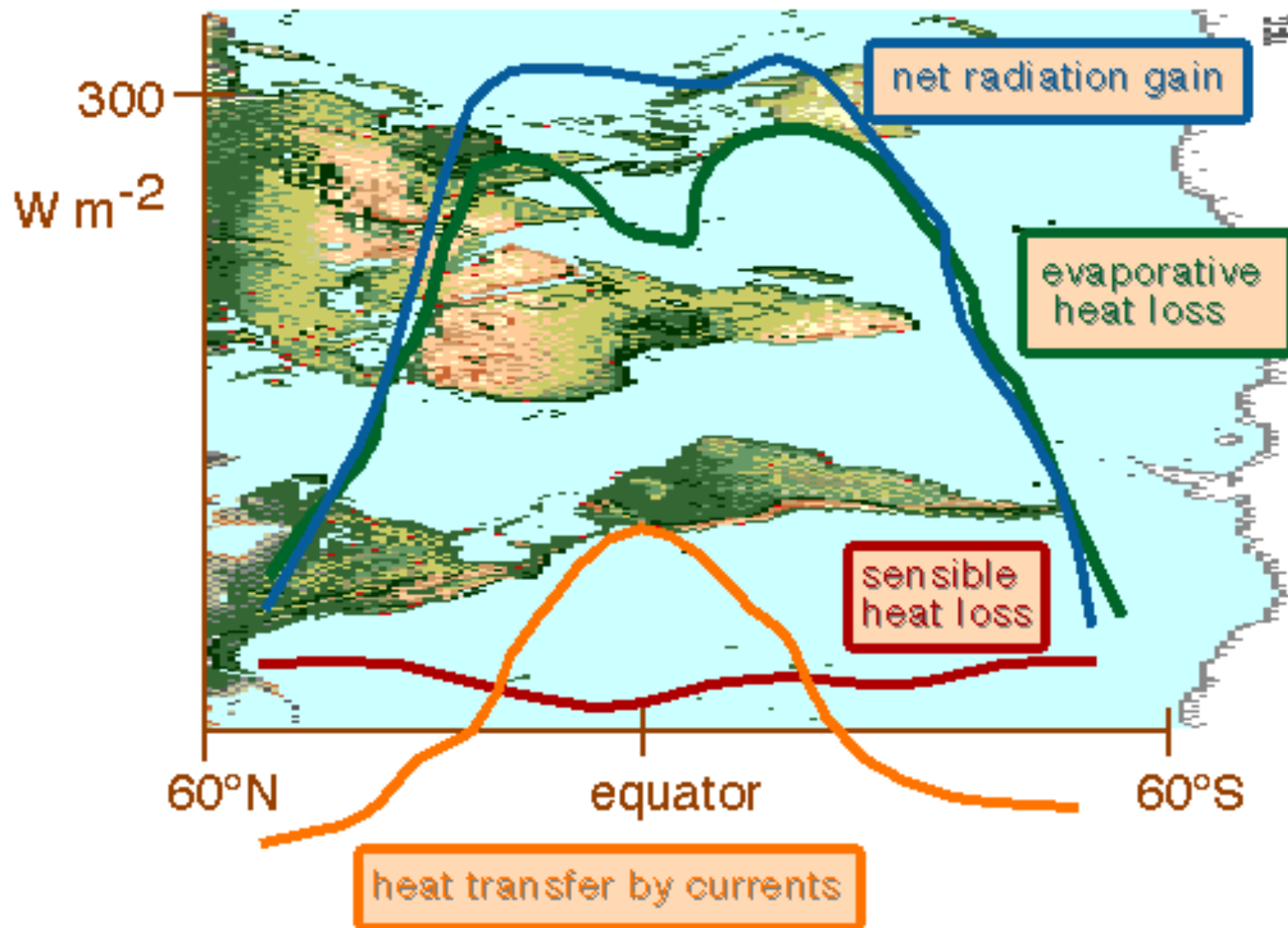
Promedio Anual

Radiación neta = Onda Corta – Onda Larga

