

# Ciclones Tropicales en el Pacifico Oriental

*Graciela Binimelis de Raga*  
*Centro de Ciencias de la Atmosfera, CCA-UNAM*

*Colaboradores:*

*Luis Farfán, CICESE*

*Orzo Sánchez-Montante, CICATA-IPN*

*Fernando Oropeza y Rosario Romero CCA-UNAM*

*InterAmerican Institute for Global Change*  
*CRNII-048*



**2005**

**Rita**  
23 September

**Dennis**  
10 July

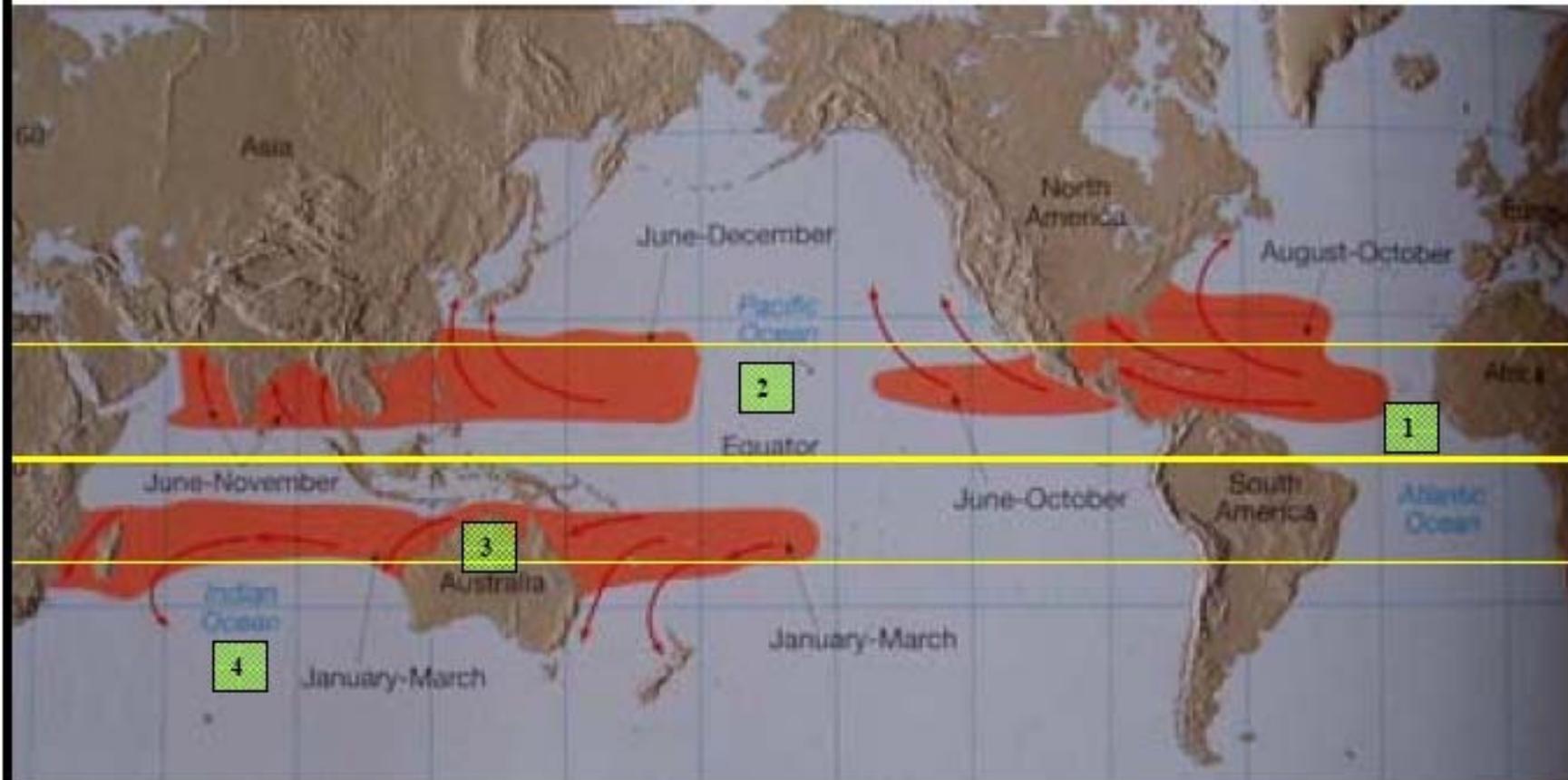
**Katrina**  
28 August

**Wilma**  
21 October

**Emily**  
17 July



## Regiones de formación y movimiento de ciclones tropicales

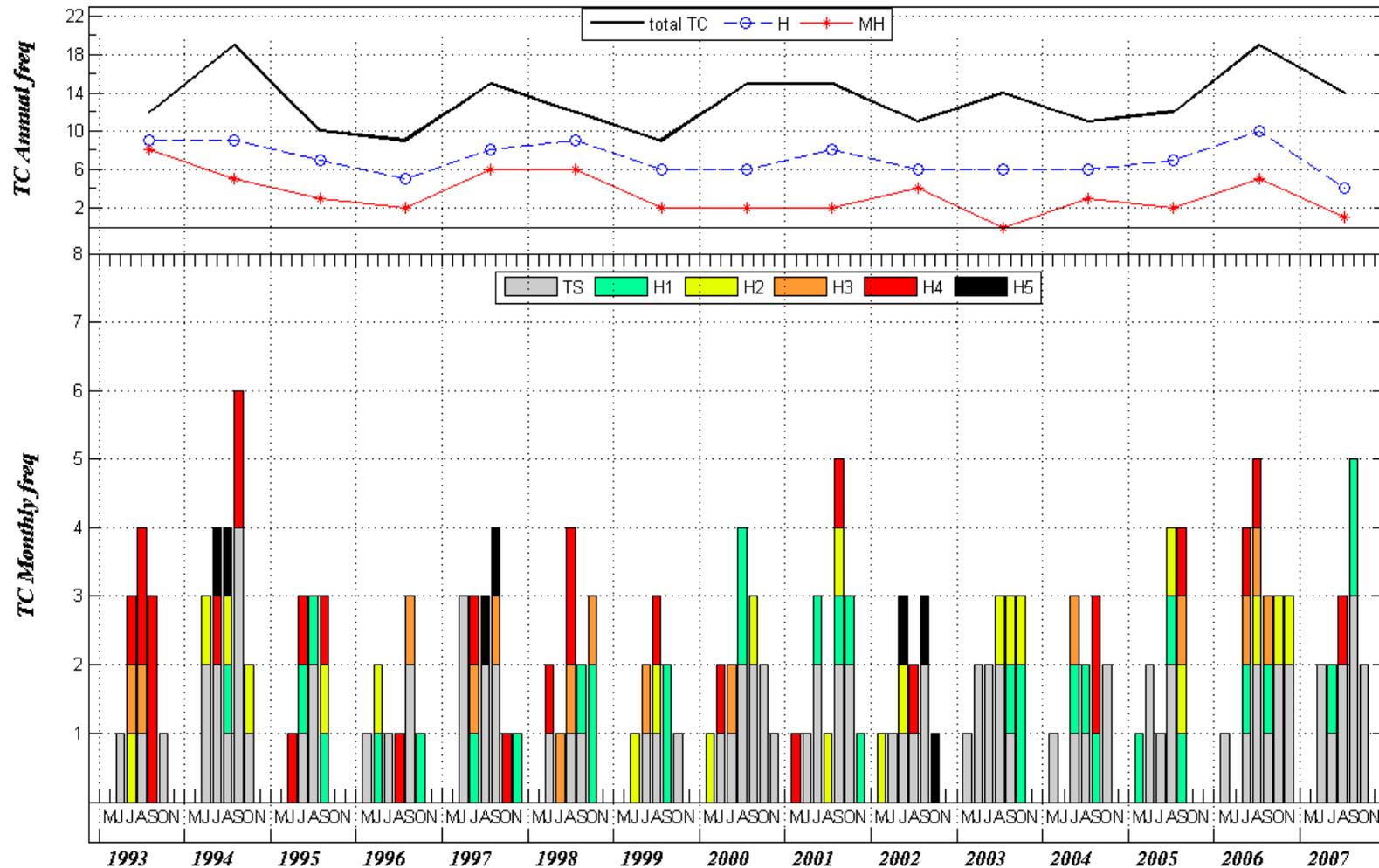


1. Océano Atlántico: central y occidental
2. Océano Pacífico: oriental y occidental
3. Australia: oriental, norte y occidental
4. Océano Indico: sur de la India y este de Africa

# Contenido

- *Climatología : frecuencia y trayectorias*
- *Influencia de gran escala (ENSO, inter-decadal)*
- *Fracción que penetra a tierra en México*
- *Intensificación: Influencia del estado del océano*
- *Impacto de precipitación en tierra*

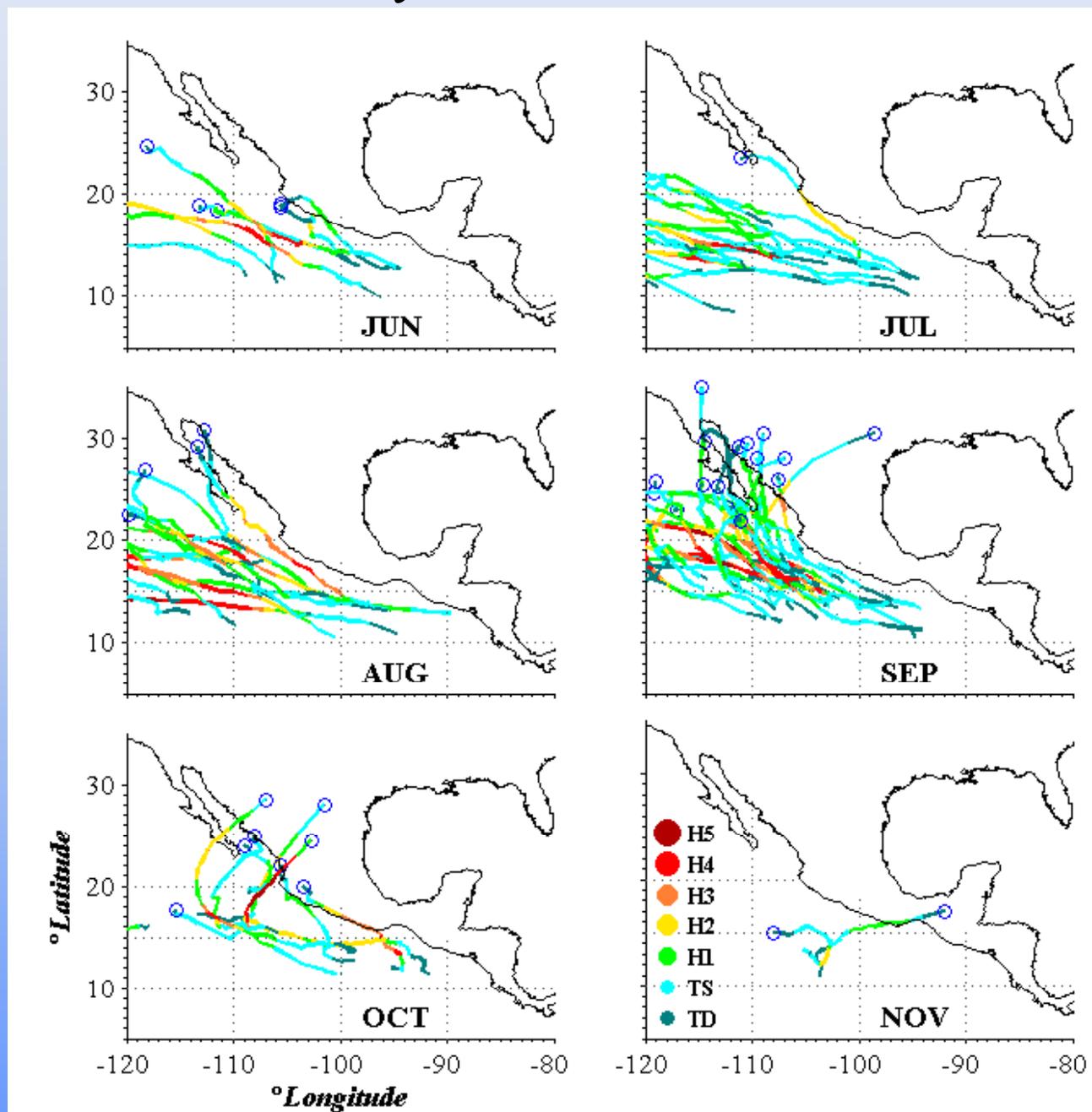
# Frecuencia de ocurrencia



Promedio 1969-2008: 16 por año

(Sanchez et al, 2009)

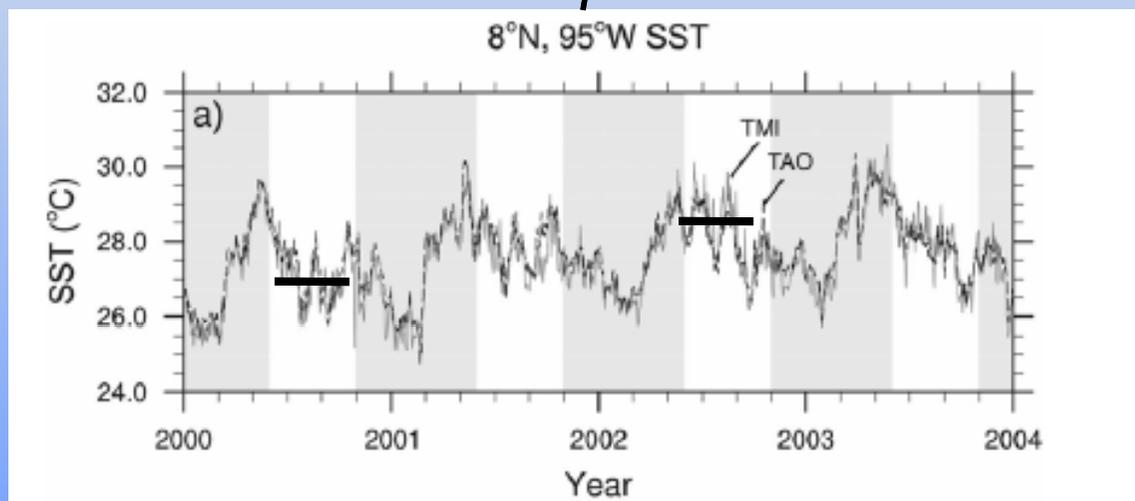
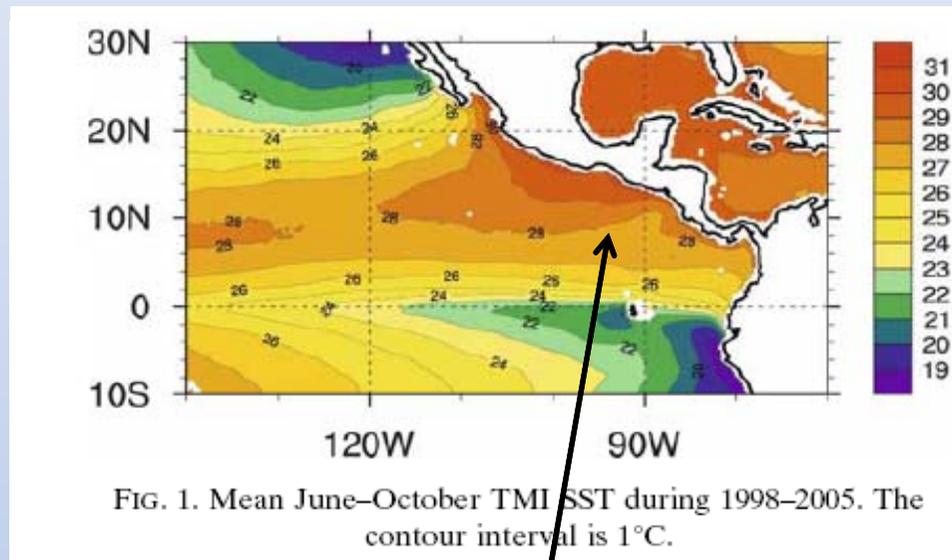
## *Distribución de trayectorias: variabilidad intra-estacional*



Periodo:  
1993-2007

(Sanchez et al, 2009)

# Variabilidad de la temperatura del océano



TMI (TRMM) vs TAO SST  
(Junio-October en blanco)

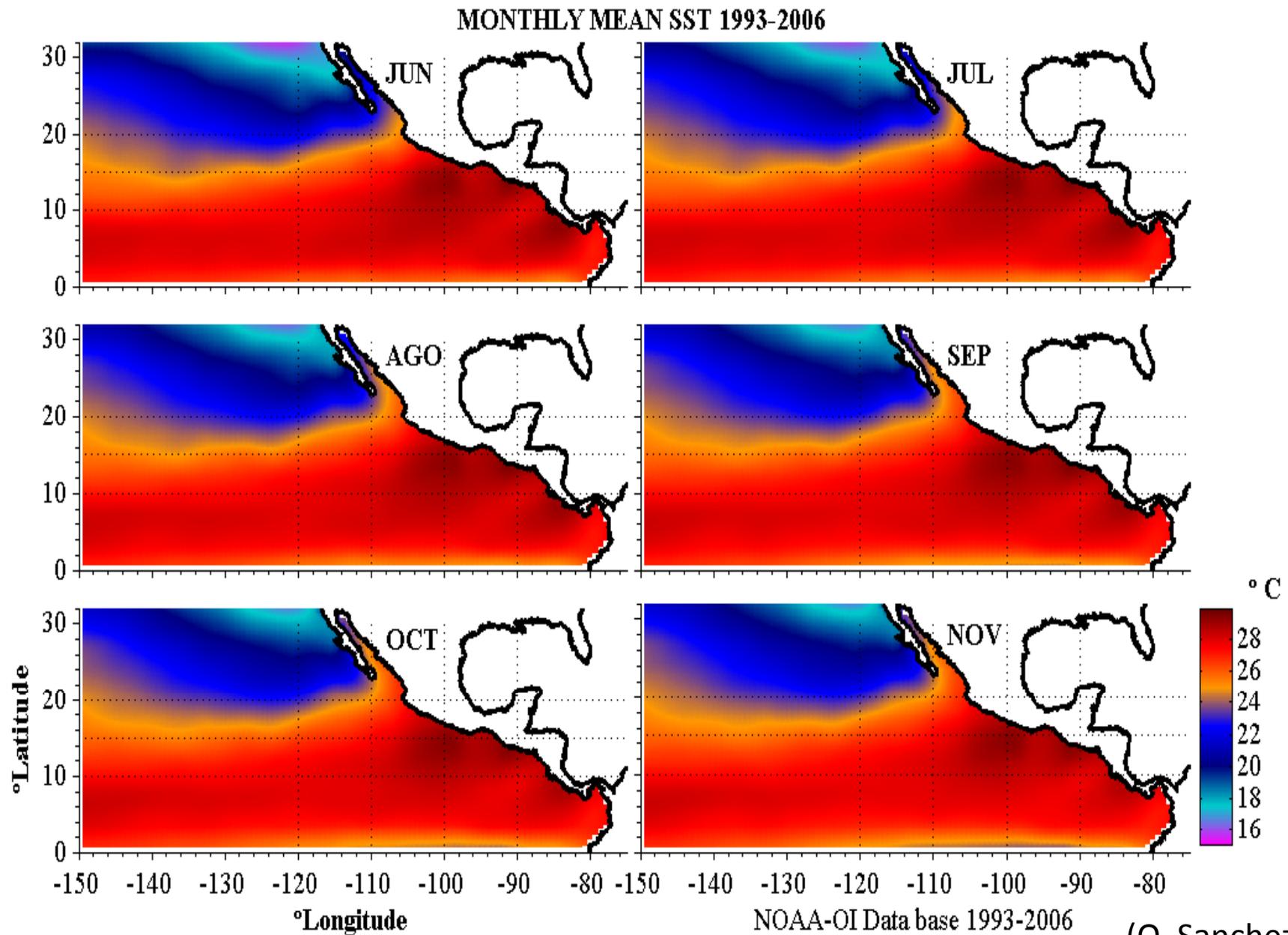
Variabilidad a varias  
escales temporales:  
anual, estacional,  
mensual...

