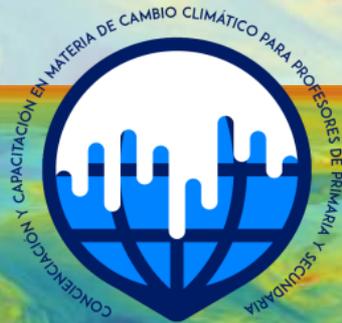


Unidad 1

Un clima cambiante: una perspectiva científica



Objetivos

- **Comprender qué es el clima y cómo funciona, así como conocer los principales métodos para su estudio.**
- **Analizar las variaciones naturales del clima a lo largo del tiempo y entender su importancia para los seres humanos.**
- **Conocer qué es el Calentamiento Global y el Cambio Climático.**



1.1. el clima y su funcionamiento

TIEMPO VERSUS CLIMA

EL TIEMPO

LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS
EN UN DETERMINADO MOMENTO

TEMPERATURA
PRECIPITACIÓN
HUMEDAD
VIENTO

EL CLIMA

VALORES MEDIOS DE LARGOS
PERIODOS DE TIEMPO

PREDICCIÓN DEL TIEMPO: HASTA UNA SEMANA

ESCALA TEMPORAL

CAMBIOS EN EL CLIMA: CADA 30 AÑOS

El **tiempo** se refiere a las condiciones atmosféricas (temperatura, presión, humedad, nubosidad, etc.) reinantes en un sitio en un momento determinado. Por el contrario, el **clima** de una región describe los valores medios de las condiciones meteorológicas recogidos durante grandes periodos de tiempo

El sistema climático está constituido por una serie de componentes que interactúan como si fueran piezas de una máquina que funciona gracias a una fuente de energía externa: la radiación solar. Cada componente representa un subsistema abierto que puede interactuar con el resto de agentes externos (con el resto de componentes del sistema climático) a través del **intercambio de energía y materia**.



las fuerzas externas que regulan el clima:

- El **sol** y la cantidad de energía, o radiación solar, que entra en el sistema.
- **Procesos geodinámicos internos** (modificación de la composición de la atmósfera en las erupciones volcánicas y cambios en la configuración de las tierras emergidas a través de la deriva continental, modificando la circulación oceánica, que a su vez produce alteraciones en el clima global.
- los **cambios en la órbita de la Tierra**. Es un proceso que ocurre a nivel interplanetario y que afecta directamente a la radiación solar que recibe



RADIACIÓN SOLAR



MOVIMIENTOS TECTÓNICOS



VARIACIONES ORBITALES

Pulsa [aquí](https://www.youtube.com/watch?v=Nu6nhz0Qo40) para ver un vídeo
(<https://www.youtube.com/watch?v=Nu6nhz0Qo40>)

La atmósfera y el océano determinan el clima a través de dos mecanismos fundamentales: **la transferencia de calor** de unas latitudes a otras y la **presencia de determinados gases en la atmósfera**. Ambos mecanismos regulan el **balance energético** de nuestro planeta, haciendo que las pérdidas de energía sean mucho menores.

La dinámica del océano está regulada por tres fuerzas principales: la fuerza del viento, el balance de calor y el balance evaporación/precipitación. Todas estas se ponen en funcionamiento debido a la distribución espacial y temporal de la radiación solar. Al mismo tiempo, la dinámica de la atmósfera depende de las propiedades físicas del agua del océano (principalmente la temperatura del agua y la distribución del hielo marino).



Aunque sólo se trata de dos componentes, el funcionamiento es complejo. Existen procesos de **retroalimentación** (*feedback mechanisms*) entre los diferentes componentes. Estos pueden ser positivos, cuando el resultado de la interacción es una amplificación de la perturbación, o negativos, cuando el resultado de la interacción es una disminución de los efectos de la perturbación. Para entender mejor estas retroalimentaciones, vamos a explicar un ejemplo dentro del sistema océano-atmósfera, relacionado con el vapor de agua en la atmósfera:

