

Efectos Ambientales de los Incrementos Atmosféricos de Dióxido de Carbono

Arthur B. Robinson, Ph.D.

Noah E. Robinson, Ph.D.

Willie Soon, Ph.D.

Traducido por Carlos Ochoa

ABSTRACTO. Una revisión de la literatura de investigación concerniente a las consecuencias ambientales de los incrementos en los niveles de dióxido de carbono atmosférico lleva a la conclusión de que los incrementos durante el siglo 20 y primera parte del siglo 21 no han producido ningún efecto destructivo sobre el clima de la Tierra. Los aumentos de dióxido de carbono, sin embargo, han incrementado notoriamente el crecimiento de las plantas. Las predicciones de efectos climáticos dañinos debidos a futuros incrementos en el uso de hidrocarburos y de gases de invernadero menores como el CO₂ no se ajustan a los datos experimentales actuales. Se discuten aquí también los efectos ambientales de una rápida expansión en las industrias nuclear y de hidrocarburos.

Resumen

Líderes políticos se reunieron en Kyoto, Japón en Diciembre de 1997 para considerar un tratado global que restrinja la producción humana de “gases de tipo invernadero”, principalmente dióxido de carbon (CO₂). Temían que el CO₂ resultara en un “calentamiento global causado por los humanos”—hipotéticamente severos incrementos en las temperaturas de la Tierra, con consecuencias ambientales desastrosas. Durante los últimos 10 años, ha habido muchos esfuerzos políticos para forzar a que todo el mundo esté de acuerdo con el tratado de Kyoto.

Cuando nosotros analizamos éste asunto en 1998,^{1,2} los registros de satélite existentes eran escasos y estaban centrados en un período de tendencias cambiantes de temperaturas intermedias. Ahora se han adquirido datos experimentales adicionales, así que hoy existen mejores respuestas a las preguntas originadas por la hipótesis del “calentamiento global causado por la especie humana”.

La temperatura promedio de la Tierra ha variado dentro de un rango de unos 3 °C durante los últimos 3,000 años. En la actualidad está aumentando a medida que la Tierra se recupera del período conocido como la Pequeña Edad de Hielo, como se muestra en la Figura 1. George Washington y su ejército estuvieron en el valle Forge durante la época más fría en 1,500 años, pero aún entonces la temperatura no estuvo más que aproximadamente 1° centígrado por debajo del promedio de 3,000 años.

La parte más reciente de éste período de calentamiento queda reflejada por el acortamiento de los glaciares del mundo, como se muestra en la Figura 2. Los glaciares normalmente se alargan ó acortan en una correlación retrasada con las tendencias de enfriamiento y calentamiento. Los acortamientos tienen un retraso de unos 20 años con respecto a las temperaturas, de manera que el calentamiento actual empezó cerca del 1800.

La temperatura atmosférica es regulada por el sol, que fluctúa en actividad como se muestra en la Figura 3; por el efecto de gases de invernadero, mayormente causado por el vapor de agua atmosférico (H₂O); y por otros fenómenos que son aún más pobremente entendidos. Mientras que el principal gas de invernadero H₂O calienta substancialmente a la Tierra, gases de invernadero menores tales como el CO₂ tienen un efecto pequeño, como se muestra en las Figuras 2 y 3. El incremento sextuplicado en el uso de hidrocarburos desde 1940 no ha tenido un efecto notable sobre la temperatura atmosférica ó sobre los acortamientos de las longitudes de los glaciares.

Mientras que la Figura 1 es ilustrativa de la mayoría de las localidades geográficas, existe una gran variabilidad en los registros de temperatura en muchos lugares y regiones climáticas. Encuestas comprensivas de registros públicos de temperaturas confirman las características principales de la Figura 1, incluyendo el hecho de que la temperatura actual de la Tierra es aproximadamente 1 °C menor que durante el período Climático Optimo Medieval de hace 1,000 años.^{11,12}

Las temperaturas superficiales en los Estados Unidos durante el siglo pasado reflejan esta tendencia natural de calentamiento y su correlación con la actividad solar, como se muestra en la Figuras 4 y 5. Las temperaturas superficiales compiladas en los EUA se han incrementado unos 0.5 °C por siglo, lo cual es consistente con otros

valores históricos de 0.4 a 0.5 °C por siglo durante la recuperación desde la Pequeña Edad de Hielo.¹³⁻¹⁷ Este cambio de temperatura es ligero en comparación con otras variaciones naturales, como se muestra en la Figura 6. Tres tendencias intermedias son evidentes, incluyendo la tendencia de disminución de temperaturas de 1940 a 1975 que justificó los temores de “enfriamiento global” en los 1970s.

Entre 1900 y 2000, en escalas absolutas de radiación solar y grados Kelvin, la actividad solar aumentó 0.19%, mientras que el cambio de temperatura de 0.5 °C es un 0.21%. Esto está en Buena concordancia con estimaciones de que la temperatura de la Tierra se reduciría en 0.6 °C a través de un bloqueo de 0.2% del sol a base de partículas atmosféricas.¹⁸

La actividad solar y la temperatura superficial de los EUA están estrechamente correlacionadas, como muestra la Figura 5, pero ésta misma temperatura y la utilización mundial de hidrocarburos no correlacionan, como indica la Figura 13.

El cambio de las temperaturas en los EUA es tan leve que, si los cambios de temperatura que han sucedido durante los siglos 20 y 21 ocurrieran dentro de una habitación ordinaria, la mayoría de las personas en éste cuarto ni siquiera se darían cuenta de ello.

