

¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?

ENTENDIENDO EL CAMBIO CLIMÁTICO

Antes de explicar qué es el cambio climático es importante definir qué es el clima. El promedio del “estado del tiempo” durante un periodo largo para un lugar determinado es lo que conocemos como clima, y algunas variables que lo describen son la temperatura, la humedad, la lluvia, la cobertura de nubes y las trayectorias del viento.

El clima de la Tierra siempre ha cambiado, sin embargo, su estabilidad durante los últimos 10 mil años permitió el establecimiento de la civilización y el desarrollo de la humanidad. Sin embargo, en el último siglo el sistema climático terrestre ha experimentado cambios considerables.

La reconstrucción climática del pasado nos indica que si bien la tierra ha tenido grandes transformaciones, por ejemplo, en las eras glaciales, éstas tomaron varios miles o decenas de miles de años en ocurrir. Recientemente los componentes del sistema climático como son la temperatura de la superficie de la tierra y los océanos, y la distribución de la precipitación, han cambiado aceleradamente, al grado en que se observan cambios en periodos de décadas; a este fenómeno se le conoce como “cambio climático”.

¿CÓMO FUNCIONA EL CLIMA DE LA TIERRA?

El Sol es la fuente principal de energía; ésta llega en forma de luz visible y aproximadamente un tercio es reflejada de nuevo al espacio por las nubes y las superficies terrestres blancas como la nieve y los desiertos. El resto de esta energía (dos tercios) es absorbida por la tierra y los océanos, como consecuencia la superficie de la Tierra se calienta, pero la energía no se almacena sino que se vuelve a emitir, ahora en forma de radiación infrarroja. La temperatura del planeta es el resultado del balance entre la energía que llega del Sol y la que se refleja al espacio. Sin embargo, si esto fuera lo único que determinara la temperatura promedio del planeta, entonces la temperatura sería de -18°C. Afortunadamente, no es así y la temperatura promedio es de 15°C.



¿Entonces, qué hace posible que la Tierra tenga esta temperatura? Ciertos gases presentes en la atmósfera, en pequeñas cantidades, dejan pasar la energía en forma de luz visible, pero no dejan escapar todo el calor que se regresa en forma de radiación infrarroja al espacio. Estos gases son llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI) y se les llama así porque actúan en forma similar a los vidrios de un invernadero.

La atmósfera que rodea a la Tierra juega un papel muy importante, por un lado al proteger al planeta de radiación de alta energía (radiación UV) y por otro al absorber el calor que emite la tierra, dando lugar a las temperaturas confortables que prevalecen y que han permitido la evolución de la vida. Si no existiera la atmósfera la tierra estaría congelada y la vida no sería como la conocemos.

La atmósfera se compone principalmente de nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). El resto es vapor de agua y otros gases denominados gases traza (por que se encuentran en muy pequeñas cantidades) entre los que se encuentran los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

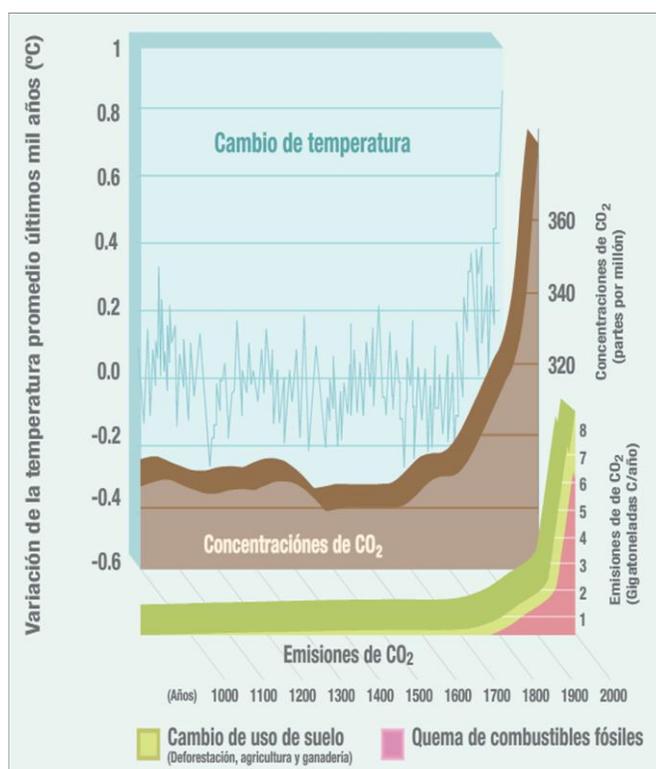
Los principales GEI son el vapor de agua (H_2O) y el bióxido de carbono (CO_2), los cuales son parte de la composición natural de la atmósfera e intervienen en ciclos fundamentales para la vida como el ciclo del agua y el ciclo del carbono. El bióxido de carbono se produce cuando los seres humanos y otros seres vivos respiramos y es utilizado por las plantas para realizar la fotosíntesis, cuando las plantas y los animales se descomponen también se libera bióxido de carbono y cuando se queman combustibles fósiles o biomasa.