RETROALIMENTACIÓN POSITIVA

AUMENTO VAPOR DE AGUA → AUMENTO EFECTO INVERNADERO → AUMENTO DE LA TEMPERATURA → AUMENTO EVAPORACIÓN

INCREMENTO
EVAPORACIÓN EN
LOS OCÉANOS

+

AUMENTO EN LA CONCENTRACIÓN
VAPOR DE AGUA EN LA ATMÓSFERA

+

RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA

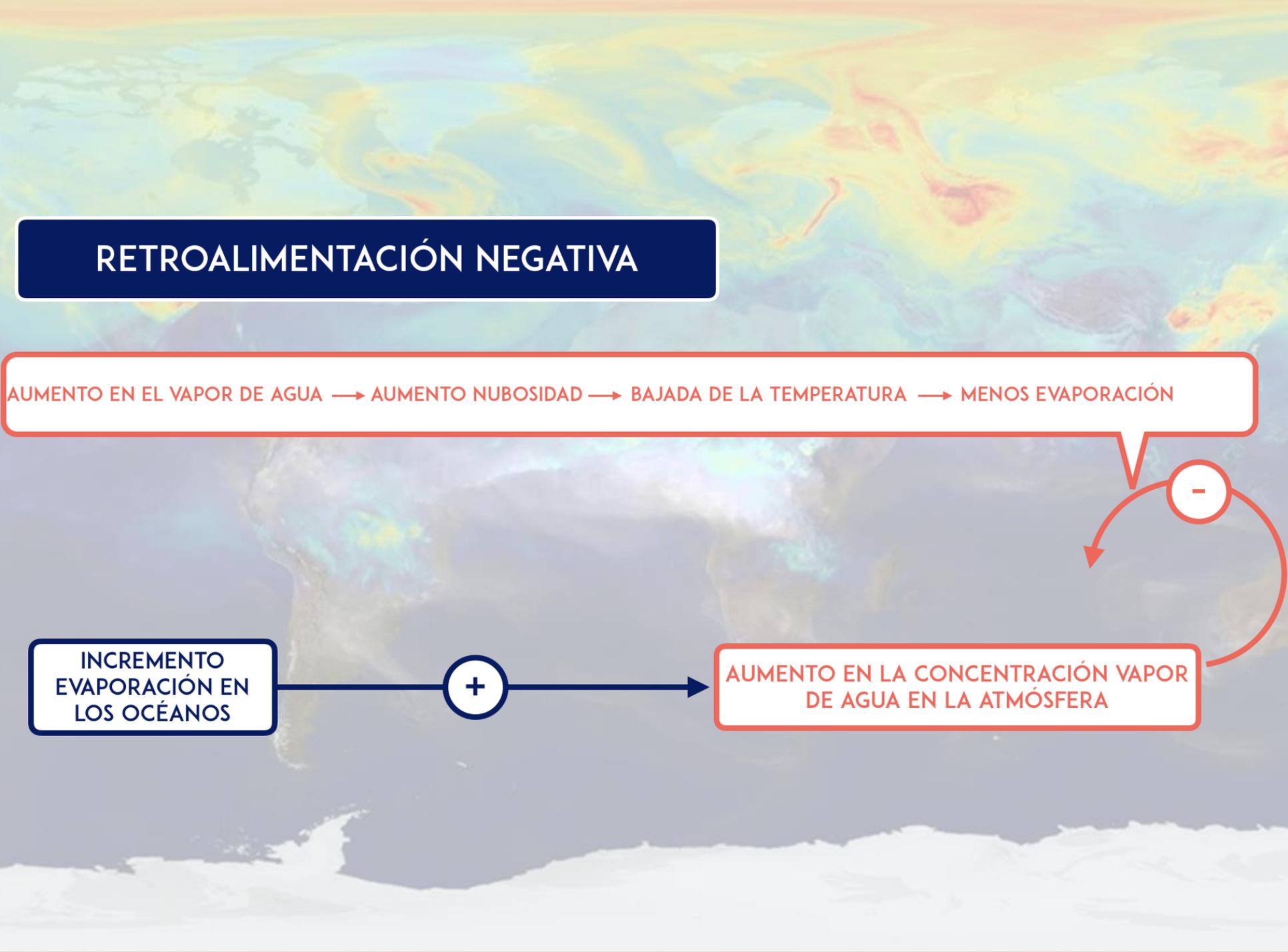
AUMENTO EN EL VAPOR DE AGUA → AUMENTO NUBOSIDAD → BAJADA DE LA TEMPERATURA → MENOS EVAPORACIÓN

INCREMENTO
EVAPORACIÓN EN
LOS OCÉANOS

+

AUMENTO EN LA CONCENTRACIÓN VAPOR
DE AGUA EN LA ATMÓSFERA

-



1.2. EL ESTUDIO DEL CLIMA

Los métodos que se usan para monitorizar el clima y el cambio climático son muy diversos y pueden ser divididos en dos grandes grupos: las **medidas directas** y las **indirectas**. Las medidas directas son la base de la mayoría de los estudios climatológicos y se comenzaron a realizar en 1850 aproximadamente. Se toman en las estaciones meteorológicas, donde se registran numerosas variables como la temperatura, la precipitación o la presión atmosférica.



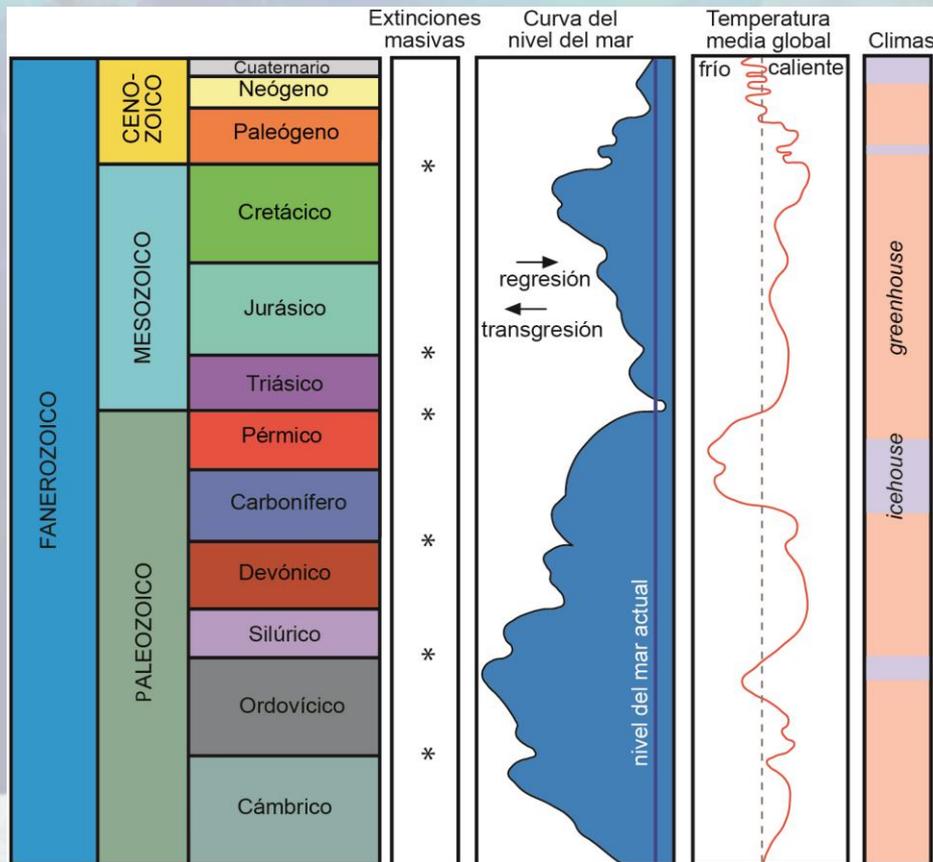
La **paleoclimatología** se dedica a recopilar y analizar datos del clima pasado desde que no existen registros instrumentales. Conocer estas variables nos ayuda a entender mejor el presente y nos permite predecir con mayor certeza mejor el futuro. Para conocer estas condiciones, utilizamos las medidas indirectas a través de indicadores climáticos y paleoclimáticos.



