

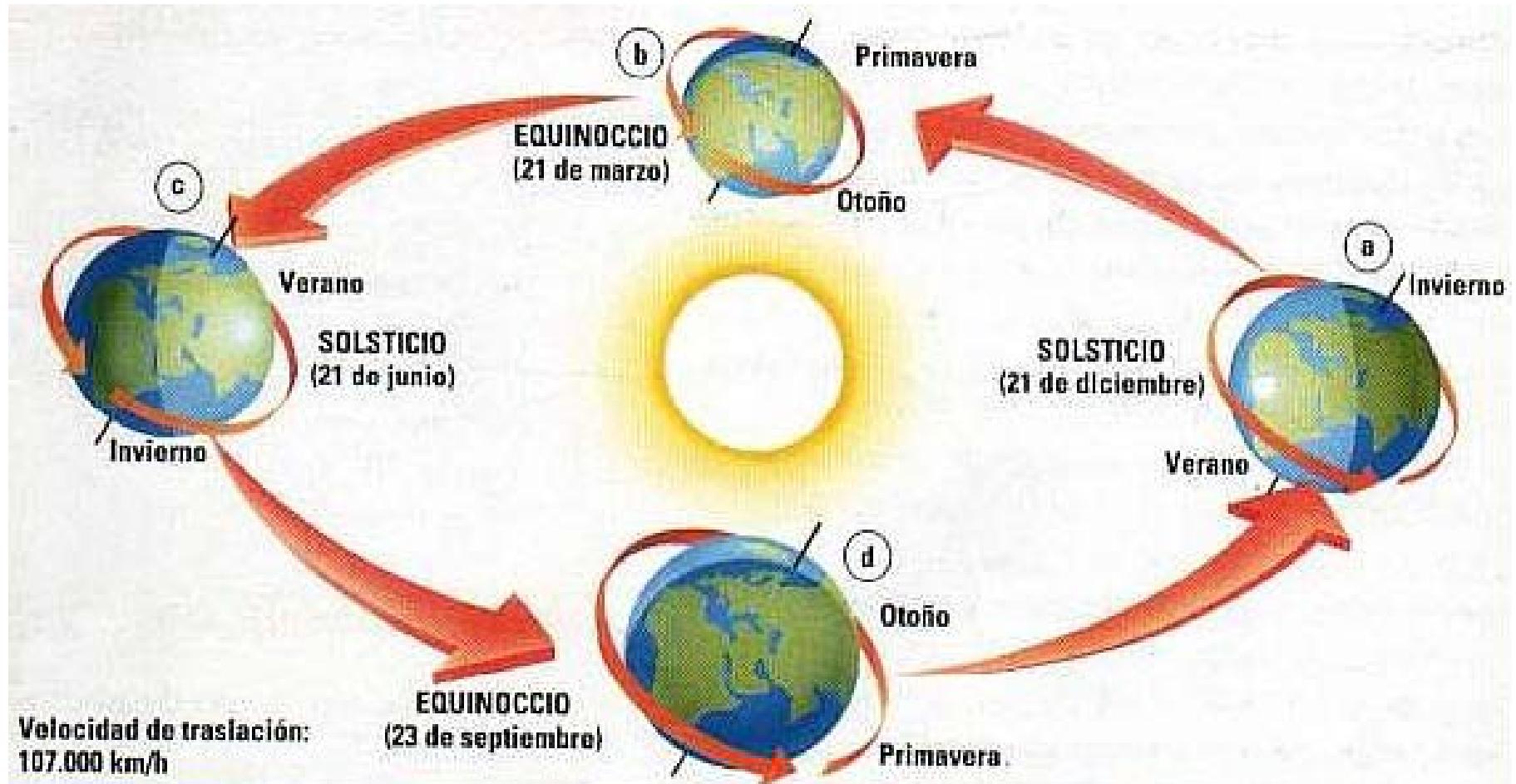


# **CAMBIO CLIMATICO Y SU IMPACTO EN PUERTO RICO**

**RAFAEL MENDEZ TEJEDA, Ph.D.  
UPR CAROLINA**

**PUERTO RICO WEATHER CAMP  
UPRM 18 DE JULIO 2008**

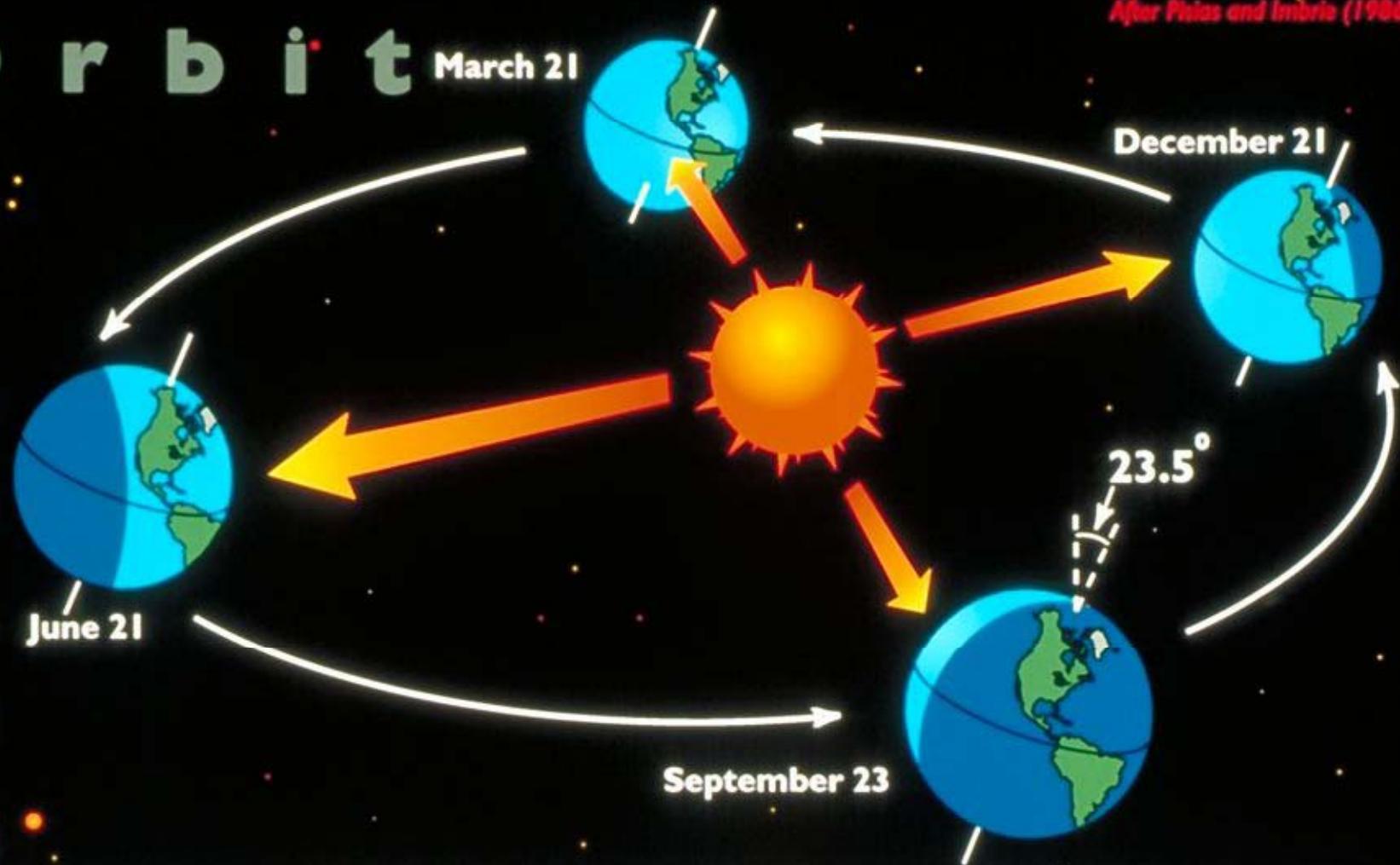
# ESTACIONES DEL AÑO



# Orbits

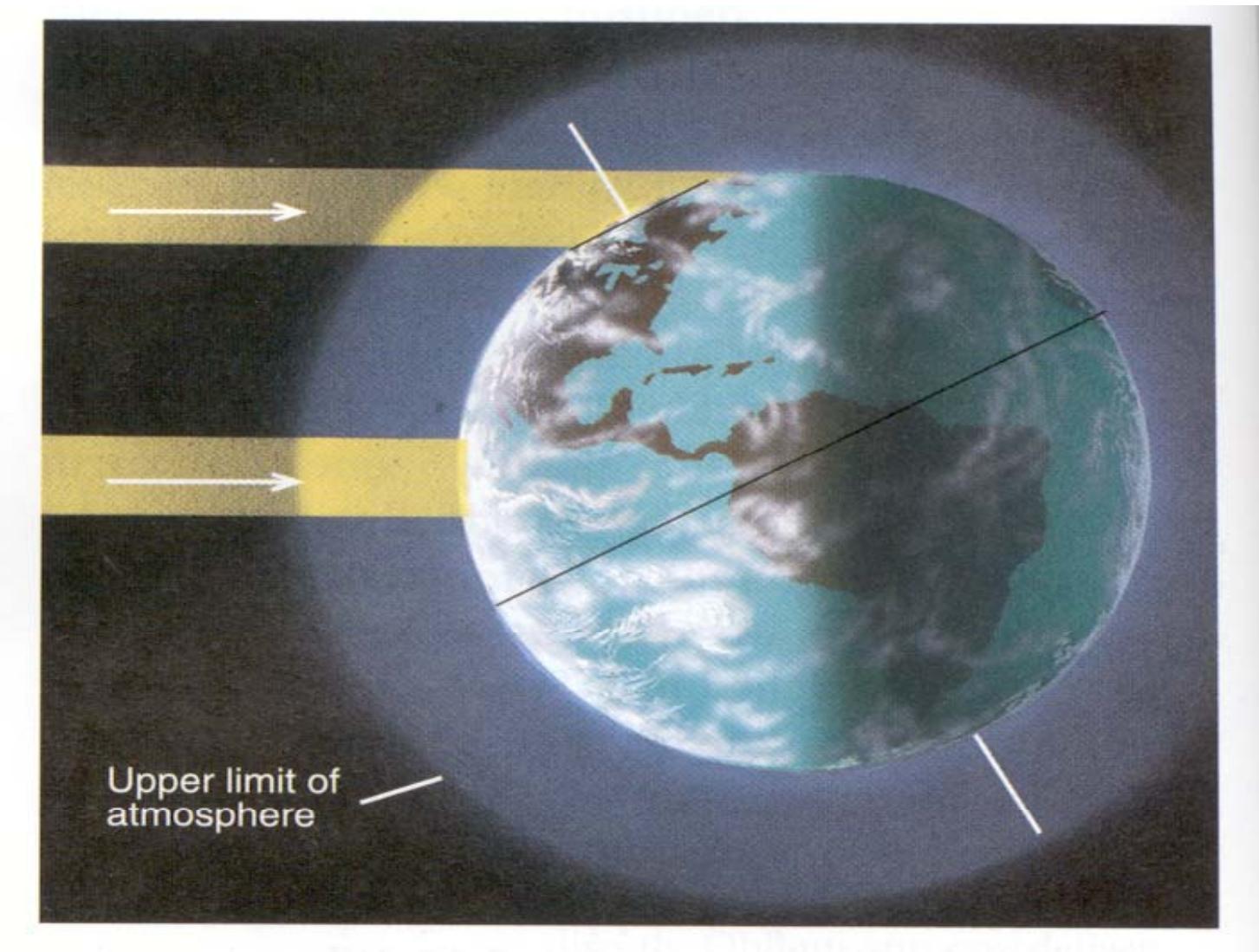
March 21

After Phobos and Imbrie (1986/1987)

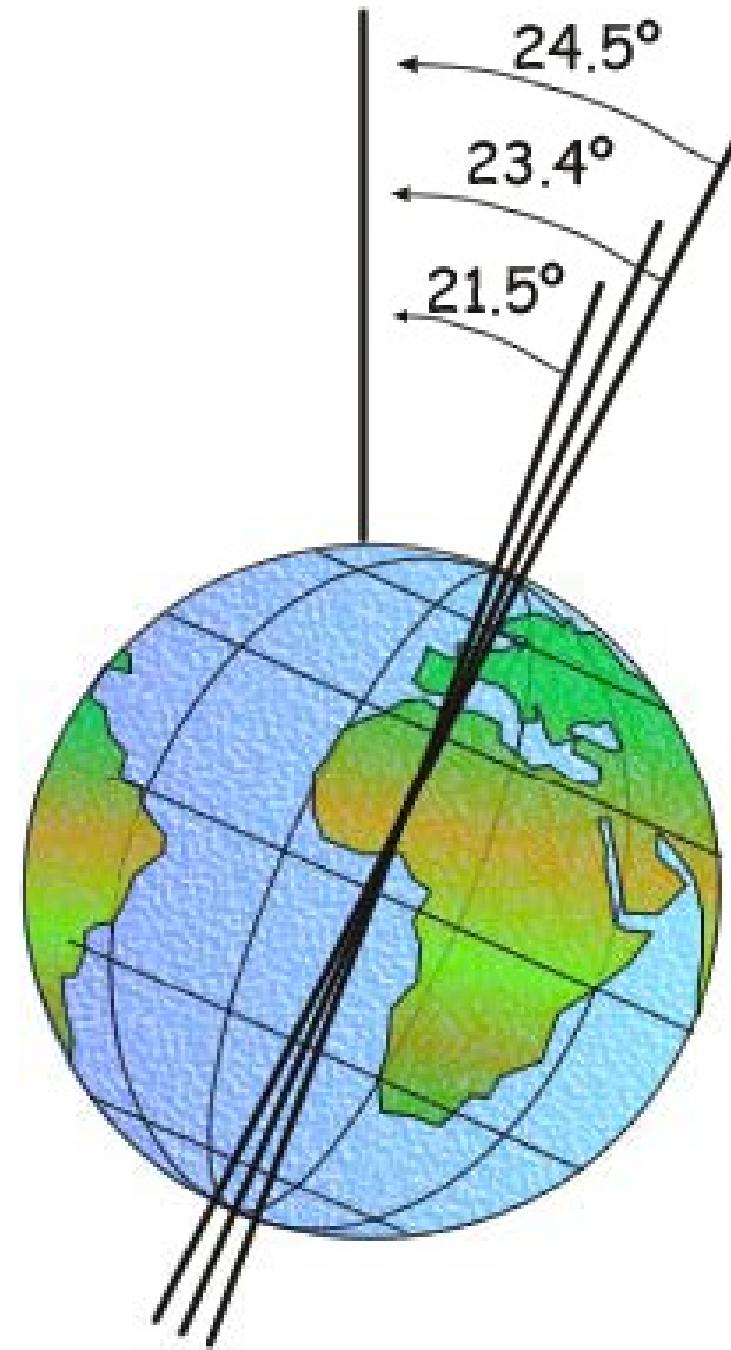


*Viewed in the present, the tilted Earth revolves around the Sun on an elliptical path. The orientation of the axis remains fixed in space, producing changes in the distribution of solar radiation over the course of the year. These changes in the pattern of radiation reaching Earth's surface cause the succession of the seasons. The Earth's orbital geometry, however, is not fixed over time. Indeed, long-term variations in the Earth's orbit help explain the waxing and waning of global climate in the last several million years.*

