

# Nubes y nieblas del polo Norte de Saturno y Hexagonal Mediante Imágenes Cassini/ISS



José Francisco Sanz Requena(1)

Santiago Pérez Hoyos (2)

Agustín Sánchez-Lavega (2)

Arrate Antuñano (2)

Patrick G.J. Irwin (3)

(1) Dpto. de Ciencias Experimentales. Universidad Europea Miguel de Cervantes. Valladolid.

(2) Dpto. De Física Aplicada I. E.T.S. Ingenieros. Universidad del País Vasco. Bilbao.

(3) Atmospheric, Oceanic and Planetary Physics, University of Oxford, Oxford, UK



CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA  
Asociado al NASA Astrobiology Institute



V Reunión de Ciencias Planetarias y Exploración del Sistema Solar

cpress5

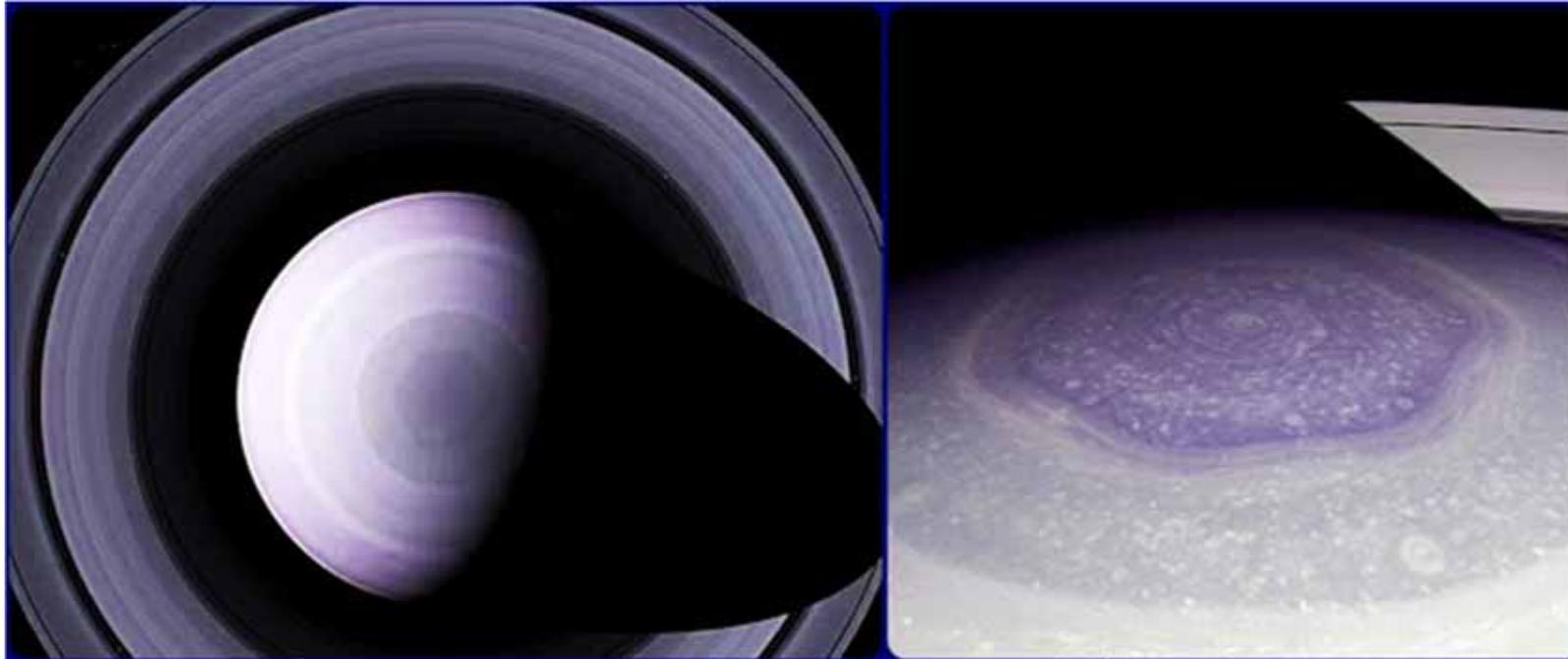
# Introducción

- Saturno posee una **estructura hexagonal única** centrada aproximadamente a una latitud (planetocéntrica)  $75^\circ$  en el hemisferio norte. No hay contrapartida en el Sur.
- Circulación **ciclónica** con mucha subestructura.
- Periodo de rotación de **10 h 39 min 23.01 s**(Sánchez-Lavega et al. 2014)).
- Tamaño **13800 km** ( 8% más que el diámetro de la tierra)
- Encierra **jet muy rápido** hacia el este ( $100\text{m s}^{-1}$  a  $75.8^\circ\text{N}$ ).
- Jet Polar  $140\text{ ms}^{-1}$  a  $88.5^\circ\text{N}$

Sanchez-Lavega et al. *Geophys. Res. Lett.* (2014).

A. Antuñano, et al. *Journal of Geophysical Research: Planets*, (2015)

# Introducción



Voyager I (1980)

Cassini (2012)

D.A. Godfrey . *Icarus* (1988)

Allison, M., D. A. Godfrey, and R. F. Beebe . *Science*.(1990).

Sanchez-Lavega et al. *Geophys. Res. Lett.* (2014).

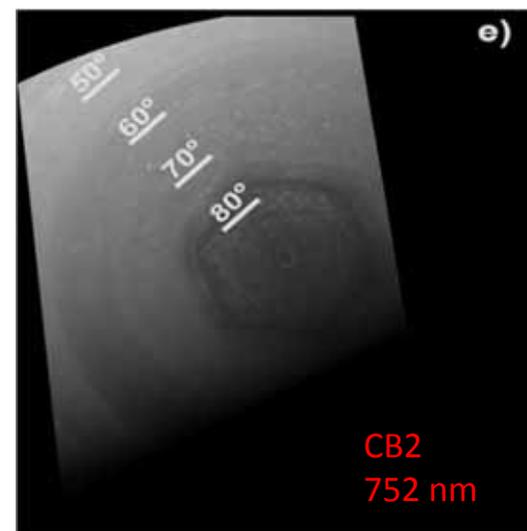
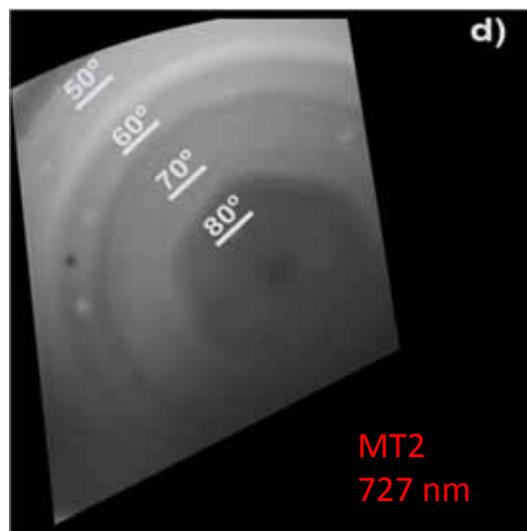
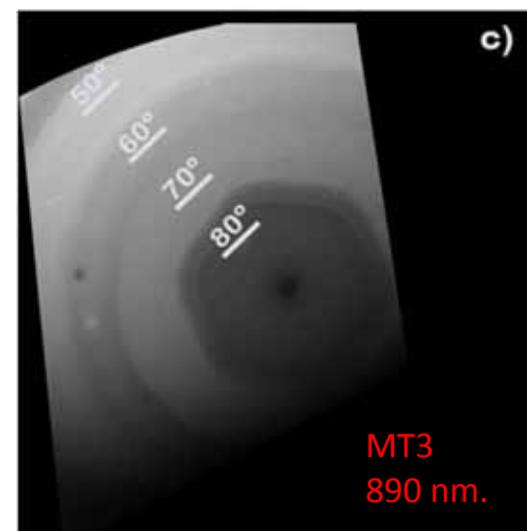
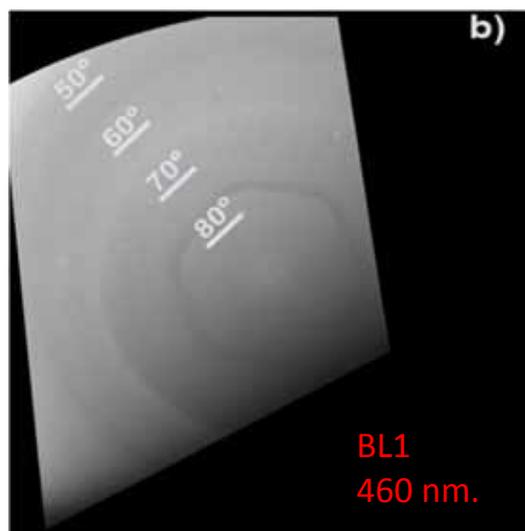
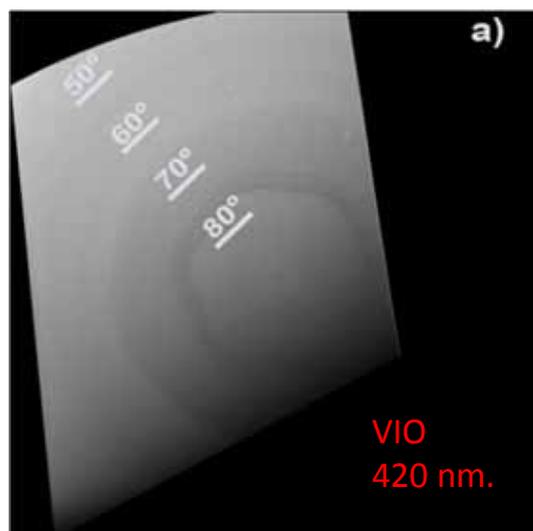
# Introducción