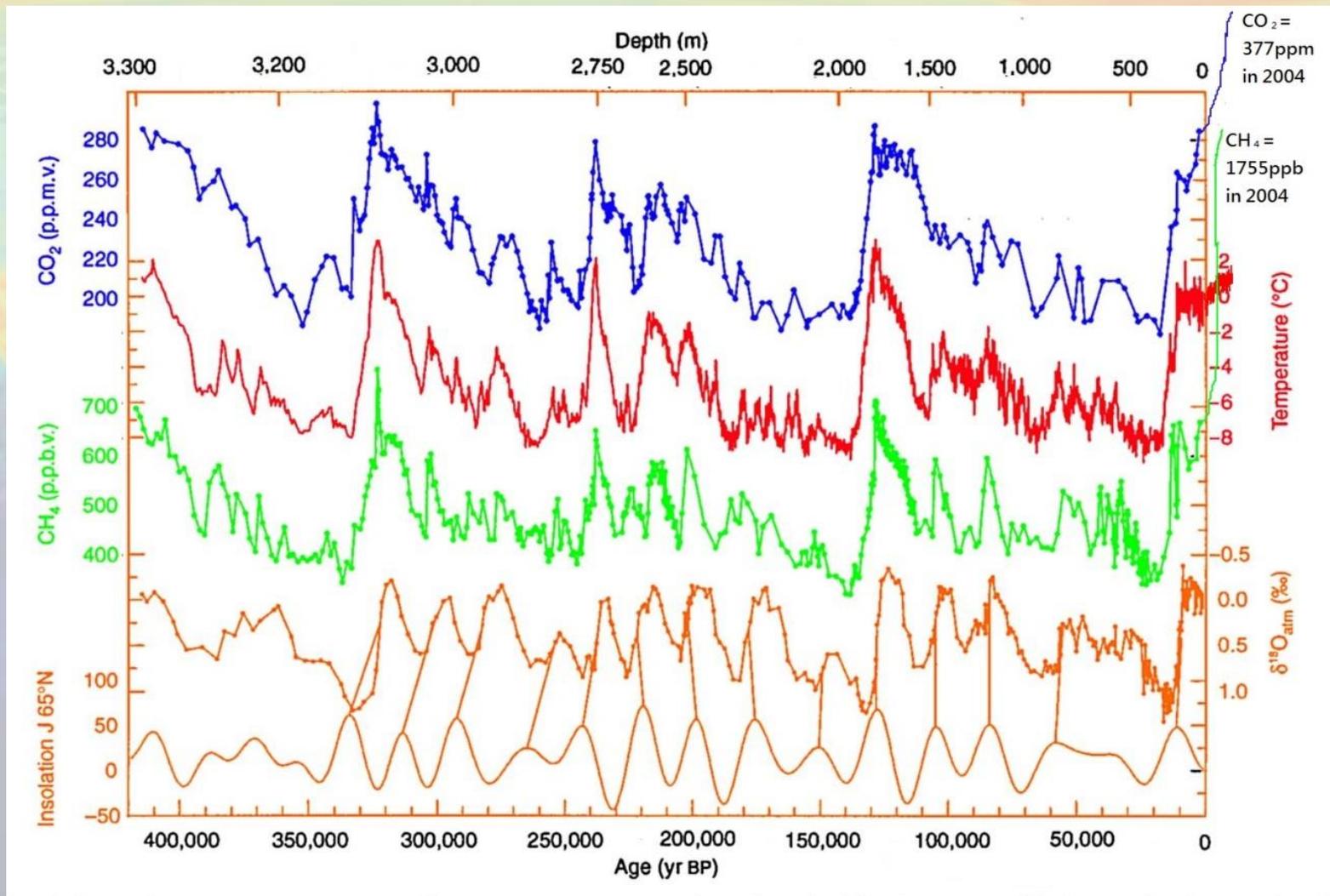
La Ciencia del Clima recurre a todas ellas para obtener datos y modelos fiables de carácter global e interdisciplinar.

1.3. LA HISTORIA DEL CLIMA DE LA TIERRA

El clima de la Tierra no solo varía espacialmente sino que también lo hace temporalmente. El clima nunca ha sido estático y los cambios climáticos en todas las escalas temporales, han sido una constante desde la formación de nuestro planeta (hace 4.600 millones de años) hasta la actualidad.



A lo largo de la historia de la Tierra se pueden diferenciar periodos cálidos y húmedos (periodos invernadero o *greenhouse*), y periodos fríos (*icehouse*) como en el que vivimos ahora. La imagen muestra la Evolución del clima a lo largo del Fanerozoico (derecha), mostrando a su vez las grandes extinciones masivas ocurridas, los cambios en el nivel del mar y en la temperatura. Recopilado de varios autores.



Evolución en los últimos 400.000 años de los ciclos glacial-interglacial (asociados a variaciones orbitales o a los ciclos de Milankovitch) en parámetros atmosféricos y oceánicos, y relación entre isótopos pesados y ligeros de oxígeno. Datos mayoritariamente obtenidos del sondeo de hielo Vostok de la Antártida. Modificado de Petit et al. (1999).