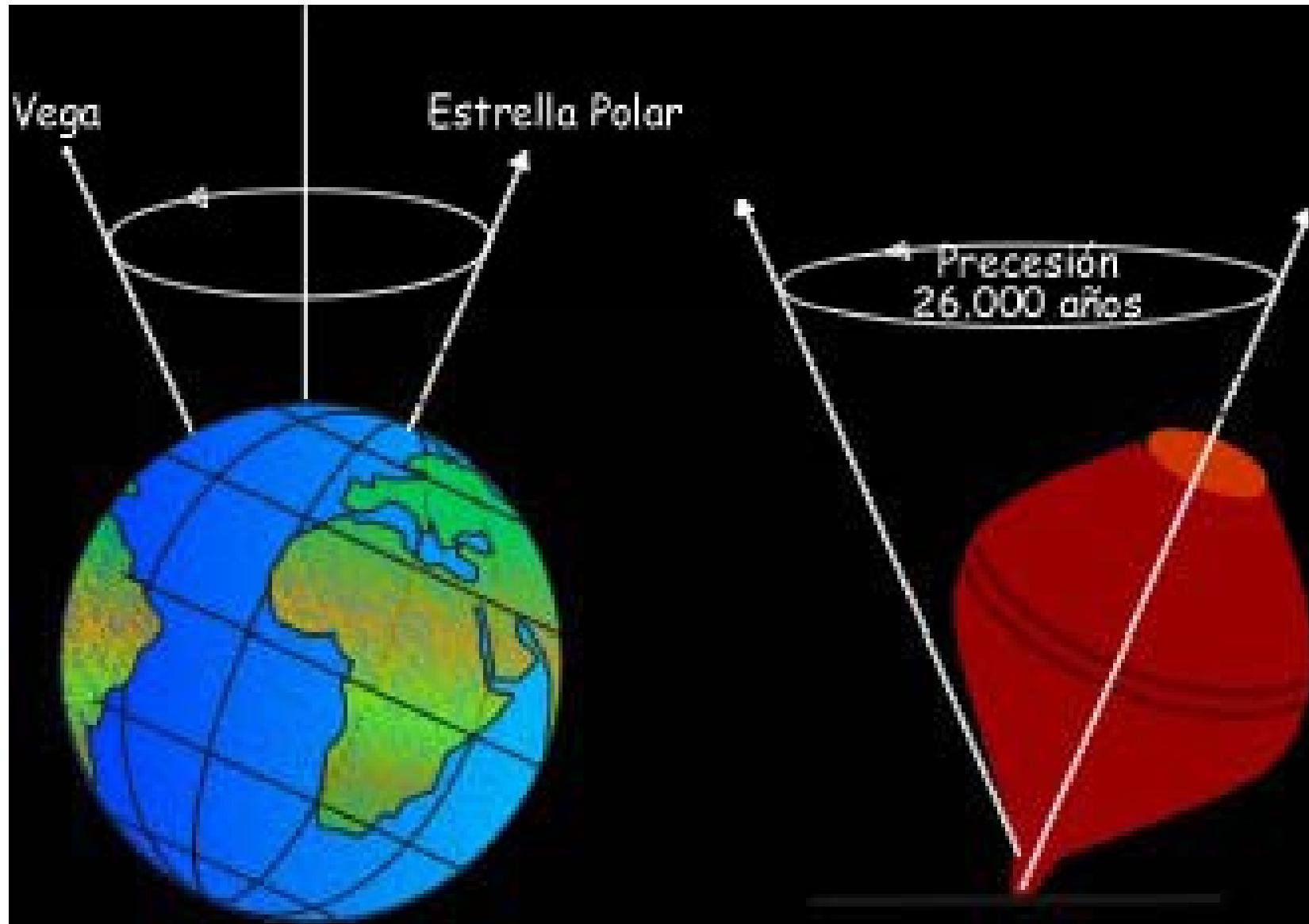
# VERANO HEMISFERIO NORTE



# PRECESSION



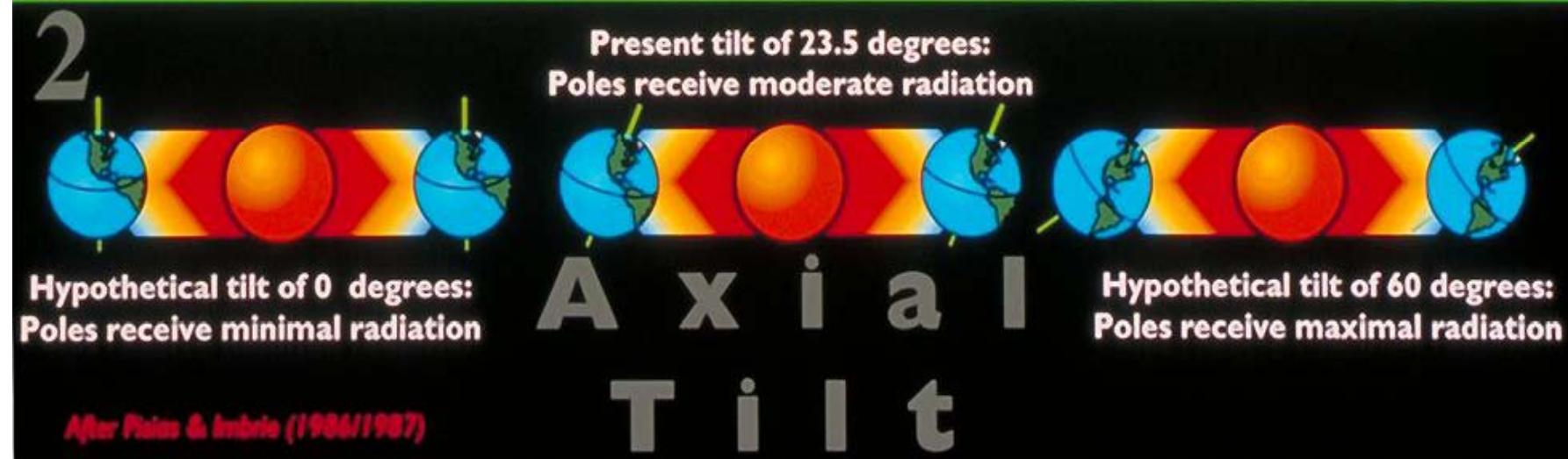
# MOVIMIENTO DE PRECESION

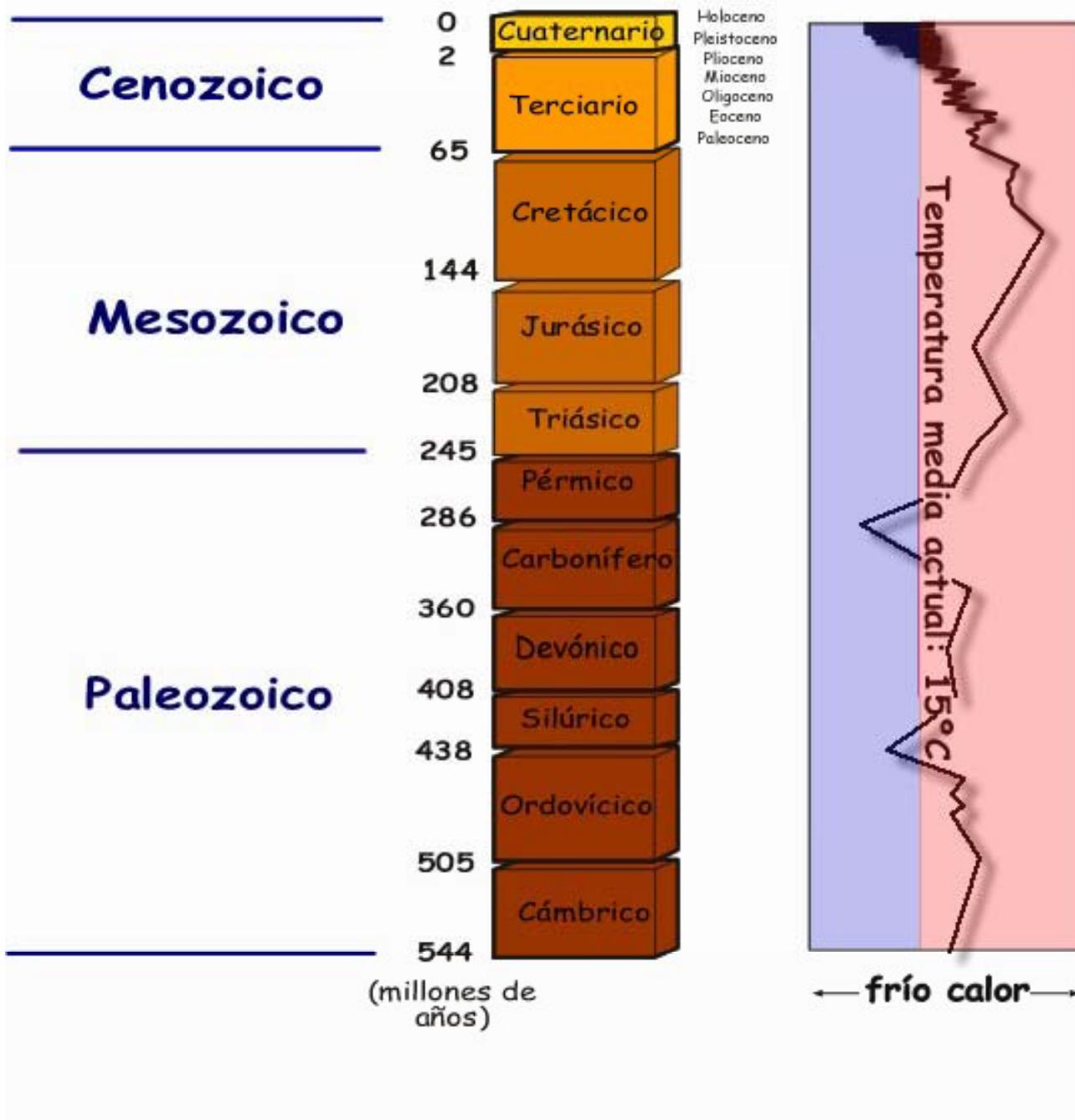


*Earth's axial tilt varies from 24.5 degrees to 22.1 degrees at periods of close to 41,000 years.*



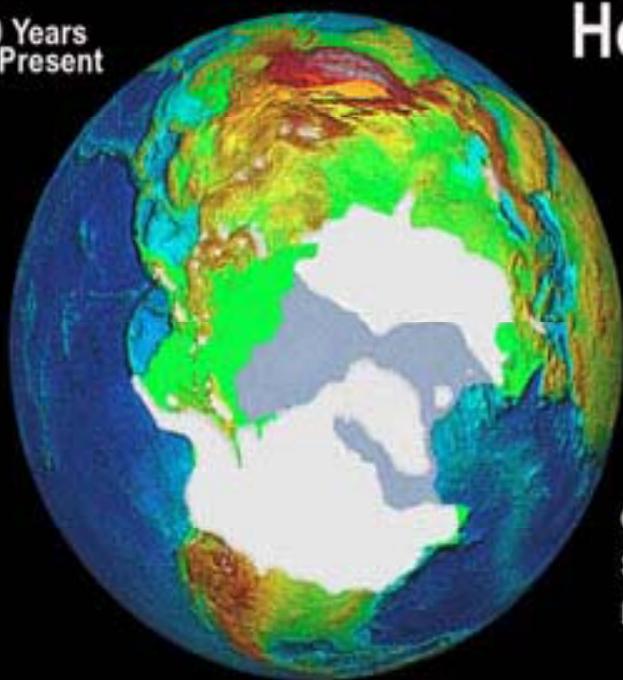
*Axial tilt affects the distribution of solar radiation on Earth's surface. When the tilt is decreased, polar regions receive less sunlight; when it is increased, polar regions receive more sunlight.*



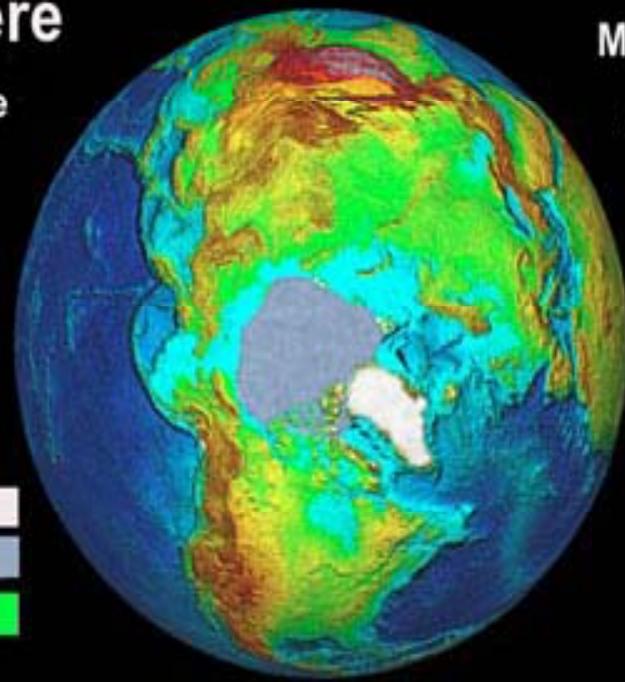


# Northern Hemisphere Ice Coverage

18,000 Years  
Before Present



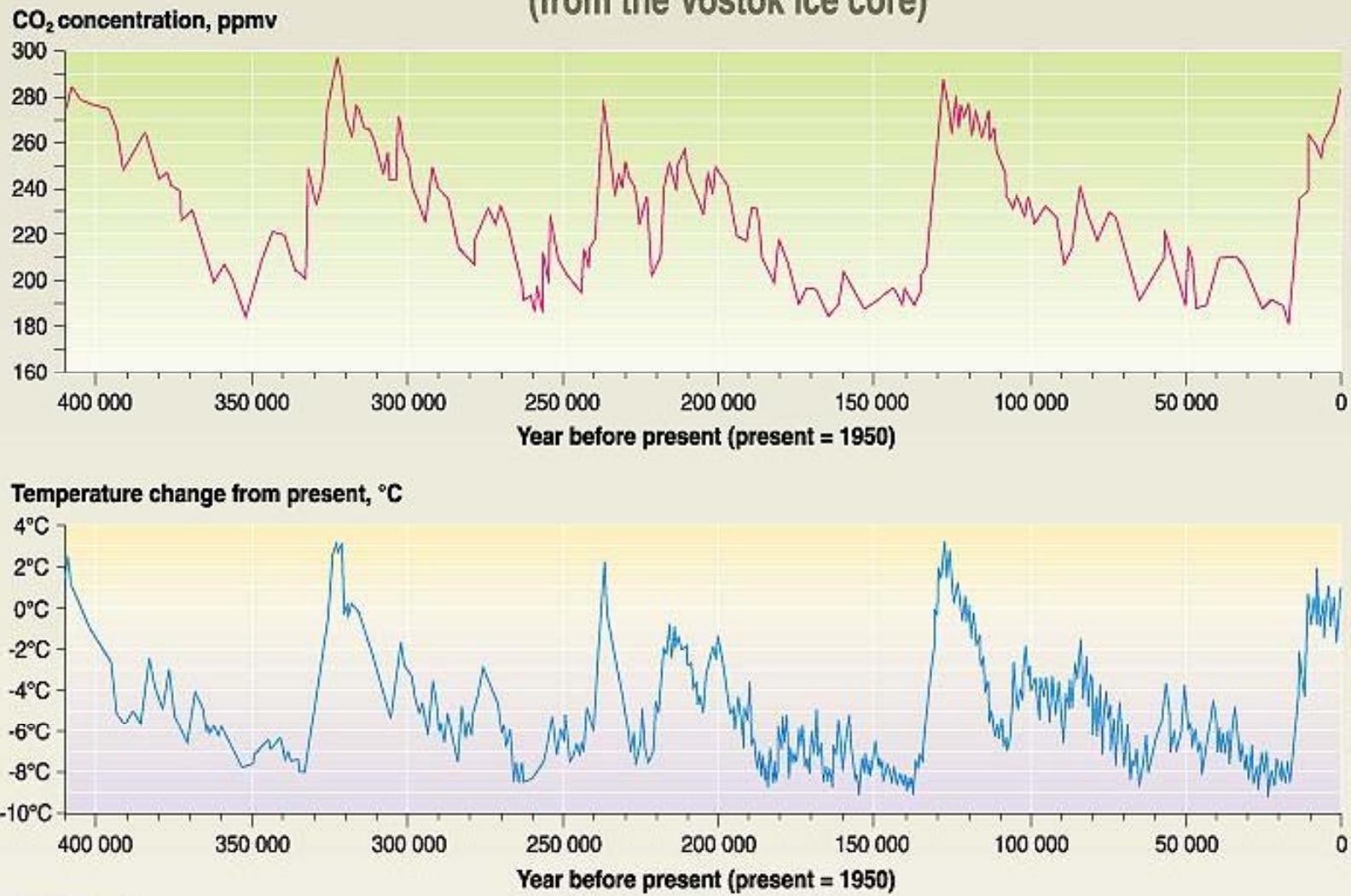
Modern  
Day  
(August)



Note: Modern sea ice  
coverage represents  
summer months.



