

El término efecto invernadero hace referencia al fenómeno por el cual la Tierra se mantiene caliente y también al calentamiento general del planeta.

La Tierra recibe el calor del Sol y algunos gases de la atmósfera, denominados “de invernadero” como el dióxido de carbono, el metano o el dióxido de nitrógeno, se encargan de retenerlo evitando que parte de ese calor retorne al espacio.



FOTO 5. Mecanismo del efecto invernadero.

En pequeñas concentraciones estos gases son vitales para nuestra supervivencia. Cuando la luz solar llega a la Tierra, atraviesa la atmósfera y llega al suelo, pero no toda esa energía es aprovechada, una parte es devuelta al espacio. Como la Tierra es mucho más fría que el Sol, no puede devolver la energía en forma de luz y calor, por eso la envía de forma infrarroja.

Los gases invernadero absorben esta energía infrarroja como una esponja calentando tanto la superficie de la Tierra como el aire que la rodea. Sin esas condiciones, probablemente la vida nunca hubiera podido desarrollarse.

El efecto de calentamiento que producen los gases se llama efecto invernadero: la energía del Sol queda atrapada por los gases del mismo modo en que el calor queda atrapado detrás de los vidrios de un invernadero.

1. HISTORIA.

Desde la revolución agrícola del Neolítico, es decir, desde que el hombre se hizo sedentario y comenzó a utilizar la agricultura como medio de abastecimiento, el aumento de la concentración de los gases invernaderos provenientes de diversas actividades humanas ha provocado la intensificación de este fenómeno y ha sido a partir de la Revolución Industrial cuando estos gases se han incrementado considerablemente.

Los cambios climáticos de la Tierra (como la Edad del Hielo), han sido procesos naturales y paulatinos. Sin embargo, en el siglo XVIII la historia comenzó a cambiar. El hombre, necesitaba cada vez más alimentos, ropas, muebles, casas. Se mantenían enormes ganados y se cultivaban grandes extensiones de terreno. Y para aumentar la producción de todo tipo de bienes, inventó la industria. Cada año, nuevas máquinas empezaron a facilitar el trabajo del hombre.

Todas estas máquinas necesitaban energía para funcionar que se conseguían a partir de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural. A pesar de que al parecer esta práctica solo traía beneficios, más tarde se comprobó que al quemar los combustibles fósiles, se producían grandes cantidades de gases invisibles que se expandieron por la atmósfera. Las enormes plantaciones, el mantenimiento de animales y las talas de bosques también producían o no evitaban gases invernadero como el CO₂, N₂O, CFC etc.

Desde la Revolución Industrial, y debido a las demandas del hombre, cada año se incorporaban más y más gases de invernadero a la atmósfera. Desde el siglo XVIII la cantidad de estos gases se ha duplicado y nuestra atmósfera se está volviendo más densa.

2. DESARROLLO.

Svante Arrhenius (1859-1927) fue un científico Sueco y primero en proclamar en 1896 que los combustibles fósiles podrían dar lugar o acelerar el calentamiento de la tierra. Estableció una relación entre concentraciones de dióxido de carbono atmosférico y temperatura. También determinó que la media de la temperatura superficial de la tierra es de 15°C debido a la capacidad de absorción de la radiación Infrarroja del vapor de agua y el Dióxido de Carbono. Esto se denomina el efecto invernadero natural. Arrhenius sugirió que una concentración doble de gases de CO₂ provocaría un aumento de temperatura de 5°C. Él junto con Thomas Chamberlin calculó que las actividades

humanas podrían provocar el aumento de la temperatura mediante la adición de dióxido de carbono a la atmósfera. Esta investigación se llevo a cabo en la línea de una investigación principal sobre si el dióxido de carbono podría explicar los procesos de hielo y deshielo (grandes glaciaciones) en la tierra. Esto no se verifico hasta 1987.