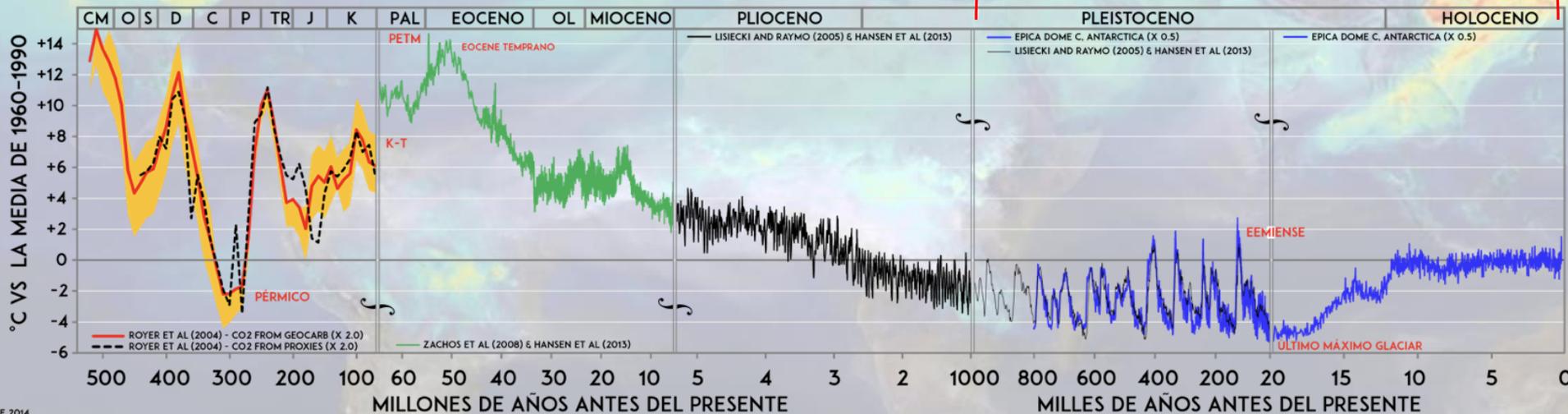
Pulsa [aquí](https://www.youtube.com/watch?v=_3ksTyDOdbk) para ver un vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=_3ksTyDOdbk)

¿Por Qué ha habido tan pocas glaciaciones a lo largo de la historia de la tierra?

Muchos científicos sugieren que los periodos glaciares se han producido sólo cuando las placas litosféricas a la deriva han transportado a las masas continentales emergidas de latitudes tropicales a latitudes polares, como es el caso en la actualidad.

Cuaternario

TEMPERATURA DEL PLANETA TIERRA



El **Cuaternario** es el periodo más reciente de la historia de la Tierra que engloba a todos los últimos **episodios glaciares** ocurridos desde hace 2,6 millones de años. Siendo el Holoceno un periodo interglaciar, en el que la temperatura media de la superficie del planeta ha sido casi siempre muy próxima a los 14-15°C (a excepción de algunos períodos cortos de brusco enfriamiento), lo más factible, y si no seguimos modificando la tendencia natural, es que en un futuro de tiempo no determinado entremos de nuevo en un periodo glaciar.

