

Clima y Agricultura

Conceptos Básicos
Meteorología , Climatología y Cambio Climático



M.Sc. Irina Katchan



- **ATMÓSFERA ESTÁNDAR**

- Según la Organización Internacional de Aeronáutica Civil (siglas en inglés, ICAO) la atmósfera estándar fija una temperatura promedio a nivel del mar de 15 grados Celsius, una presión estándar a nivel del mar de 1,013.25 milibares ó 29.92 pulgadas de mercurio y un grado de temperatura de 0.65 grados Celsius por cada 100 metros hasta 11 kilómetros en la atmósfera.

- **ATMÓSFERA**

- La porción gaseosa o de aire del medio ambiente físico que rodea al planeta. En el caso de la tierra, se mantiene más o menos cerca de la superficie gracias a la atracción de la fuerza de gravedad de la tierra. La atmósfera se divide en: tropósfera, estratósfera, mesósfera, ionósfera y exósfera.

Sustancia	Concentración (ppm) ¹
Nitrógeno	780.900
Oxígeno	209.400
Argón	9.300
Dióxido de carbono	315
Neón	18
Helio	5,2
Metano	2,3
Criptón	0,5
Hidrógeno	0,5
Xenón	0,08
Dióxido de nitrógeno	0,02
Ozono	0,01-0,04

(1) ppm es una abreviatura para expresar partes por millón. Para convertir una concentración expresada como ppm a otra expresada como el porcentaje de un total, se debe dividir la concentración de ppm entre 10,000.

Fuente: Handbook of Air Pollution, 1968.

La atmósfera Constituye la mezcla de gases y partículas que envuelve la Tierra y que permanece atrapada a la misma por la fuerza gravitacional.

- **La atmósfera terrestre** es extremadamente delgada en comparación a la dimensión del Planeta cuyo **radio aproximado es 6400 km.**
- Un poco más **del 90%** de la masa de la atmósfera se concentra en los **primeros 20 km** sobre la superficie.
- Los principales componentes de la atmósfera son **el nitrógeno molecular 78%** en y **oxígeno molecular 21%**.
- **El vapor de agua, el dióxido de carbono (CO2), y otros elementos gaseosos de menor concentración, ocupan el 1% restante**

Elementos y factores del clima

La ciencia que estudia el clima y su relación con la vida animal y vegetal, en cada región del planeta, se llama **climatología**.

El clima es la suma total de distintos elementos, por un período largo, en un lugar determinado.

De este modo, para identificar a un determinado clima se debe tomar en cuenta esos distintos elementos. De ellos, los principales son la temperatura, la presión atmosférica y las precipitaciones.

Factores Astronómicos

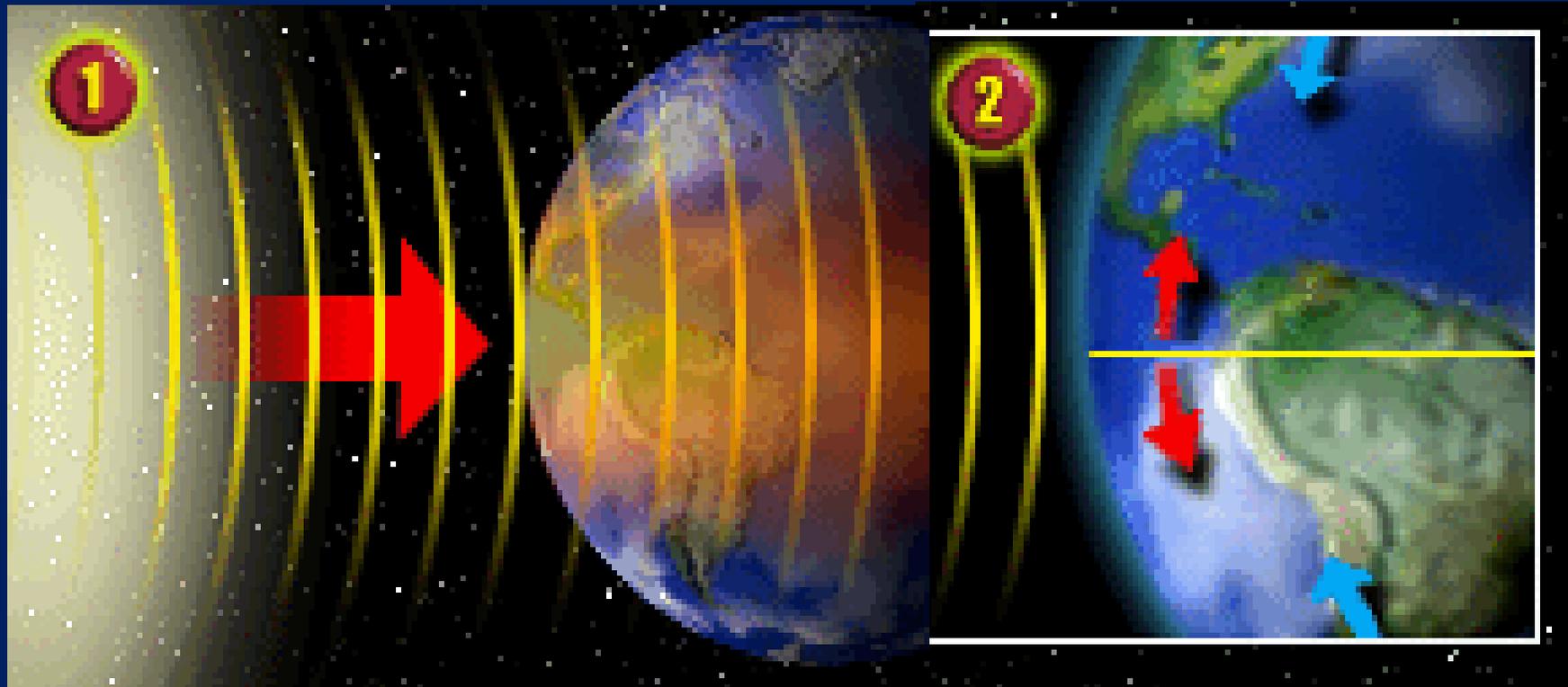
Factores Geográficos:

- La latitud.
- El mar y las corrientes marinas.
- La altitud.
- La vegetación.

Elementos del Clima

En resumen, lo que produce los distintos tipos de clima del planeta son, justamente, las variadas combinaciones que se presentan entre los elementos del clima, como consecuencia de la acción de los factores climáticos.

Sol - Factor Principal en Formación de Clima



1. ENERGIA SOLAR CALIENTA MAS ECUADOR

2. AIRE FRIÓ SE DIRIGE HACIA ECUADOR Y AIRE CALIENTE HACIA LOS POLOS

Conceptos Básicos

Radiación Solar

Temperatura

Presión Atmosférica

Viento

Humedad

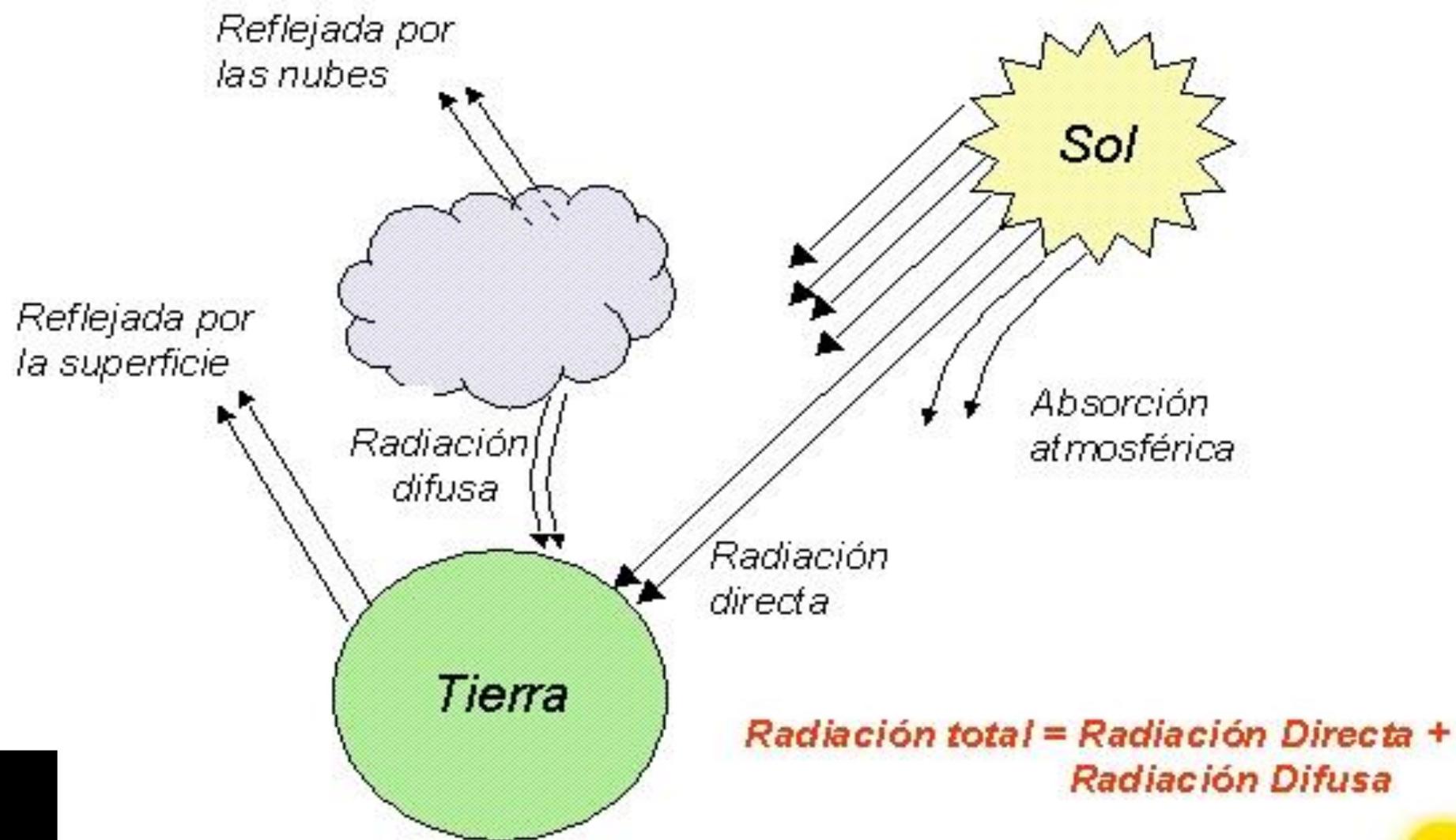
Precipitación



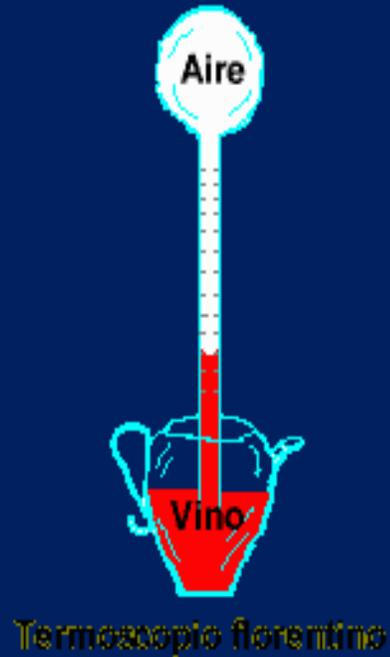
CONCEPTOS BÁSICOS DE RADIACIÓN SOLAR

- La energía solar llega a la tierra en forma de radiación
- Radiación directa: Es la radiación solar recibida del sol sin que haya sido difractada por la atmósfera.
- Radiación difusa: Es la radiación solar recibida del sol después de que su dirección ha sido cambiada debido a los procesos de reflexión y refracción que ocurren en la atmósfera.
- Radiación total: Es la suma de las radiaciones directa y la difusa que inciden sobre una superficie.

La Radiación Solar



Temperatura



Todos los cuerpos están formados por átomos y moléculas y dichos átomos y moléculas están en constante movimiento, bien desplazándose (en los líquidos y gases) bien vibrando (en los sólidos). Puesto que se mueven, estas moléculas están dotadas de una velocidad. La temperatura de un cuerpo está relacionada con la velocidad de las moléculas que la forman y, así, cuanto mayor sea la temperatura, mayor será la velocidad de sus moléculas.

Temperatura

- **Temperatura.** Condición que determina el flujo de calor de un cuerpo a otro, medido en alguna escala de temperatura por medio de cualquiera de los diversos tipos de termómetros. Temperatura del aire es la temperatura señalada en el termómetro expuesto al aire, al abrigo de radiación solar directa.
- Escalas de Temperatura: Kelvin, Absoluta, Celsius, Centígrados, Fahrenheit.

escala	Puno de Congelamiento	Punto de Ebullición
C	0	100 C(5/9)(F-32)
F	32	212 F (9/5)(C+32)
K	273.16	373.16 C+273.16
A	273	373 C+273

Tipos de temperatura

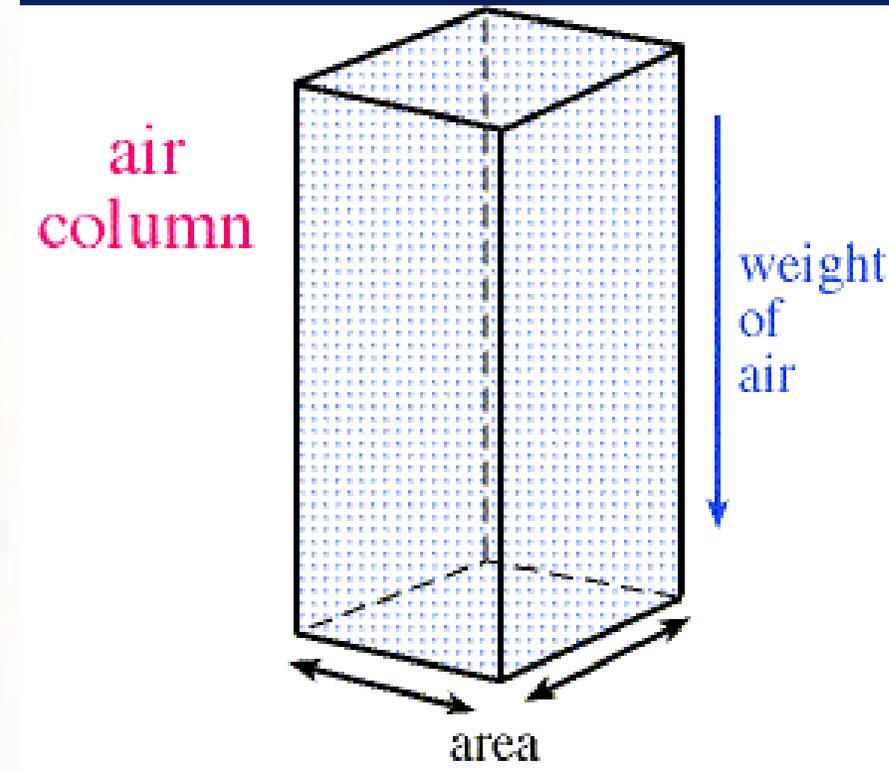
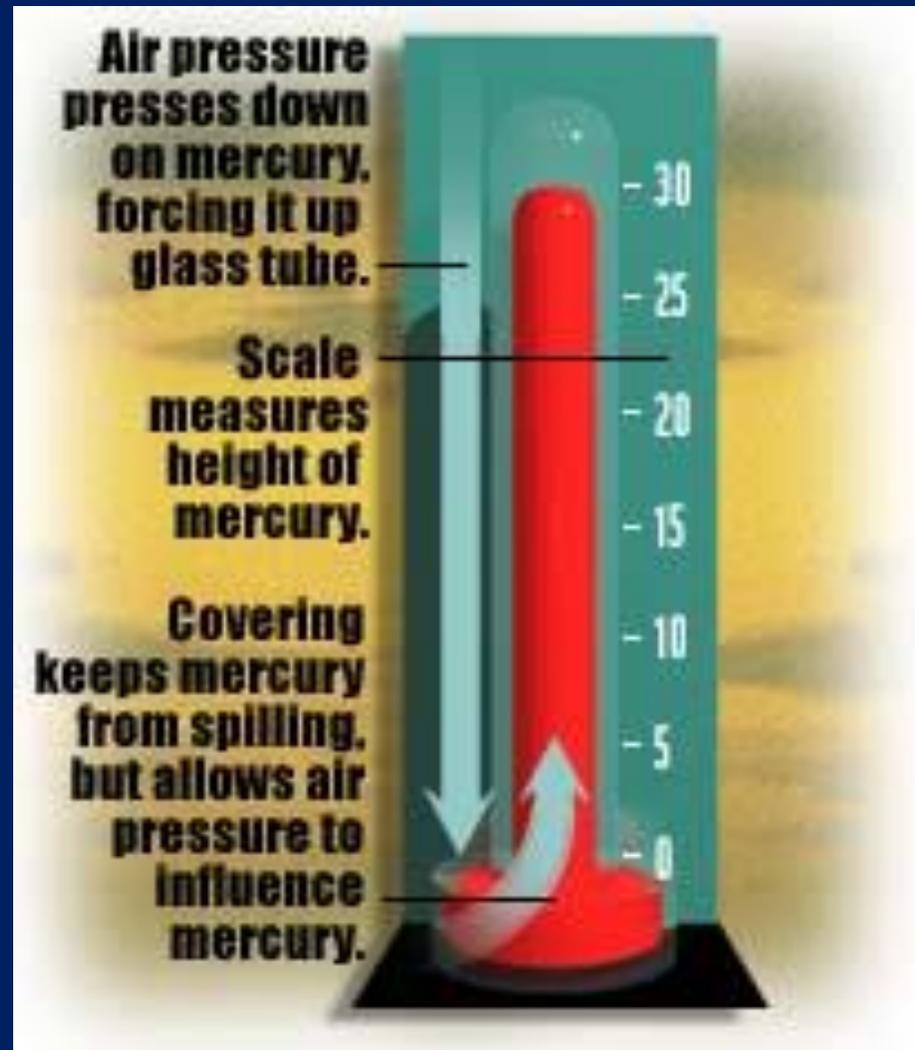
- Temperatura media diaria
- Temperatura media mensual
- Temperatura media anual
- Temperaturas extremas (mínima, máxima)
- Temperaturas extremas absolutas:

Datos interesantes: Máxima absoluta: 43°C Puntarenas, 08.02.1964

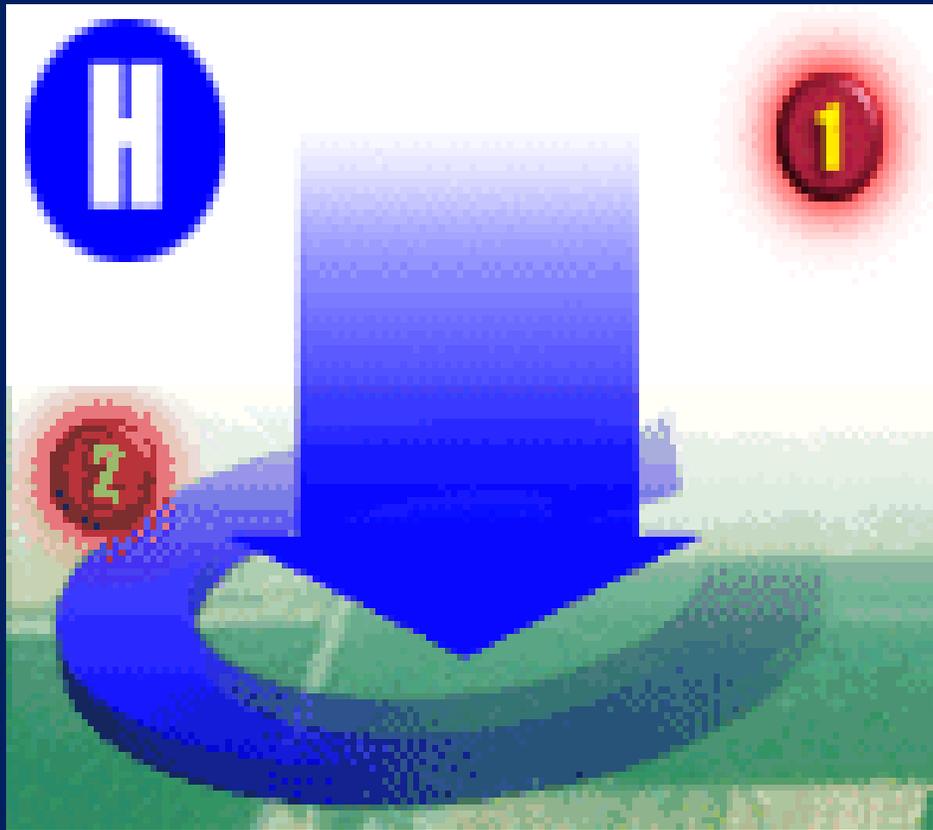
Mínima absoluta: -9.0° Cerro Chiripo. 21.02.1971

PRESIÓN

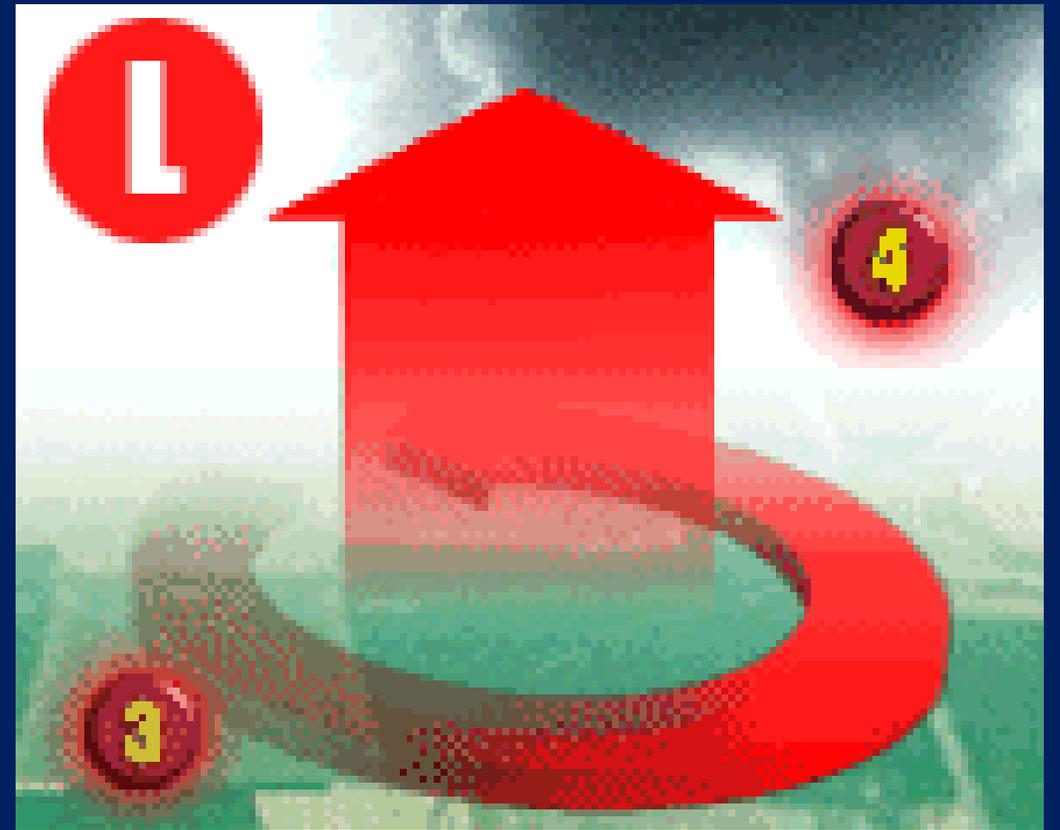
- La Presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie. La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el Sistema Internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newtons por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.