## Temperature and CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere over the past 400 000 years (from the Vostok ice core)



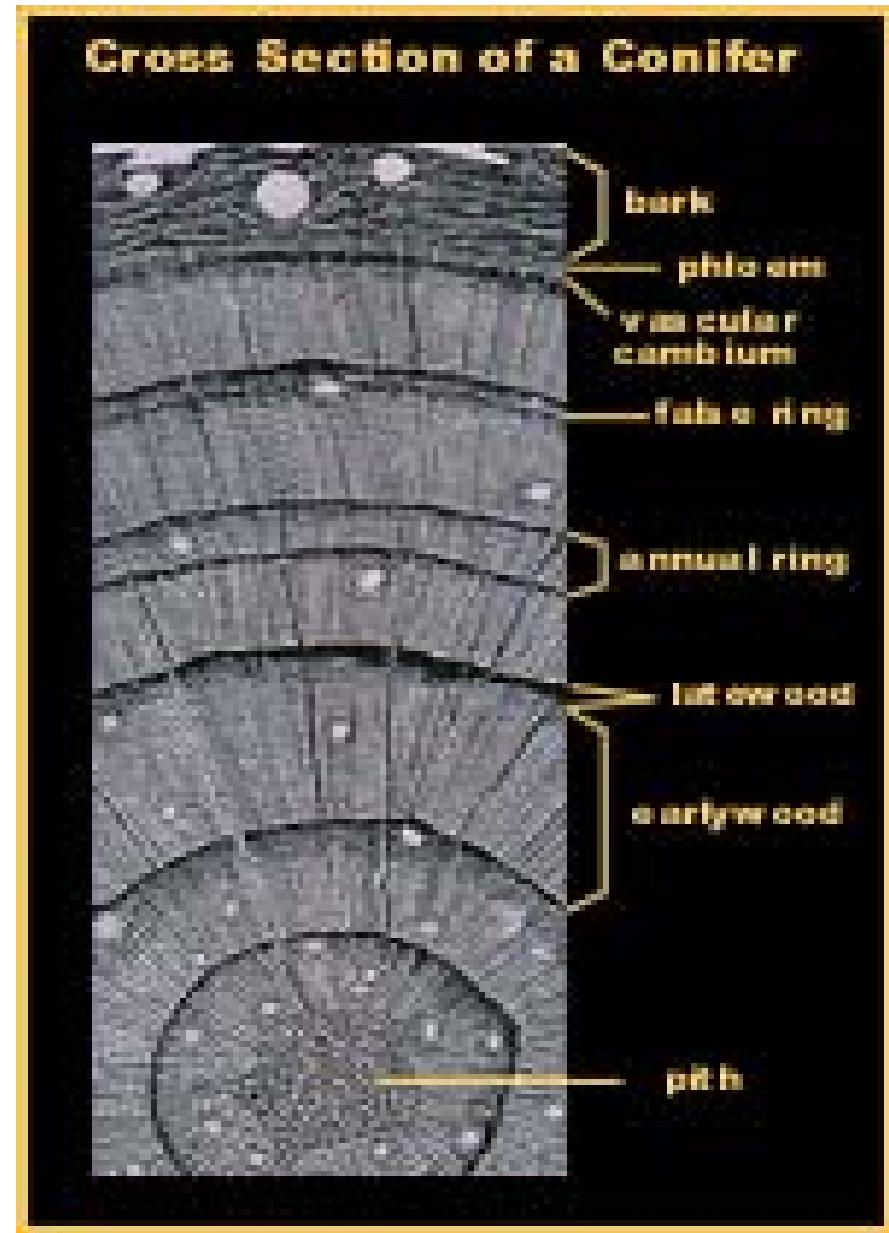
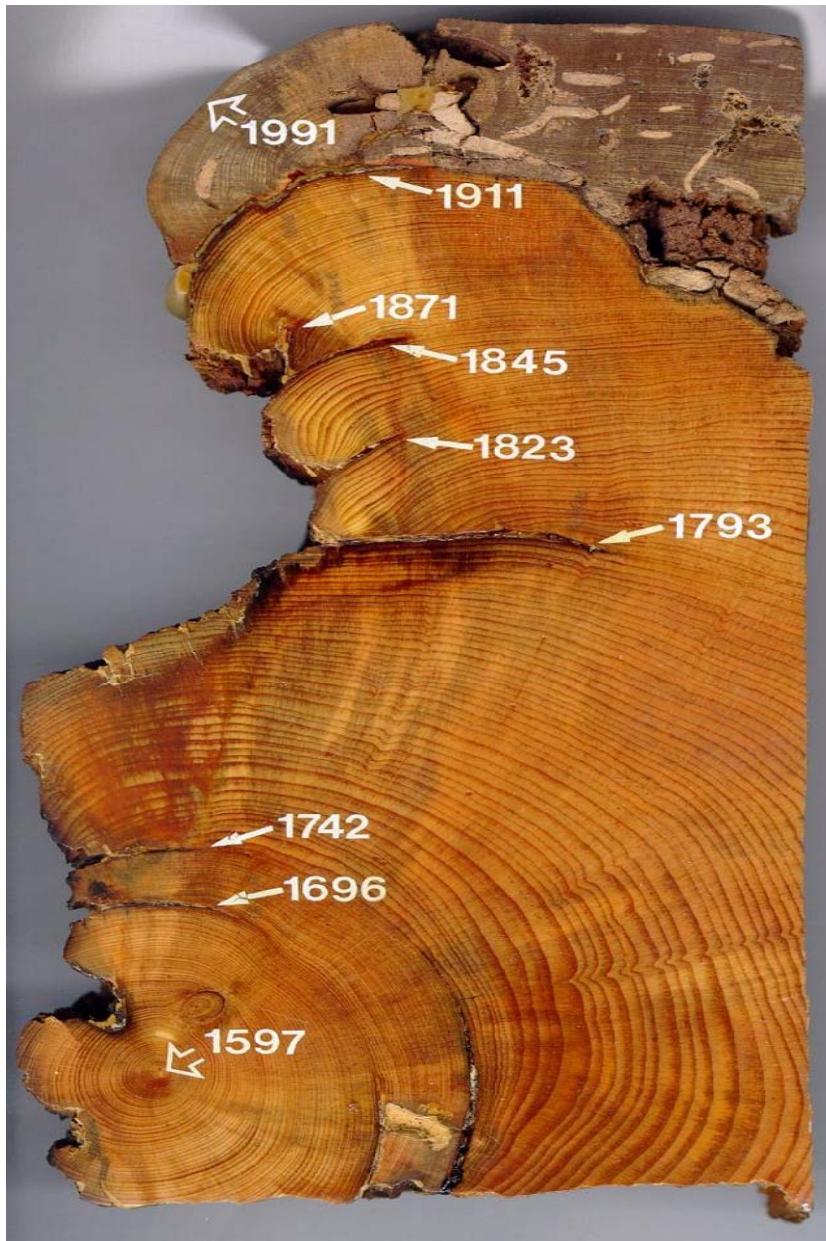
GRID  
Arendal UNEP

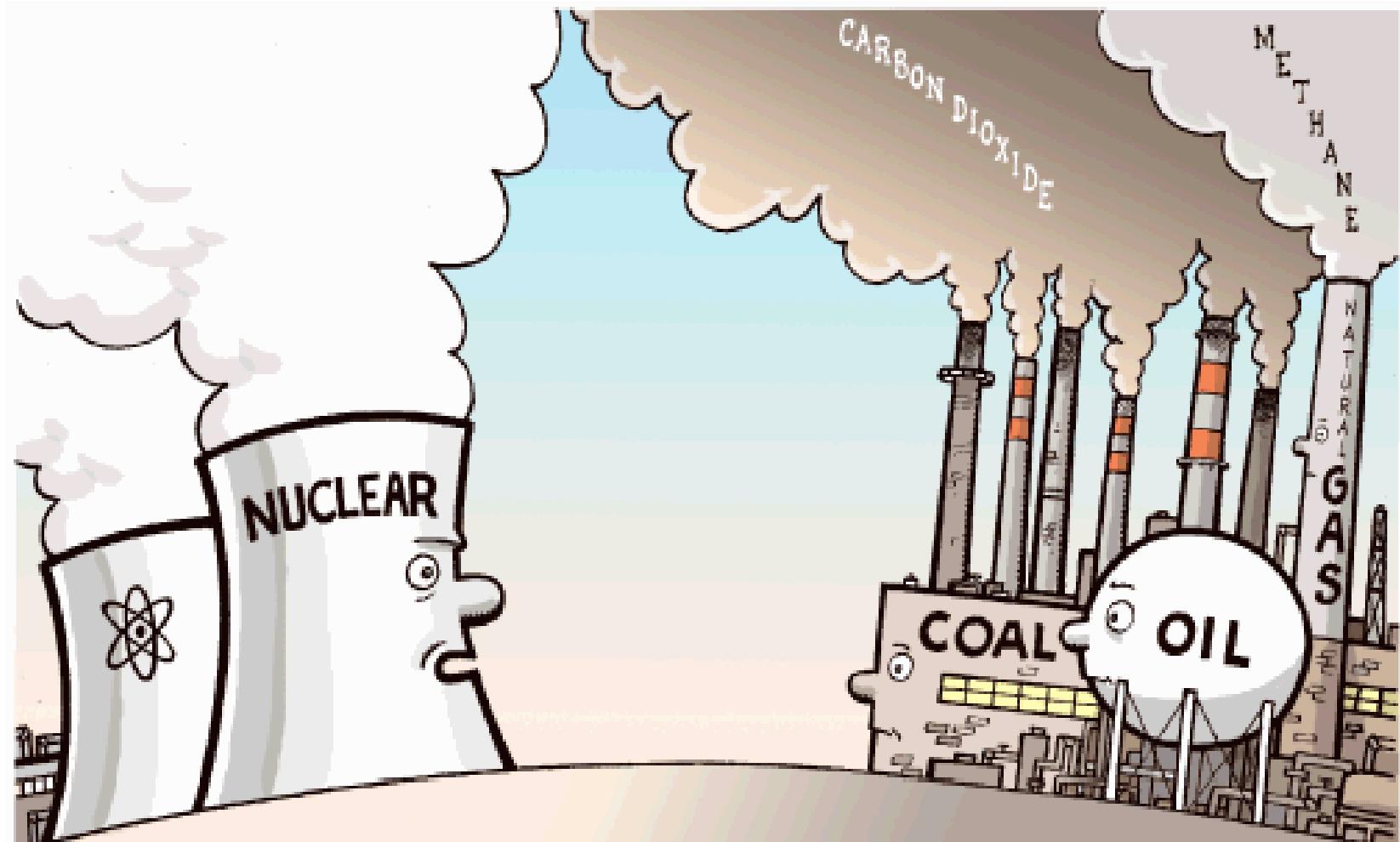
GRAPHIC DESIGN : PHILIPPE REKACEWICZ

Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, *Nature* 399 (3 June), pp 429-436, 1999.

# PALEOCLIMA







MATSON  
[mattmatson.com](http://mattmatson.com)

[caglecartoons.com](http://caglecartoons.com)

"THERE'S NO SAFE PLACE ON EARTH TO STORE YOUR WASTE, EITHER!"

# THE BEAST THAT ATE THE EARTH

Chris Madden



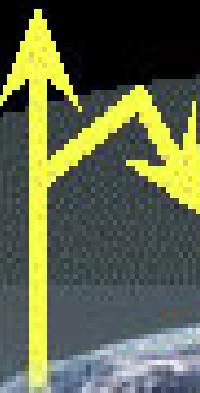


# The Greenhouse Effect



Some energy  
is reflected  
back to space

Some of the  
sun's energy is  
absorbed by the  
Earth's surface



Greenhouse gases  
absorb some of this  
energy. This heats the  
lower atmosphere,  
which emits some  
energy back to Earth.

Earth's surface is  
heated and emits  
energy towards space

# Por qué aumenta la temperatura del planeta

## EFFECTO INVERNADERO

Es un fenómeno natural, por el cual la Tierra retiene parte de la energía solar que atraviesa la atmósfera. Este fenómeno permite la existencia de vida.

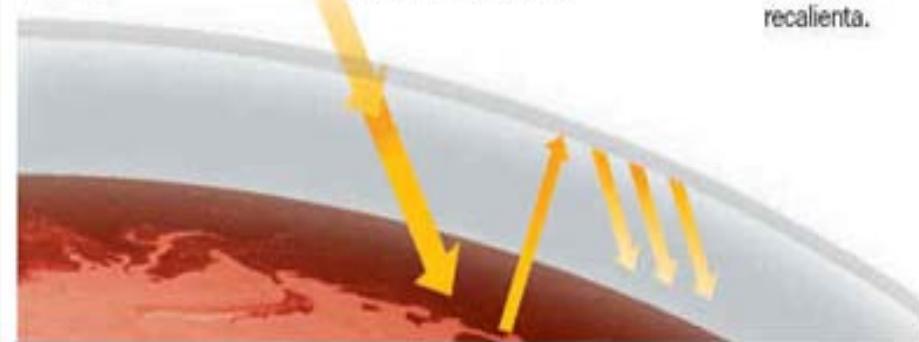
- 1 Los rayos del sol atraviesan la atmósfera.
- 2 Parte de la radiación es retenida por los gases de efecto invernadero.
- 3 ...y el resto vuelve al espacio.



