

# Agricultura y Adversidades Climáticas: Un Análisis Meteorológico

Prof. Sergio Erazo Lea  
Facultad de Agronomía  
Facultad de Recursos Naturales  
PUCV

- "Tiene esta Tierra cuatro meses de invierno, no más, que en ellos, que no es sino cuando hace cuarto de luna que llueve uno o dos días, todos los demás hacen lindos soles".  
(Pedro de Valdivia, carta a Hernando de Pizarro, 4 de sept. 1545)
- "En junio adelante, que es el riñón del invierno, le hizo tan grande y desaforado de lluvias y tempestades, que fue cosa monstruosa, y como es toda esta tierra llana, pensamos de nos ahogar.  
(Diego de Almagro, 1536)
- "En estos tres años (1637,38,39) no se ha cobrado blancas por secas".  
(Juan de Mañozca, 1639)

## Meteorología

- Estudio de la Física de la atmósfera. Ciencia del tiempo atmosférico.
- **Tiempo atmosférico:** condición "momentánea" de la atmósfera (horas, días, meses).
- Ciencia de análisis.

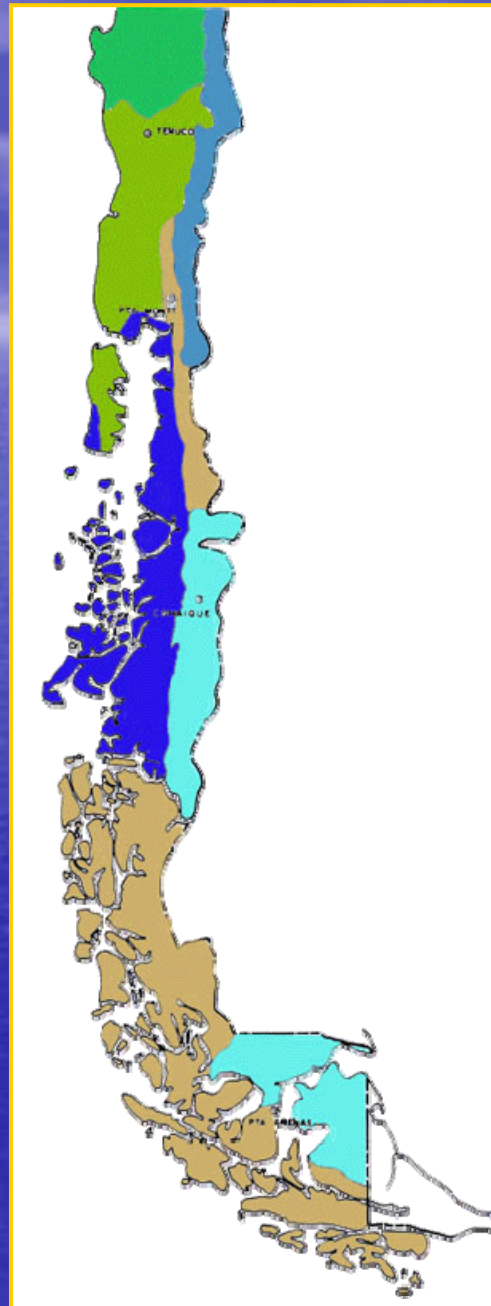
## Climatología

- Estudio de las condiciones medias que presenta la atmósfera.
- **Clima:** sumatoria de los tiempos atmosféricos observados (mínimo 25 años. O.M.M).
- Ciencia de síntesis.

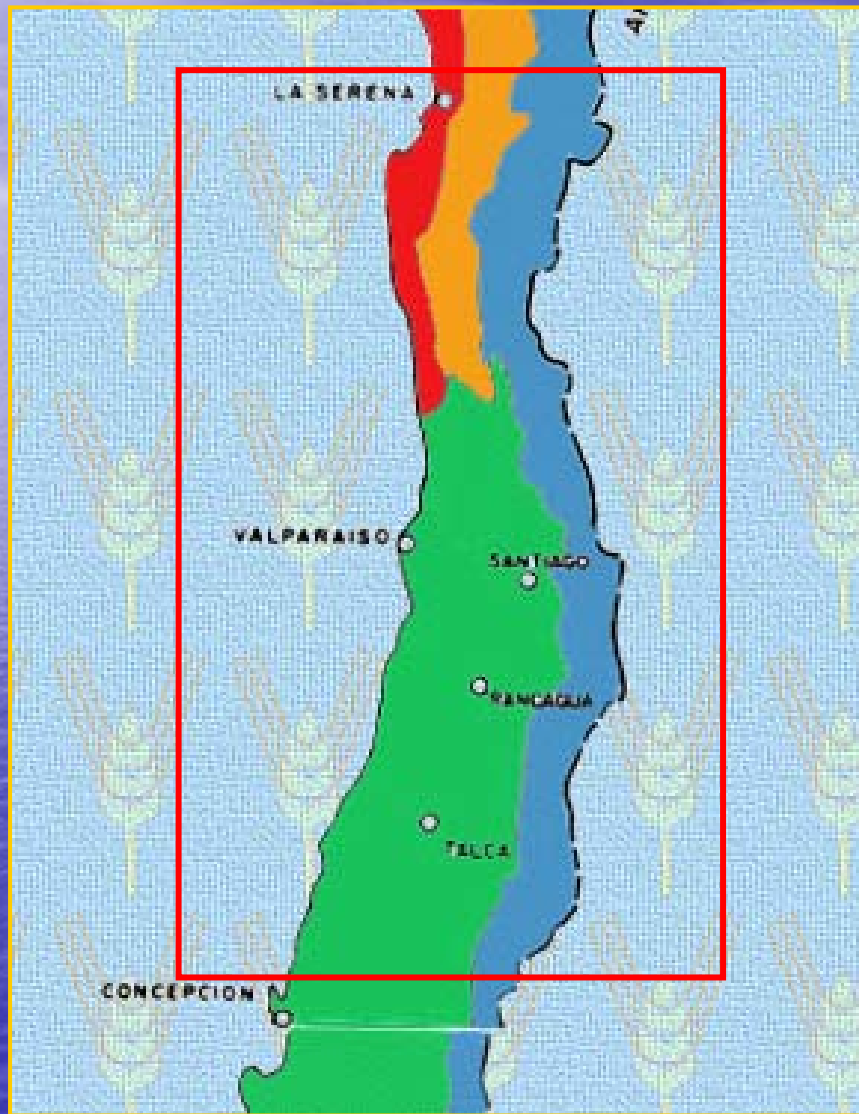
# Escala Climática

- **Climas Regionales**
  - Clima Mediterráneo de Chile Central
- **Climas Locales**
  - Clima de Estepa con nubosidad abundante (Costa IV región)
- **Microclimas**
  - Ladera norte de relieve

# Climas de Chile

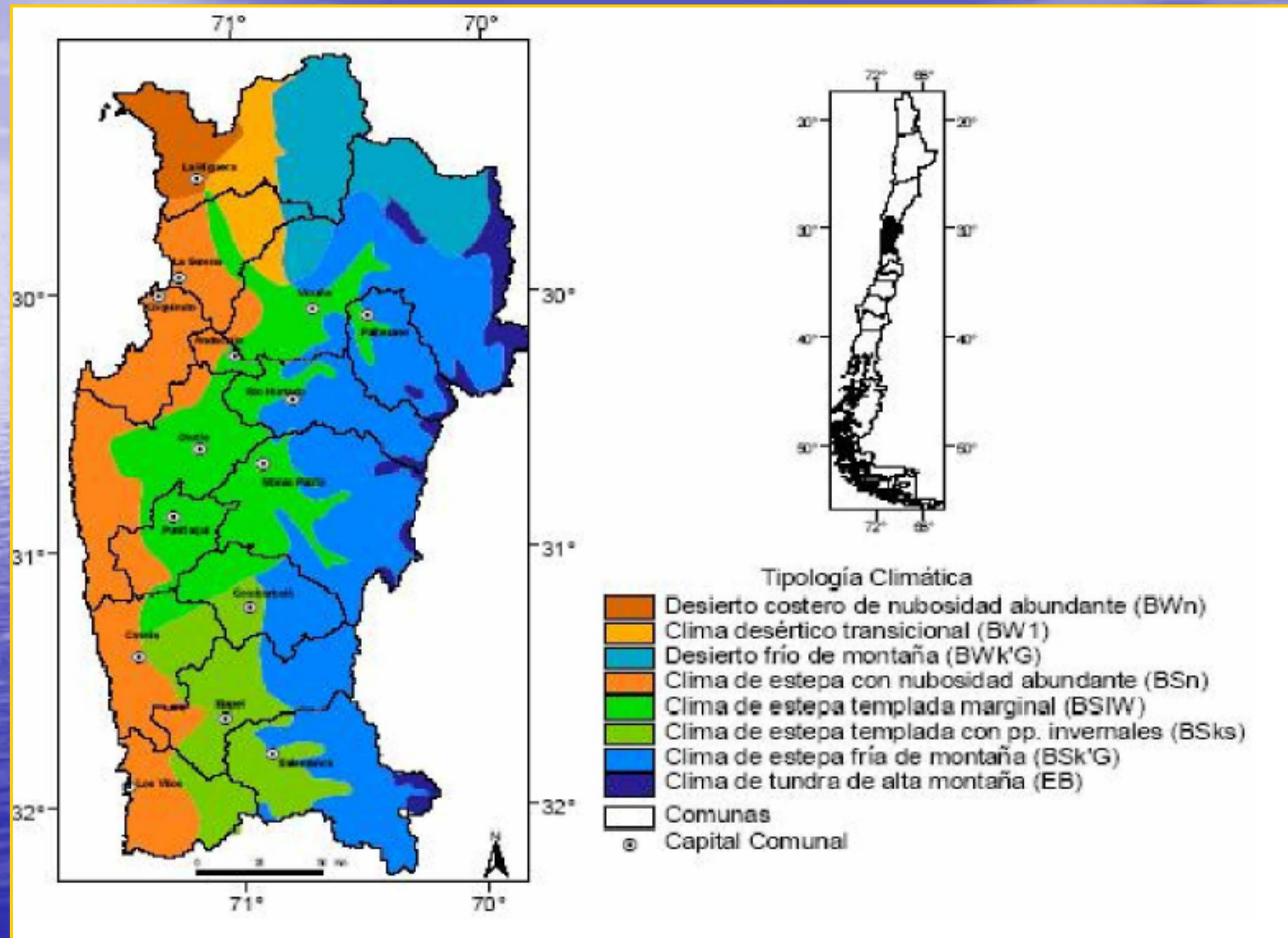


# Zona de Análisis: Clima Regional



Fuente: Adaptación desde Santillana. Geografía de Chile 1994. Instituto Geográfico Militar.  
Atlas Geográfico de Chile para la Educación. 1984.

## Climas Locales IV región







# Características Generales – Zona de Análisis

- Zona agrícola tradicional.
- Entre los 26° y 38° latitud sur.
- Zona de transición climática.
- 1350 kilómetros de largo.
- Precipitaciones aumentan de norte a sur, con mínimos en la Depresión Intermedia.
- Temperaturas medias no inferiores a 14°C.
- Temperaturas extremas marcadas en la zona intercordillerana.

## INFORME DE PRECIPITACIONES

### Martes, 16 de Octubre de 2007

Ciudad	Últimas 24 horas	Total a la fecha	Normal a la fecha	Año pasado igual fecha	Deficit o Superavit	Normal Anual
Arica	s/p	s/p	0.5	s/p	-100	0.5
Iquique	s/p	s/p	0.6	0.2	-100	0.6
Calama	s/p	0.0	5.4	1.6	-100	5.7
Antofagasta	s/p	0.2	1.6	7.7	-88	1.7
Caldera	s/p	0.8	s/i	1.0	s/i	s/i
La Serena	s/p	24.4	78.1	66.7	-69	78.5
Valparaíso	s/p	201.4	360.1	474.1	-44	372.5
Pudahuel	s/p	133.7	250.1	289.7	-47	261.6
Santiago	s/p	167.8	296.6	332.0	-43	312.5
Tobalaba	s/p	228.3	326.5	352.1	-30	347.2
Juan Fernandez	s/p	937.7	950.2	1005.8	-1	1041.5
Curicó	s/p	350.2	651.6	738.4	-46	701.9
Chillán	s/p	596.7	1003.1	1181.7	-41	1107.0
Concepción	s/p	702.2	1009.2	1234.9	-30	1110.1
Temuco	s/p	886.0	999.7	1295.9	-11	1157.4
Valdivia	34.6	1150.8	1675.6	1937.2	-31	1871.0
Osorno	49.0	875.2	1174.2	1287.2	-25	1331.8
Puerto Montt	34.4	1039.3	1524.6	1605.8	-32	1802.5
Coihaique	31.8	584.4	1041.9	921.5	-44	1205.9
Balmaceda	8.8	276.1	534.3	485.5	-48	611.6
Punta Arenas	3.4	345.7	299.0	408.6	16	375.7

s/i = Sin información    s/p = Sin precipitación    0.0 = Trazas de precipitación

# Características Generales del Clima de Chile Central

	La Serena	Valparaíso	Los Andes	Talca	Concepción
Temperatura Media	14,4° C	14,3° C	15,2° C	14° C	12° C
Máxima Absoluta	32° C	31° C	39,5° C	39° C	37° C
Mínima Absoluta	4° C	3° C	-8° C	-7,5° C	-5° C
Vientos Predominantes	S - SW	S - SW	S - SW	S - SW	SW - N
N° Días promedios con Precipitación	12	43	33	67	98
Precipitación Media	78.5 mm	372 mm	200 mm	730 mm	1100 mm
Periodo precipitación > 80%	Otoño - Invierno	Otoño - Invierno	Otoño - Invierno	Otoño - Invierno	Otoño-Primavera