- 1as. Observaciones: Voyager 1 y 2 flybys en 1980 y 1981
- Hubble Space Telescope (HST). 1990–1995.
- Presencia de NPS (North Polar Spot). ¿Causa del Hexágono?
- Cassini (2006) : ¿Donde está NPS?.
- ¿Onda de Rossby estacionarias?(movimientos del “aire” de los polos hacia el ecuador debido a diferencia de temperaturas)
- La persistencia de el hexágono durante este período y la **notable estabilidad de su velocidad de rotación** a través de las estaciones polares llevó a la sugerencia de que se trata de una **estructura atmosférica profundamente enraizada** cuya velocidad de rotación puede revelar la velocidad de rotación del planeta.

Sanchez-Lavega et al. *Geophys. Res. Lett.* (2014).

A. Antuñano, et al. *Journal of Geophysical Research: Planets*, (2015)

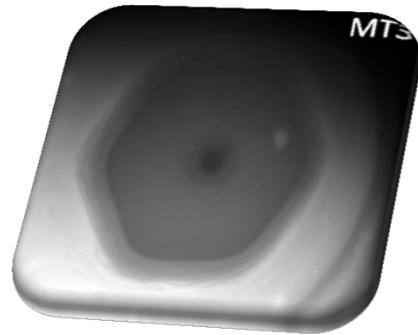
# Filtros



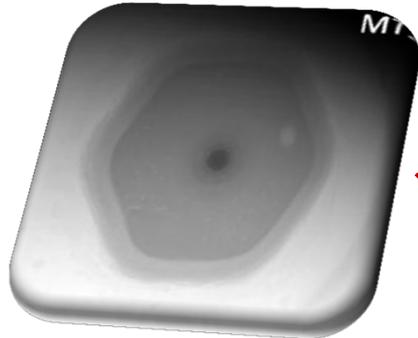
# Observaciones

Presión

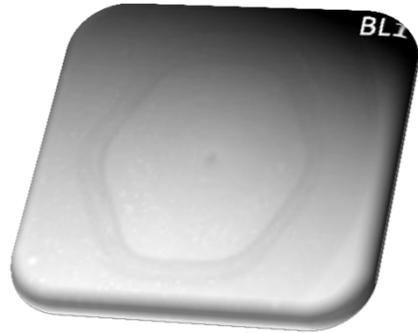
MT3  
890 nm



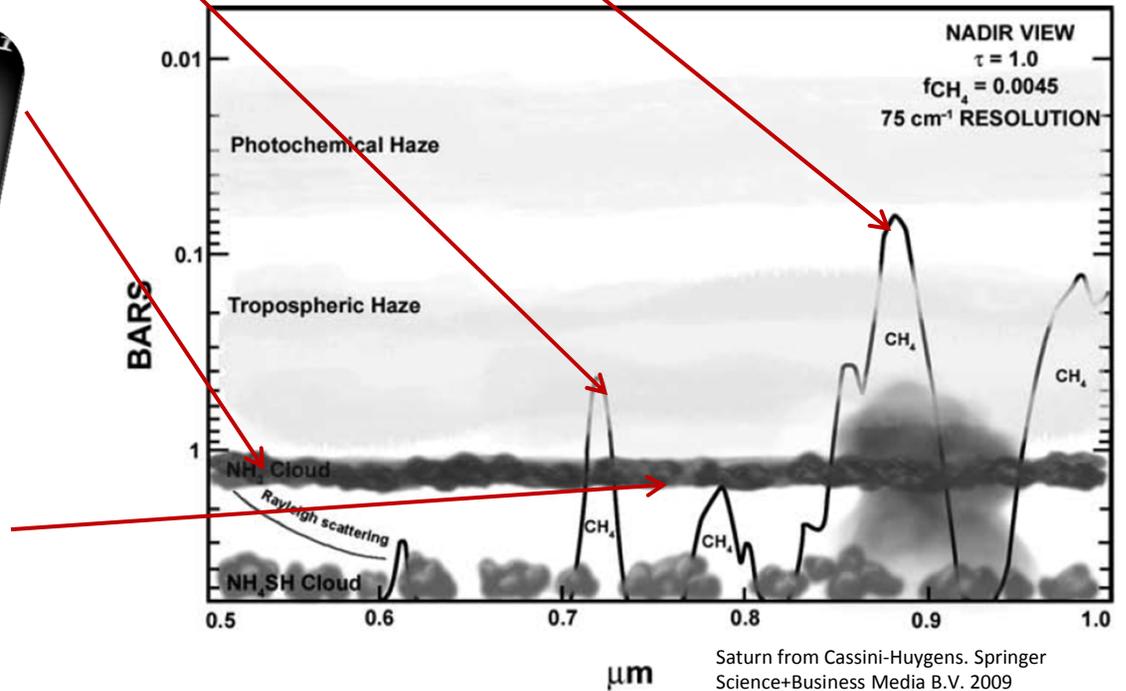
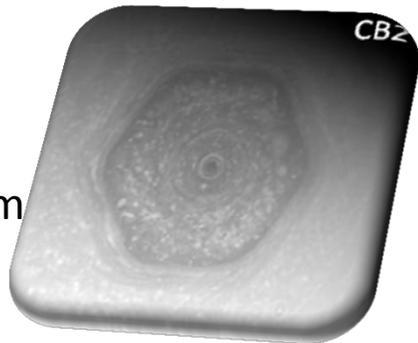
MT2  
727 nm