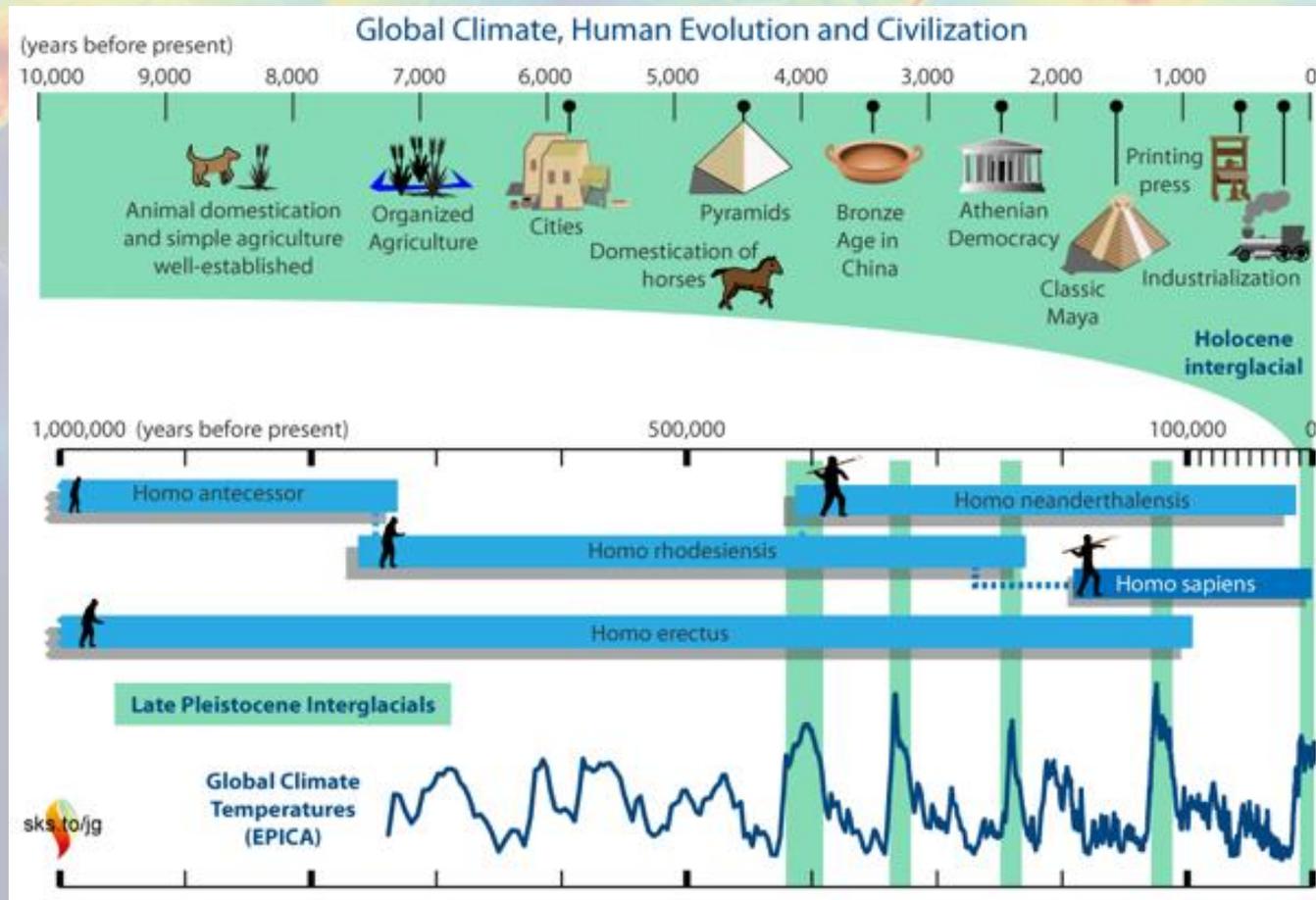
1.4. LA IMPORTANCIA DEL CLIMA PARA LOS SERES HUMANOS

Desde el origen de los primeros homínidos, hace aproximadamente 4 millones de años, los cambios climáticos han sido unos de los factores que causaron los procesos migratorios por todo el planeta. Estos se realizaron en busca de alimento y condiciones más óptimas para la vida, produciéndose la salida de nuestros ancestros del continente africano y la posterior conquista de Eurasia y después de América.



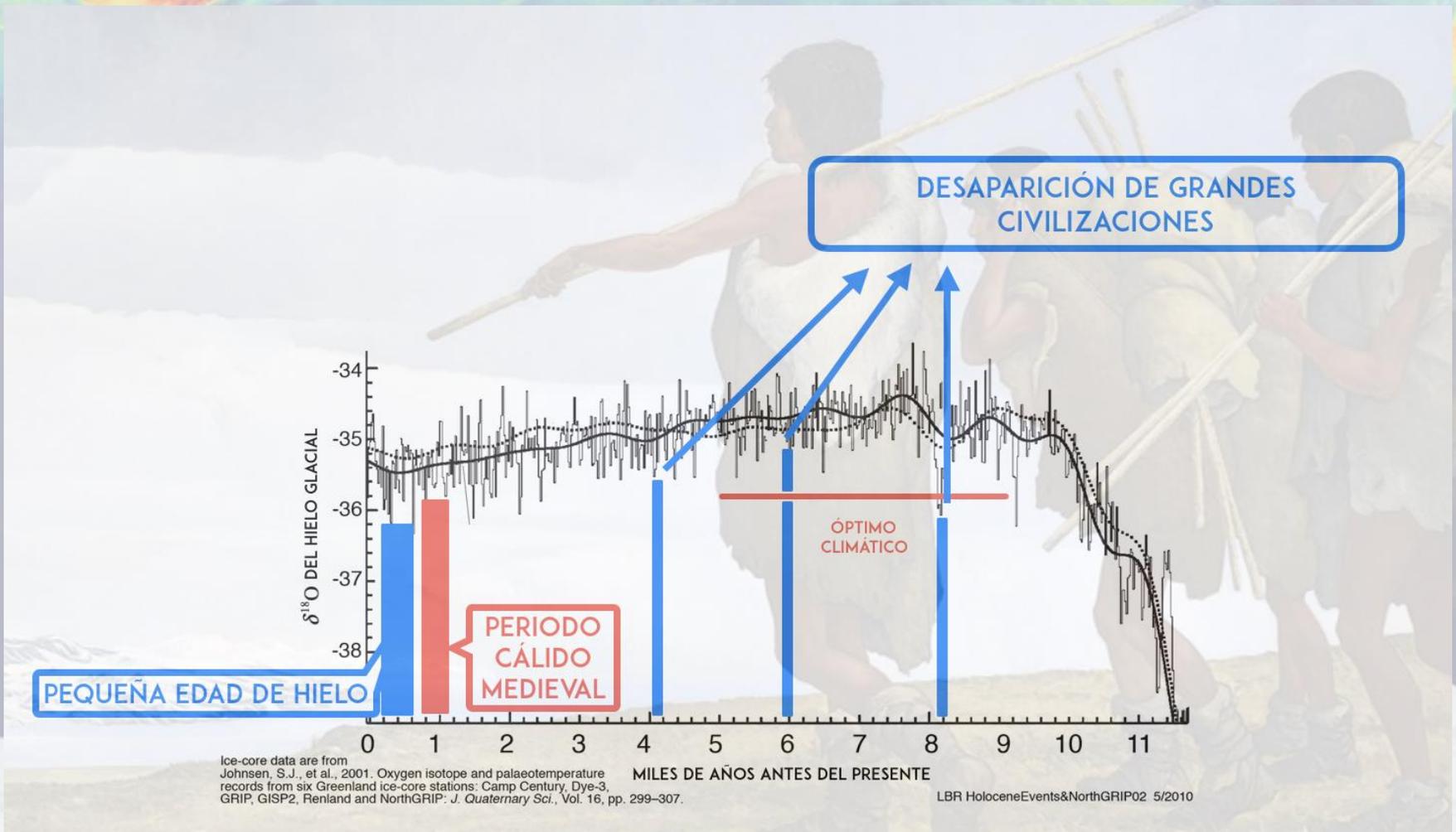
El clima determina en cierta medida el tipo de suelo y de vegetación propios de una región y por lo tanto influye en la utilización de la tierra, ya se destine a la agricultura, a bosques o a pastos para la ganadería. Por lo tanto, junto con la orografía, determinan la capacidad del suelo para alimentar a la población global.