Durante el actual período de recuperación de la Pequeña Edad de Hielo, el clima de los EUA ha mejorado en cierta forma, con más precipitación pluvial, menos tornados, y sin incremento en actividad de huracanes, como se ilustra en las Figuras 7 a la 10. El nivel de los mares ha subido durante los últimos 150 años a razón de 7 pulgadas por siglo, con 3 tendencias intermedias a subir y 2 períodos sin incremento como se muestra en la Figura 11. Estas características se confirman con los registros de glaciares que se muestran en la Figura 12. Si esta tendencia continua como lo hizo antes del Periodo Climático Optimo Medieval, podemos esperar que el nivel de los mares suba aproximadamente 1 pie durante los siguientes 200 años.

Como se puede ver en las Figuras 2, 11, y 12, las tendencias de acortamiento de los glaciares, y de elevación de los niveles oceánicos empezaron un siglo antes de la sextuplicación en el incremento de la utilización de hidrocarburos en los últimos 60 años, y no han cambiado durante este incremento. El uso de hidrocarburos no pudo haber causado éstas tendencias.

Durante los pasados 50 años, el CO₂ atmosférico se ha incrementado en un 22%. Gran parte de este incremento de CO₂ es atribuible a la sextuplicación en la utilización humana de energéticos a base de hidrocarburos, Las Figuras 2, 3, 11, 12, y 13 indican, sin embargo, que el uso humano de hidrocarburos no ha causado los incrementos de temperatura observados.

El incremento de dióxido de carbono ha tenido, sin embargo, un substancial efecto ambiental. El CO₂ atmosférico fertiliza las plantas. Un CO₂ más elevado facilita que las plantas crezcan más rápido y más grandes y que vivan en climas más secos. Las plantas proporcionan alimento a los animales, los cuales por lo tanto también mejoran. La extensión y diversidad de vida vegetal y animal se han incrementado substancialmente durante el último medio siglo. Las temperaturas más elevadas también han estimulado moderadamente el crecimiento de las plantas.

Habrà en nuestro futuro una catastrófica amplificación de éstas tendencias con consecuencias climáticas dañinas? No hay datos experimentales que sugieran tal cosa. No existe tampoco ninguna evidencia teórica validada experimentalmente de tal amplificación.

Las predicciones de un calentamiento global catastrófico están basadas en modelos climáticos computarizados, una rama de las ciencias que está todavía en su infancia. La evidencia empírica—mediciones reales de la temperatura y clima de la Tierra—no muestran ninguna tendencia de calentamiento causado por el hombre. De hecho, durante cuatro de las siete décadas desde 1940 cuando los niveles promedio de CO₂ se incrementaron continuamente, las temperaturas promedio en los EUA estuvieron de hecho declinando. Mientras que los niveles de CO₂ han aumentado substancialmente y se espera que lo continúen haciendo y sabiendo que son los humanos parcialmente responsable de esto, los efectos sobre el medio ambiente han sido benignos.

Hay, sin embargo, una peligrosa posibilidad.

Nuestra civilización industrial y tecnológica depende de una energía abundante y de bajo costo. Esta civilización ya ha traído una prosperidad sin precedentes a las gentes de las naciones más desarrolladas. Billones de personas en las naciones menos desarrolladas apenas están saliendo de la pobreza adoptando esta tecnología.

Los hidrocarburos son fuentes esenciales de energía para sostener y extender la prosperidad. Esto es especialmente cierto en las naciones subdesarrolladas, donde el capital y tecnología disponibles son insuficientes para enfrentar las necesidades crecientes de energía sin un extenso uso de combustibles a base de hidrocarburos. Si, debido a un mal entendimiento de la ciencia involucrada y a través de temores e histeria públicos mal guiados, la especie humana racional y restringe significativamente el uso de hidrocarburos, la creciente prosperidad mundial se detendrá. El resultado sería un vasto sufrimiento humano y la pérdida de cientos de millones de vidas humanas. Más aún, la prosperidad de los países desarrollados se vería grandemente reducida.

Incrementos ordinarios moderados y naturales en la temperatura de la Tierra han ocurrido durante los pasados dos ó tres siglos. Estos han dado como resultado algunas mejoras en el clima en general y también unos cambios en el paisaje, tales como una reducción en las longitudes de los glaciares y un aumento de vegetación en zonas frías. Cambios mucho mayores han ocurrido durante el tiempo que todas las especies de animales y plantas actuales han existido sobre la Tierra. Los tamaños relativos de población de las especies y sus distribuciones geográficas varían a medida que se adaptan a las condiciones cambiantes.

La temperatura de la Tierra continúa su proceso de fluctuación en correlación con las variaciones de los fenómenos naturales. Los humanos mientras tanto transferimos parte del Carbono en el petróleo, gas natural, y carbón subterráneos hacia la superficie y la atmósfera, donde queda disponible para convertirse en seres vivientes. Como resultado, vivimos en un exuberante medio ambiente de plantas y animales. Esto es un inesperado y maravilloso regalo de la Revolución Industrial.

Temperaturas Atmosférica y Superficial.

Las temperaturas de la atmósfera y de la superficie se han estado recuperando de un período frío poco usual. En el lapso de tiempo entre hace 200 y 500 años, la Tierra pasó por la “Pequeña Edad de Hielo”. Se había descendido a este período frío después de un intervalo cálido de hace unos 1,000 años conocido como el “Clima Óptimo Medieval”. Esto se muestra en la Figura 1 para el Mar de los Sargazos.

Durante el Clima Óptimo Medieval, las temperaturas fueron lo suficientemente cálidas que permitieron la colonización de Groenlandia. Estas colonias fueron abandonadas una vez que aparecieron las temperaturas frías. Durante los últimos 200 a 300 años, las temperaturas de la Tierra se han ido recuperando gradualmente. Las temperaturas en el Mar de los Sargazos son hoy aproximadamente igual que el promedio de los 3,000 años anteriores.