Algunos años, la SST en  
los meses de  
ciclogénesis es mas  
elevada que el promedio  
y en otros es menos....

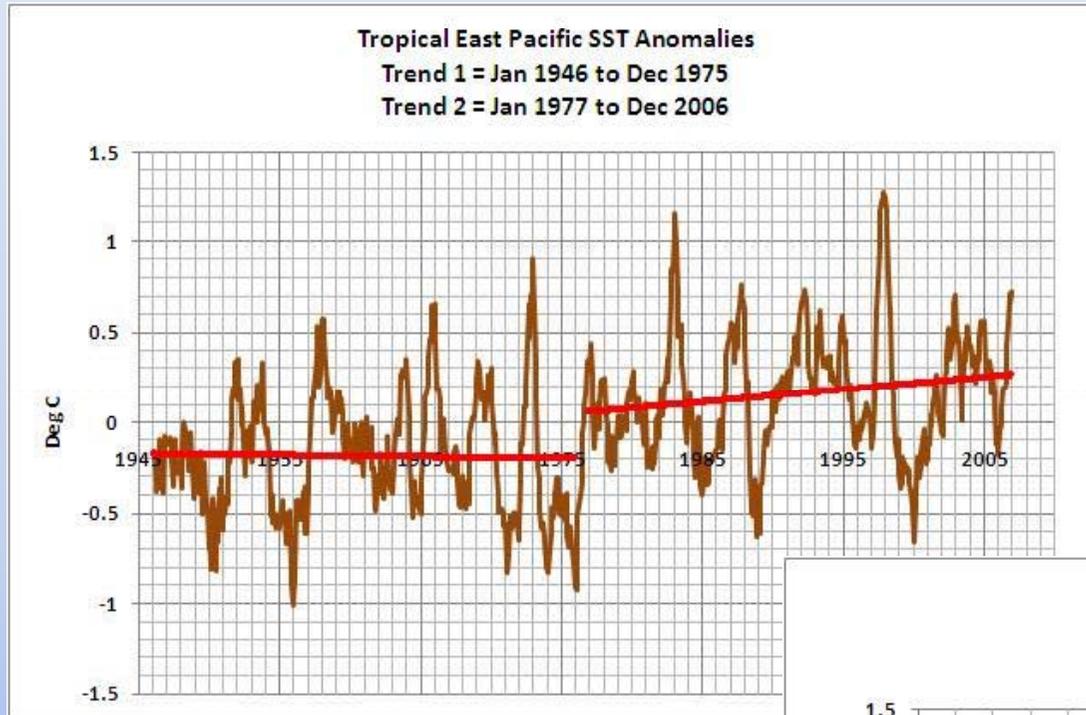
Variabilidad de SST  
asociada a ENSO

(Maloney et al, 2008)

# *Distribución espacial de temperatura de la superficie del océano*



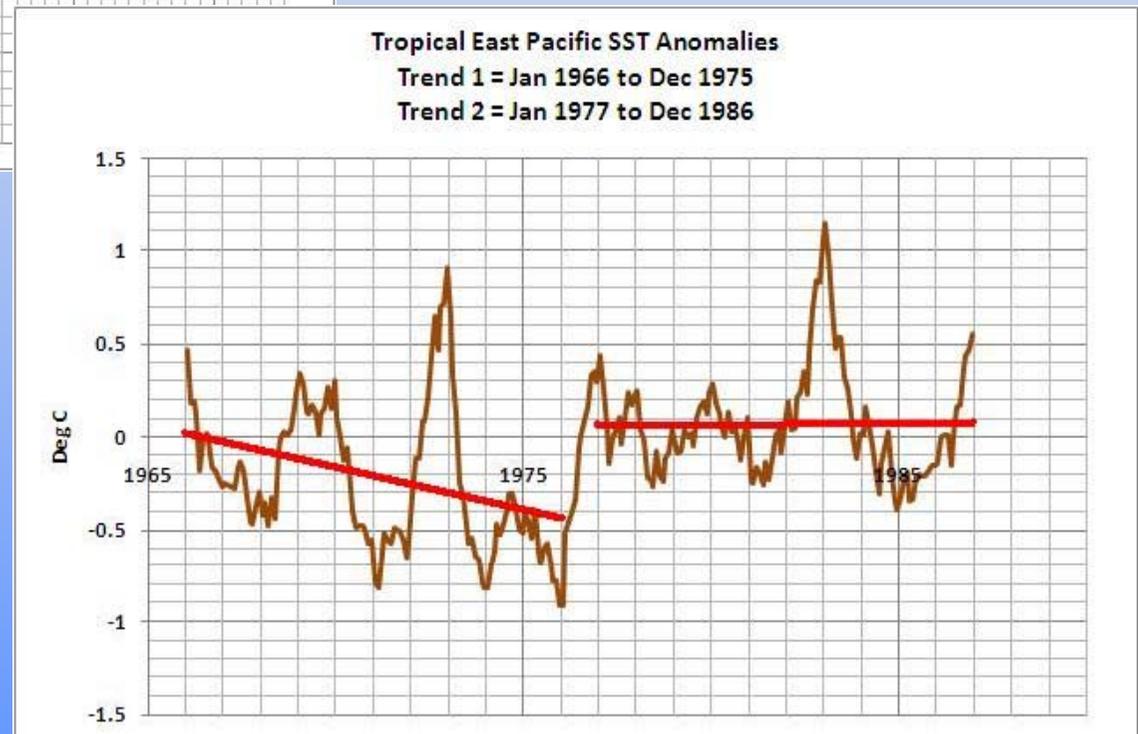
# Variabilidad de las anomalías de temperatura del océano



La serie de 1946 a 2006, parece indicar que las anomalías de SST estuvieron aumentando en el EPAC

Sin embargo si miramos en detalle, vemos la señal del “climate shift” en 1976 en el EPAC (Trenberth, 1996)

(Tisdale, 2008)



Análisis Bayesiano de actividad ciclónica, indica un “change-point” en 1982:

→ cambio de régimen

Periodo:  
1966- 2002

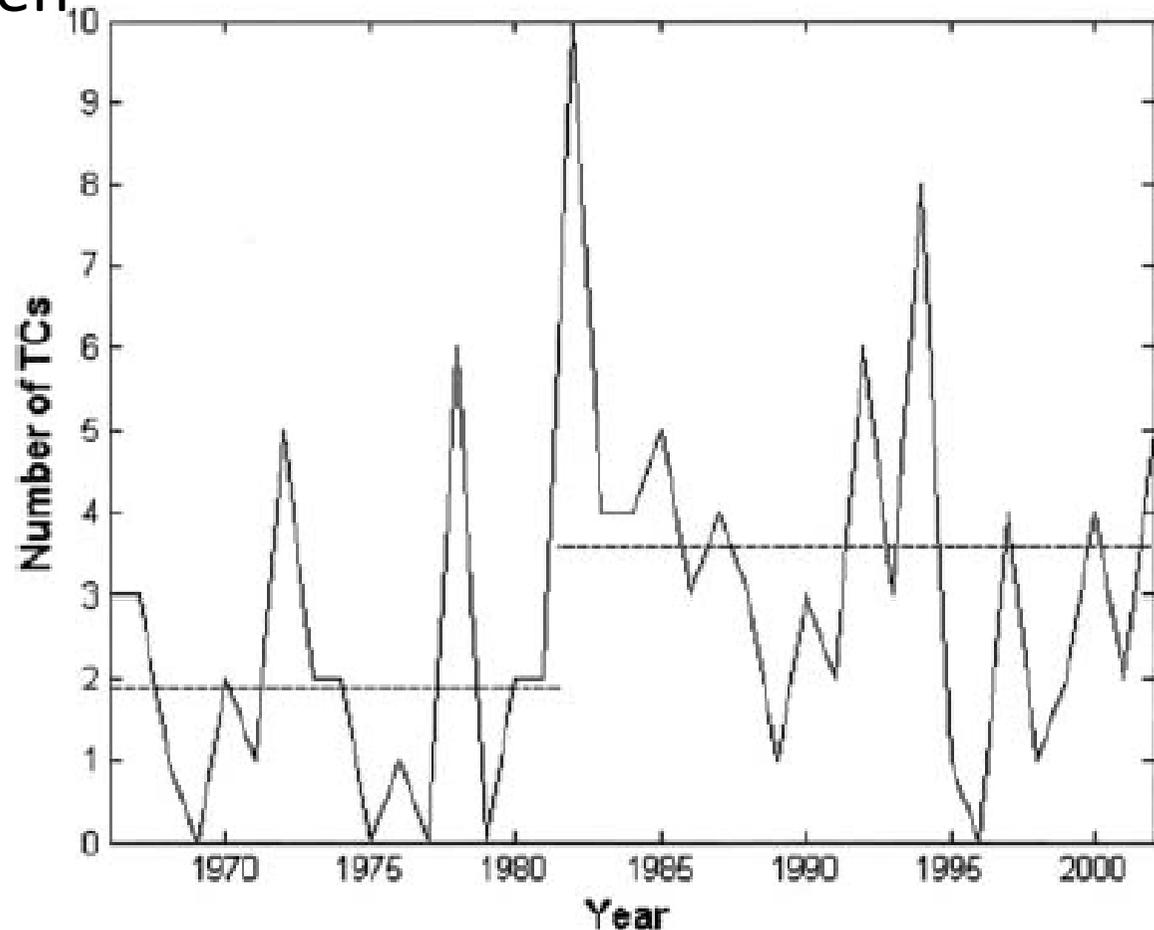
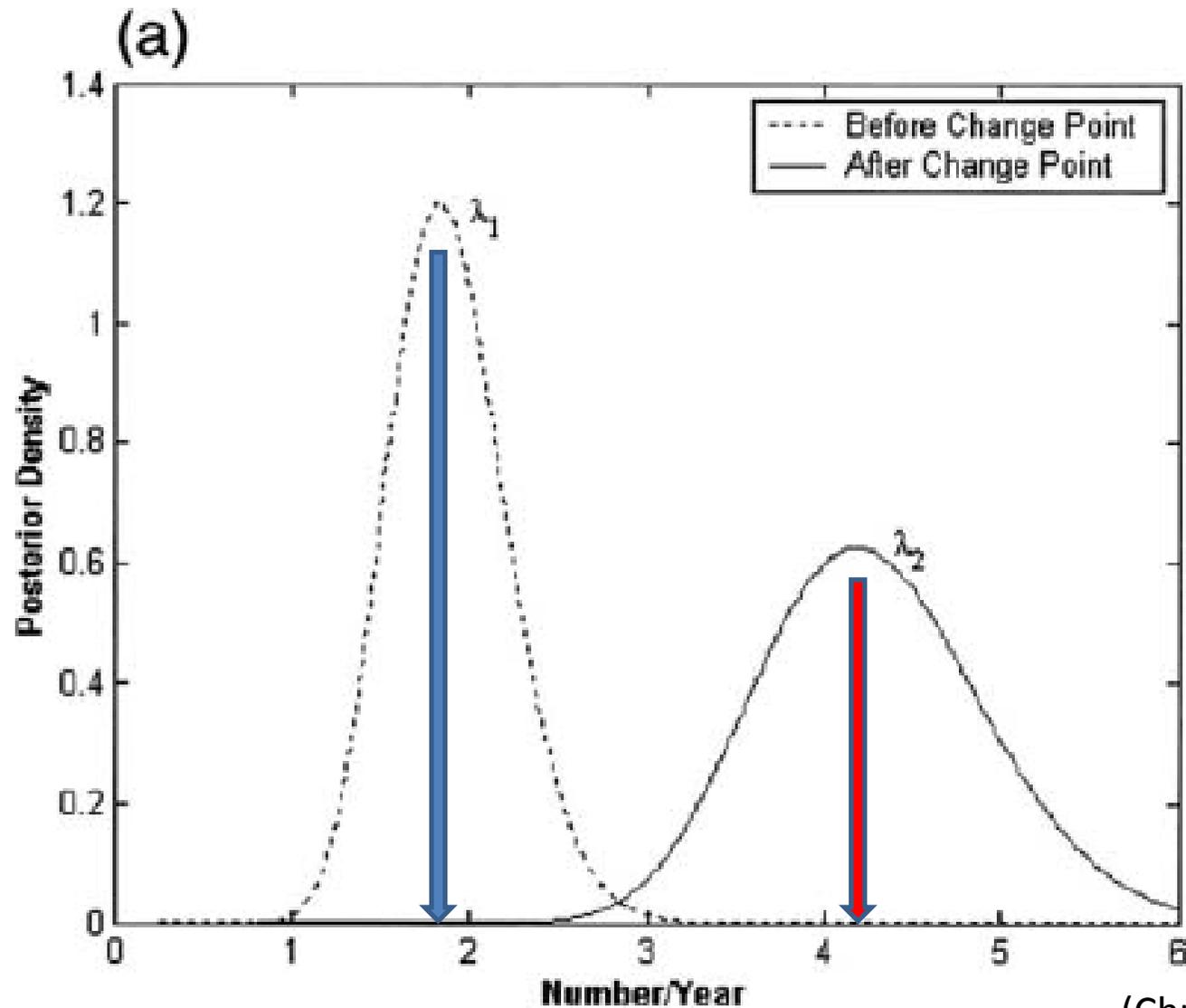


FIG. 1. Time series of annual tropical cyclone counts over the central North Pacific from 1966 to 2002. Broken lines denote the means for the period 1966–81 and 1982–2002, respectively.

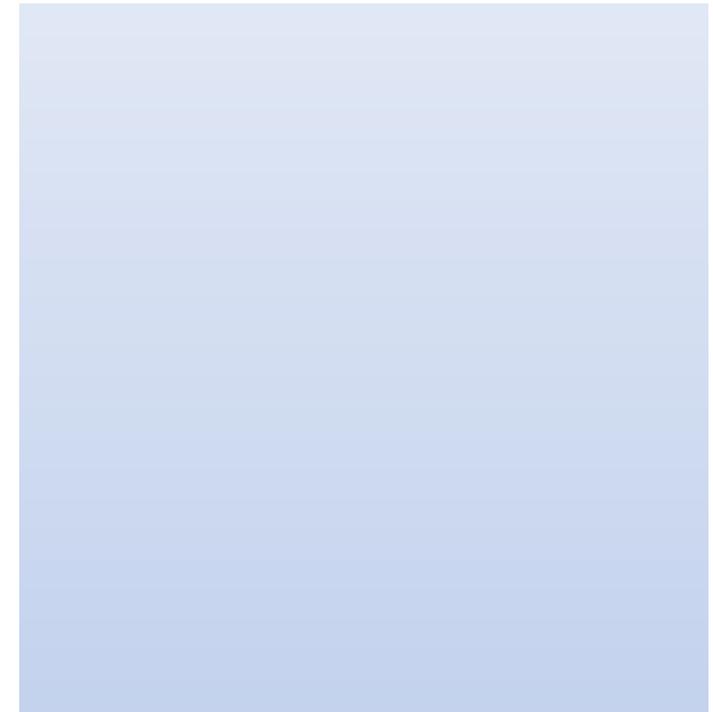
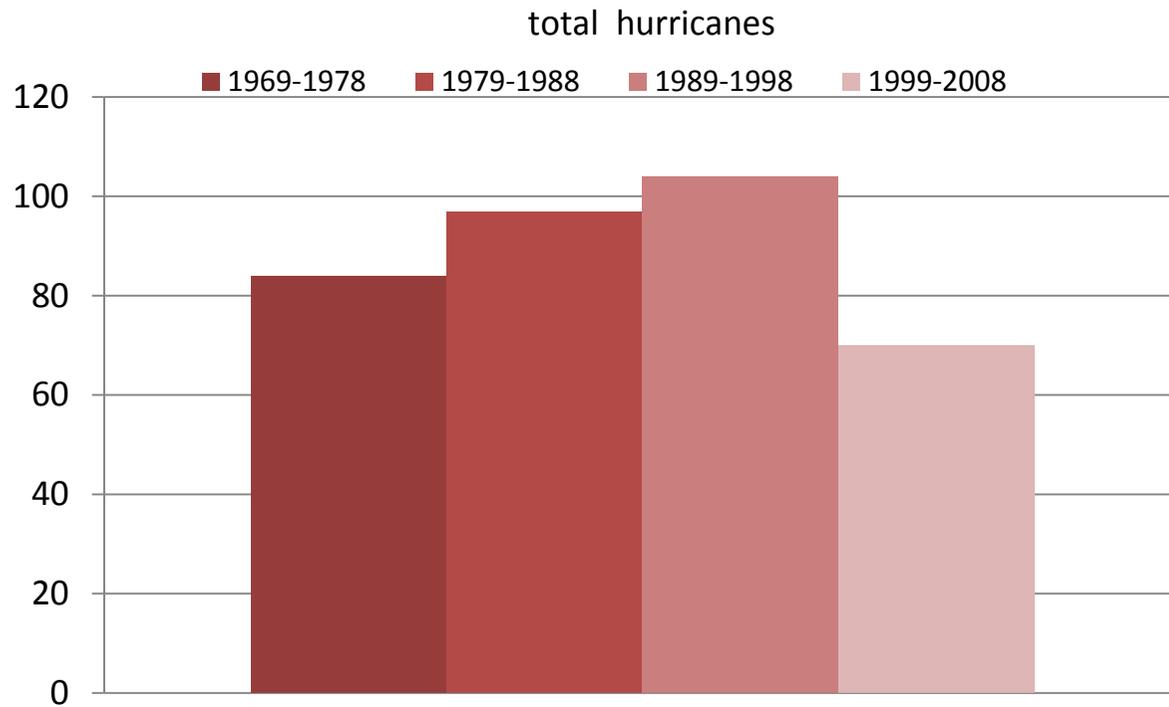
(Chu & Zhao, 2004)

Análisis Bayesiano indica diferentes probabilidades de ocurrencia para antes y después de 1982



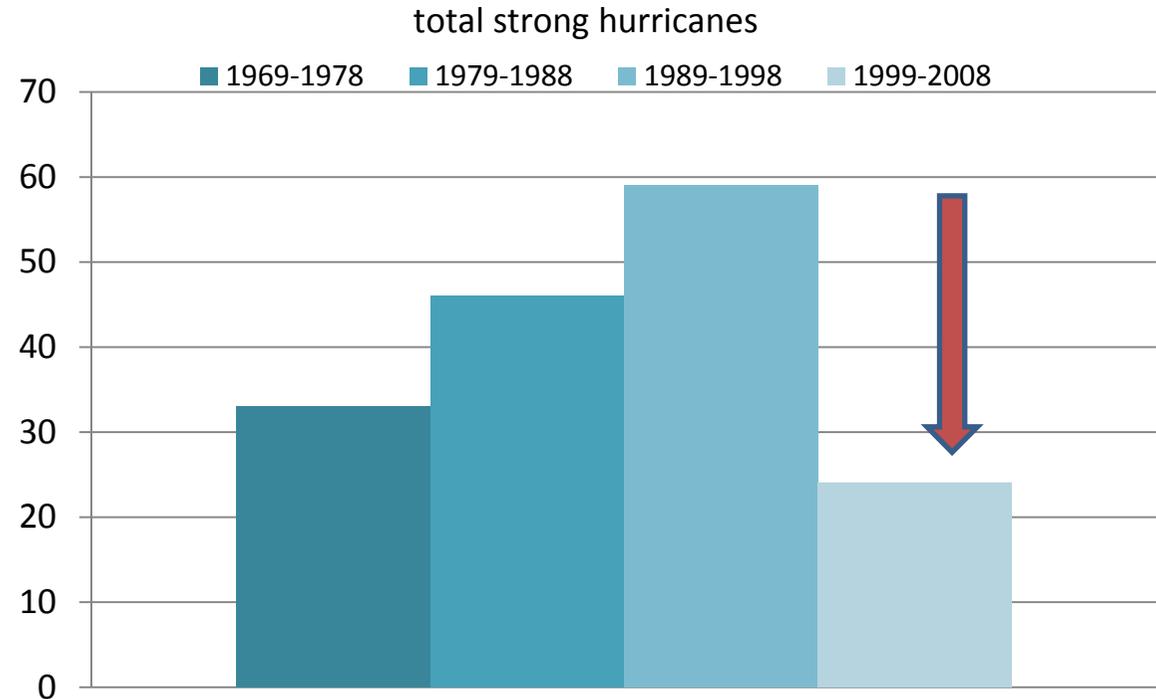
Periodo:  
1966- 2002

(Chu & Zhao, 2004)



Sin embargo, el numero de CT *por década* sugiere algo diferente...

