

La temperatura ambiental en Managua y el efecto invernadero, 1989-1998

Julio López de la Fuente SJ*

Resumen.- En este trabajo se presentan datos de temperatura medio-ambiental diurna y nocturna para Managua durante el período 1989-98. Se obtiene la correlación lineal entre estos dos componentes térmicos diarios y se presenta la correlación entre la temperatura matutina y vespertina con respecto a la radiación solar diaria. Se aborda el Efecto Invernadero Natural y el Efecto Invernadero Antropogénico, en relación con el incremento de 3.40°C que ha experimentado la temperatura ambiental diurna desde 1944. Los fuegos, quemas y humos sobresalen entre sus principales causantes.

Introducción

Hace ya más de dos años que los ciudadanos de Managua sentimos un calor sofocante, que no se mitiga ni durante la temporada de lluvias ni en los primeros meses del verano tropical. La prensa escrita informó sobre temperaturas máximas históricas registradas durante los meses de abril y mayo 1998 en todo el territorio nacional.

En este trabajo expondremos los valores registrados en la estación actinométrica Vadstena-UCA sobre las temperaturas ambientales durante el período 1989-1998, y sus correlaciones con algunas variables de la radiación solar y sus posibles causas atmosféricas y antropogénicas.

Medición de la temperatura-datos

La sonda de la temperatura (°C) consiste en un filamento de platino (P_t100) o laminilla platinada, cuya resistencia varía muy linealmente con la temperatu-

ra ambiental y presenta un valor de 100 Ω (ohmios) para una temperatura de 0°C (cero celsius).

Un procesador de datos (HP3497A), controlado por un programa PC, envía una corriente precisa de 100 μA (microamp) y mide los voltajes resultantes en la resistencia P_t100 cuando se aplica el pulso de corriente y cuando no hay corriente. Este proceso permite calcular el valor correcto del P_t100 , sin incluir la resistencia de los hilos de la instalación, y la temperatura con un error de una centésima de grado celsius.

El procesador HP está programado para ejecutar continuamente las mediciones cada 2.5 segundos, durante las 24 horas diarias. Hasta 1995, los datos se registraban como valores medio-horarios pero, a partir de entonces, se registran también los valores-medios de minuto (valor medio de 24 mediciones).

A media noche se realiza la impresión de los valores medio-horarios y se almacenan con los valores-medios de minuto.

* Investigador de la estación actinométrica VADSTENA-UCA.

Cada mes se imprimen todas las variables registradas y se forman dos bloques de registros: la temperatura diurna (5am-7pm) y la temperatura nocturna (7pm-5am) para correlacionar los valores de las diversas variables solares con sus correspondientes de la temperatura diurna.

Los datos de la temperatura ambiental están presentados en los cuadros 1 y 2. Nótese la regularidad de los ciclos anuales, sobre todo entre 1989 y 1995, donde se hace visible la tendencia ascendente, si bien el cuadro 2 nos señala su claro comienzo en 1994.

Cuadro 1
TEMPERATURAS MEDIAS °C

	1989		1990		1991		1992		1993	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
ENR	27.40	23.50	27.91	23.94	27.99	24.06	28.14	24.14	28.35	24.30
FBR	27.58	23.49	28.06	24.07	28.71	24.32	29.11	24.94	29.05	25.00
MRZ	28.62	24.44	29.26	25.06	30.21	25.65	29.96	25.70	29.97	25.76
ABR	30.04	26.06	30.54	26.60	29.12	26.82	32.88	27.26	31.03	27.19
MAY	30.14	26.48	29.84	26.40	28.47	24.48	31.29	26.09	29.23	26.12
JUN	28.52	25.05	28.77	25.52	29.48	25.89	29.70	24.91	28.54	25.44
JUL	28.28	24.94	28.56	25.00	28.77	25.48	27.77	24.75	28.33	25.13
AGT	28.52	24.84	28.85	25.12	28.89	25.40	28.71	24.93	27.86	24.85
SPT	27.26	24.22	28.91	24.83	29.08	25.33	28.66	24.67	27.90	24.46
OCT	28.41	24.67	28.77	24.51	28.19	24.49	28.51	24.83	28.42	24.81
NOV	28.60	24.86	28.09	24.37	28.45	24.68	29.01	24.03	28.38	24.62
DIC	27.40	23.47	27.74	23.91	28.06	24.26	28.46	23.33	28.19	24.44
TMP	28.40	24.67	28.78	24.95	28.87	25.07	29.34	24.96	28.61	25.18
TDIA	26.85		27.18		27.29		27.52		27.18	

Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

Con todo, está claramente visible en el gráfico 1 la correlación existente entre la temperatura diurna (TD) y la temperatura nocturna (TN). El cálculo de una regresión lineal para el período enero 1989-junio 1998 nos da la siguiente expresión:

$$TD = 3.4452 + 1.01747 \times TN$$

$$\text{coef } \text{corl} = 0.9680 \quad \text{error estm} = 0.4645$$

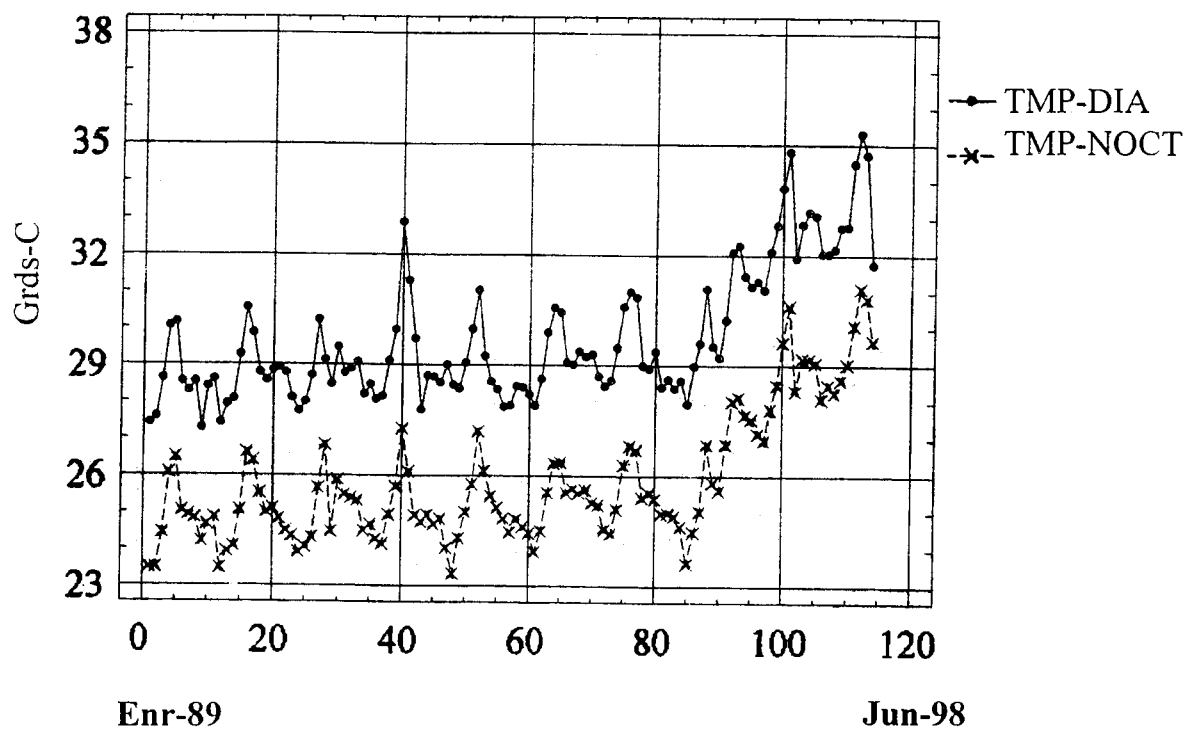
Pero abril 1992 da el valor de mayor irregularidad dentro de la correlación lineal.

Cuadro 2
TEMPERATURAS MEDIAS °C

	1994		1995		1996		1997		1998	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
ENR	27.90	23.94	28.58	24.44	27.94	23.62	31.07	26.96	32.76	28.60
FBR	28.61	24.49	29.47	25.10	28.98	24.47	32.11	27.81	32.78	29.04
MRZ	29.87	25.54	30.58	26.30	29.60	25.05	32.80	28.46	34.50	30.10
ABR	30.56	26.33	31.00	26.81	31.08	26.86	33.82	29.64	35.31	31.10
MAY	30.43	26.37	30.86	26.70	29.52	25.81	34.81	30.63	34.72	30.82
JUN	29.07	25.53	28.98	25.41	29.21	25.61	31.93	28.30	33.49	29.67
JUL	29.02	25.64	28.91	25.54	30.23	26.86	32.84	29.19		
AGT	29.37	25.53	29.38	25.37	32.09	28.01	33.17	29.17		
SPT	29.24	25.62	28.41	24.97	32.26	28.13	33.07	29.08		
OCT	29.30	25.27	28.62	24.98	31.43	27.65	32.05	28.08		
NOV	28.70	25.21	28.37	24.92	31.16	27.54	32.05	28.46		
DIC	28.43	24.53	28.58	24.64	31.29	27.14	32.17	28.24		
TMP	29.21	25.34	29.31	25.43	30.40	26.41	32.66	28.67		
TDIA	27.60		27.69		28.74		31.00			

