

**III Taller sobre regionalización de precipitaciones máximas Rosario, 1 y 2 de diciembre de 2011**

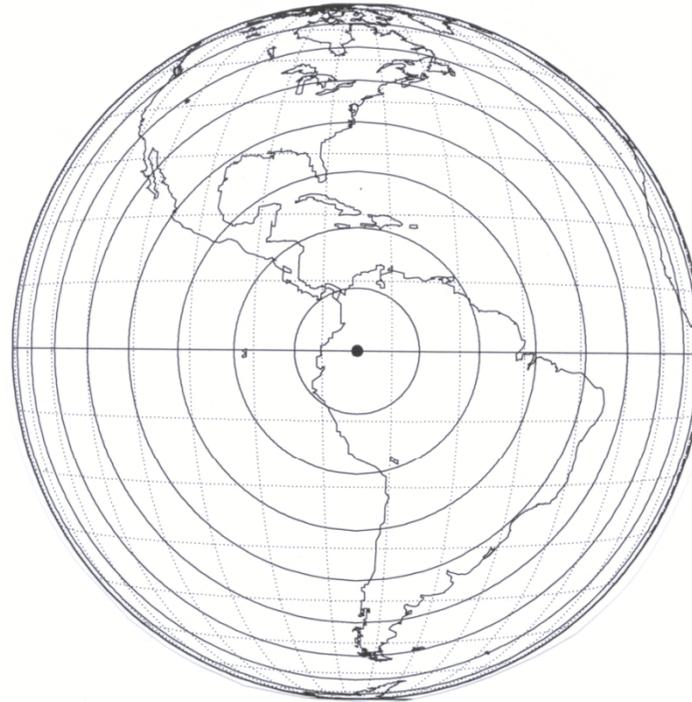
**A new GOES multispectral technique for operational precipitation estimation. Preliminary results over southern South America.**

**Daniel Barrera y Sebastián Gómez Gómez**

CONICET / Universidad de Buenos Aires  
Daniel.Barrera@fibertel.com.ar

## Geostationary Observing Environmental Satellite (GOES) GOES Este (actualmente es el GOES-13)

Punto subsatélite:  $0^{\circ}$  de latitud ,  $75^{\circ}$  de longitud oeste.

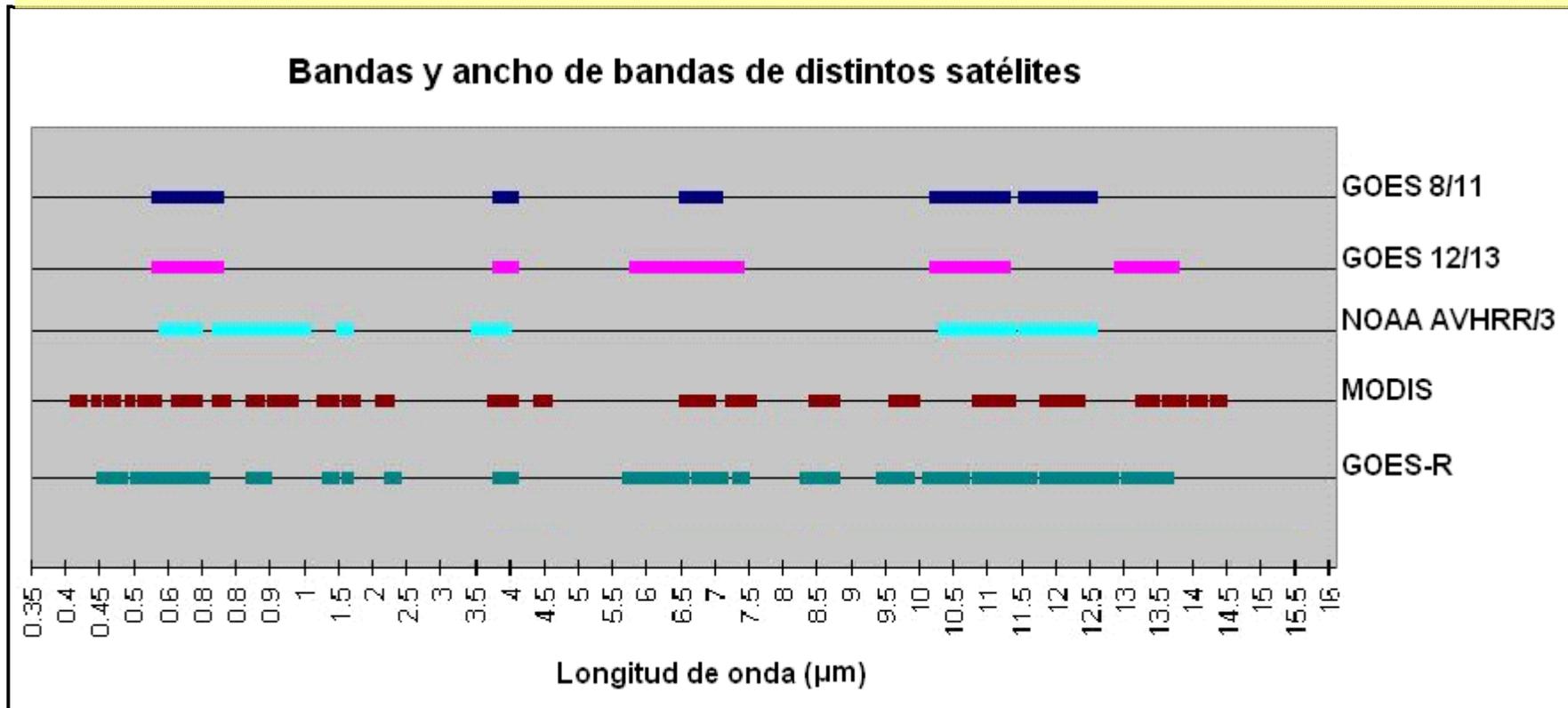


Los círculos concéntricos delimitan regiones con distinta distorsión debido a la curvatura terrestre. Se deben aplicar correcciones geométricas y radiométricas fuera del punto subsatélite.

Actualmente usamos el GOES Sudamérica (GOES-12) con nadir en  $60^{\circ}$  oeste, que genera una imagen cada 15 min. Probablemente sea discontinuado por restricciones presupuestarias en la NOAA (EEUU).

Sensores multispectrales: de 2 a 6 bandas o canales de medición radiométrica

Sensores hiperespectrales: 7 o más bandas o canales de medición radiométrica. Esta delimitación es arbitraria.



El ancho de la banda de medición define la “resolución espectral”

# GOES Multispectral Rainfall Algorithm (GMSRA)

(Ba y Gruber, 2001)

A partir de las radiancias medidas en los canales 1 a 5 se obtienen las siguientes variables:

Canal 1: 0.65  $\mu\text{m}$  (visible): albedo

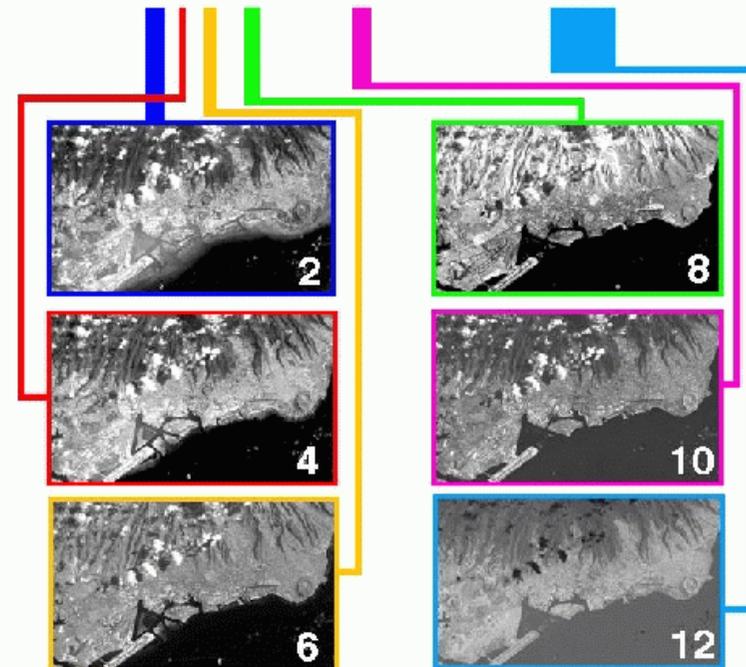
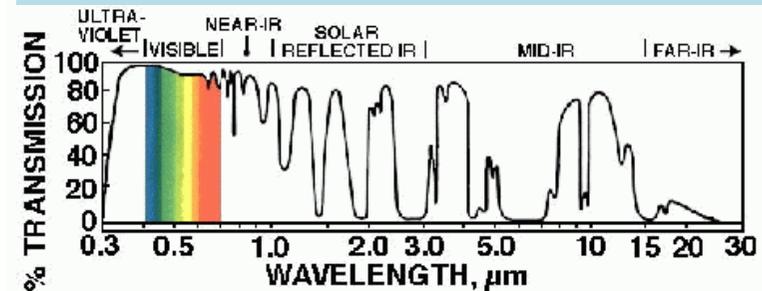
Canal 2: 3.9  $\mu\text{m}$  (infrarrojo cercano):  
radio efectivo de hielo y agua de nube