Después de los descubrimientos de Arrhenius y Chamberlin se olvido el tema durante un tiempo. En este tiempo se pensaba que la influencia de las actividades humanas eran insignificantes comparadas con las fuerzas naturales, como la actividad solar, movimientos circulatorios en el océano. Además, se pensaba que los océanos eran grandes captadores o sumideros de carbón que cancelarían automáticamente la contaminación producida por el hombre. El vapor de agua se consideraba un gas invernadero con mayor influencia.

En 1940 se produjeron desarrollos en las mediciones de radiaciones de onda larga mediante espectroscopia de Infrarrojo. En este momento se comprobó que el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera provoca una mayor absorción de radiación Infrarrojo. También se comprobó que el vapor de agua absorbe radiaciones diferentes que el dióxido de carbono. Gilbert Plass resume estos resultados en el año 1955. El concluye en que la adición de dióxido de carbono a la atmósfera capta la radiación Infrarroja que se perdería al la atmósfera externa y al espacio, provocando un sobrecalentamiento de la tierra.

El argumento que los océanos absorberían la mayoría del dióxido de carbono permanecía intacta. Sin embargo, en 1950 se encontró evidencia suficiente que el dióxido de carbono tenia una vida en la atmósfera de 10años. Además, no se conocía todavía que pasaría a una molécula de dióxido de carbono cuando se disuelve en el océano. Podría ser que la capacidad de retención de dióxido de carbono por los océanos fuera limitada, o el dióxido de carbono se liberara de nuevo a la atmósfera después de algún tiempo. Se llevo a cabo investigación que demostraría que los océanos no eran sumideros de carbono para todo el CO₂ atmosférico. Solo un tercio del CO₂ antropogénico puede ser retenido por los océanos.

En los años finales de la década de los cincuenta y principio de 1960, Charles Keeling usaba la tecnología mas avanzada para producir curvas de concentración de CO₂ atmosférico en la Antártica y Mauna Loa. Estas curvas han sido uno de las señales y pruebas más grandes sobre el calentamiento de la tierra. Las curvas muestran una tendencia de disminución de las temperaturas registradas entre los años 1940 a 1970. Al mismo tiempo investigación sobre los sedimentos oceánicos muestra que han existido

no menos de 32 ciclos de calor-frío en los últimos 2,5 millones de años en lugar de solo cuatro como se pensaba. De esta manera, se comienza la alarma de que una nueva edad de hielo este cerca. Los medios de comunicación y muchos científicos ignoraron los datos científicos de entre 1950 y 1960 en favor de un enfriamiento global.

En los años 1980, finalmente, la curva de temperatura media anual global comienza a aumentar. La gente comienza a cuestionar la teoría de una edad de hielo. En los años 1980 la curva comienza a mostrar aumentos de la temperatura global tan intensos que la teoría sobre calentamiento global comienza a ganar terreno. Las ONG medioambientales (Organizaciones No Gubernamentales) comienzan a establecer la necesidad de protección global del medio ambiente para prevenir un calentamiento global de la tierra. La prensa comienza a intervenir y pronto se convierte en primeras noticias a escala global. Se

publican fotos de chimeneas humeantes al lado de fotos de capas de hielo derretidas o desastres naturales como inundaciones. Tan fuerte fue el poder de los medios de comunicación que crean una presión social que comienza a calar en la gente, sobre el cambio climático e impactos

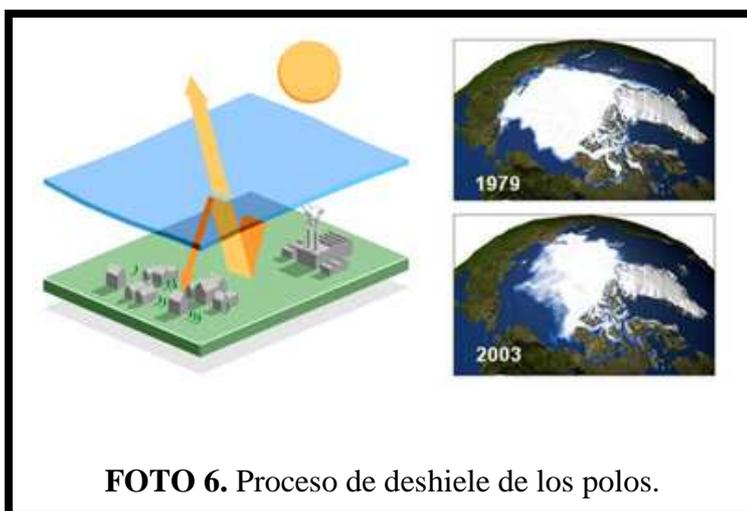


FOTO 6. Proceso de deshielo de los polos.

negativos. Stephen Schneider predijo por primera vez el calentamiento global en el año 1976. Esto le convirtió en el mayor experto y liderazgo en relación al calentamiento global.