## CALENTAMIENTO GLOBAL

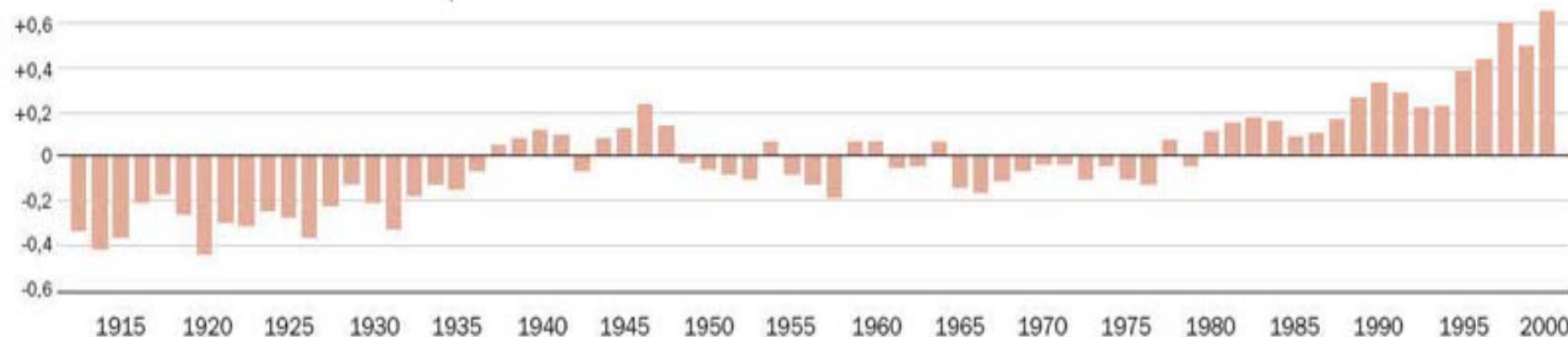
Es el incremento de la temperatura media de la atmósfera debido a la actividad humana.

- 1 La quema de combustibles, la deforestación, la ganadería, etc., incrementan la cantidad de gases de efecto invernadero.
- 2 La atmósfera, entonces, retiene más calor y el planeta se recalienta.



## VARIACION DE LA TEMPERATURA GLOBAL

► En grados centígrados.

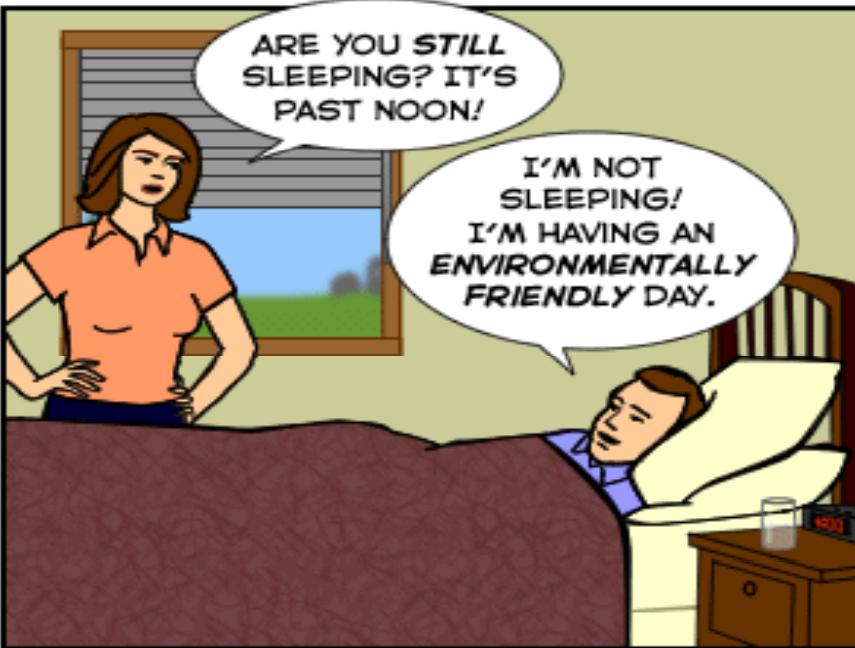


Fuente: IPCC, CLIMATE CHANGE 2001: THE SCIENTIFIC BASIS, TECHNICAL SUMMARY

CLARIN

# The Joy of Tech™

by Nitrozac & Snaggy



[joyoftech.com](http://joyoftech.com)

## Inexorable la subida del mar

**Nivel oceánico  
podría elevarse  
hasta 1.5 metros  
para el 2100**

AGENCIA EFE

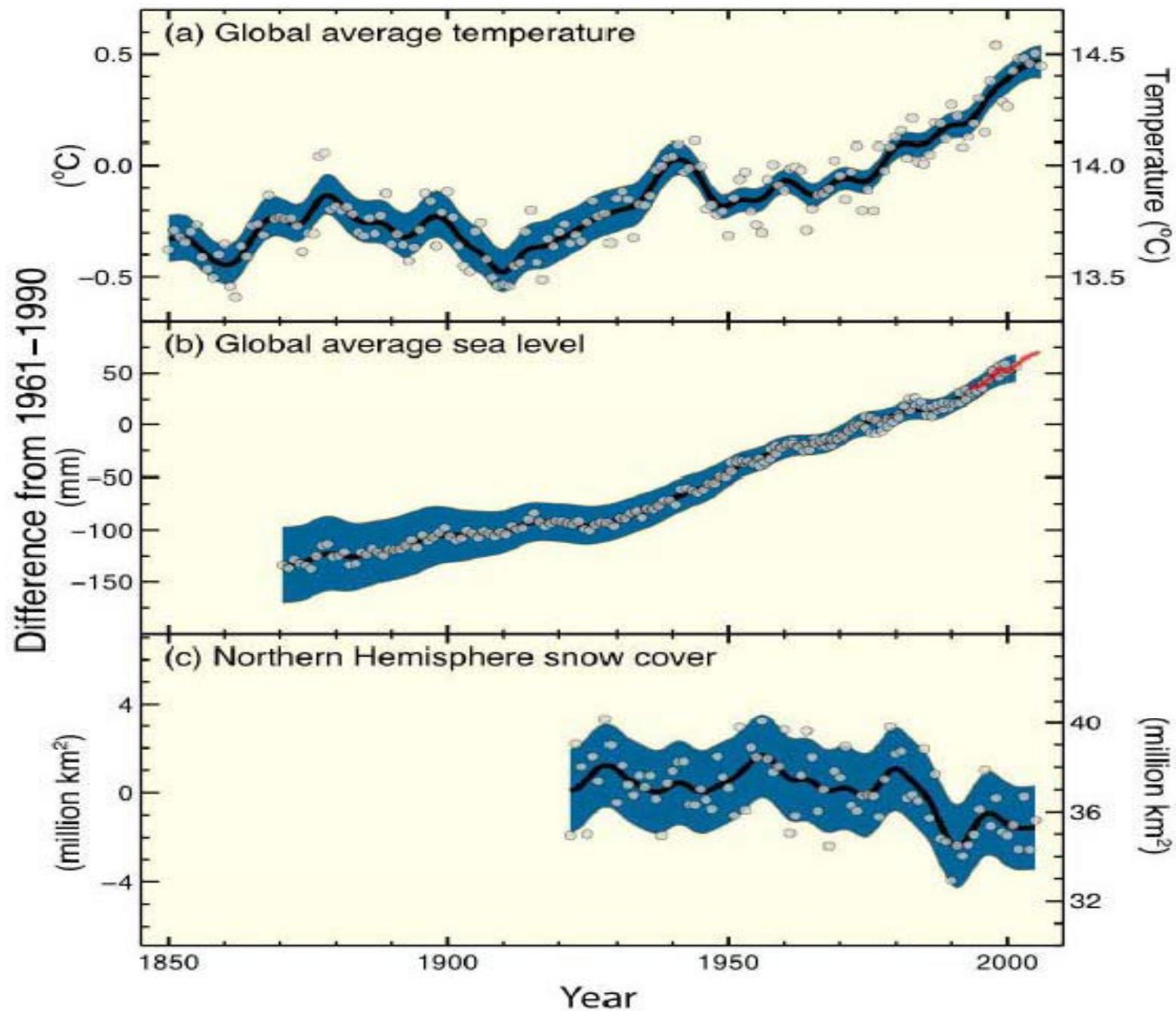
VIENA.- El nivel de los océanos podría subir tres veces más de lo previsto hasta la fecha, según los datos presentados durante la Asamblea General de la Unión Europea de Geociencias (EGU) que se celebra en Viena.

Los nuevos cálculos, realizados por científicos del Laboratorio Oceanográfico Proudman (Reino Unido), indican que hasta el año 2100 el nivel del mar podría subir entre 0.8 y 1.5 metros, una previsión muy superior a los 79 centímetros máximos calculados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Este órgano de científicos establecido por la ONU en 1988, publicó en febrero del 2007 un estudio que vaticinaba que, a finales del presente siglo, la cota de los océanos podría elevarse en entre 18 y 59 centímetros, debido al creciente deshielo de los casquetes polares.

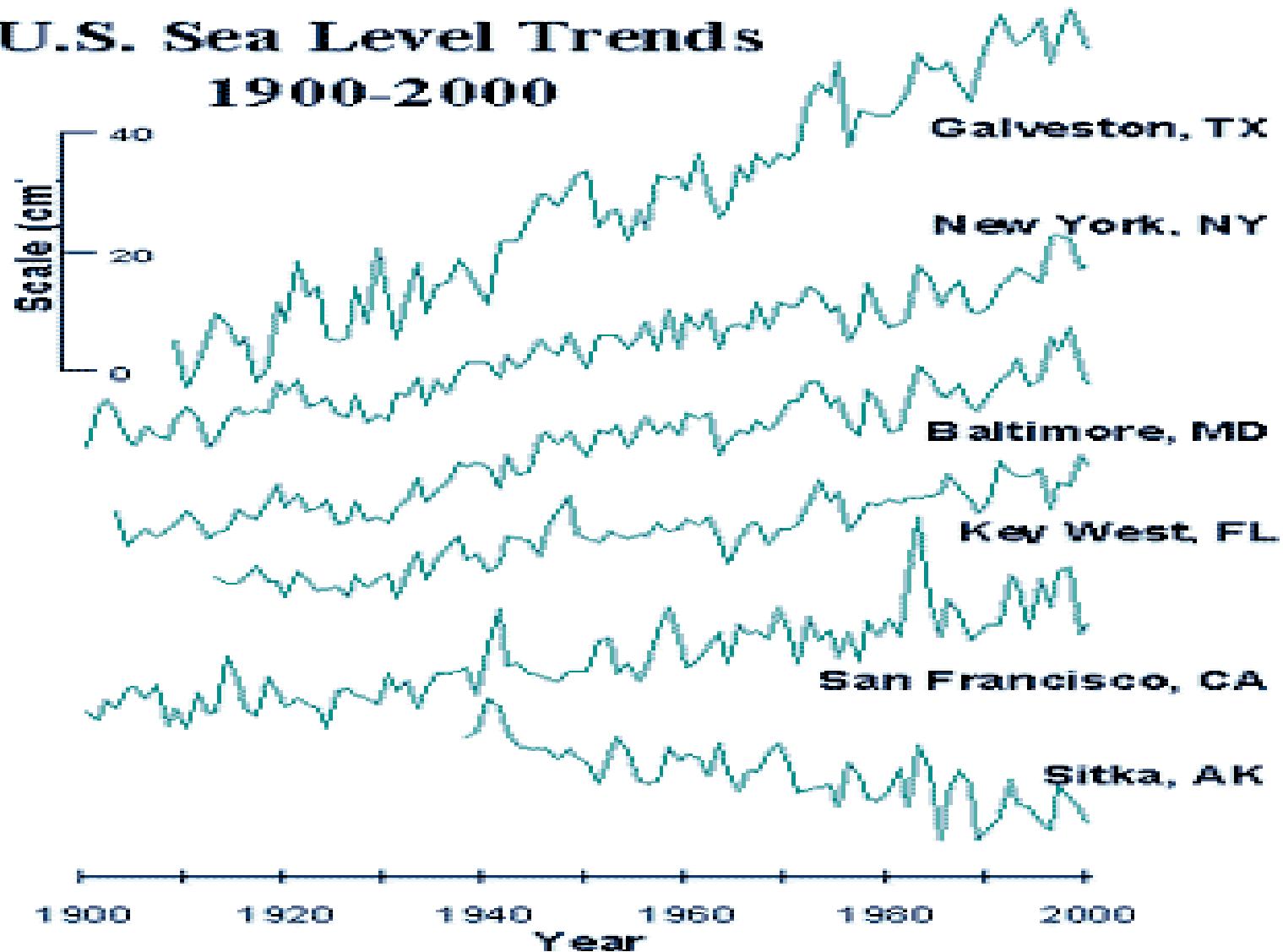
Según el IPCC, esa cota podría elevarse incluso más, hasta los 79 centímetros, si los hielos permanentes de





## U.S. Sea Level Trends

1900-2000

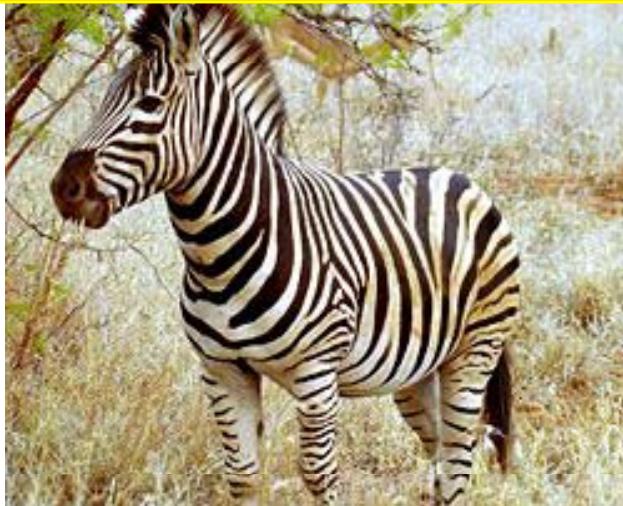


Measurements suggest that sea level has risen worldwide approximately 15-20 cm (6-8 inches) in the last century

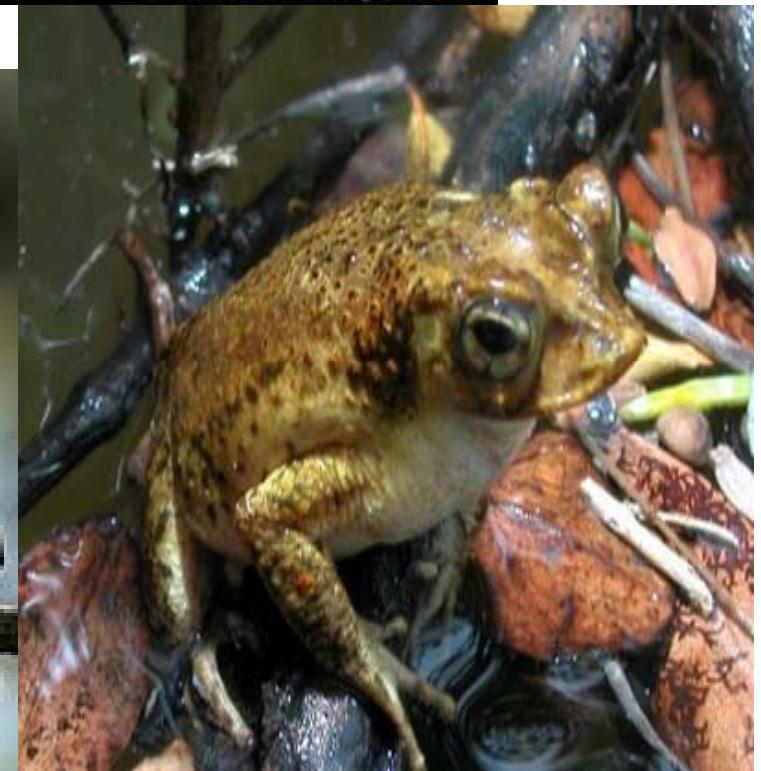
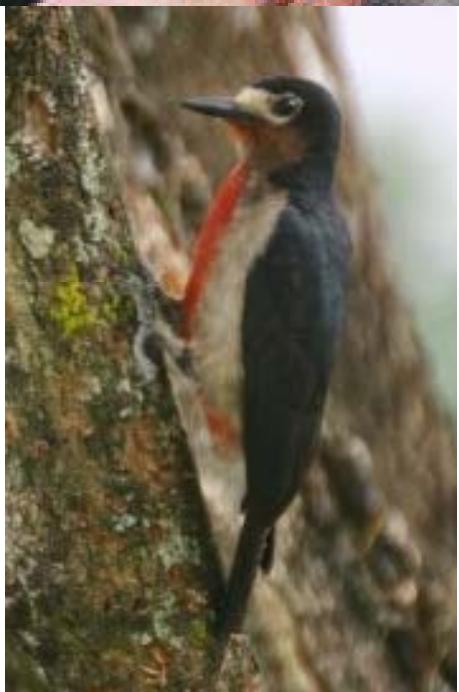
# **EVIDENCIA DE CALENTAMIENTO GLOBAL EN LOS ECOSISTEMAS DE LA ISLA DE PUERTO RICO**