Canal 3: 6.7  $\mu\text{m}$  (infrarrojo medio):  
vapor de agua

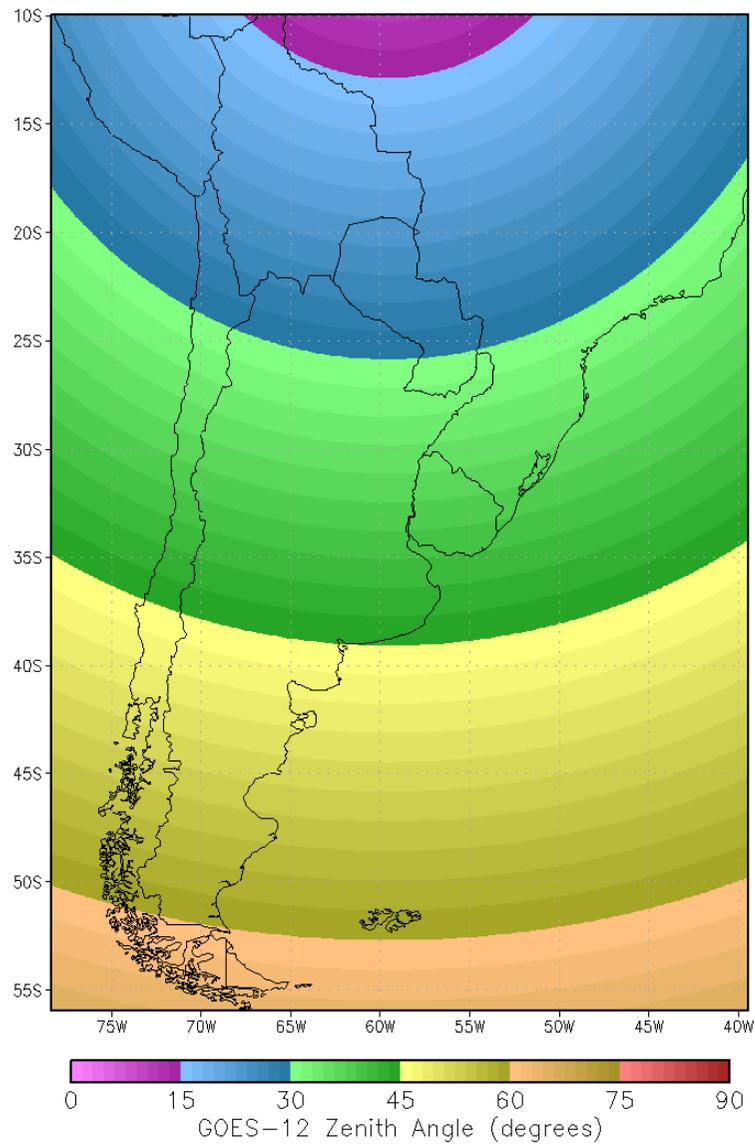
Canales 4 y 5: 10.7 y 12.0  $\mu\text{m}$  (infrarrojo térmico): temperatura de tope de nube

El canal 5 fue reemplazado por el canal 6 (13.5  $\mu\text{m}$ ) a partir del GOES-9.

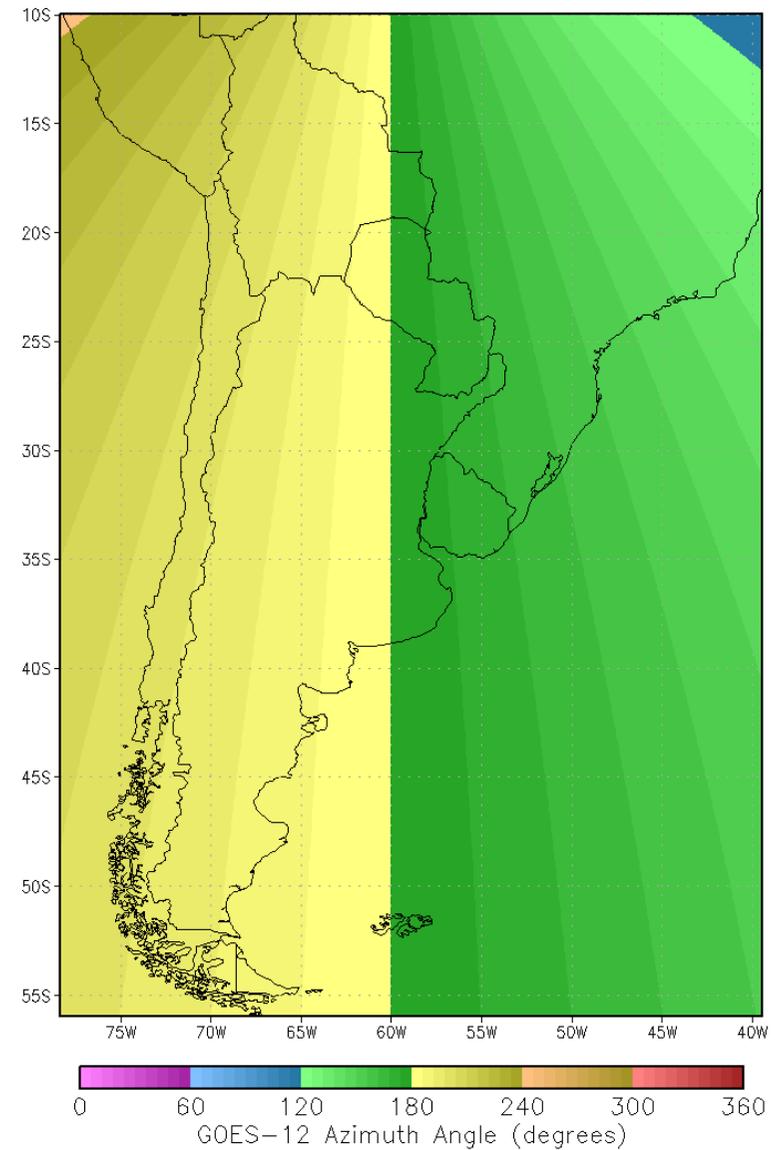
Los gases atmosféricos absorben radiación selectivamente.