Desde el final de la última glaciación, la Tierra ha entrado en un periodo caracterizado por un clima “suave” y “estable”. Esas condiciones, junto a un incremento poblacional, permitieron grandes progresos en la civilización humana. Durante este periodo, la temperatura media global no ha oscilado más de 1°C. Nunca habíamos experimentado un clima tan cálido como el actual.



Evolución climática en el último millón de años y su relación con el desarrollo del género *Homo*; en la parte superior se detallan los principales hitos históricos ocurridos durante el desarrollo de la civilización humana en los últimos 10.000 años (tomado de <https://www.skepticalscience.com>).

Durante los últimos miles de años, las variaciones climáticas han afectado a la productividad agrícola, las condiciones de salud, infraestructuras y nivel de conflicto que vivieron antiguos imperios y civilizaciones, causando en muchas ocasiones su auge y su caída. En los últimos mil años, hemos pasado por dos cambios climáticos significativos conocidos como el “Periodo Cálido Medieval” o el “Óptimo Climático Medieval”, entre 900 y 1300, y la “Pequeña Edad de Hielo”, entre 1300 y 1850.



Durante el **Periodo Cálido Medieval** el clima en Europa fue por lo general más cálido que el actual: veranos más calurosos e inviernos más suaves, una mejora en los cultivos y prosperidad para las poblaciones nórdicas.



PROSPERIDAD POBLACIONES NÓRDICAS



RETIRO GLACIARES



VID EN INGLATERRA

Durante la **Pequeña Edad del Hielo**, se registraron inviernos fríos y veranos suaves y húmedos causando grandes pérdidas en las cosechas y hambruna; las temperaturas medias de 1 a 2°C más bajas que las actuales: desaparición de los viñedos en Inglaterra y en Islandia el cultivo del cereal, congelación invernal de los ríos del norte de Europa, Las colonias vikingas occidentales de Groenlandia colapsaron y los nativos de América del Norte cambiaron su estilo de vida de ser agricultores a ser cazadores.



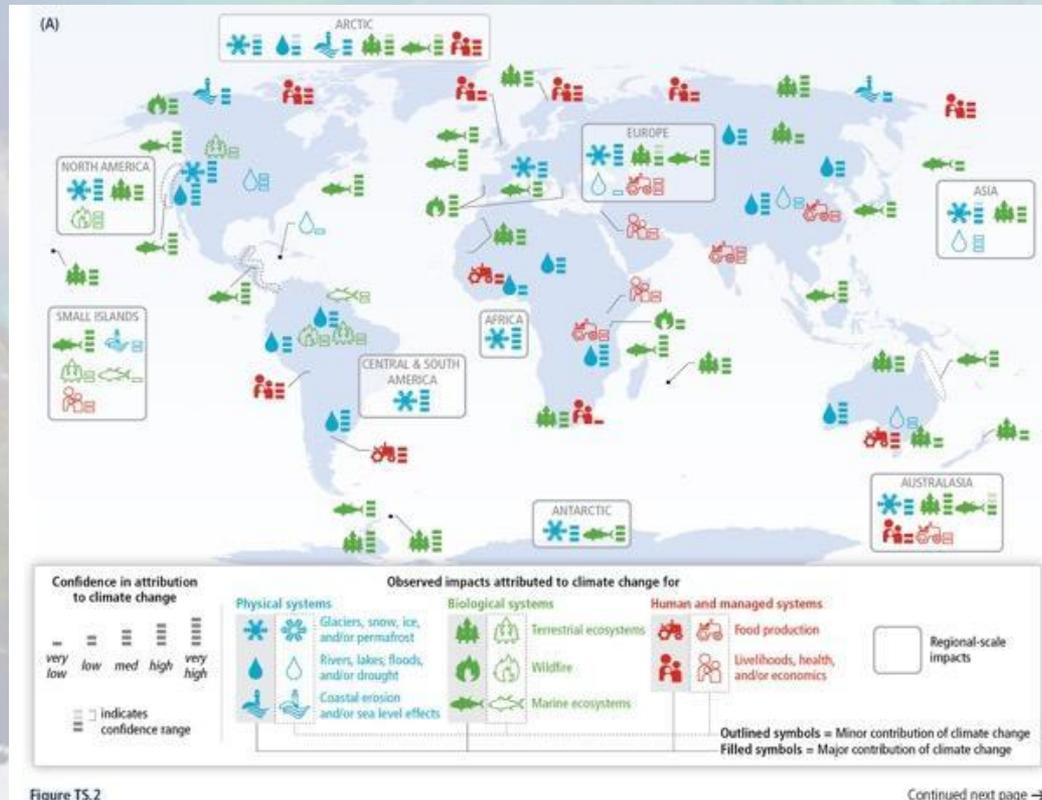
PAISAJE NEVADO
PINTURA DE:
PIETER BREUGHEL



ROTTERDAM EN EL AÑO 1825
PINTURA DE:
BARTHOLOMEUS JOHANNES VAN HOVE

No se sabe con certeza cuales son las causas de este periodo especialmente frío, pero los expertos sugieren que una reducción en la radiación solar, cambios en la circulación oceánica y atmosférica y un intenso vulcanismo pudieron ser las posibles causas.