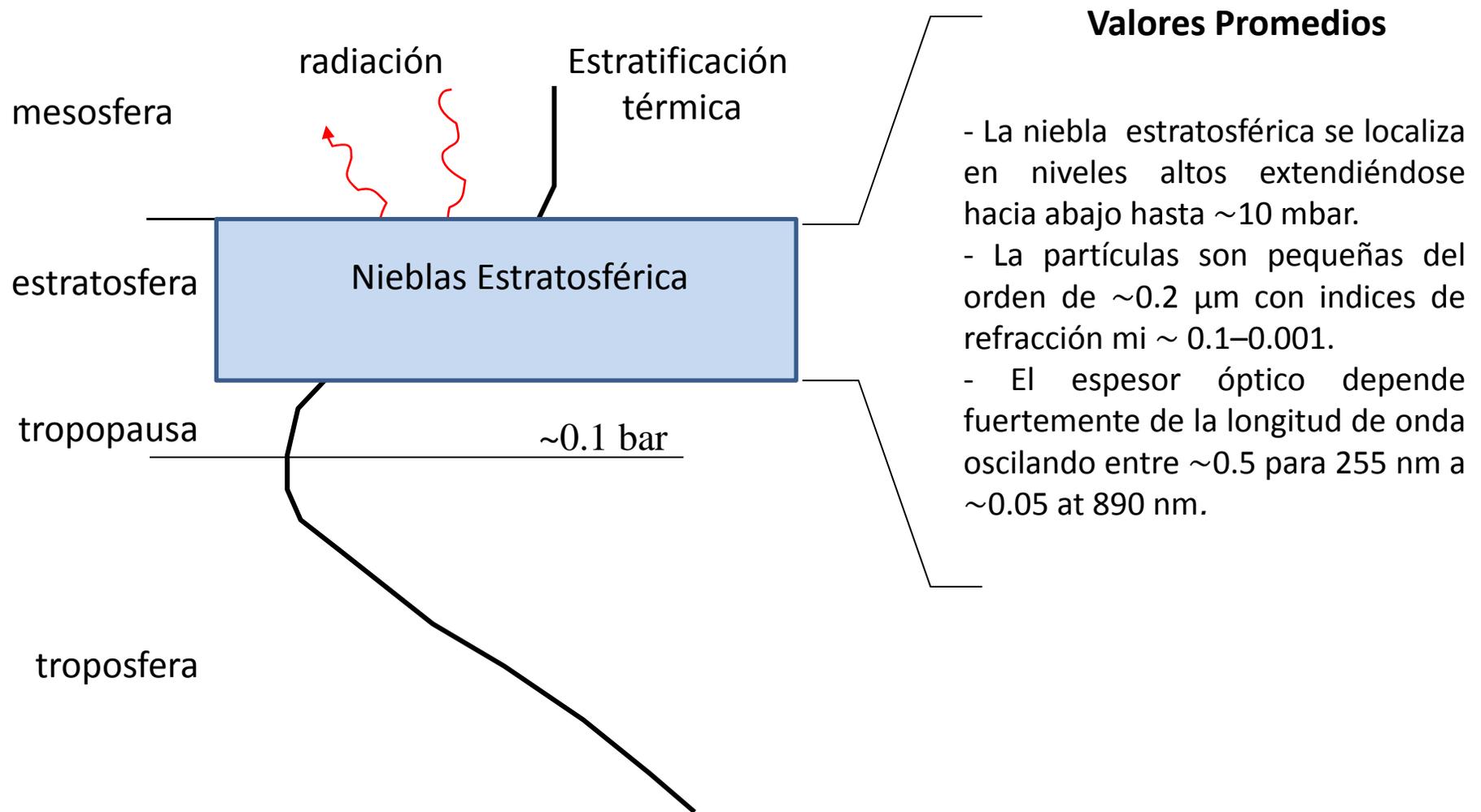
BL1  
451 nm



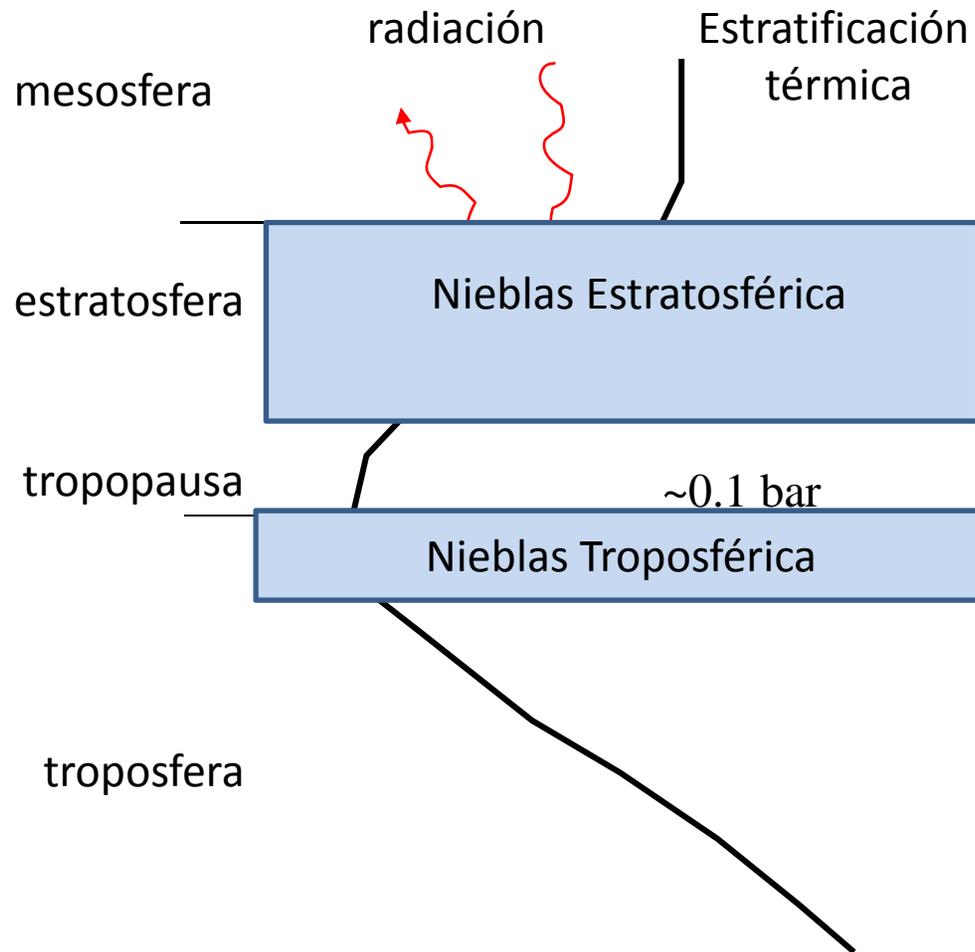
CB2  
752 nm



# Atmósfera promedio



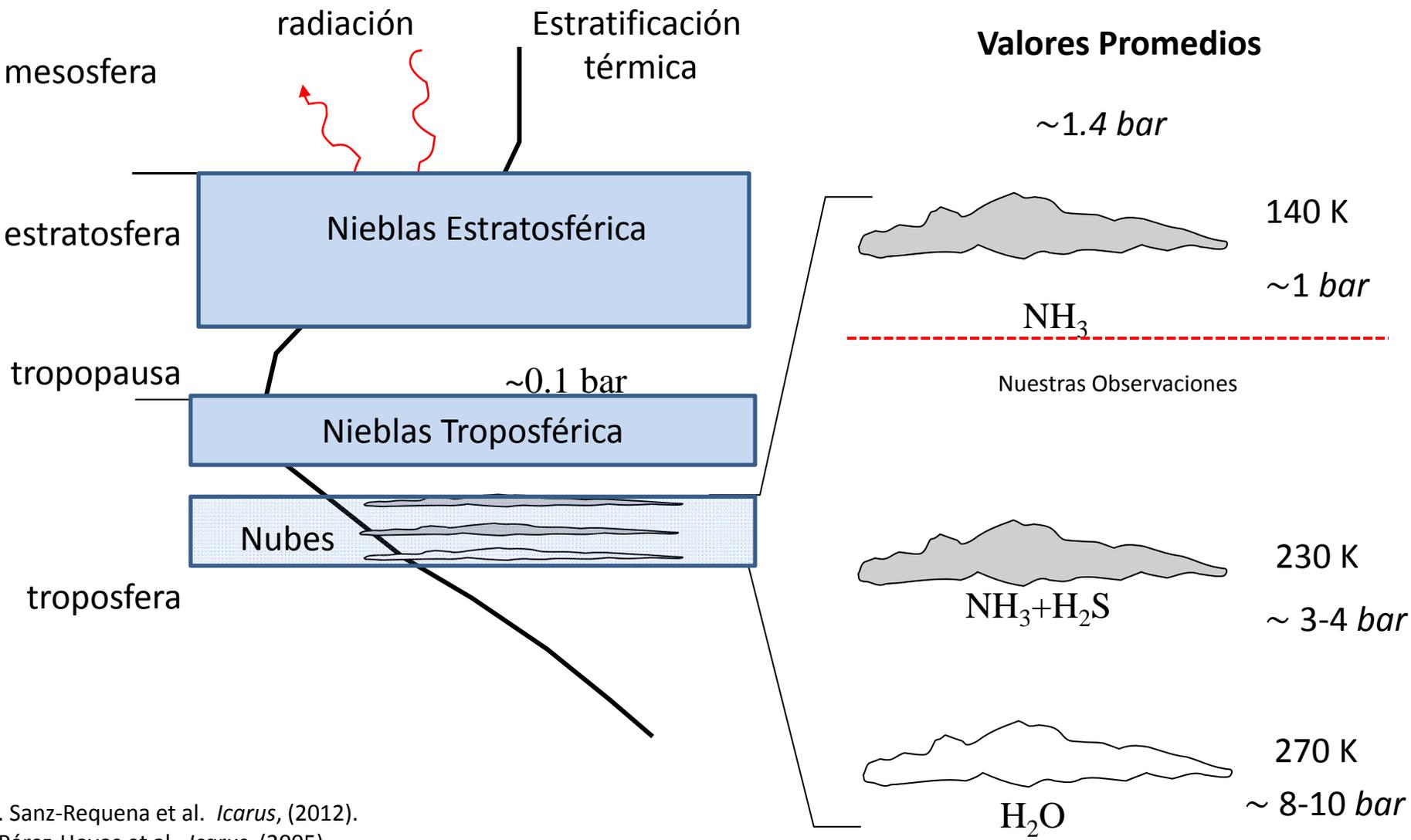
# Atmósfera promedio



## Valores Promedios

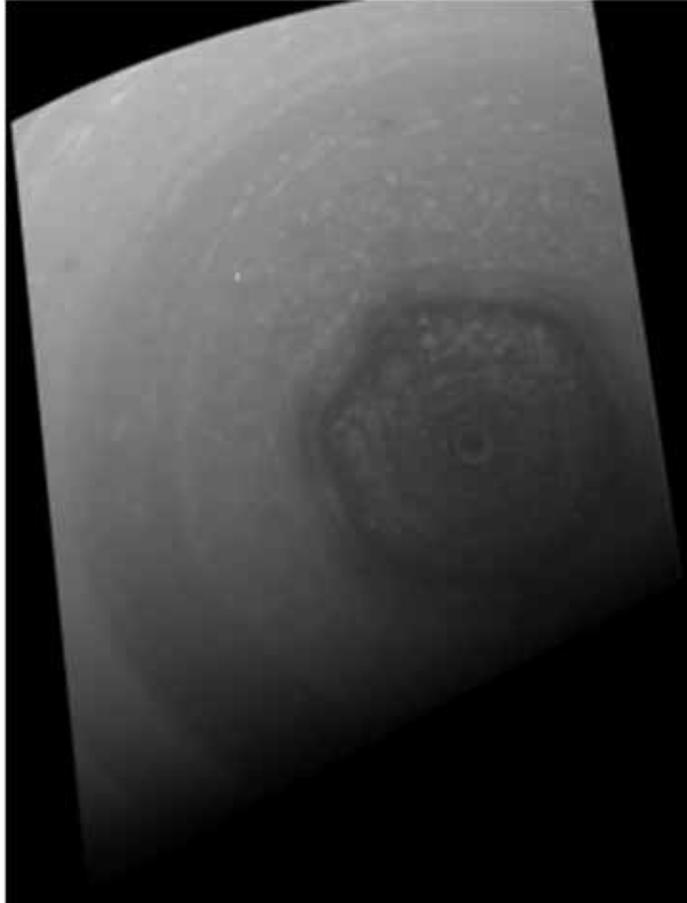
- La niebla troposférica llega hasta  $\sim 400$  mbar.
- El espesor óptico muestra una débil dependencia con la longitud de onda.
- El albedo de dispersión única depende fuertemente de la longitud de onda.
- Las partículas son absorbentes para longitudes de onda corta y se comportan como dispersores perfectos en la zona del infrarrojo cercano.