# Tratamiento previo: Ángulos cenital y azimutal del satélite GOES Sudamérica

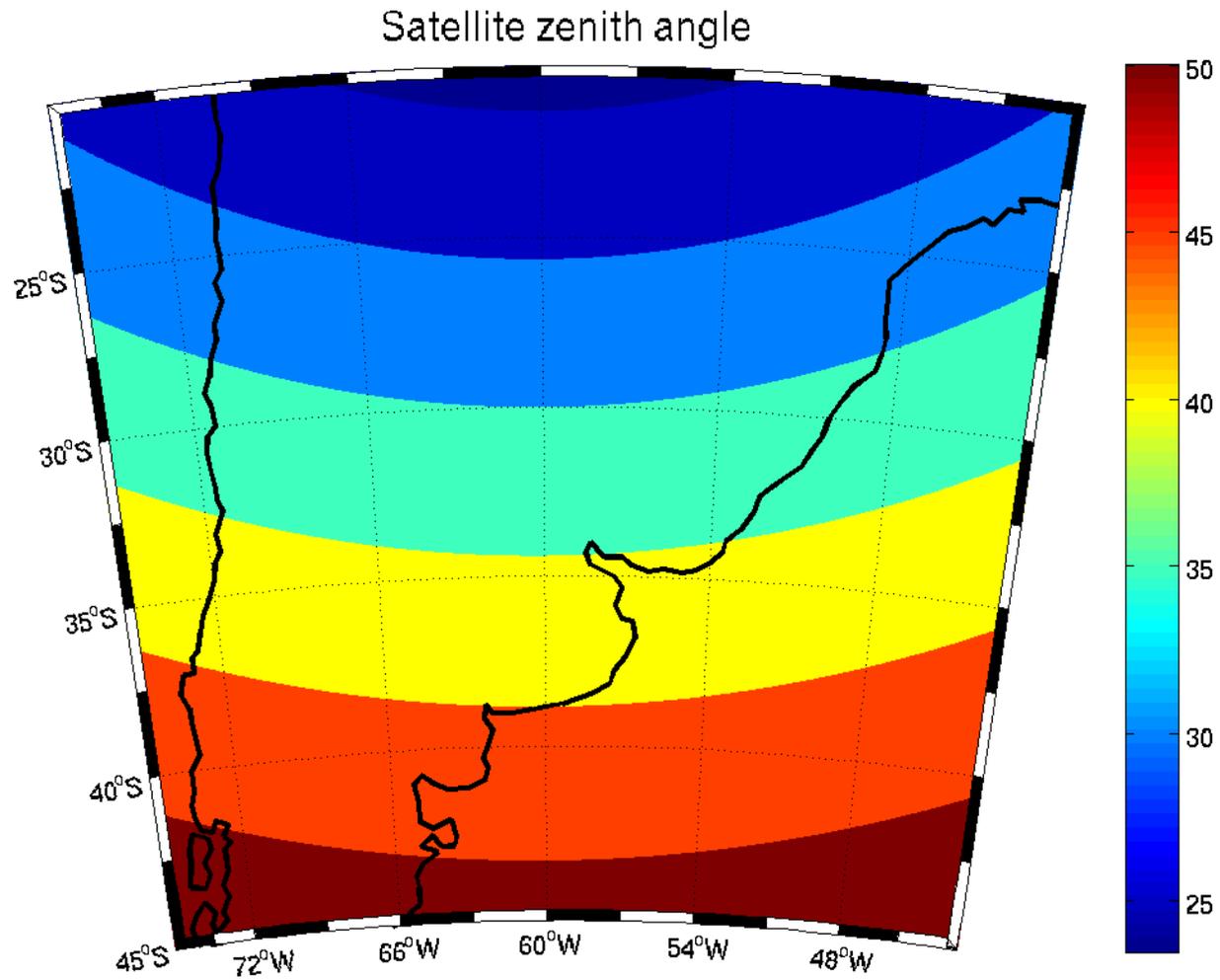


GRADS: COLA/IGES



GRADS: COLA/IGES

# Tratamiento previo: Ángulo cenital del GOES Sudamérica en el sector de estudio



Tratamiento previo: Corrección radiométrica por atenuación de la señal debida a la absorción por gases atmosféricos en canales infrarrojos (IR). A mayor camino en la atmósfera, mayor atenuación (efecto “limb darkening”)

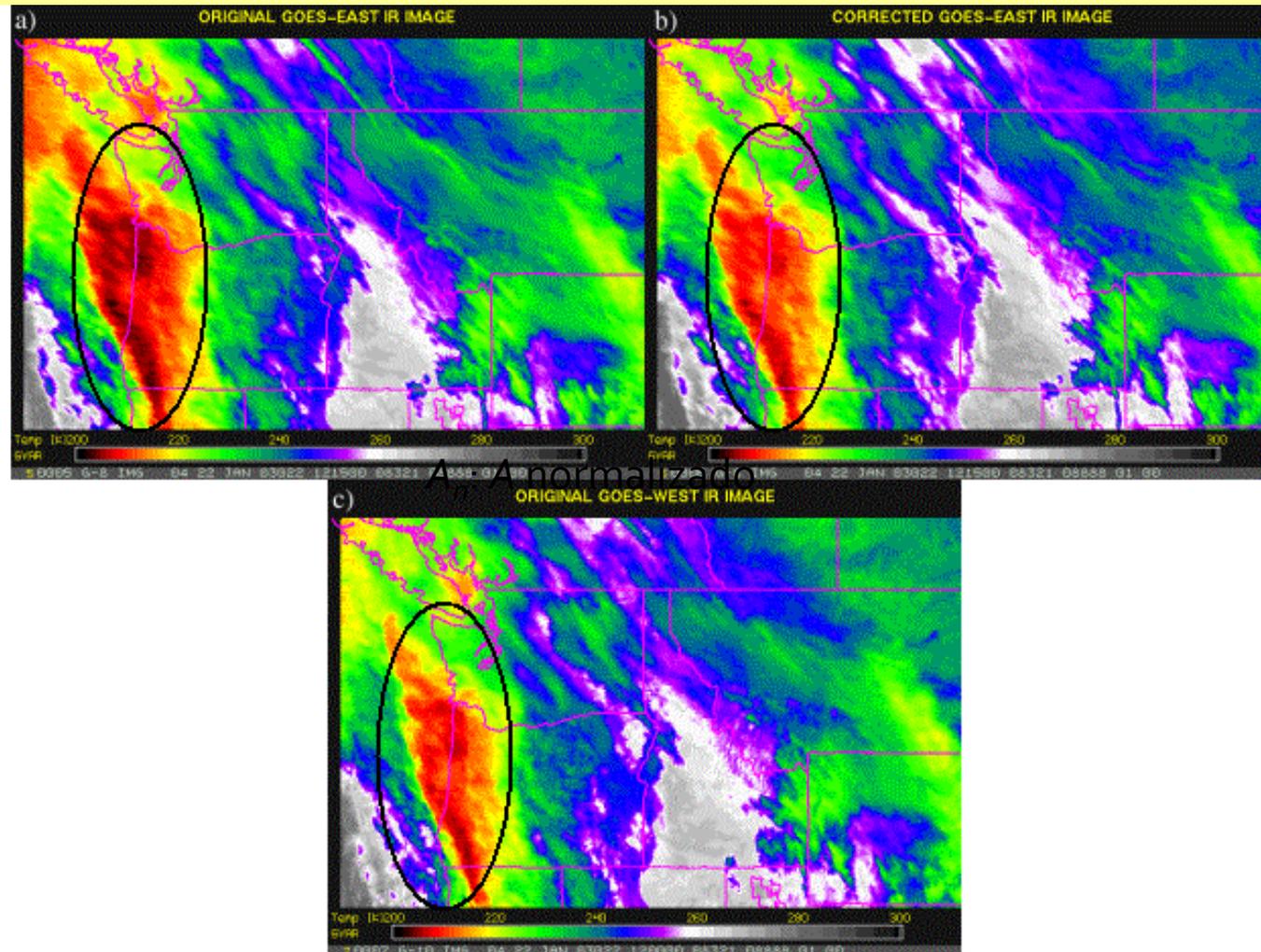
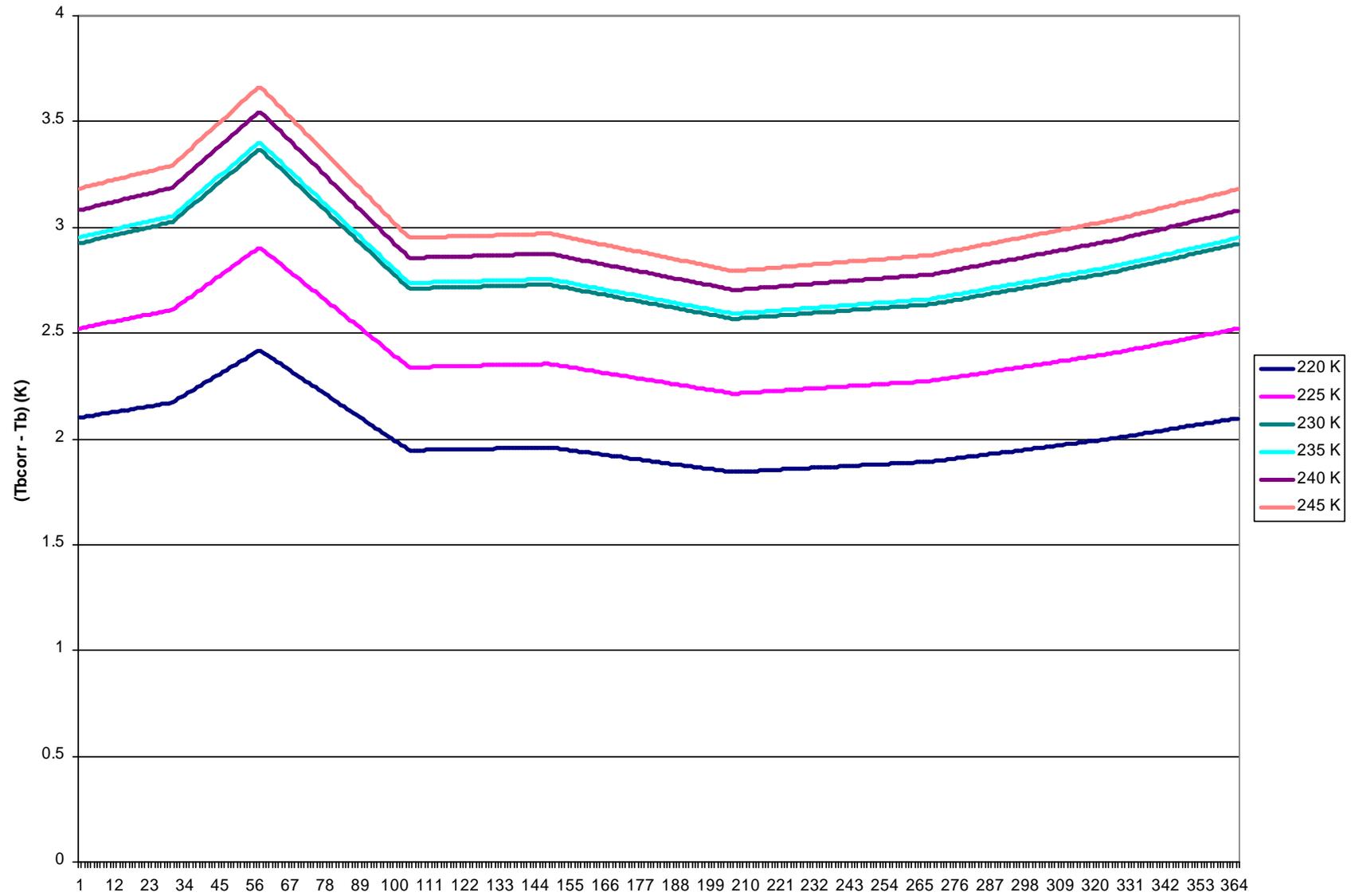