# Adversidades Climáticas Zonales y Agricultura

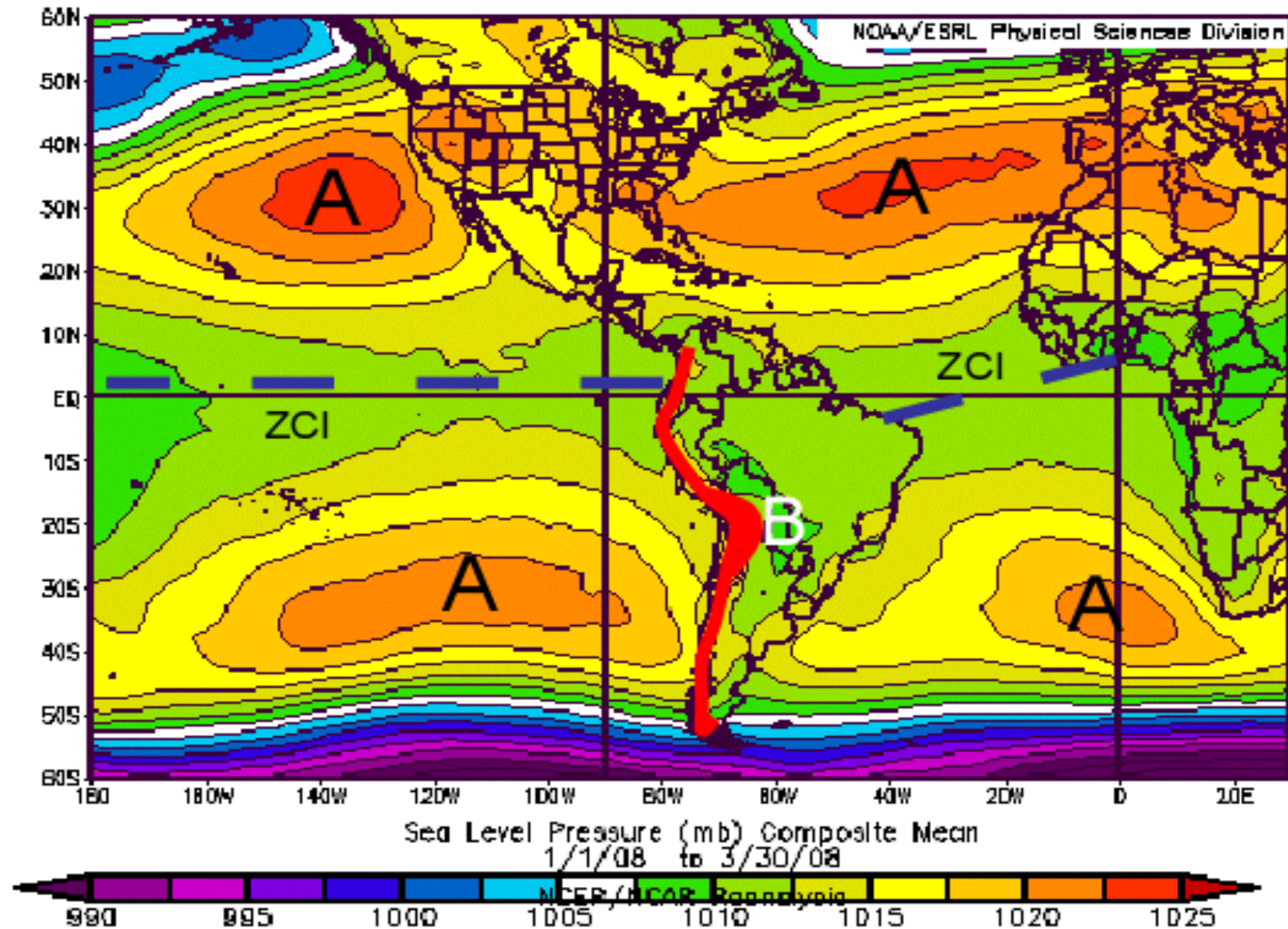
- Sequías
- Inundaciones
- Heladas
- Granizadas
- Golpes Calóricos
- Radiación Ultravioleta, etc.

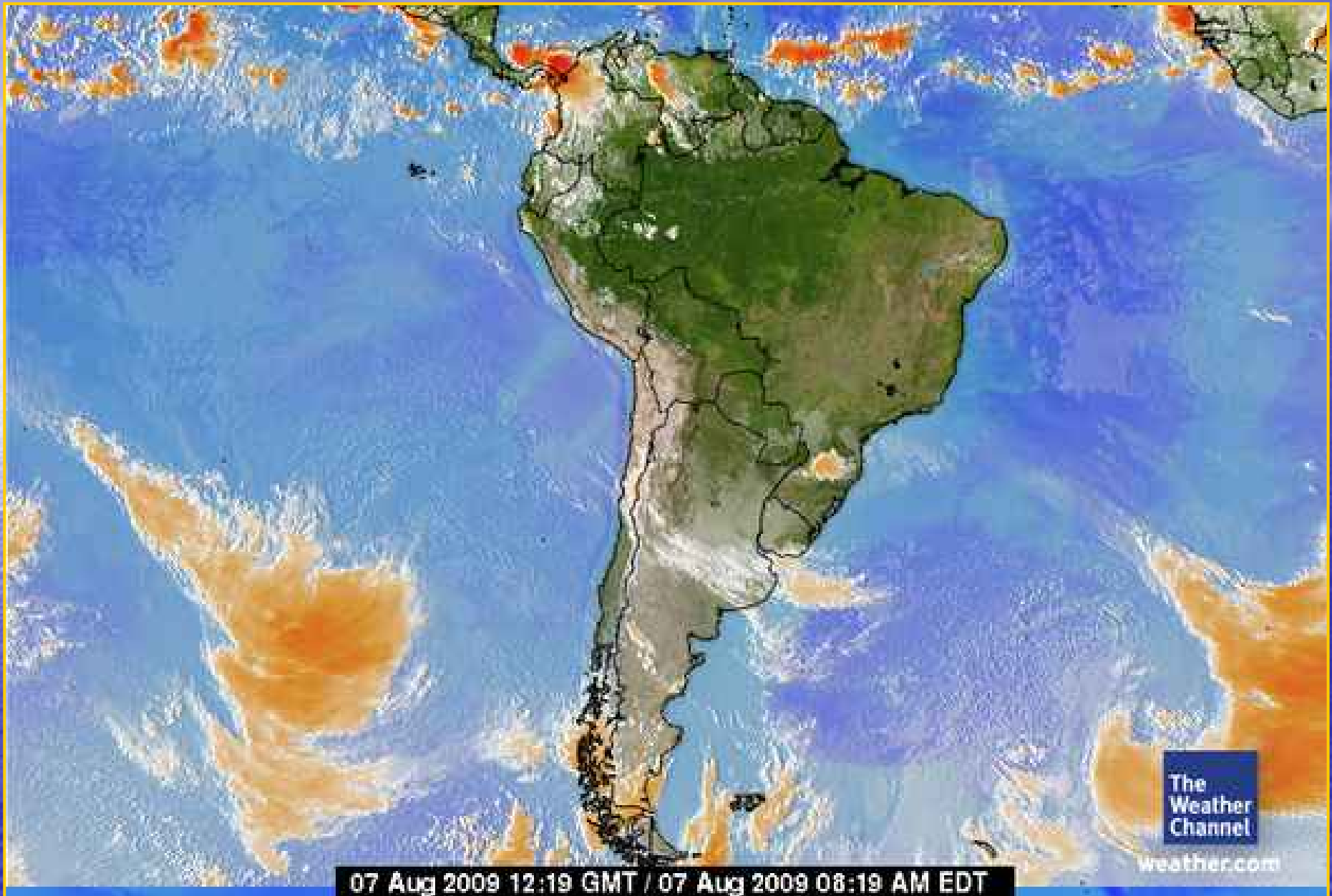
# Elementos determinantes del Tiempo y Climas en Chile

- Anticiclón del Pacífico
- Masas de Aire
- Bajas Presiones Dinámicas
- Corrientes Marinas
- Relieve

# Anticiclón del Pacífico

Presión a nivel del mar (Ene – Mar, 2008)