(Raga & Farfan, 2009)



# Contenido

- *Climatología : frecuencia y trayectorias*
- ***Influencia de gran escala (ENSO, inter-decadal)***
- *Fracción que penetra a tierra en México*
- *Intensificación: Influencia del estado del océano*
- *Impacto de precipitación en tierra*

# Variabilidad en el Pacifico Oriental : Influencia de ENSO en el numero de ciclones

(Romero-Vadillo et al, 2007)

Table I. Statistics of cyclone activity from 1966 to 2004 in the NE Pacific. The numbers in parentheses represent the mean number of storms per year.

	Tropical storms	Hurricanes					Total
		Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5	
El Niño years	98 (6.53)	45 (3.0)	19 (1.3)	27 (1.8)	37 (2.5)	5 (0.33)	231 (15.4)
Non-El Niño years	182 (7.9)	88 (3.8)	40 (1.7)	33 (1.4)	41 (1.8)	4 (0.17)	388 (16.9)
Total	280 (7.4)	133 (3.5)	59 (1.5)	60 (1.6)	78 (2)	9 (0.23)	618 (16.3)



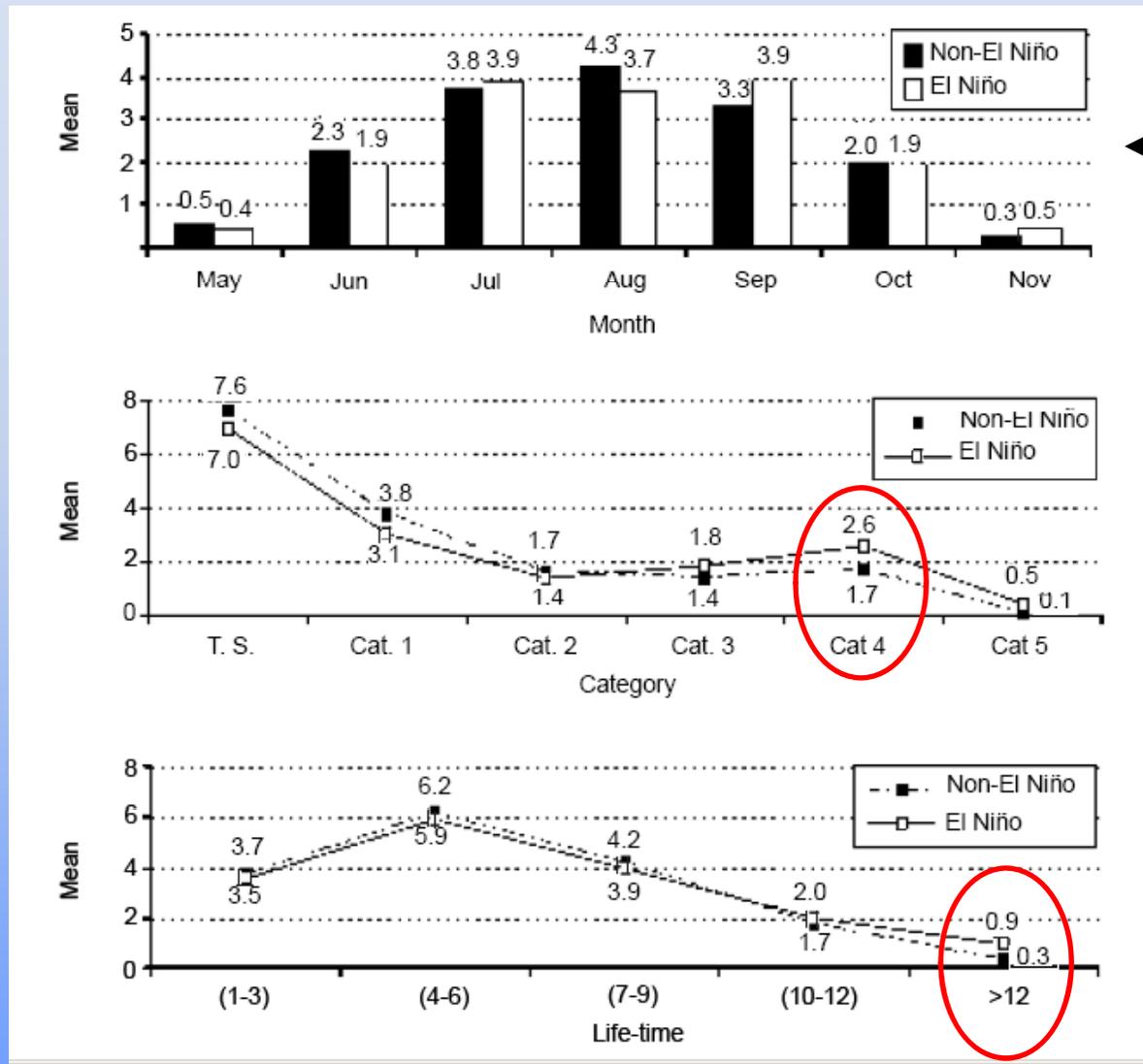
Concluyen que no hay diferencia significativa en el numero de ciclones

# Variabilidad en el Pacifico Oriental : Influencia de ENSO en duración de los ciclones

Table II. Statistics of cyclone duration during the period 1966 to 2004 in the NE Pacific. The numbers in parentheses represent the mean number of storms in each category.

	Days					Total
	1 to 3	4 to 6	7 to 9	10 to 12	Longer than 12	
El Niño years	53 (3.5)	92 (6.1)	59 (3.9)	31 (2.1)	14 (0.9)	248 (16.5)
Non-El Niño years	85 (3.7)	143 (6.1)	96 (3.9)	40 (2.1)	7 (0.9)	371 (16.13)
Total	138 (3.6)	234 (6.2)	155 (4.1)	71 (1.9)	21 (0.6)	619 (16.3)

# Variabilidad en el Pacifico Oriental : Influencia de ENSO en el numero *promedio*

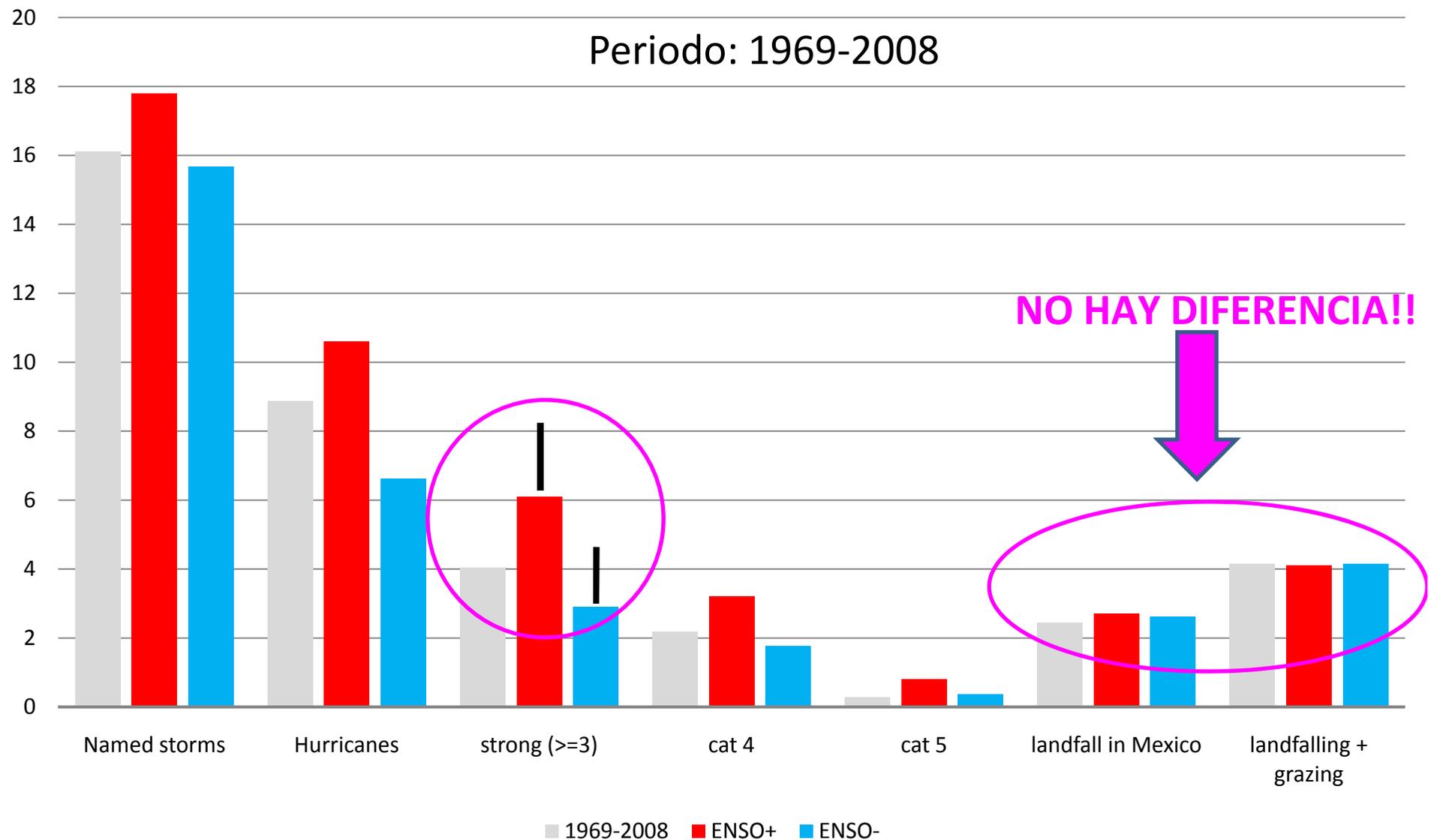


Ciclo anual

Periodo:  
1966-2004

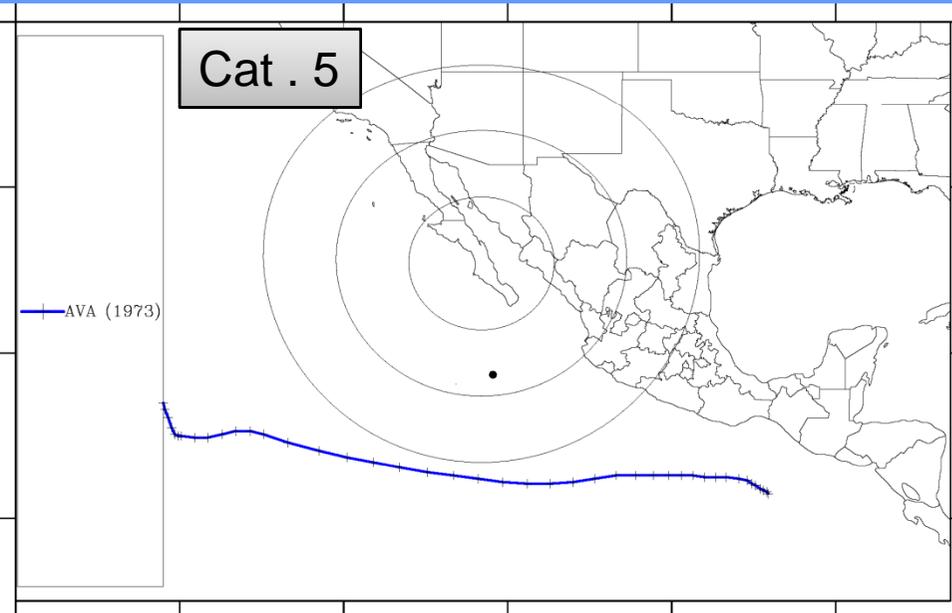
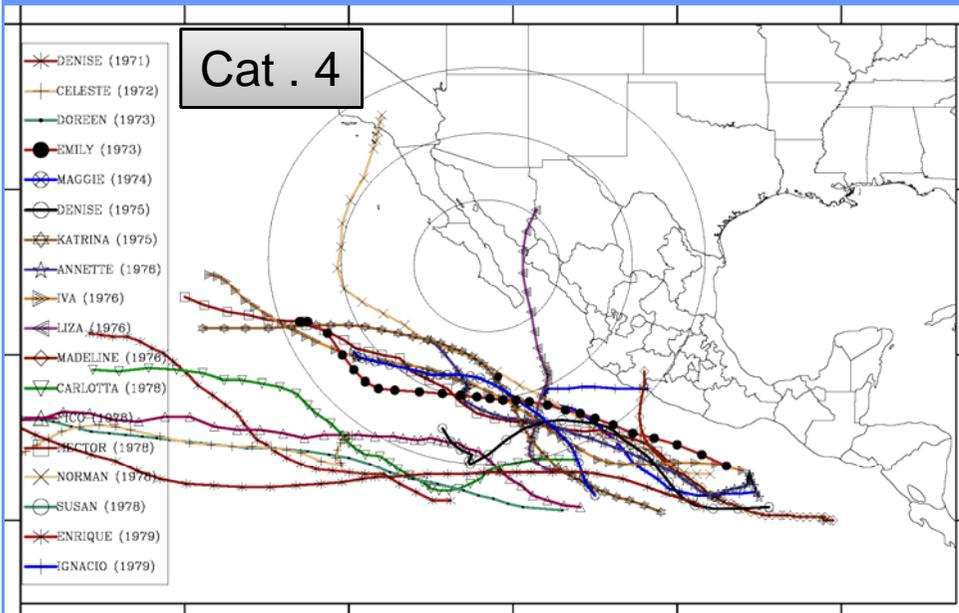
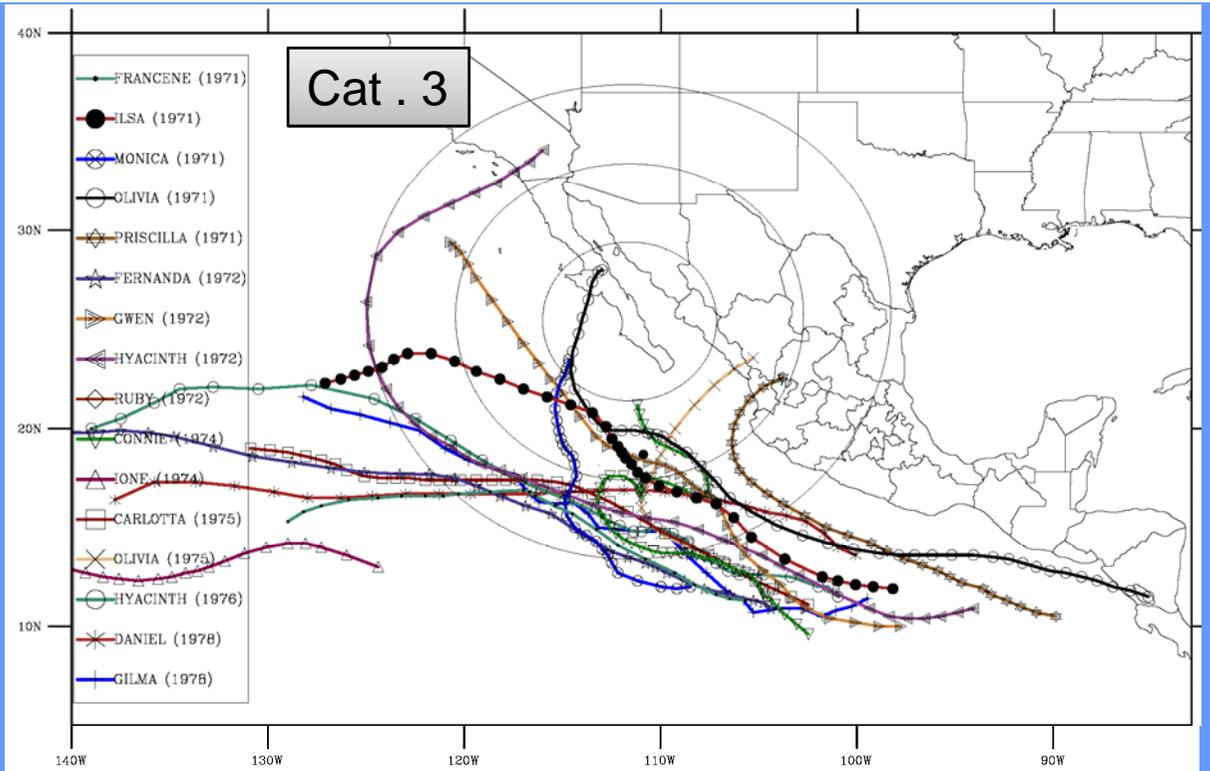
(Romero-Vadillo et al, 2007)