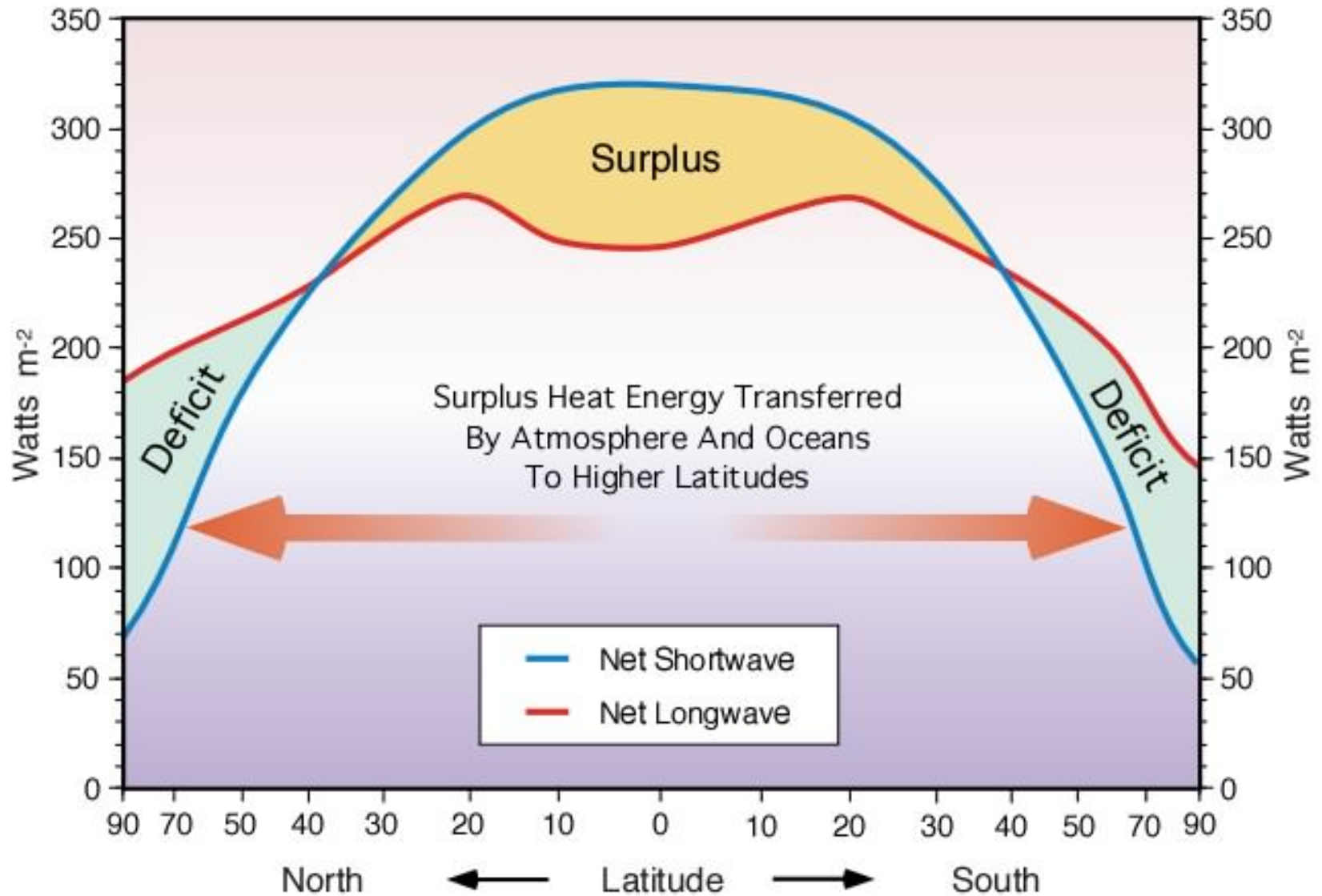
March Avg. 1985–1989



Componentes del Balance de Calor vs Latitud