# Atmósfera promedio



J.F. Sanz-Requena et al. *Icarus*, (2012).  
 S. Pérez-Hoyos et al. *Icarus*. (2005)

# Regiones



- \* K- Means.
- \* Un conjunto de  $n$  observaciones en  $k$  grupos en el que cada observación pertenece al grupo cuyo valor medio es más cercano.

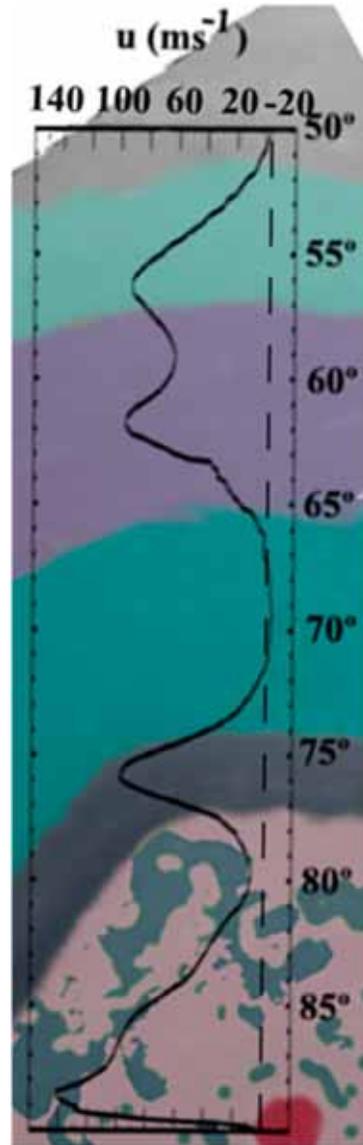
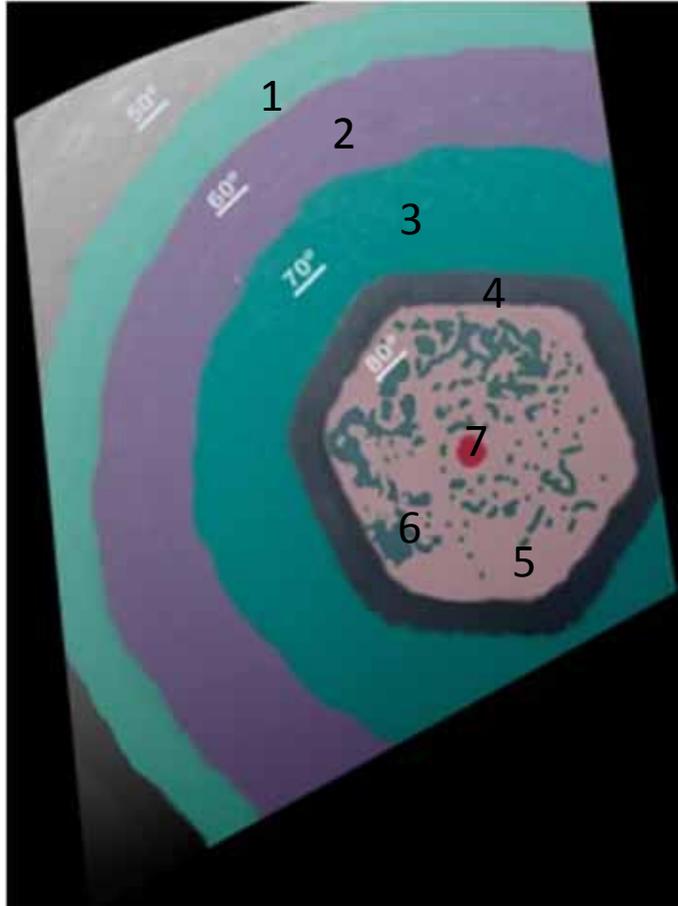
# Regiones



\* K- Means.

\* Un conjunto de  $n$  observaciones en  $k$  grupos en el que cada observación pertenece al grupo cuyo valor medio es más cercano.