# Variabilidad en el Pacifico Oriental : Influencia de ENSO en el numero *promedio*



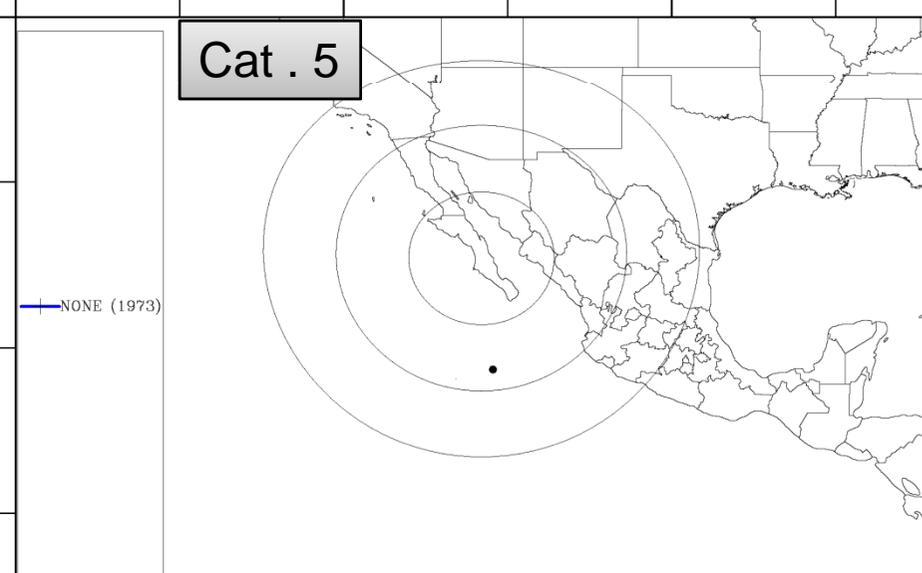
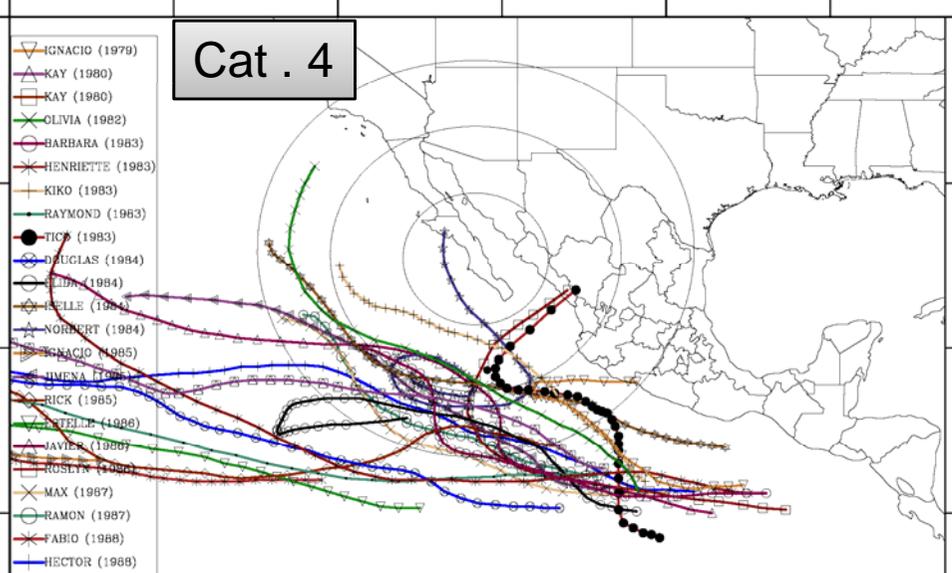
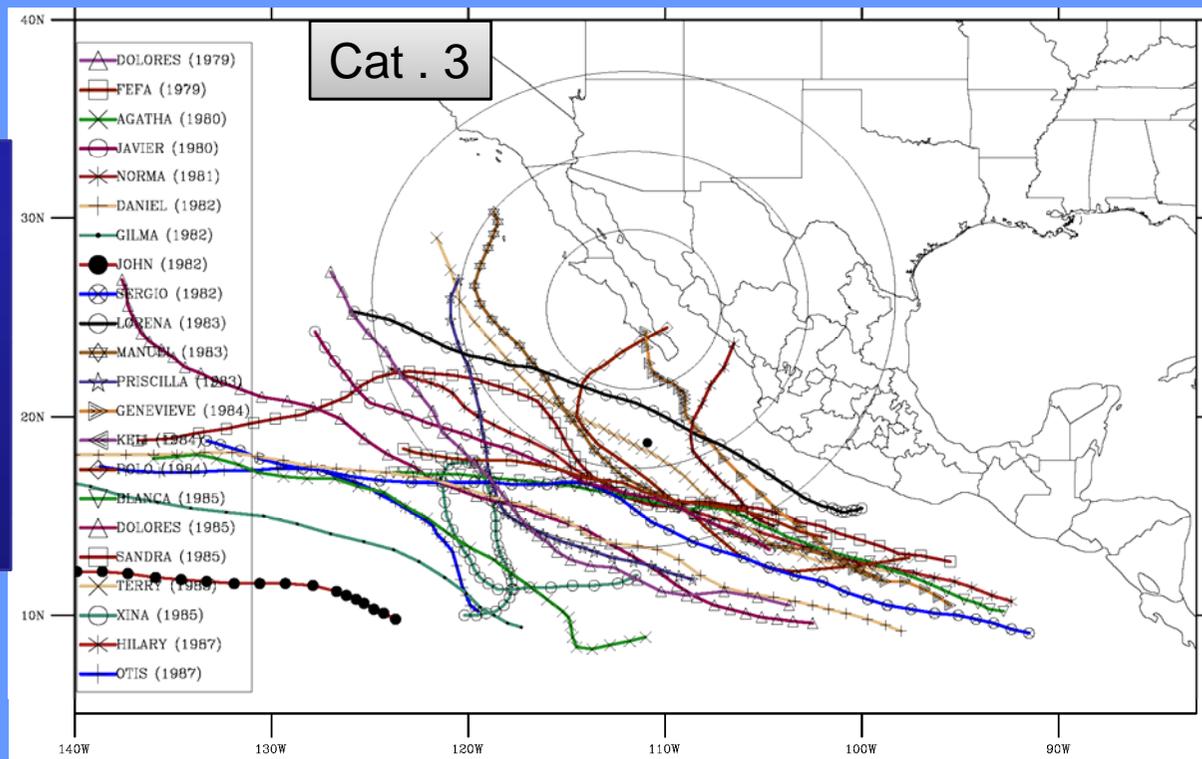
Variabilidad de las trayectorias en función de la intensidad y por década

1970-1979



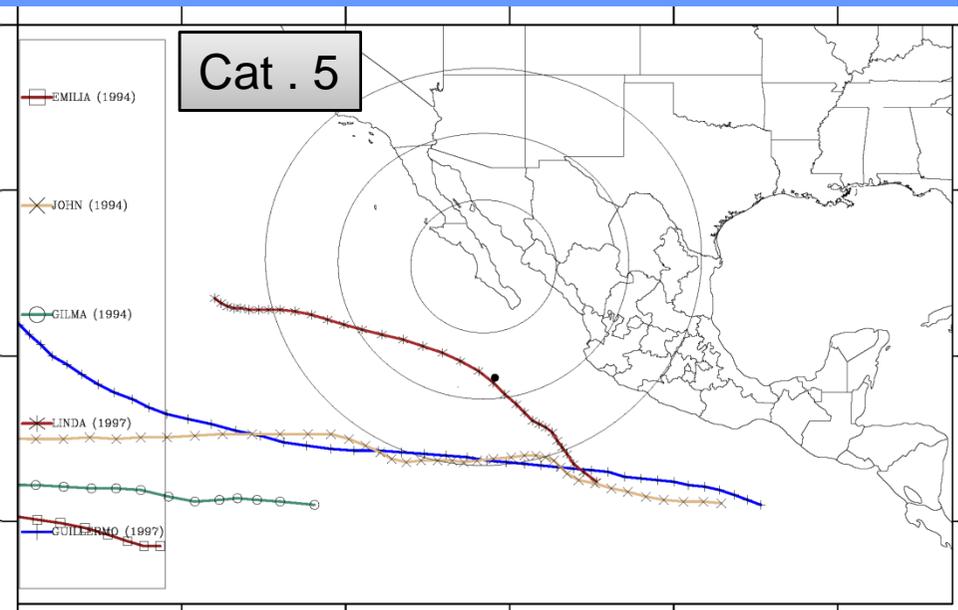
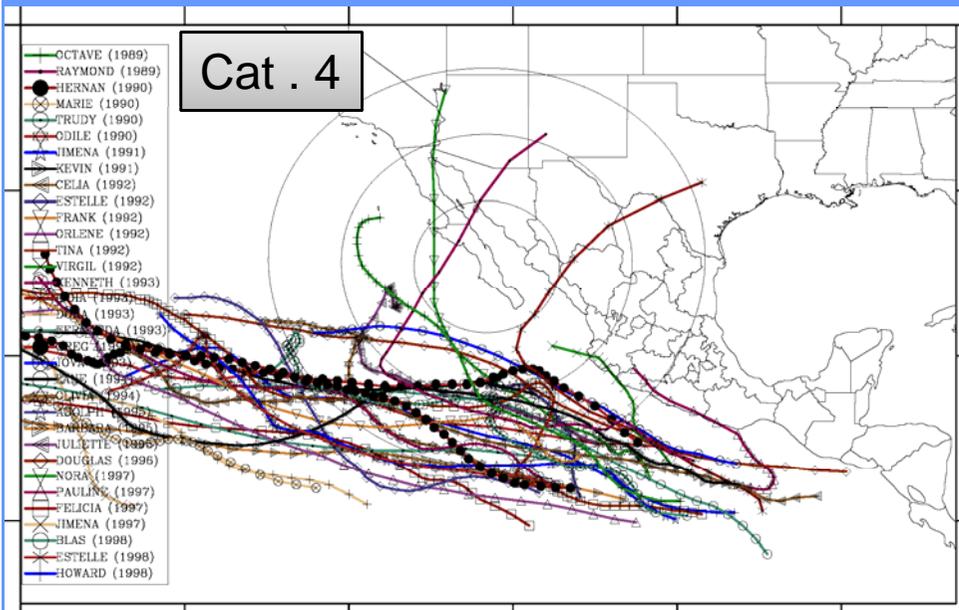
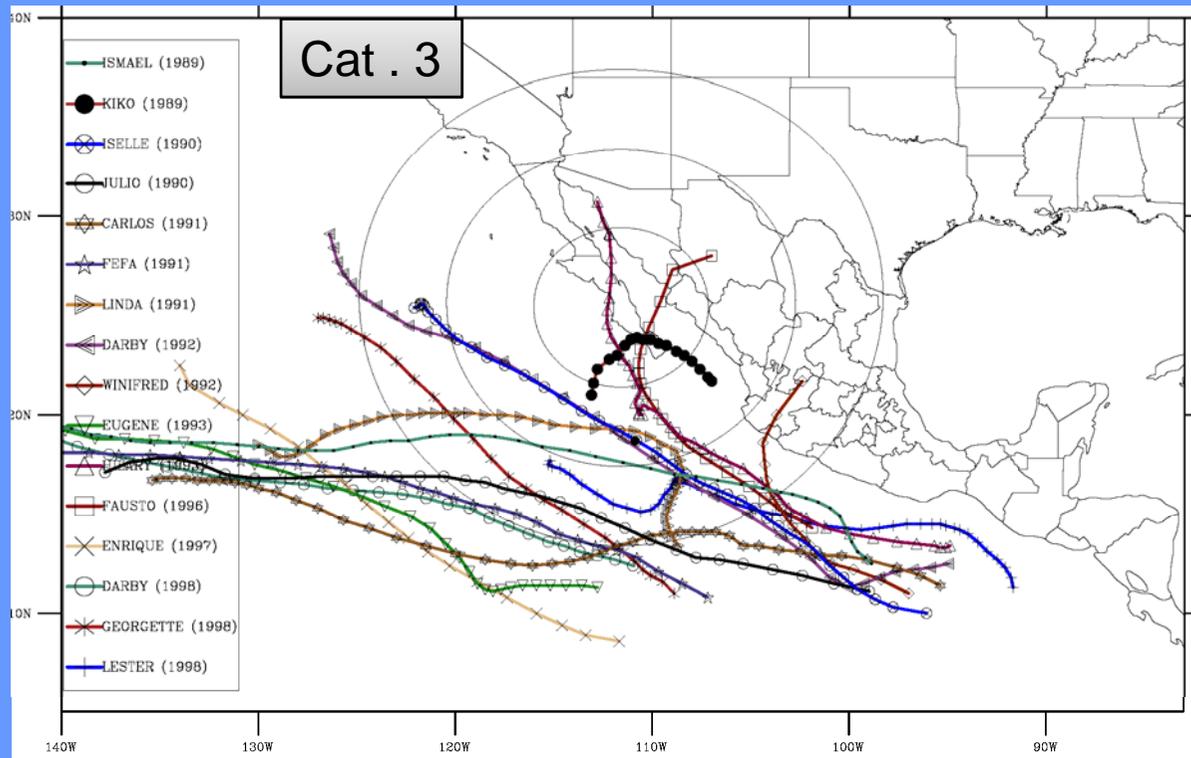
Variabilidad de las trayectorias en función de la intensidad y por década

1980-1989



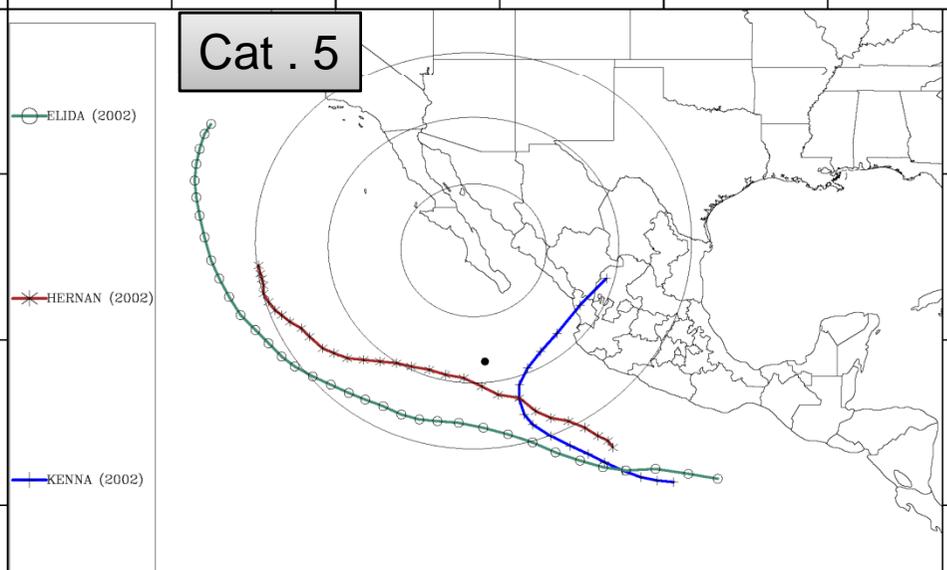
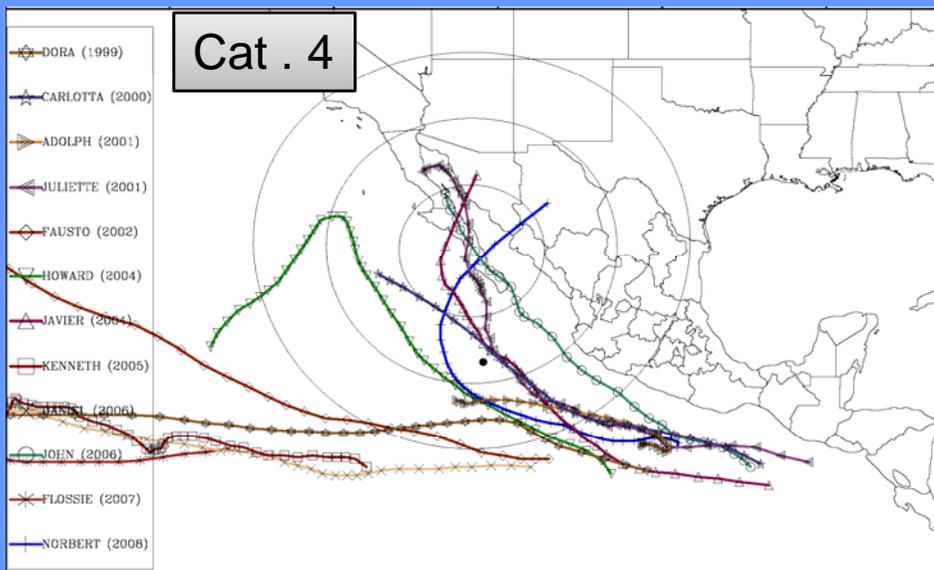
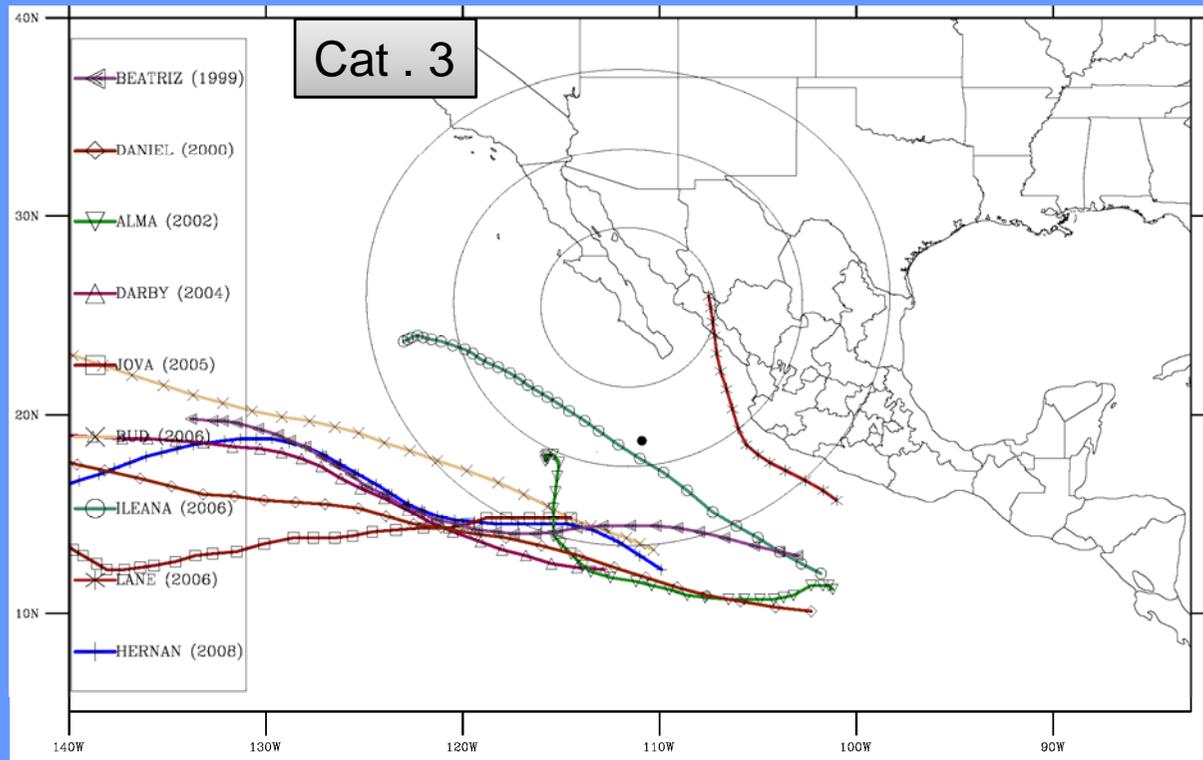
Variabilidad de las trayectorias en función de la intensidad y por década