Los registros históricos no contienen ningún reporte de “calentamientos globales” catastróficos, aún que ha habido temperaturas más elevadas que las actuales durante algunos períodos de los últimos tres milenios.

El rango de temperaturas en 3,000 años en el Mar de los Sargazos es típico de la mayoría de los lugares. Los registros de temperatura varían ampliamente con los diferentes lugares geográficos como resultado de las características climatológicas peculiares de estas regiones específicas, de manera que una temperatura “promedio” de la Tierra tiene menos sentido que los registros.²⁷ Los llamados promedios “globales” ó “hemisféricos” contienen errores causados por la promediación sistemática de diferentes aspectos de regiones geográficas únicas y por la inclusión de regiones donde los registros de temperatura no son confiables.

Tres zonas claves de los registros de temperatura—el Clima Óptimo Medieval, la Pequeña Edad de Hielo, y la temperatura no inusual del siglo 20—han sido verificadas por medio de una revisión de los datos de temperaturas locales y de los registros correlacionados con las temperaturas a través del mundo,¹¹ como se resume en la Tabla 1. Cada record se calificó con respecto a aquellas encuestas en las que el record era aplicable. La literatura experimental e histórica confirma definitivamente éstas zonas de la Figura 1.

La mayoría de las localidades geográficas experimentaron tanto el Clima Óptimo Medieval como la Pequeña Edad de Hielo—y la mayoría de las localidades no experimentaron temperaturas inusualmente cálidas durante el siglo 20. Una revisión de 23 registros cuantitativos ha demostrado que las temperaturas promedio y media en 2006 fueron en promedio aproximadamente 1 °C o 2 °F más frías que en el Período Medieval.¹²

Las mediciones de longitudes de los glaciares⁴ y de los niveles oceánicos en el mundo^{24,25} proporcionan datos del reciente ciclo de recuperación. Temperaturas más cálidas reducen los glaciares y causan una elevación del nivel del mar debido a la disminución de la densidad del agua oceánica y otros factores.

Estas mediciones muestran que la tendencia de 7 pulgadas por siglo en el incremento del nivel del mar y del acortamiento promedio de la longitud de los glaciares empezaron 100 años antes del 1940, mientras que el 84% del total del consumo humano anual de hidrocarburos ocurrió solamente después del 1940. Aún más, ninguna de estas tendencias se ha acelerado durante el período entre 1940 y 2007, mientras que el uso de hidrocarburos se multiplicó por 6. El nivel del océano y los registros de glaciares están desfasados aproximadamente 20 años debido al retraso entre el aumento de temperaturas y los cambios en los glaciares y niveles oceánicos.

Si la tendencia natural en el aumento de los niveles del mar continúa por otros 200 años como lo hizo el aumento de temperatura en el Mar de los Sargazos cuando la Tierra entró en el Período Medieval Cálido, podemos esperar que el nivel oceánico se eleve aproximadamente un pie entre los años 2000 y 2200. Tanto el nivel oceánico como la tendencia de los glaciares—y las tendencias de temperatura que éstos reflejan—no están relacionados con el uso de hidrocarburos. Una duplicación en el uso mundial de hidrocarburos no cambiaría éstas tendencias.

La figura 12 muestra la estrecha correlación entre el nivel oceánico y los registros de glaciares, lo que valida aún más estos datos y la duración y carácter de los cambios de temperatura que los originaron.

La Figura 4 muestra la temperatura anual en los Estados Unidos durante los pasados 127 años. Este registro tiene una tendencia ascendente de 0.5 °C por siglo. Los registros de temperatura globales y del Hemisferio Norte tienden a subir 0.6 °C por siglo como se muestra en la Figura 4. Estos registros están, sin embargo, sesgados hacia temperaturas más elevadas de varias maneras. Por ejemplo, usan preferencialmente datos tomados en áreas populosas,³³ donde los efectos caloríficos de isla son prevaletentes, como se ilustra en la Figura 15. Una tendencia de 0.5 °C por siglo es más representativa.¹³⁻¹⁷

Los registros de temperatura de los EUA tienen dos tendencias de magnitudes comparables a la alza, una que ocurre antes de la sextuplicación en el uso de hidrocarburos y la otra durante este período. Entre estos dos hay una tendencia intermedia de disminución de temperaturas, que condujo en los años 1970s a temores de una inminente nueva Edad de Hielo. Esta disminución de las temperaturas ocurrió durante un período en el que el uso de hidrocarburos se triplicó.

Siete registros independientes—radiación solar; promedios anuales de las temperaturas superficiales atmosféricas en el Ártico, Hemisferio Norte, Globales, y en los EUA; niveles oceánicos; y longitudes de glaciares—todas exhiben estas tres tendencias intermedias, como se muestra en la Figura 13. Estas tendencias se confirman unas a las otras. La radiación solar correlaciona con ellas. El uso de hidrocarburos no correlaciona.

La tendencia intermedia a incrementos de temperaturas entre 1980 y 2006 mostrada en la Figura 13 es similar a la indicada en la Figura 14 para mediciones troposféricas satelitales y por medio de globos. Esta tendencia es más pronunciada en el Hemisferio Norte que en el Sur. Sin embargo, contrario a los modelos climáticos de calentamiento global debido al CO₂, las temperaturas de la tropósfera no están subiendo más rápido que las temperaturas superficiales.

La Figura 6 ilustra las magnitudes de éstos cambios de temperatura comparando el cambio de temperatura de 0.5 °C por siglo a medida que la Tierra se recupera de la Pequeña Edad de Hielo, el rango de las temperaturas oceánicas superficiales en el Mar de los Sargazos del Océano Atlántico promediadas cada 50 años durante los últimos 3,000 años, el rango de variaciones estacionales promedio de día-noche en Oregon, y el rango de variación de día-noche y estacional a través de toda la Tierra. El cambio de temperatura a lo largo de dos siglos es pequeño.

