

## Cambio Global Antropogénico: el efecto invernadero

Por José Ney Ríos

En nuestro planeta, donde lo único constante es el cambio, el ambiente físico no escapa de esa tendencia. Dichos cambios pueden ser por razones totalmente naturales como las variaciones de intensidad solar, cambios en la órbita terrestre, variaciones en la circulación del océano, vulcanismo, cambios en la vida acuática, vulcanismo y cambios en la composición atmosférica, pero también existen cambios por causa de la actividad humana o antropogénicas.

### Tiempo y Clima

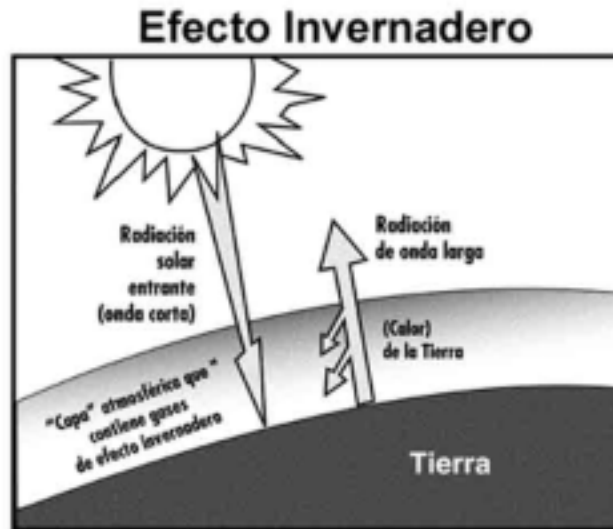
El tiempo y el clima tienen una fuerte influencia sobre la vida en la tierra, cuyo conocimiento tradicional se concentra en variables que afectan en forma directa la vida en la tierra: temperatura promedio, temperatura máxima o mínima, vientos cerca de la superficie terrestre de la tierra, precipitación, humedad, tipos y cantidades de nubes y radiación solar. Estas variables son observadas a cada hora por un gran número de estaciones climáticas alrededor del planeta. Los cambios estadísticamente significativos del estado promedio de estas variables del clima o de su variabilidad, causados por factores naturales o antropogénicos y que persisten a escala de décadas o mayor plazo, se conocen como *cambio climático* (IPCC 2001).

### El cambio de temperatura atmosférica durante el siglo XX y proyecciones para el XXI

El análisis del sistema climático global a partir de finales del siglo XIX ofrece evidencia concreta de calentamiento global de 0.4 y 0.8°C de la atmósfera en la superficie terrestre, incremento producido entre los años 1910 y 1945, y a partir de 1976. Los últimos años han sido excepcionalmente calientes, con un mayor incremento de temperatura; ya en los 80's estudios como el de Jones *et al.* (1986), nos alertaban sobre evidencias de un calentamiento a nivel global en la superficie de la tierra, identificándose los años 1980, 1981 y 1983 como los más calientes del periodo 1960 – 1984. Registros actuales de las temperaturas superficiales indican que esta tendencia parece incrementarse y que la década de los 90 ha sido la más caliente del milenio en el hemisferio Norte y 1998 ha sido probablemente el año más caliente. Evaluación del IPCC (1996) concluyó que las temperaturas en el verano en el hemisferio Norte durante las recientes décadas son las más calientes que al menos seis centurias.

Las primeras proyecciones del comportamiento de las temperaturas para el siglo XXI consideraban un aumento del orden del 2.5 – 3 °C (Jones *et al.* 1986, Hansen *et al.* 1981), sin embargo los cálculos se muestran menos conservadores. Para el rango de escenarios desarrollados por el IPCC, la temperatura superficial

del aire global promedio es proyectada a través de modelos a aumentar entre 1.4 – 5.8 °C para el 2100, con respecto a la temperatura mostrada en 1990. Estas proyecciones indican que el calentamiento podría variar por región y ser acompañado por incrementos y disminuciones en las precipitaciones y además se tendrán cambios en la frecuencia e intensidad de algunos fenómenos climáticos extremos como los eventos del Niño y la Oscilación del Sur. Solo basta pensar que la diferencia de la temperatura promedio global entre el último período glacial y nuestros días es de apenas 4 °C, para imaginar que un aumento de tal grado podría tener efectos drásticos en la distribución mundial de las precipitaciones, la extensión de los desiertos y el nivel de las aguas en las costas (Harrington 1987, Erickson 1992).