1990-1999



Variabilidad de las trayectorias en función de la intensidad y por década

2000-2008



# Contenido

- *Climatología : frecuencia y trayectorias*
- *Influencia de gran escala (ENSO, inter-decadal)*
- ***Fracción que penetra a tierra en México***
- *Intensificación: Influencia del estado del océano*
- *Impacto de precipitación en tierra*

# PENETRACION A TIERRA EN MEXICO (1951-2000)

196

E. Jáuregui

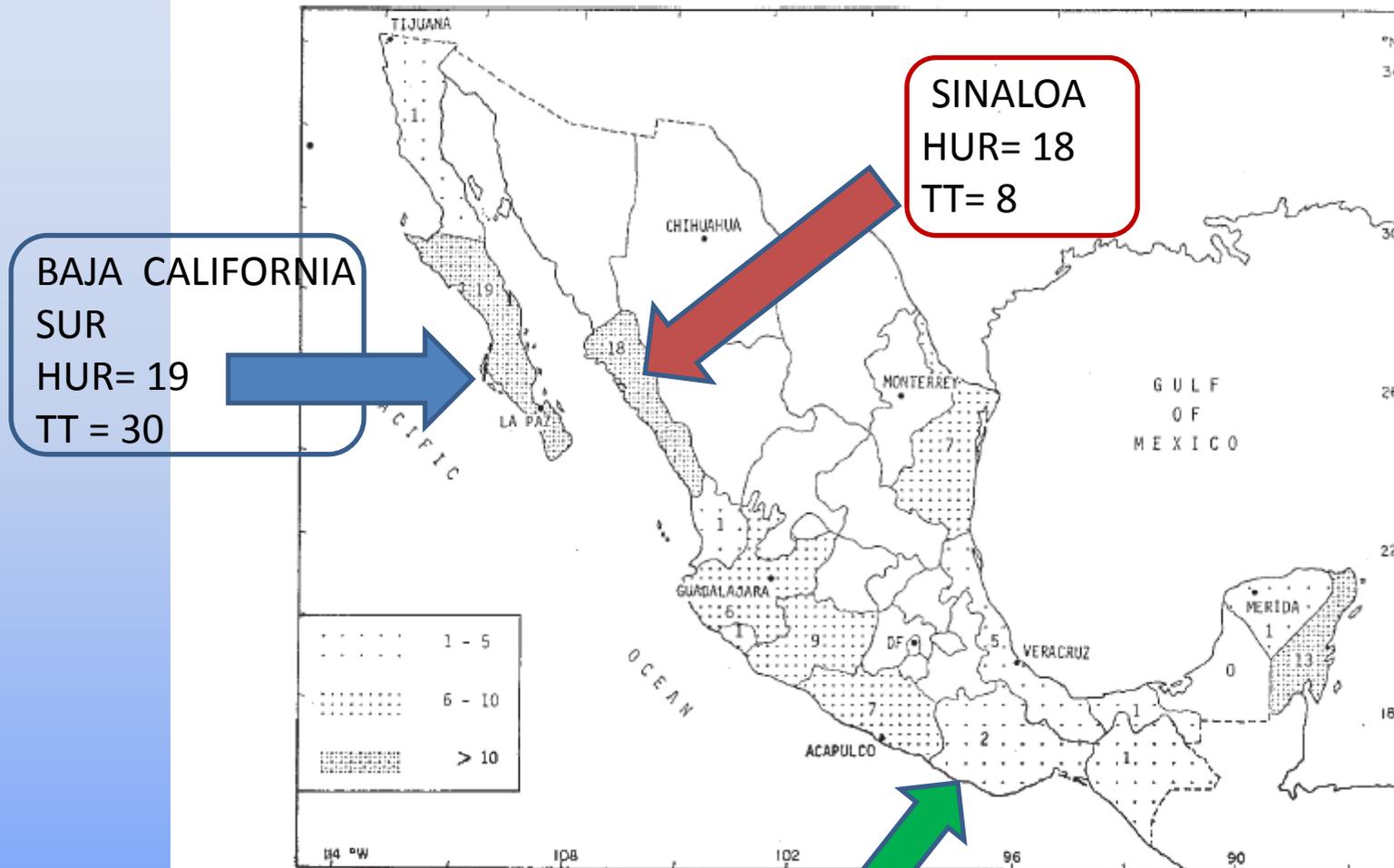


Fig. 1. Number of landfalling hurricanes (all categories) by states in México. 1951-2000 period.

OAXACA  
HUR = 2  
TT = 11

(Jauregui, 2003)

## PENETRACION A TIERRA EN MEXICO

Table 2. Number of hurricanes (all categories) that made landfall on the Gulf and Caribbean coasts of México, by decades, 1901-2000.

1901-10	4	1951-60	7
1911-20	5	1961-70	5
1921-30	2	1971-80	7
1931-40	12	1981-90	4
1941-50	8	1991-2000	4

Table 3. Percentage of hurricane hits on coasts of México as related to the total activity on both ocean regions. 1951-2000 period.

Region	Total	No. of landfalls	%
Atlantic	294	27	9
NE Pacific	368	65	18

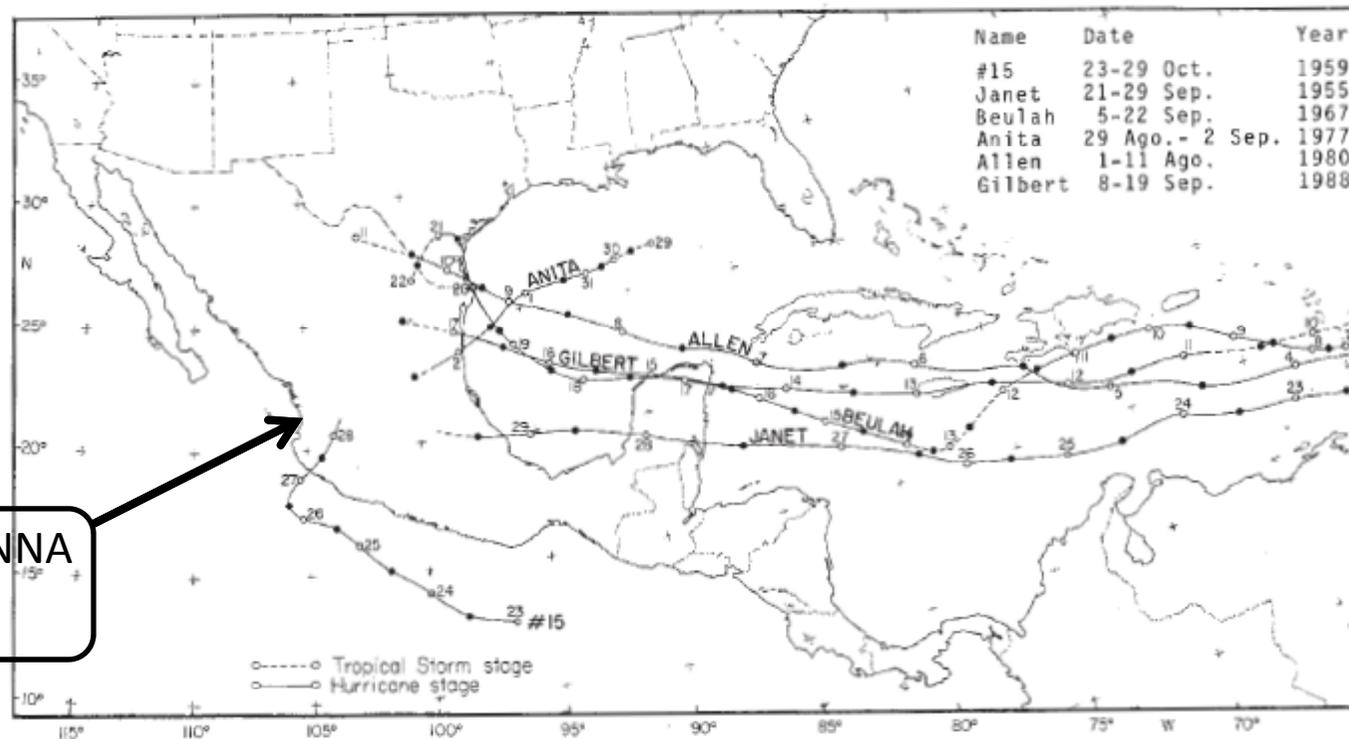
(Jauregui, 2003)

# PENETRACION A TIERRA EN MEXICO

Table 5. Number of hurricanes that made landfall on Mexican coasts. 1951-2000 period.

Category	1	2	3	4	5	Total
Pacific	38	12	6	8	1	65
Gulf of México and Caribbean	9	2	5	4	7	27

*MAS  
DEL  
DOBLE!!*

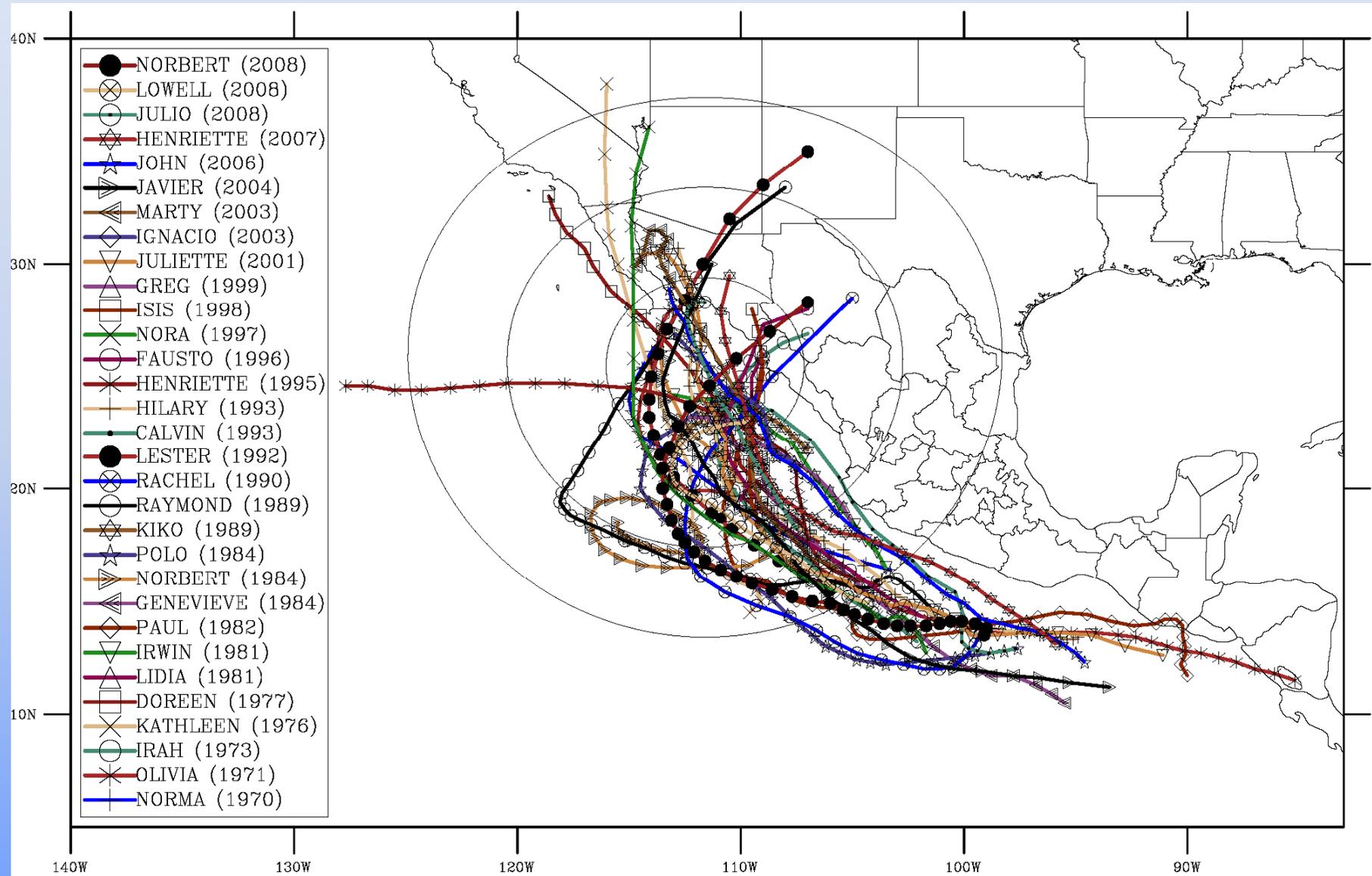


FALTA KENNA  
EN 2002

Fig. 2. Trajectories of intense hurricanes (category 5) making landfall on coasts of Mexico. 1951-2000 period.

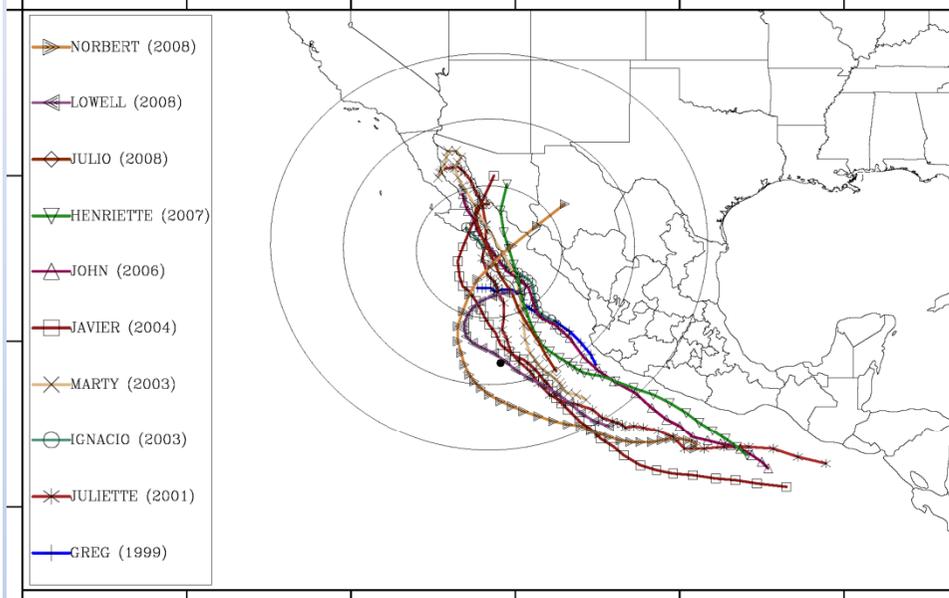
(Jauregui, 2003)

## Landfall of tropical cyclones over the Baja California Peninsula (1969-2008)

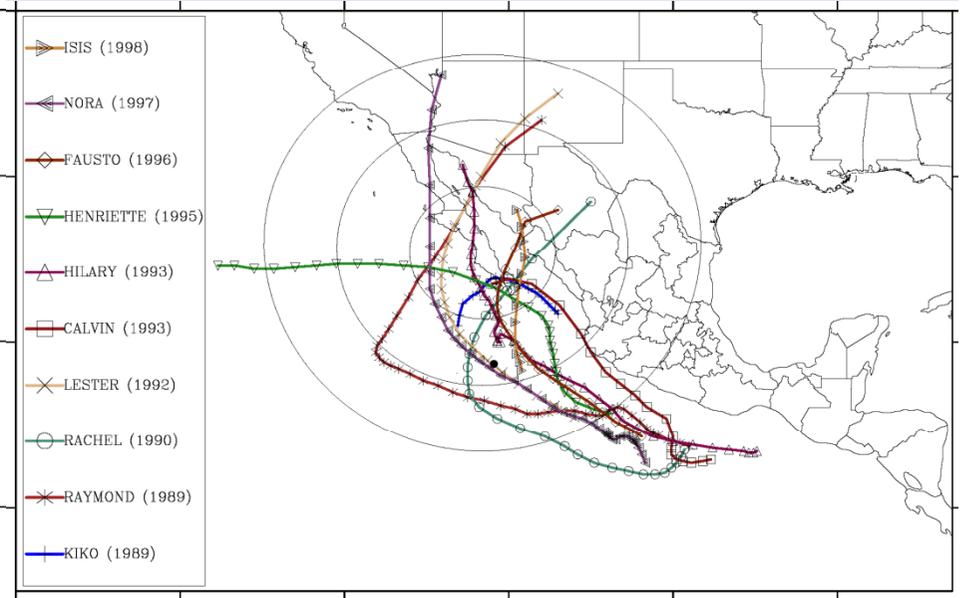


31 cases, none in 1969

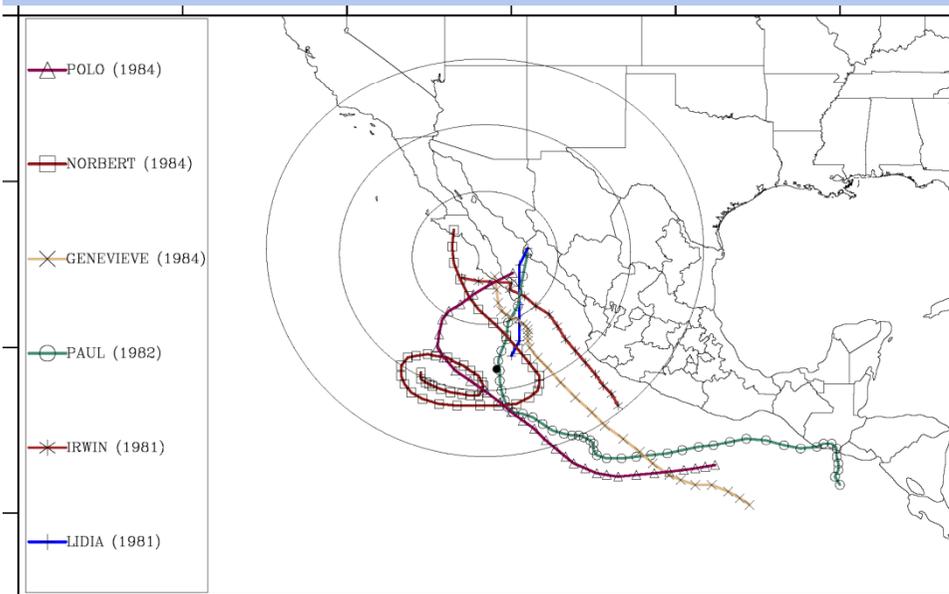
### Landfall during 1999-2008 (10 cases)