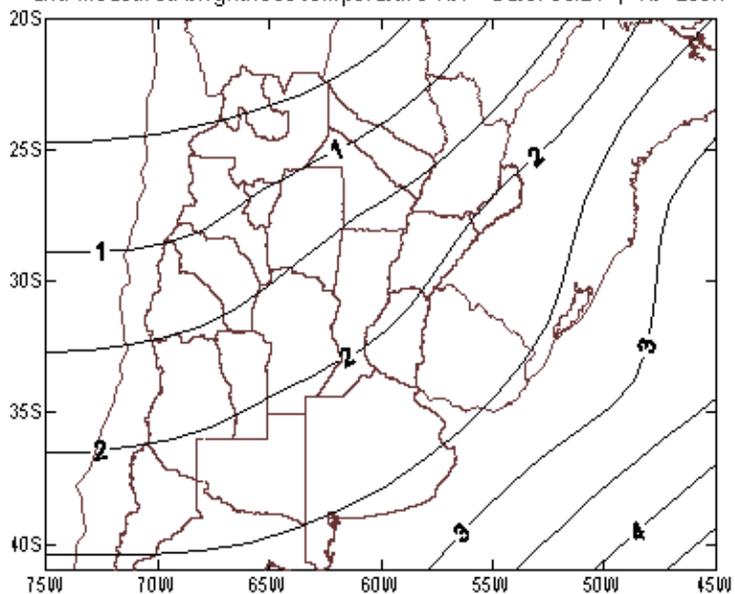
Figure 3. Comparison of GOES-8 (East) imagery over the Pacific Northwest (a) prior to zenith angle adjustment and (b) after adjustment, compared to (c) GOES-10 (West) imagery, which has a much a much higher angle of incidence than GOES-8 over this region. The ovals highlight a region of significant correction for cold cloud over western WA/OR. All images are for 1215 UTC 22 January 2003.

Cortesía de Robert Kuligowski

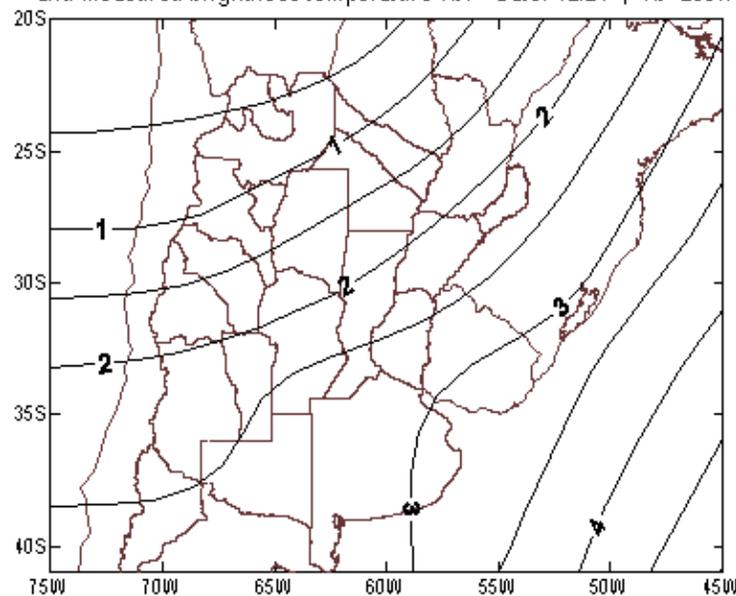
Corrección de Tb por ángulo cenital del satélite debido a absorción de radiación por gases atmosféricos, en función de valores medios climáticos (Joyce, 2000). Coordenadas: 37S, 57W



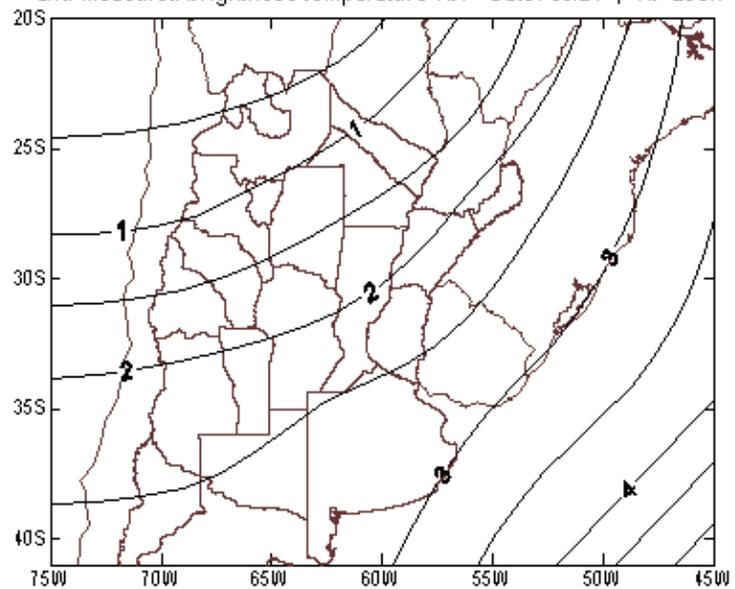
Temperature correction due to radiation attenuation for a given date and measured brightness temperature  $T_b$ . Date: 09/21 ;  $T_b=230K$



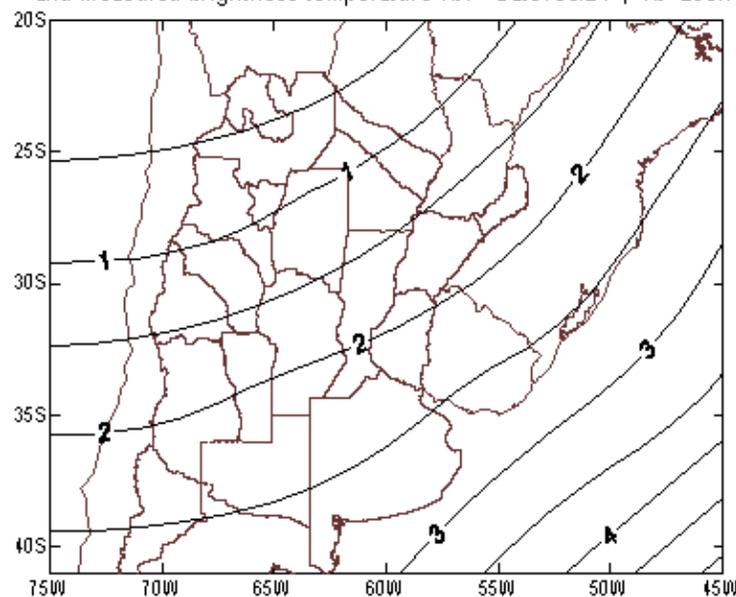
Temperature correction due to radiation attenuation for a given date and measured brightness temperature  $T_b$ . Date: 12/21 ;  $T_b=230K$



Temperature correction due to radiation attenuation for a given date and measured brightness temperature  $T_b$ . Date: 03/21 ;  $T_b=230K$