En 1988 se reconoce finalmente que el clima es mas caliente que antes de 1880.

Se reconoció la teoría del efecto invernadero y se estableció el Panel Intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC) por el Programa medioambiental de las Naciones Unidas y la Organización Mundial Meteorológica. El propósito de esta organización es predecir el impacto de los gases de efecto invernadero teniendo en cuenta modelos previstos sobre el clima e información bibliografica.El Panel consiste en mas de 2500 científicos y expertos técnicos de mas de 60 países de todo el mundo.

Los científicos pertenecen a a distintos campos de investigación como climatología, ecología, economía, medicina y oceanografía. El IPCC se reconoce como

el grupo de cooperación científica pionero mas grande de la historia. El IPCC informa sobre el cambio climático mediante informes en 1992 y 1996, y la versión mas reciente en 2001. En los años noventa los científicos comienzan a cuestionarse nuevamente la teoría de efecto invernadero, debido a datos no fiables en la información y los modelos que se están publicando. Se empieza a cuestionar la base científica de la teoría, por ser datos relativos a la temperatura global media. Se cree que las mediciones llevadas a cabo no eran correctas y que se omitía los datos sobre el papel de los océanos. Las tendencias o periodos de enfriamiento no se explicaban con estos datos sobre el calentamiento global y los satélites muestran record de temperatura diferentes de las establecidas en un principio. Comienza a dar importancia a la idea de que el los modelos de calentamiento global han sido sobreestimados en relación a la tendencia de calentamiento de los últimos 100 años. Esto causo que el IPCC revisara los datos y relaciones establecidas desde un principio, pero esto no les hizo reaccionar reconsiderando si la tendencia al calentamiento global existe realmente o no. Actualmente es bien sabido que 1998 fue el año mas calido registrado, seguido de 2002, 2003, 2001 y 1997. Los 10 años mas calientes han sido registrados desde 1990.

Los registros sobre el clima de la IPCC son debatidos todavía por muchos científicos, dando lugar a nuevos proyectos de investigación y respuestas de reacción a los escépticos del IPCC. Esta discusión sobre el cambio climático continuo hoy en día y la información es constantemente revisada y renovada. Los modelos se debaten, adaptan y actualizan con nuevas teorías de forma continua. Por ahora no existen demasiadas medidas referente al cambio climático. Esto es debido a que todavía existe mucha incertidumbre sobre la teoría sobre el cambio climático. Pero el cambio climático es un problema global y difícil de resolver por los países de manera individual. Por esto, en 1998 se estableció el protocolo de Kyoto en Kyoto, Japón. Este es un instrumento para la participación de todos los países firmantes para reducir las emisiones de gases invernadero como (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, and SF₆) para al menos 5% por debajo de los niveles de 1990 en el periodo de servicio de 2008 al 2012. El protocolo de Kyoto fue firmado en Bonn en el año 2001 por 186 países. Varios países como EE.UU. y Australia se han retirado.

Desde 1998 en adelante la terminología sobre el efecto invernadero empieza a cambiar como resultado de los medios de comunicación. El efecto invernadero como término se empieza a usar cada vez con menos frecuencia como teoría y las personas comienzan a referirse a la teoría como calentamiento global o cambio climático.

3. CAUSAS.

Hoy en día se está produciendo un incremento espectacular del contenido en anhídrido carbónico en la atmósfera a causa de la quema indiscriminada de combustibles fósiles como el carbón y la gasolina, y de la destrucción de los bosques tropicales. Así, desde el comienzo de la Revolución Industrial, el contenido en anhídrido carbónico se ha incrementado un 20%. Frente a esto la actitud más sensata es la prevención.