07 Aug 2009 12:19 GMT / 07 Aug 2009 08:19 AM EDT

The  
Weather  
Channel

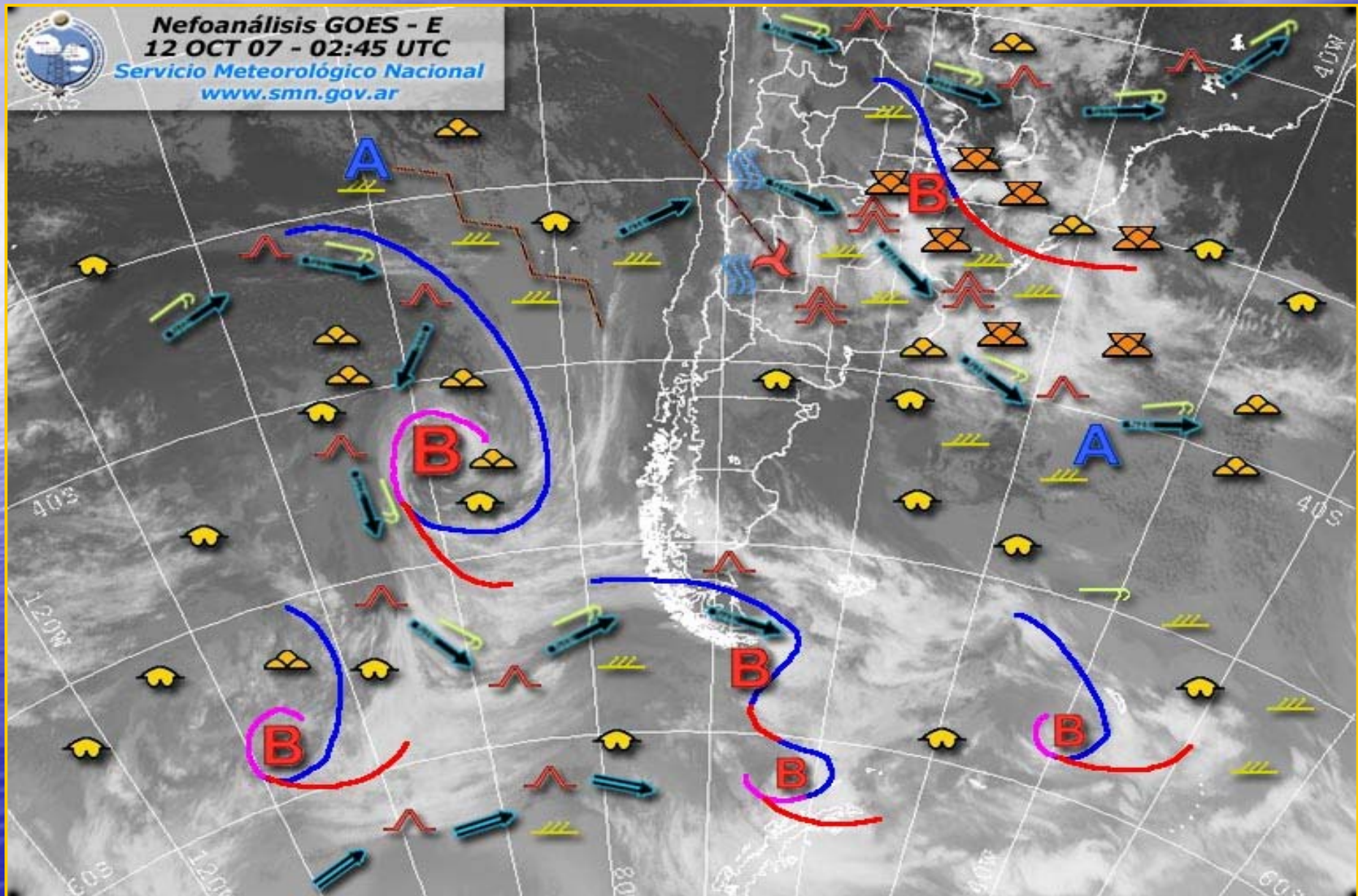
weather.com

# Masas de Aire

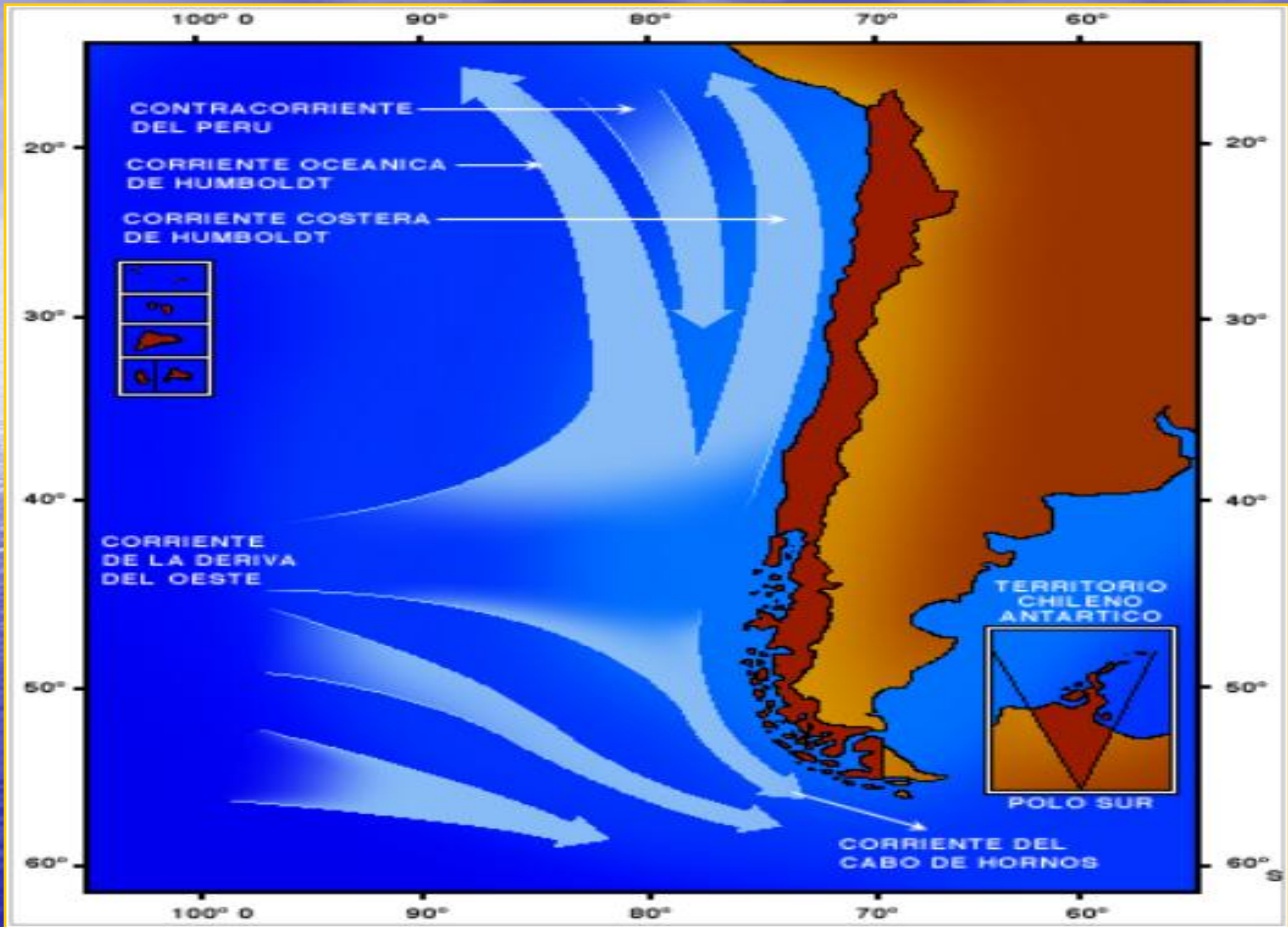





# Bajas Presiones Dinámicas



# Corrientes Marinas





El Relieve chileno modifica las precipitaciones, aumentando el volumen de éstas en su sector de barlovento ("efecto disparador de precipitaciones") y disminuyéndolas a sotavento ("efecto de sombra pluviométrica")

Valparaíso  
372 mm

Olmué  
450 mm

Los Andes  
210 mm

Río Blanco  
540 mm

# Sequías

- Periodos prolongados de escasez de agua capaces de provocar efectos adversos en los sistemas productivos o a la sociedad.
- Son de lento desarrollo temporal y de amplia cobertura geográfica.
- Frecuencia media variable.
- En las sequías intervienen una oferta que es el resultado de la condición pluviométrica del momento y de una demanda que es el resultado de las necesidades productivas y humanas.

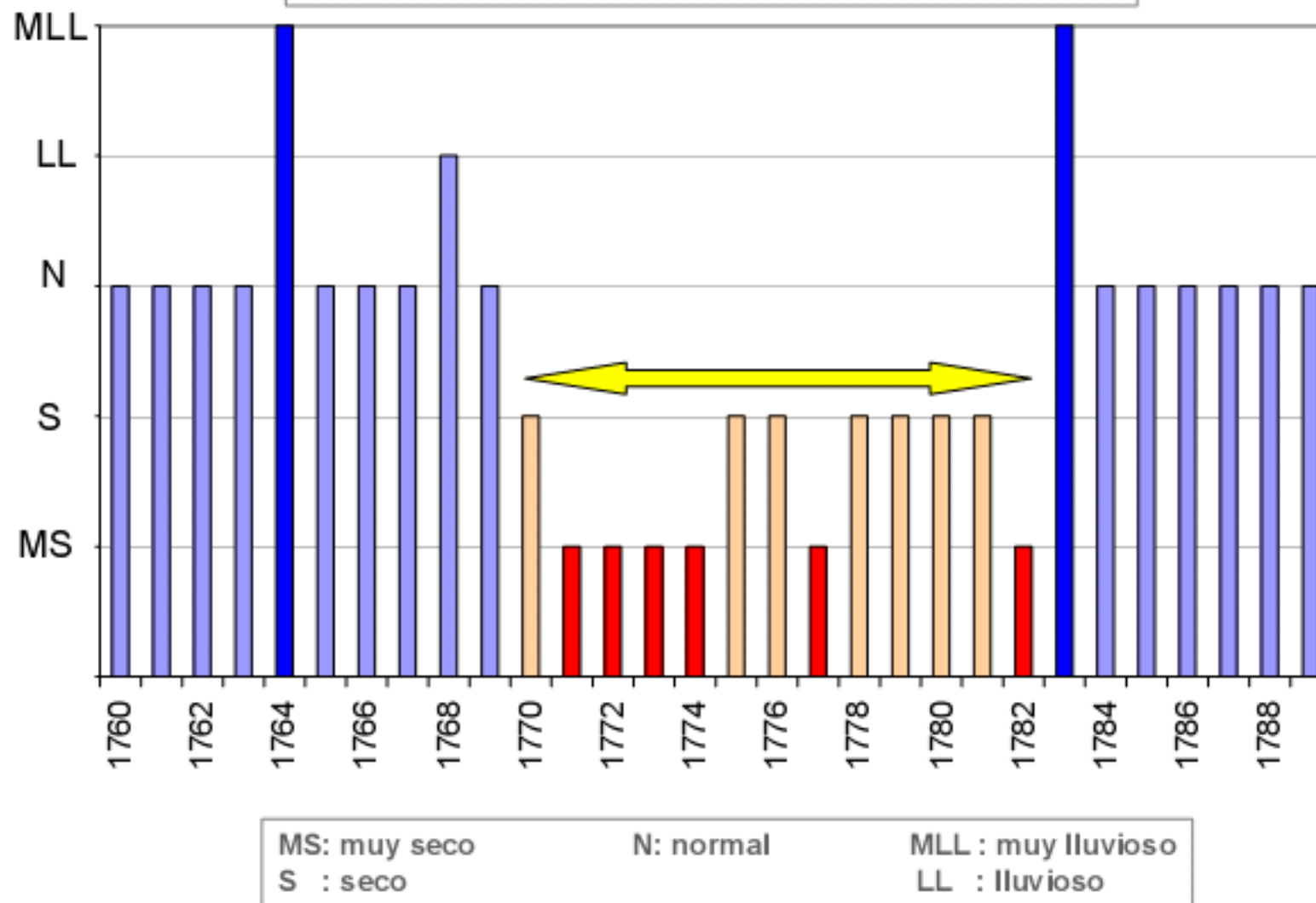
# Sequía



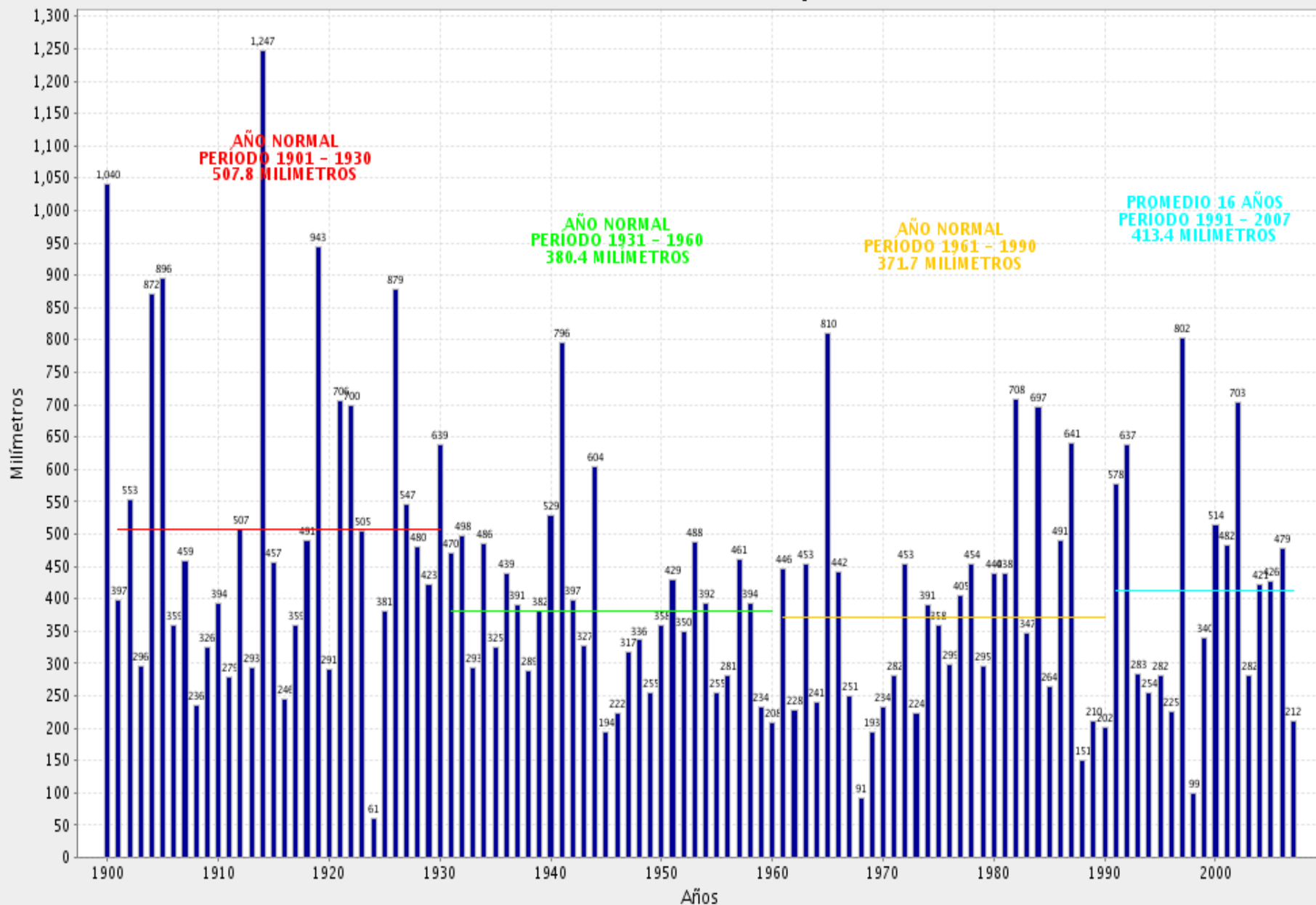


## Sequías extremas del siglo XVIII en Chile central

Fuentes: De la distribution des pluies au Chili, E. Taulis, 1934  
Ensayo histórico sobre el clima de Chile. B.V. Mackenna, 1877



## Pluviometría Histórica de Valparaíso



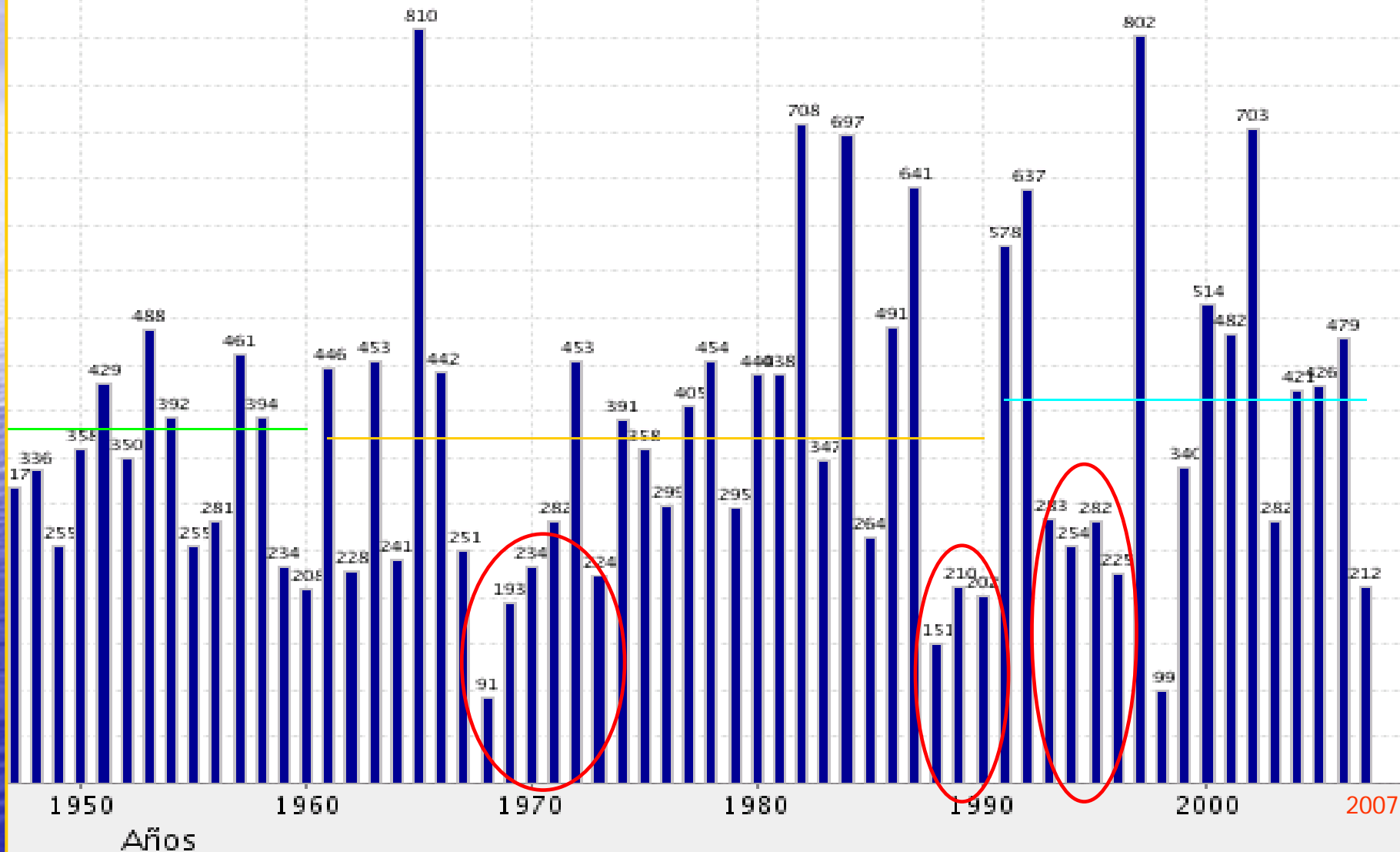
■ Total de Agua Caída Anualmente — Rango Promedios — Rango Promedios — Rango Promedios — Rango Promedios