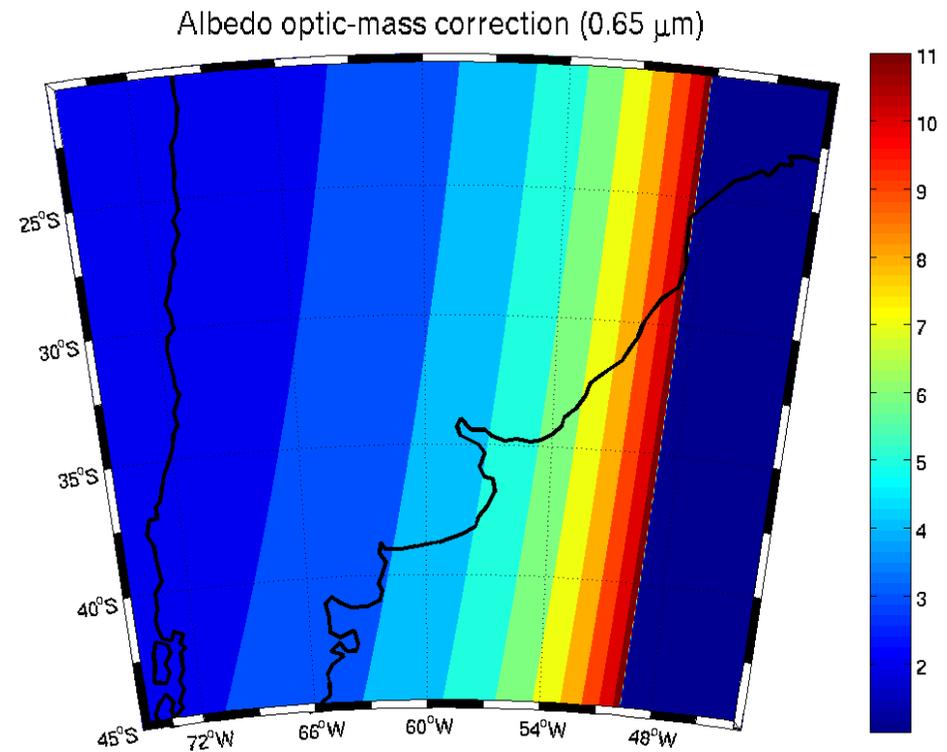
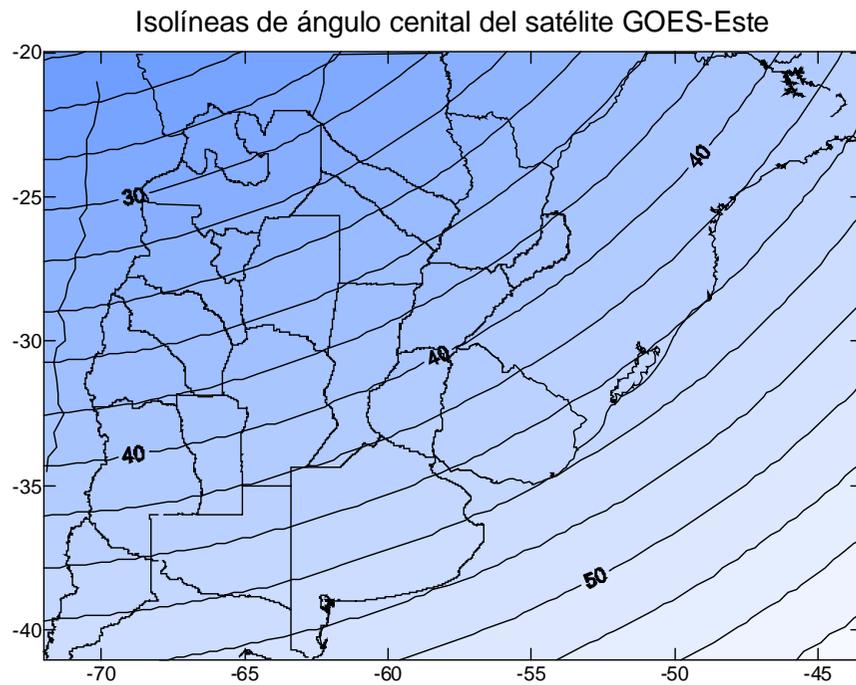
Temperature correction due to radiation attenuation for a given date and measured brightness temperature  $T_b$ . Date: 06/21 ;  $T_b=230K$



Tratamiento previo: Canal 1 (visible): Corrección de la reflectancia bidireccional por ángulo cenital (satélite + solar)

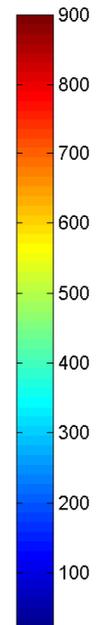
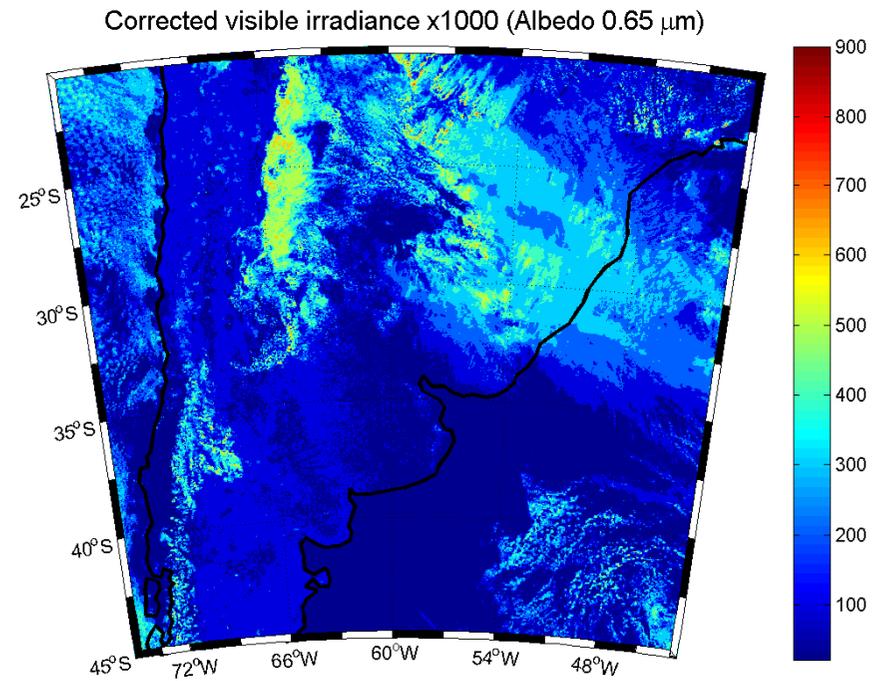
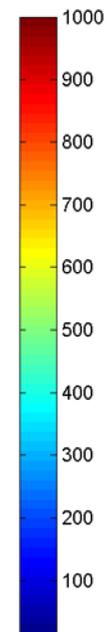
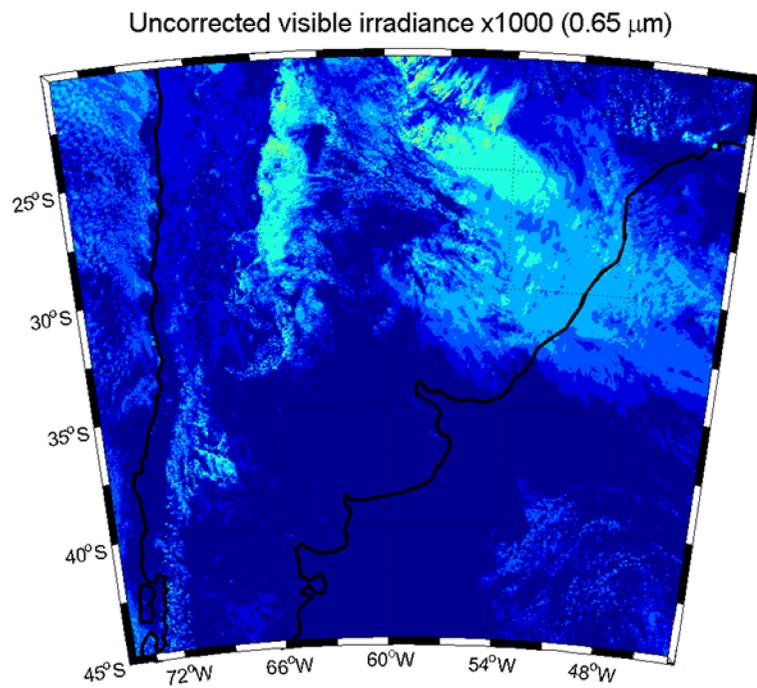
A mayor ángulo cenital corresponde mayor camino óptico en la atmósfera

23/12/09 17:45 UTC



Tratamiento previo del Canal 1:  
Corrección de la reflectancia bidireccional por ángulo cenital (satélite + solar)