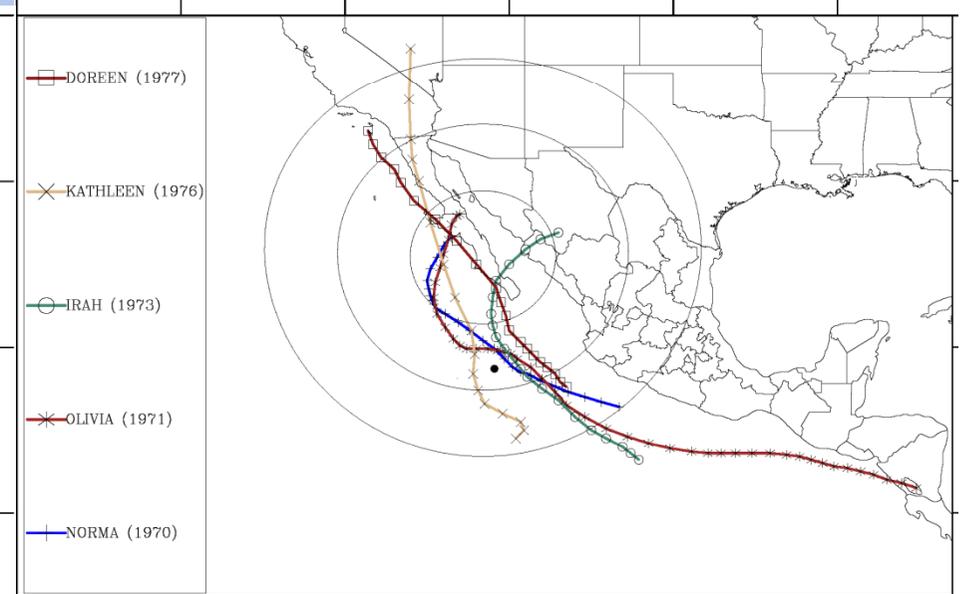
### Landfall during 1989-1998 (10 cases)



### Landfall during 1979-1988 (6 cases)



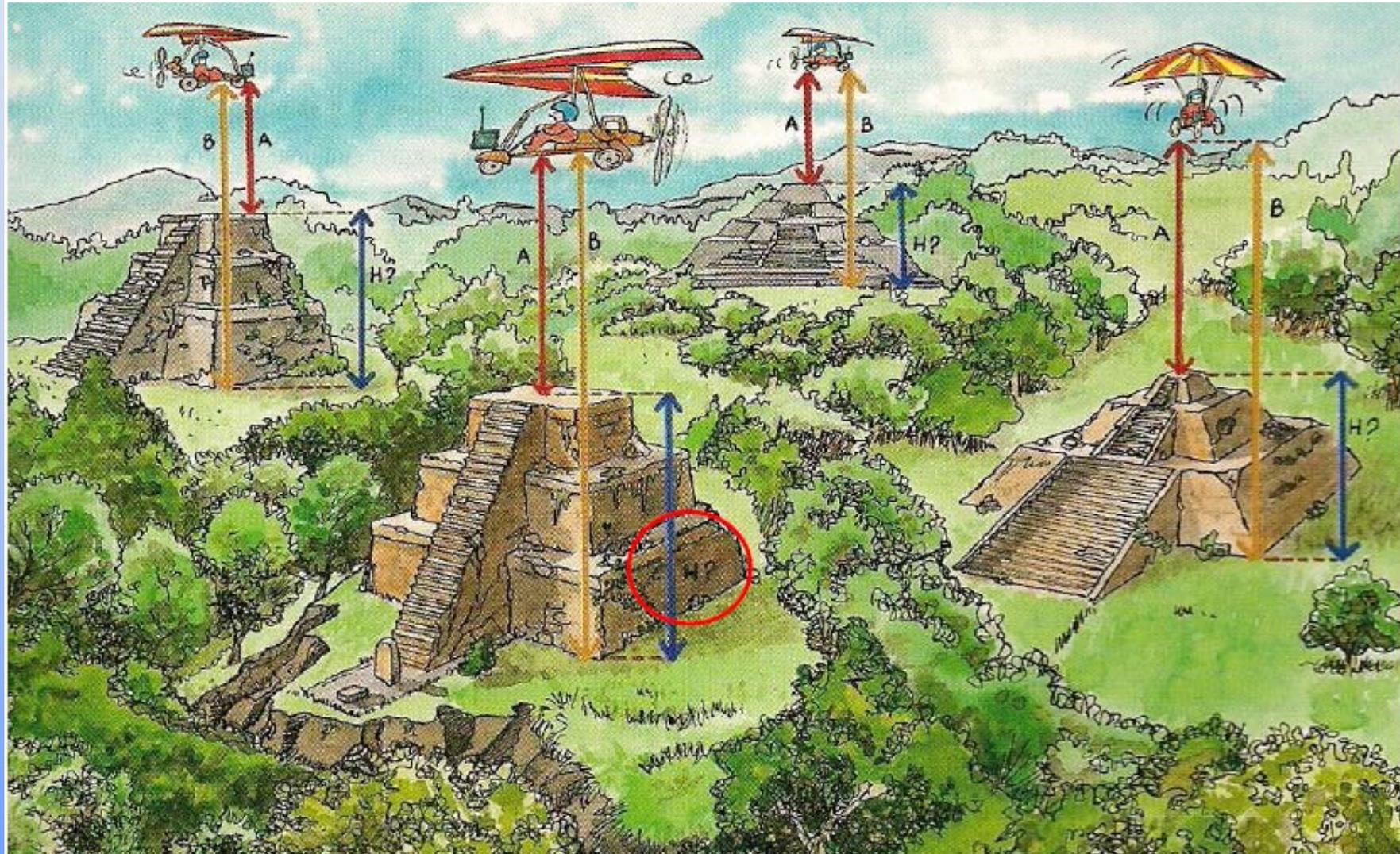
### Landfall during 1969-1978 (5 cases)

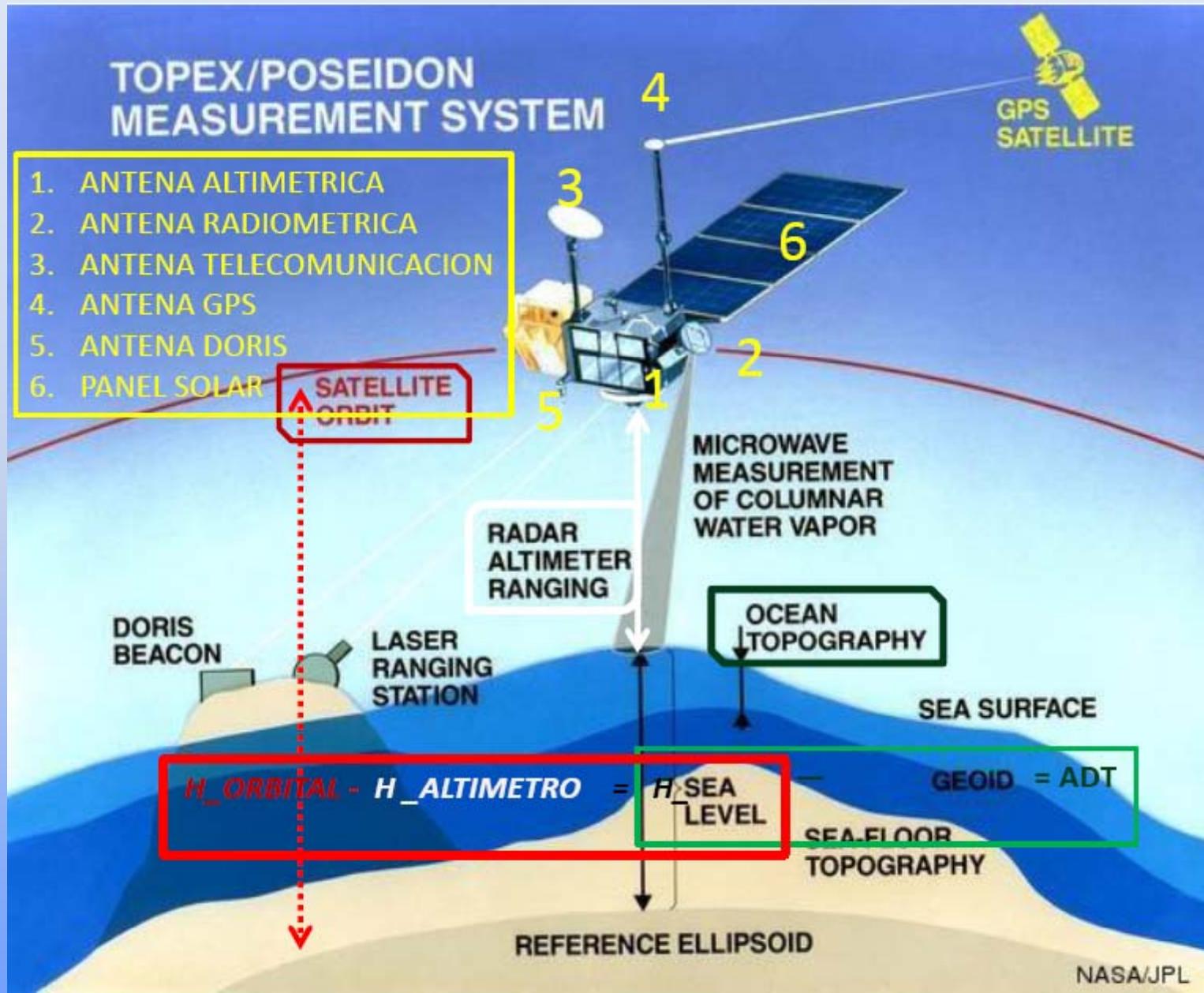


# Contenido

- *Climatología : frecuencia y trayectorias*
- *Influencia de gran escala (ENSO, inter-decadal)*
- *Fracción que penetra a tierra en México*
- ***Intensificación: Influencia del estado del océano***
- *Impacto de precipitación en tierra*

# Principio básico de Altimetría

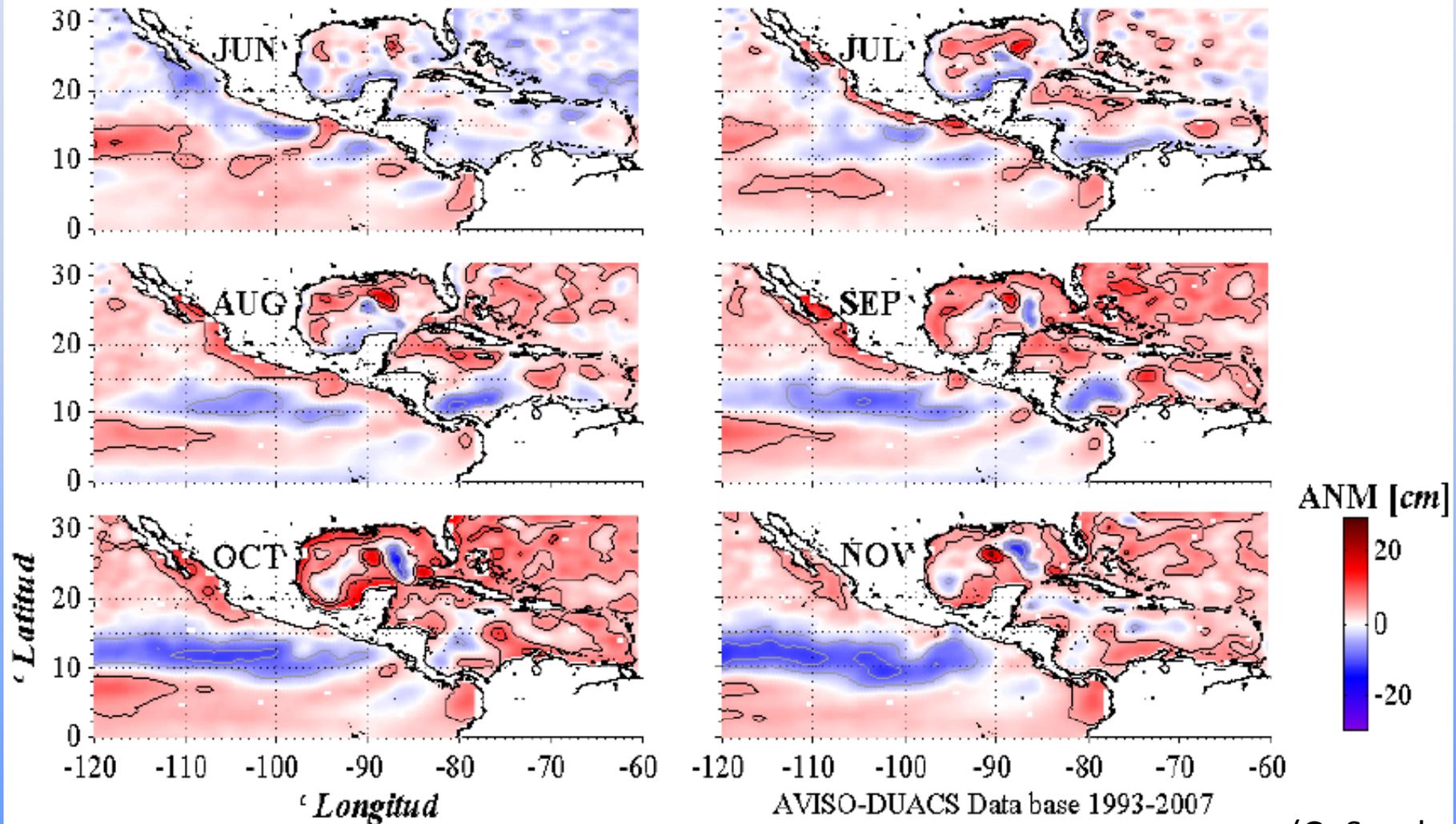




(O. Sanchez)

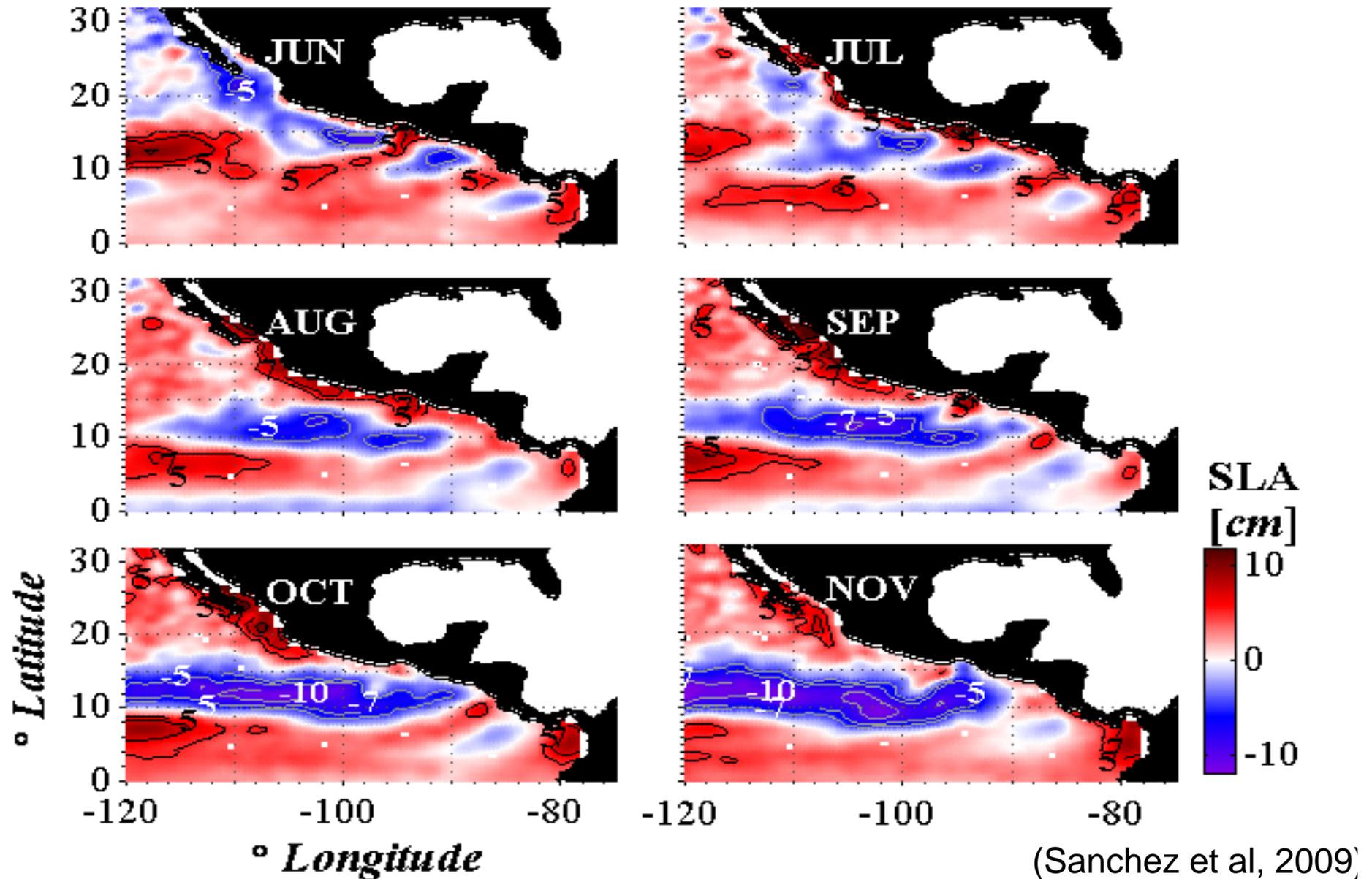
# Variabilidad de los Campos medios mensuales

ANM MEDIA 1993-2007



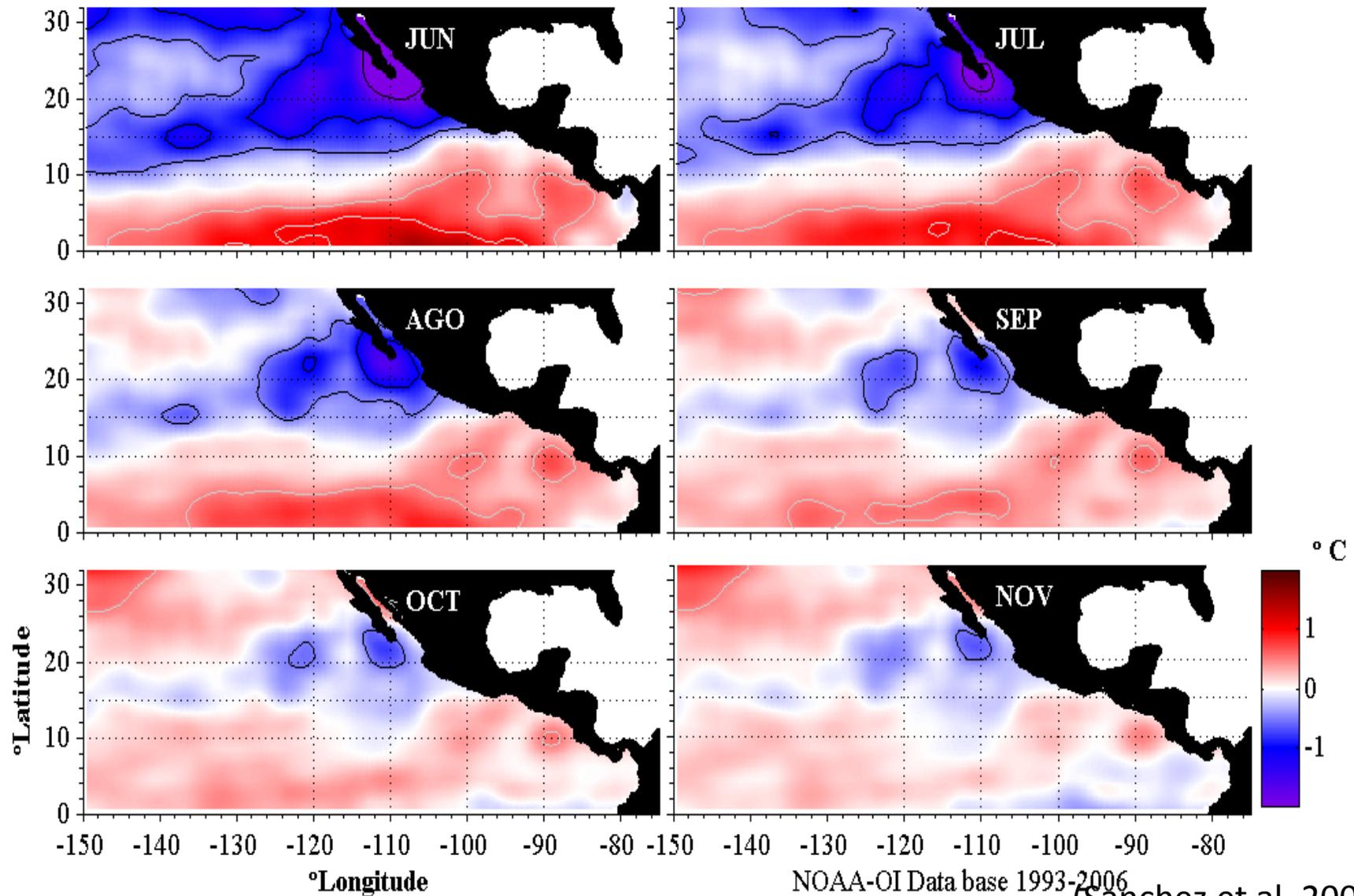
(O. Sanchez)