Las temperaturas troposféricas medidas por satélites proporcionan una cobertura geográfica más amplia. Pero aún las mediciones por satélite contienen fluctuaciones a corto y mediano plazo mayores que las leves tendencias de calentamiento calculadas a través de ellas. Las tendencias calculadas varían significativamente como función de las más recientes fluctuaciones y las amplitudes de los conjuntos de datos, las cuales son cortas.

La Figura 3 muestra la última parte del período de calentamiento después de la Pequeña Edad de Hielo en mayor detalle por medio de la temperatura del aire del Ártico comparada con la radiación solar, misma comparación que hace la Figura 5 para la temperatura superficial de los EUA. Existe una estrecha correlación entre la actividad solar y las temperaturas en la Tierra y ninguna entre el uso de hidrocarburos y las temperaturas terrestres. Varios

otros estudios a lo largo de una amplia variedad de intervalos de tiempo encuentran correlaciones similares entre el clima y la actividad solar.^{15,34-39}

La Figura 3 también ilustra las incertidumbres introducidas por los limitados períodos de tiempo de los registros. Si no fuera por la disponibilidad de los datos de temperatura del aire ártico anteriores a 1920, no se pudiera observar la tendencia de la temperatura a subir.

Esta variación observada de la actividad solar es típica en estrellas similares al sol en tamaño.⁴⁰ Las actuales tendencias de calentamiento en Marte,⁴¹ Júpiter,⁴² Neptuno,^{43,44} La luna Tritón de Neptuno,⁴⁵ y Plutón⁴⁶⁻⁴⁸ pueden ser resultado, en parte, debido a relaciones similares con el Sol y su actividad—igual que las que están calentando a la Tierra.

El uso de hidrocarburos y el CO₂ atmosférico no correlacionan con las temperaturas observadas. La actividad solar correlaciona bastante bien. Que haya correlación no prueba causalidad, pero la no-correlación sí prueba no-causalidad. La utilización de hidrocarburos por los humanos no está calentando a la Tierra en forma que se pueda medir. Más aún, existe un robusto modelo teórico y empírico que describe el calentamiento y enfriamiento de la Tierra por el Sol.^{8,19,49,50} Los datos experimentales no prueban que la actividad solar sea el único fenómeno responsable por las substanciales fluctuaciones de temperatura de la Tierra, pero sí demuestran que el uso humano de hidrocarburos no está entre éstos fenómenos.

Los datos experimentales en general son auto-consistentes. La Tierra se ha venido calentando a medida que se recupera de la Pequeña Edad de Hielo a razón promedio de unos 0.5 °C por siglo. Las fluctuaciones existentes dentro de esta tendencia de temperatura incluyen períodos de incrementos más rápidos y también períodos de decrecimiento de la temperatura. Estas fluctuaciones correlacionan bien con las fluctuaciones concomitantes de la actividad del Sol. Ni las tendencias ni las fluctuaciones dentro de las tendencias correlacionan con la utilización de hidrocarburos. Los niveles oceánicos y las longitudes de los glaciares revelan tres tendencias intermedias a subir y dos tendencias a bajar desde 1800, lo mismo que la actividad solar. Estas tendencias son climáticamente benignas y son resultado de procesos naturales.

Dióxido de Carbono Atmosférico

La concentración de CO₂ en la atmósfera de la Tierra se ha incrementado durante el último siglo, como indica la Figura 17. La magnitud de éste incremento atmosférico es actualmente de unas 4 giga toneladas (Gt C) de Carbono por año. La producción humana industrial de CO₂, principalmente debido al uso de carbón, petróleo, y gas natural y a la producción de cemento, es actualmente de unas 8 Gt C por año.^{7,56,57} Los humanos también exhalamos unas 0.6 Gt C por año, lo cual es capturado por las plantas como CO₂ atmosférico. Las concentraciones en el aire de una oficina común con frecuencia exceden de 1,000 ppm de CO₂.

Para poner éstas cantidades en perspectiva, se estima que la atmósfera contiene 780 Gt C; la superficie del océano contiene 1,000 Gt C; la vegetación, tierras, y los desperdicios y desechos orgánicos contienen 2,000 Gt C, y los océanos intermedios y profundos contienen 38,000 Gt C, en forma de CO₂ ó como productos hidratados de CO₂. Cada año, la superficie oceánica y la atmósfera intercambian unas 90 Gt C estimadas; la vegetación y la atmósfera, 100 Gt C; la vida marina y la superficie oceánica, 50 Gt C; y la superficie oceánica y las aguas oceánicas intermedias y profundas, 40 Gt C.^{56,57}

Son tan grandes las magnitudes de éstos depósitos, las tasas de intercambio entre ellos, y las incertidumbres de éstas cantidades estimadas, que las fuentes de los recientes incrementos de CO₂ atmosférico no se han determinado con certeza.^{58,59} Se reporta que las concentraciones de CO₂ atmosférico han variado ampliamente a través del tiempo geológico, con picos, de acuerdo con algunas estimaciones, 20 veces mayores que en el presente y mínimos aproximados de 200 ppm.⁶⁰⁻⁶²

Registros obtenidos a partir de probetas de hielo se reporta que muestran siete extensos períodos a través de 650,000 años en los que el CO₂, el metano (CH₄), y la temperatura aumentaron y luego disminuyeron.⁶³⁻⁶⁵ Los datos a base de probetas de hielo contienen substanciales incertidumbres,⁵⁸ de modo que estas correlaciones son imprecisas.