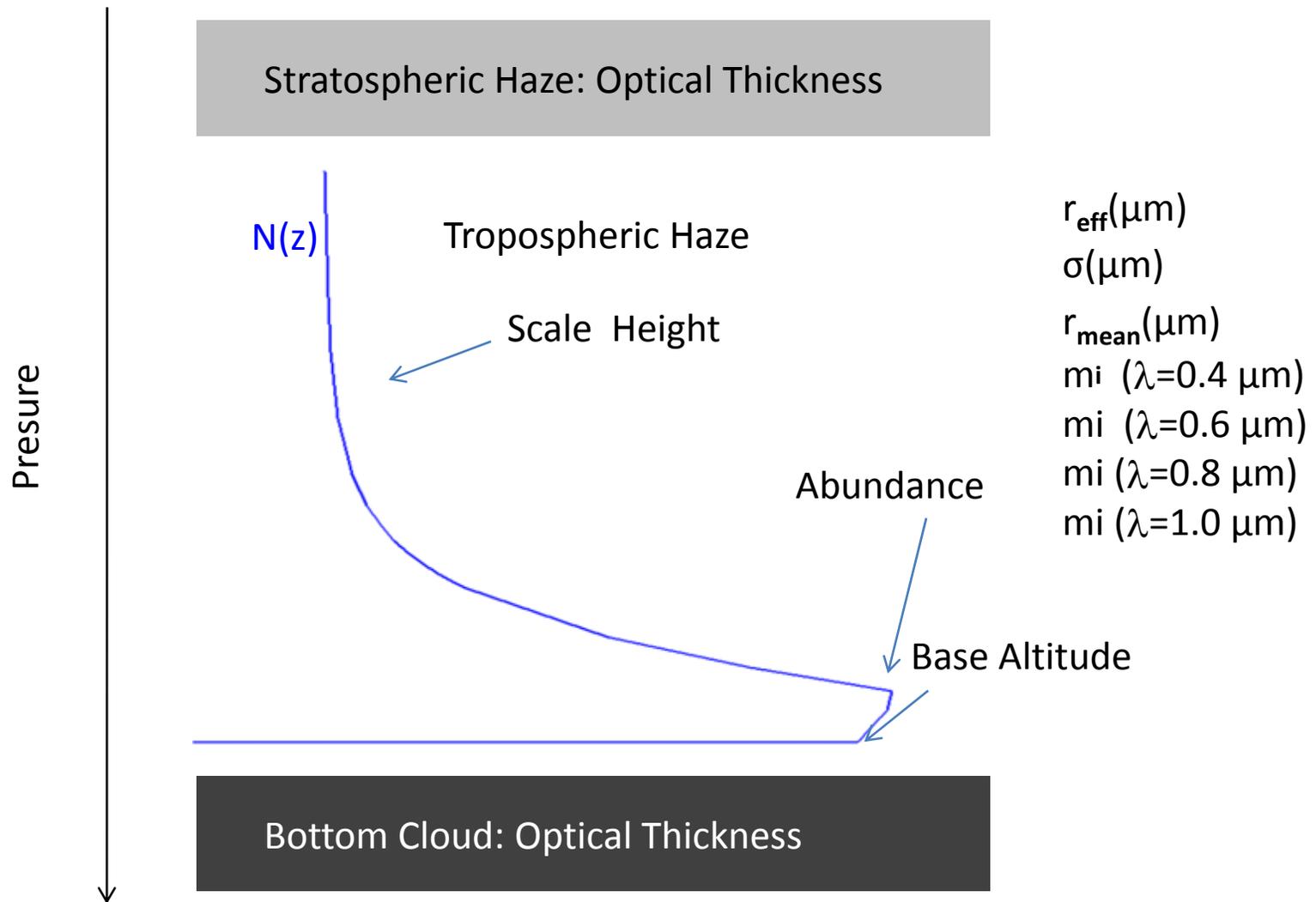
# Regiones



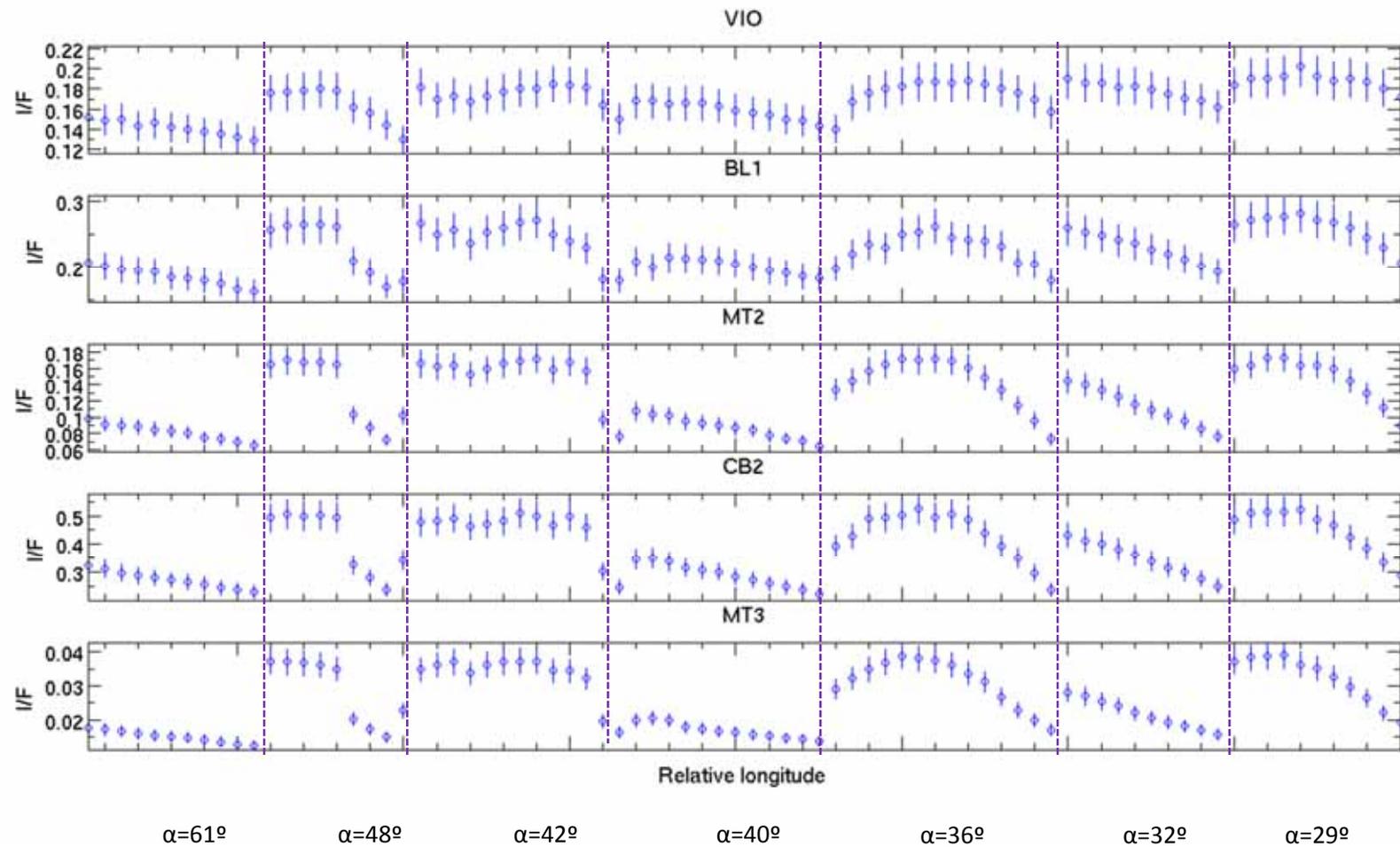
\* K- Means.

\* Un conjunto de  $n$  observaciones en  $k$  grupos en el que cada observación pertenece al grupo cuyo valor medio es más cercano.