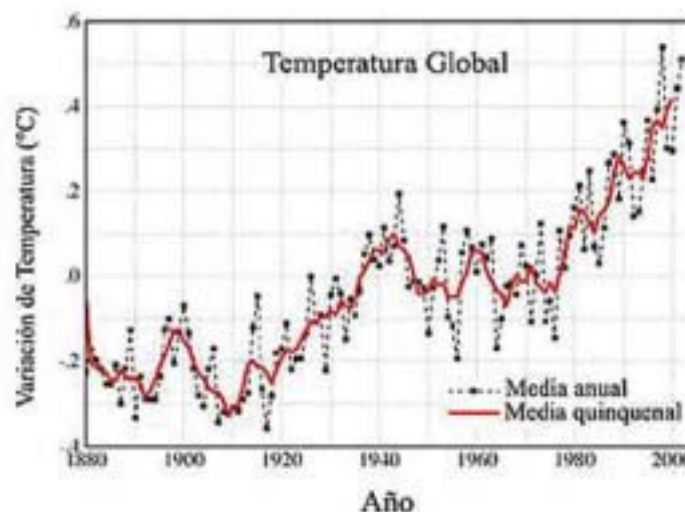


**“La velocidad del cambio actual es mayor a la natural, lo que afecta al equilibrio en el planeta”**

El **Efecto Invernadero: base de la vida y causa de preocupación**. En estas dos últimas décadas la ciencia ha tomado conciencia que algunos de los cambios ambientales que provocan las actividades humanas tienen efectos globales y que pueden tener consecuencias considerables para el futuro de la humanidad. Entre los cambios globales relacionados con la acción del hombre, está el incremento de la temperatura superficial, provocado por un aumento en el efecto invernadero, el cual pasó de ser un tema de interés científico a ser uno de importancia social, política y económica cuando se detectó que el aumento de los gases invernadero en la atmósfera, debido a causas antropogénicas podrían estar provocando un calentamiento generalizado en la tierra. Es importante entender que el efecto invernadero siempre a existido. Los gases que determinan son naturales y siempre han contribuido a la regulación del clima terrestre, por lo que representan una de las bases de la vida en nuestro planeta.

La atmósfera de nuestro planeta contiene pequeñas cantidades de gases que absorben y emiten radiación infrarroja como el vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nítrico (N<sub>2</sub>O). Estos gases, llamados gases invernadero, constituyen un fuerte absorbente de luz en la región del infrarrojo, pero son prácticamente transparentes a la región ultravioleta y al extremo visible del espectro, lo que permite que la radiación que proviene del sol, predominantemente ultravioleta y visible, no se obstruya por la presencia de estos gases en la atmósfera y pase sin impedimento a la superficie del planeta, la cual se calienta y emite radiación infrarroja; los gases invernadero absorben esta radiación emitida por la superficie del planeta, la atmósfera y las nubes y la emiten en todas direcciones, incluso de

(Continúa en la página 4)





(Viene de la página 3)

nuevo hacia la superficie de la tierra, atrapando calor dentro de la atmósfera; este mecanismo es llamado "efecto invernadero natural" (Nilsson 1992, Sarre 1994), el que es parte del balance de energía de la tierra. Las nubes absorben y emiten radiación infrarroja, de allí que contribuyen al calentamiento de la superficie de la Tierra; por otro lado, la mayoría de las nubes funcionan como reflectores de radiación solar y tienden a enfriar el sistema climático.

### El dióxido de carbono en el efecto invernadero

De todos los gases invernaderos mencionados en la sección anterior, el vapor de agua es uno de los más importantes, debido a que la atmósfera se compone en gran parte de vapor de agua, sin embargo, este gas no es considerado dentro del análisis del cambio climático antropogénico ya que su concentración en la atmósfera no es afectada directamente por la acción del hombre. Desafortunadamente, en el caso del dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), sí hay cambios significativos de su concentración en la atmósfera producto de las actividades antrópicas, por lo que el CO<sub>2</sub> es considerado como el principal gas invernadero en el análisis del calentamiento global.