Obtener un mayor rendimiento de la energía, así como utilizar energías renovables, produciría una disminución del consumo de combustibles fósiles y, por lo tanto, del aporte de anhídrido carbónico a la atmósfera. Esta prevención también incluiría la reforestación con el fin de aumentar los medios naturales de eliminación de anhídrido carbónico.

4. EFECTOS.

Es un hecho comprobado que la temperatura superficial de la Tierra está aumentando a un ritmo cada vez mayor. Si se continua así, la temperatura media de la superficie terrestre aumentará 0,3 °C por década. Además habrá un aumento de sequías en unas zonas e inundaciones en otras, un progresivo deshilo de los casquetes polares, con la consiguiente subida de los niveles de los océanos. Un aumento de sólo 60 centímetros podría inundar las tierras de Bangladesh.

Los ecosistemas como los bosques húmedos sufrirían también las consecuencias, con lo que se perderían muchas especies animales y vegetales. Un aumento de las zonas desérticas, la erosión de tierras cultivables, lo cual supondría un golpe para la agricultura que afectaría directamente a la población, aumentarían la hambruna, las plagas favorecidas por el calor, las nuevas enfermedades etc. Más incendios forestales, se secarían muchos ríos reduciéndose las fuentes de obtención de agua corriente.

Otros de los muchos efectos serán la mayor frecuencia de formación de huracanes, el incremento de las precipitaciones a nivel planetario, (lloverá menos días pero más torrencialmente) y un aumento de días calurosos traducidos en olas de calor.

4.1. Plantas.

En principio el aumento de las emisiones de CO₂ debe estimular la fotosíntesis de ciertas plantas, y una duplicación de esas emisiones acelerar el ritmo de estas del 30 al 100%. Ciertos experimentos realizados en laboratorios confirman la hipótesis de que las plantas que absorben mayor cantidad de carbono crecen más rápidamente.

Como consecuencia de los valores altos de la fotorrespiración, las plantas de ciclo C₃ tienen el punto de compensación del dióxido de carbono mucho más elevado (de 50 a 150ppmm), mientras que las C₄ solo alcanzan valores (de 0 a 100ppm). Esto significa que las plantas C₃ gastan más sustancia por respiración y fotorrespiración, tienen una asimilación neta menor puesto que la diferencia entre lo que producen en la fotosíntesis y lo que gastan por oxidación, es poca. Sin embargo, el bajo punto de compensación de las C₄ indica que su producción fotosintética es muy superior a sus gastos y es su baja tasa de fotorrespiración uno de los factores que permiten a estas plantas alcanzar valores más elevados de su asimilación neta. Otro factor que también influye es la alta capacidad de asimilar CO₂ en un ciclo C₃ y uno C₄ a la vez.

En las plantas C₃, que poseen altos valores de fotorrespiración, se produce una inhibición de la fotosíntesis neta por efecto de las bajas concentraciones de CO₂ y una elevada concentración de oxígeno, los cuales compiten por la enzima rubisco, que al reaccionar con el oxígeno produce el ácido glicólico, que es el sustrato de la fotorrespiración, este CO₂ que se pierde por las hojas iluminadas de las plantas C₃ es un factor importante que se atribuye a la baja asimilación neta de estas plantas.

Se ha comprobado también que un incremento de concentración de CO₂ externo del valor normal reduce la cantidad de ácido glicólico que se sintetiza. Como las plantas C₃ poseen solo el ciclo de Calvin, en la fotosíntesis solo asimilan el CO₂ por este proceso, no siendo así para las plantas C₄ que además tienen una vía adicional de este CO₂ a través del fosfoenlpiruvato, el cual se transforma en malato y aspartato, responsables estos de enviar desde los cloroplastos CO₂ a las células perivasculares, teniendo siempre altas concentraciones del mismo aún con sus estomas casi cerrados, además en los cloroplastos del mesófilo presentan un número reducido de peroxisomas, encontrándose en grandes cantidades en las células perivasculares, por lo que en estas plantas C₄ la fotorrespiración es inapreciable, no siendo así en las C₃, las cuales presentan un gran número de peroxisomas en las células del mesófilo si las concentraciones de CO₂ son bajas y predomina el oxígeno. Al elevarse dichas concentraciones esta síntesis se vería afectada, por lo que se afectaría la

fotorrespiración, beneficiándose así la fotosíntesis y en consecuencia un incremento en la productividad de muchas plantas.