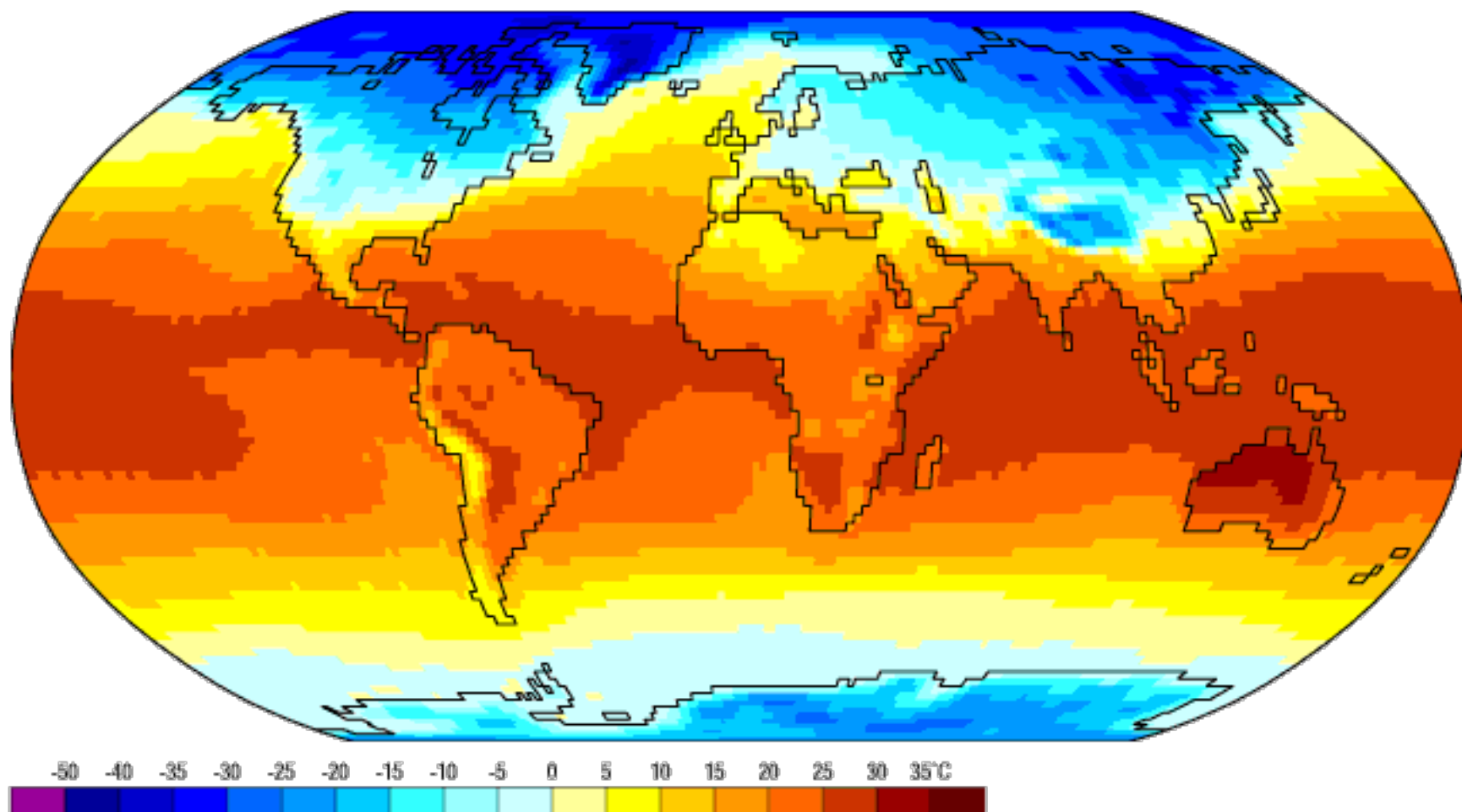
Distribución latitudinal de ganancias y pérdidas de calor