COMO FUNCIONA BAROMETRO



ALTA PRESIÓN



BAJA PRESIÓN



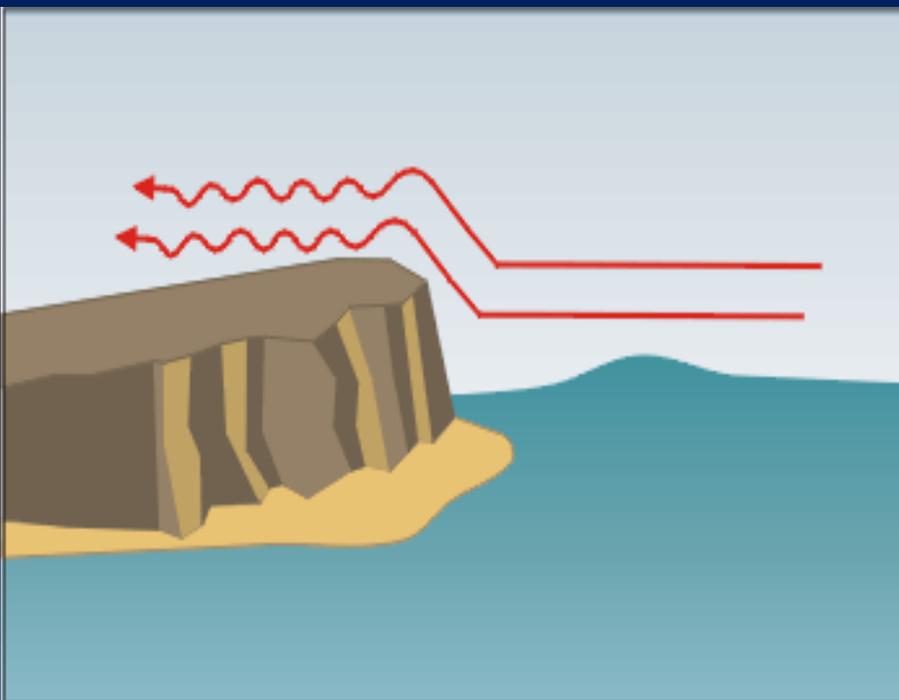
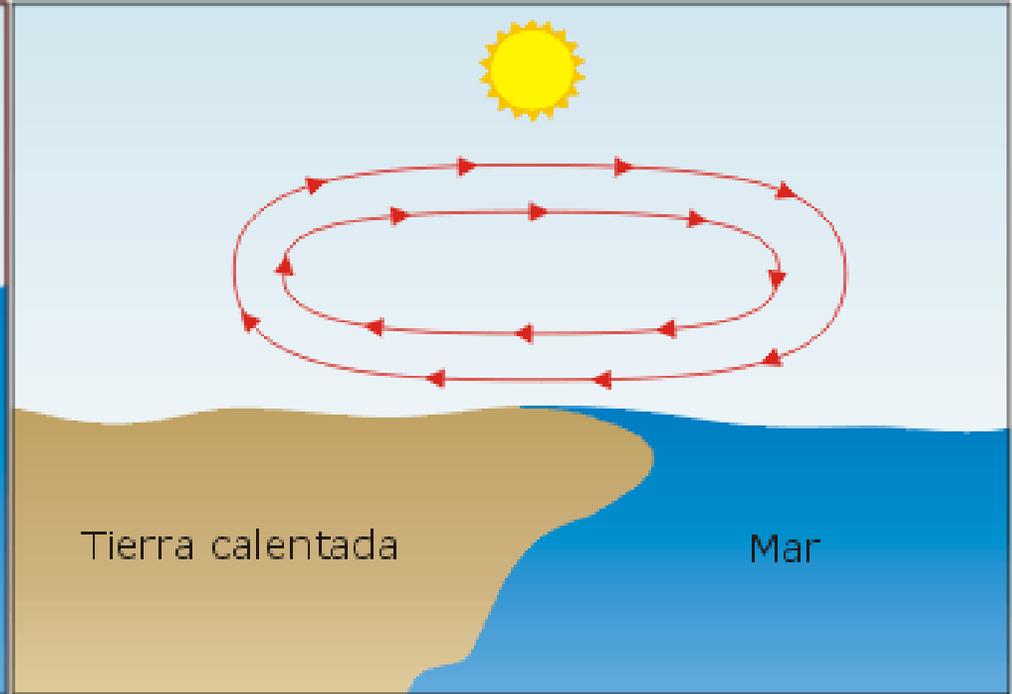
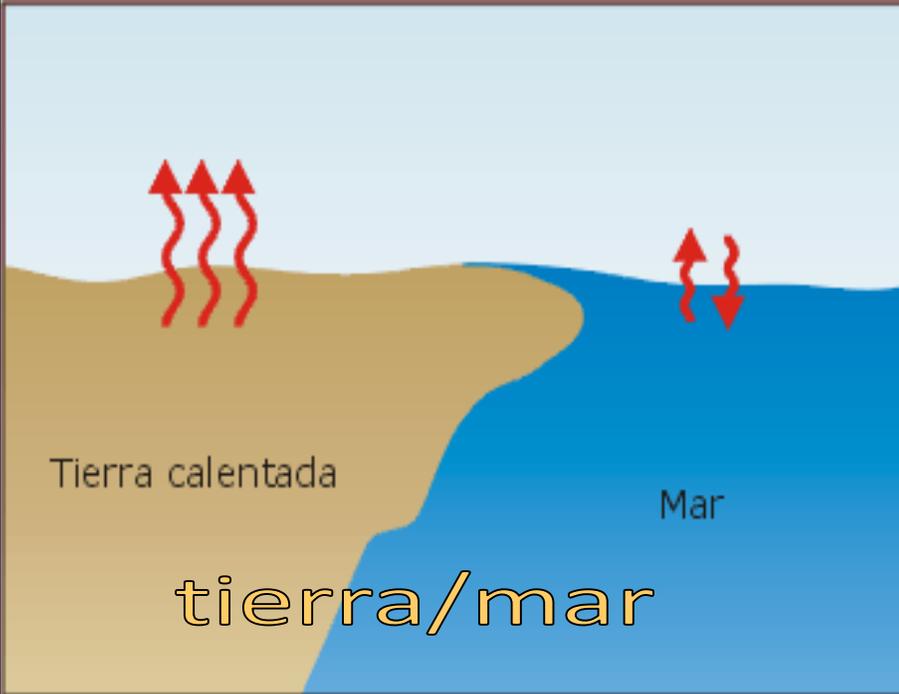
COMO LA DIFERENCIA DE PRESIÓN CREA EL VIENTO

Velocidad del viento se mide

- m/seg a nudos se multiplica por 1.94
- m/seg a km/h por 3.6
- Nudos a m/seg por 0.52
- Nudos a km/h por 1.85
- Km/h a m/seg por 0.28
- Km/h a nudos por 0.54

Rosa de los vientos





Régimen de precipitaciones anuales a nivel nacional:

REGIONES CLIMATICAS DE COSTA RICA



PROMEDIOS ANUALES: LLUVIA, DIAS CON LLUVIA Y TEMPERATURAS

Unidad de medida:

Lluvia (mm): milímetro. 1mm es igual a un litro de agua por metro cuadrado

Temperatura máxima, mínima y media (°C): grados Celsius



Escala: 1:1500000

Fuente: SIG - Gestión de Desarrollo, IMN Mayo 2007

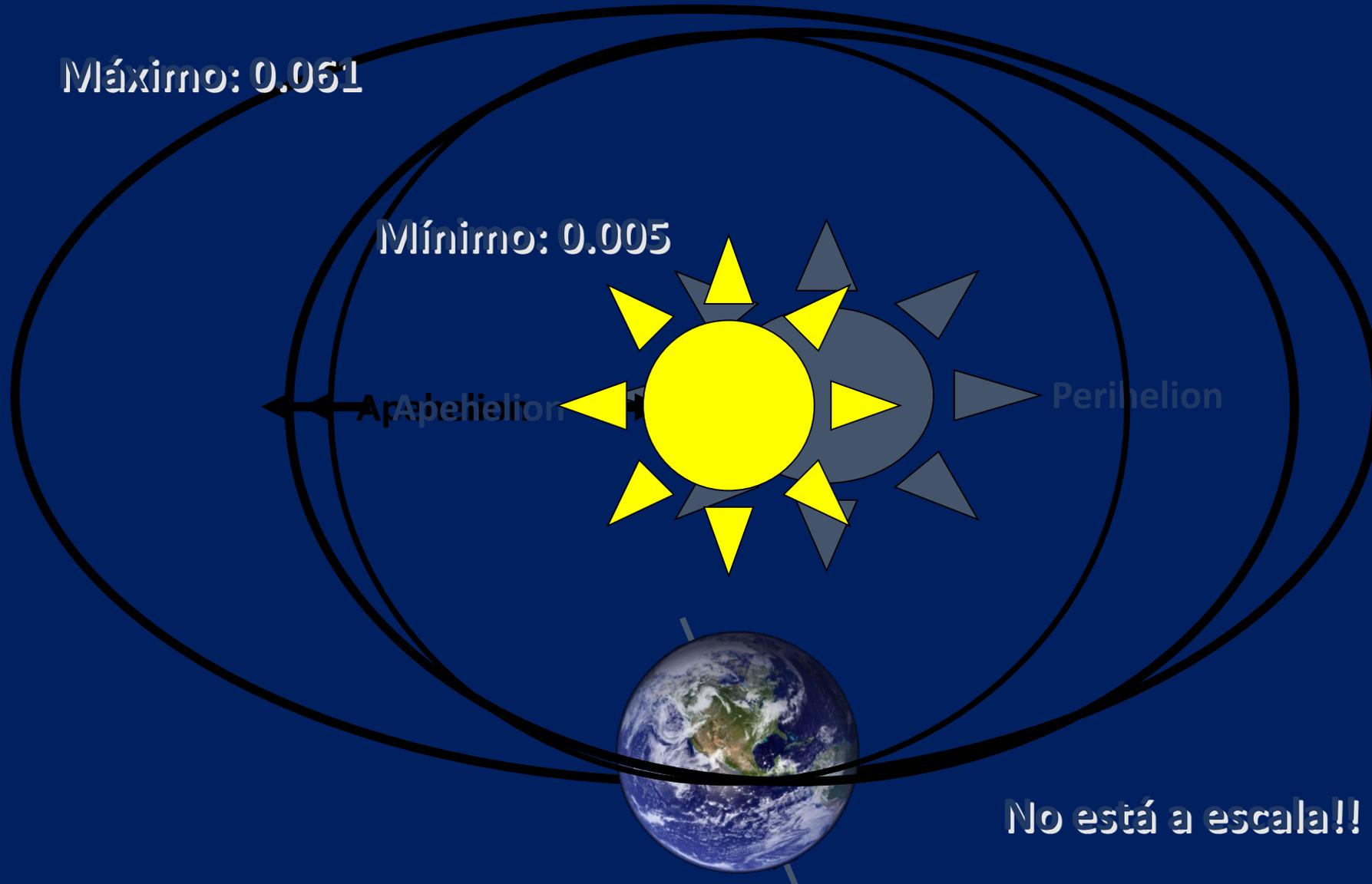
Definición del Clima y el Tiempo

- **El clima es un conjunto de valores promedios de los variables atmosféricos (temperatura, humedad, precipitación, radiación solar, viento dirección y velocidad y presión atmosférica) que caracterizan una región.**
- **Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo (10-30 o más años).**
- **En una zona, o la región o a una localidad concreta se habla de clima zonal, regional o local (microclima), respectivamente.**
- **Estado del tiempo es la variación de un conjunto de las variables atmosféricas de un determinado lugar, en un momento determinado, un minuto, una hora, un día, una semana, un mes.**

Excentricidad - es el cambio de la forma orbital
alrededor del Sol (ciclo cada 100. 000 años)

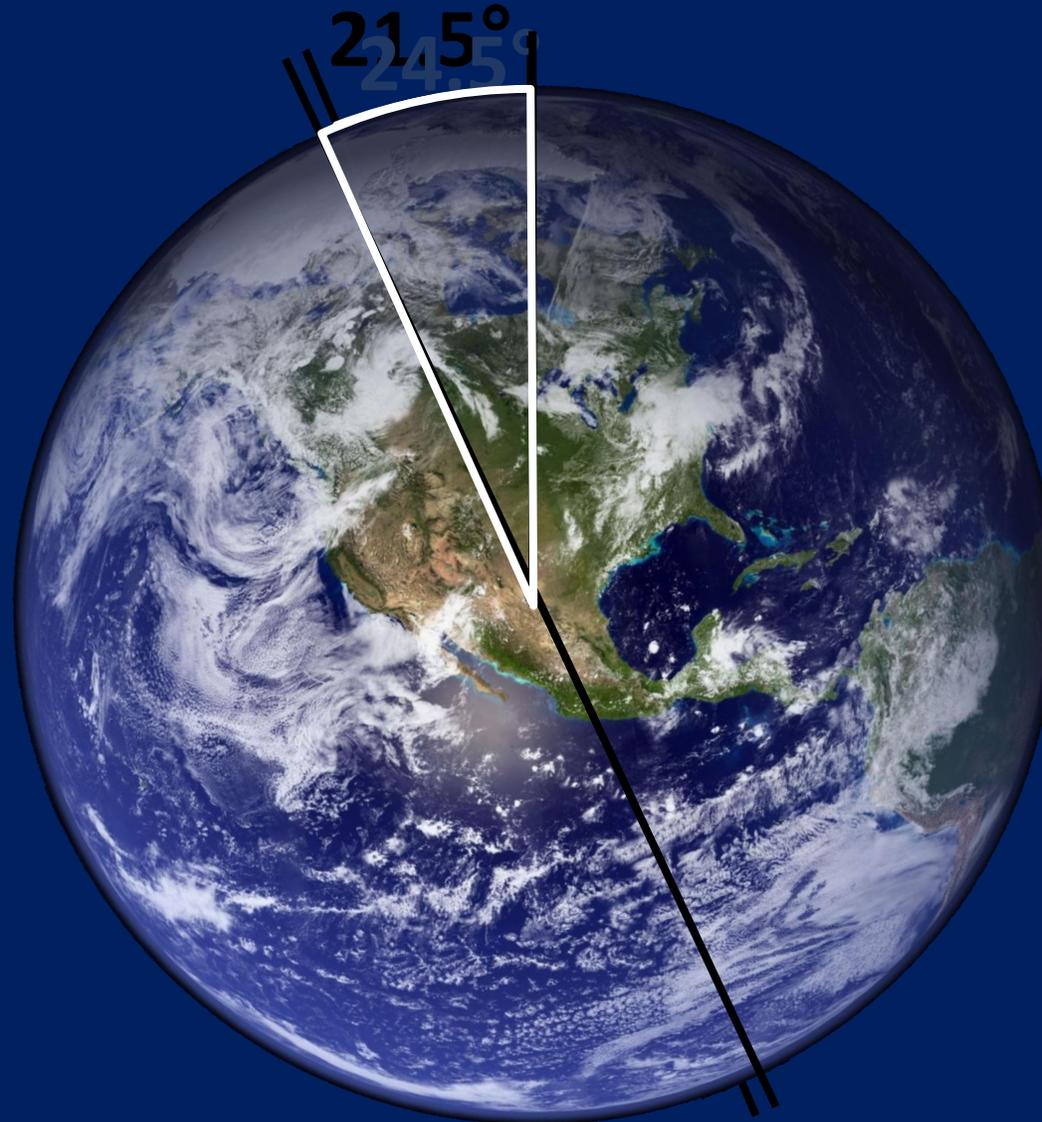
Máximo: 0.061

Mínimo: 0.005

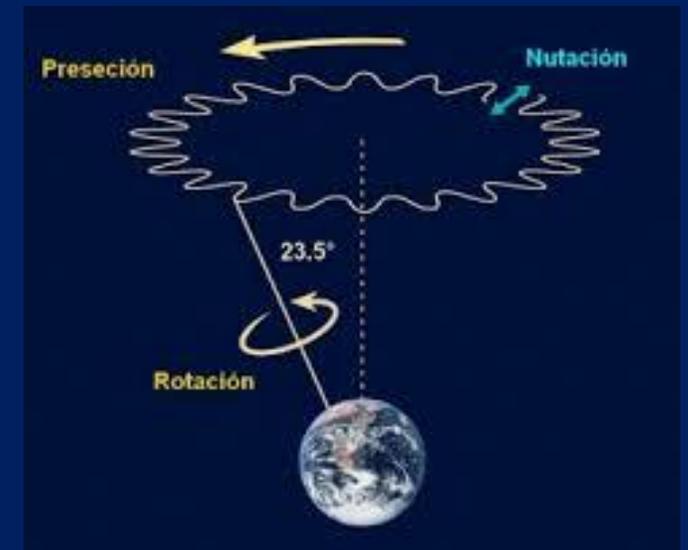


No está a escala!!

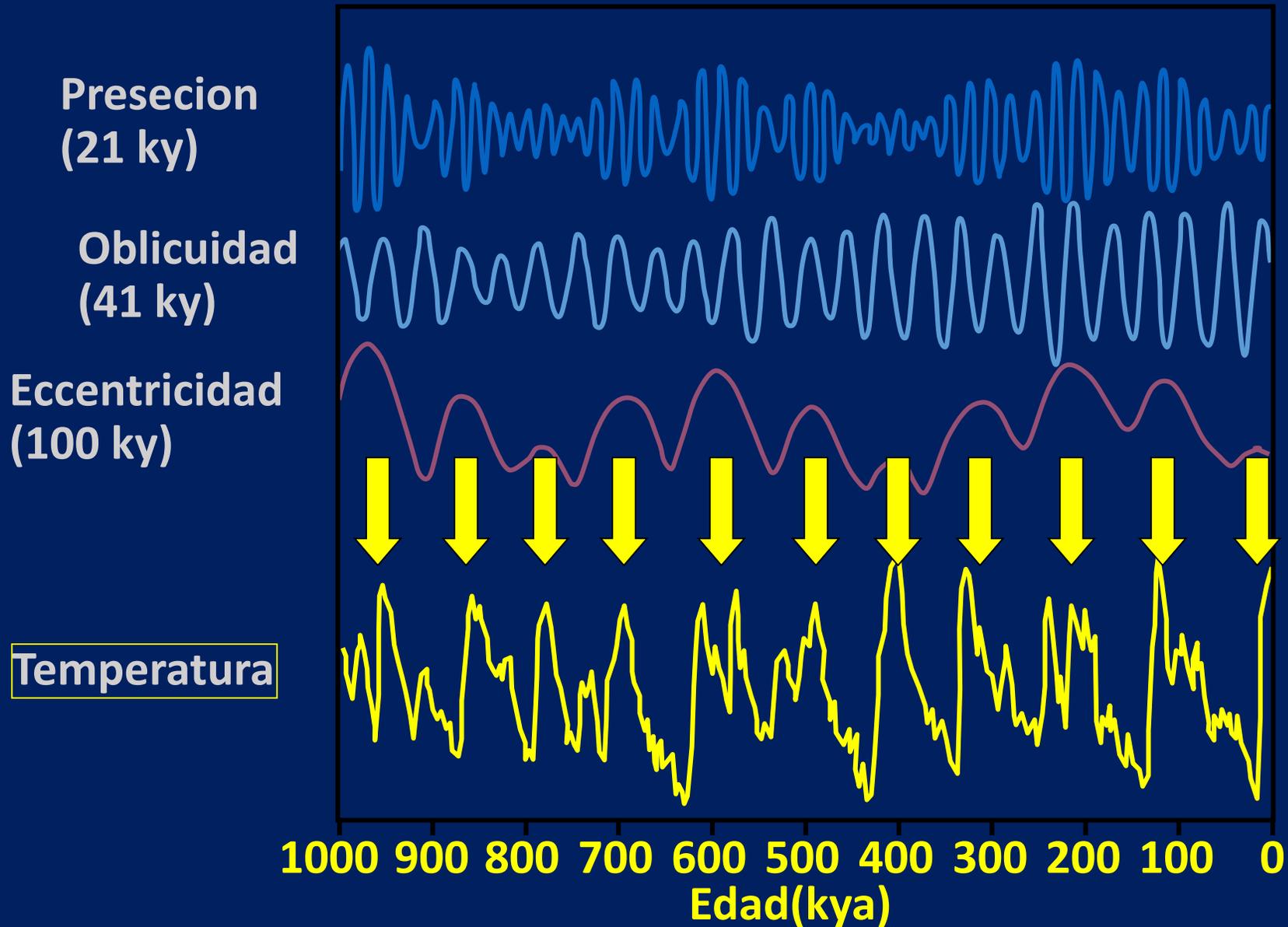
Oblicuidad es el cambio de Angulo de inclinación del eje de la Tierra 21.5° a 24.5° , cada 41.000 años.



Precesión es el cambio del polo magnético, ciclo 21.000 años



Efectos sobre el clima



Gases de efecto invernadero CO2

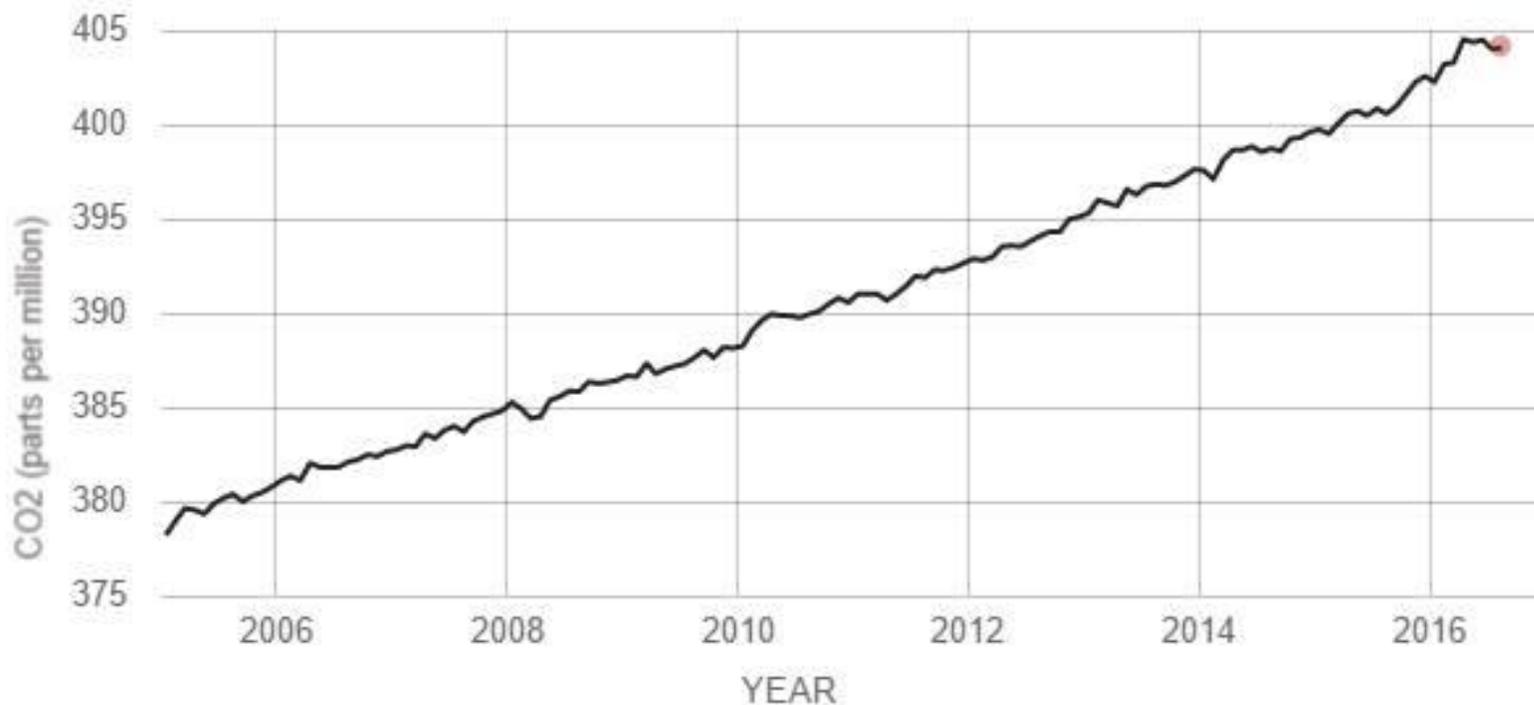
Carbon Dioxide

DIRECT MEASUREMENTS: 2005-PRESENT

Data source: Monthly measurements (average seasonal cycle removed). Credit: [NOAA](#)