# Anomalías del nivel del mar, con respecto al periodo: 1993-2007



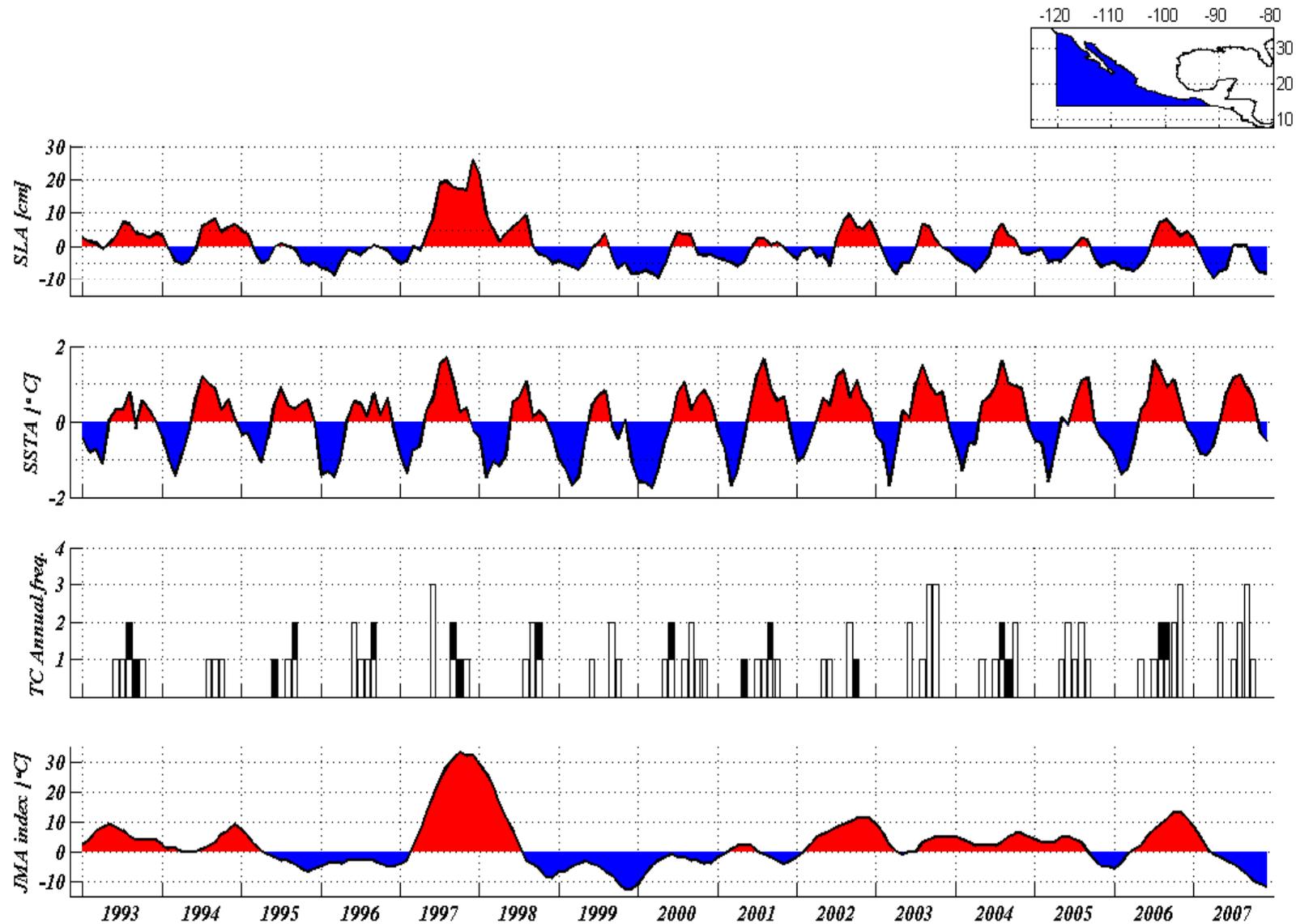
# Anomalías de temperatura superficial del mar, con respecto al periodo: 1993-2007

MONTHLY MEAN ANOMALY SST 1993-2006

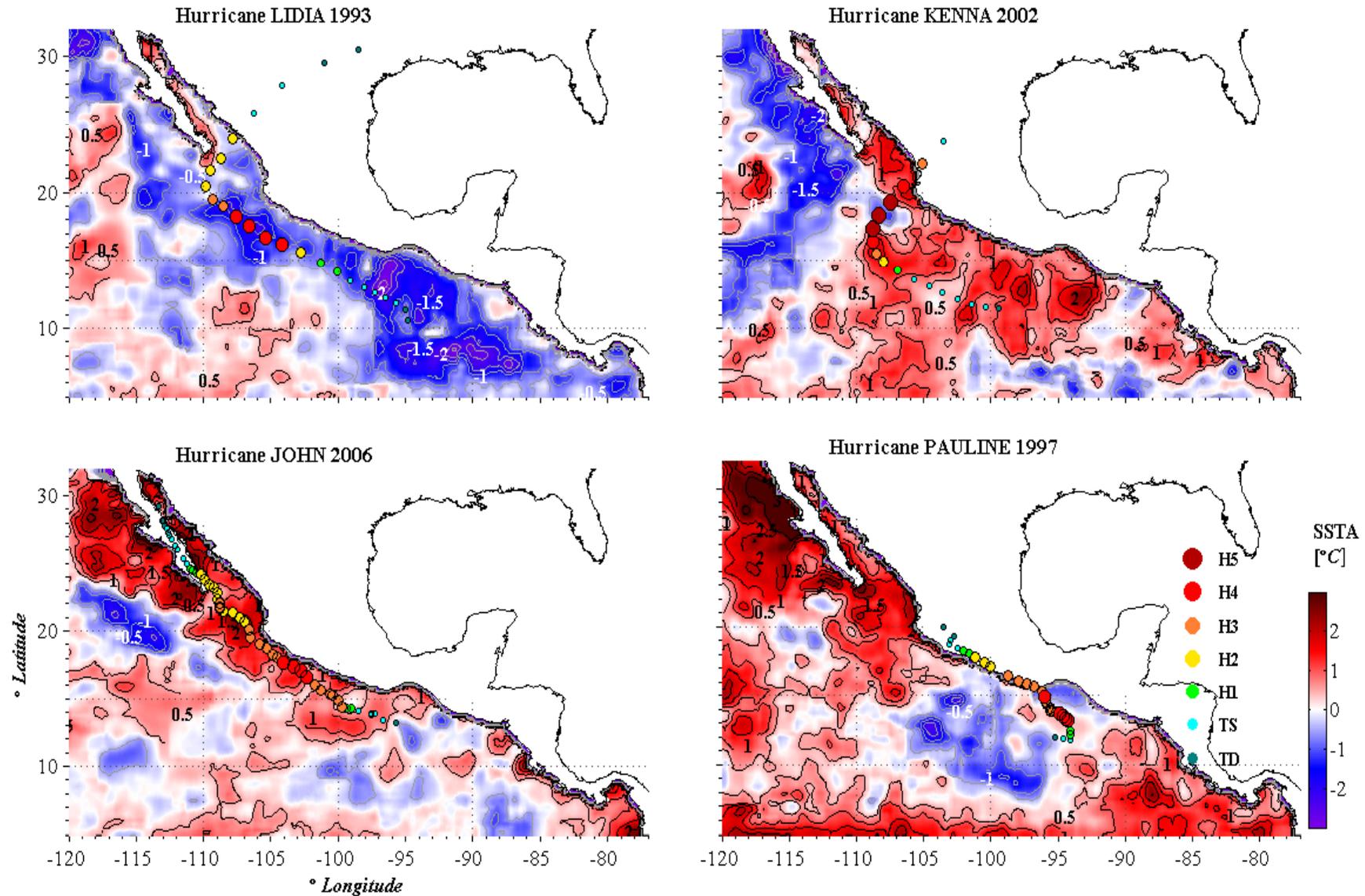


(Sanchez et al, 2009)

# Variación temporal de las anomalías promedio en el EPAC, con respecto al periodo: 1993-2007

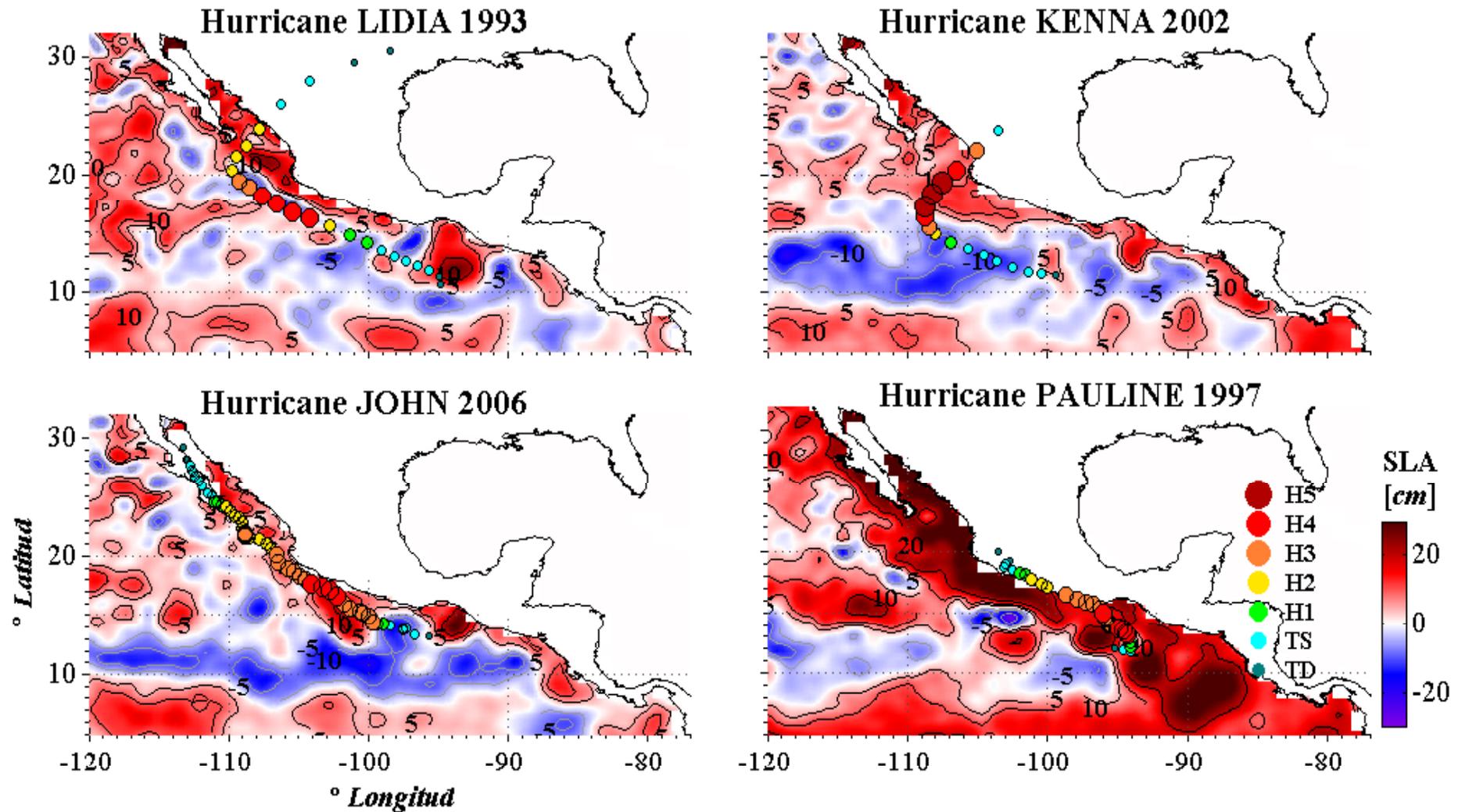


# Casos particulares de ciclones con SSTA

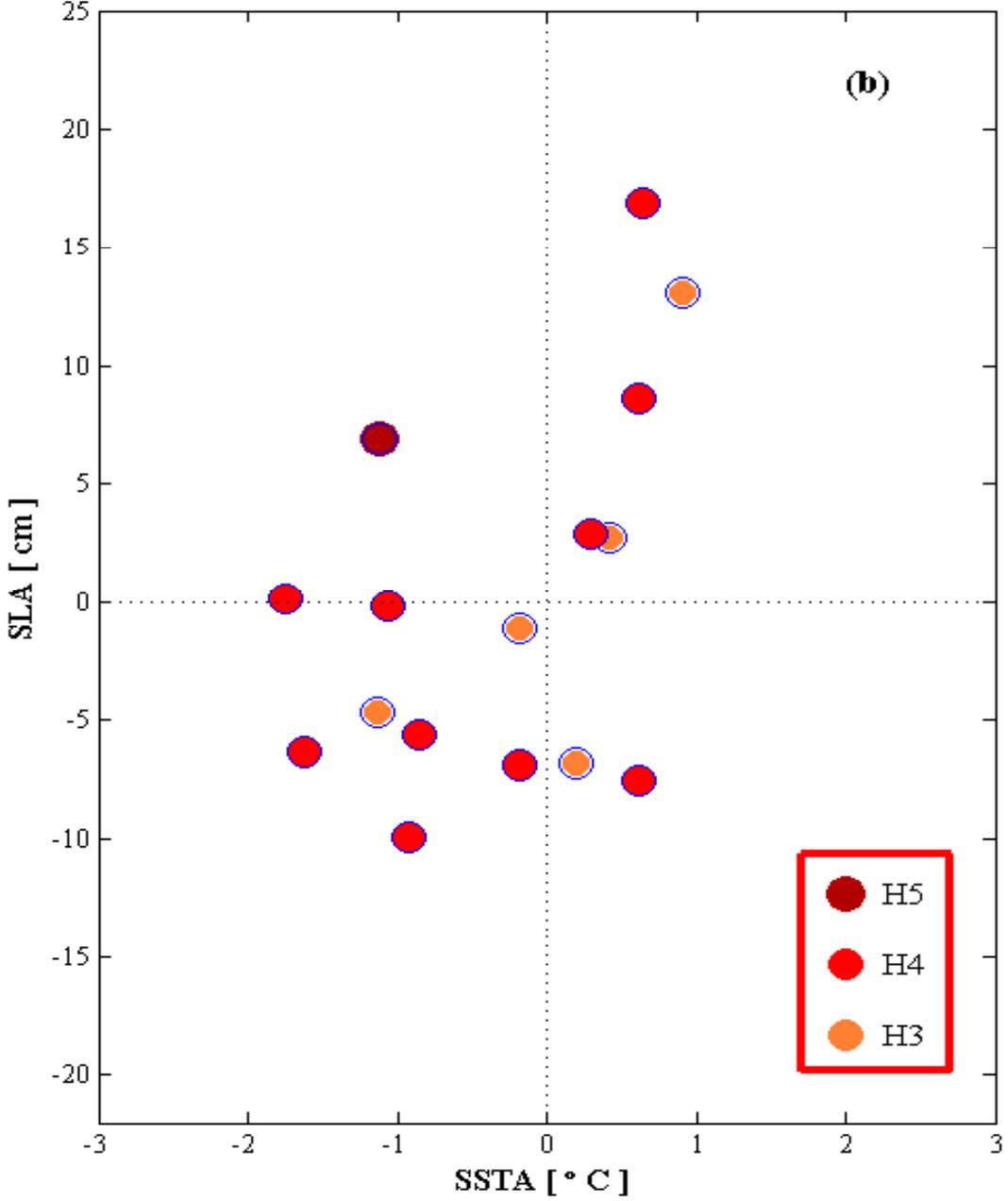


(Sanchez et al, 2009)

# Casos particulares de ciclones con SLA



Spread diagram for SSTA vs SLA for PTE



(Sanchez et al, 2009)

# Contenido

- *Climatología : frecuencia y trayectorias*
- *Influencia de gran escala (ENSO, inter-decadal)*
- *Fracción que penetra a tierra en México*
- *Intensificación: Influencia del estado del océano*
- ***Impacto de precipitación en tierra***

# Variabilidad en el Pacífico Oriental : Influencia de PDO y SOI

Regionalización del NO  
de México, para evaluar  
importancia de  
precipitación ciclónica