Según los mejores estimados disponibles, de estudios en que se analiza la concentración de CO<sub>2</sub> de burbujas de aire atrapadas dentro de capas de hielo, las variaciones naturales durante los pasados 11,000 años han sido pocas. Durante el pasado milenio, hasta comienzos de la revolución industrial, el CO<sub>2</sub> varió poco, entre 275 y 285 ppmv; sin embargo, la concentración se elevó significativamente del rango observado anteriormente a la concentración de 366 ppmv, significando esto un incremento de aproximadamente un 28%. Esta tasa de cambio incrementada viene de los efectos acumulativos de emisiones por uso de combustibles fósiles y la deforestación. Del total de CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera mediante las actividades humanas un 40% permanece en ella siendo el restante 60% absorbido por los océanos y los ecosistemas terrestres (IPCC 2000). Los cambios a través del tiempo de CO<sub>2</sub> atmosférico coinciden con los cambios registrados en la temperatura, lo que respalda la hipótesis de que este gas es agente causal del cambio climático global.

El estudio del ciclo del carbono es de importancia primordial para el entendimiento del calentamiento global. Existen dos fases bien definidas del ciclo del carbono: la fase orgánica, en donde destaca el papel de los autótrofos que remueven de la atmósfera el CO<sub>2</sub> a través de procesos de fotosíntesis y los procesos de descomposición y respiración como fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera; está también la fase inorgánica donde figuran procesos naturales como el vulcanismo y la meteorización de rocas como fuentes de carbono atmosférico. Las actividades del hombre altera este ciclo natural de modo que la emisión de carbono por uso de combustibles fósiles (petróleo, aceite y carbón) pasa a predominar (Nilsson 1992).



JOSE NEY RIOS

Ing. Zootecnista

Becario Peruano IFP AR&SC Grupo 3

*Está estudiando una Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo en CATIE de Costa Rica.*

A través de la fotosíntesis se producen carbohidratos que son trasladados a varias partes de la planta y utilizados para su crecimiento; como resultado de la fotosíntesis, la planta produce Biomasa, la que provee un estimado de carbono almacenado dentro de la vegetación debido a que cerca del 50% de esta es carbono (Brown 1997, Brown y Lugo 1992). Tenemos entonces que el crecimiento de una planta conlleva la incorporación de carbono dentro de sus tejidos, proceso conocido como **fijación**; el carbono se encuentra en la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub> y es removido de esta durante la fotosíntesis para la formación de carbohidratos, el proceso de incrementar el contenido de carbono de un reservorio a expensas de la atmósfera, se denomina **captura o secuestro**.

### Estrategias que mitigan el calentamiento global

Las principales soluciones al problema del incremento de gases invernadero en la atmósfera se dirigen hacia dos caminos: a aquellas que reducen las emisiones a la atmósfera y aquellas que fomenten su almacenamiento por fijación ya sea en la superficie de la Tierra o en los océanos. La forestería ha recibido una especial atención en vista de su potencial para contribuir a la reducción del efecto invernadero; las estrategias planteadas por este sector se enmarcan en tres objetivos primordiales: 1) Reducir la emisión de gases invernadero (p.e. disminuir las quemadas, elaborar y realizar productos duraderos hechos de madera), 2) mantener los actuales depósitos de gases invernadero (p.e. conservar bosques maduros, introducir sistemas de manejo sostenibles en bosques) y 3) extender los depósitos de gases invernadero (establecer plantaciones y bosques secundarios en tierras abandonadas).

Referencias Bibliográficas

BROWN, S. 1997. Estimating biomass change of tropical forests ( a primer). FAO, A Forest Resources Assessment. 37 pp.

BROWN, S.; LUGO, A. 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. *Interciencia* 17(1):8-18.

ERICKSON, J. 1992. El efecto invernadero: desastre de mañana, hoy. Madrid, España, McGraw-Hill/Interamericana, 217p.

HANSEN, J.; JONSON, D.; LACIS, A.; LEBEDEF, S.; LEE, P.; RIND, D.; RUSSEL, G. 1981. Climatic impact of increasing atmospheric carbon dioxide. *Science* 213(4511):957- 966.

HARRINGTON, J.B. 1987. Climatic change: a review of causes. *Canadian Journal and Forestry Research* 17: 1313-1339.

IPCC (2000). Land use, Land use change, and forestry. Special Report of IPCC, Cambridge University Press 377p.

IPCC (2001). Third Assessment Report-Climate Change 2001: The scientific basis. Approved by IPCC Working Group II in Geneva, 13-16 February 2001. [www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/)

JONES, P.D.; WIGLEY, T.M.; WRIGHT, P.B. 1986 Global temperature variations between 1861 and 1984. *Nature* 322: 430-434.

NILSSON, A. 1992. Greenhouse earth. John Wiley and Sons, England, 219p.

SARRE, A. 1994. Debate sobre el calentamiento de la tierra. *Actualidad Forestal Tropical* 2(2):2.