En todos los siete ciclos glaciales e interglaciales, los cambios reportados en el CO₂ y el CH₄ preceden a los cambios de temperatura, y por lo tanto no pueden haber causado éstos cambios.⁶⁶ Estas fluctuaciones probablemente involucran cambios causados por las temperaturas en los contenidos oceánicos y terrestres de CO₂ y CH₄. Las más recientes fluctuaciones de CO₂ también anteceden a los cambios de temperatura.^{67,68}

En 1957, Revelle y Seuss⁶⁹ estimaron que las excreciones gaseosas oceánicas de CO₂ causadas por la temperatura podrían aumentar el CO₂ atmosférico en un 7% por °C de aumento de temperatura. Los cambios reportados durante los siete interglaciales por los datos de las probetas de hielo de 650,000 años son de un 5% por °C,⁶³ lo que concuerda con los cálculos de las excreciones gaseosas.

Entre 1900 y 2006, el CO₂ antártico aumentó 30% por 0.1 °C de cambio de temperatura,⁷² y el CO₂ mundial aumentó 30% por 0.5 °C. En adición a las excreciones gaseosas oceánicas, una nueva fuente es el CO₂ generado por el consumo humano de hidrocarburos. Ni esta nueva fuente, ni las antiguas fuentes naturales de CO₂ están causando el cambio de temperaturas atmosféricas.

La hipótesis de que el incremento de CO₂ durante los interglaciales causó que se elevara la temperatura requiere de un incremento de unos 6 °C por cada 30% de aumento en el CO₂ como se observa de los datos de las probetas de hielo. Si ésta hipótesis fuera correcta, las temperaturas en la Tierra hubieran subido unos 6 °C entre 1900 y 2006, en vez del aumento de entre 0.1 °C y 0.5 °C, que en realidad ocurrió. Esta diferencia se ilustra en la Figura 16.

Los datos de las probetas de hielo para los últimos 650,000 años por lo tanto, no concuerdan con la hipótesis del “calentamiento global causado por los humanos” y, de hecho, proporciona evidencia empírica que invalida esta hipótesis.

El dióxido de carbono tiene un muy corto tiempo de vida en la atmósfera. Empezando con los 7 a 10 años de medio-tiempo del CO₂ atmosférico estimado por Revelle y Seuss,⁶⁹ existen 36 estimaciones del medio-tiempo del CO₂ atmosférico basadas en mediciones experimentales publicadas entre 1957 y 1992.⁵⁹ El rango va de 2 a 25 años, con un promedio de 7.5, una media de 7.6, y un promedio de rango superior de unos 10 años. De los 36 valores, 33 son de 10 años ó menos.

Muchas de estas estimaciones provienen del decremento del Carbono 14 atmosférico después de la interrupción de pruebas atmosféricas de armas nucleares, lo que proporciona un medio-tiempo confiable. No hay ninguna evidencia experimental que apoye el modelo computarizado que estima una “vida” de 300 años ó más del CO₂ atmosférico⁷³.

La producción humana de 8 Gt C de CO₂ por año es despreciable comparada con las 40,000 Gt C que residen en los océanos y en la biósfera. En un último equilibrio, el CO₂ producido por la humanidad tendrá un efecto insignificante sobre las cantidades de éste en los varios depósitos. Las tasas de aproximación al equilibrio son, sin embargo, lo suficientemente lentas que hacen que el uso humano sea un incremento atmosférico transitorio.

En el caso que sea, las Fuentes y cantidades de CO₂ en la atmósfera son de importancia secundaria a la hipótesis del “calentamiento global causado por los humanos”. Es el consumo humano de carbón, petróleo, y gas natural lo que está en juego. El CO₂ es meramente un intermediario en un mecanismo hipotético por medio del cual se dice que sucede éste “calentamiento global causado por los humanos”. La cantidad de CO₂ atmosférico tiene profundos efectos ambientales sobre las poblaciones vegetales y animales⁷⁴ y sobre la diversidad biológica, como se discute abajo.

Cambio Climático

Mientras que el promedio de cambio de temperatura que sucede a medida que la Tierra se recupera de la Pequeña Edad de Hielo es tan pequeño que es difícil de discernir, sus efectos ambientales si son medibles. El acortamiento de los glaciares y las 7 pulgadas por siglo de elevación del nivel oceánico son ejemplos. Hay cambios climáticos adicionales correlacionados con este aumento de temperatura y que pueden ser ocasionados por este.

Groenlandia, por ejemplo, se está volviendo verde de Nuevo, como lo fué hace 1,000 años durante el Clima Optimo Medieval.¹¹ El hielo marino del Ártico está disminuyendo algo,⁷⁵ pero el hielo Antártico no está disminuyendo, y puede estar aumentando, debido a incrementos en las nevadas.⁷⁶⁻⁷⁹

En los Estados Unidos, la precipitación pluvial está aumentando a razón de unas 1.8 pulgadas por siglo, y la cantidad de tornados severos está disminuyendo como se muestra en las Figuras 7 y 8. Si las temperaturas mundiales continúan subiendo al ritmo actual, alcanzarán los niveles que hubo durante el Clima Optimo Medieval dentro de unos 2 siglos. Reportes históricos de ese período registran el levantamiento de cosechas de climas cálidos en lugares que actualmente son demasiado fríos para estos propósitos, de modo que podemos esperar que el área de clima más templado se expanda como lo hizo entonces. Esto ya se está observando, pues estudios en latitudes más altas reportan aumentos de más de 50% en la cantidad y diversidad de vida vegetal y animal.^{12,80}

La temperatura atmosférica está aumentando más en el Hemisferio Norte que en el Sur, con períodos intermedios de incrementos y decrementos dentro de las tendencias generales.