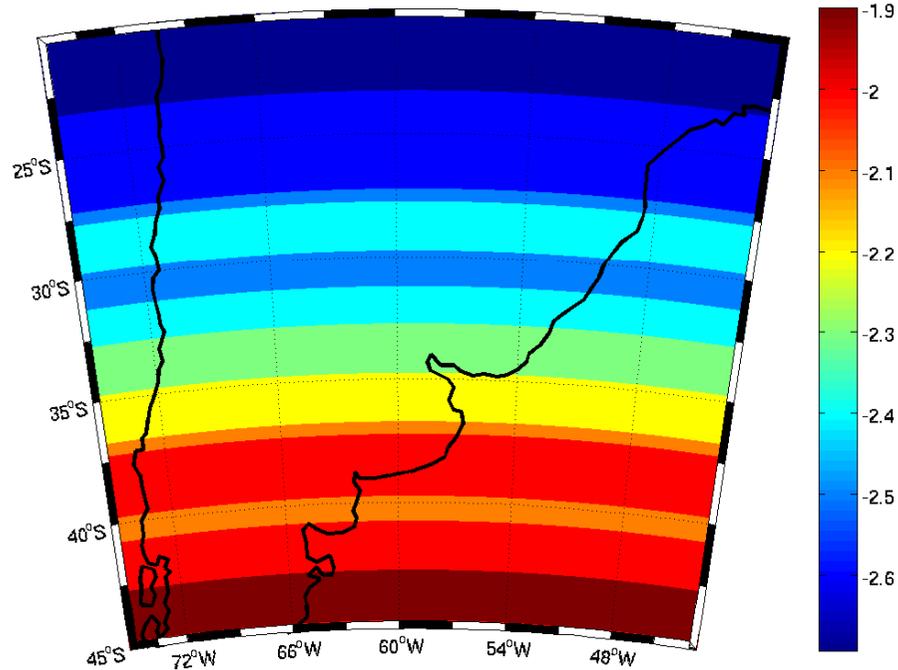
23/12/09 17:45 UTC



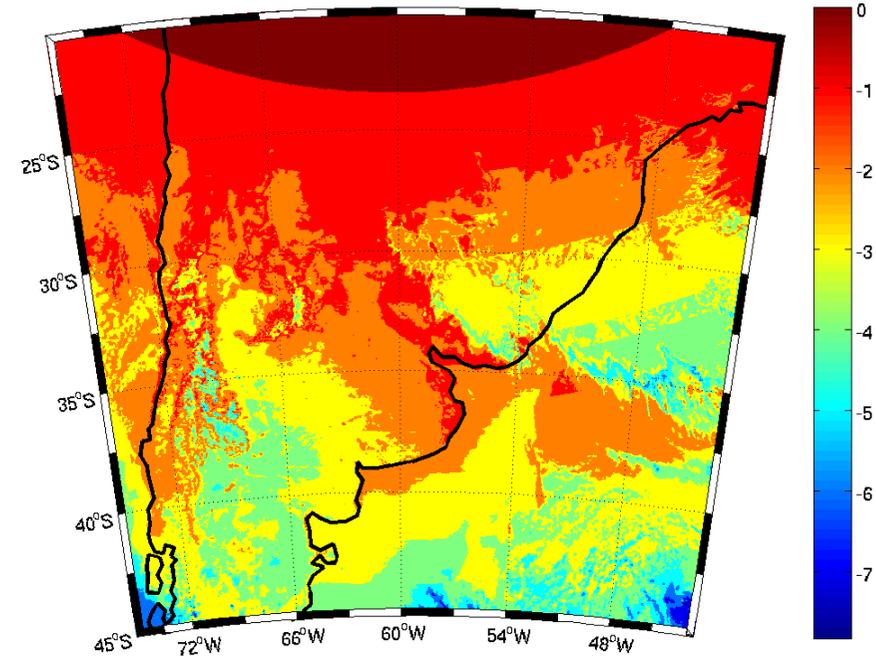
Tratamiento previo en canales IR: Corrección radiométrica por latitud (ángulo cenital del satélite) y por absorción por gases (en función del camino óptico y de la concentración media en la atmósfera) (efecto limb darkening) (Joyce et al 2000)

23/12/09 17:45 UTC

Error-lat brightness-temperature correction (11  $\mu\text{m}$ )



Error-grid brightness-temperature correction (11  $\mu\text{m}$ )

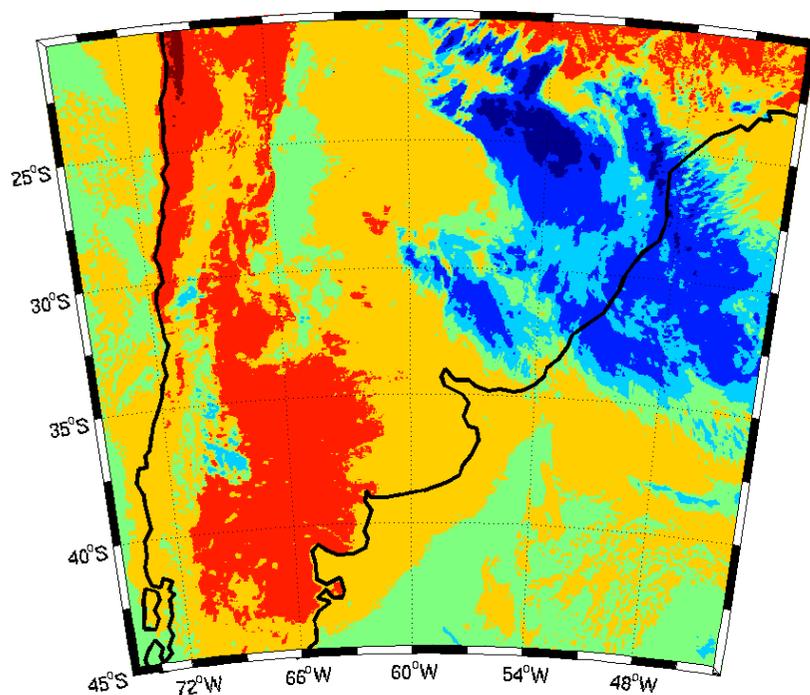


# Tratamiento previo: Corrección radiométrica en canales IR (limb darkening)

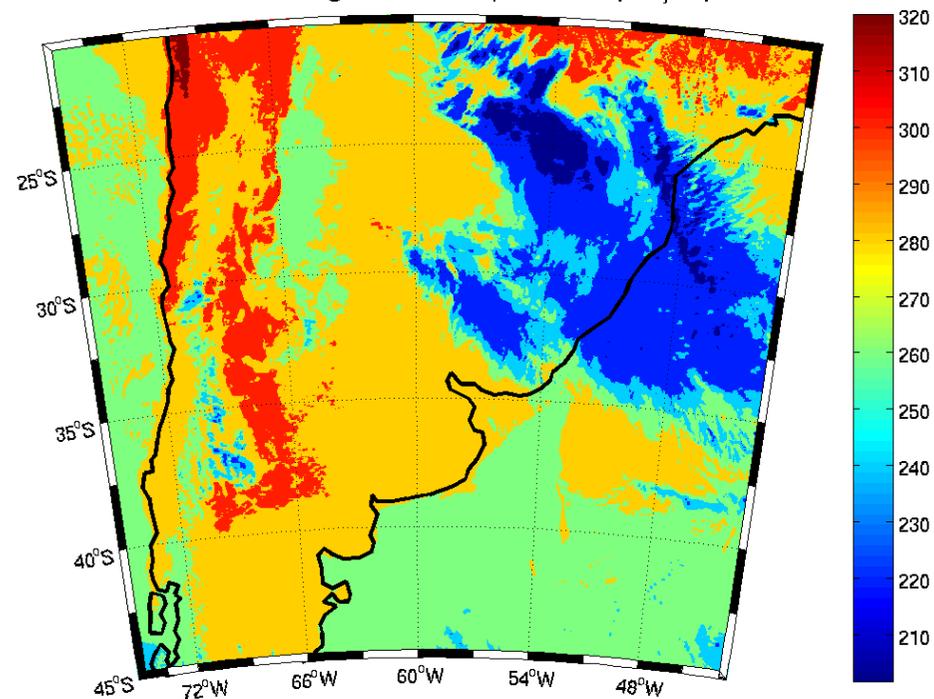
Ejemplo con el canal 4

23/12/09 17:45 UTC

Uncorrected brightness-temperature ( $11\ \mu\text{m}$ )



Corrected brightness-temperature ( $11\ \mu\text{m}$ )



# GOES Multispectral Rainfall Algorithm (GMSRA)

(Ba y Gruber, 2001)