Existen otros gases de efecto invernadero como el metano (CH_4) que se produce por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica y por la actividad digestiva de los rumiantes y el óxido nitroso (N_2O), que se produce naturalmente por la descomposición bacteriana de materia orgánica, pero también proviene de la producción y del uso de fertilizantes. Todos estos gases (con excepción del vapor de agua cuya cantidad es muy variable) se encuentra en cantidades muy pequeñas en la atmósfera que se miden en partes por millón (ppm).

Durante cientos de miles de años, la composición de estos gases se ha mantenido estable en la atmósfera, es decir, la naturaleza mantenía un equilibrio. Sin embargo, desde la Revolución Industrial el hombre empezó a utilizar combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y las concentraciones de bióxido de carbono y metano en la atmósfera se han incrementado a niveles que no habían existido en por lo menos medio millón de años. En otras palabras, la actividad humana ha roto el equilibrio en el que se encontraban los ciclos naturales y ha modificado significativamente la composición química de la atmósfera.

Por ejemplo, la concentración del bióxido de carbono (CO_2) que se había mantenido entre 200 y 280 ppm el último medio millón de años, actualmente se registra una concentración por encima de las 390 ppm 40% mayor de lo que la Tierra mantenía en equilibrio antes de los últimos 160 años.

En virtud de que los GEI contribuyen a retener parte de la energía emitida por la superficie terrestre al aumentar su concentración es de esperarse un incremento de la temperatura promedio del planeta y efectivamente eso es lo que está ocurriendo como se muestra en la figura.



La temperatura promedio del planeta se incrementó en promedio 0.7 °C durante el Siglo XX, en la gráfica se puede ver la estrecha relación entre el acelerado crecimiento en las emisiones y la concentración de bióxido de carbono y el aumento en la temperatura promedio de la Tierra.

¿Por qué un aumento tan pequeño en la temperatura causa tanta preocupación? y ¿cuál es la relación de la temperatura con los cambios que se están dando en el clima del planeta?

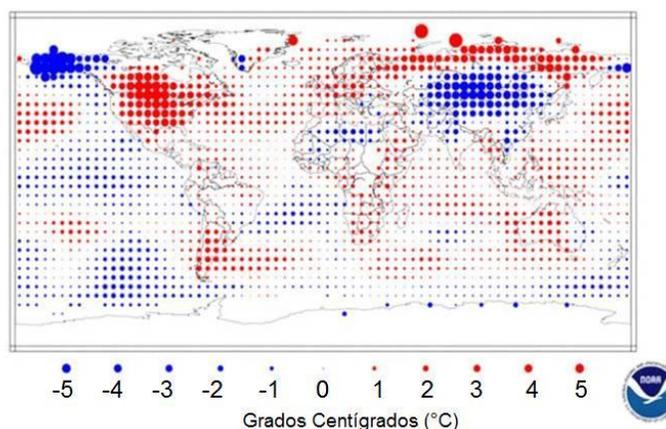
El clima es un sistema complejo en el cual interactúan muchos factores, entre ellos la radiación solar, los parámetros de la Tierra y su órbita (la distancia del sol y ángulo de inclinación), la composición de la atmósfera, el ciclo del agua, así como las características de la superficie terrestre y de la biósfera.

Una alteración en alguno de éstos puede causar alteraciones en los demás, incluso un cambio pequeño en alguna variable puede alterar el resto. Es importante tomar en cuenta que al decir que la temperatura ha incrementado 0.7°C , se está hablando de un incremento promedio en la temperatura global, pero que este promedio viene dado por cambios mucho mayores en distintas zonas del planeta.