**ANUAL  
1961 - 1960  
METROS**

**AÑO NORMAL  
PERIODO 1961 - 1990  
371.7 MILIMETROS**

**PROMEDIO 16 AÑOS  
PERIODO 1991 - 2007  
413.4 MILIMETROS**



# Inundaciones Chile Central

- Causas:
  - a) **Presencia Fenómeno de El Niño (ENOS)**
    - Aguas cálidas: mayor evaporación e inestabilidad atmosférica.
    - Frentes potencialmente más activos.
  - b) **Frentes Estacionarios**
    - Sistemas Frontales de muy lento desplazamiento.
  - c) **Familia de Frentes**
    - Presencia ininterrumpida de frentes cálidos y fríos. Permanencia hasta por 10 días en el área.

## CRONOLOGIA DE LAS INUNDACIONES EN CHILE

1574	1748	1881	1918	1949	1972
1581	1764	1884	1919	1950	1973
1597	1783	1888	1920	1951	1974
1607	1823	1891	1921	1952	1975
1609	1826	1893	1922	1953	1976
1620	1827	1895	1926	1954	1977
1650	1828	1896	1929	1956	1978
1657	1833	1899	1930	1957	1979
1660	1847	1900	1931	1958	1980
1679	1848	1902	1932	1961	1981
1687	1850	1904	1934	1962	1982
1688	1855	1905	1936	1963	1983
1694	1856	1906	1938	1965	1984
1722	1864	1911	1940	1966	1986
1723	1875	1912	1941	1967	1987
1743	1877	1913	1944	1969	1988
1744	1878	1914	1945	1970	1990
1745	1880	1915	1948	1971	1991
					1992
					...etc.

Fuente: Inundaciones en Chile. Disponible en [www.angelfire.com/nt/terremotos/inundaciones](http://www.angelfire.com/nt/terremotos/inundaciones)

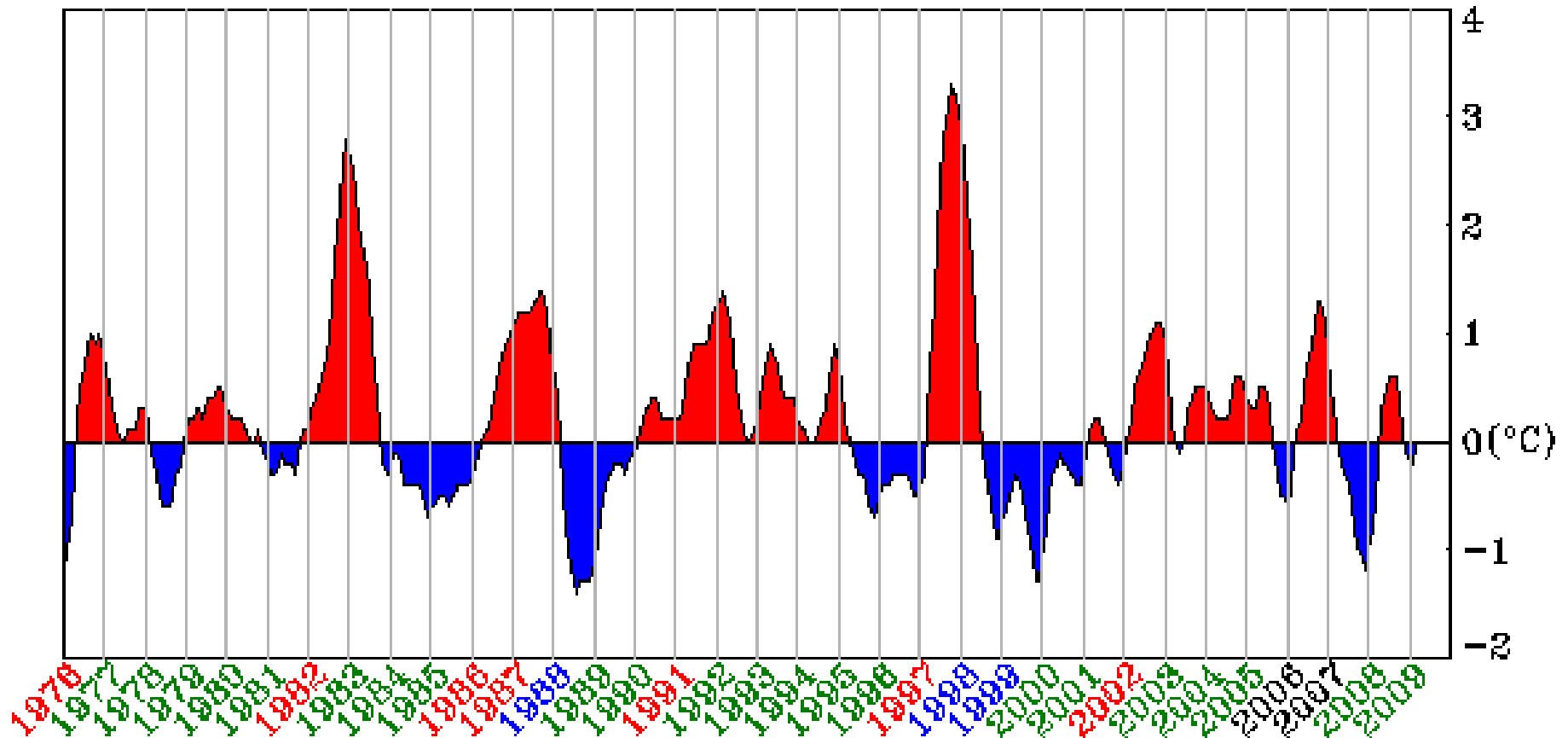
# Temperaturas Oceánicas - Fases



## JMA Index



*(Last Updated 06/18/09)*



Warm Phase

Neutral Phase

Cold Phase

Not Yet Determined

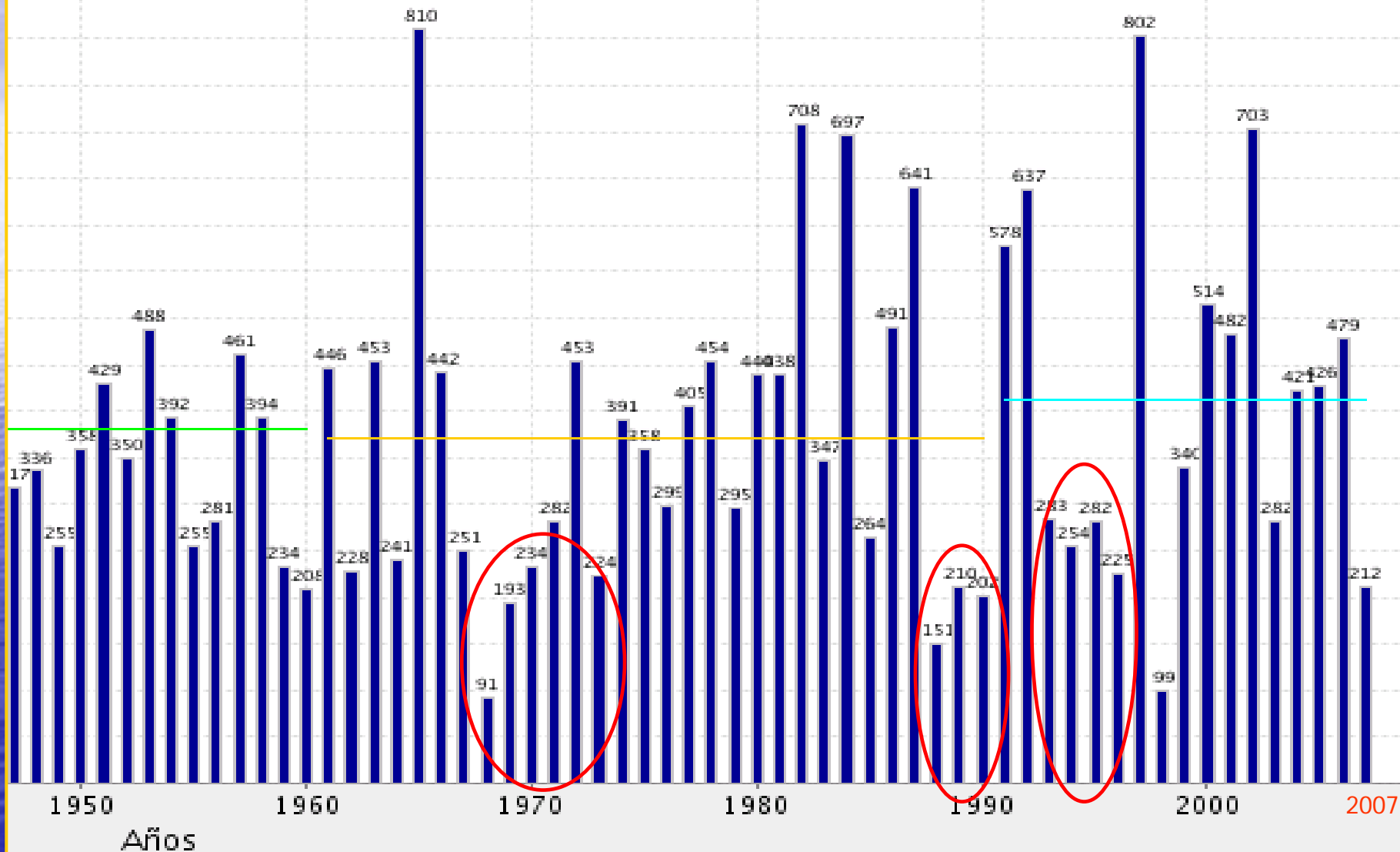
# Presencia Niño/Niña

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1970	0.5	0.3	0.2	0.1	-0.1	-0.4	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.2
1971	-1.4	-1.4	-1.2	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9
1972	-0.7	-0.3	0.0	0.3	0.5	0.8	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.1
1973	1.8	1.2	0.5	-0.1	-0.5	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.7	-1.9	-2.0
1974	-1.8	-1.6	-1.2	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-0.7
1975	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-1.0	-1.1	-1.3	-1.4	-1.6	-1.6	-1.7	-1.8
1976	-1.6	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8
1977	0.6	0.5	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8
1978	0.7	0.4	0.0	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1
1979	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5
1980	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1
1981	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
1982	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.5	1.9	2.2	2.3
1983	2.3	2.0	1.6	1.2	1.0	0.6	0.2	-0.2	-0.5	-0.8	-0.9	-0.8
1984	-0.5	-0.3	-0.2	-0.4	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-1.0	-1.1
1985	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3
1986	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.2	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.2	1.5	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.8	-1.2	-1.2	-1.1	-1.3	-1.6	-1.9	-1.9
1989	-1.7	-1.5	-1.1	-0.9	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4
1991	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	0.9	0.8	1.0	1.4	1.7
1992	1.8	1.7	1.6	1.4	1.1	0.8	0.4	0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.1
1993	0.3	0.4	0.6	0.8	0.8	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2
1994	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9	1.2	1.3
1995	1.2	0.9	0.7	0.4	0.2	0.1	0.0	-0.3	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8
1996	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4
1997	-0.4	-0.3	0.0	0.4	0.9	1.4	1.7	2.0	2.3	2.4	2.5	2.5
1998	2.4	2.0	1.4	1.1	0.4	-0.1	-0.8	-1.0	-1.1	-1.1	-1.3	-1.5
1999	-1.6	-1.2	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0	-1.2	-1.4	-1.6
2000	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-0.7