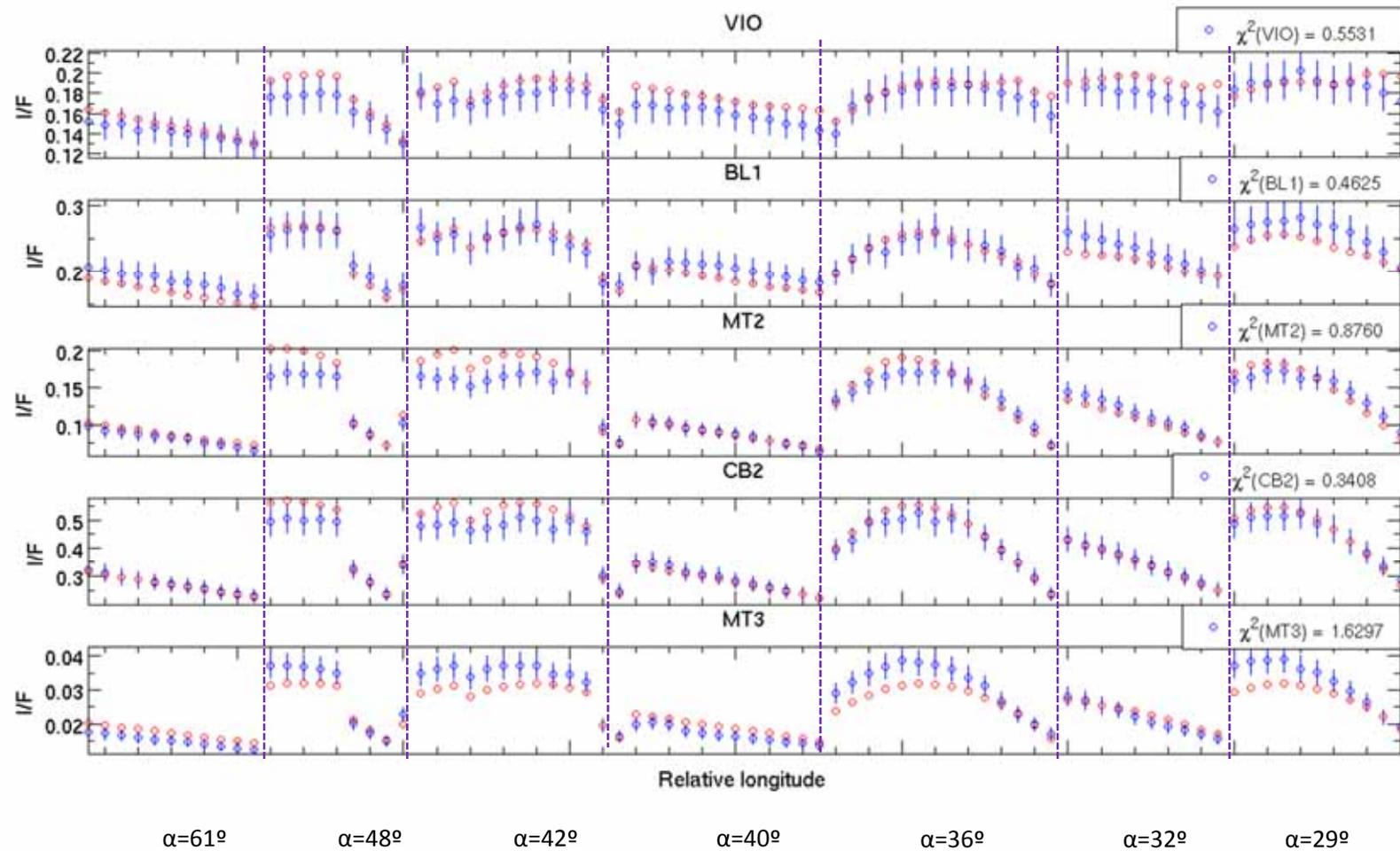
# Modelo y Parámetros Libres



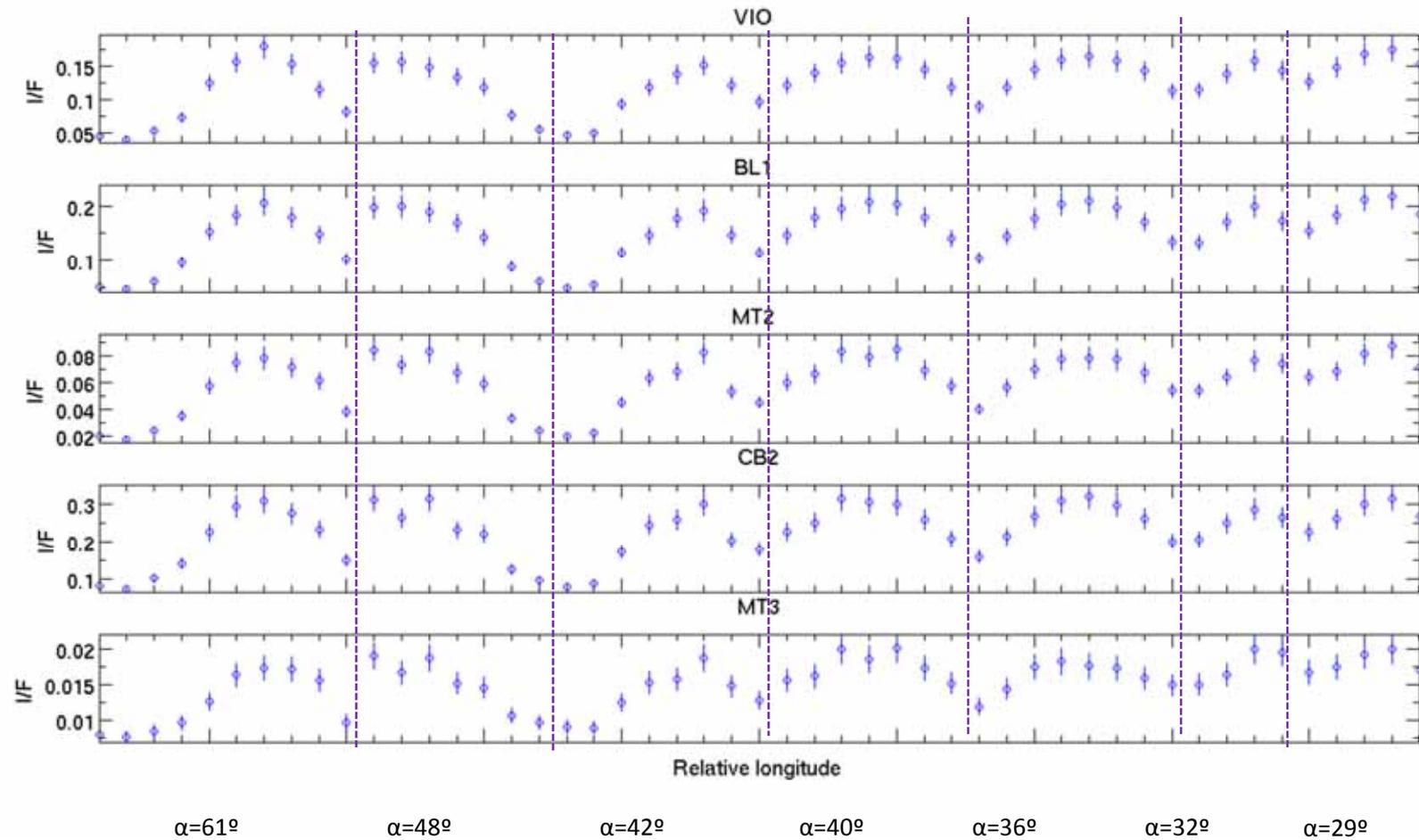
# Reflectividad observada : Región 1



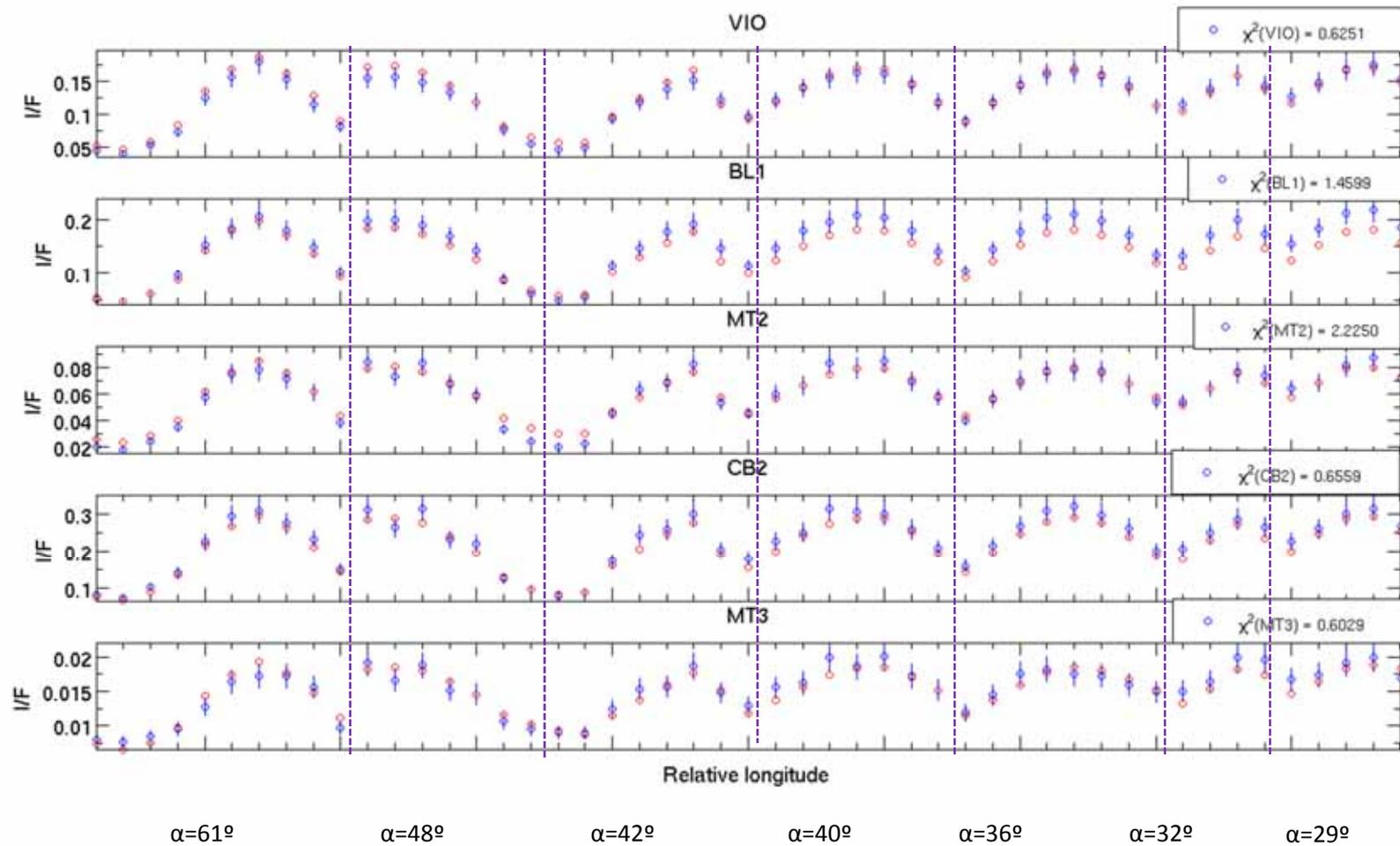
# Refletividad Observada + Ajustes: Región 1