SST

Air Temperature

Dec



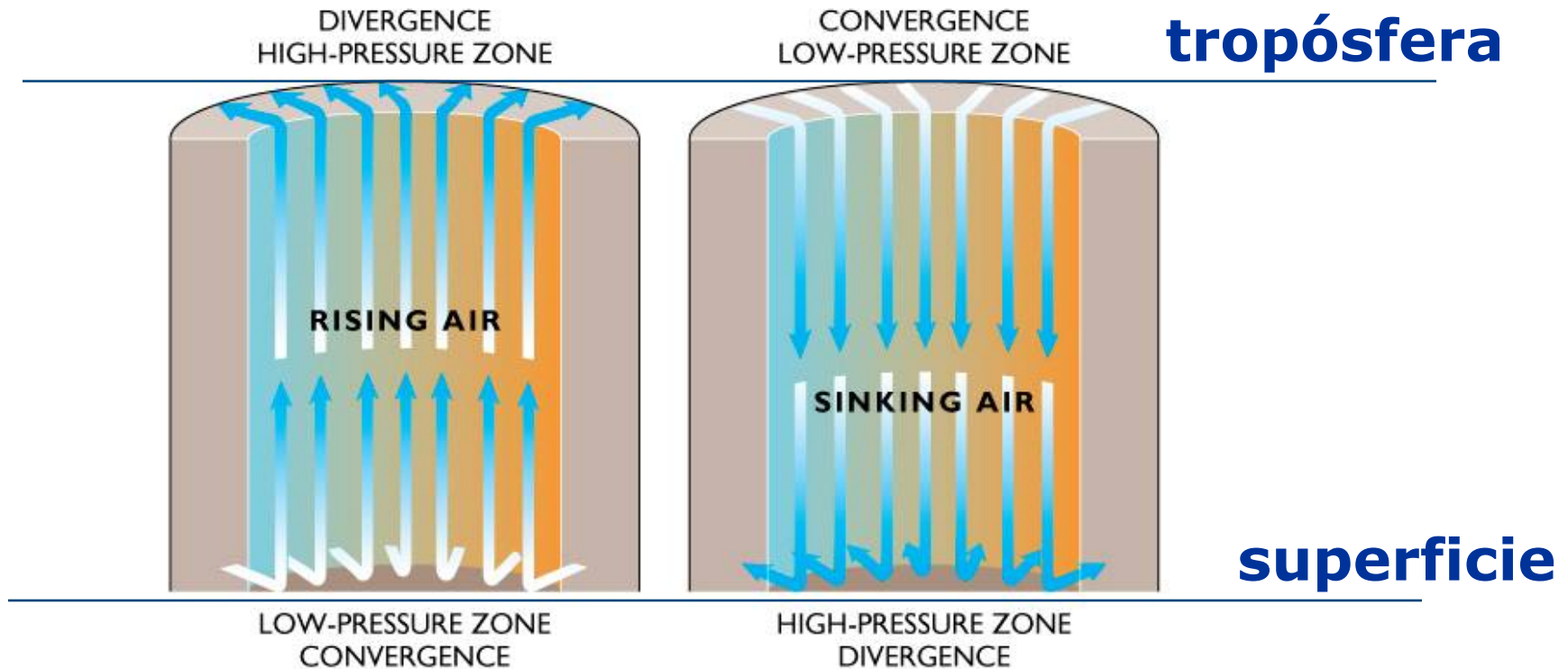
Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies

Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

Qué mecanismo genera la circulación atmosférica?