**ANUAL  
1961 - 1960  
METROS**

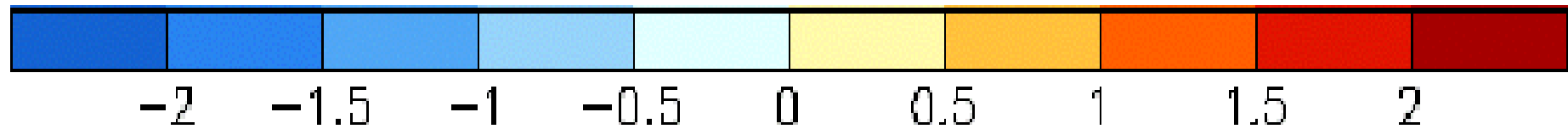
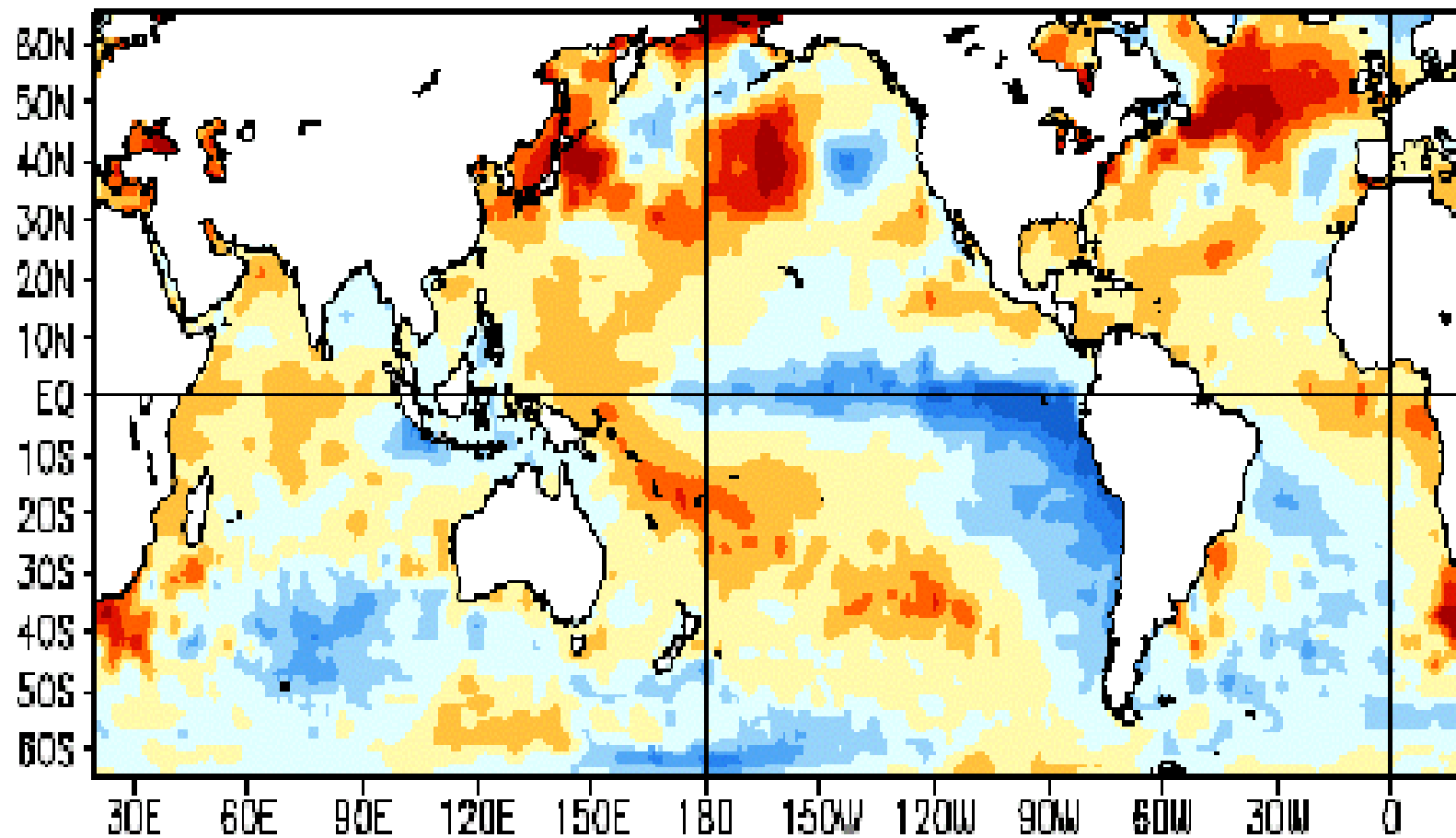
**AÑO NORMAL  
PERIODO 1961 - 1990  
371.7 MILIMETROS**

**PROMEDIO 16 AÑOS  
PERIODO 1991 - 2007  
413.4 MILIMETROS**



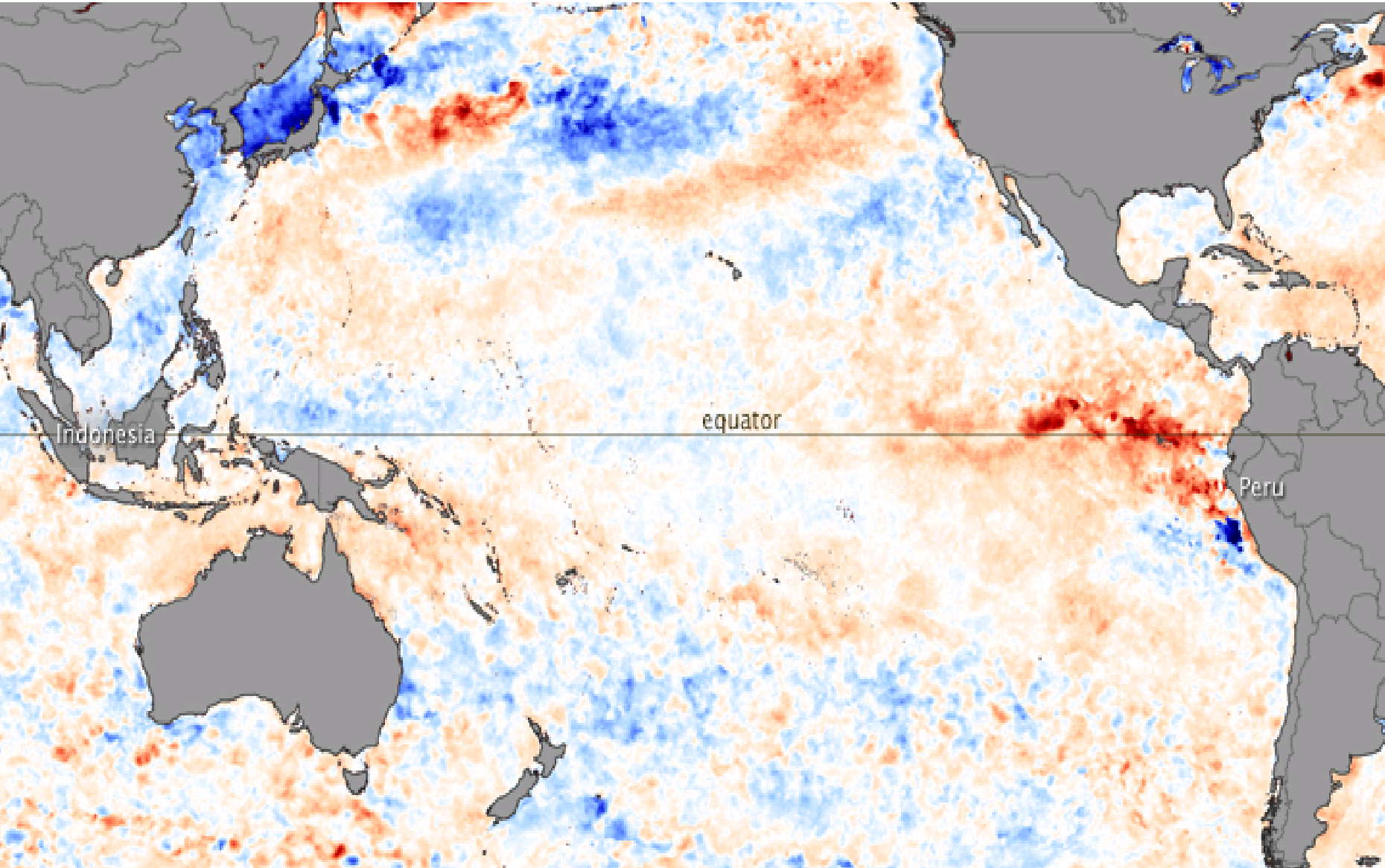
# Average SST Anomalies

9 SEP 2007 - 6 OCT 2007



# El Nino Conditions Set in Across Pacific Ocean

Posted July 28, 2009



Sea Surface Temperature Anomaly (°C)

-5 0 5





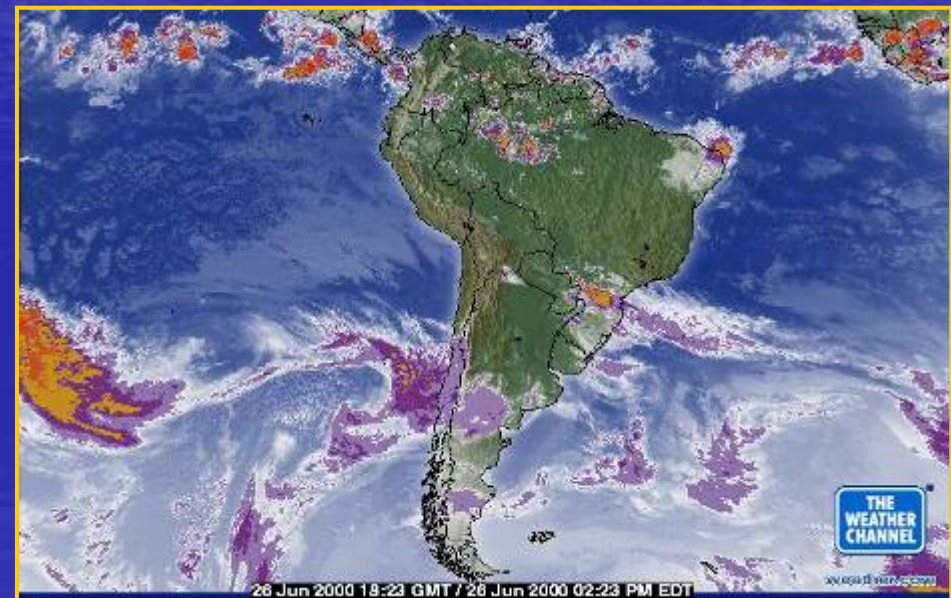
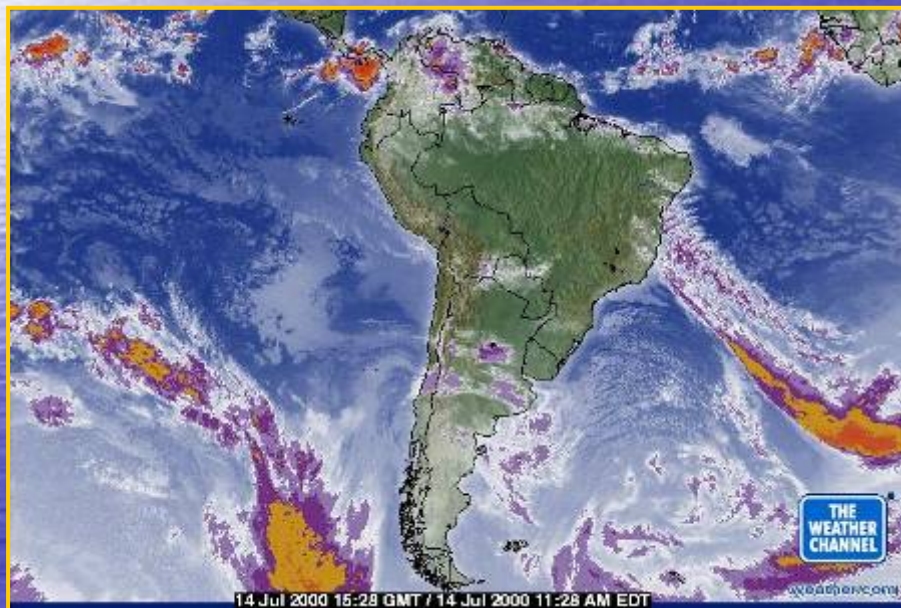
# Heladas

- Situación Atmosférica en donde la temperatura ambiental que entra en contacto con un vegetal presenta rangos bajos que anulan la actividad normal de la planta y/o produce daños irreversibles por congelamiento.