# RECONOZCA ESTOS ANIMALES?

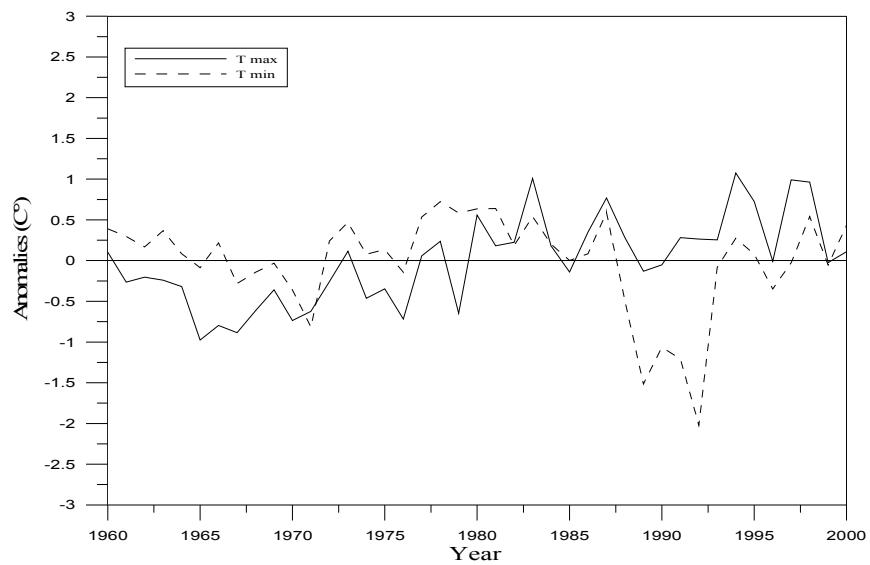


## RECONOZCA ESTOS ANIMALES?

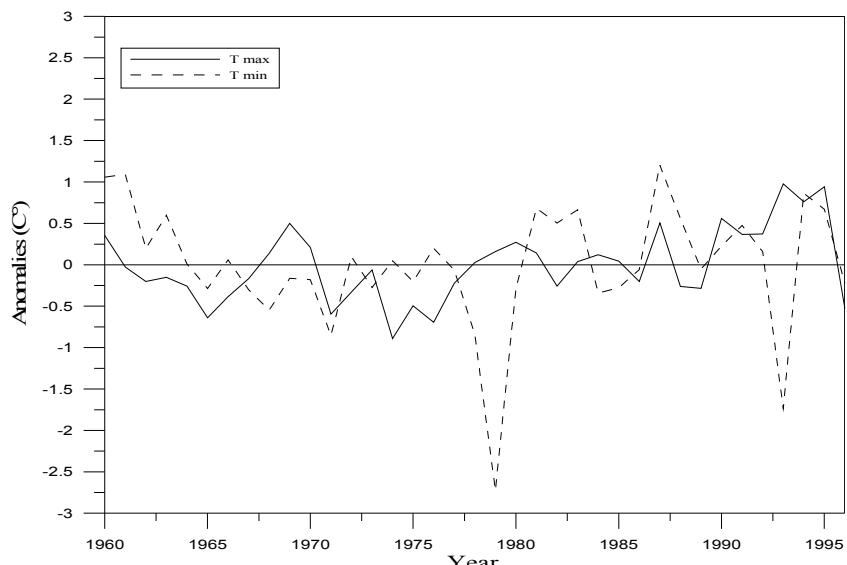


# Rango Diurno de Temperatura (RDT)

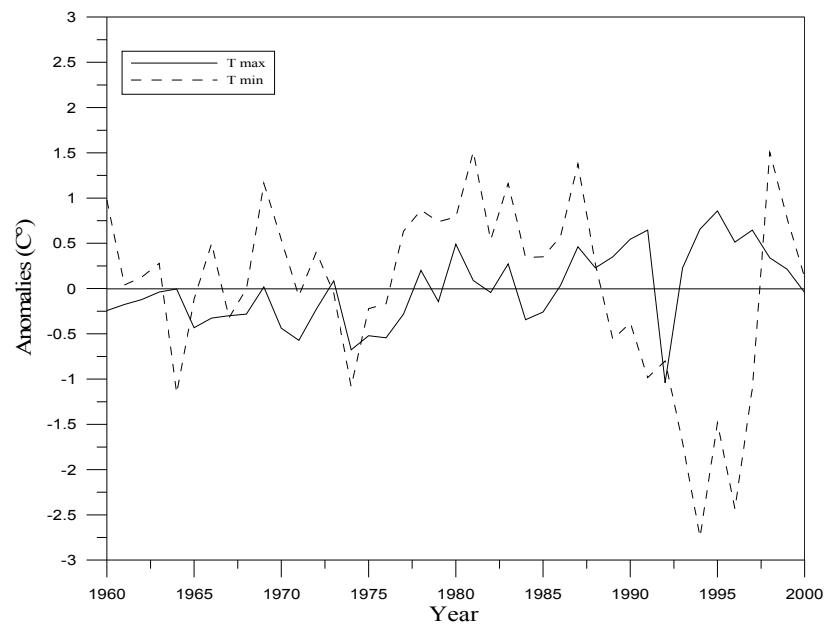
- Karl et al 1993, para el periodo de 1951-1990. Para 30 países distribuidos en todo el planeta.
- Gómez and Fernández (1996), para Costa Rica.



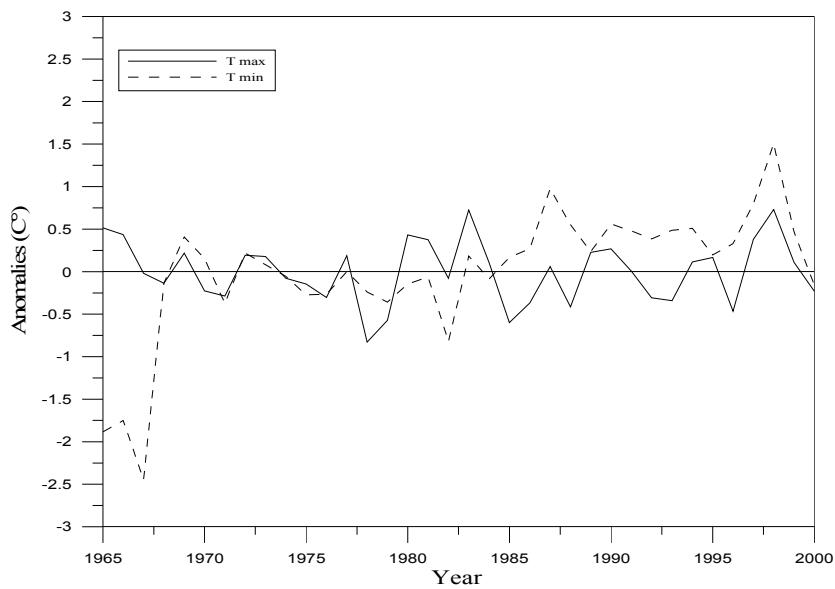
**Corozal Maximum and Minimum Temperature 1960-2000**



**Fajardo Maximum and Minimum Temperature 1960-1996**

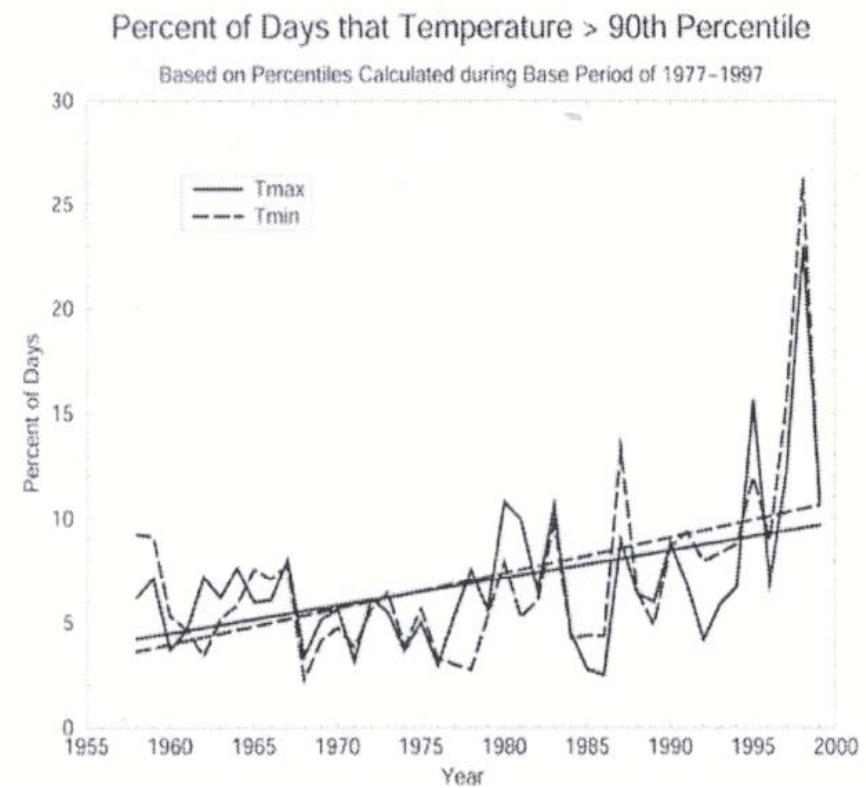
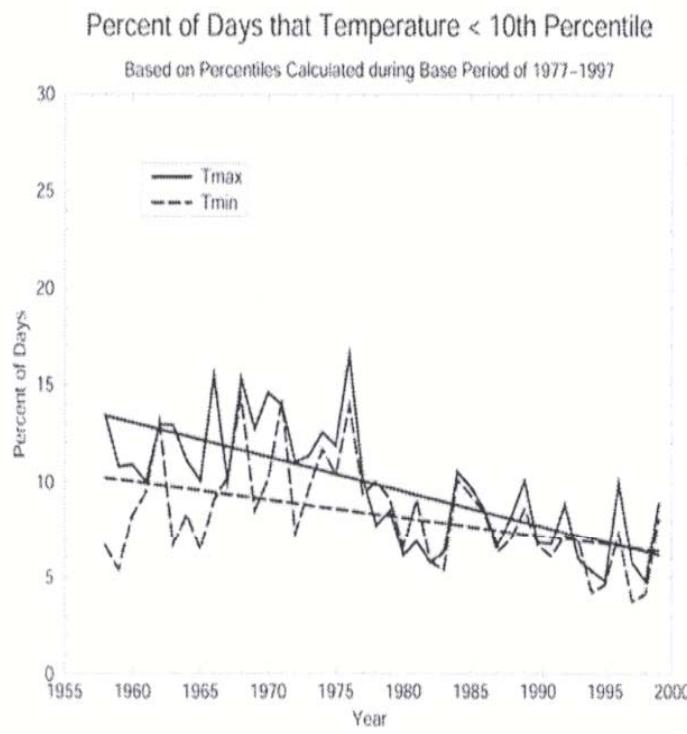


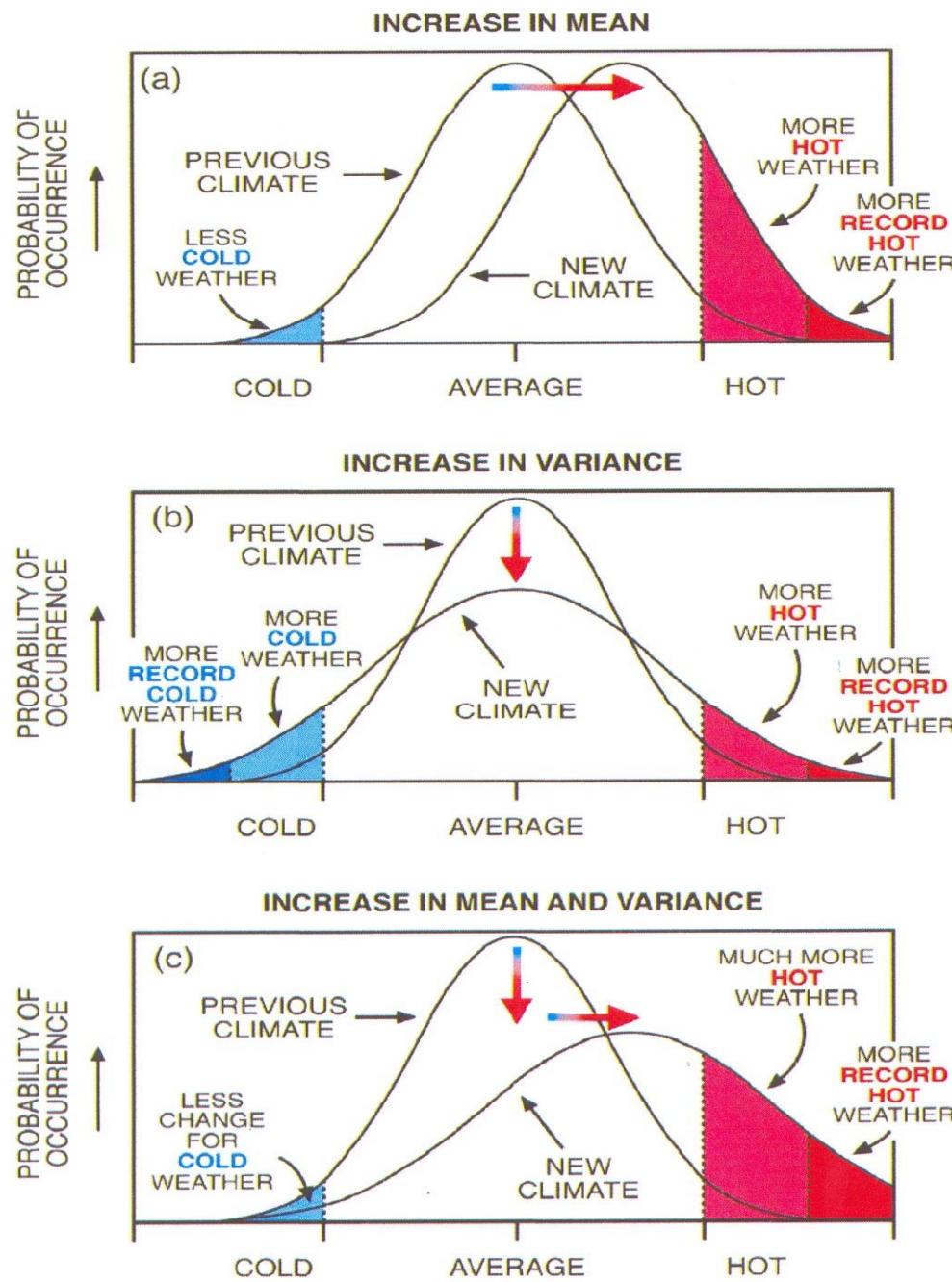
**Lajas Maximum and Minimum Temperature 1960-2000**



**Cayey Maximum and Minimum Temperature 1965-2000**

# PERCENTILES DE TEMPERATURAS





El incremento de la media da información de la baja probabilidad de ocurrencia del fenómeno del extremo por ambas colas.