## Remoción de *Cirrus* y *Cúmulos* en etapa de disipación

- Promedio ( $T_{avg}$ ): Temperatura promedio de 6 píxeles circundantes
- Mínimo ( $T_{min}$ ): Mínima temperatura ventana 5x5
- Slope:  
$$G_t = T_{avg} - T_{min}$$
- Pendiente umbral (función discriminante):

$$S = 0.568(T_{min} - 217 K)$$

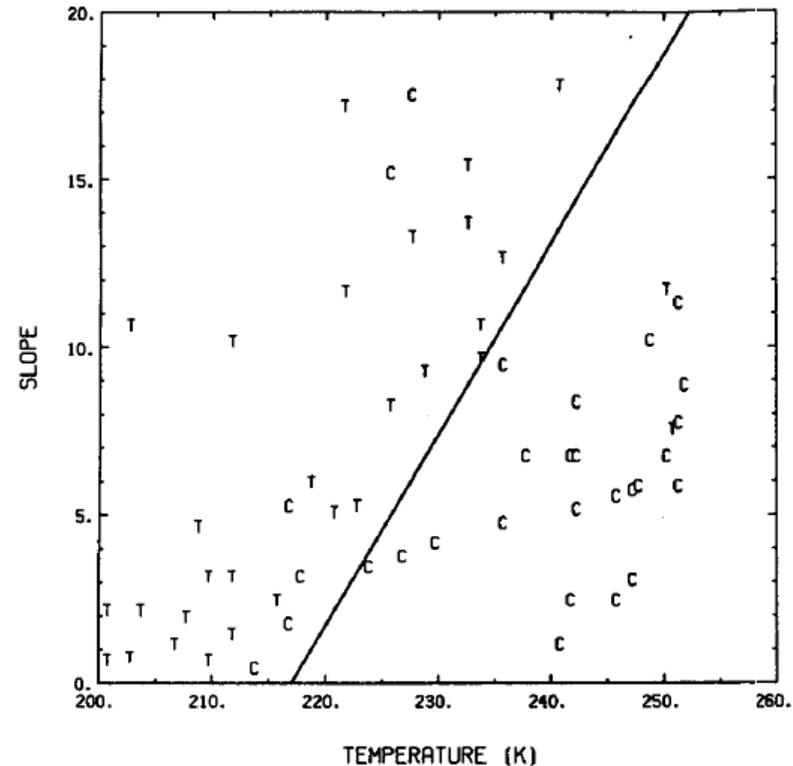


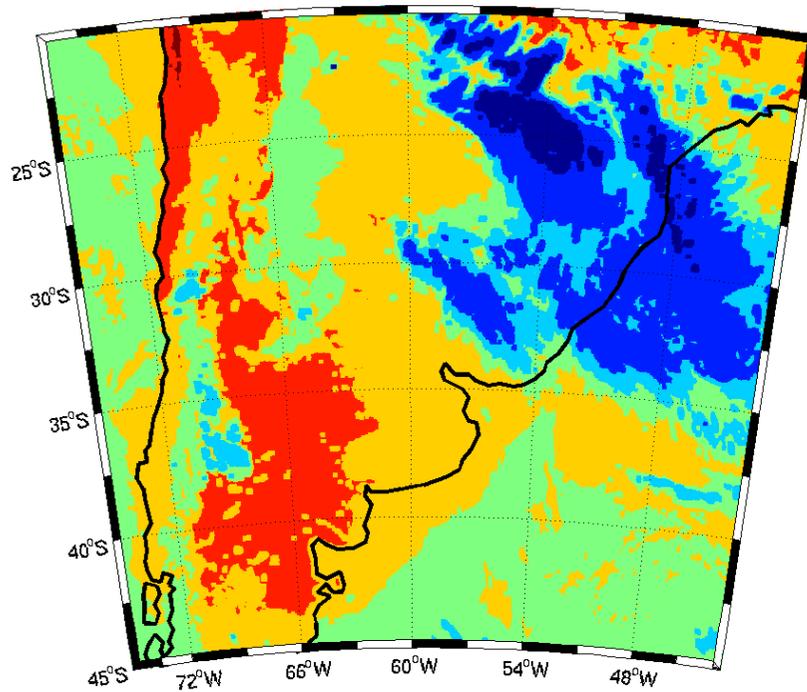
FIG. 1. Discriminant analysis of thunderstorms ( $T$ ) and thin cirrus ( $C$ ) in the temperature/slope plane. The slope parameter is defined in the text. Points are individual temperature minima ( $T_{min}$ ), classified ( $T$ ) or ( $C$ ) using visible channel and radar data.

Tomado de Adler y Negri (1988)

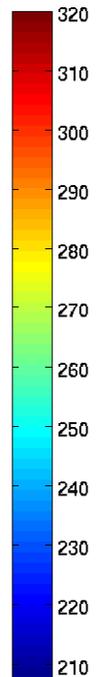
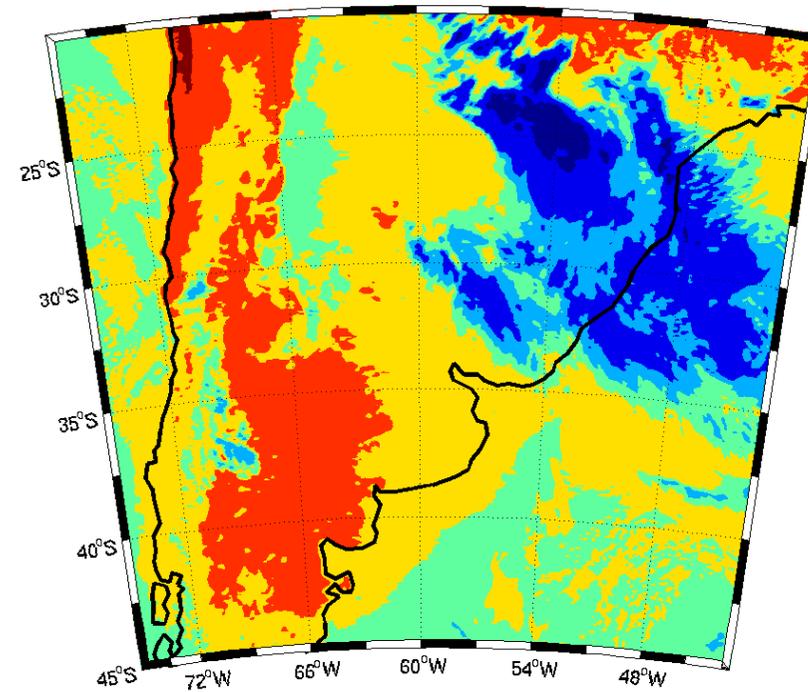
Mínimos de temperatura de brillo locales y promedios de 6 píxeles alrededor de los mínimos. Se usa el canal 4 ( $T_4$ ).

23/12/09 17:45 UTC

Local minimum brightness-temperature ( $11 \mu\text{m}$ )

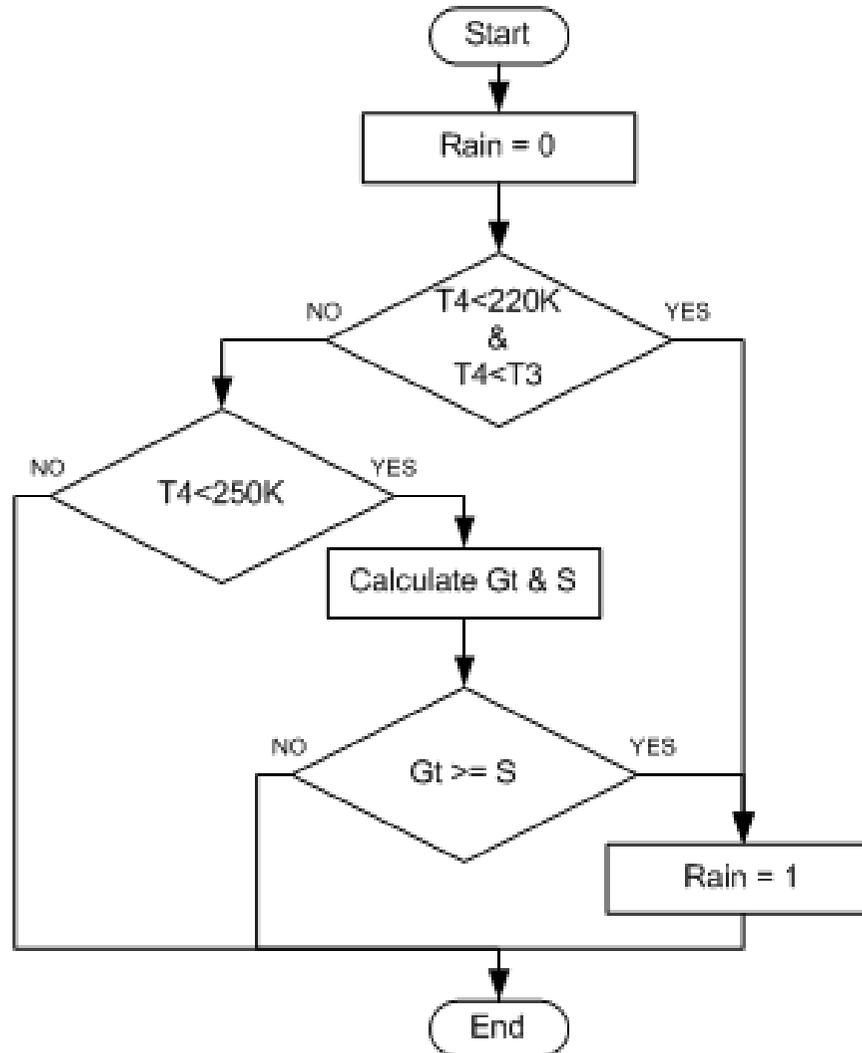


Local average brightness-temperature ( $11 \mu\text{m}$ )