En la actualidad, el clima controla en cierta medida la disponibilidad de agua y por tanto la producción de alimentos. El sector agrario es responsable del 20 a 25% de los gases de efecto invernadero en el mundo, un porcentaje que baja al 14% en España, según datos del IPCC. Por lo tanto, la producción y el cultivo de nuestros alimentos están a su vez directamente relacionados con el clima. A pesar del hecho de que la agricultura moderna está preparada para mantener la producción en las condiciones más adversas, hoy ya se ha visto que **el cambio climático está afectando la cantidad y la calidad de la producción de nuestros alimentos.**



Impactos sobre sistemas físicos, biológicos y la población humana y la producción de alimentos a nivel global relacionados con el cambio climático. Tomado de IPCC.

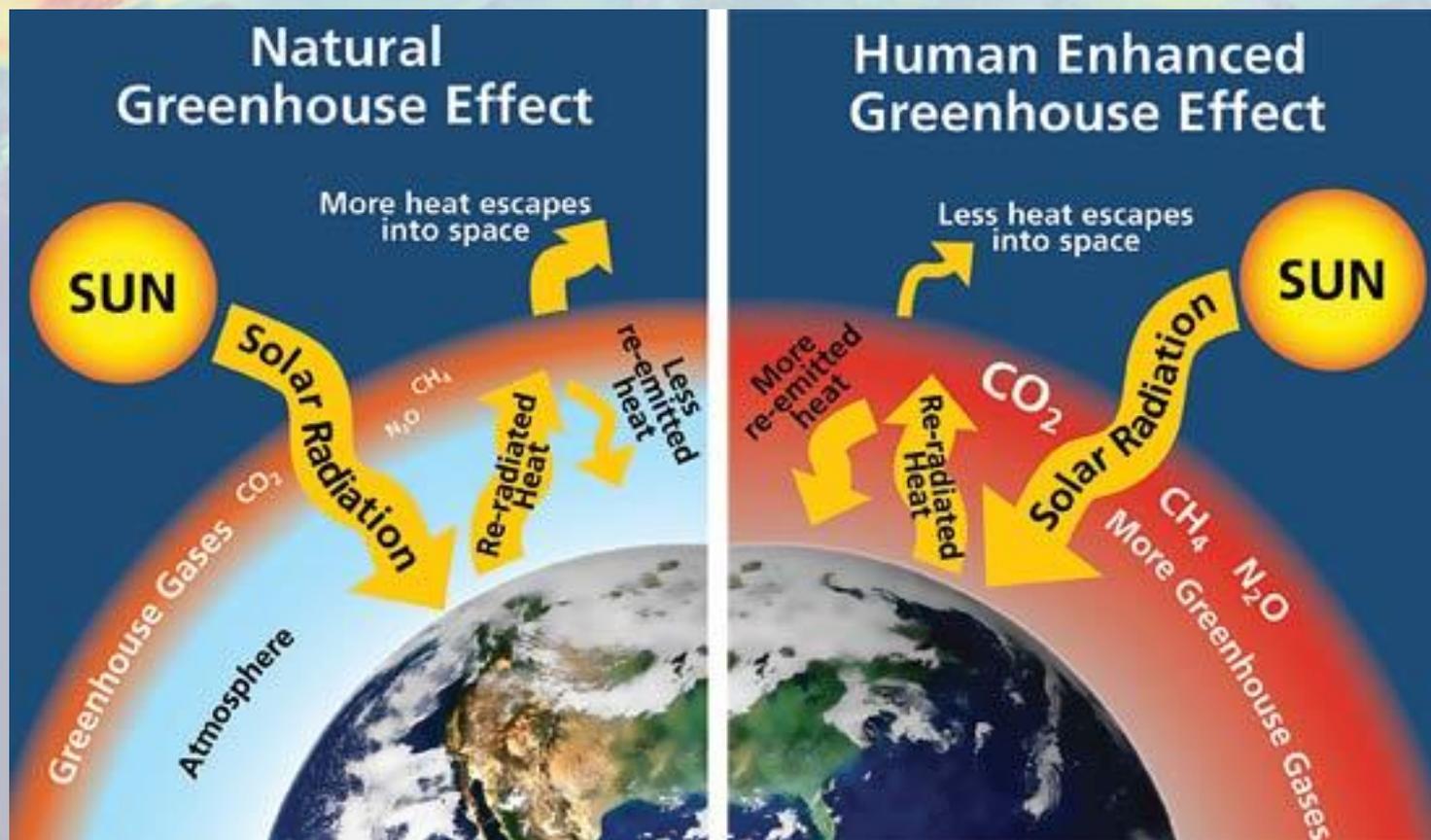
1.5. EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL CAMBIO CLIMÁTICO