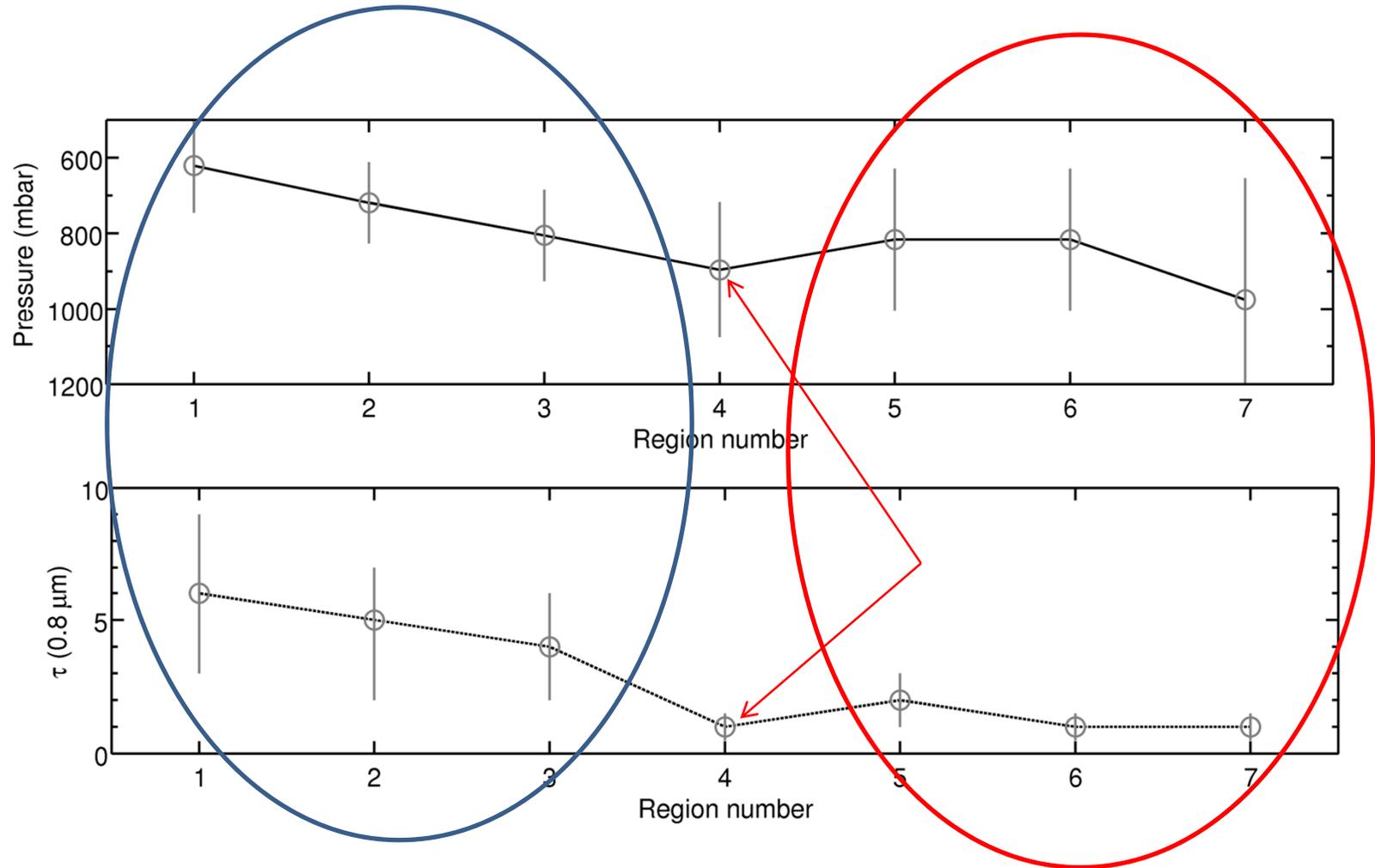
# Reflectividad observada : Región 4



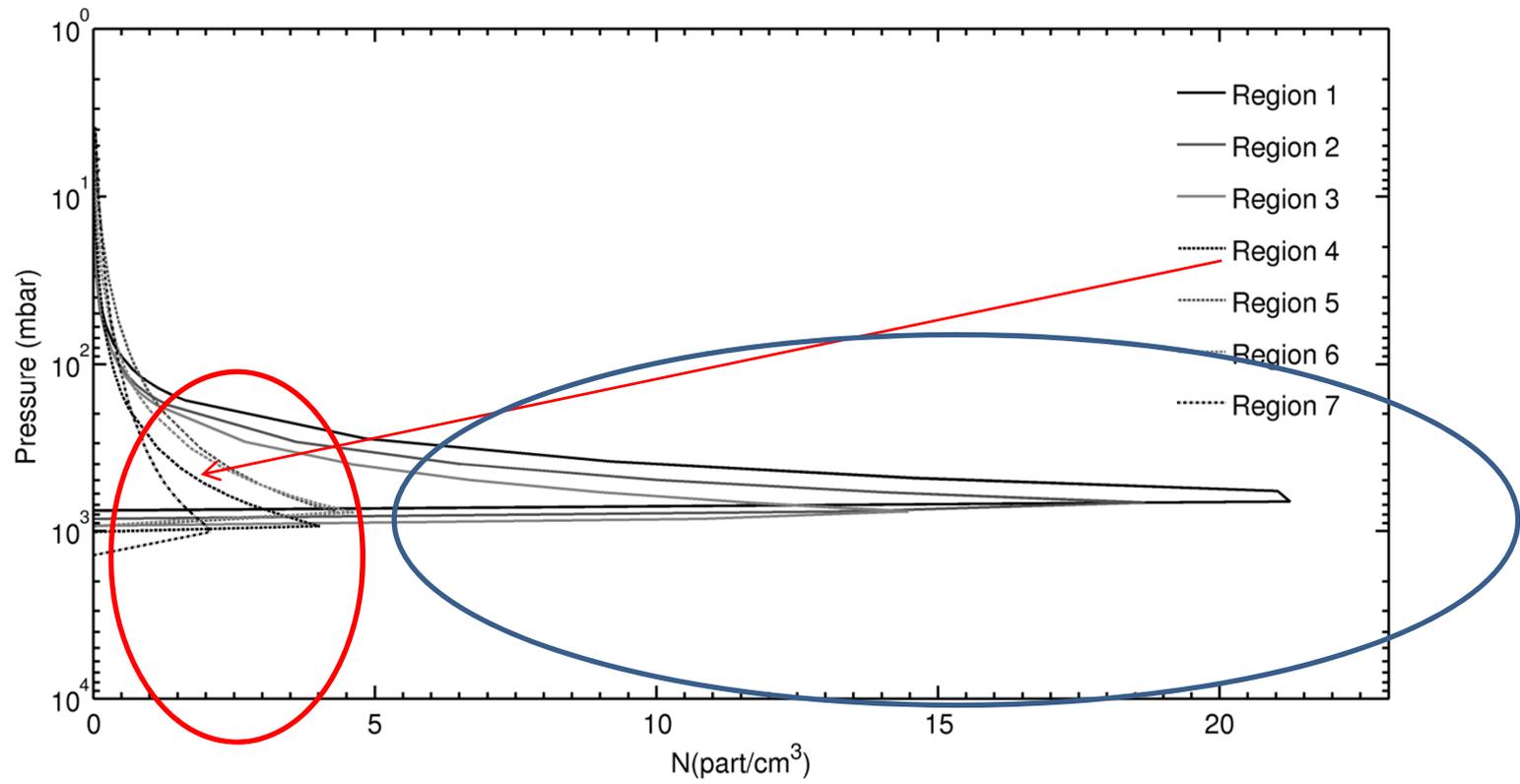
# Refletividad Observada + Ajustes: Región 4