LATEST MEASUREMENT: August 2016

404.07 ppm

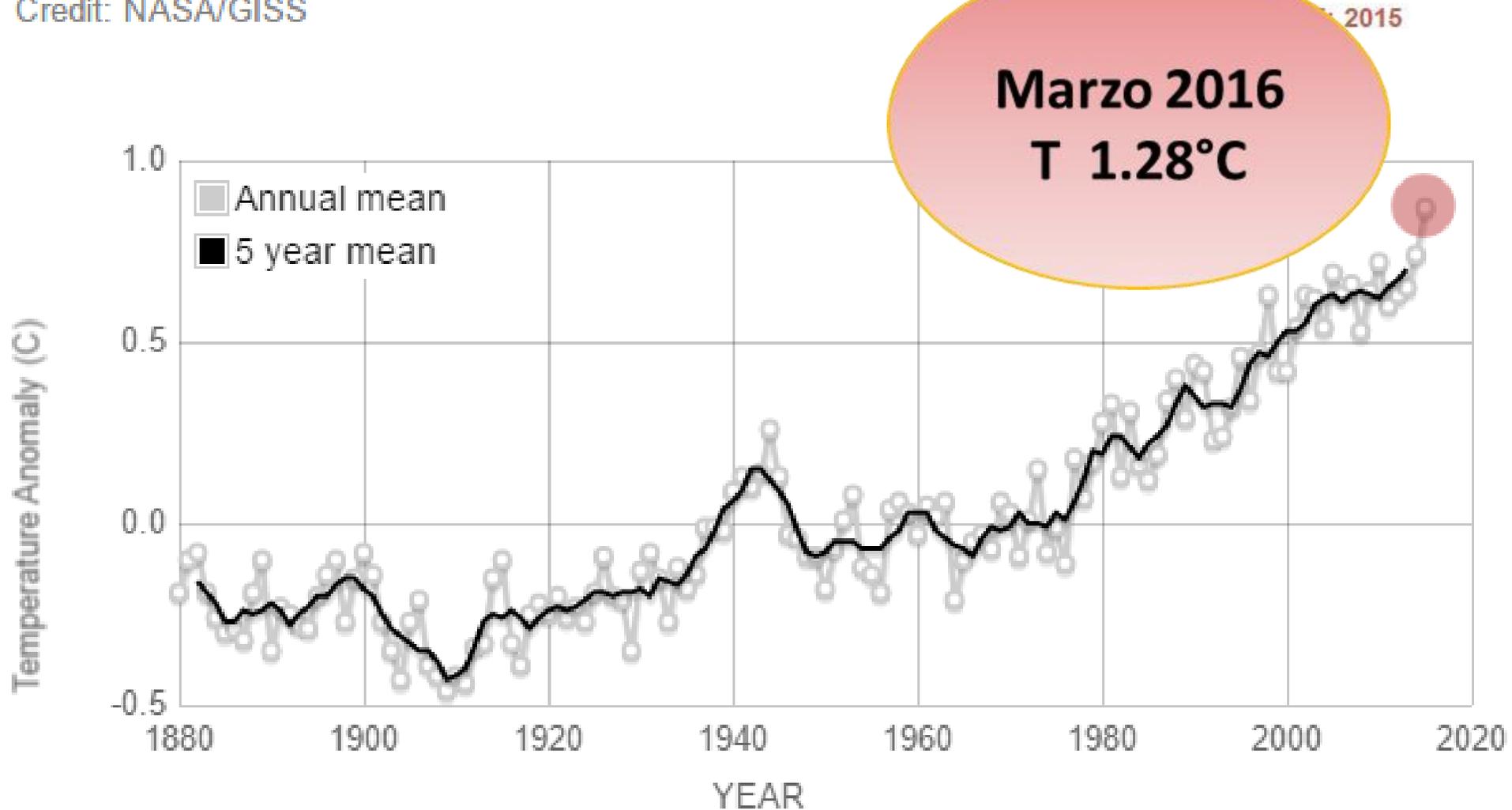


Aumento en la Temperatura Media Global

GLOBAL LAND-OCEAN TEMPERATURE INDEX

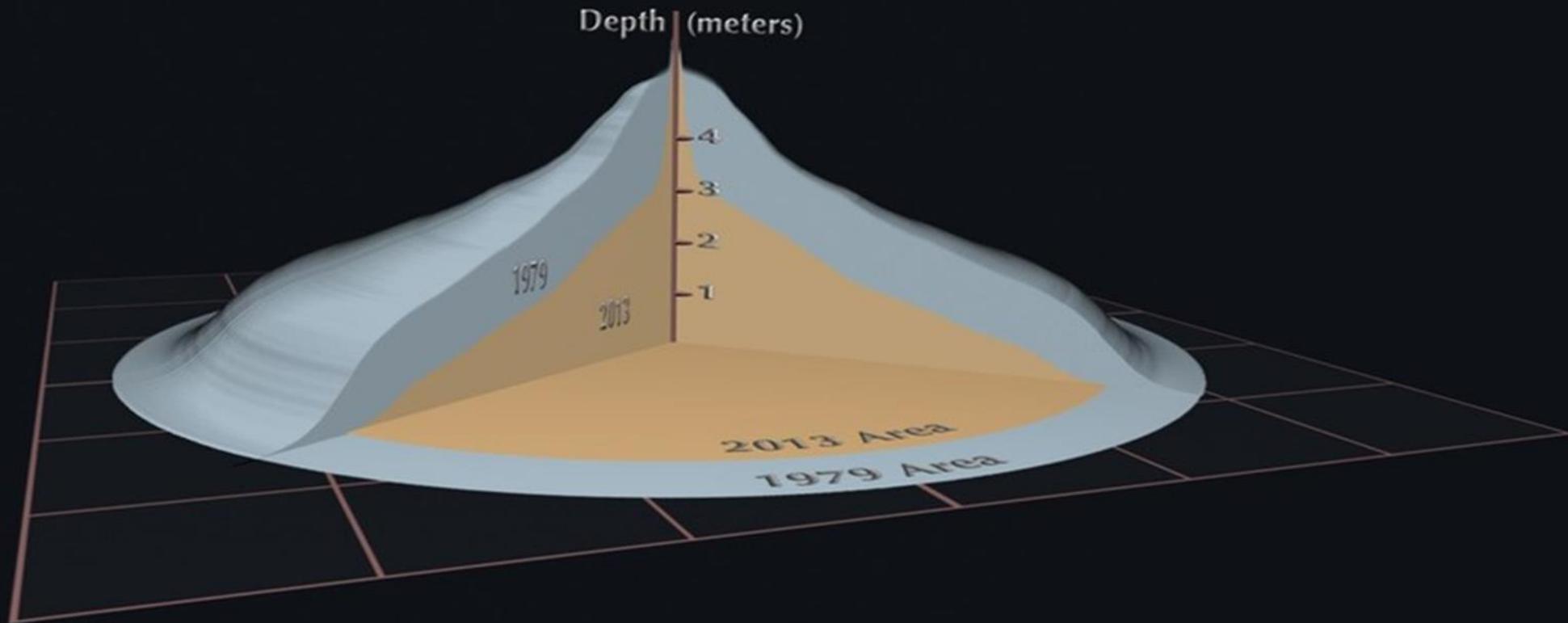
Data source: NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS)
Credit: NASA/GISS

Global Temperature



Reduccion de Glaciales

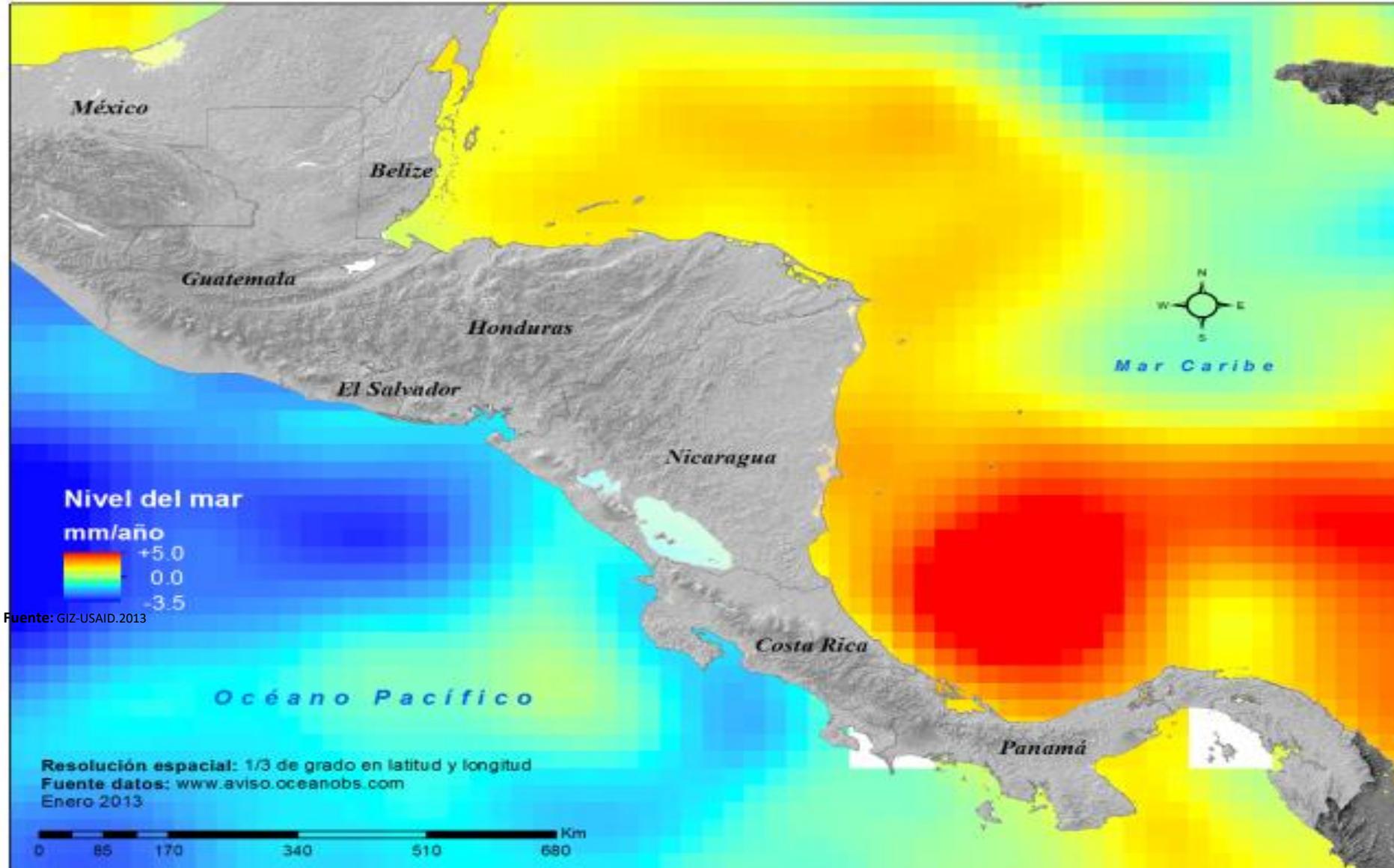
Average September
Arctic Sea Ice



Aumento en Nivel del Mar



Expansión térmica del Mar (Aumento en el nivel del mar 1992-2012)

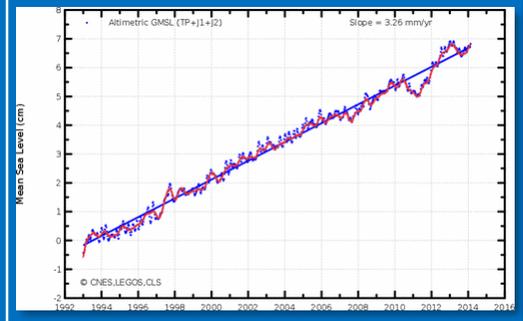




Fuente: BIOMARC-SINAC-GIZ.2014

Elaborado por: Lenin Corrales.2014

**Promedio mundial
Nivel medio del mar
1993-2014 (+3.26 mm/año)**



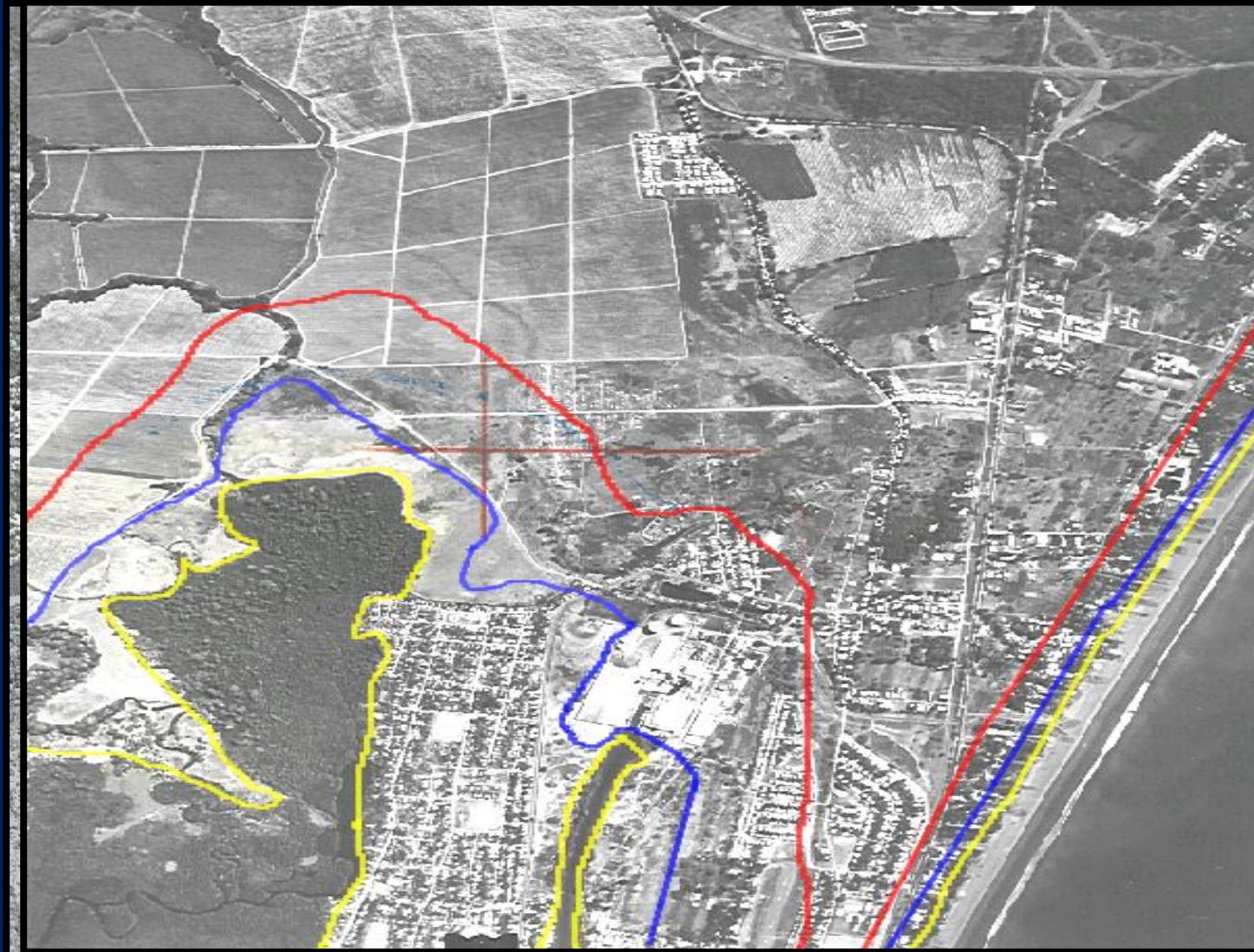
Fuente: AVISO.2014

**Tendencia media Nivel medio del mar
entre 2010-2040 (mm/año)**



Fuente: CEPAL.201a

Recursos costeros

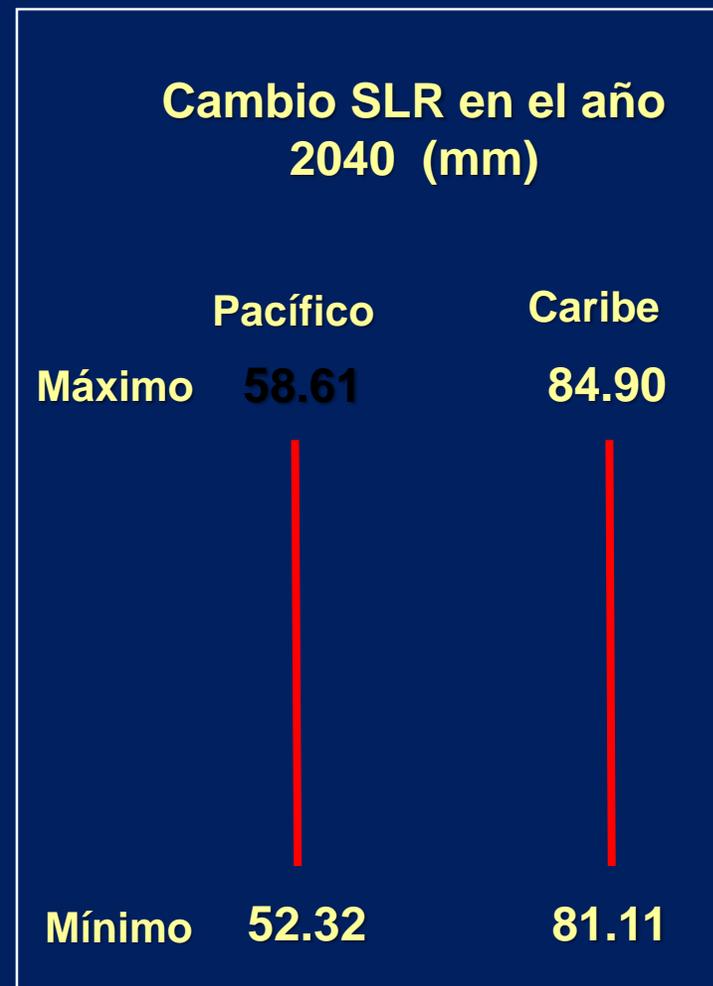
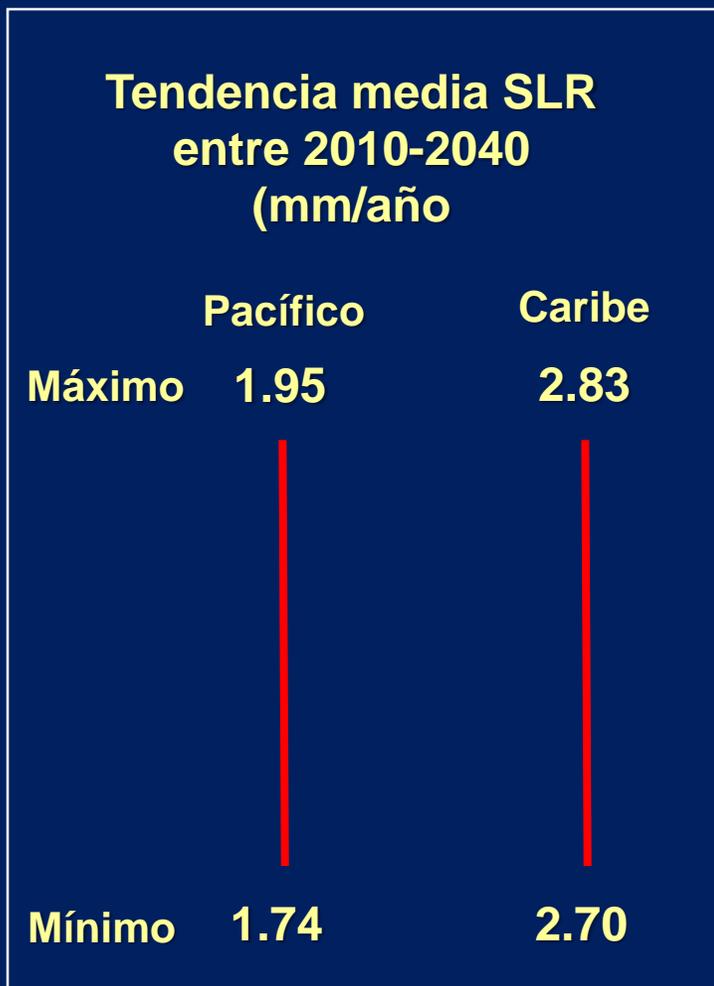


Puntarenas, línea de pleamar con un incremento de 30 y 100 cm, un ejemplo del área de estudio



- San Isidro de Puntarenas

Tendencia cambio nivel medio del mar



Sector 1: inundación y transgresión.....poca población

Sector 5: inundación y transgresión, línea de costa 75 m tierra adentro...poca población

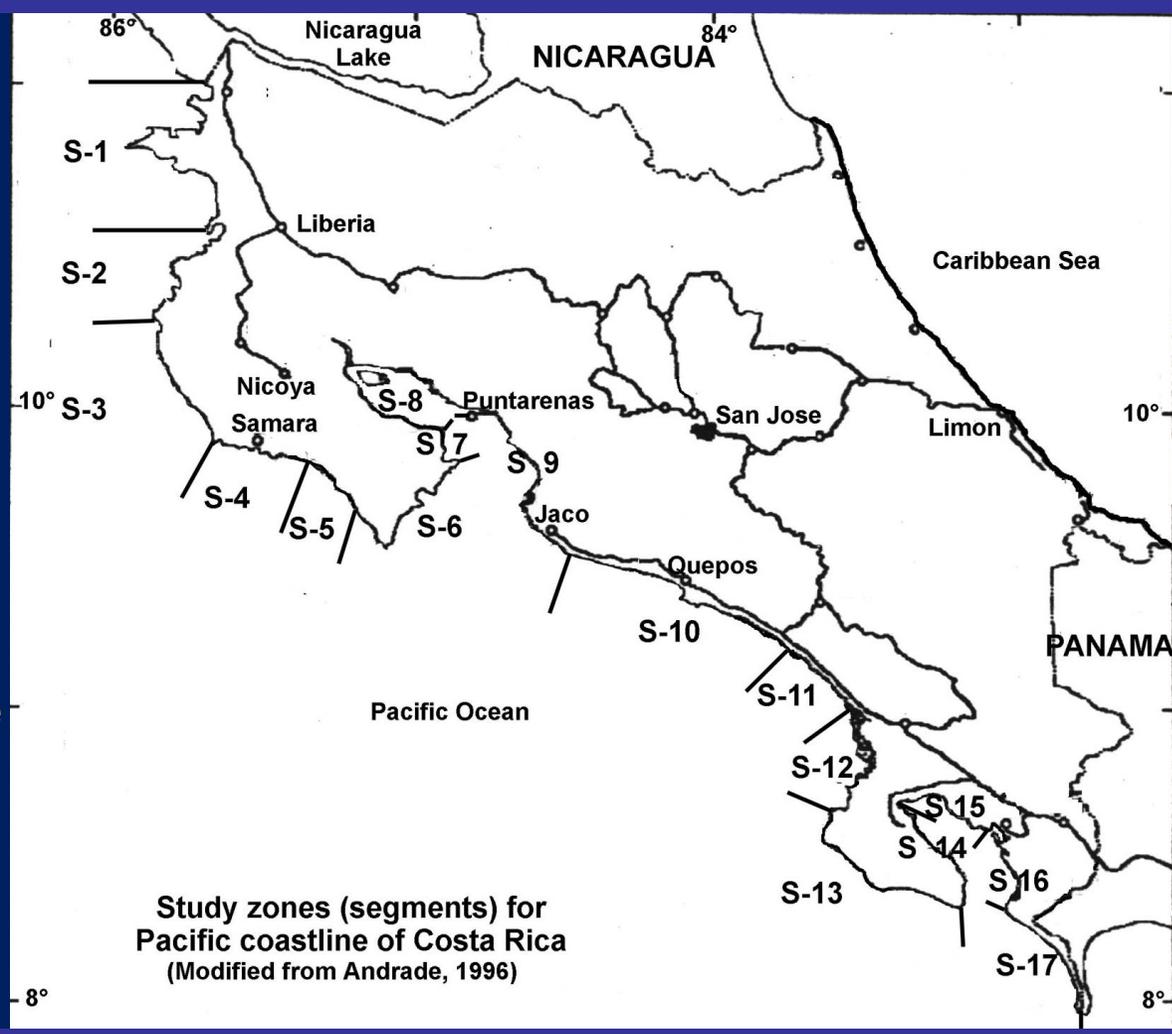
Sector 8: inundación 5,700 Haciudad de Puntarenas.

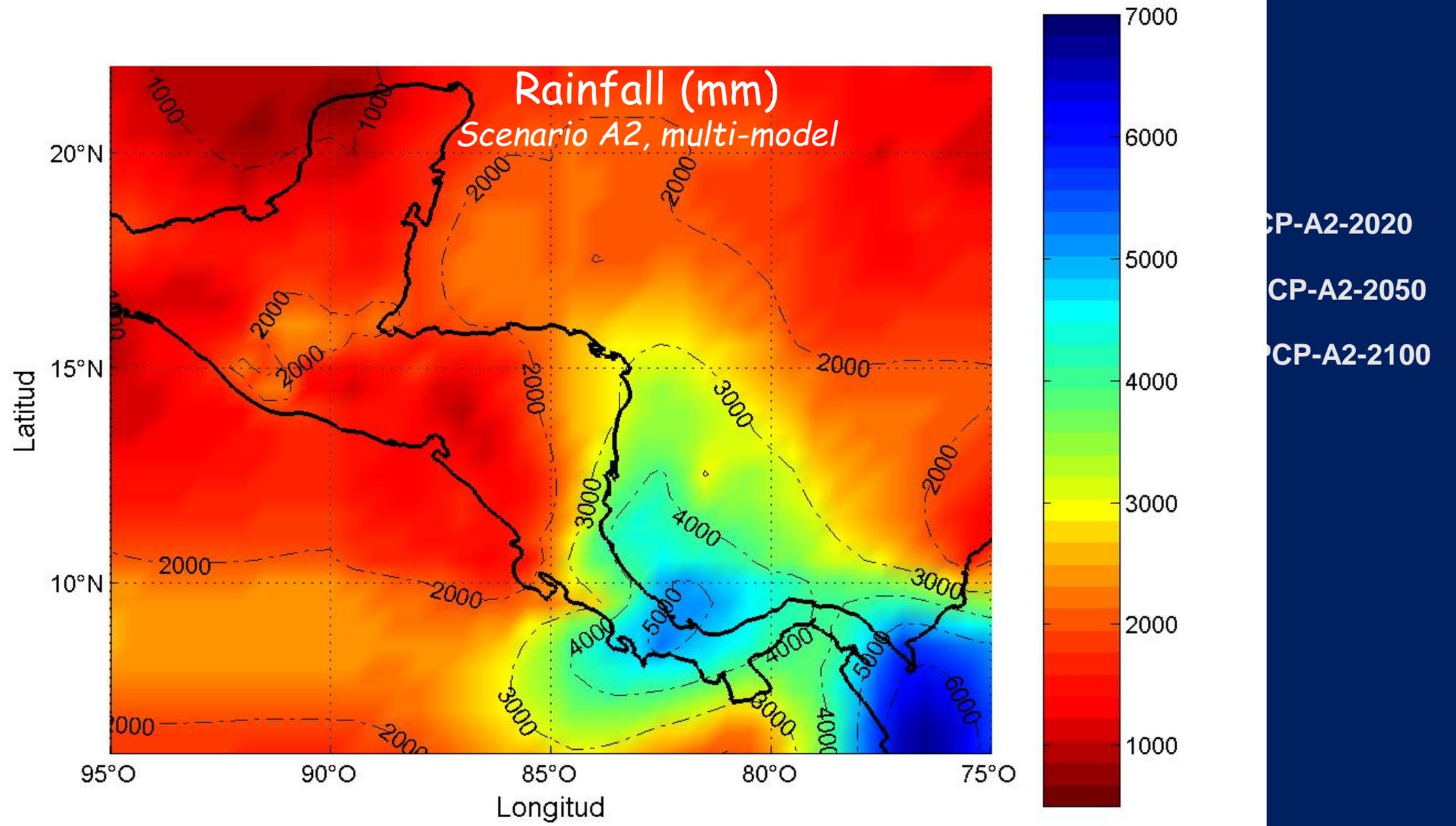
Sector 9:22% de los hoteles en áreas de riesgo.