Dos mecanismos

Calentamiento Solar → Presión



(a) HEATING OF AIR

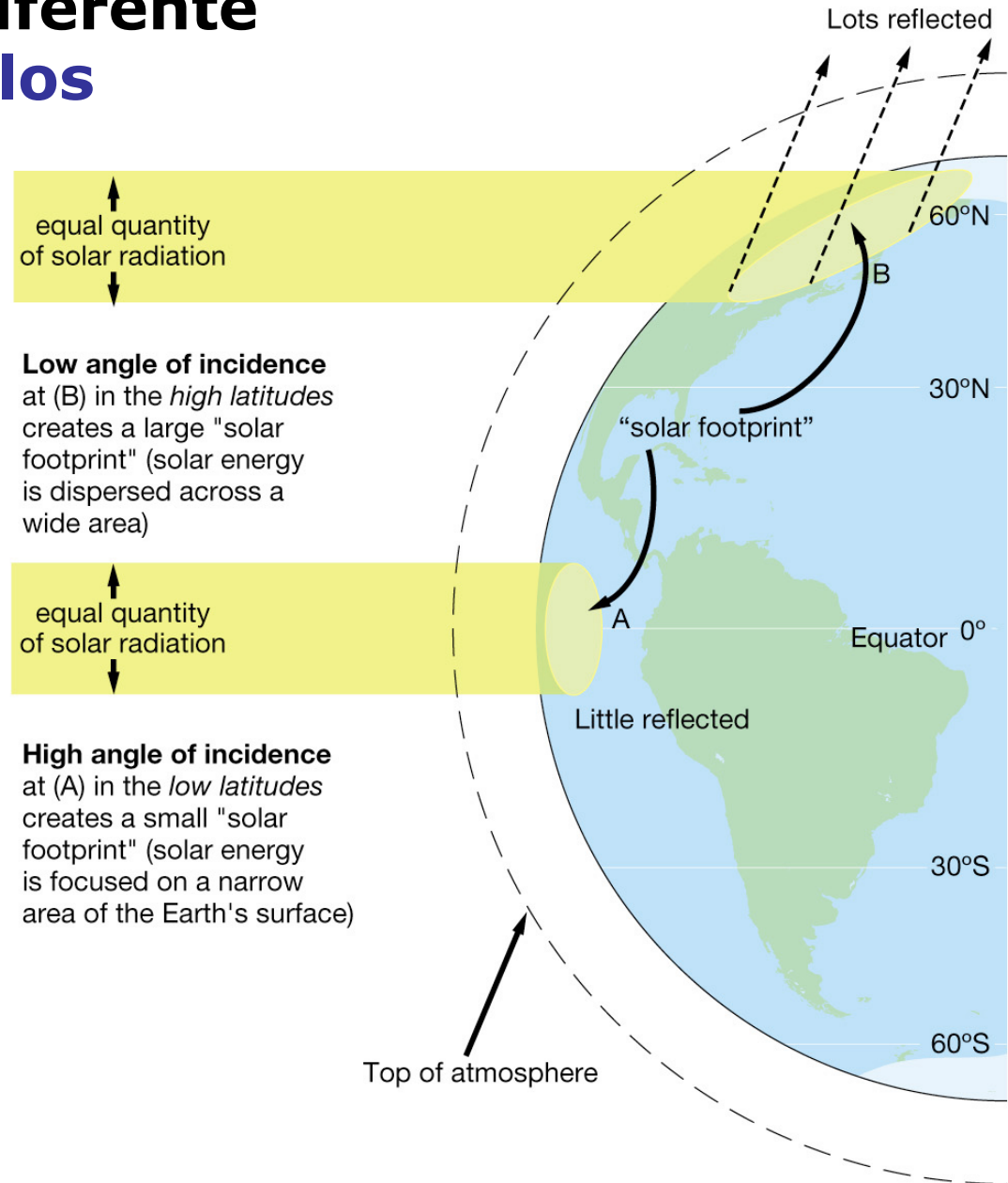
(b) COOLING OF AIR