Variación Global de la Temperatura durante Enero de 2012

(Respecto al periodo base de 1971 al año 2000)

National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



Se observa cómo en algunas zonas frías, principalmente en el hemisferio norte, el cambio de temperatura llega a ser de hasta $+3^{\circ}\text{C}$, lo cual provoca el derretimiento de glaciares y masas de hielo. Por otro lado en algunas partes de los océanos se detectan incrementos en temperatura de entre $+3$ y $+4^{\circ}\text{C}$, lo cual incrementa la posibilidad de que se formen huracanes más intensos.

La ciencia nos indica que como resultado de algunos grados de calentamiento, la cantidad de vapor de agua en el aire aumenta, por ejemplo un incremento de 3°C en la temperatura promedio de la tierra incrementaría el vapor de agua en un 25%. Este vapor

asciende hacia las nubes y posteriormente se condensa en forma de lluvia, por lo que podemos esperar que la cantidad de lluvia aumente en la misma proporción. De la misma manera que llueve más fuerte en lugares que ya son húmedos, al mismo tiempo se incrementa la intensidad, duración y extensión geográfica de las sequías. De esta manera, los eventos extremos de inundación y sequía aumentan considerablemente en un mundo más caliente.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la misión de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas y de formular estrategias de respuesta realistas.

Actualmente el IPCC se integra por más de 4,000 científicos de todo el mundo y en 2007 recibió el Premio Nobel de la Paz. Desde su establecimiento, ha producido una serie de informes de evaluación (1990, 1995, 2001 y 2007), Informes Especiales, Documentos Técnicos y Guías Metodológicas que son obras de referencia de uso común, ampliamente utilizadas por responsables de políticas, científicos y otros expertos y estudiosos del clima.

¿QUÉ EVIDENCIAS SE TIENE DEL CAMBIO CLIMÁTICO?

El último reporte publicado en 2007 presenta los siguientes resultados:

- El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar.
- Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, más de un 40% entre 1970 y 2004.
- Las concentraciones atmosféricas mundiales de bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) han aumentado notablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, y son actualmente muy superiores a los valores preindustriales, determinados a partir de núcleos de hielo que abarcan cientos de miles de años.

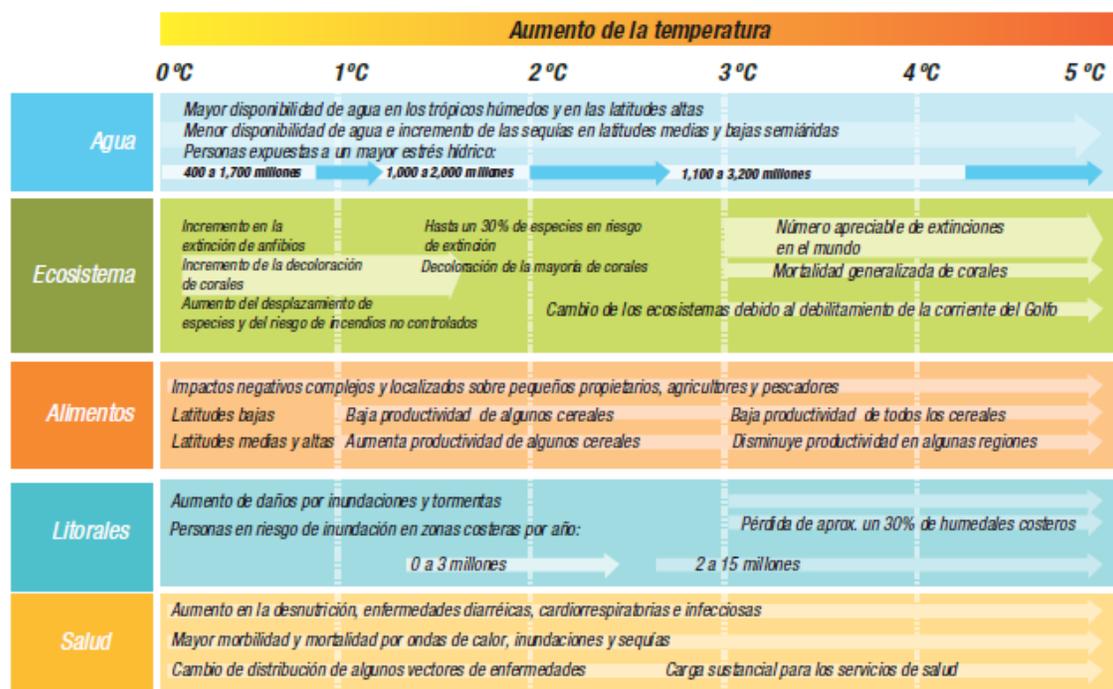
Y concluye que **es 90% probable que el cambio que se observa actualmente en el clima se deba a las actividades humanas.**