Sector 10:.....70% de la costa se moverá tierra adentro, aprox. 75m.....casas recreo, campos de arroz y pastos.

Sector 12: interacción entre los rios y la marea....incierto aún el impacto.

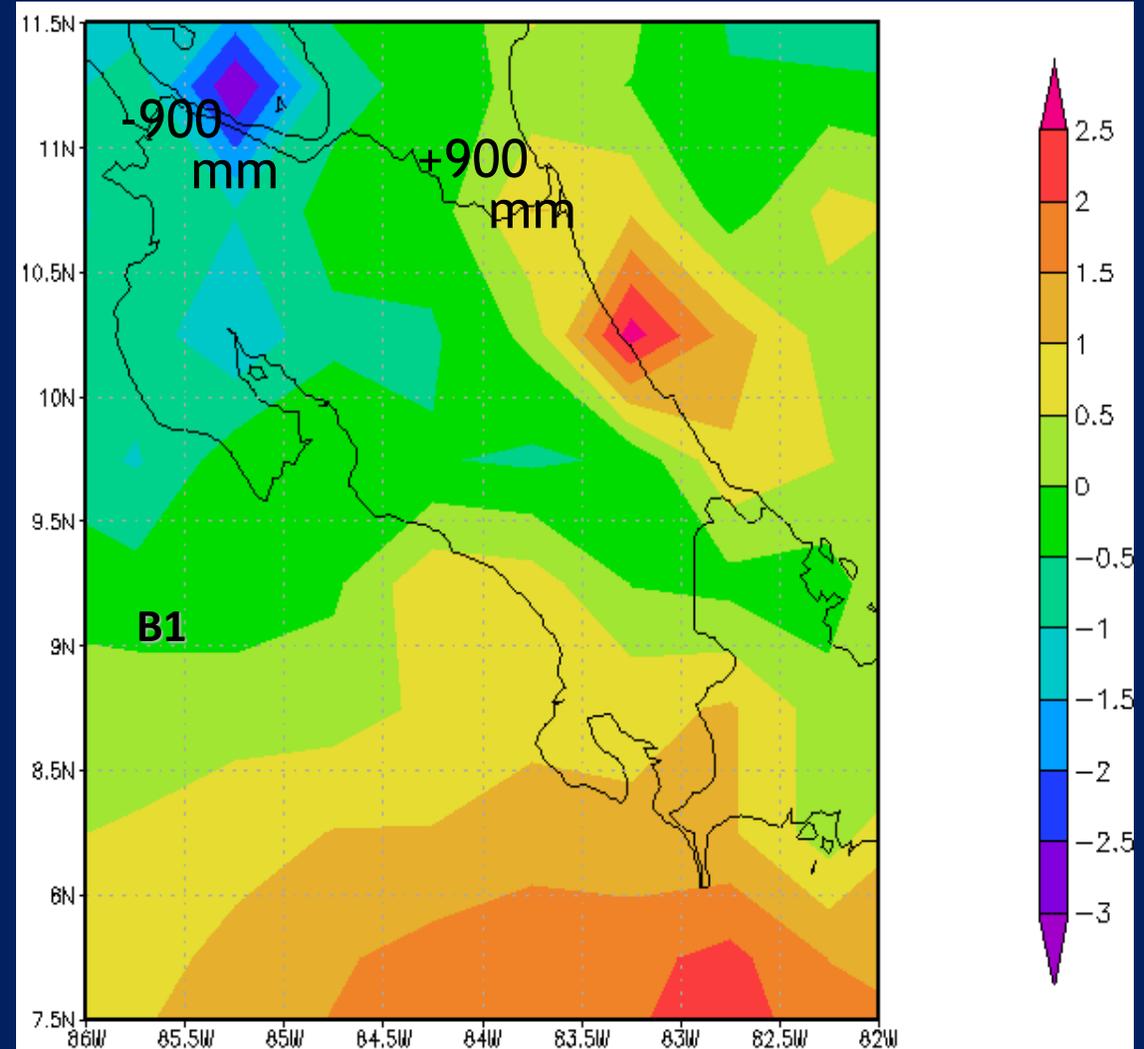
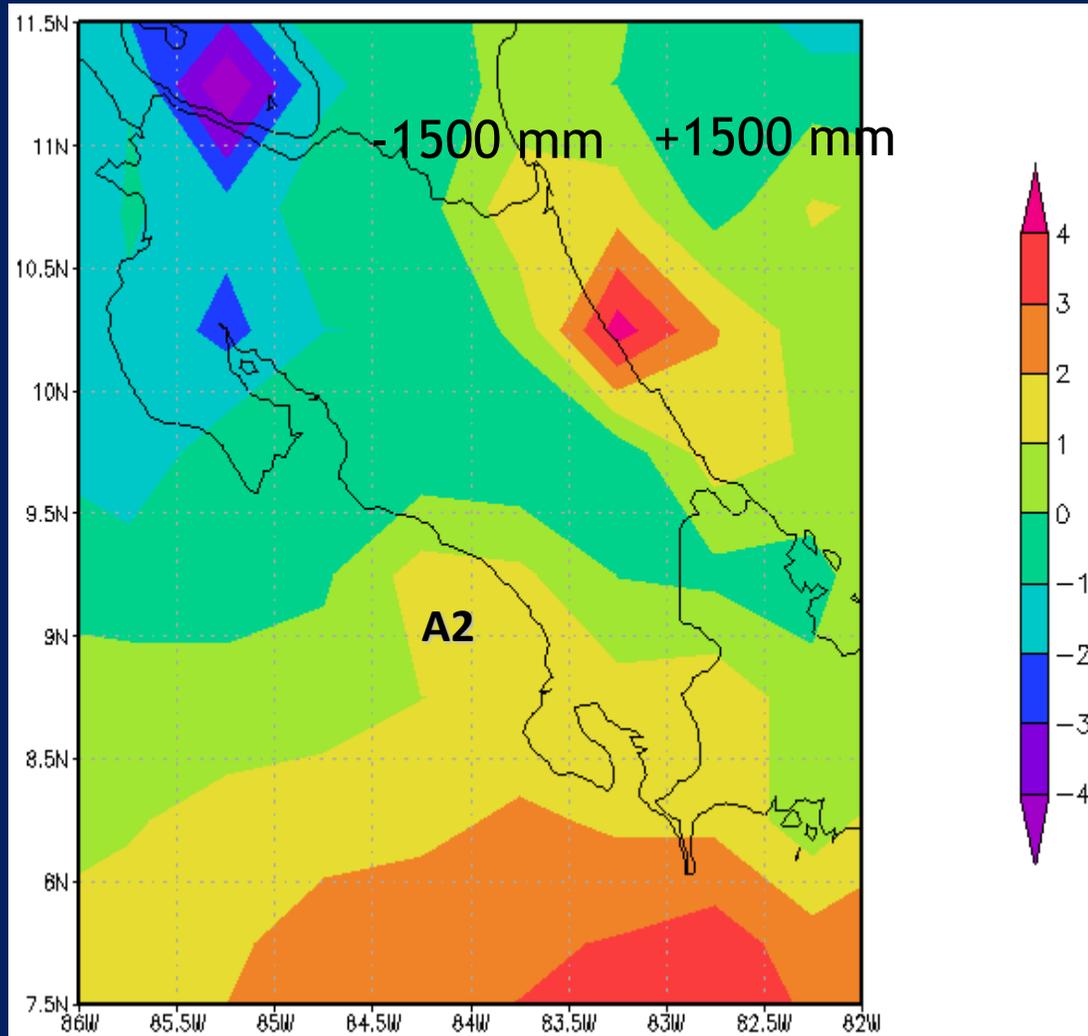
Principales impactos





Costa Rica Projections on climate change Rainfall (mm/day)

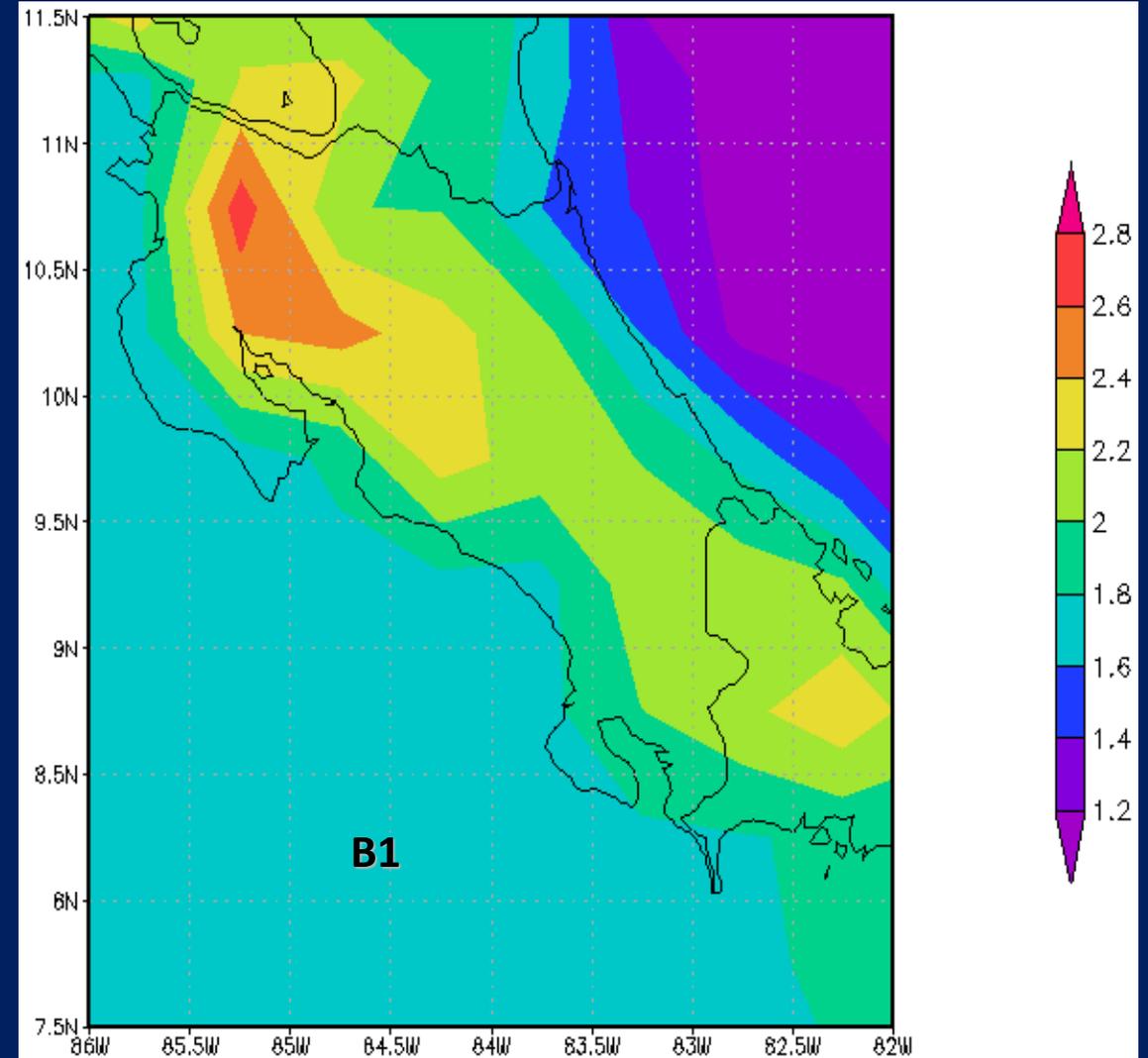
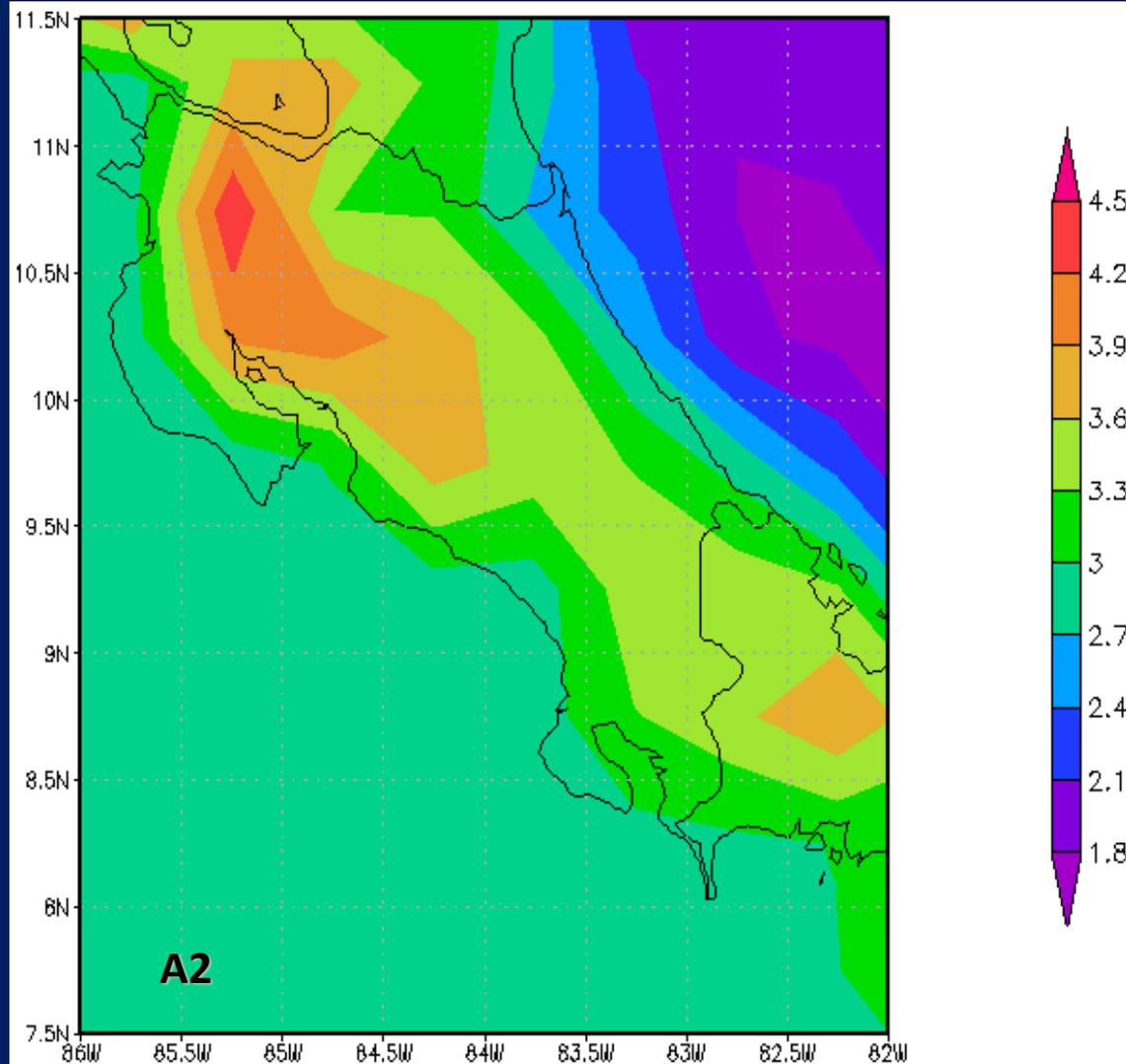
Scenarios A2 and B1 ... time horizon 2100



Costa Rica Projections on climate change

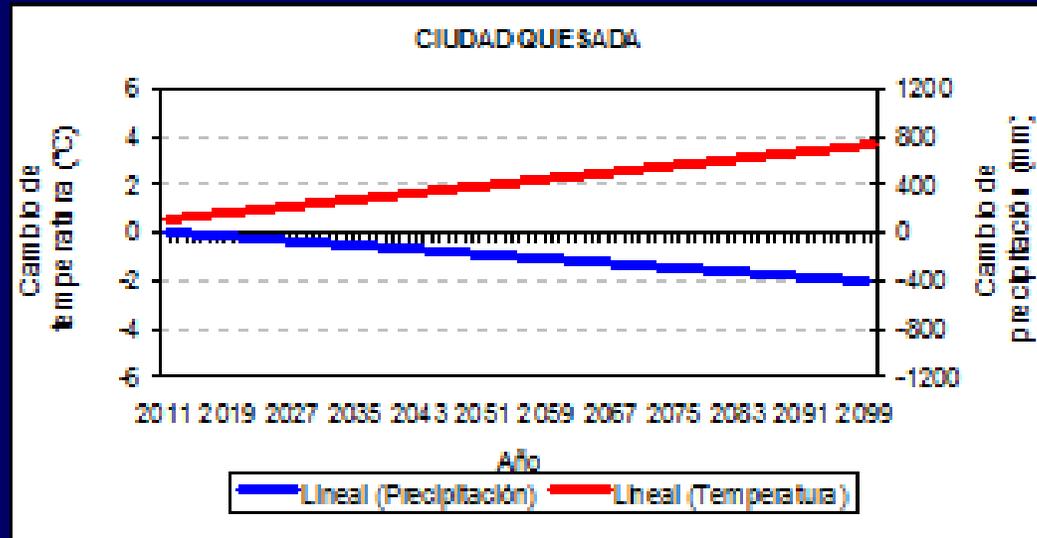
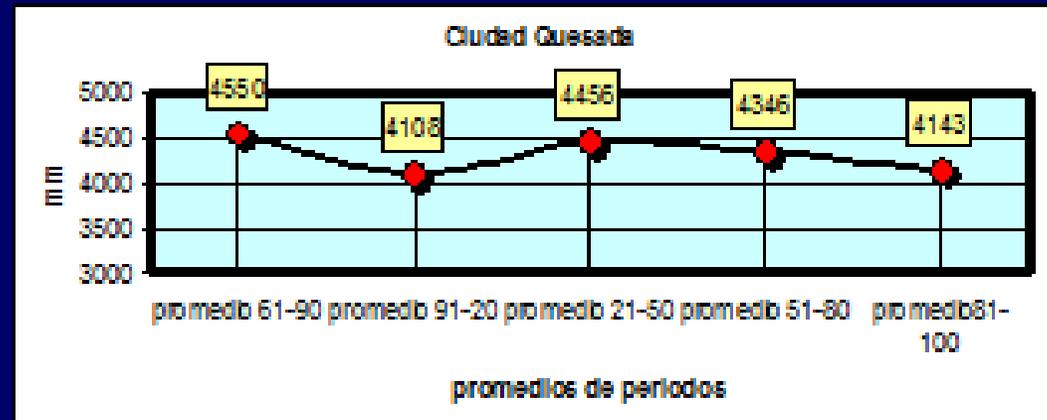
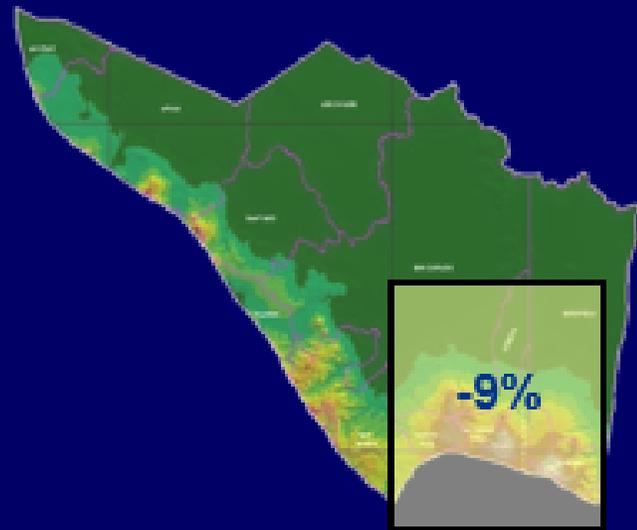
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)

Scenarios A2 and B1 ... time horizon 2100



Costa Rica Projections on climate change Rainfall (obs+proj)

Scenario A2, model PRECIS, North Caribbean



Variabilidad Climática



LA NACION, domingo 29 de julio del 2001

“Sobrevivir de cualquier manera”

Piedra de Agua (Cholotepec), José Domercq López viaja el jueves como casi los últimos vestigios de lo que fueron 55 hectáreas sembradas de maíz que, simplemente, se perdieron.

“Al de todos, conanselo de natos. Por la misma suerte pa sus 28 compañeros asociados en la Cooperativa de Agricultores de Piedra de Agua, una aldea aborígenas en el departamento de Cholotepec.

La inversión de 500 000 lastran (\$16.600) se fue con la seca.

“No tenemos manera de recuperarnos”, dice, mientras un tractor agrícola corta las altas plantas de maíz y algunos tallos se ven aprovechados por el ganado.

Las tierras, que defino como muy fértiles, no dieron frutos por la falta de riego. La pareja, que López destaca, es que a poca distancia discurre el río Cholotepec.

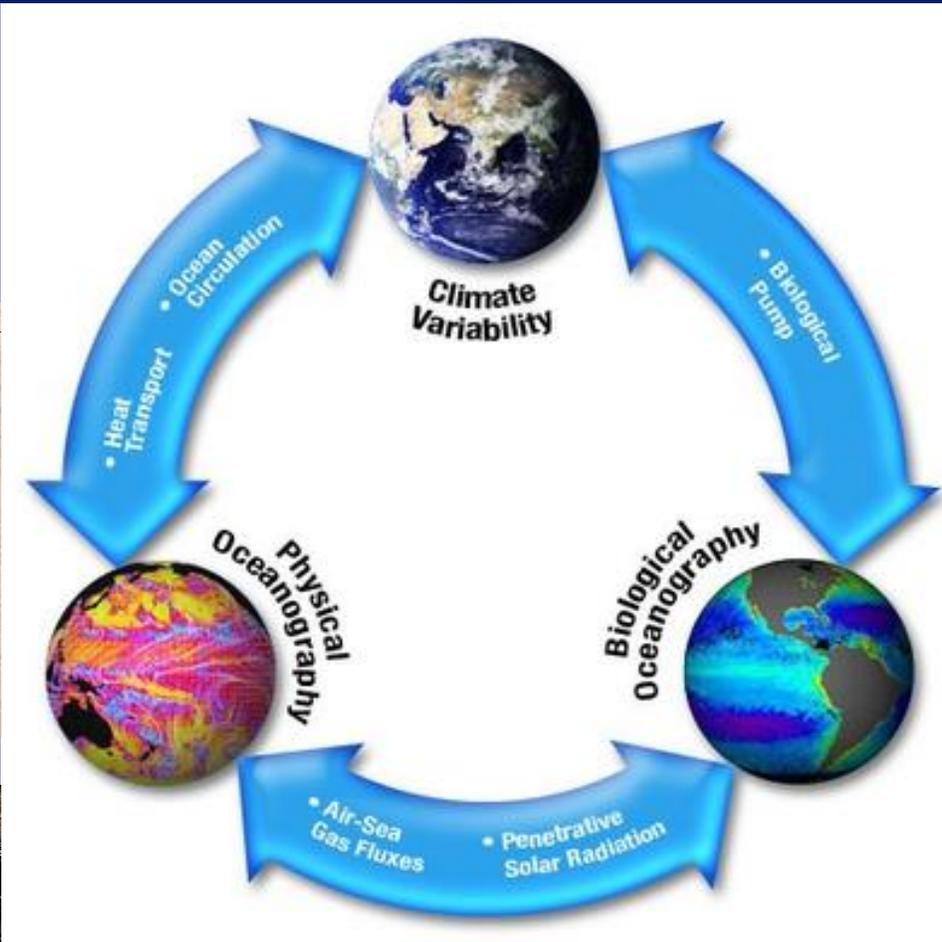
Ahora, los terrenos secos parecen para siquielitas a crepencia que se dedican a la producción de melones.

“Pero no está hasta junio del 2001 cuando recibí el diva para el inicio de la próxima cosecha.

“Mientras tanto, ¿qué? La mayoría de nosotros se dedicamos a la agricultura.”

CULI NOBAMAY La extrema pobreza es característica de Olinza Morales, de 22 aldeas, y sus hijos en un rancho en El Gijochal, Valle.

TODO PERDIDO. Francisco López y sus compañeros cooperativistas perdieron todo el maíz y melón que plantaron.



Pequeños campesinos diezmados por sequía

El sol cocinó las cosechas

• Grave escasez de lluvias

Man Lezama (Chilón). En un campo seco, un campesino observa las plantas que se han secado por la sequía. El agua es escasa y las cosechas están diezmadas.

LA NACION, domingo 29 de julio del 2001

LA NACION, martes 4 de octubre del 2001

EL MUNDO

FAO ADVIERTE SOBRE ALCANCES DE HAMBRIUNA

Sequía sin piedad en istmo

Cifra de afectados subió a 1,6 millones

PRESTES LONDRES. Un estudio de Naciones Unidas advierte que una recesión económica mundial podría agravar la situación alimentaria en los países en desarrollo, y que 1,6 millones de personas podrían morir de hambre.