El incremento en la varianza.

El incremento en la varianza y en la media.

Es necesario realizar muchos estudios de las temperaturas máximas medias, de las mínimas medias, en la intensidad, probabilidad de ocurrencia y duración.

# COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACION EN PUERTO RICO

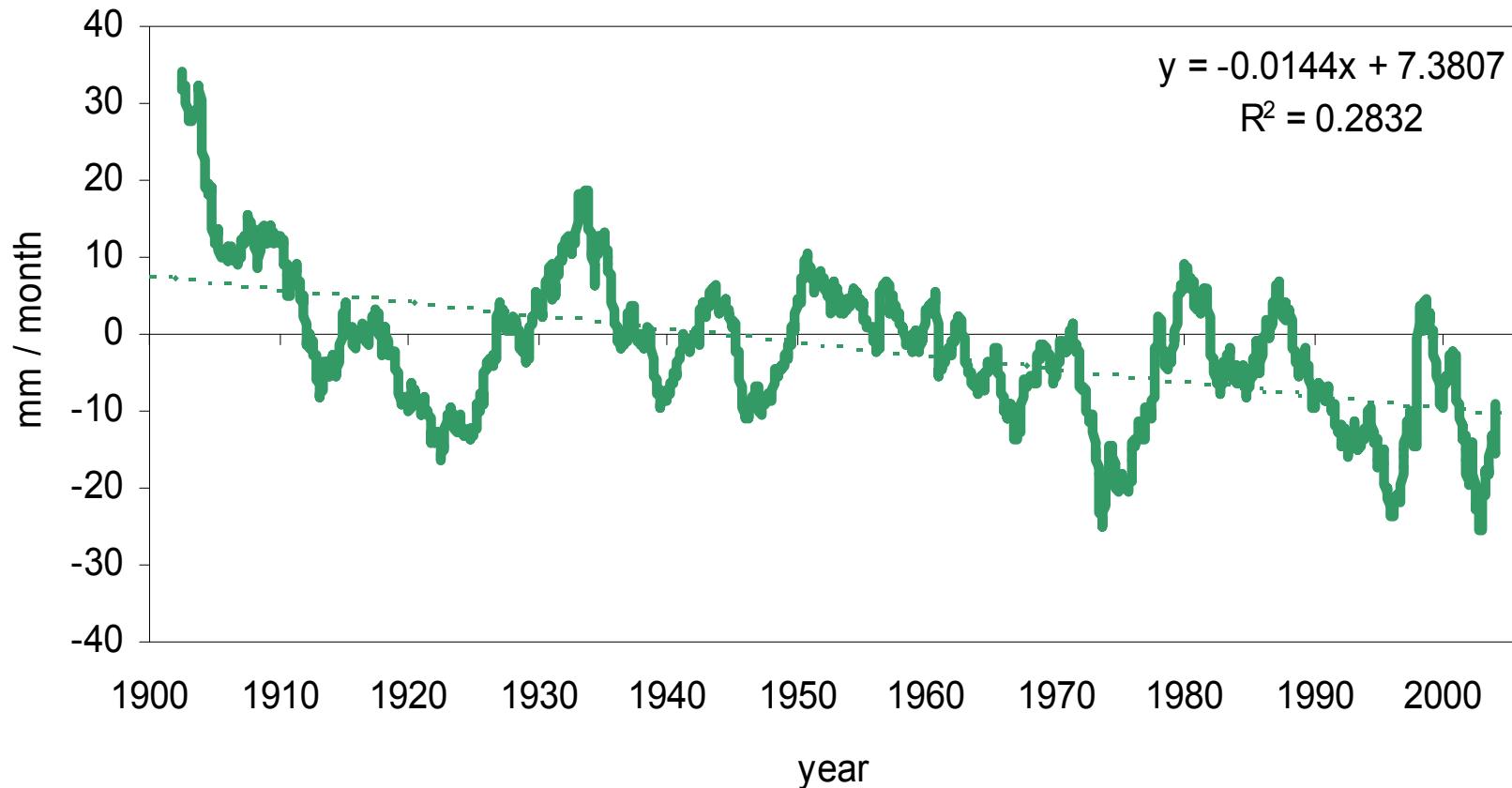
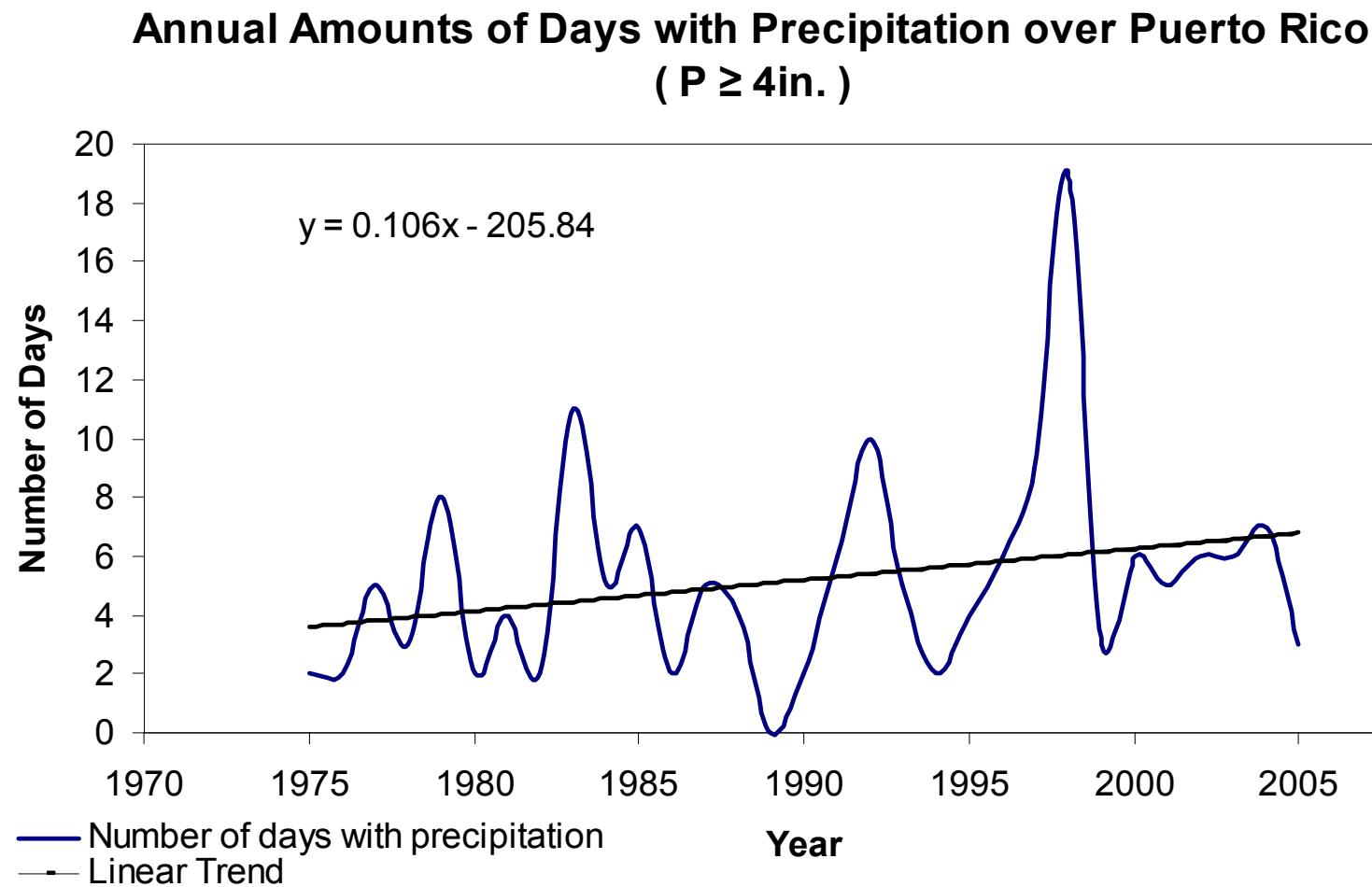


Fig 1 Caribbean rainfall anomalies smoothed with a 5 year running mean, fitted with a linear trend. (Mark Jurys – UPRM)

# COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACION



Mendez Tejeda UPRC

# TEMPERATURA A DIFERENTES NIVELES

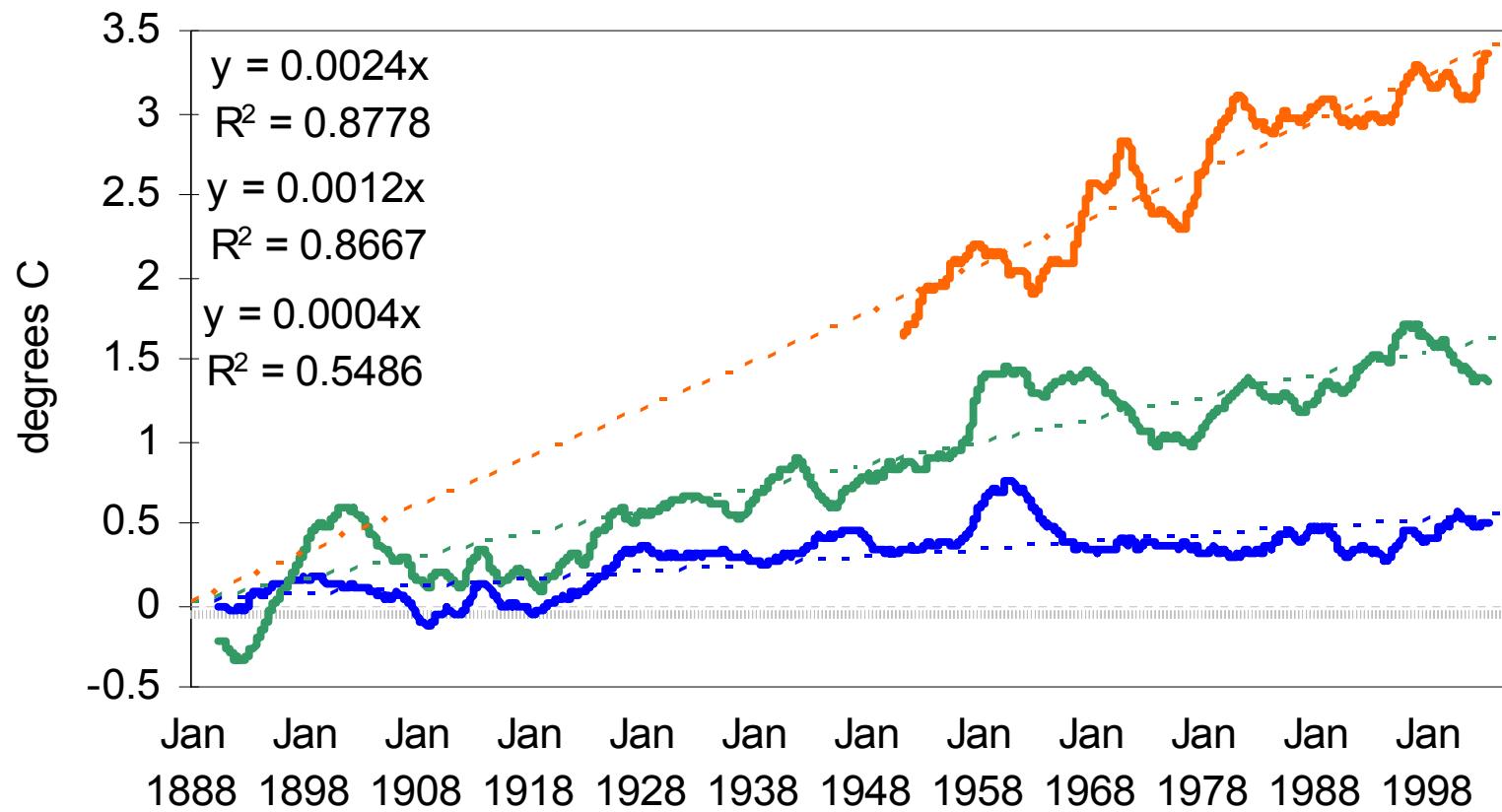


Fig 2 Caribbean temperature anomalies and trends: 1500 m (upper), 10 m (middle) and sea surface (lower). Mark Jury UPRM