## Efecto Helada

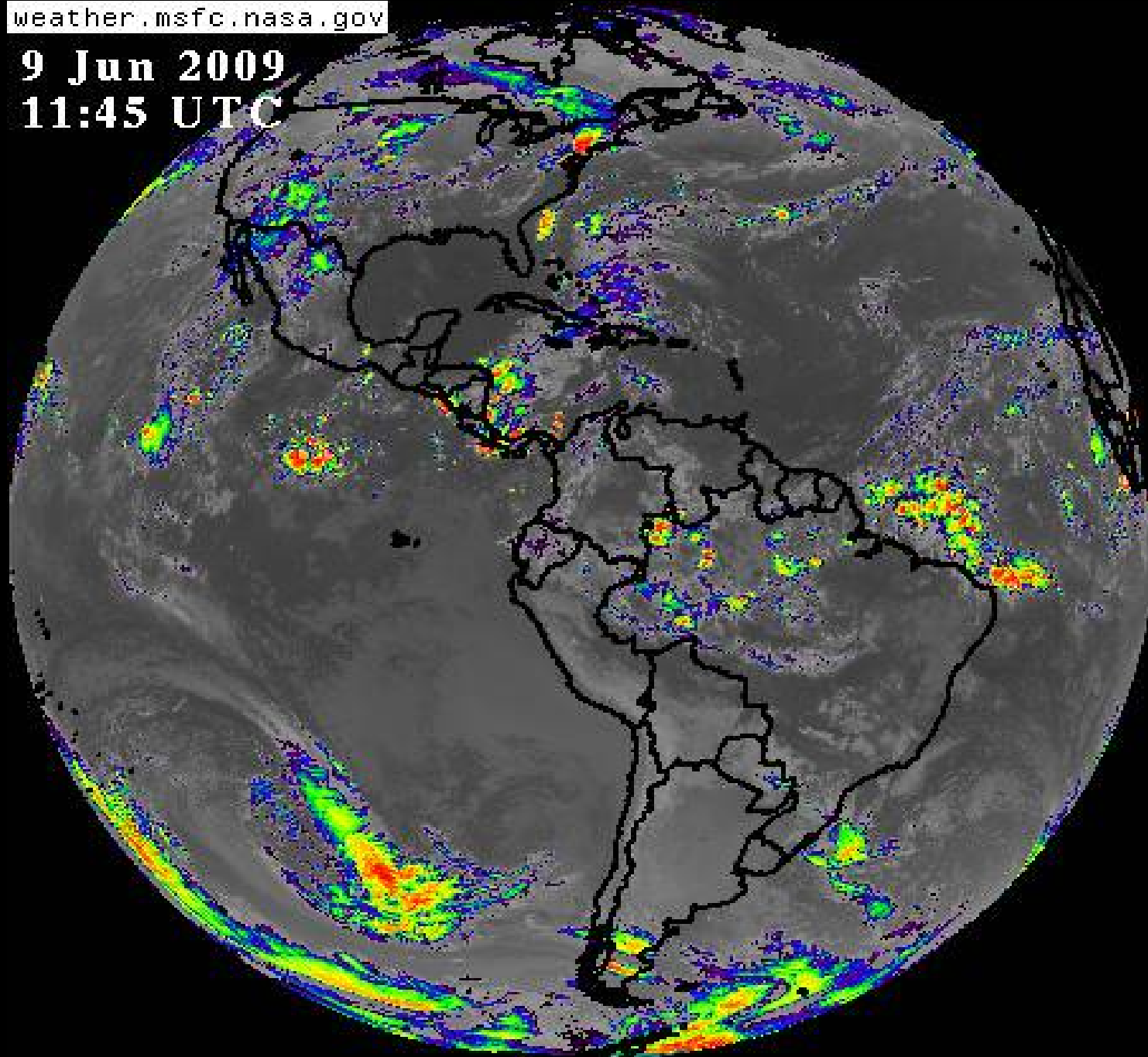


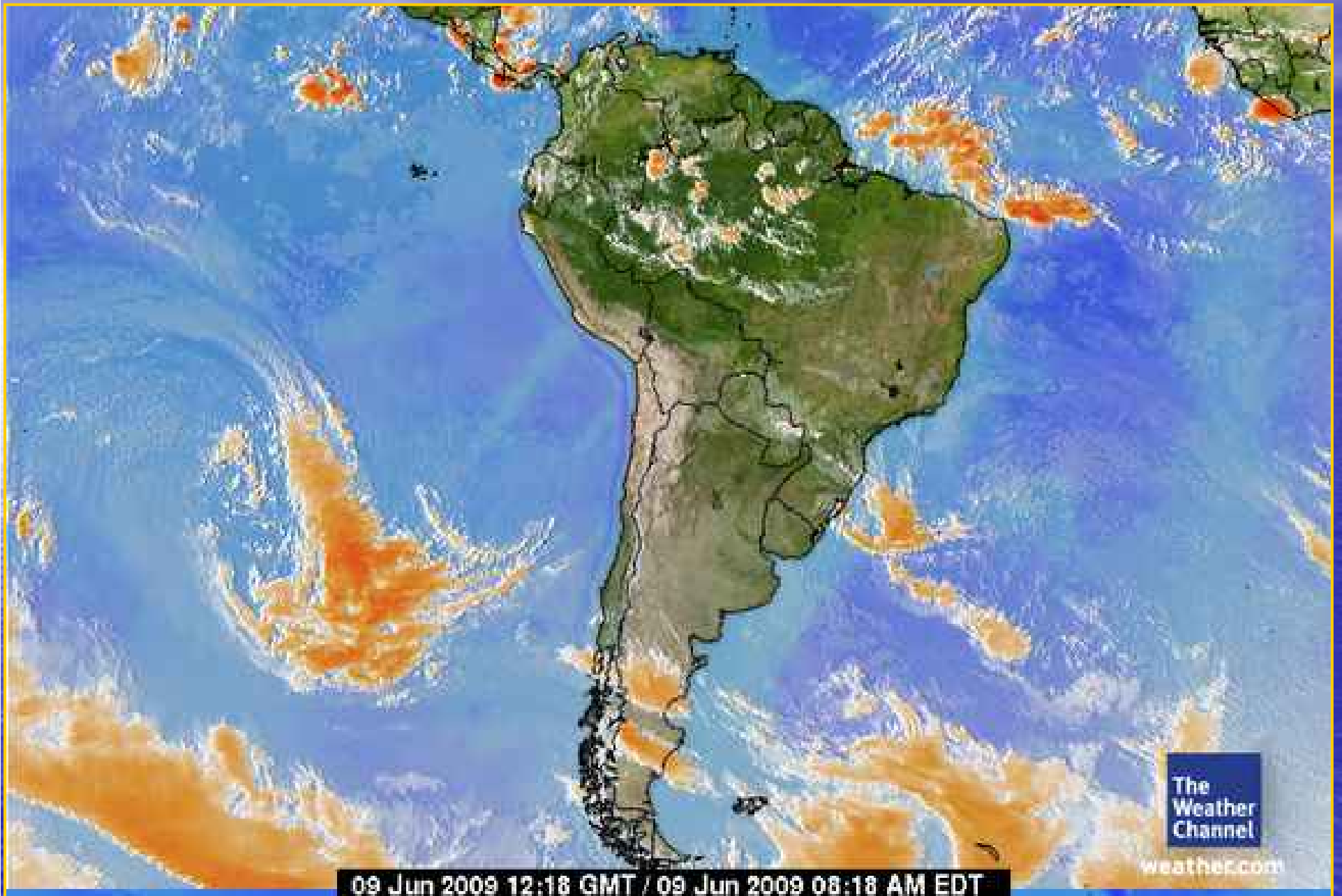
- Tipos:
  - a) **Heladas Advectivas:** se asocian a sistemas frontales fríos, de duración no superior a 72 horas, se desplazan hacia Argentina, finalizan con el ingreso de un nuevo sistema frontal.



weather.msfc.nasa.gov

9 Jun 2009  
11:45 UTC





09 Jun 2009 12:18 GMT / 09 Jun 2009 08:18 AM EDT

The  
Weather  
Channel

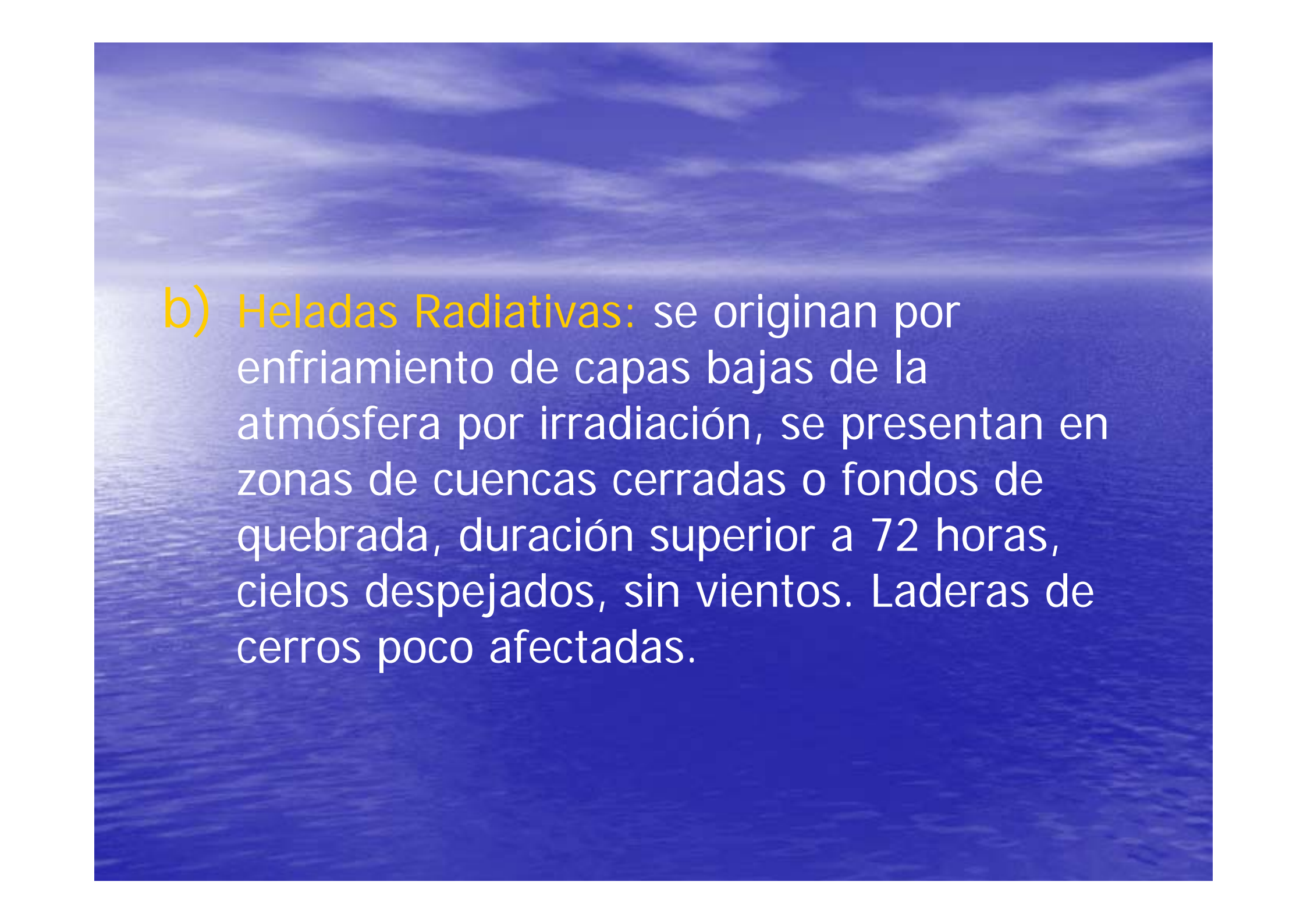
weather.com

- Frente Frío

- Lluvia irregular
- Duración 6 a 8 horas
- Antecede: masa cálida
- Posterior: masa fría
- Velocidad: 60-80 Km/hr
- Puede presentar tormentas eléctricas y granizadas.  
Precipitaciones intensas

- Frente Cálido

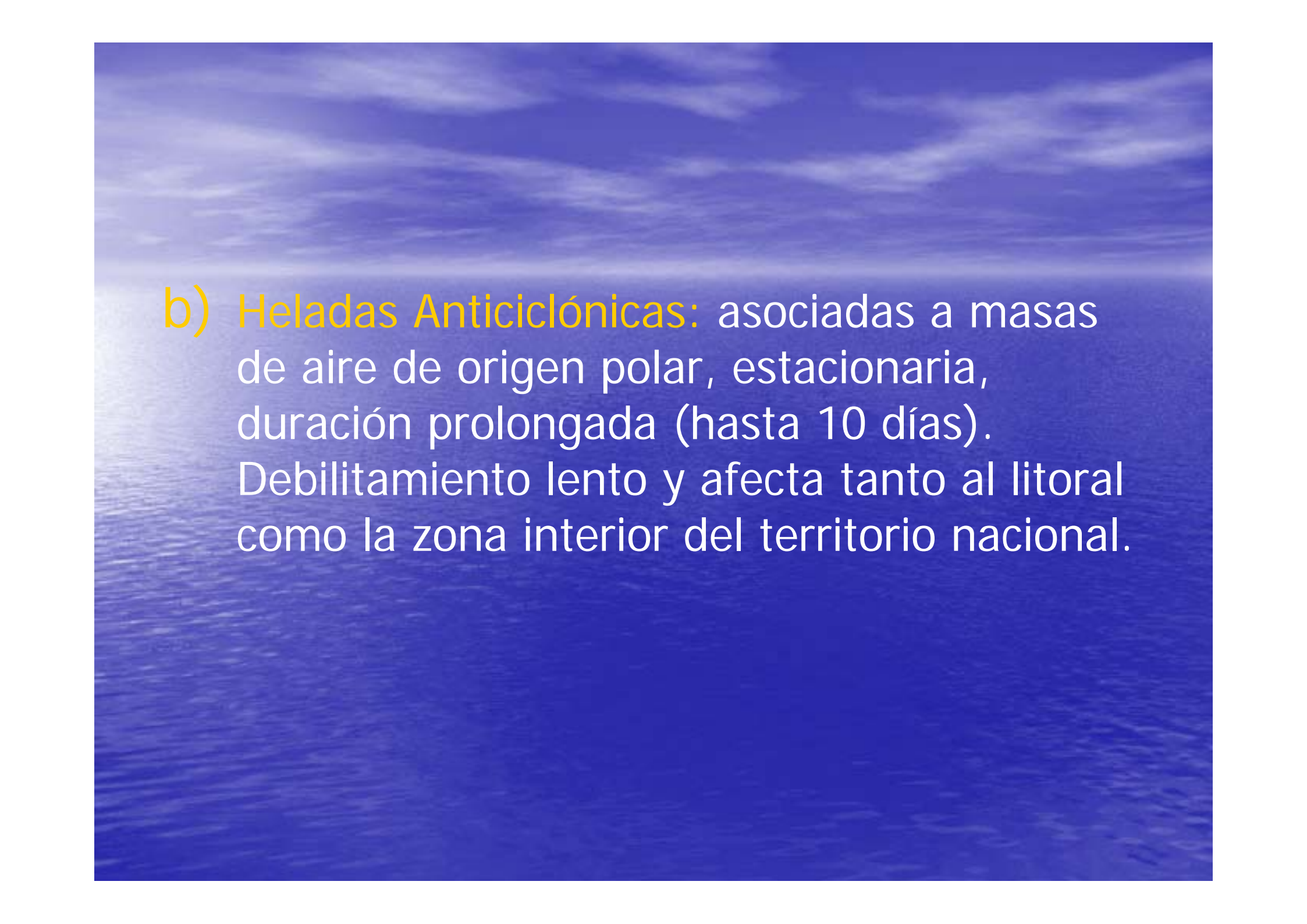
- Lluvia regular
- Duración 12-14 horas
- Antecede: masa fría
- Posterior: masa cálida
- Velocidad: 40-60 Km/hr
- Precipitación moderada a suave