Al aumentar la fotosíntesis se favorece la respiración y la formación de biomasa, teniendo lugar la productividad biológica y agrícola, aumentando así la calidad y cantidad de las cosechas.

El incremento de la productividad de los cultivos con enriquecimiento de CO₂ está también relacionado con la conductancia estomacal y la transpiración, las cuales disminuyen y mejoran grandemente la utilización del uso del agua de todos los cultivos, por lo que el incremento de la concentración de CO₂ no debe verse como un factor aislado, sino relacionado con otros como: temperatura, iluminación, agua, nutrientes minerales etc que pueden influir en procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas.

Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados, el efecto invernadero, contribuye a mejorar la productividad agrícola en los diferentes tipos de cultivo de interés económico, atendiendo a las características propias de cada uno y a los factores ambientales que influyen sobre los mismos.

4.2. Salud humana y animal.

Las relaciones existentes entre las enfermedades humanas y la exposición a la contaminación no son sencillas, ni se conocen con exactitud. No obstante, existen pruebas abundantes de que en general, las concentraciones elevadas de contaminantes en el aire son peligrosas para los seres humanos y animales.

Los efectos que producen sobre la salud se ponen claramente de manifiesto por el aumento de la mortalidad, sobre todo en las personas de edad avanzada o en los individuos más sensibles. Más difíciles de discernir son los efectos que, a largo plazo, pueden producir las exposiciones episódicas a elevadas concentraciones medias y bajas de contaminantes.

Se ha comprobado la relación existente entre la contaminación atmosférica, producida por partículas en suspensión y anhídrido sulfuroso, y la aparición de bronquitis crónica caracterizada por la producción de flemas, la exacerbación de catarros y dificultades respiratorias tanto en los hombres como en las mujeres adultas. Se ha observado igualmente, que cuando las concentraciones tanto de SO₂ como de partículas en suspensión superan los 500 microgramos / M³ de aire, como promedio de 24 horas, se produce un aumento de la mortalidad en la población general, siendo los grupos más sensibles los individuos con procesos cardiacos o pulmonares.

Es de destacar que las concentraciones de partículas en suspensión y de SO₂ que pueden provocar la aparición de efectos sobre la salud, pueden variar de un lugar a otro según cuales sean las características físicas y químicas de las partículas, y en función de la presencia en el aire de otros contaminantes que puedan producir efectos sinérgicos con aquellos, es decir, que aparezcan simultáneamente y por lo tanto su efecto sea mayor.

La presencia en el aire de elevadas concentraciones de monóxido de carbono, representa una amenaza para la salud. El monóxido carbónico inhalado se combina con la hemoglobina de la sangre, dando lugar a la formación de carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de la sangre para transportar el oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos.

Se ha comprobado que una saturación de carboxihemoglobina por encima de 10% puede provocar efectos sobre la función psicomotora que se manifiesta con síntomas de cansancio, cefálea y alteraciones de la coordinación. Por encima del 5% de saturación se producen cambios funcionales cardiacos y pulmonares y se aumenta el umbral visual.

Los óxidos de nitrógeno, son contaminantes igualmente peligrosos para la salud. La mayor parte de los estudios relativos a sus efectos se han ocupado sobre todo del NO₂, ya que es el más tóxico. Los efectos producidos por el NO₂ sobre los animales y los seres humanos afectan, casi por entero, al tracto respiratorio. Se ha observado que una concentración media de 190 microgramos de NO₂ /m³ de aire, superada el 40% de los días, aumenta la frecuencia de infecciones de las vías respiratorias en la población expuesta.