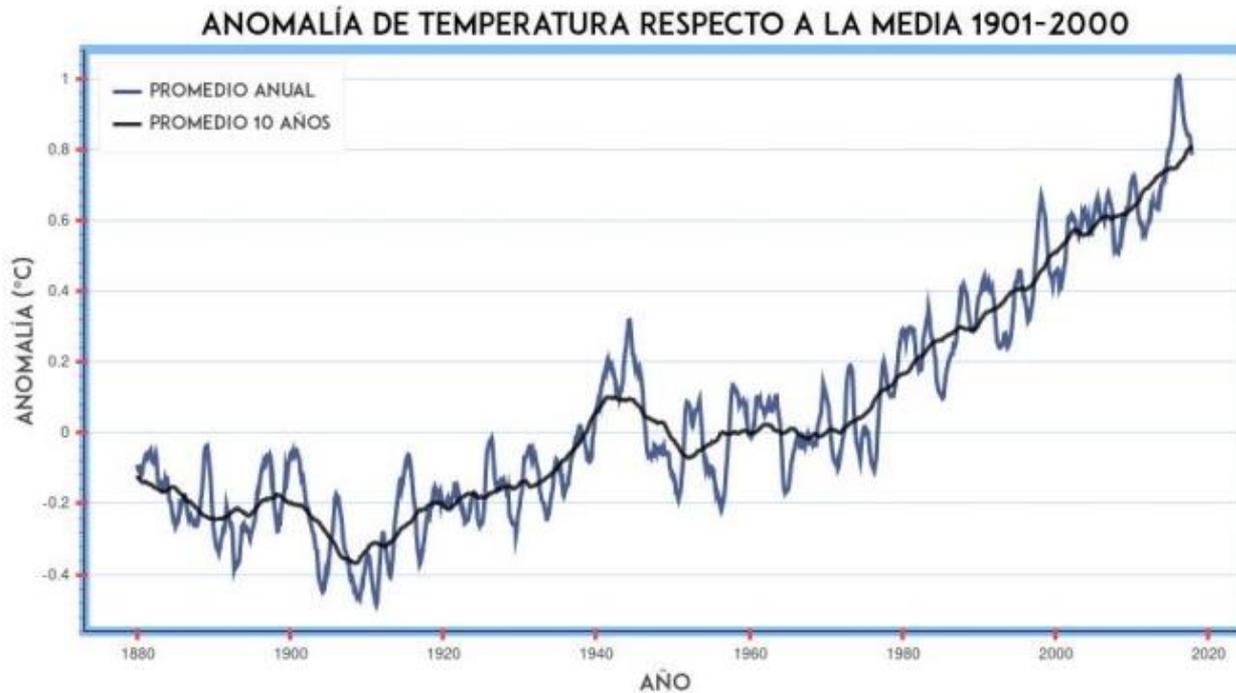
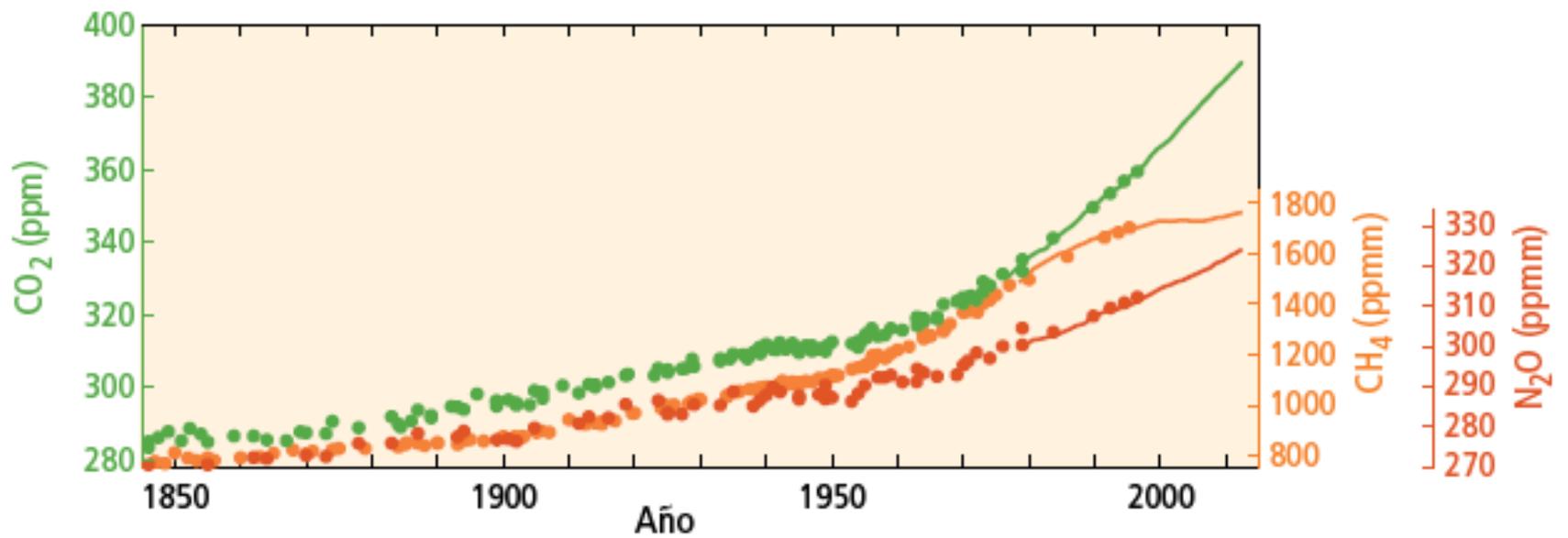
En la actualidad existe un **consenso generalizado en la comunidad científica** de que el clima está cambiando y que esta alteración es producto de la actividad humana, asociada fundamentalmente al modo de producción de bienes y alimentos y al consumo energético que se inició hace unos 150 años con la Revolución Industrial y la era de los combustibles fósiles.

El calentamiento global (que es la causa del cambio climático) se define como el aumento generalizado de las temperaturas en las últimas décadas, como consecuencia de las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O) derivados de la actividad humana (que de combustibles fósiles principalmente), que provocan variaciones en el sistema climático que de una manera natural no se producirían.

Es importante recalcar que el efecto invernadero es un proceso natural que ha permitido a la Tierra mantener las condiciones necesarias para albergar vida: sin este, la temperatura media del planeta sería de -18°C . Sin embargo, un aumento descontrolado de los gases invernadero provoca que la atmósfera retenga más calor del necesario, aumentando por tanto la temperatura media del planeta.



Fuente: <https://mrgeogwagg.wordpress.com/2015/06/24/greenhouse-effect-and-anthropogenic-warming/>



Gases de efecto invernadero en al atmósfera entre 1850 y 2000 (IPCC, 2017) y anomalía de temperatura respecto a la media entre 1880 y 2017 (NOAA).

FINAL DE LA Unidad 1
Un clima cambiante: una perspectiva científica