# **EFFECTO DEL CALIENTAMIENTO GLOBAL EN LA ISLA DE PUERTO RICO**



## AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR



- Area de San Juan (Ocean Park) 2005



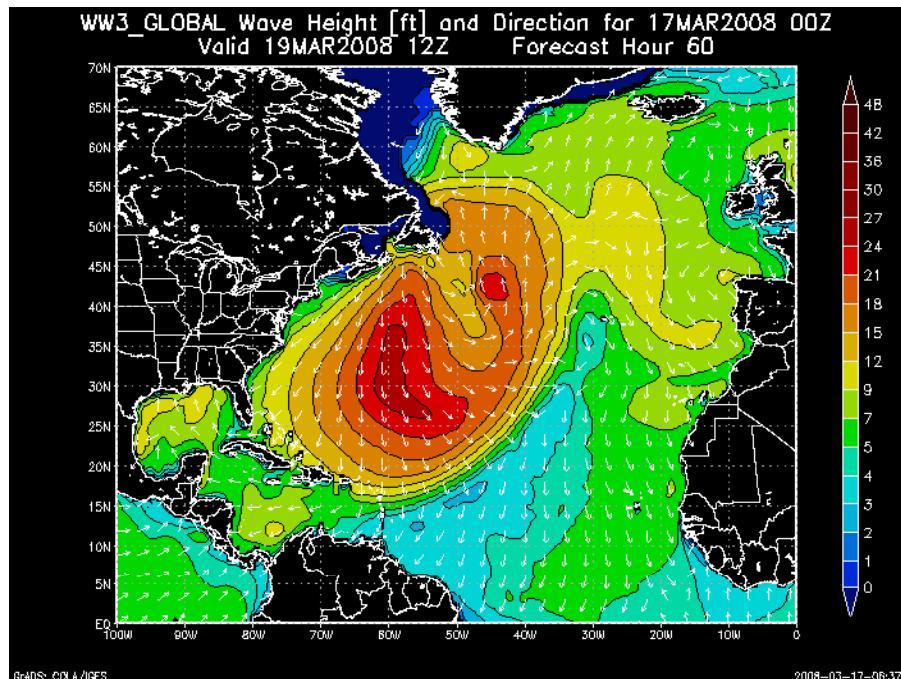
- Area de Arecibo

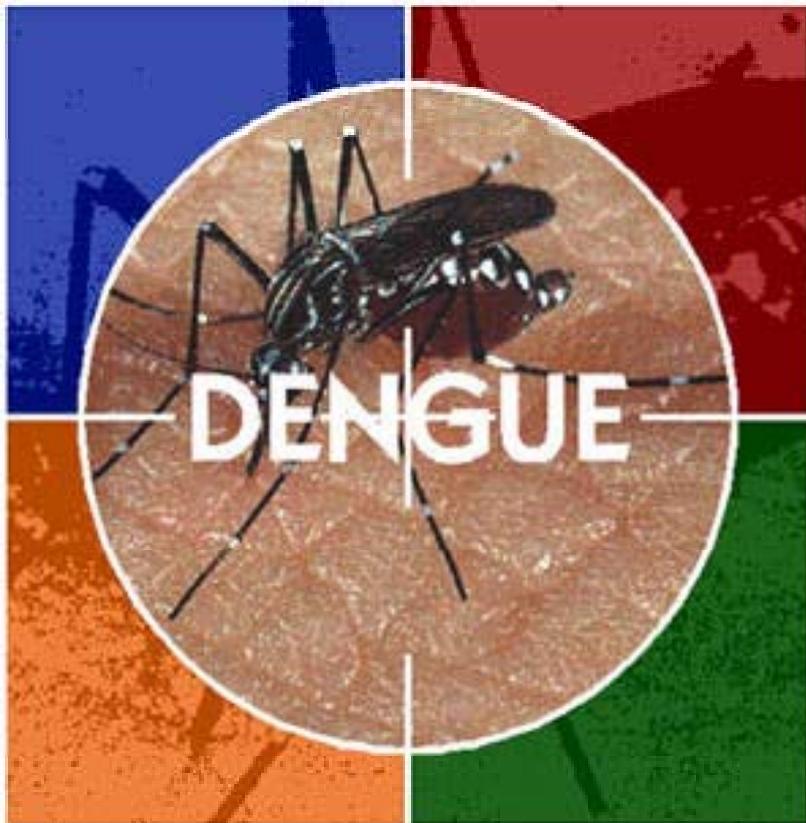


- 1995



- 2006





**Virus del Nilo**

# Golondrina de cueva (Petrochelidon fulva)



# ESPECIES DE COQUIES



© L. J. Villanueva

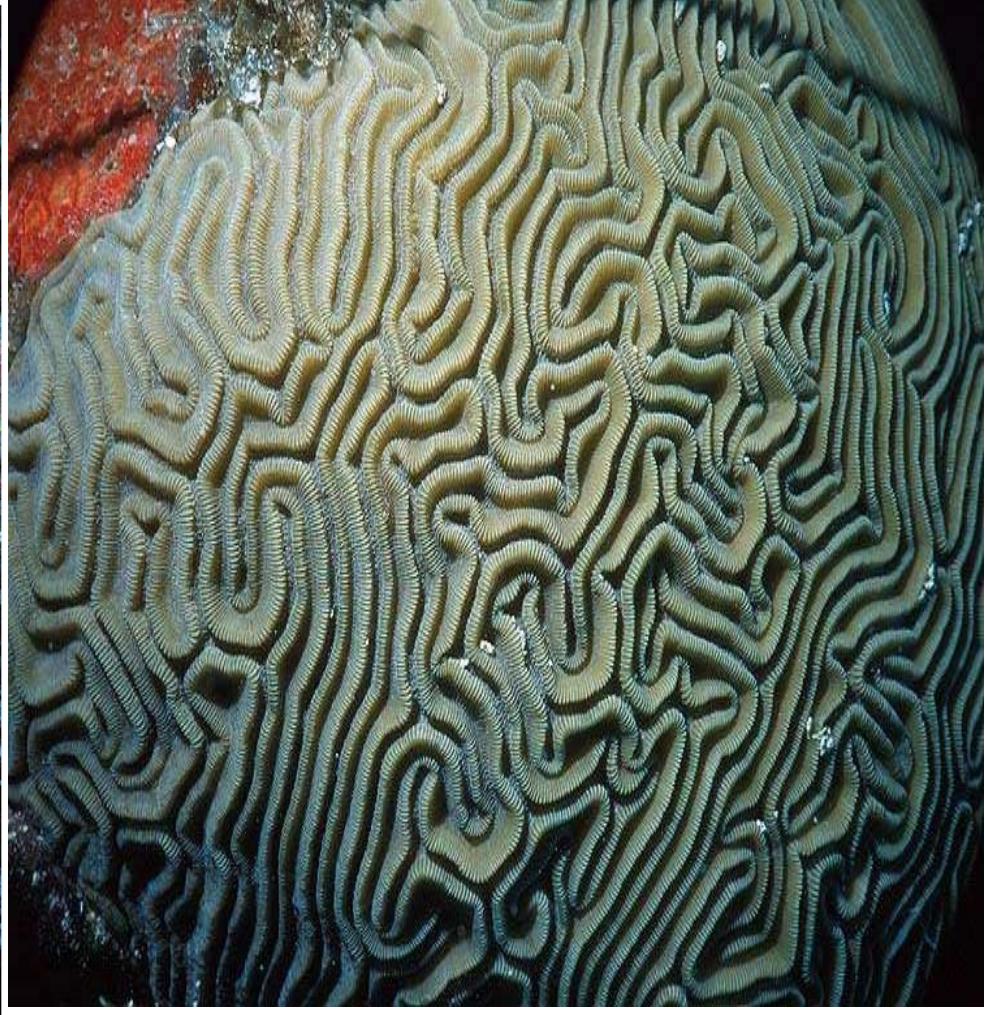


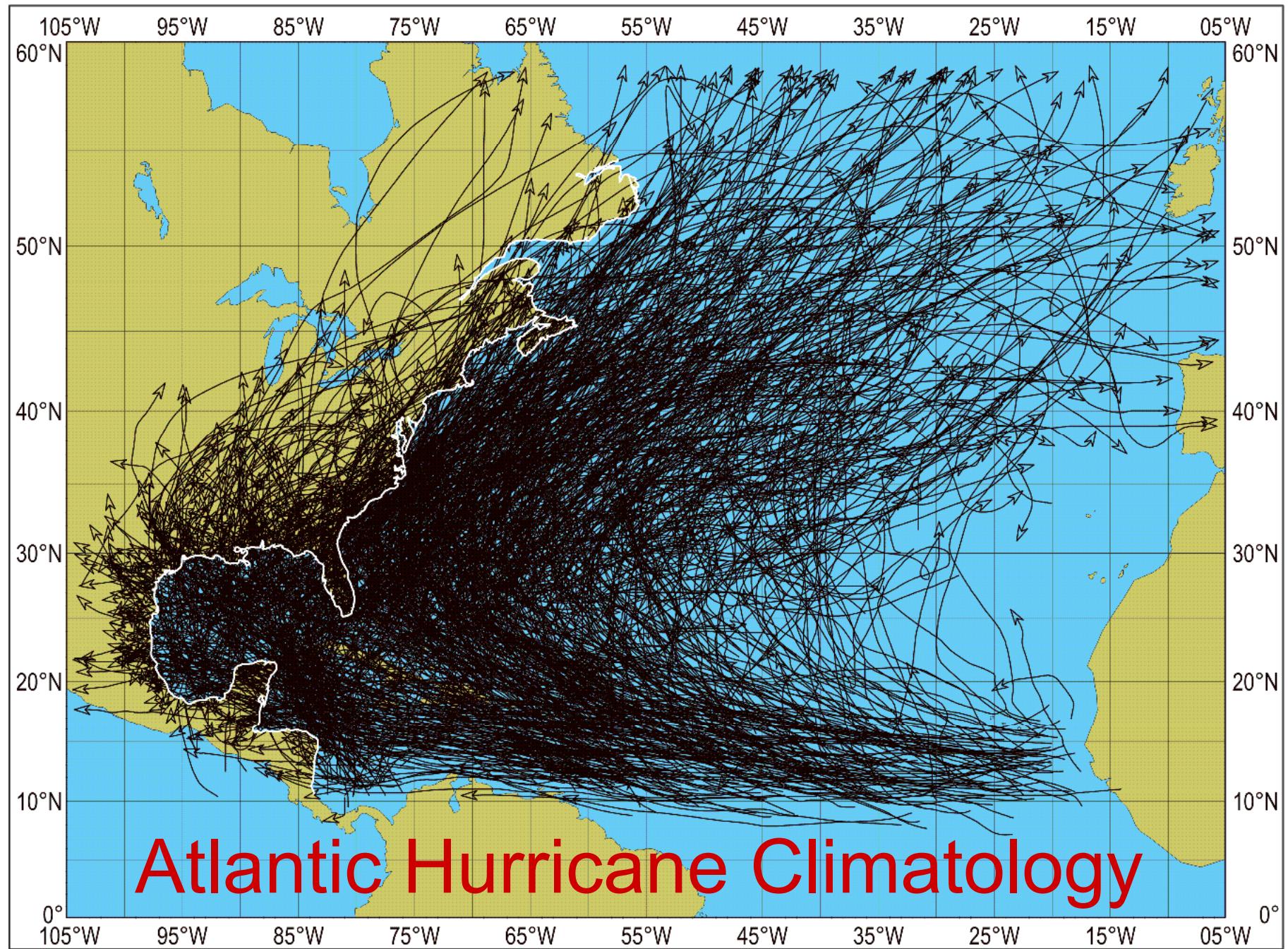
© L. J. Villanueva



© L. J. Villanueva

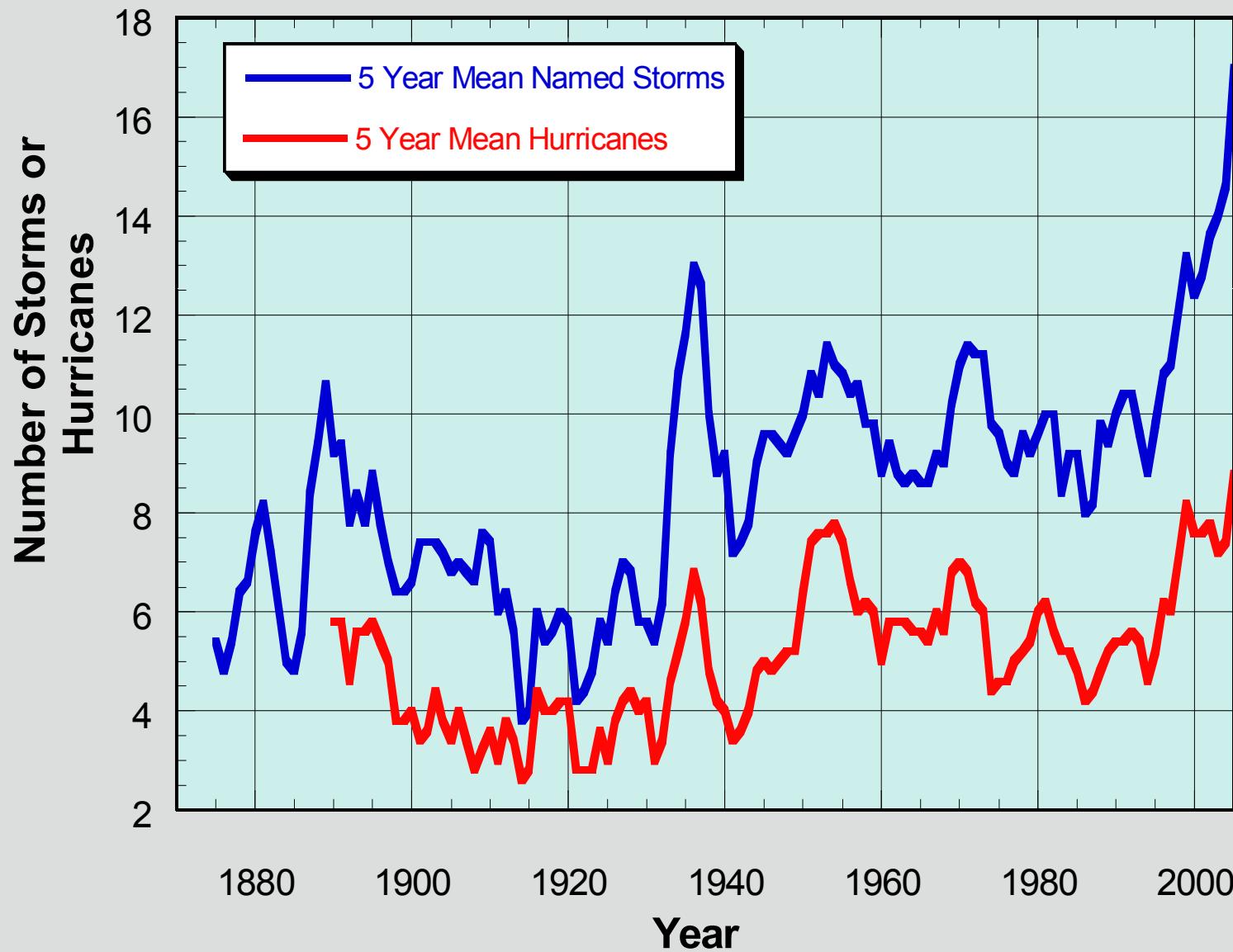
# BLANQUIAMIENTO DE CORALES





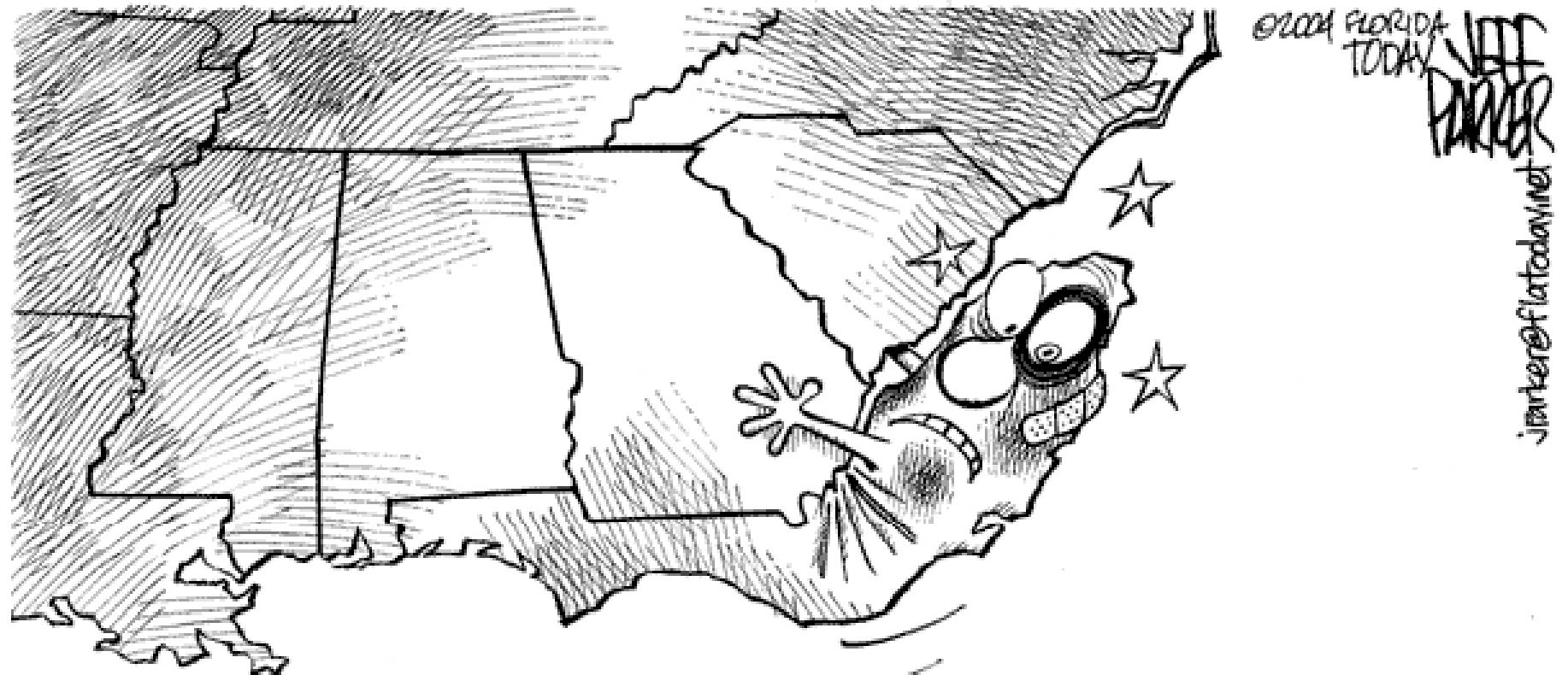
**NORTH ATLANTIC TROPICAL STORMS AND HURRICANES, 1851-2004 (1325 STORMS)**

# Five-Year Running Average of Atlantic Basin Named Storms and Hurricanes (1871-2005)



# HURACAN KATRINA





*Florida . . .*

*The*

~~*Sunshine*~~

**PLYWOOD State**

A graphic featuring the words "Florida . . ." in orange script at the top, "The" in yellow script, "Sunshine" crossed out with a red line, and "PLYWOOD State" in large yellow wood-grain letters. The background is a blue textured surface with a wooden dock structure.