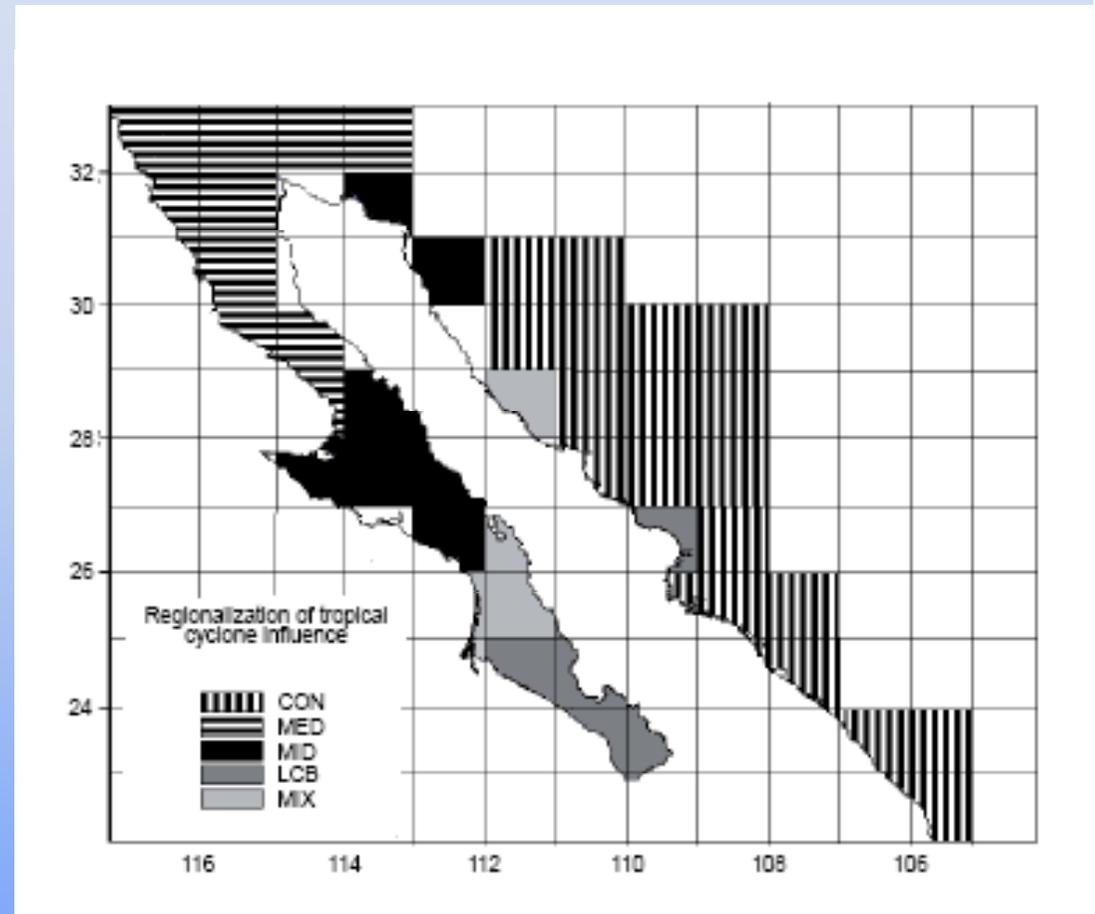
MED: mediterráneo

CON: continental

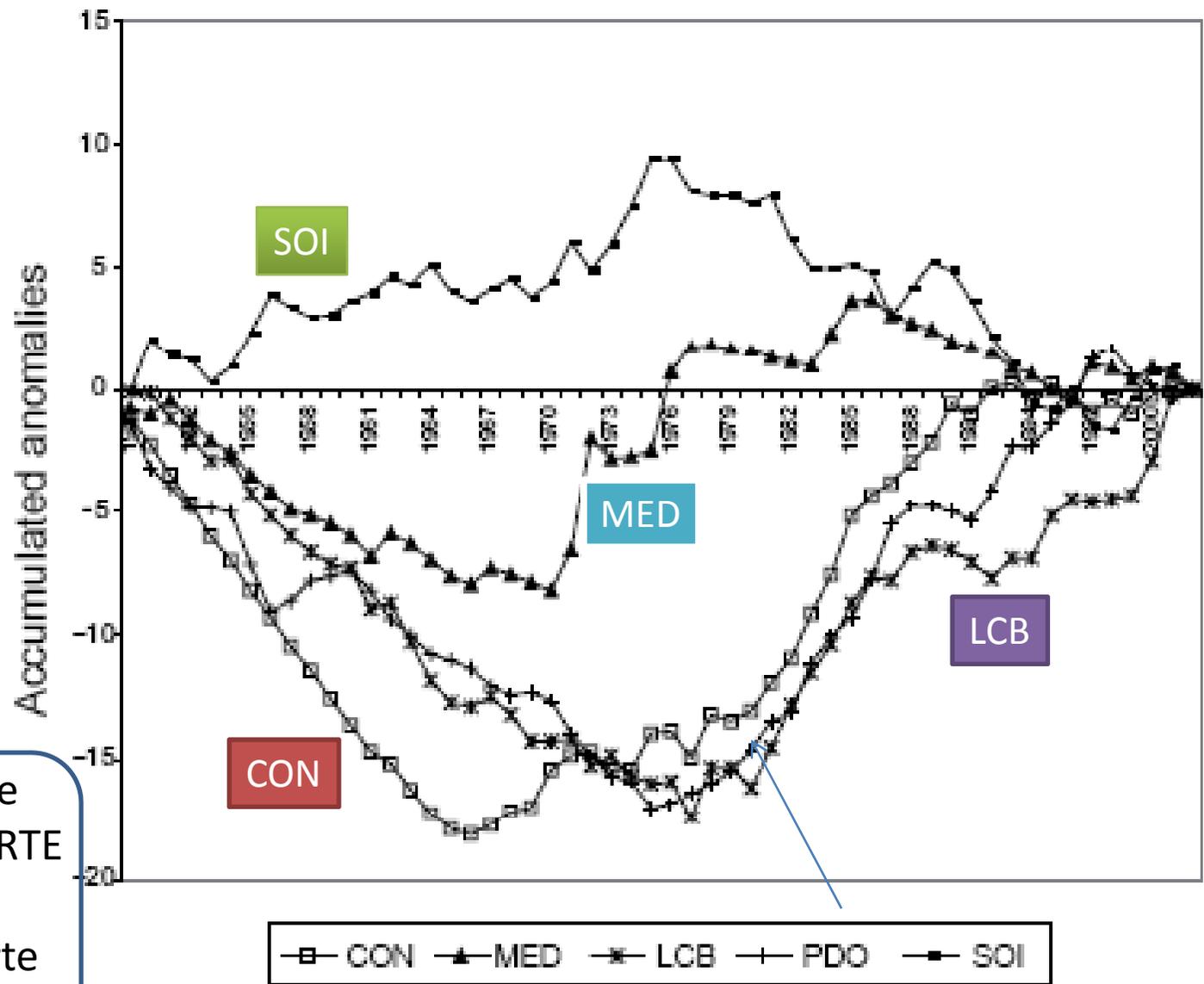
MID: península central

LCB: península sur, Los Cabos

MIX



(Diaz et al, 2008)

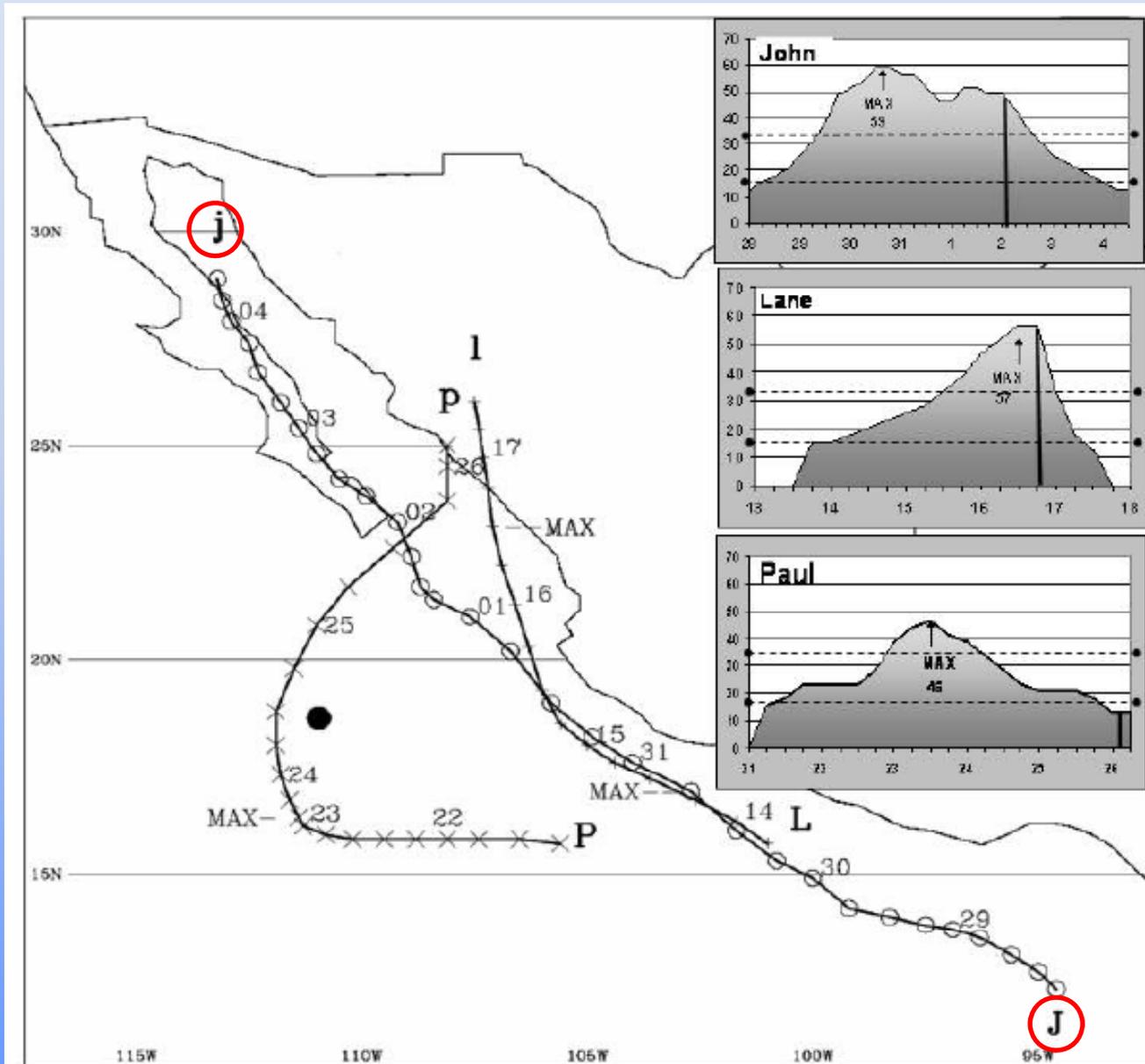


SOI: importante  
en la parte NORTE

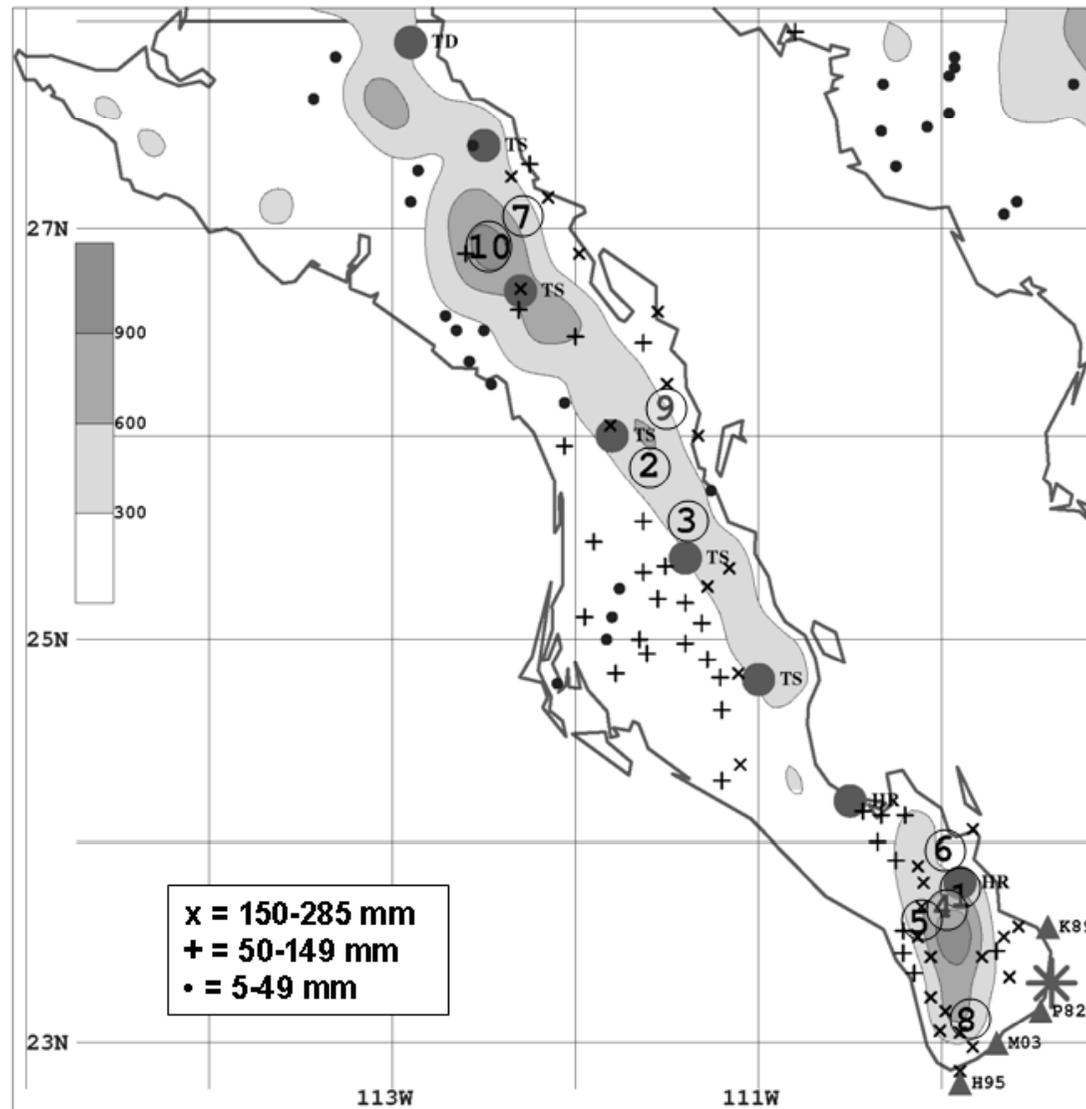
PDO: en la parte  
SUR

(Diaz et al, 2008)

# Trayectorias de CT que entraron a tierra en 2006



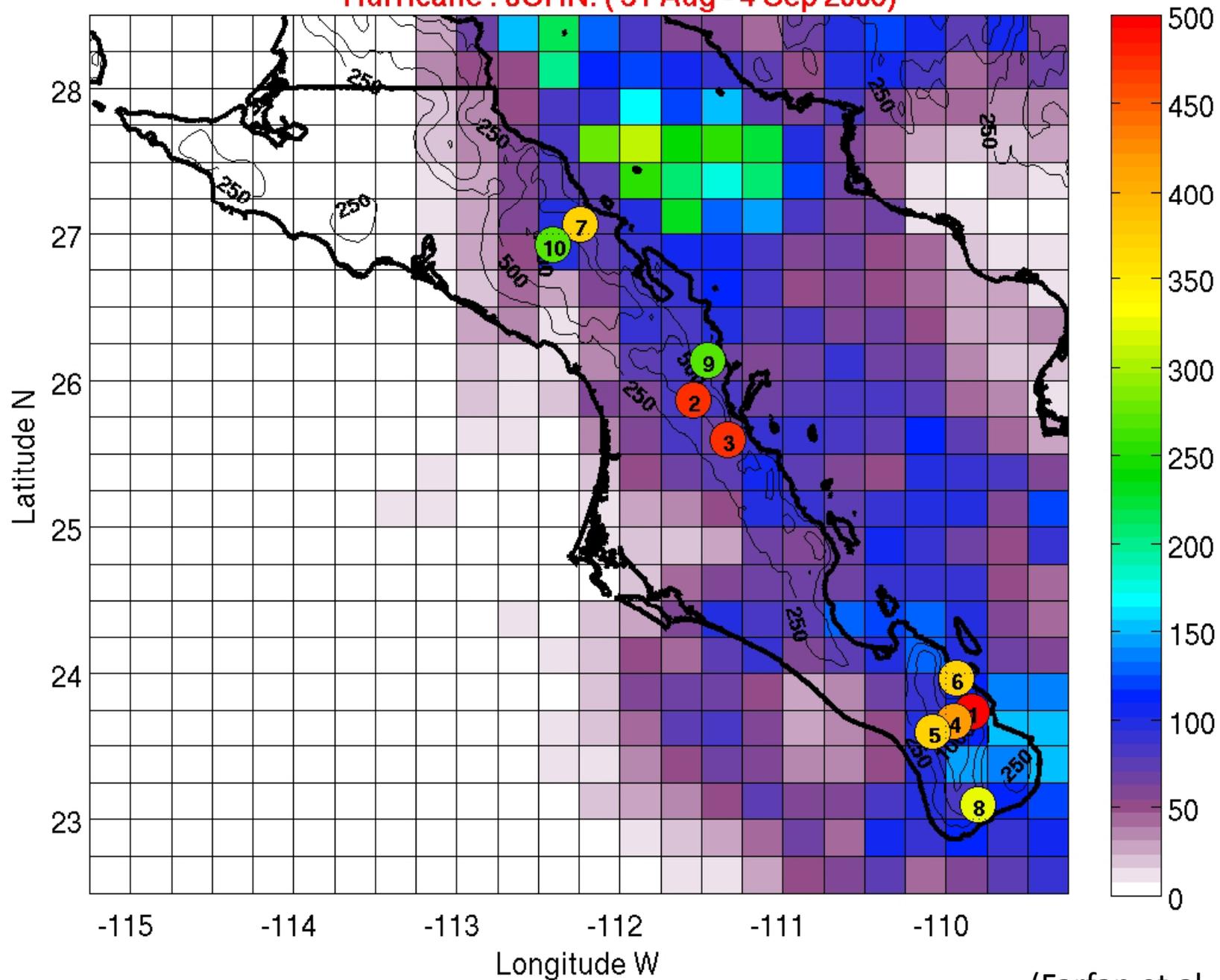
# Precipitación asociada a John (2006) en Baja California Sur



(Farfan et al, 2009)

Rainfall accumulations (mm) from top-10 reports (circ. num.) and TRMM (color sq.)

Hurricane : JOHN. ( 31 Aug - 4 Sep 2006)



(Farfan et al, 2009)

## Precipitaciones históricas (mm) asociadas a la entrada de CT en Baja California Sur

Station name	Total	MAXDAY	MAXREC	Tropical cyclone
1 San Bartolo	506	<b>449*</b>	425	Liza (1976, Sep)
2 San Javier	480	<b>400*</b>	250	Marty (2003, Sep)
3 El Huatamote	456	<b>436*</b>	229	Ignacio (2003, Aug)
4 Agua de San Antonio	447	295	360	Isis (1998, Sep)
5 Santa Gerturdis	360	198	300	Isis (1998, Sep)
6 Los Planes	360	<b>300*</b>	240	Juliette (2001, Sep)
7 San José de Magdalena	353	<b>313*</b>	170	N/A
8 San Lázaro	340	<b>270*</b>	264	Marty (2003, Sep)
9 San Antonio Norte	290	<b>290*</b>	124	Marty (2003, Sep)
10 Guadalupe	287	222	227	Lester (1992, Aug)

(Farfan et al, 2009)

# Resumen

- *EPAC es la cuenca con mayor frecuencia de formación por unidad de área del planeta, evidente disminución del **numero** de “major hurricanes” en la ultima década*
- *Variabilidad espacio-temporal de las trayectorias: mas cerca de tierra en agosto y septiembre*
- *Fracción que penetra a tierra en México: depende del mes, pero no ha habido cambios en los últimos 40 años*

## Resumen (cont.)

- *Influencia del estado del océano en la intensificación:  
A veces es importante, pero en conjunto en el EPAC  
no es sistemático*
- *Impacto de precipitación en tierra: en algunos  
sitios, un solo ciclón puede aportar la lluvia de todo el  
año*



*El estudio esta financiado por un subsidio del  
InterAmerican Institute for Global Change*