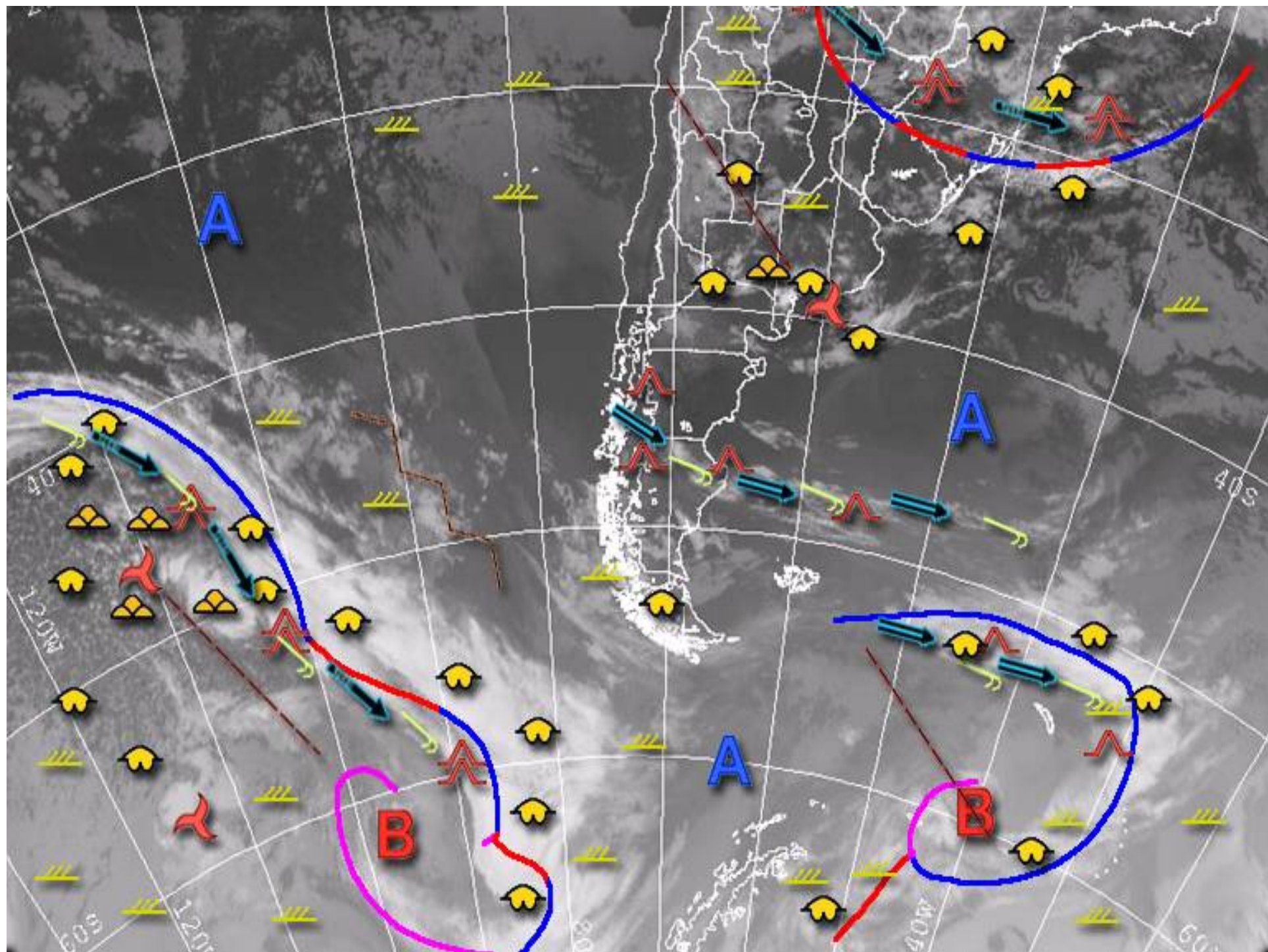
b) **Heladas Radiativas:** se originan por enfriamiento de capas bajas de la atmósfera por irradiación, se presentan en zonas de cuencas cerradas o fondos de quebrada, duración superior a 72 horas, cielos despejados, sin vientos. Laderas de cerros poco afectadas.







b) **Heladas Anticiclónicas:** asociadas a masas de aire de origen polar, estacionaria, duración prolongada (hasta 10 días). Debilitamiento lento y afecta tanto al litoral como la zona interior del territorio nacional.



# Granizadas

- Elemento muy poco común en Chile Central.
- Asociado solo a sistemas frontales fríos, con tormentas eléctricas y nubosidad de gran desarrollo vertical (Cúmulo Nimbos).
- Presencia otoño - invernal.



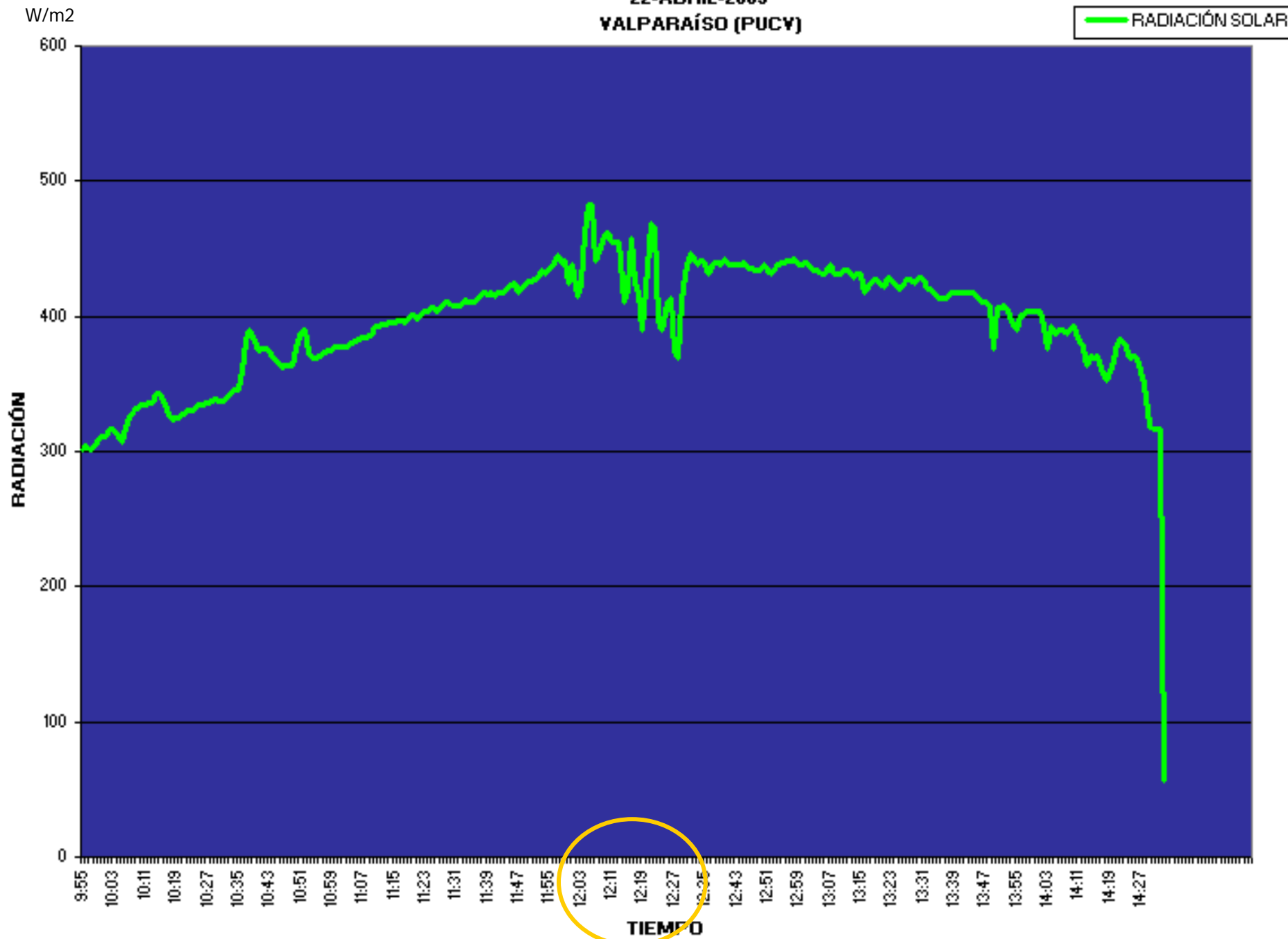
# Granizadas promedio anual de días

LA SERENA	VALPARAÍSO	QUILLOTA	LOS ANDES
0.1	1.1	0.2	0.8

# Golpes Calóricos

- Situaciones momentáneas de aumento de radiación solar incidente.
- Incremento rápido y violento de la temperatura ambiental.
- Descenso de la presión atmosférica y la humedad relativa.
- Aumento de la intensidad del viento.
- Incremento de la evaporación.

VARIACIÓN RADIACIÓN SOLAR  
22-ABRIL-2009  
VALPARAÍSO (PUCV)

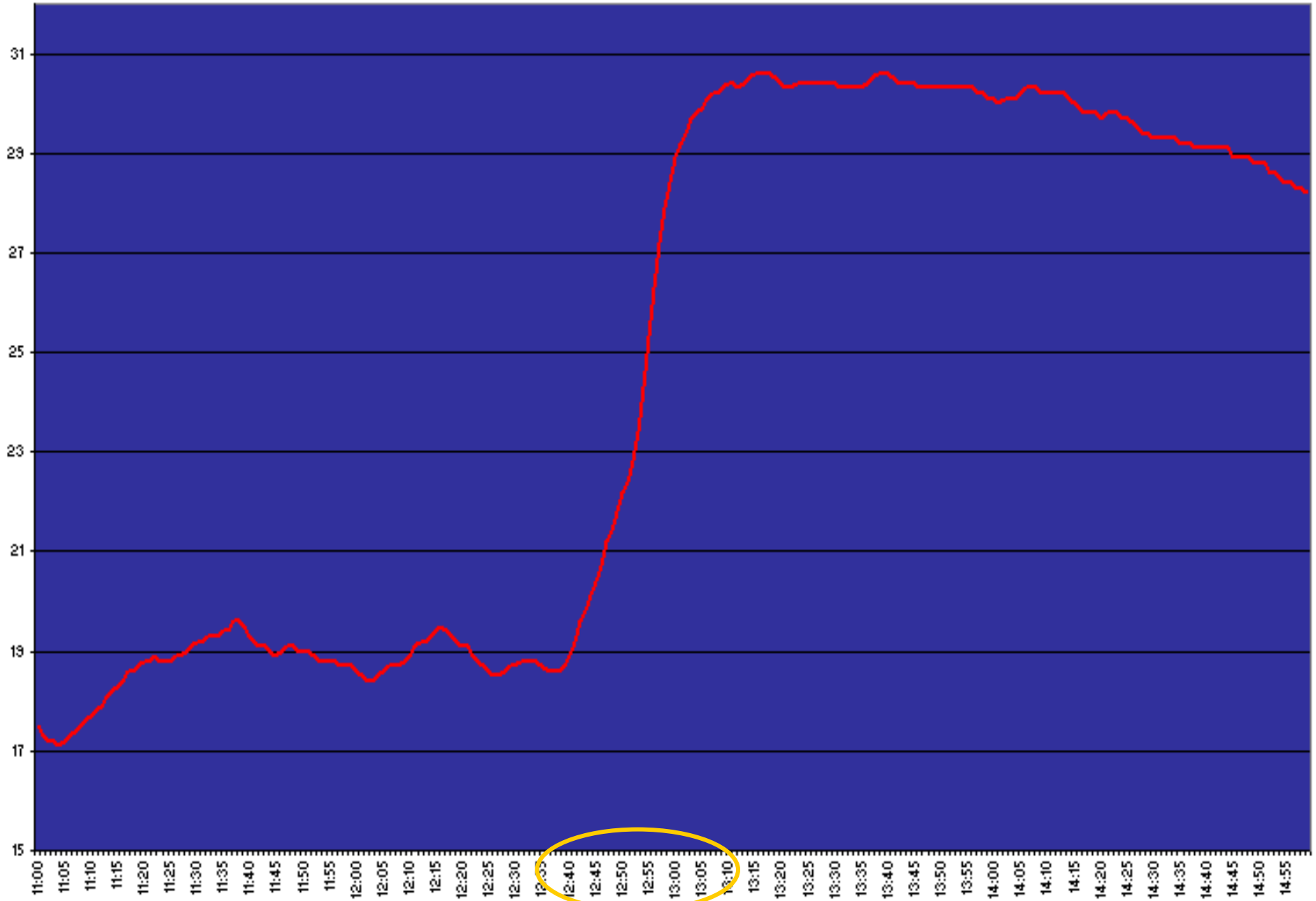




VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA  
22-ABRIL-2009  
VALPARAÍSO (PUCV)