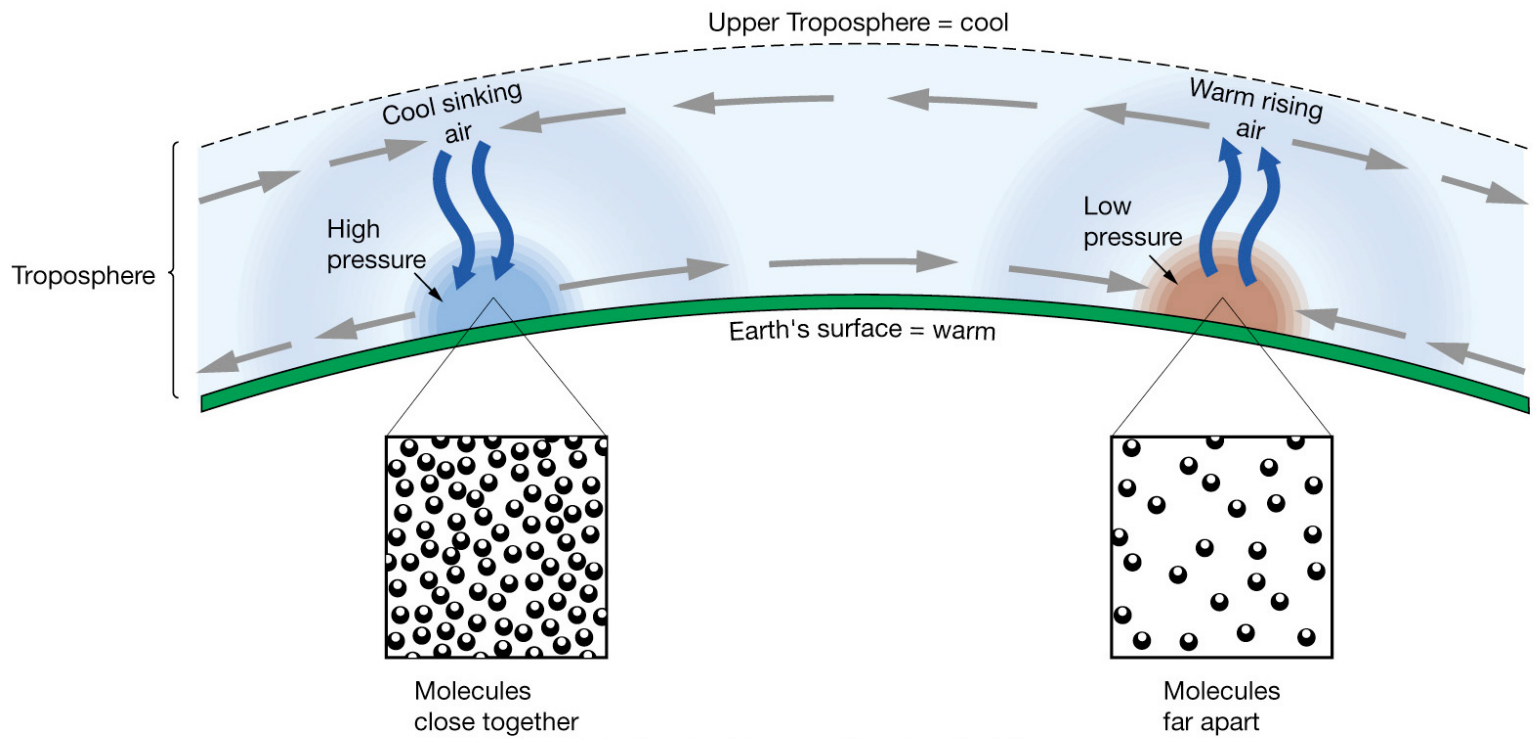
Ecuador/Trópicos

Latitudes Altas

Calentamiento diferente

Ecuador a los Polos





Circulación atmosférica tierra sin rotación