La sequía en el istmo de Centroamérica ha afectado a millones de personas, principalmente en Guatemala y El Salvador.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) advierte que la sequía en el istmo de Centroamérica ha afectado a millones de personas, principalmente en Guatemala y El Salvador.

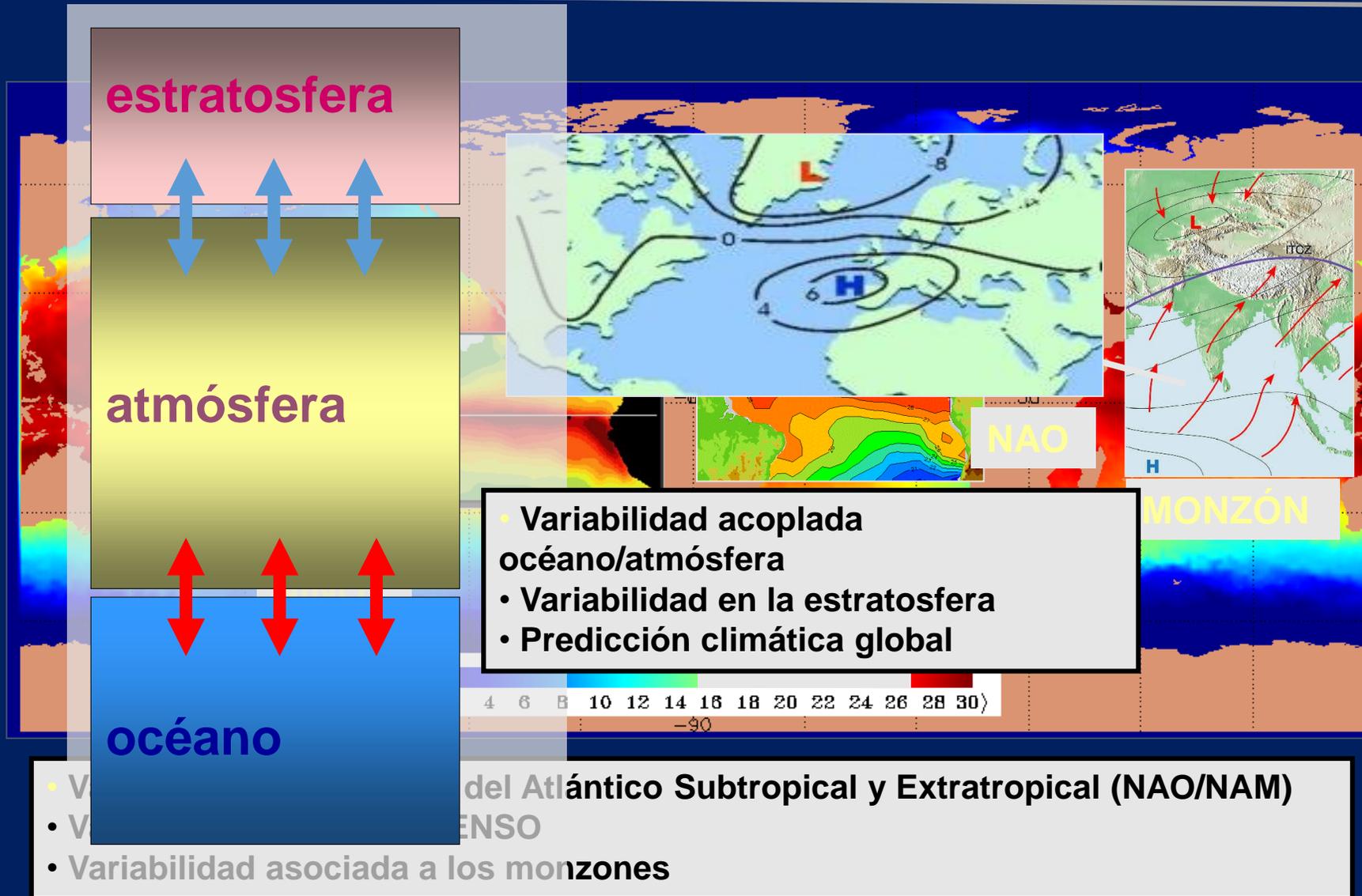
Guatemala decreta emergencia

El Gobierno de Guatemala declaró estado de emergencia nacional por la sequía que ha diezmado el cultivo de maíz y otros alimentos básicos.

La sequía en el istmo de Centroamérica ha afectado a millones de personas, principalmente en Guatemala y El Salvador.



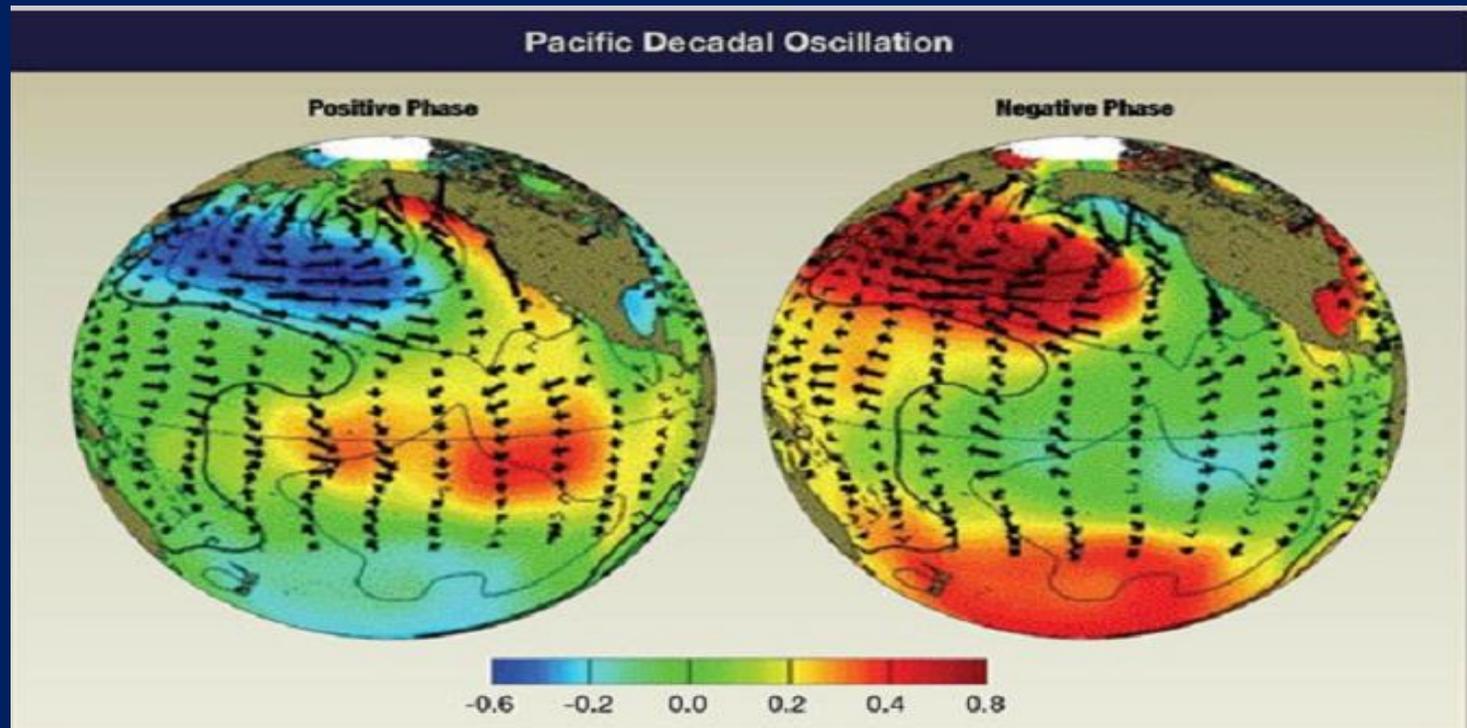
Variabilidad Climática



contribuciones: UB, UCM (2), UPO, UV, PCB, IMEDEA, ECMWF

Oscilación Decadal del Pacífico (PDO).

- Uno de los nuevos temas en la investigación oceanográfica es la llamada Oscilación Decadal del Pacífico.
- PDO es una fluctuación de largo período (20-30 años) en el océano Pacífico, el cual afecta principalmente la cuenca del Pacífico y el clima de América del Norte.
- consta de una fase positiva (o cálida) y una fase negativa (o fría).



PDO

Y

HU

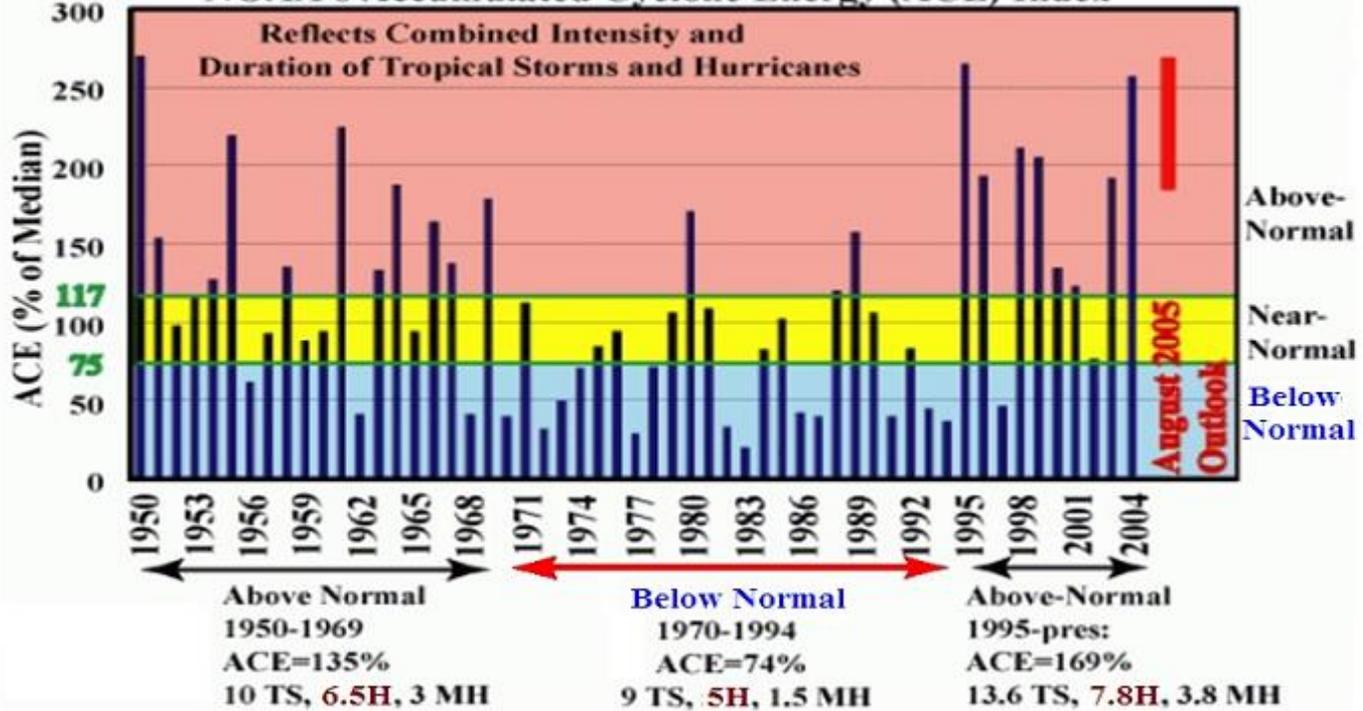
RA

CA

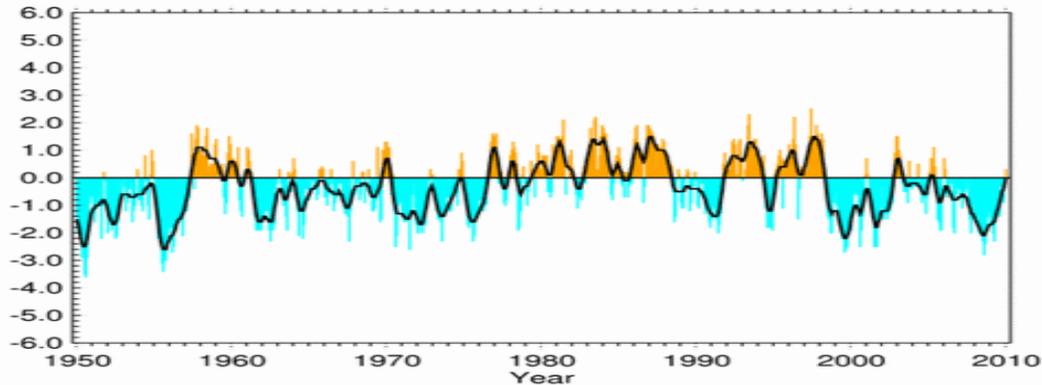
NES



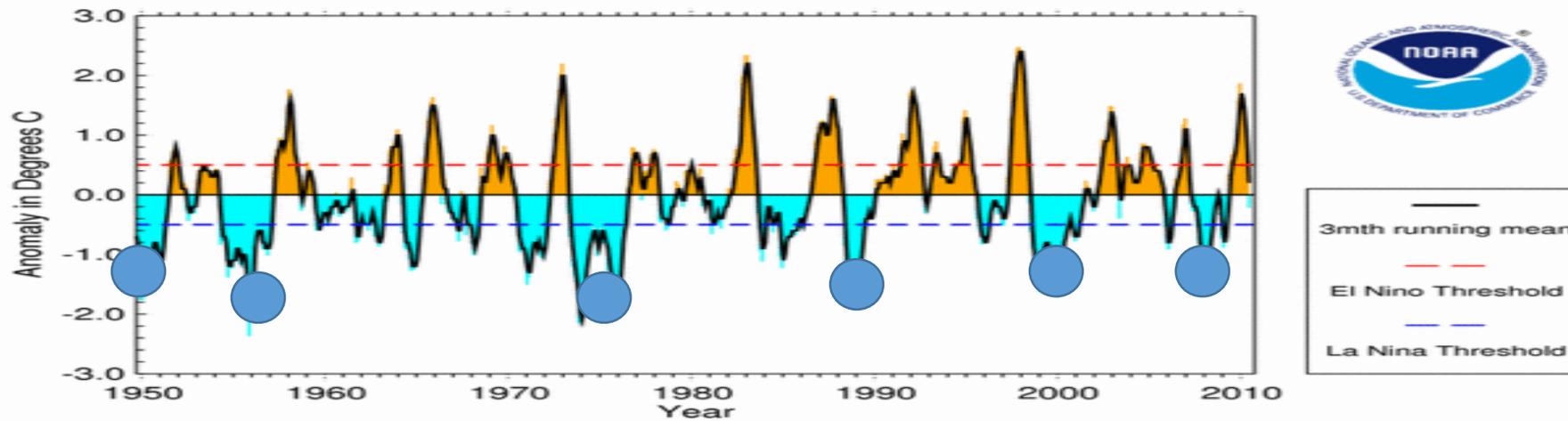
North Atlantic Hurricane Season Activity NOAA's Accumulated Cyclone Energy (ACE) Index



Pacific Decadal Oscillation (PDO)



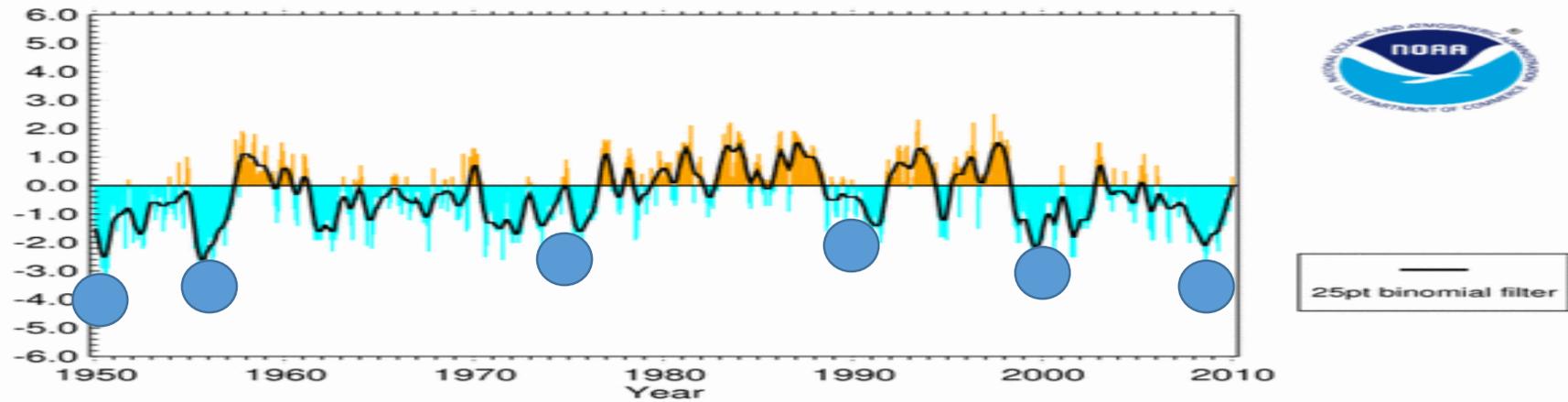
SST Anomaly in Nino 3.4 Region (5N-5S, 120-170W)



National Cli

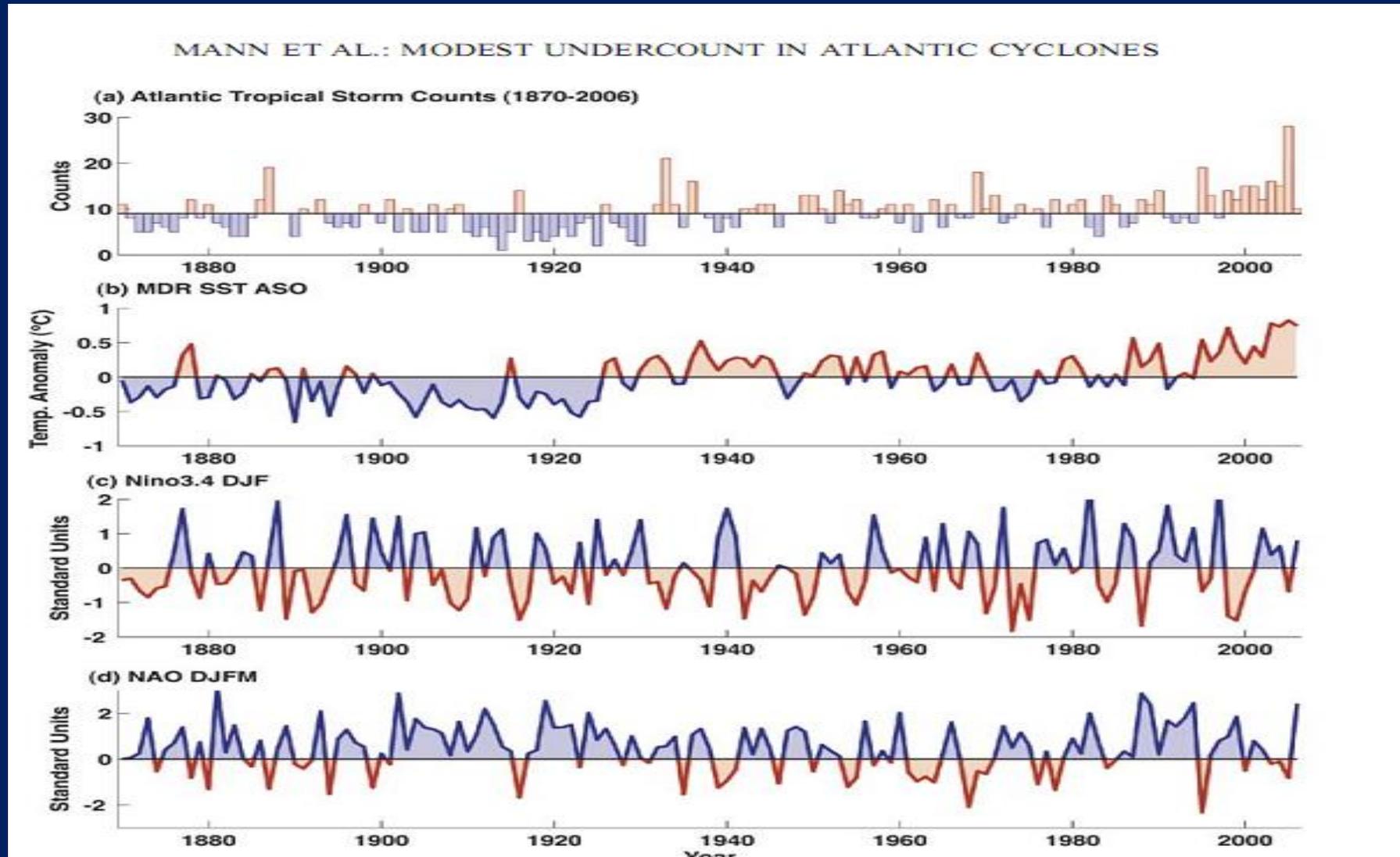
PDO Y ENOS

Pacific Decadal Oscillation (PDO)



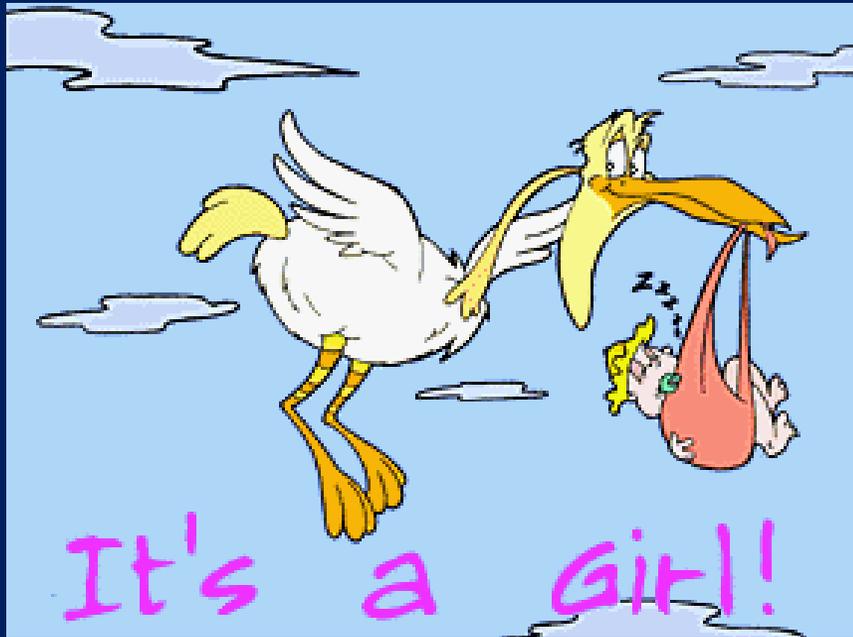
National Climatic Data Center / NESDIS / NOAA

Variabilidad climática y formación de Ciclones Tropicales en Atlántico

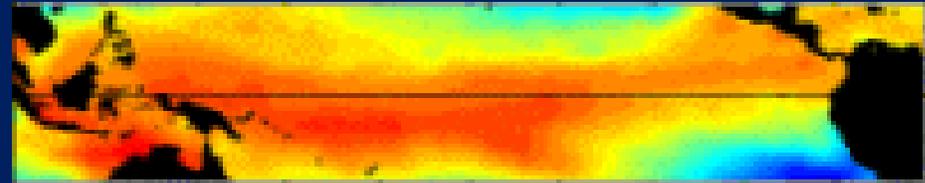
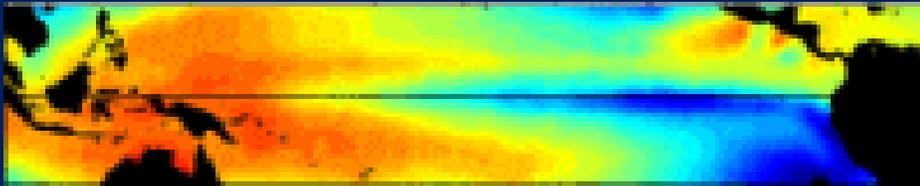
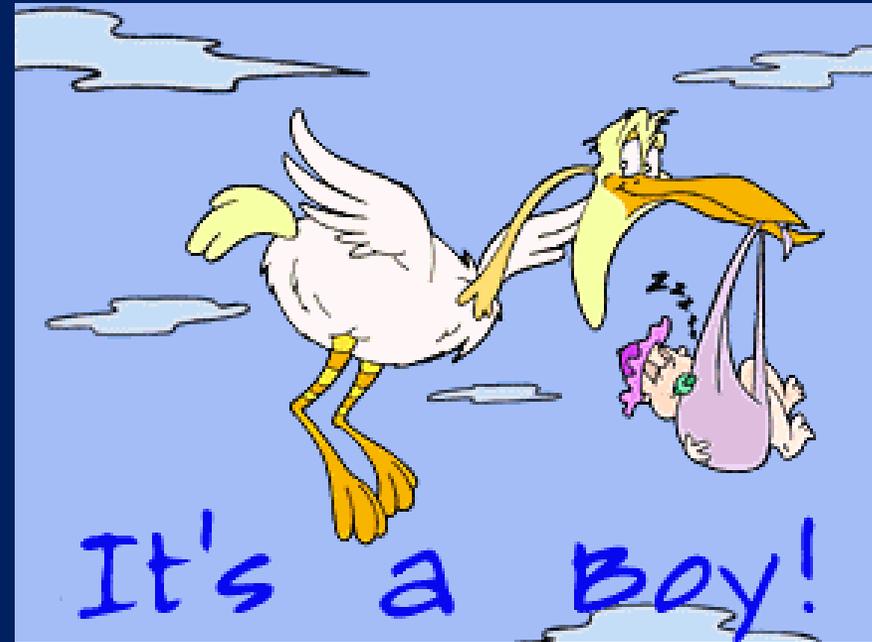