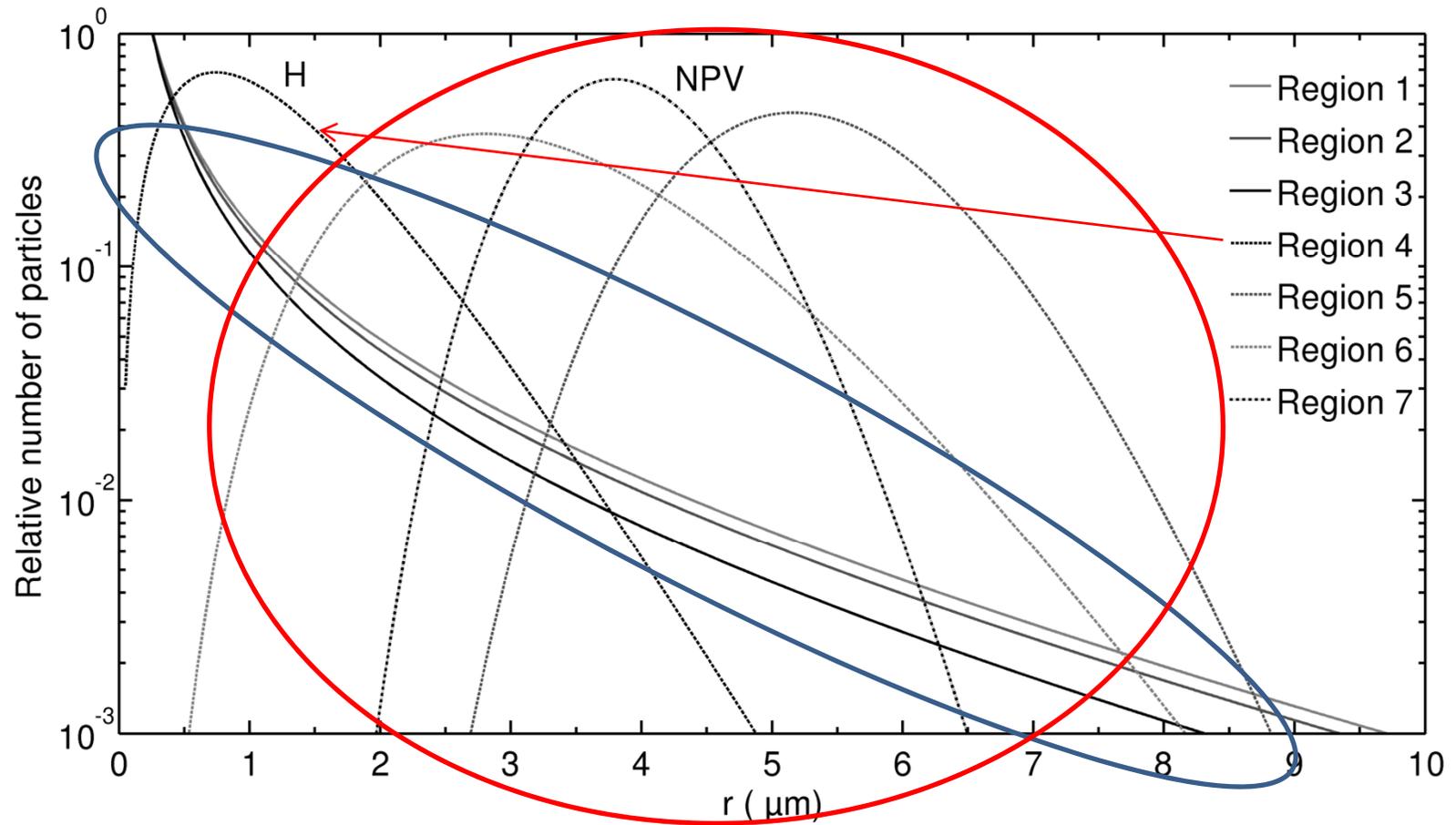
# Resultados



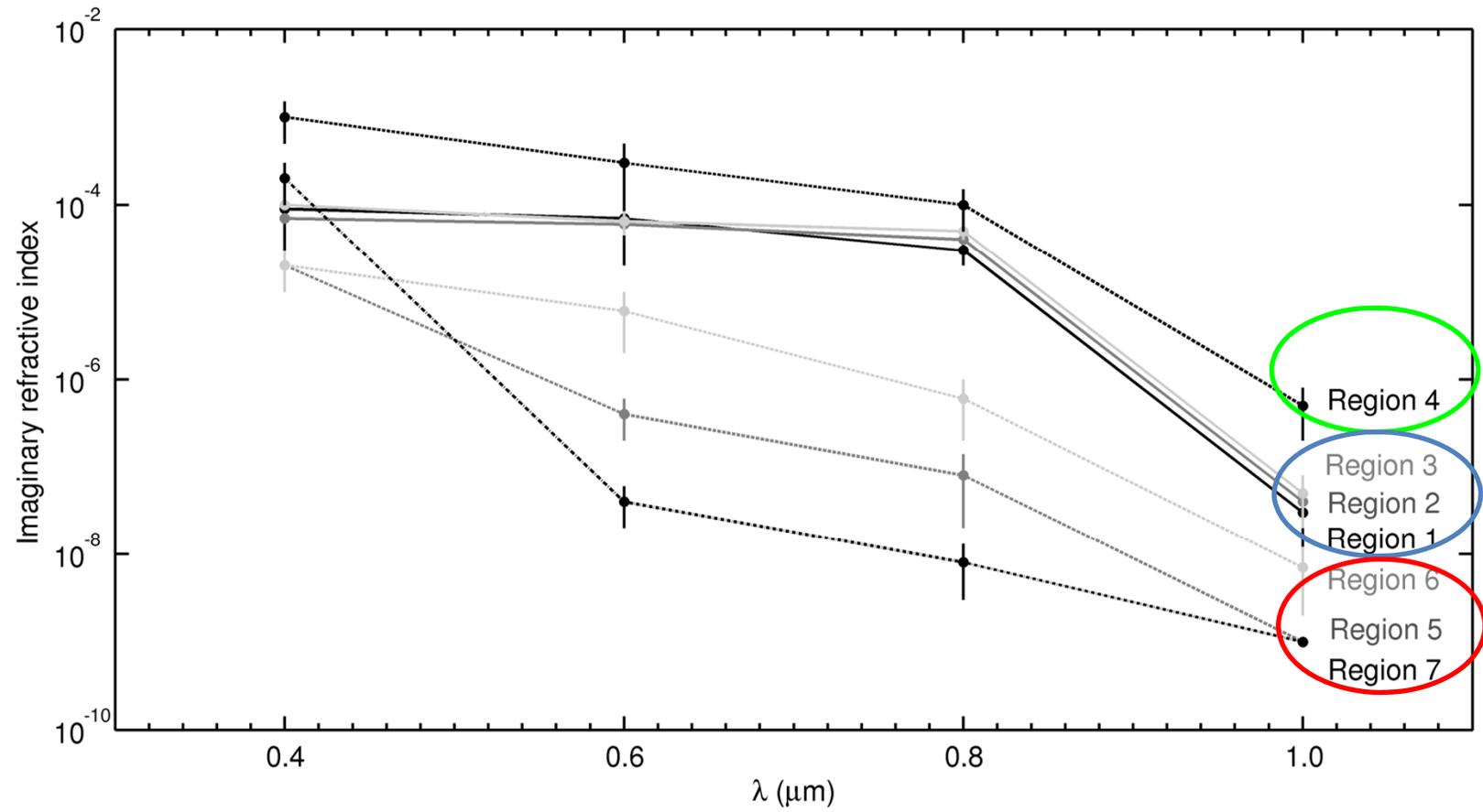
# Resultados



# Resultados



# Resultados



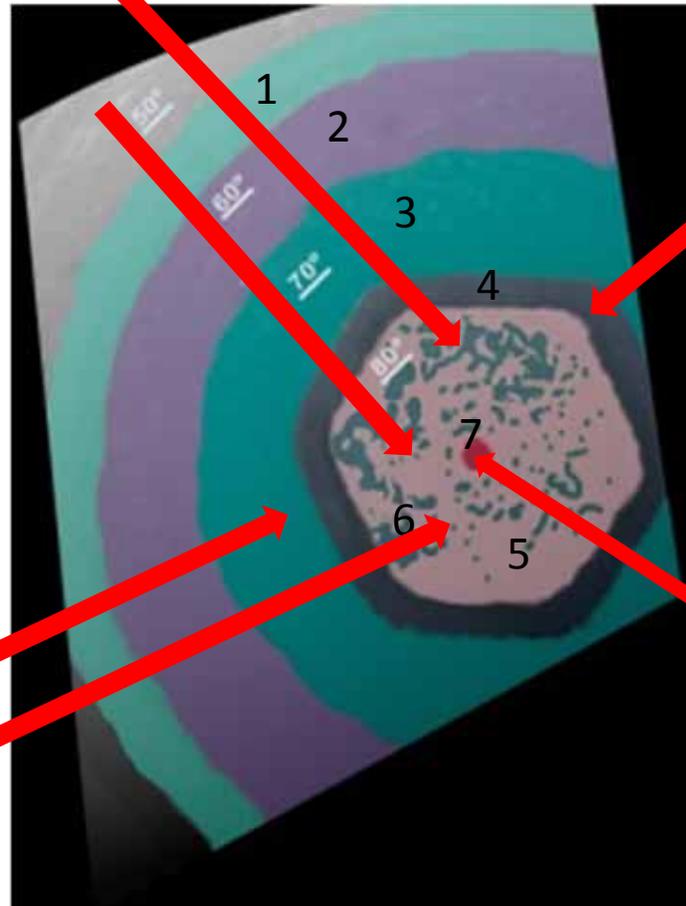
# Conclusiones

f) El modelo de transferencia radiativa coincide con la consideración de que las “puffy clouds” tienen un origen convectivo similar a los conglomerados convectivos de la convección celular de mesoescala (MCC) que se encuentran en la Tierra y ascendiendo por el flujo de calor interno (Antuñano et al., 2017).

b) El espesor óptico de la niebla estratosférica aumenta con la latitud. En la niebla troposférica encontramos el comportamiento contrario. La variación del espesor óptico de la niebla troposférica con la latitud se correlaciona con la presión de base de esta niebla, que aumenta con la latitud

c) El espesor óptico de la niebla troposférica muestra una mayor variación en las regiones fuera de la onda hexagonal que en las regiones interiores.

d) Las propiedades de los aerosoles (distribución del tamaño de partícula e índices de refracción) parecen cambiar también en ambos lados de la onda hexagonal de forma diferente.



a) La onda hexagonal y el jet marcan un límite en las propiedades de los aerosoles entre las regiones externa e interna como son la densidad del número de partículas, la escala de altura y distribución de tamaño.

e) El vórtice polar puede considerarse como una región deprimida de la atmósfera con posible subsidencia asociada cuantificada por Sánchez-Lavega et al. (2006).

Muchas Gracias