No ha habido ningún aumento en la frecuencia o severidad de huracanes en el Atlántico durante el período de sextuplicación en el uso de hidrocarburos, como se ilustra en las Figuras 9 y 10. La cantidad de huracanes violentos varía grandemente año con año y no es mayor hoy que hace 50 años. De manera similar, las velocidades máximas de los vientos tampoco han aumentado.

Todos los cambios climáticos observados son graduales, moderados, y enteramente dentro de los límites de cambios naturales ordinarios que han ocurrido durante el período benigno de los pasados pocos miles de años.

No hay ninguna indicación de ninguna especie en los datos experimentales de que un cambio abrupto ó extraordinario está empezando ó irá a empezar en ninguna de las variables climáticas ordinarias.

Hipótesis de Calentamiento Global

El efecto de invernadero amplifica el calentamiento solar de la Tierra. Gases de invernadero tales como H₂O, CO₂, y CH₄ en la atmósfera de la tierra, a través de los efectos combinados de reajustes convectivos y de efecto de cobija, esencialmente disminuyen el escape neto de radiación térmica infrarroja terrestre. Al aumentar el CO₂, por lo tanto, aumenta efectivamente la energía radiante que absorbe la atmósfera terrestre. La trayectoria de ésta absorción radiante es compleja. Es redistribuida verticalmente y horizontalmente, por medio de varios procesos físicos, incluyendo la eveción, convección, y difusión en la atmósfera y en los océanos.

Cuando un incremento de CO₂ aumenta la absorción radiante de la atmósfera, cómo y en qué dirección responde la atmósfera? Las hipótesis sobre esta respuesta difieren y se muestran esquemáticamente en la Figura 18. Sin el efecto de invernadero del vapor de agua, la Tierra estaría unos 14 °C más fría.⁸¹ La contribución radiante de una duplicación del CO₂ atmosférico es menor, pero este efecto radiante de invernadero es tratado de manera muy diferente por las diferentes hipótesis climáticas. La hipótesis que el IPCC^{82,83} eligió adoptar predice que el efecto del CO₂ se amplifica por la atmósfera, especialmente por el vapor de agua, produciendo un gran incremento de temperatura. Otras hipótesis, mostradas como hipótesis 2, predicen lo contrario—que la respuesta atmosférica contrarrestará al aumento de CO₂ y resultará en cambios insignificantes en la temperatura global.^{81,84,85,91,92} La evidencia experimental descrita antes, favorece a la hipótesis 2. Mientras que el CO₂ ha aumentado substancialmente, su efecto sobre la temperatura ha sido tan ligero que no ha sido detectado experimentalmente.

Los modelos climáticos computarizados en los que el “calentamiento global causado por los humanos” está basado contienen incertidumbres substanciales y son notoriamente inconfiables. Esto no es de sorprender, puesto que el clima es un sistema dinámico acoplado y no lineal. Es muy complejo. La Figura 19 ilustra las dificultades que se presentan al comparar el efecto radiante de invernadero del CO₂ con los factores de corrección e incertidumbres en algunos de los parámetros en los cálculos computarizados del clima. Otros factores, como la influencia química y climática de los volcanes, no pueden modelarse confiablemente y computarizarse.

De hecho, se ha estado efectuando un experimento con la Tierra durante el pasado medio siglo—un experimento que incluye todos los factores complejos y los efectos retroalimentadores que determinan la temperatura y clima de la Tierra. Desde 1940, el uso de hidrocarburos se ha multiplicado por 6. Aún así, este incremento no ha tenido ningún efecto sobre las tendencias de temperaturas, las cuales han continuado su ciclo de recuperación después de la Pequeña Edad de Hielo, en estrecha correlación con una actividad solar creciente.

No solo la hipótesis del Calentamiento Global ha fallado las pruebas experimentales, sino que también es teóricamente defectuosa. Se puede argumentar razonablemente que el enfriamiento debido a las retroalimentaciones

físicas y biológicas negativas de los gases de invernadero nulifican la pequeña elevación inicial de temperatura que estos causan.^{84,86}

Las razones del fracaso de los modelos climáticos computarizados están sujetas al debate científico.⁸⁷ Por ejemplo, el vapor de agua es el mayor contribuyente al efecto total de invernadero.⁸⁸ Se ha sugerido que los modelos climáticos consideran la retroalimentación de las nubes, el vapor de agua, y la hidrología correspondiente, incorrectamente.^{85,89-92}

La hipótesis del calentamiento global debido al CO₂ no se basa en las propiedades radiativas del CO₂ en sí, ya que es un gas de invernadero muy débil. Se basa en un pequeño incremento inicial de la temperatura ocasionado por el CO₂ y una gran amplificación teórica de ese aumento inicial de temperatura, principalmente a través de un incremento en la evaporación del H₂O, que sí es un gas de invernadero fuerte. Cualquier incremento de temperatura comparable por otra causa produciría el mismo resultado en los cálculos.

Por lo tanto, los registros de temperatura de 3,000 años ilustrados en la Figura 1 también proporcionan un medio para probar los modelos computacionales. Los datos históricos de temperatura muestran que la Tierra anteriormente se ha calentado mucho más de lo que pudo haber causado el CO₂ por sí solo. Puesto que éstos pasados ciclos de calentamiento no han iniciado catástrofes de calentamientos atmosféricos provocados por el vapor de agua, es evidente que los débiles efectos del CO₂ tampoco lo pueden hacer.

El metano también es un gas de invernadero menor. Los niveles mundiales de CH₄ se están nivelando, como se muestra en la Figura 20. En los EUA en 2005, el 42% del metano producido por humanos fué debido a la producción de energía a base de hidrocarburos, 28% debido al procesamiento de basura, y 30% por la agricultura.⁹⁵ La cantidad total de CH₄ producida por éstas fuentes en los EUA disminuyó 7% entre 1980 y 2005. Aún más, los registros muestran que mientras el metano iba en aumento, las tendencias de temperatura fueron benignas.