ENOS

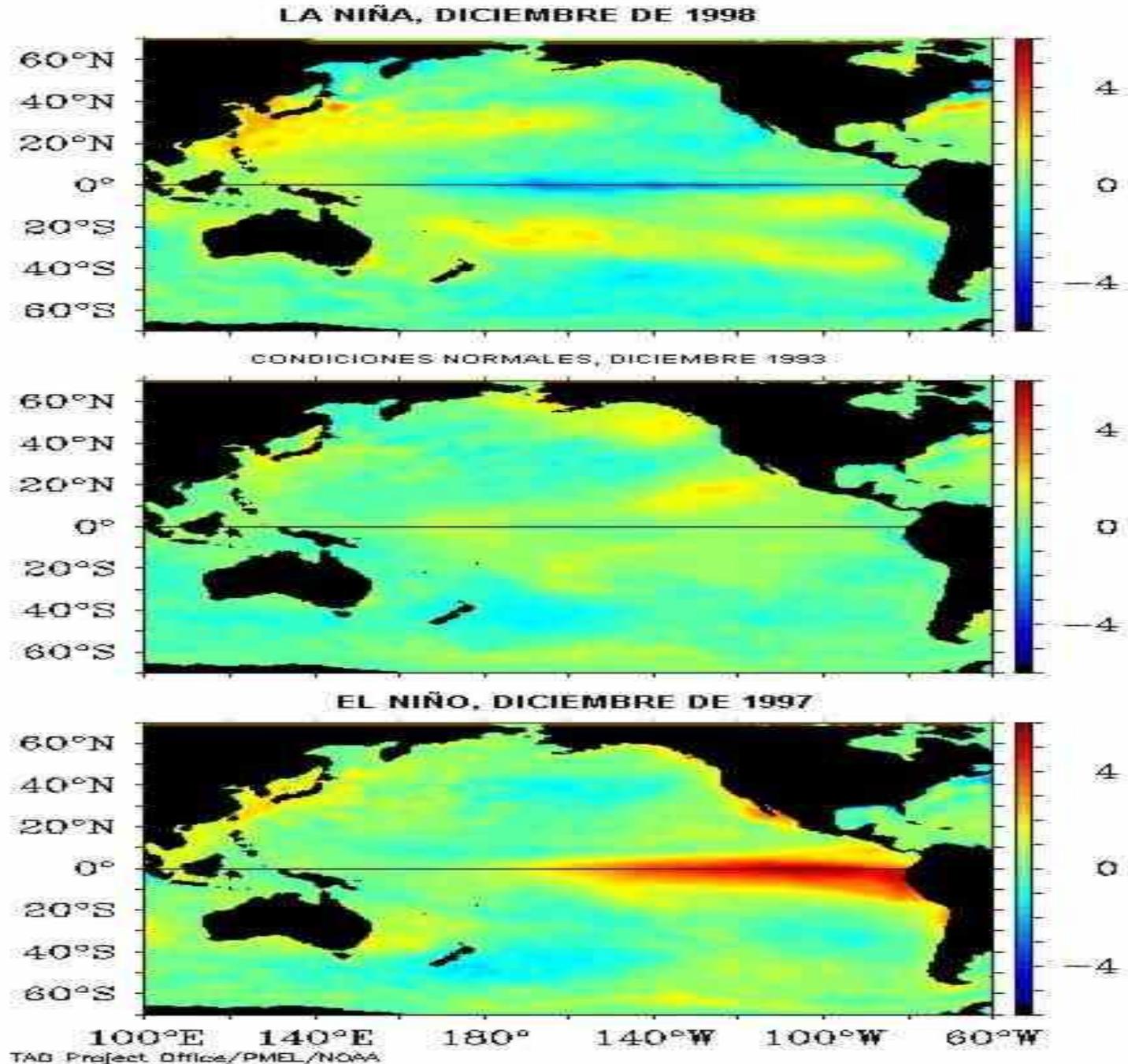
La Niña



El Niño



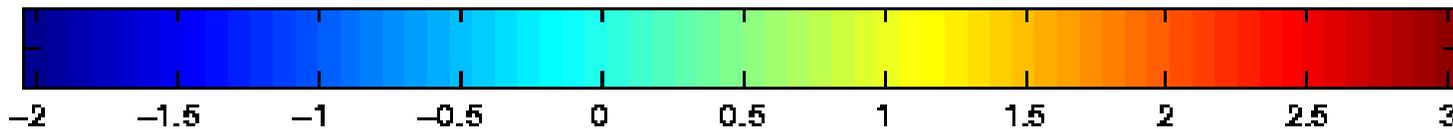
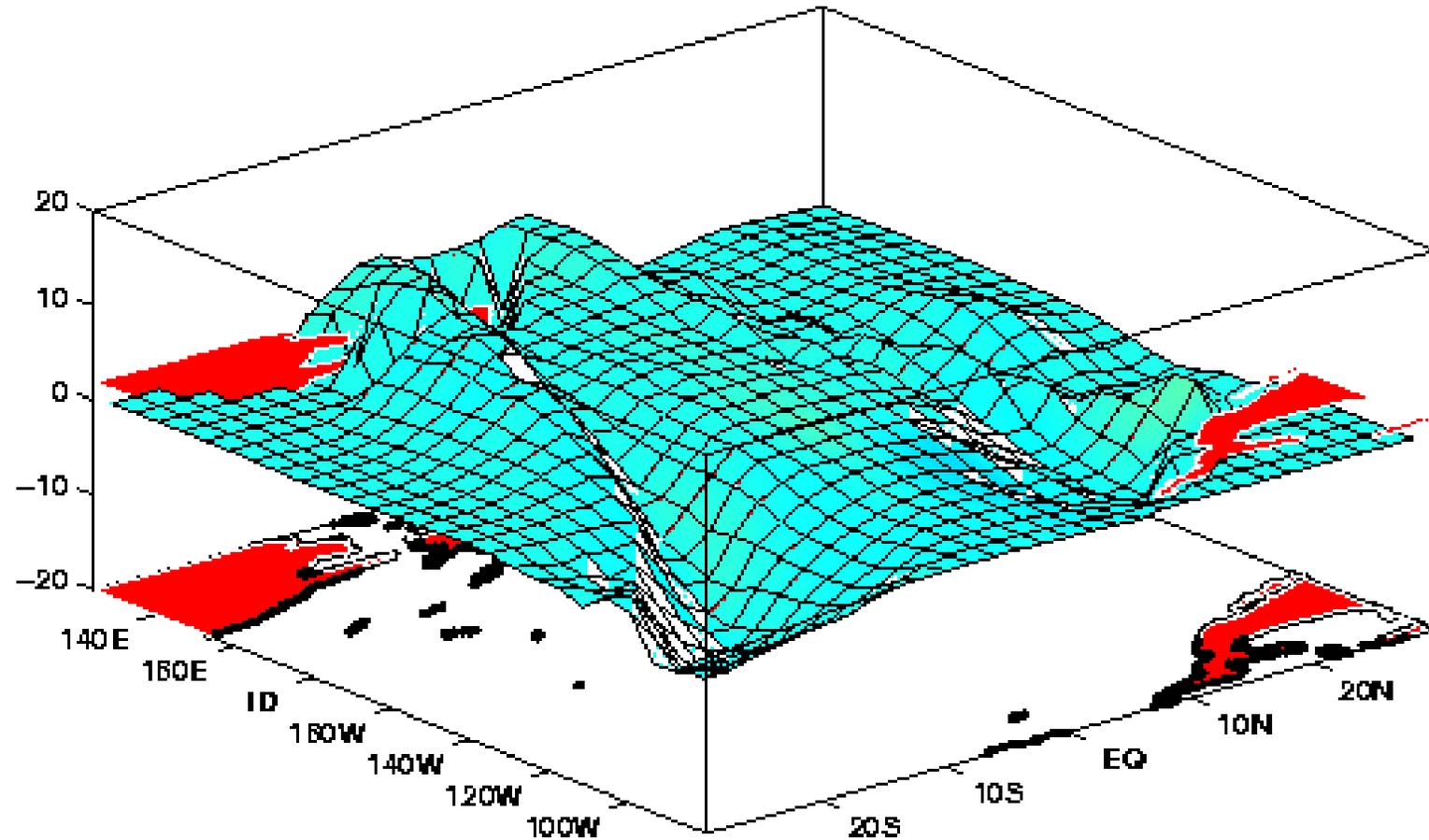
El Niño
desarrolla
Tropico
con
con
refer
subs



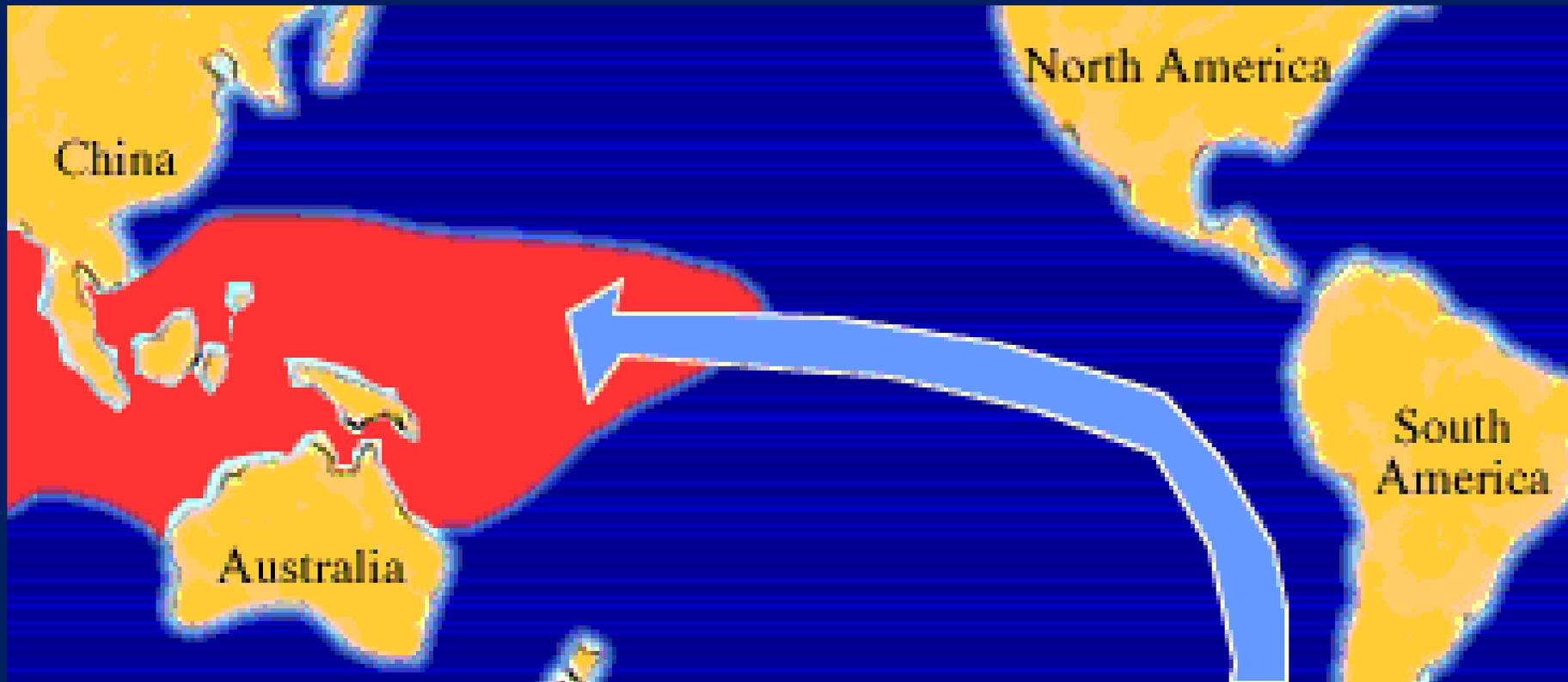
se
ico
da,
ría,
tán
y

ENOS

SEA LEVEL ANOMALY (surface, cm) and OCEAN TEMPERATURE ANOMALY (color, C)



ENOS



En condiciones NORMALES el Pacífico occidental siempre es más caliente que la parte central y oriental. Durante El Niño el calor se distribuye en todo el océano.

1

NORMAL YEAR



2

EL NIÑO YEAR



1. El viento del este empuja las aguas cálidas al oeste 2. El viento del oeste empuja las aguas cálidas al este

1

NORMAL YEAR



2

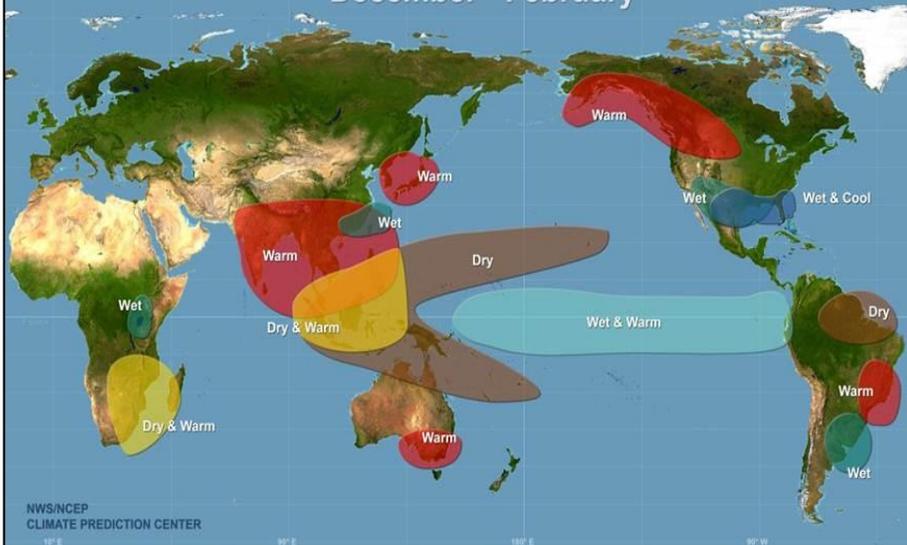
EL NIÑO YEAR





Warm Episode Relationships

December - February

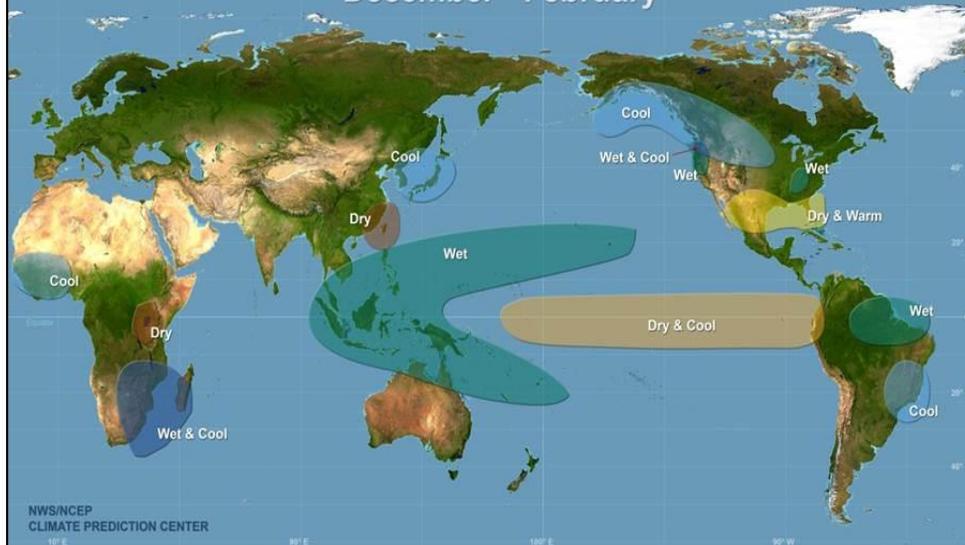


NWS/NCEP CLIMATE PREDICTION CENTER



Cold Episode Relationships

December - February

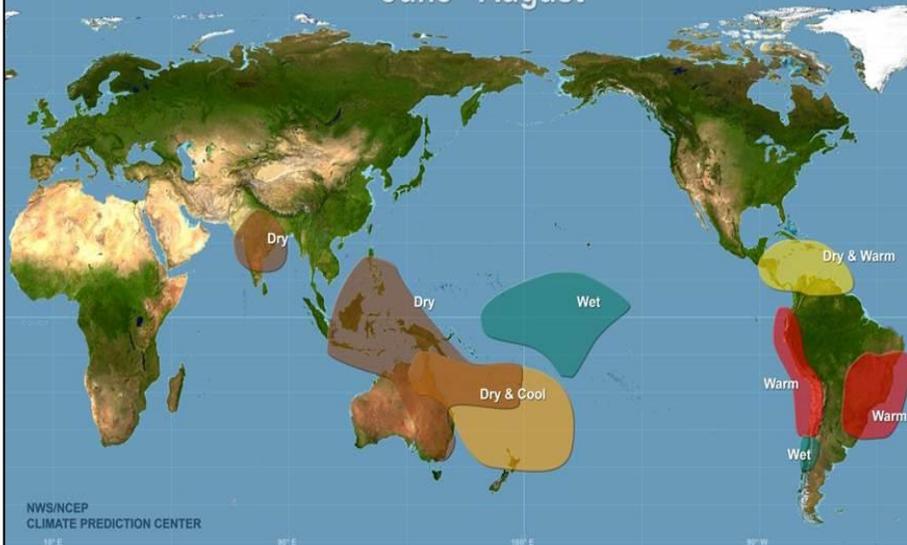


NWS/NCEP CLIMATE PREDICTION CENTER



Warm Episode Relationships

June - August

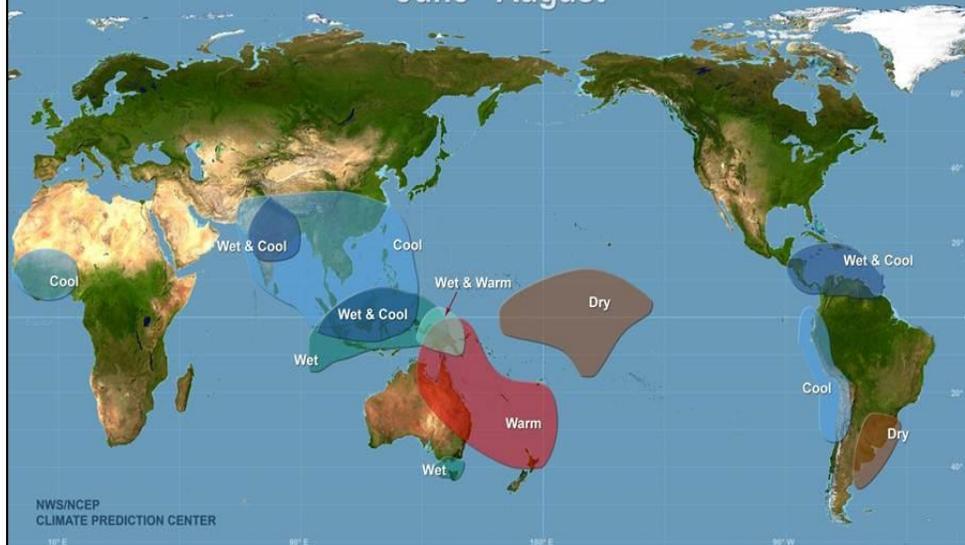


NWS/NCEP CLIMATE PREDICTION CENTER



Cold Episode Relationships

June - August



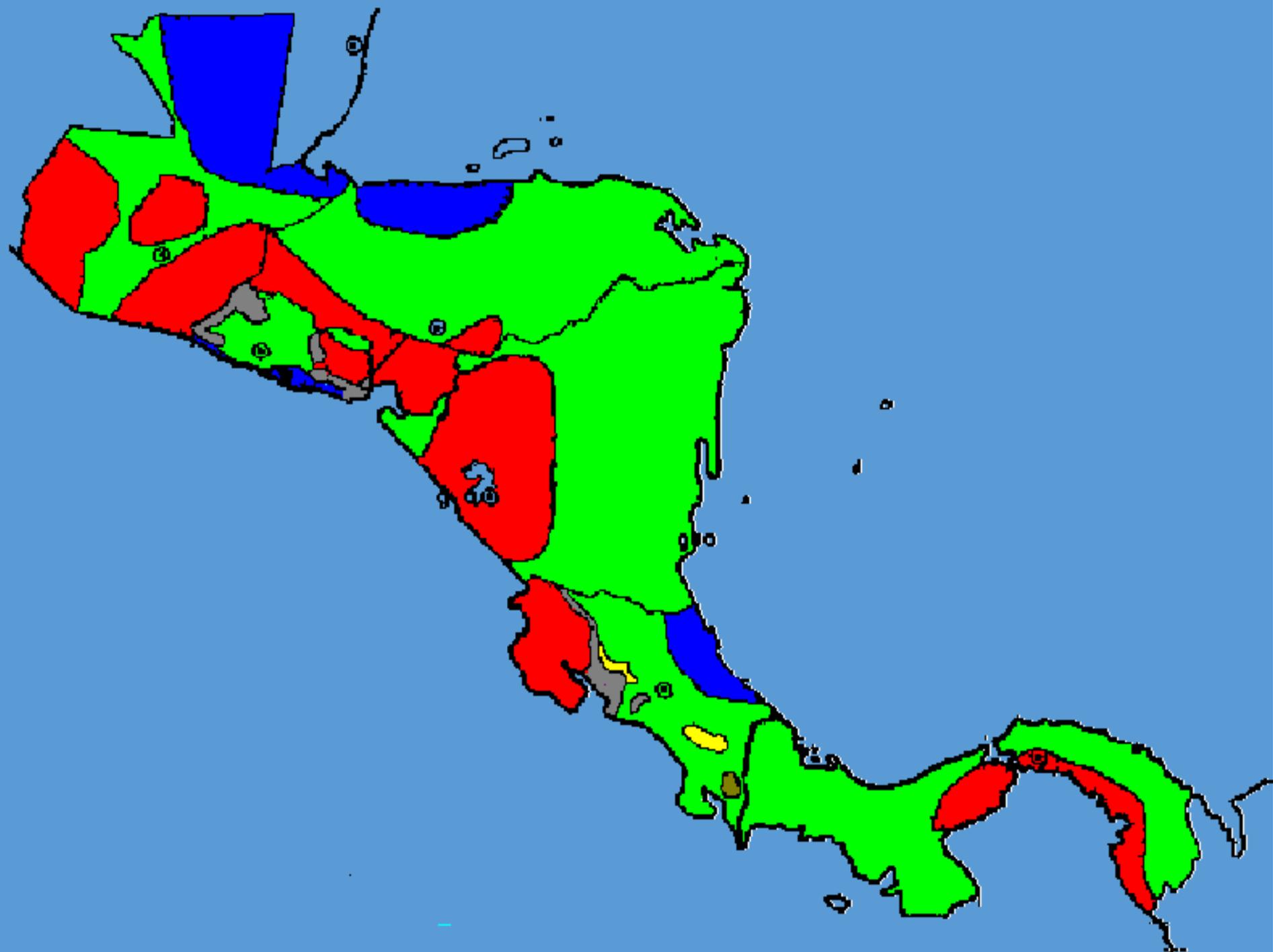
NWS/NCEP CLIMATE PREDICTION CENTER

High Resolution Images can be found at:

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/ENSO/ENSO-Global-Impacts/>

High Resolution Images can be found at:

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/ENSO/ENSO-Global-Impacts/>



El Niño Triggers Drought, Food Crisis in Nicaragua



Falta de lluvia asuela grandes zonas de América Latina y el Caribe

La sequía, que puede ser, según los expertos, más dañina que la combinación de ciclones, inundaciones y sismos, asuela una amplia zona de América Latina y el Caribe en un año en el que el



alimentos para el ganado que ha provocado la muerte de más de 2 mil 500 de reses, advirtió hoy la Comisión Ganadera de Chontales



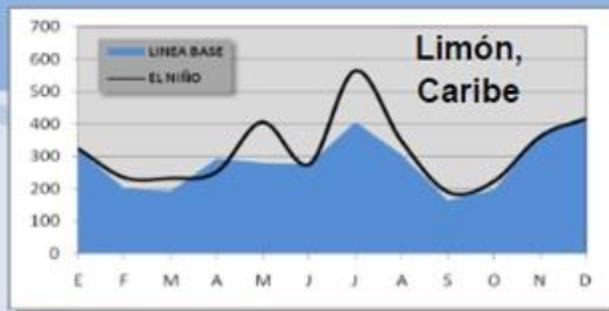
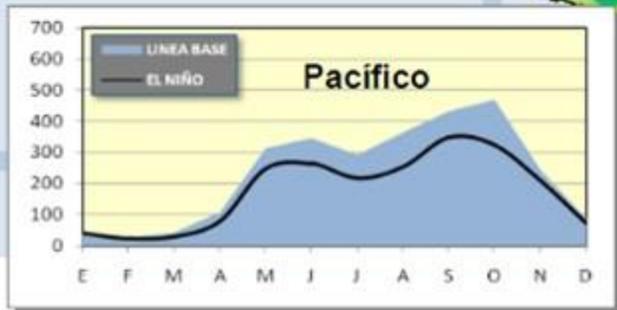
El Niño

El Niño

PACIFICO

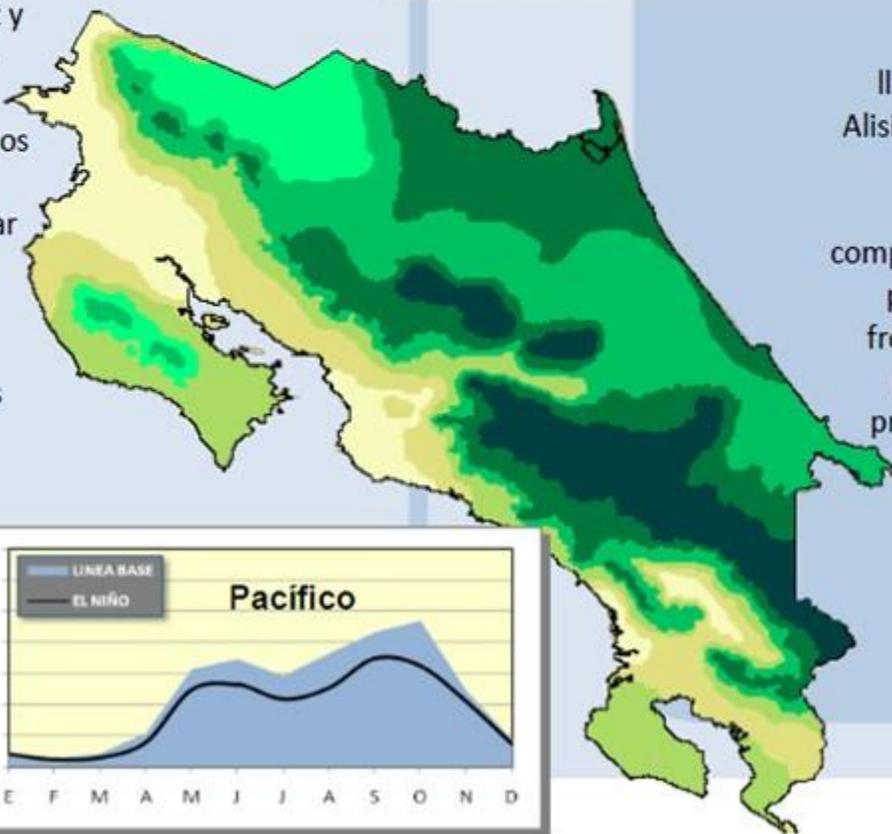
Se puede presentar un período irregular de lluvias sobre todo entre julio y octubre. El veranillo se puede extender (Fernández y Ramírez 1991) y el número de días con lluvia disminuye.