# Tormenta Tropical Olga



# **ESTO NO SE DEBE HACER CON EL AMBITE**

Sabes, hace 5 años estuve en  
un concurso de belleza....



**HONESTIDAD EN INTERNET**

# CONTRIBUCION DE PUERTO RICO AL CALENTAMIENTO GLOBAL

- 333% MAS CONTRIBUCION QUE CUALQUIER PAIS DE CENTROAMERICA Y EL CARIBE

COMO ESTO ES POSIBLE ???



# DESPERDICIOS SÓLIDOS

- PUERTO RICO 5.9 LBS POR PERSONA  
POR DIA
- USA 4 LBS / PERSONA POR DIA
- EUROPA 3.2 LBS / PERSONA POR DIA



Cont.P. R. contrib.

- **TRANSPORTACION**

3,245,337 vehículos registrados

207 auto / milla

0.75 auto/ persona, más alto que USA

Para el año 2020

4.4 millones de autos

# CONSUMO DE COMBUTIBLE

- 998,000 GALONES DE COMBUSTIBLE MENSUALES

( Este es el consumo de 7 países de Centroamerica y el Caribe)

# ENERGIA

- EN EL 2006 AAE GENERO 3,727 MV PARA SATISFACER LA DEMANDA
  - \* 12 MILLONES DE BARRILES DE PETROLEO ACTUALMENTE
- FUTURO EN 2025 SE PROYECTA 33 MILLONES DE BARRILES DE PETROLEO



# **COMPROBOSIMO SOCIAL**

- GOBIERNO (ESTATAL, FEDERAL MUNICIPAL)
- EMPRESAS (PUBLICAS Y PRIVADAS)
- COMUNIDAD EN GENERAL (ESTUDIANTES, JOVENES)



# POSIBLES SOLUCIONES ?



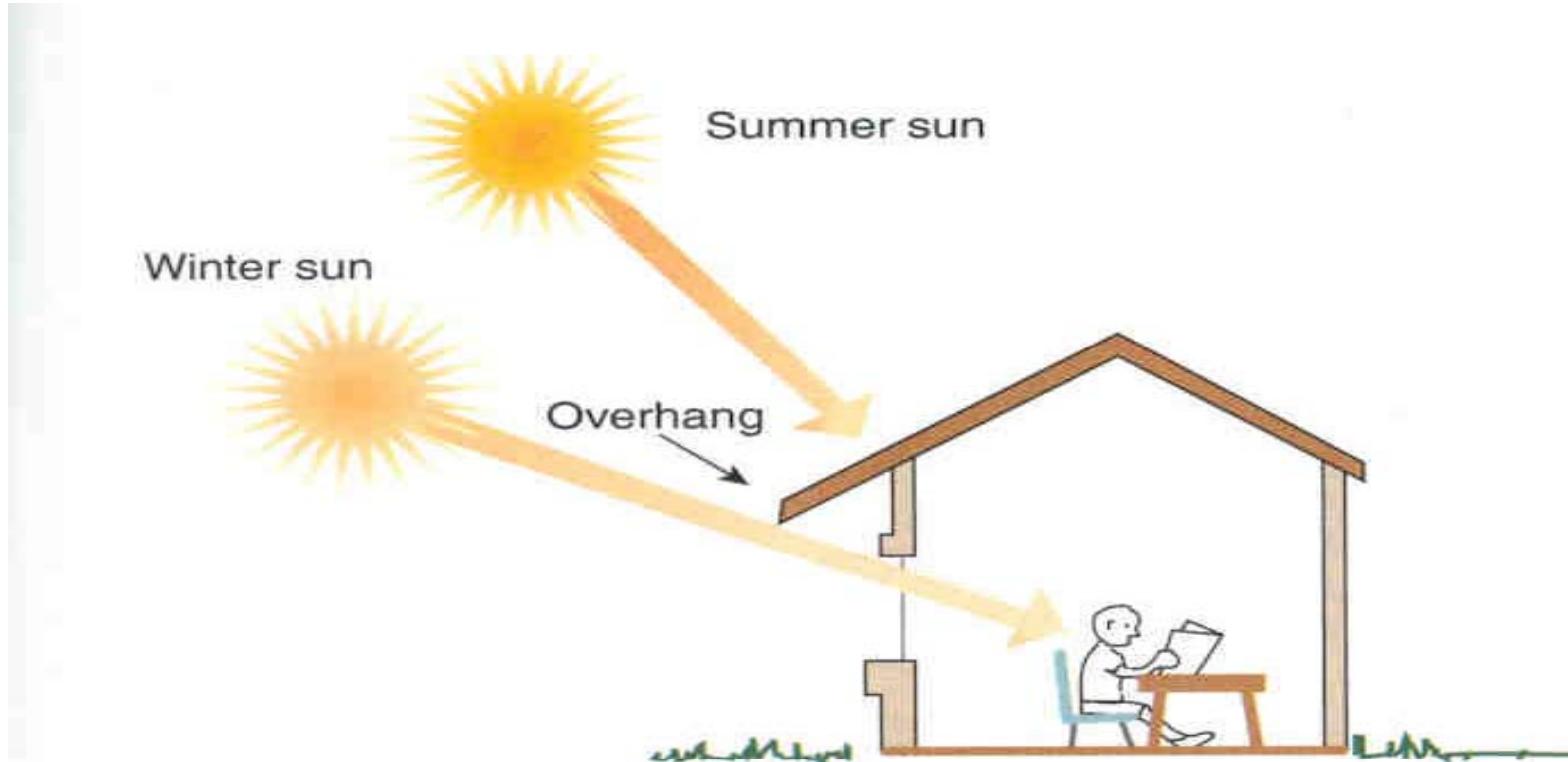


# OTRAS AREAS SOLUCIONES

- OFICINAS PUBLICAS Y PRIVADAS
  - AIRE ACONDICIONADO
- HOGARES
  - A.C. Y CALENTADORES SOLARES
  - USO DE EQUIPO ‘ENERGY STAR DE EPA’



# Inclinación del Sol



**FIGURE 3.11**

An overhang should be long enough to block out direct summer sunlight, yet short enough to allow winter sunlight to enter through the window.

# Biocarburantes: ¿habrá para todos?

FERNANDO I. LIZUNDIA

MADRID.- «La generalización de los vehículos con pilas de hidrógeno aún es un objetivo muy distante. Según nuestros cálculos, no habrá un número significativo de coches movidos por este tipo de motores antes de 2020 o, más probablemente, 2030. Por ello, el futuro inmediato pertenece a los biocarburantes como el etanol o los biodiésel y a los híbridos», asegura Hirohiko Hoshi, director general de Medio Ambiente, especializado en Combustibles y Energía de Toyota.

Pero contrariamente a lo que sucede con los derivados del petróleo, ningún combustible elaborado a partir de las plantas podrá ser producido en cantidad suficiente como para abastecer a todo el mercado mundial. Por ello Hoshi asegura que «el futuro será policarburante. La gasolina y el gasóleo convivirán con combustibles sintéticos, con el etanol, los biodiésel y el gas».

¿Pero existe algún combustible alternativo que tenga mejores cualidades que el resto? «La respuesta es complicada», explica Hoshi, «sin duda uno de los mejores es el diésel elaborado según el método Fischer Tropsch. Tiene mayor poder energético que la gasolina, pero produce entre 10 y 20 veces menos CO<sub>2</sub>».

## Sólo en el norte

Sin embargo, tiene un problema, contrariamente a otros combustibles, «sólo puede ser extraído de la madera y no existen bosques suficientes como para abastecer a todo el planeta. Lo más probable es que se convierta en el combustible de los países septentrionales del Hemisferio Norte, como

Toyota considera que ni el etanol ni los biodiésel bastarán para suplir por sí solos a la gasolina y al gasóleo

alimentación o a la producción de combustibles.

Una de las soluciones es la producción de biocarburantes (etanol y butanol) a partir de la celulosa, es decir de aquello que habitualmente se desecha, como son las hojas, tallos y raíces, dejando el grano y los frutos para las personas y el ganado. Además, explotar la celulosa permite

que la producción crezca de forma exponencial.

Pero existen otras vías potencialmente mejores y que afectan directamente a España. Es el cultivo de plantas como la jatrofa o la mamona (no es una errata, es el nombre común del *ricinus communis*).

La primera de ellas, venenosa para personas y animales, podría

ser fácilmente cultivada en algunas zonas de España, como el desierto almeriense, asegura Alfonso Ausín, presidente y consejero delegado de Bionor Transformación, división de biocombustibles de Cie Automotive.

Ausín agrega que «la jatrofa presenta muchas ventajas: crece sola, fija y regenera el suelo y, sobre todo, se obtiene del fruto de un arbusto. Esto quiere decir que no hay que cortar nada, la planta sigue creciendo, consumiendo CO<sub>2</sub> y, dado que se va expandiendo, hasta que llega a la madurez sigue ofreciendo un número creciente de frutos».

## La gasolina y sus alternativas

	Gasolina	Bioetanol de maíz	Bioetanol de caña	Butanol	Gasóleo	Biodiésel	Aceite vegetal	Diesel Fischer Tropsch
Litros para suplir un litro de gasolina	1	1,53	1,53	1,2	0,88	0,9	0,94	0,96
Origen	Petróleo	Maíz (EEUU) o paja de trigo (UE)	Caña de azúcar	Paja de trigo (EEUU)	Petróleo	Colza	Girasol, semilla de colza, nuez de coco	Madera
Coste de producción (en dólares)	0,35-0,38	0,43 (EEUU) 0,65-0,82 (UE)	0,34	SD	0,35-0,42	0,70-0,73	0,34	SD
Litros por hectárea		3.064 (EEUU) 2.965 (EU)	5.930	SD		1.200	990-5.000	3.300
Emissions de CO <sub>2</sub> (g/km)	196	122-147 (EEUU) 87-209 (UE)	25	SD	164	78-87	50-120	10-20

FUENTE: Toyota.

EL MUNDO



**falta carretera ???**

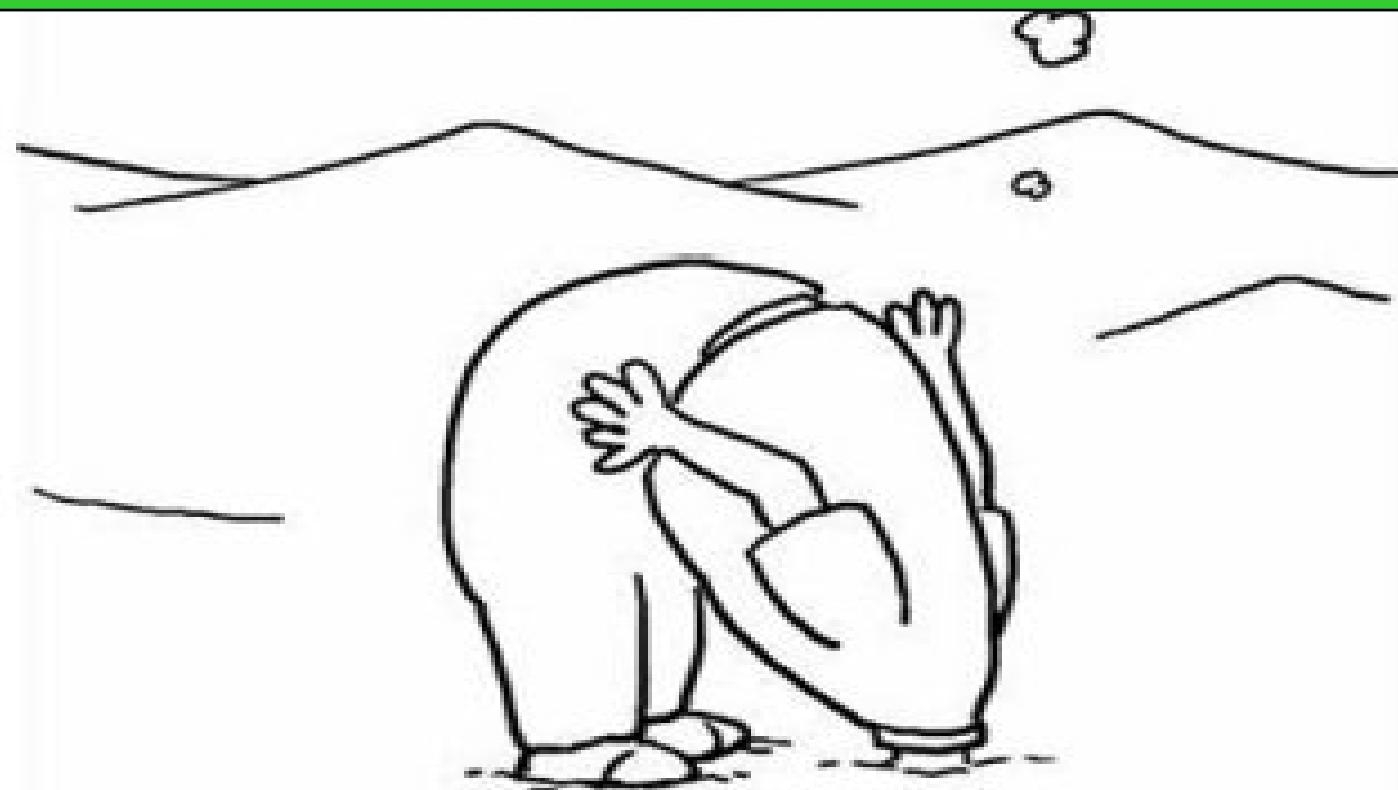


# AGRADECIMIENTOS

- Dr. José A. Peñalbert
- Dianne Paéz-- UPR Río Piedras
- Luis D. Padilla --UPR Mayaguez
- Marianne Dávila --Asistente Administrativa
- UPR Carolina- Fondos de Investigación
- NASA Space Grant Consortium
- Universidad Complutense de Madrid
- NATIONAL WEATHER SERVICE



**ESTO ES LO HA HECHO EL ESTADO HASTA AHORA**



# GRACIAS

[mendeztejeda@hotmail.com](mailto:mendeztejeda@hotmail.com)

[rmendez@uprc.edu](mailto:rmendez@uprc.edu)