La hipótesis del “calentamiento global causado por humanos”—frecuentemente llamado el “calentamiento global” depende completamente de escenarios futuros generados por modelos computacionales. No existen datos empíricos que verifiquen a éstos modelos o sus cuestionables predicciones.⁹⁶

Las aseveraciones de⁹⁷ epidemias de enfermedades causadas por insectos acarreados por el viento, masivas extinciones de especies, inundaciones catastróficas en las islas del Pacífico, acidificación de los océanos, cantidades y severidad crecientes de huracanes y tornados, e incrementos de muertes humanas debidas a un incremento de temperatura de 0.5 °C por siglo no son consistentes con las observaciones reales. La hipótesis del “calentamiento global causado por humanos” y los cálculos computarizados que la apoyan son erróneos. No tienen ningún soporte empírico y quedan invalidadas por numerosas observaciones.

Control de Temperaturas Mundiales

Las temperaturas mundiales son controladas por fenómenos naturales. ¿Que pasos podría tomar la humanidad si la actividad solar u otros efectos empezaran a desfasar a la Tierra hacia temperaturas demasiado frías ó calientes para una óptima vida humana?

Primero, sería necesario determinar qué temperatura consideran óptima los humanos. Es poco probable que la temperatura escogida fuera la misma que tenemos hoy. Segundo, seríamos muy afortunados si fuerzas naturales hicieran que la Tierra estuviera muy caliente en vez de muy fría porque podemos enfriar a la Tierra con relativa facilidad. No tenemos los medios para calentarla. Atentar calentar la Tierra añadiendo CO₂ ó enfriarla por medio de restricciones de CO₂ y del uso de hidrocarburos, sería, sin embargo, futil. Ninguno de estos métodos funcionaría.

Bloquear el sol a bajo costo por medio de partículas en la atmósfera superior sería efectivo. S.S. Penner, A.M. Schneider, y E. M. Kennedy han propuesto⁹⁸ que los sistemas de escape de aviones comerciales se modifiquen de tal manera que emitan en la atmósfera superior partículas de materiales que bloqueen el sol. Posteriormente Edward Teller propuso de manera similar¹⁸ que estas partículas podrían inyectarse en la atmósfera para reducir el calentamiento solar y enfriar la Tierra. Teller estimó un costo de entre \$500 millones y \$1 billón de dólares anuales para un enfriamiento de entre 1 °C y 3 °C. Ambos métodos usarían partículas tan pequeñas que serian invisibles desde la Tierra.

Estos métodos para bloquear la radiación solar y reducir las temperaturas atmosféricas y superficiales serían efectivas y económicas. Existen otras propuestas similares.⁹⁹ Racionar mundialmente los energéticos, sin embargo, no funcionaría.

El clima de la Tierra es hoy en día benigno. Si las temperaturas se elevan demasiado, ésto puede corregirse fácilmente. Si se vuelven demasiado frías no tenemos medios de respuesta—excepto maximizar la producción de energía nuclear y a base de hidrocarburos, ó con nuevos avances tecnológicos. Esto ayudaría a que la humanidad se adaptara y podría conducir hacia nuevas tecnologías mitigantes.

Fertilización de Plantas por Medio del CO₂

Qué tan alto subirá en última instancia la concentración atmosférica de CO₂ si la humanidad continúa incrementando el uso de carbón, petróleo, y gas natural? En un equilibrio final con los océanos y otros depósitos probablemente habrá un incremento muy pequeño. El aumento actual es un resultado de no-equilibrio de la tasa de aproximación al equilibrio.

Un depósito que moderaría el incremento es especialmente importante. Las plantas son un gran resumidero de CO₂. Utilizando los conocimientos actuales sobre las tasas de incremento de crecimiento de las plantas, y suponiendo un incremento de CO₂ comparable a las emisiones actuales, se ha estimado que los niveles de CO₂ atmosférico pueden subir a unas 600 ppm antes de que se estabilicen. A ese nivel, la absorción de CO₂ por la biomasa de la Tierra sería de unas 10 Gt C por año.¹⁰⁰ Actualmente, esta absorción se estima en unas 3 Gt C por año.⁵⁷

Aproximadamente un 30% de éste incremento proyectado de 295 a 600 ppm ya ha sucedido, sin que haya cambios climáticos desfavorables. Más aún, los efectos radiantes del CO₂ son logarítmicos,^{101,102} o sea que más del 40% de cualquier influencia climática ya ocurrió.

A medida que el CO₂ atmosférico se incrementa, las tasas de crecimiento de las plantas también aumentan. También, las hojas transpiran menos y pierden menos agua a medida que el CO₂ aumenta, o sea que las plantas son capaces de crecer en condiciones más secas. La vida animal, que depende de la vida vegetal para su alimentación, se incrementa proporcionalmente.

Las Figuras 21 a 24 muestran ejemplos de incrementos en el crecimiento de plantas medidos experimentalmente. Estos ejemplos son representativos de una amplia literatura de investigación sobre este tema.¹⁰³⁻

¹⁰⁹ Como muestra la Figura 21, los pinos de larga vida de 1,000 a 2,000 años muestran un notable incremento en su crecimiento durante el último medio siglo. La Figura 22 muestra un incremento de 40% en los bosques de los Estados Unidos que ha sucedido desde 1950. Mucho de este incremento es debido al aumento de CO₂ atmosférico que ya ha ocurrido. También, se ha reportado que los bosques lluviosos del Amazonas están incrementando su vegetación en unas 900 libras de carbono por acre por año¹¹³, ó aproximadamente 2 toneladas de biomasa por acre por año. Los árboles responden más fuertemente a la fertilización del CO₂ que la mayoría de las otras plantas, pero todas las plantas responden en alguna medida.