Períodos secos y secos extremos se asientan en zonas bajas y llanas, pudiendo incluso afectar el Valle Central, el Valle de El Guarco y el de General Coto-Brus. La temperatura puede elevarse principalmente en los meses más secos (febrero a abril). El inicio y la salida del período lluvioso pueden alterarse.



CARIBE

El Caribe tiende a condiciones más lluviosas debido al fortalecimiento del Alisio, principalmente durante los meses de mayo y julio (Vega y Stolz 1997, Alvarado y Fernández 2003). El comportamiento de diciembre y enero es prácticamente normal. El número de frentes fríos disminuye con respecto al promedio. La Zona Norte del país no presenta una señal clara, sin embargo, Niños muy intensos han provocado sequías como en 1965, 1982 y 1997



Impactos de El Niño en Costa Rica

En riesgo cosecha arrocerá costarricense

Jueves 22 de Julio de 2010

El incremento inesperado de la cosecha 2010-2011 está generando problemas para el secado del grano y su almacenamiento.



Costa Rica

Agricultura. 4,934 familias afectadas. Pérdidas estimadas sector agrícola USD18 millones.

Áreas con pérdida total: 1,105 ha maíz, 560 ha arroz, 600 ha tiquizque, 150 ha yuca, 175 ha naranja, 1,178 ha caña de azúcar.

Áreas con afectación parcial: 11,058 ha (arroz, maíz, caña de azúcar, mango, naranja, café y otros).

Pecuario. 3,300 productores de leche y 6,072 productores de carne afectados. Pérdidas estimadas USD 8.7 millones (leche, carne y pasto). Volumen de pérdidas de 5,800 TM de leche y 2,500 TM de carne.

Pastizales y animales afectados: 262,500 ha de pastos, 40,375 vacas lecheras y 118,864 ganado de carne.

Pacífico Norte y zona Norte. Millón y medio de animales vulnerables. No se reportan animales muertos, solo pérdida de peso.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Pérdidas en granos básicos: USD 13 millones; y en el sector pecuario USD 6.5 millones.

Gobierno prevé reducción del 75% de capacidad forrajera, lo que significará una pérdida de al menos 5.8 millones de litros de leche, 25 TM de carne y 2.4 TM de miel.

Las zonas más afectadas son la provincia de Guanacaste...



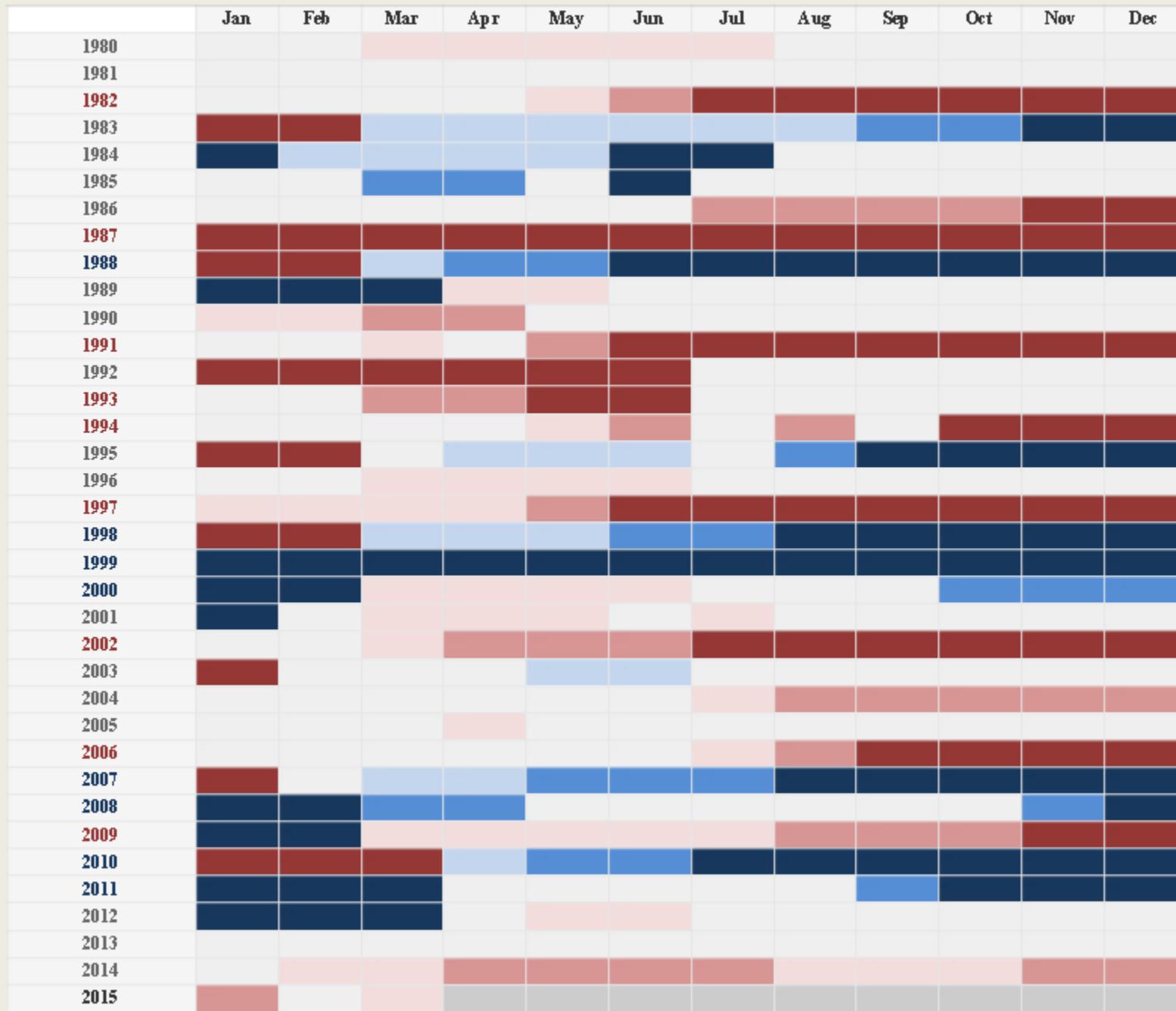
Cuantiosas pérdidas de bananeras costarricenses

Jueves 27 de Noviembre de 2008

El temporal que azota al Caribe desde el fin de semana pasado ya deja pérdidas por decenas de millones de dólares en las fincas bananeras. Aunque aún no bajan las aguas, los productores de...



Episodios fríos y cálidos de ENOS



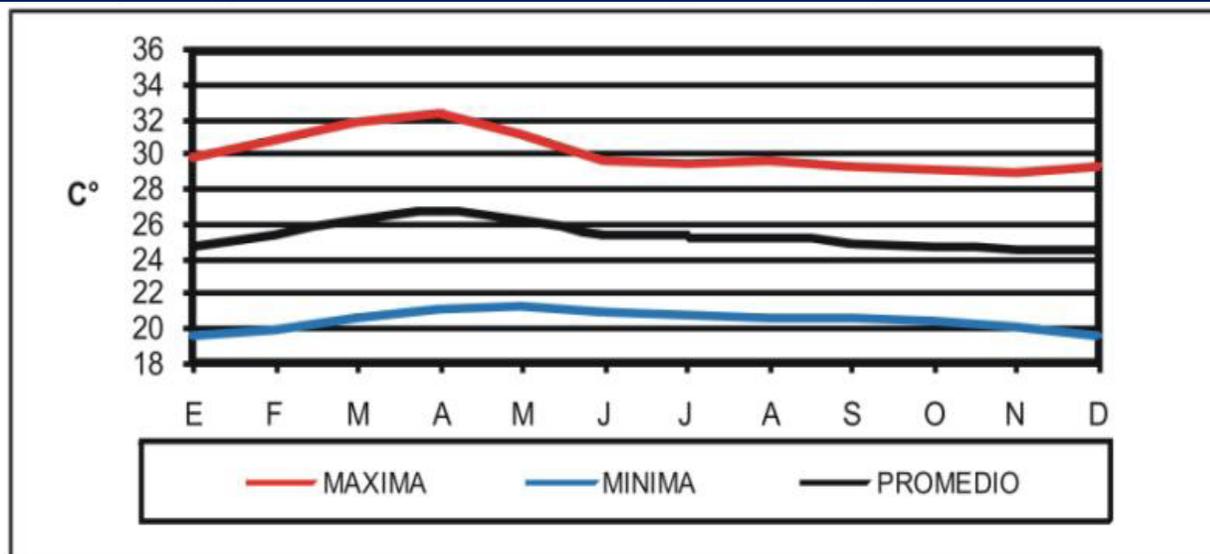
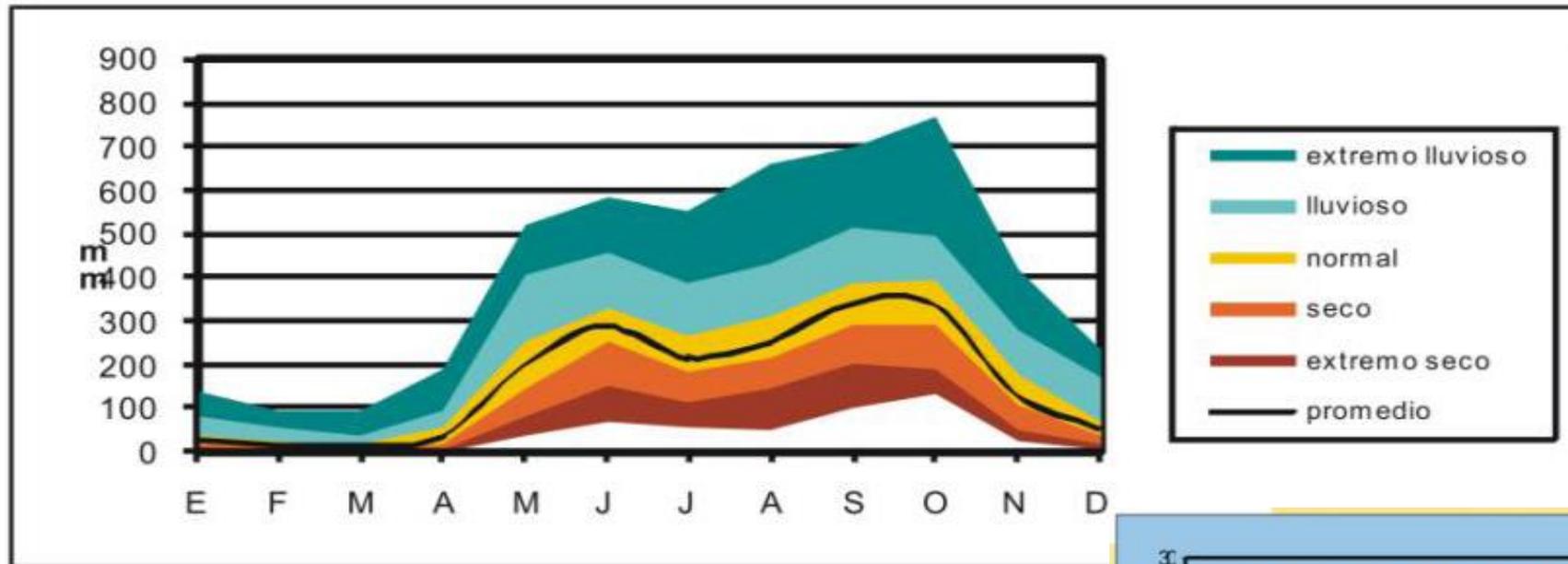
96

146

Si la intensidad del fenómeno incrementa, los impactos y las consecuencias mayores se presentarán en el sector agropecuario, el recurso hídrico y la producción de energía. Algunos de los efectos esperados son:

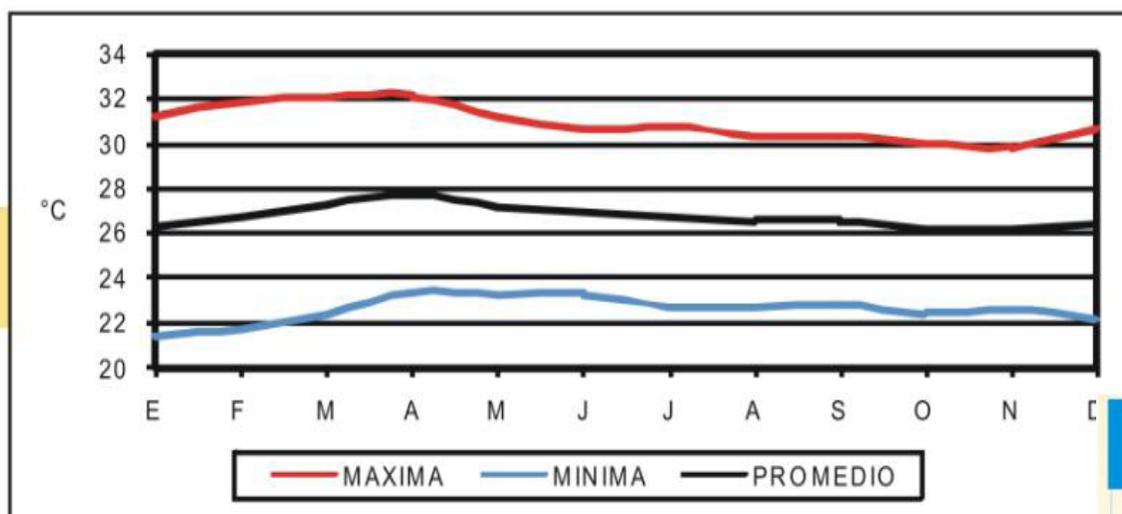
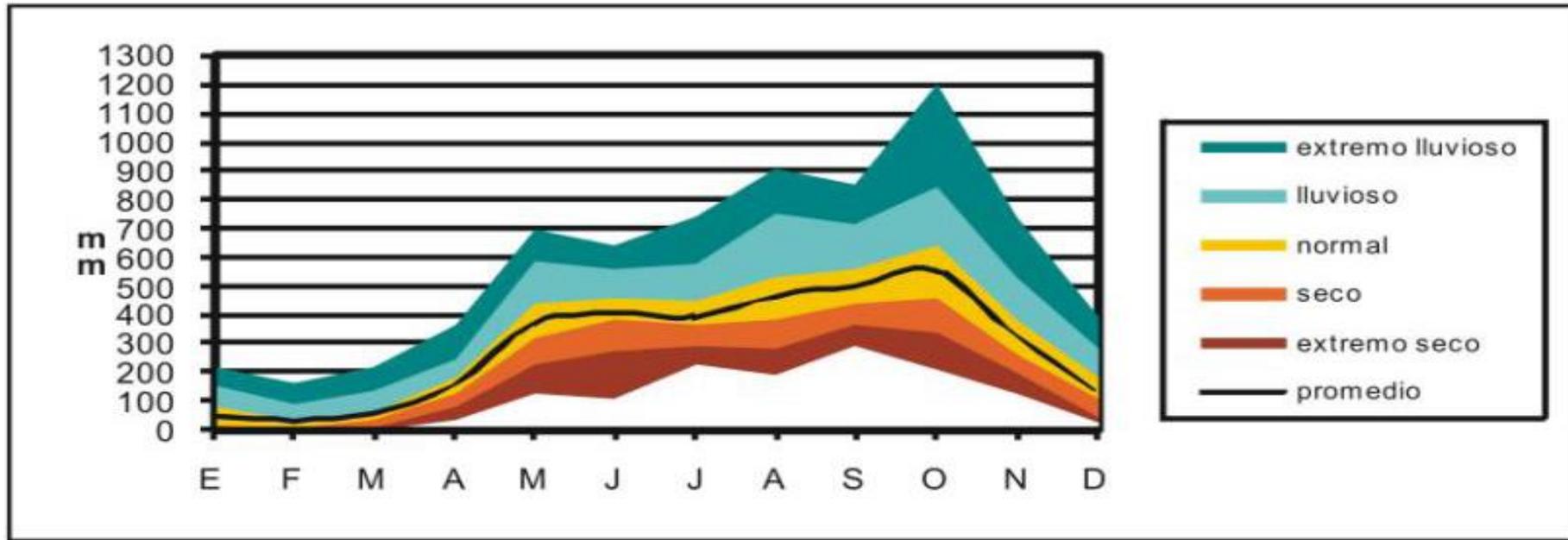
- Se reduce la oferta de agua (precipitación irregular, muchos días secos o "veranillos" y eventos lluviosos fuertes pero cortos que afectan la infiltración de aguas de escorrentía) a lo largo de la costa Pacífica y el Valle Central
- Aumento en las temperaturas, especialmente máximas
- Menor cobertura nubosa
- Descenso en la humedad relativa
- Aumento de la incidencia de tormentas eléctricas
- Descenso en la formación de los ciclones tropicales del océano Atlántico Mar Caribe y Golfo de México
- Incremento de lluvias en la Vertiente del Caribe en julio, noviembre y diciembre y potenciales inundaciones en las zonas bajas.
- Salida prematura de la estación lluviosa
- Mayor necesidad y menor disponibilidad del recurso hídrico en el verano

Comportamiento de ENOS en el Pacífico Norte



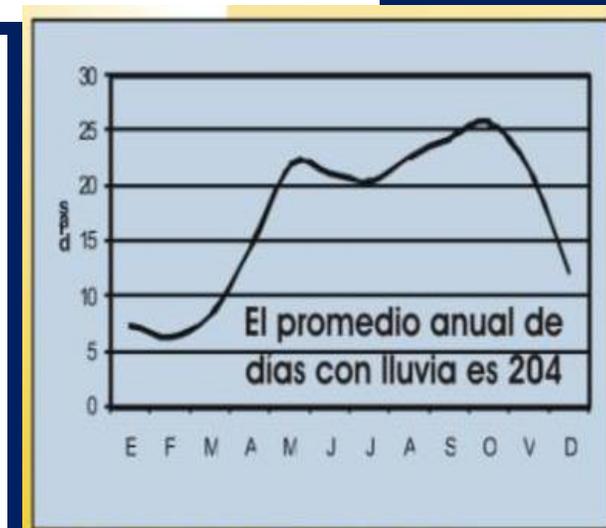
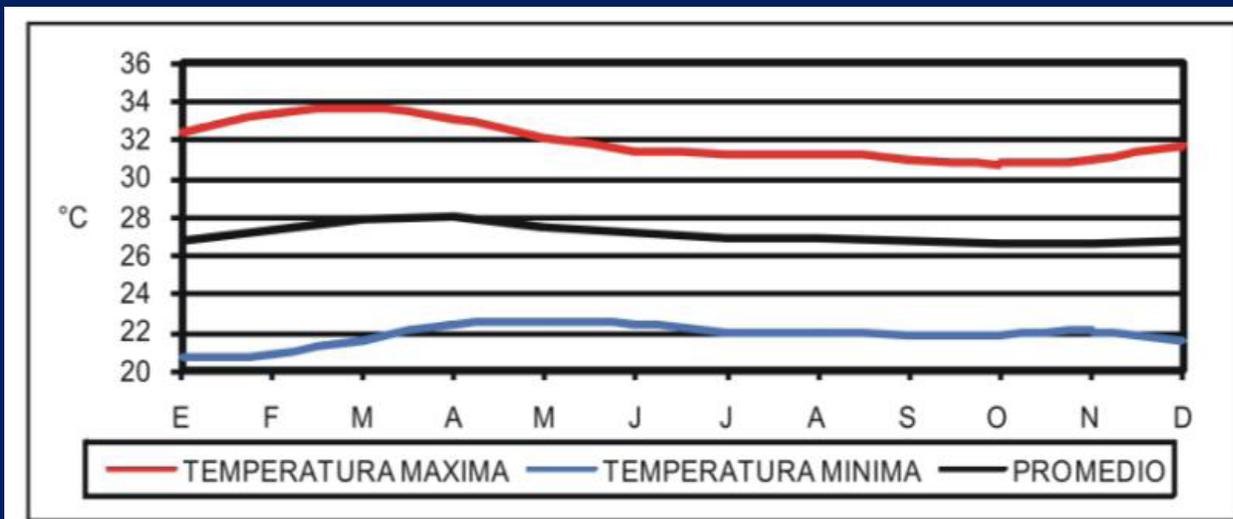
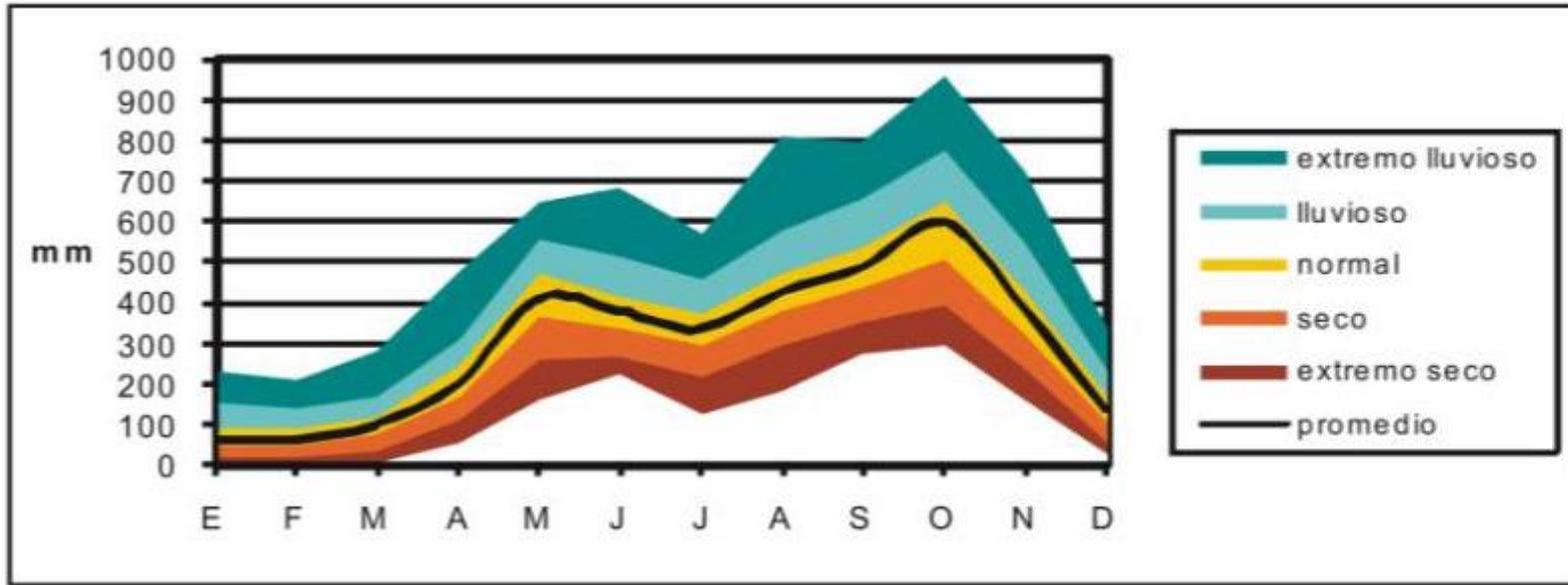
9.1°C
Amplitud de temperatura