Con respecto al futuro, el IPCC indica que:

- Hay un alto nivel de coincidencia y abundante evidencia respecto a que con las políticas y prácticas de desarrollo actuales las emisiones mundiales de GEI seguirán aumentando en las próximas décadas.
- De continuar creciendo las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentaría y el sistema climático mundial experimentaría durante el siglo XXI numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el siglo XX.
- El cambio climático provocado por el hombre y el aumento del nivel del mar se mantendrán por siglos debido a la magnitud de las escalas de tiempo asociadas a los procesos climáticos, aún si se estabilizan las concentraciones de GEI.
- La alteración de la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, sumada al aumento del nivel del mar, tendrán previsiblemente efectos extremadamente adversos sobre los sistemas naturales y humanos.

¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS DE ESTOS CAMBIOS PARA FINALES DEL SIGLO XXI?

Para establecer las proyecciones futuras, también se han utilizado modelos matemáticos y se han elaborado pronósticos del comportamiento de la temperatura en el futuro para diferentes escenarios de emisiones de GEI, en los que se estima que para finales del siglo XXI la temperatura promedio mundial podría incrementar entre 1.1 y 6.4° C, estas estimaciones se basan en distintos escenarios de concentraciones atmosféricas de bióxido de carbono equivalente (CO₂e) que van desde 600 hasta 1550 ppm. Algunas de las consecuencias esperadas por un incremento en la temperatura se presentan en la siguiente figura.



Si bien las proyecciones detalladas sobre el incremento en la temperatura para finales de Siglo, y por ende los efectos que se tendrían, aún presentan algunas interrogantes, con la información actual es posible establecer que sí existe un riesgo considerable para la sociedad y sus actividades.

Este riesgo significa un incremento de la probabilidad para los eventos climáticos extremos graves y muy graves. Por ejemplo, se anticipa una mayor frecuencia e intensidad de huracanes, sequías, inundaciones e incendios, que conllevarán elevados costos humanos y económicos. También se esperaría una reducción en la productividad agrícola, lo cual pondría en riesgo la seguridad alimentaria. El incremento del nivel del mar implicaría cada vez mayores riesgos para la población mundial asentada en zonas costeras. Finalmente, el mayor riesgo consiste en que se podrían generar perturbaciones mucho más dramáticas e irreversibles, por ejemplo la desaparición de la selva del Amazonas o el deshielo total del Ártico, mismas que crearían un clima terrestre completamente diferente al que hemos conocido.

¿EXISTE SOLUCIÓN?

Para frenar el problema del cambio climático es necesario estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera a un nivel que evite una interferencia climática antropogénica

peligrosa. La noticia alentadora es que sí hay soluciones para lograr este objetivo, lo que requiere de acciones en todos los niveles. Una de las más importantes es que los gobiernos de todos los países, principalmente los mayores emisores, se pongan de acuerdo para regular las emisiones de GEI. Esto se puede alcanzar poniendo un precio a las emisiones y también a través del desarrollo y empleo de fuentes de energía alternativa como la solar, la eólica y la nuclear de última generación. Hacer más eficiente el uso de la energía, que es una medida factible de implementar casi de forma inmediata. Promover acciones de reforestación y evitar la deforestación y actuar en forma prudente con respecto al uso de la energía y en general de los recursos naturales. También es importante llevar a cabo acciones de adaptación orientadas a reducir la vulnerabilidad de las personas, de la infraestructura y de los ecosistemas ante los efectos adversos del cambio climático, especialmente en las zonas vulnerables a los eventos climáticos extremos.

El cambio climático al igual que el agotamiento de la capa de ozono son prueba fehaciente del daño que las actividades humanas ejercen sobre la Tierra. Las soluciones requieren del compromiso de todos los sectores de la sociedad. Las estrategias de mitigación y las medidas de adaptación necesitan de la colaboración de la comunidad científica, economistas, expertos en tecnología y energía, empresarios, tomadores de decisiones y la población en general. Afortunadamente se sabe cómo resolver el problema, pero es urgente que los gobiernos lleguen a un acuerdo global.