Puesto que la respuesta de las plantas a la fertilización del CO₂ es casi lineal con respecto a la concentración del CO₂ sobre un rango de 300 a 600 ppm, como se ve en la Figura 23, las mediciones experimentales a diferentes niveles de enriquecimiento de CO₂ pueden extrapolarse. Esto se hizo en la Figura 24 para ilustrar el acentuamiento del crecimiento de las plantas calculado para un incremento atmosférico de unas 88 ppm que ya ha tenido lugar y para lo esperado de un aumento total proyectado de 305 ppm.

El crecimiento del trigo se acelera con los incrementos atmosféricos de CO₂, especialmente bajo condiciones secas. La Figura 24 muestra la respuesta del crecimiento del trigo bajo condiciones húmedas versus aquella del trigo estresado por la falta de agua. Los datos utilizados son de experimentos a campo abierto. El trigo se cosechó en la manera usual, pero las concentraciones atmosféricas de CO₂ en secciones circulares de los campos fueron incrementadas con equipo controlado por computadoras que liberaron CO₂ en el aire manteniéndolo a los niveles especificados.^{115,116} El acentuamiento del crecimiento de naranjos y pinos jóvenes¹¹⁷⁻¹¹⁹ con dos incrementos atmosféricos de CO₂ —el que ya ha ocurrido desde 1885 y el que se proyecta para los siguientes dos siglos—se

muestra también. El acentuamiento del crecimiento relativo de los árboles con el CO₂ disminuye con la edad. La Figura 24 indica árboles jóvenes.

La Figura 23 es un resumen de 279 experimentos en los que plantas de varios tipos fueron cosechadas bajo condiciones de acentuamiento de CO₂. Plantas estresadas bajo condiciones menos que ideales—cosa que ocurre comúnmente en la naturaleza—responden más a la fertilización del CO₂. La selección de especies en la Figura 23 fue con tendencia hacia plantas que responden menos a la fertilización del CO₂ que la mezcla de plantas que en realidad cubren el planeta, ó sea que la Figura 23 bajo-estima los efectos del enriquecimiento global de CO₂.

Claramente, la revolución verde en la agricultura ya se ha beneficiado de la fertilización del CO₂, y los beneficios en el futuro serán aún mayores. La vida animal se está incrementando proporcionalmente, como muestran los estudios de 51 ecosistemas terrestres¹²⁰ y 22 ecosistemas acuáticos.¹²¹ Más aún, como lo demuestra un estudio de 94 ecosistemas terrestres en todos los continentes excepto Antártica,¹²² la riqueza de especies—biodiversidad—está más positivamente correlacionada con la productividad—la cantidad total de vida vegetal por acre—que con cualquier otra cosa.

El CO₂ atmosférico es requerido tanto por las plantas como por los animales. Es la única fuente de carbono para todas las moléculas orgánicas de proteínas, carbohidratos, grasas, y otras de las que los seres vivientes están constituidos.

Las plantas se fertilizan extrayendo el CO₂ atmosférico. Los animales obtienen su carbono de las plantas. Sin el CO₂ atmosférico, ninguna de las formas de vida que vemos en la Tierra existirían.

Agua, Oxígeno, y dióxido de carbono son las tres más importantes sustancias que hacen posible la vida.

Ciertamente no son contaminantes ambientales.

Medio Ambiente y Energía

La componente humana más importante en la conservación del medio ambiente en la Tierra es la energía. La conversión industrial de energía hacia formas que sean útiles para la actividad humana es el aspecto más importante de la tecnología. Energía abundante y barata se requiere para sostener una vida humana próspera y para el avance continuado de una tecnología que enriquezca la vida. Las poblaciones prósperas tienen la riqueza necesaria para proteger y mejorar su medio ambiente natural.

Actualmente, los Estados Unidos son un importador neto de energía como se muestra en la figura 25. Los estadounidenses gastan aproximadamente \$300 billones de dólares por año en importaciones de petróleo y gas natural—y una cantidad adicional en gastos militares relacionados con estas importaciones.

Las demandas políticas para una reducción de 90% en el uso de hidrocarburos en los EUA,¹²³ eliminando por lo tanto el 75% del suministro energético a los EUA, son obviamente imprácticas. Tampoco puede este 75% de la energía de los EUA ser reemplazado por fuentes alternativas “verdes”. A pesar de los enormes subsidios de impuestos durante los últimos 30 años, las fuentes verdes todavía proporcionan solamente el 0.3% de la energía de los EUA.

Pero, los EUA claramente no pueden continuar siendo un gran importador neto de energía sin perder su fuerza económica e industrial y su independencia política. Debería ser, en lugar, un exportador neto de energía.

Hay tres rutas tecnológicamente realistas para una independencia energética norteamericana—un incremento en la producción de hidrocarburos, energía nuclear, ó ambos. No existen impedimentos climatológicos para un incremento en el uso de hidrocarburos, aunque los efectos ambientales locales pueden y deben ser resueltos. La energía nuclear es, de hecho, menos costosa y más benigna ambientalmente que la energía de hidrocarburos, pero ha sido también víctima de la política del temor y de supuestas desventajas y peligros que en realidad son insignificantes.

Por ejemplo, al problema” del “desperdicio nuclear” de alto nivel se le ha puesto mucha atención, pero éste problema ha sido creado políticamente en los EUA por barreras gubernamentales hacia el enriquecimiento y reprocesamiento de combustible en América. El combustible nuclear gastado puede ser reciclado y así puede obtenerse nuevo combustible nuclear. No necesita almacenarse en costosos depósitos.