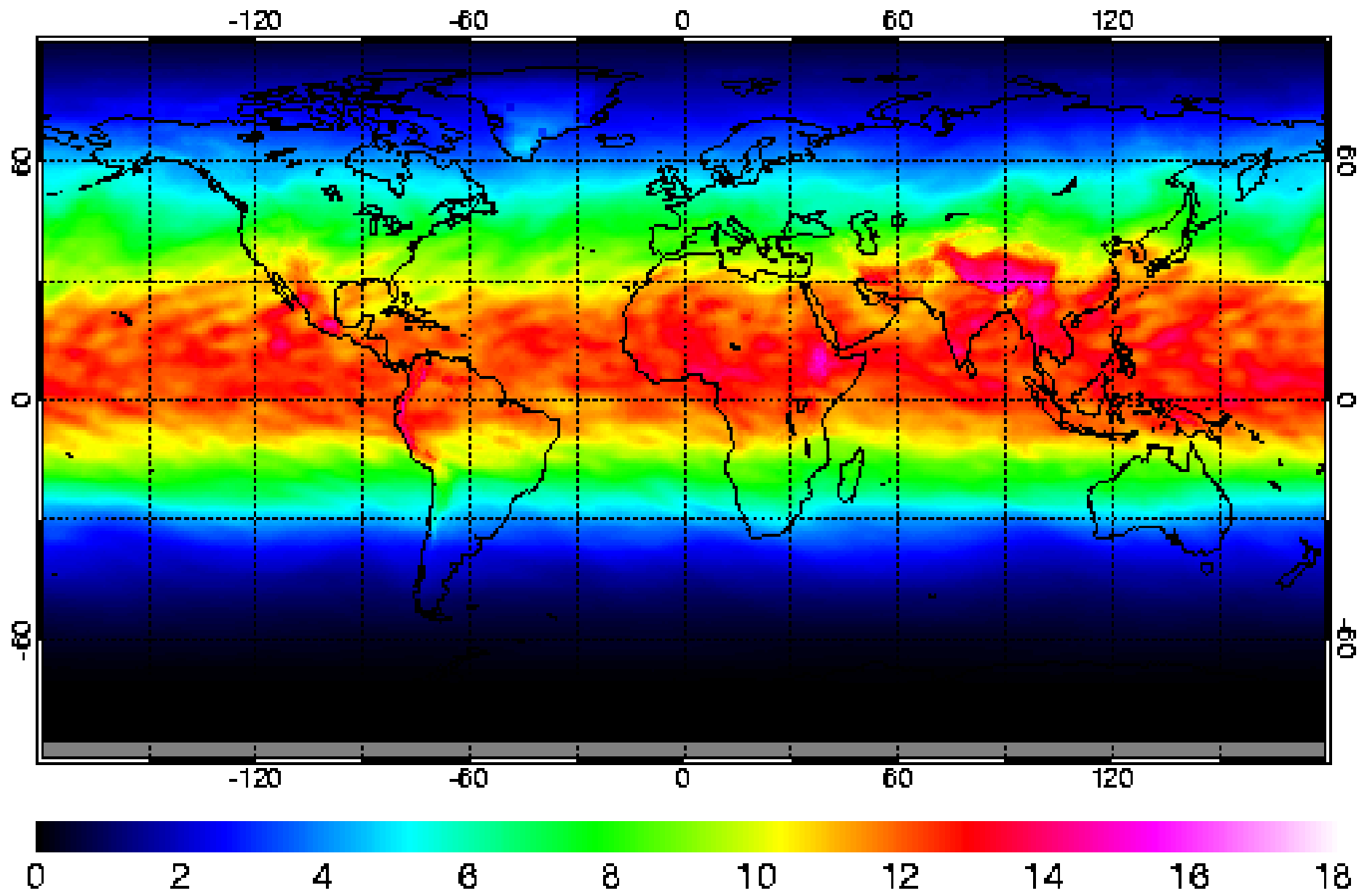
°C

— TEMPERATURA



Erythemal UV index  
SCIAMACHY - KNMI/ESA

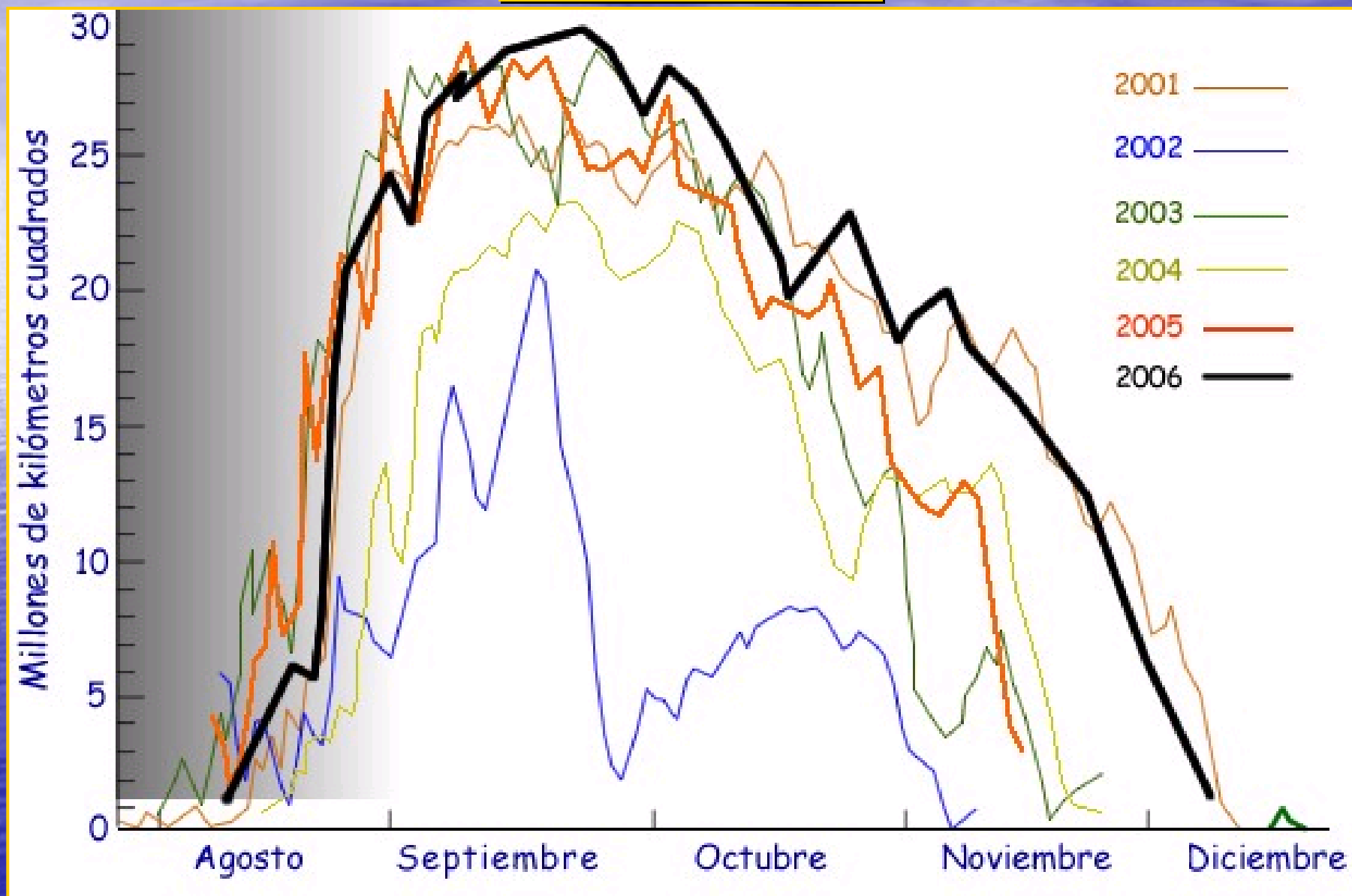
Clear-sky  
11 August 2009



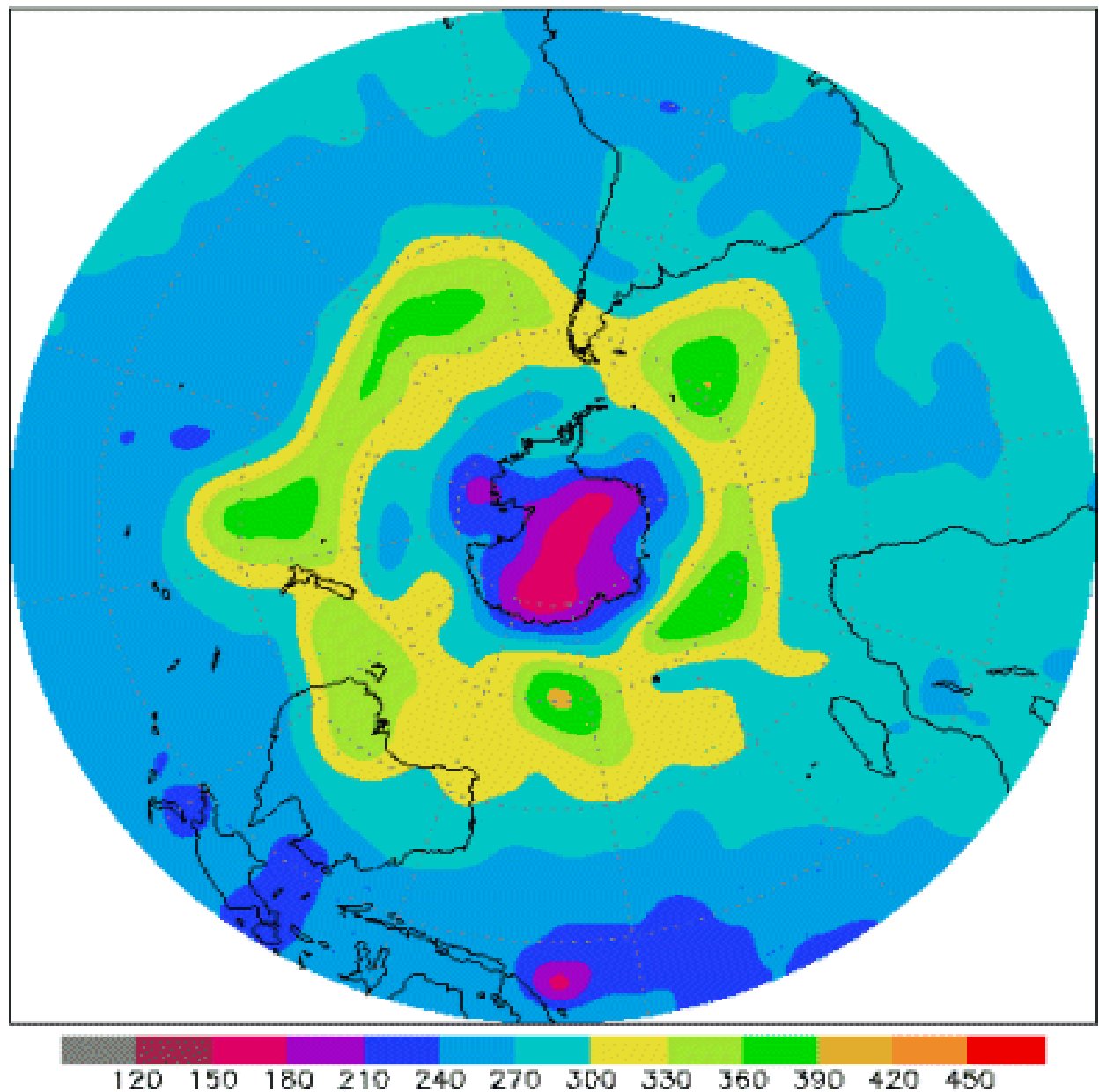
# Radiación Ultravioleta

- **Factores Primarios** que influyen en la radiación UV en un lugar:
  - Altura del Sol: estación del año y latitud.
  - Nubosidad.
  - Espesor Capa de Ozono.
  - Elevación de la superficie.
- **Factores Secundarios**
  - Contaminación del aire.
  - Albedo.
  - Distancia Tierra-Sol.
  - Nivel de actividad solar.
- **Efectos Fotobiológicos:**
  - Alteración en material genético, proceso fotosintético, crecimiento, morfología y floración vegetal.

## Variación superficial radiación UV-B en la Antártica



TOVS Total Ozone Analysis (Dobson Units)  
Climate Prediction Center/NCEP/NWS/NOAA  
08/31/04



# Conclusiones

- Chile Central zona de transición climática.
- Condiciones atmosféricas generales muy influenciada por factores geográficos (relieve, corrientes marinas, vegetación).
- Presencia de gran cantidad de climas locales y microclimas.
- Presencia histórica de periodos extremos de precipitación y sequía, sin ciclos determinados.

- Profundos impactos en la Agricultura y otras actividades económicas.
- Se requiere la toma de conciencia y preparación profesional y técnica para enfrentar estos problemas.
- El diagnóstico y pronóstico avanzado del tiempo atmosférico es requisito indispensable para mitigar los efectos negativos de las adversidades climáticas.

Gracias...