# Remoción de nubes altas no lluviosas: *Cirrus* y *Cumulus* en etapa de disipación

Diagrama de flujo



# GOES Multispectral Rainfall Algorithm (GMSRA)

(Ba y Gruber, 2001)

Se identifican y filtran los cirrus combinando 2 criterios:

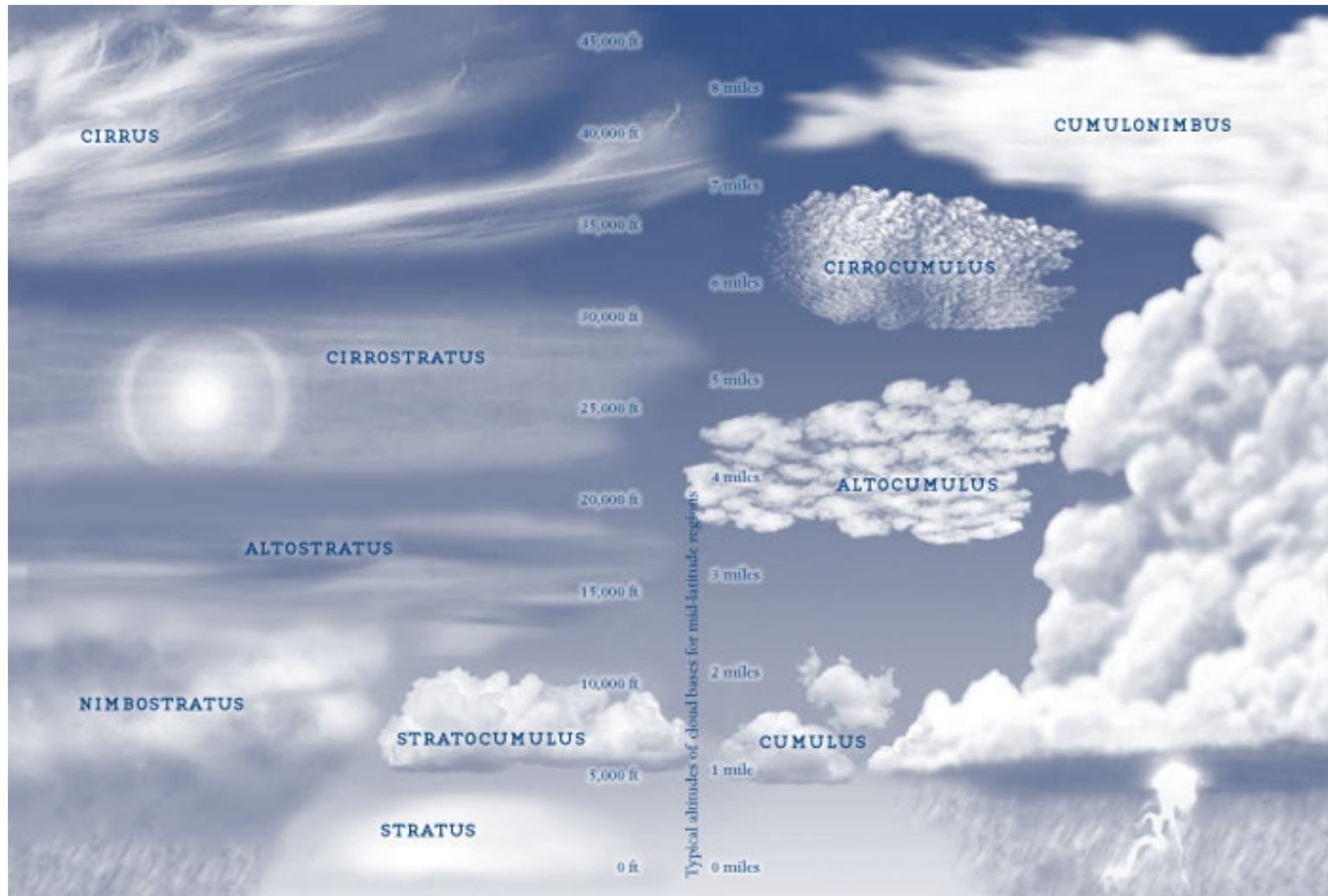
- a) mediante análisis textural del entorno del píxel, basado en la temperatura radiativa según el canal de  $10.7 \mu\text{m}$ ;
- b) Durante las horas del día se identifican y filtran los cirrus por su baja reflectancia en el visible (pequeño espesor).

Durante el día, el radio efectivo de las partículas en el tope de la nube -determinado con los canales visible ( $0.65 \mu\text{m}$ ) e infrarrojo cercano ( $3.9 \mu\text{m}$ ) - se usa para discriminar si una nube de tope caliente (stratus o cúmulos de poco desarrollo) es precipitante.

Para topes muy fríos ( $T < 230\text{K}$ ) según el canal de  $10.7 \mu\text{m}$ , se halla la diferencia de temperatura ( $10.7 \mu\text{m} - 6.7 \mu\text{m}$ ); si ésta es negativa corresponde a áreas de convección profunda (*overshooting tops*) aunque el análisis textural diga lo contrario.

# Tipos de nubes

## Nubes altas y frías: Cirrus y Cumulonimbus

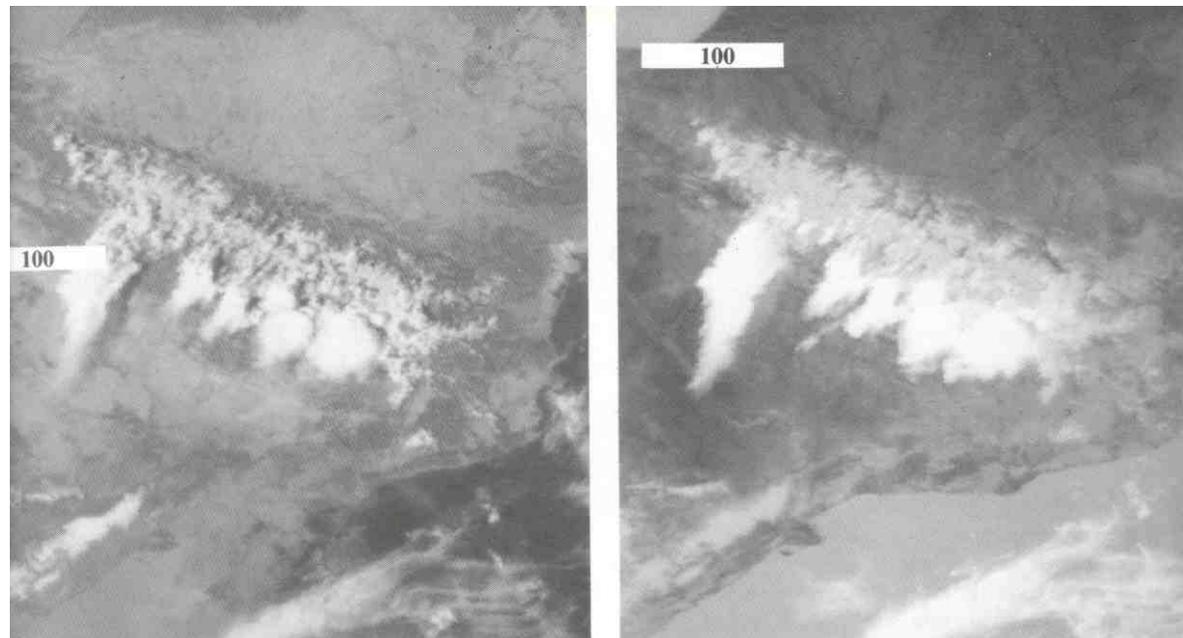


### ***Cirrus:***

Asociados a ciclones extratropicales, sistemas convectivos de masa de aire y sistemas orográficos

Albedo algo menor que el de los *cumulus*

**Tb** similar a la de los *cumulonimbus*



*Cirrus* orográficos. Izq.: imagen visible Der.: imagen infrarroja