Comportamiento de ENOS en el Pacífico Central

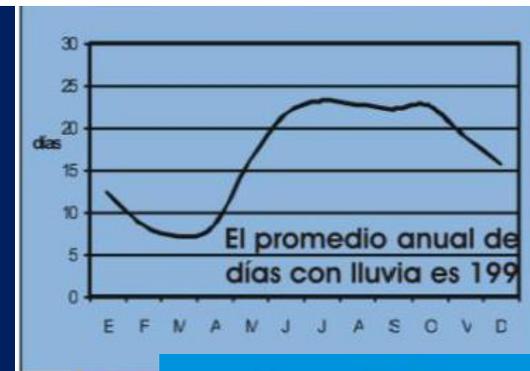
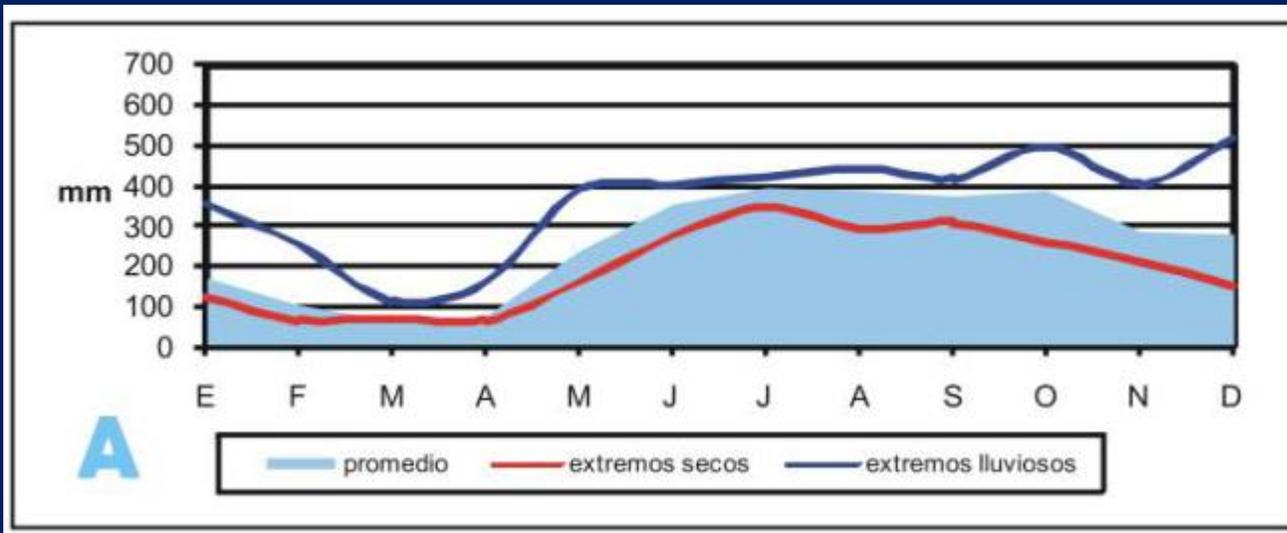
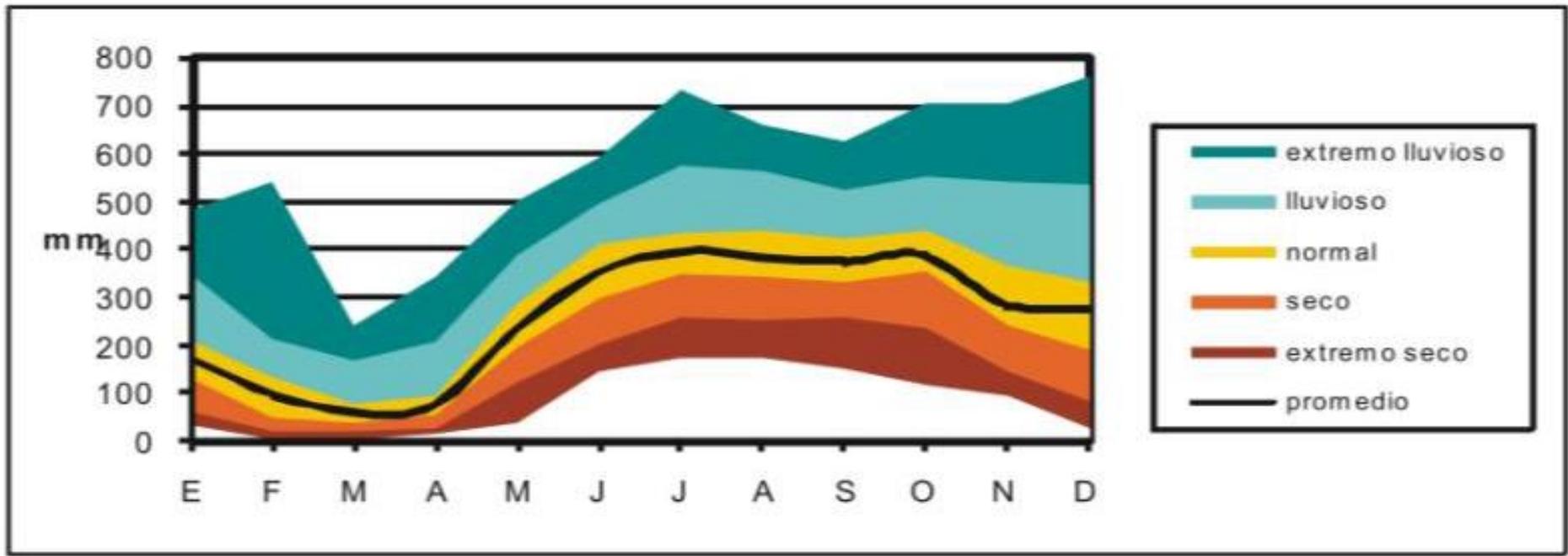


8.3°C
Amplitud de temperatura

Comportamiento de ENOS en el Pacífico Sur

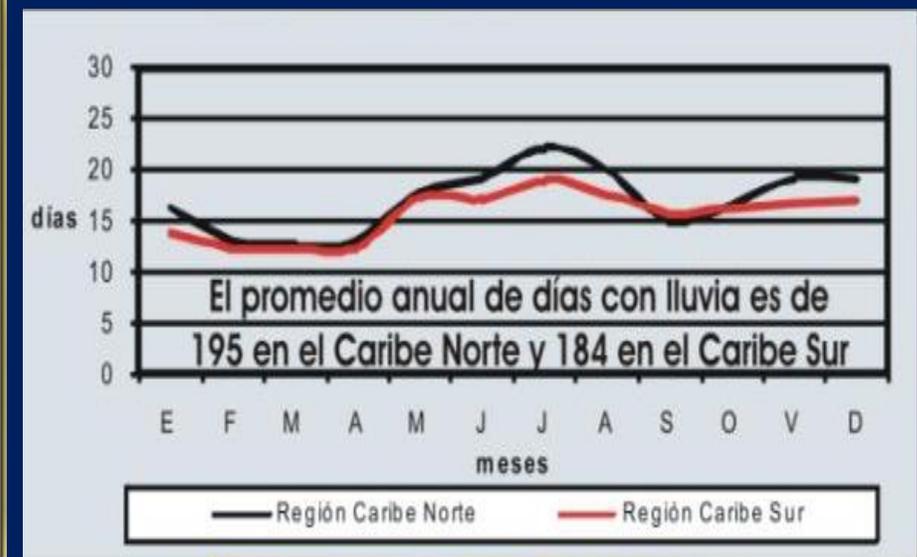
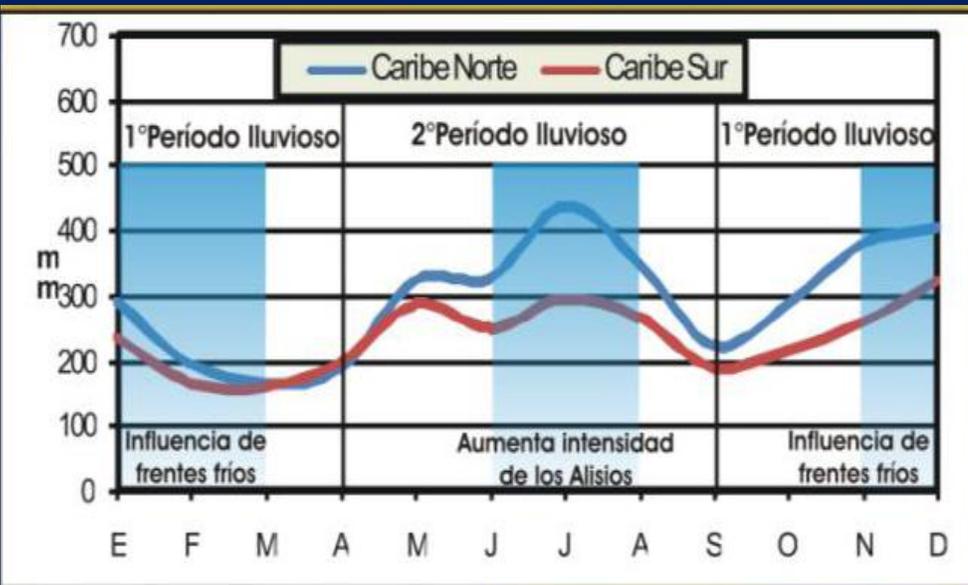
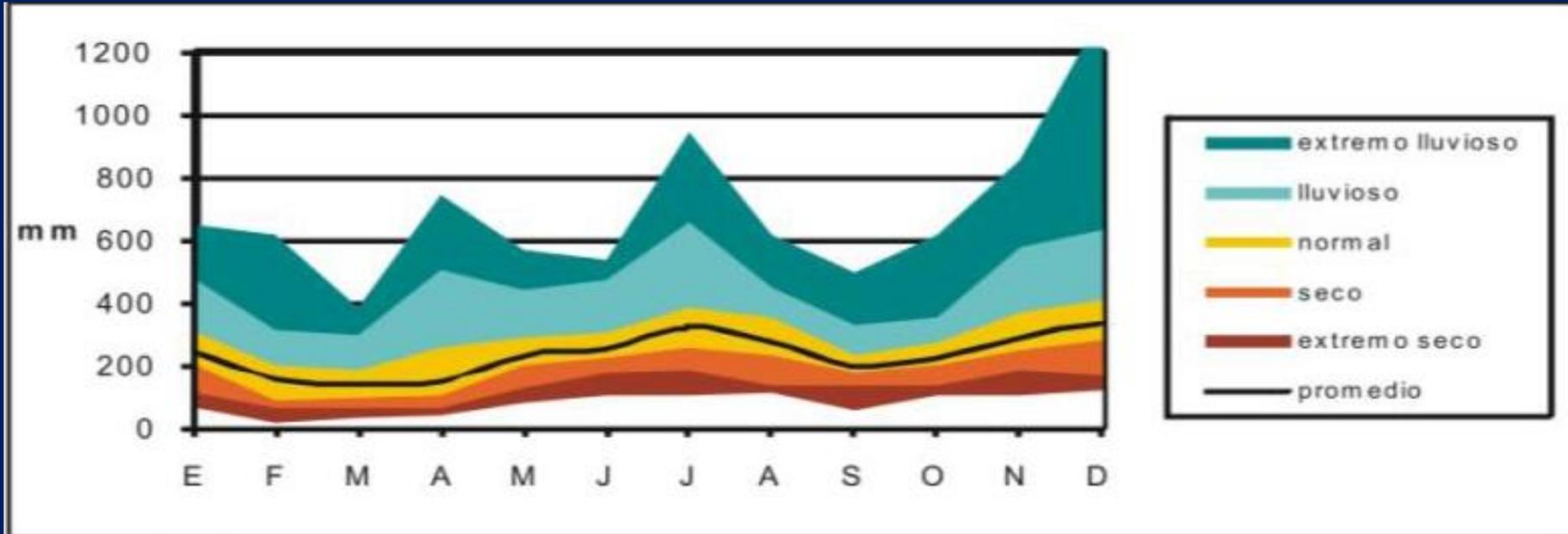


Comportamiento de ENOS en la Zona Norte



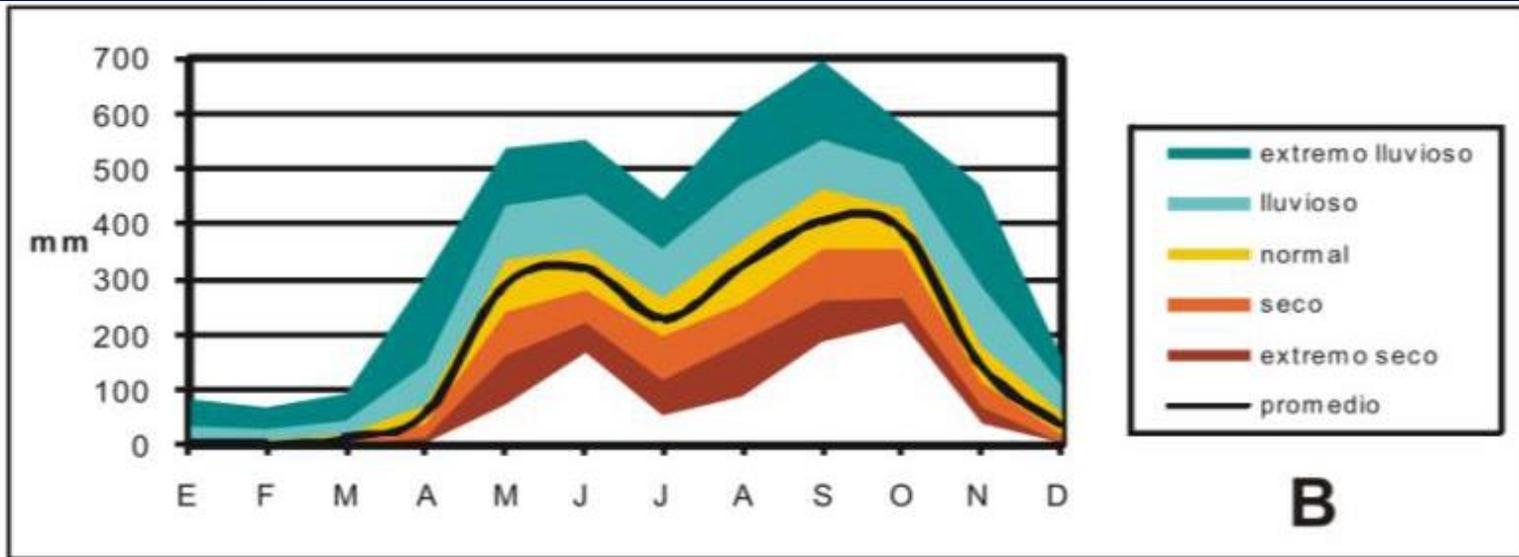
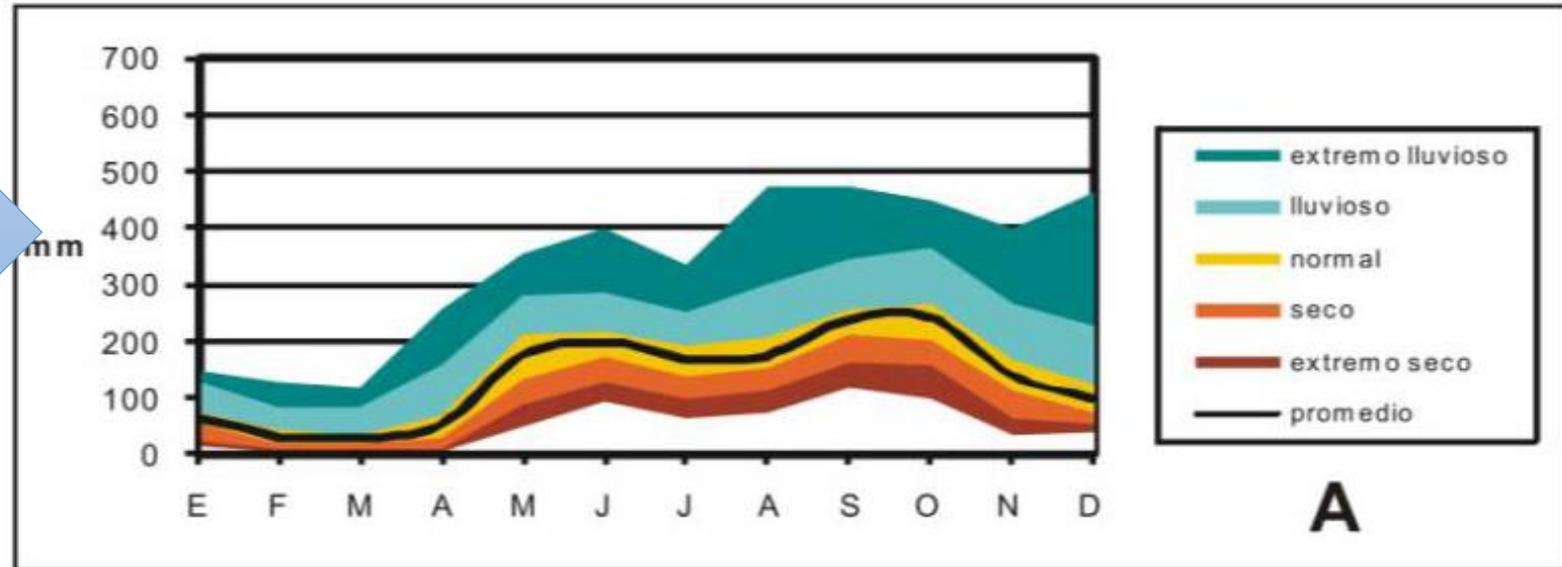
8.8°C
Amplitud de temperatura

Comportamiento de ENOS en La Vertiente del Caribe.



Comportamiento de ENOS en el Valle Central

Sector
Oriental



Efectos de las Sequias Sobre el Sector Agropecuario

Agricultura

- Se reduce la producción y se afecta la calidad.
- Aumenta la incidencia de algunas plagas y enfermedades
- Limitación de opciones de riego por insuficiencia de agua
- Suspensión de nuevas siembras en zonas críticas
- Cultivos permanentes son afectados por la escasez de agua



Efectos de Sequia Sobre el Sector Agropecuario

Efectos diferidos (impacto a la base productiva)

- Erosión deteriora la productividad de la tierra
- Migración de personas por falta de oportunidades de empleo
- Pérdida de fuentes de agua
- Reducción de la producción de semillas, almacígaes y viveros, que afectan producción futura
- Reducción forzada en el pie de cría (por muerte o venta).
- Baja la eficiencia reproductiva en el subsector pecuario.
- Muerte de alevines afecta futuras capturas pesqueras.

- Productores pueden perder su condición de sujetos de crédito por dificultades para enfrentar sus compromisos financieros

Otros efectos relacionados con el sector agropecuario

- Proliferación y sobre explotación de pozos
- Racionamiento de servicios básicos (agua y luz)
- Enfermedades por compartir fuentes de agua animales y personas.
- Aumenta la depredación por concentración de animales en fuentes de agua

Efectos de Sequia Sobre el Sector Agropecuario



Efectos sobre la seguridad Alimentaria

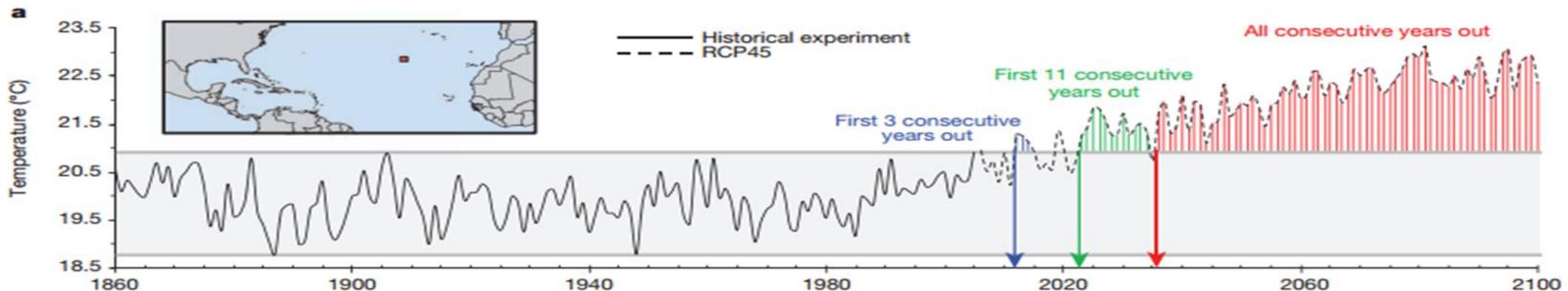
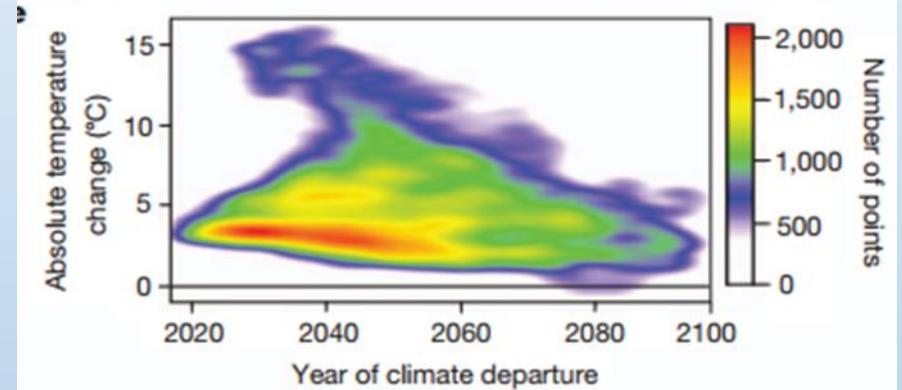
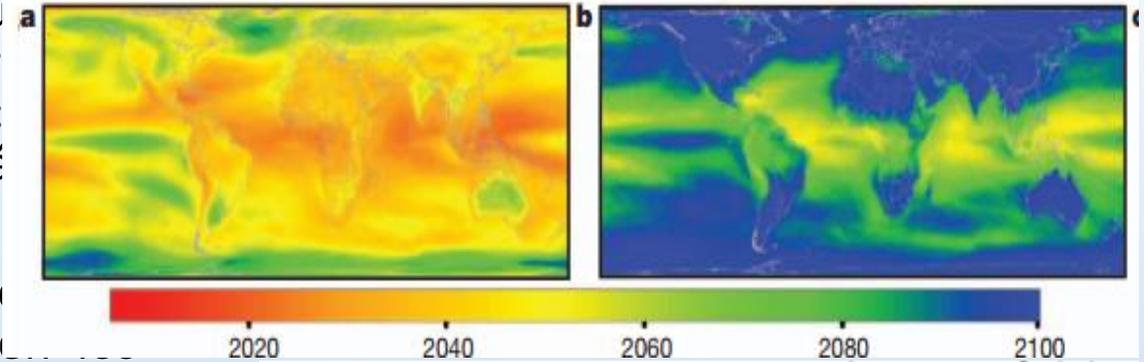
- Menor disponibilidad de producción para el consumo familiar.
- Menores ingresos
- Mayores precios de alimentos, limita el acceso
- Efectos de la sequía sobre la salud y la alimentación afectan capacidad productiva
- Transmisión de alzas de los precios de los alimentos en los mercados internacionales al mercado local
- Escasez de agua podría afectar inocuidad y el aprovechamiento biológico de los alimentos.

Impactos de Varibilidad Climática

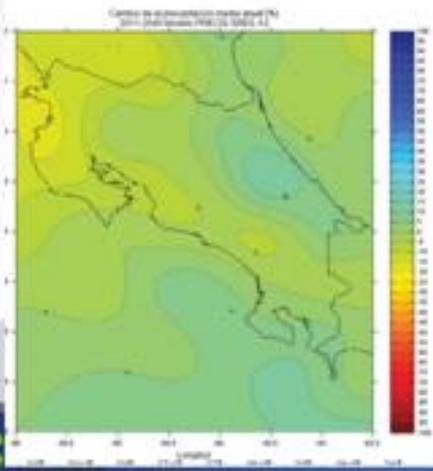


The projected timing of climate departure from recent variability

- De acuerdo con el estudio, las zonas tropicales que ya hoy en día están empobrecidas, y que no han contribuido prácticamente nada al calentamiento global, se iniciarán un período de cambio sin precedentes de catástrofe permanente a partir de 2020, aproximadamente.
- Pequeños pero cambios rápidos en el clima pueden inducir a una considerable variación biológica en los trópicos, debido a que en los trópicos los rangos de fluctuaciones tanto mensuales como anuales de los variables del clima son pequeños.
- Los países de latitudes medias y altas, como América del Norte y Europa, comenzarán este período catastrófico alrededor de 2047.



Costa Rica Projections on climate change
Temperature (°C)
Scenarios A2 and B1 ... time horizon 2100



Impactos de Cambio Climático