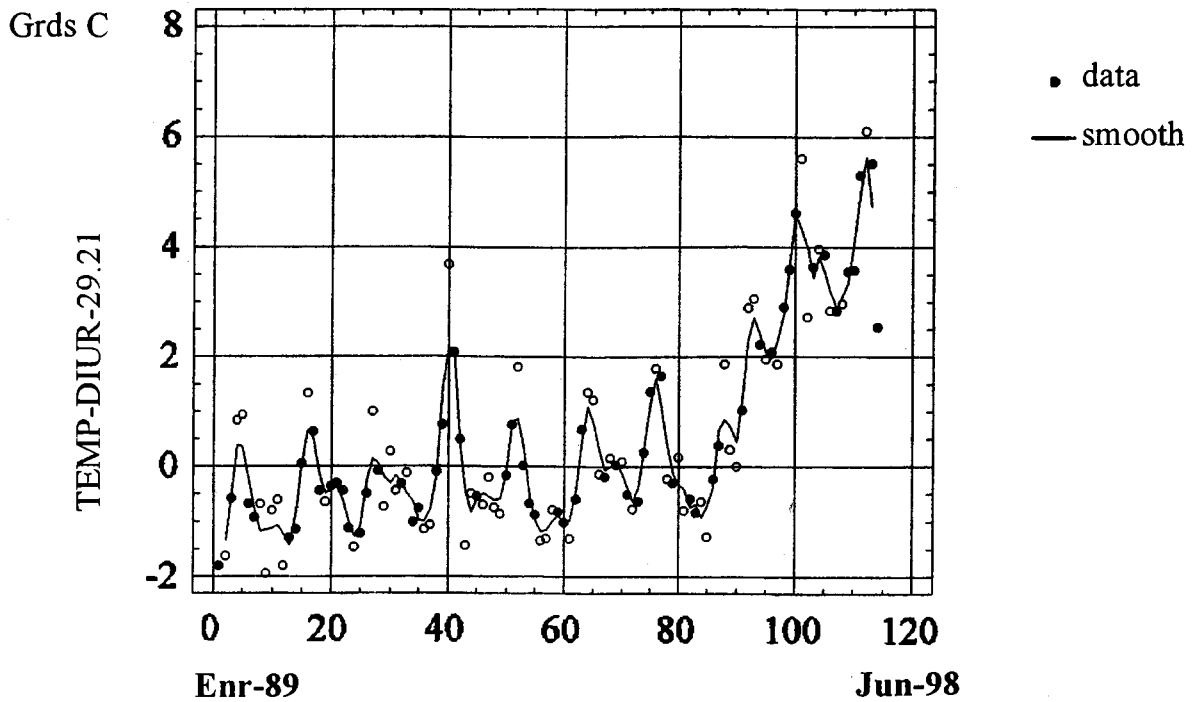
Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

Gráfico 1
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL: ENR-89 - JUN-98



Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

Gráfico 2
 APLANADA SERIE TEMPORAL (MM3) : TMP-DIUR - 29.21°C



Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

El gráfico 2 muestra con mayor claridad la tendencia creciente del valor de la temperatura diurna. Este gráfico corresponde a la serie temporal (cuadro 3) de los valores medio-mensuales para una media-movible de 3 términos y con respecto al valor medio de 1994

(29.21°C). Apreciamos la tendencia creciente a partir de 1994, con 1992 como año irregular. En efecto, a marzo, abril y mayo de 1992 corresponden radiaciones solares con valores medio-diarios superiores a 6100 W por /m² día.

Cuadro 3
 SERIE TEMPORAL DE LOS VALORES MEDIOS MENSUALES
 DE LA TEMPERATURA °C

Años	1989,90,91	90-92	91-93	92-94	93-95	94-96	95-97
TD	28.65	28.97	28.97	29.11	29.10	29.64	30.79
Min	27.26	27.74	27.77	27.77	27.86	27.90	27.94
Max	30.54	32.88	32.88	32.88	31.03	32.26	34.81

Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

Los datos de las tres tablas presentan un aumento progresivo y temporal en los valores medio mensuales de las temperaturas diurnas, nocturnas y diarias. Al mismo tiempo, existe una estrecha correlación entre las temperaturas medias diurnas y nocturnas, dentro del período de los nueve y medio años estudiados: enero 1989-junio 1998.

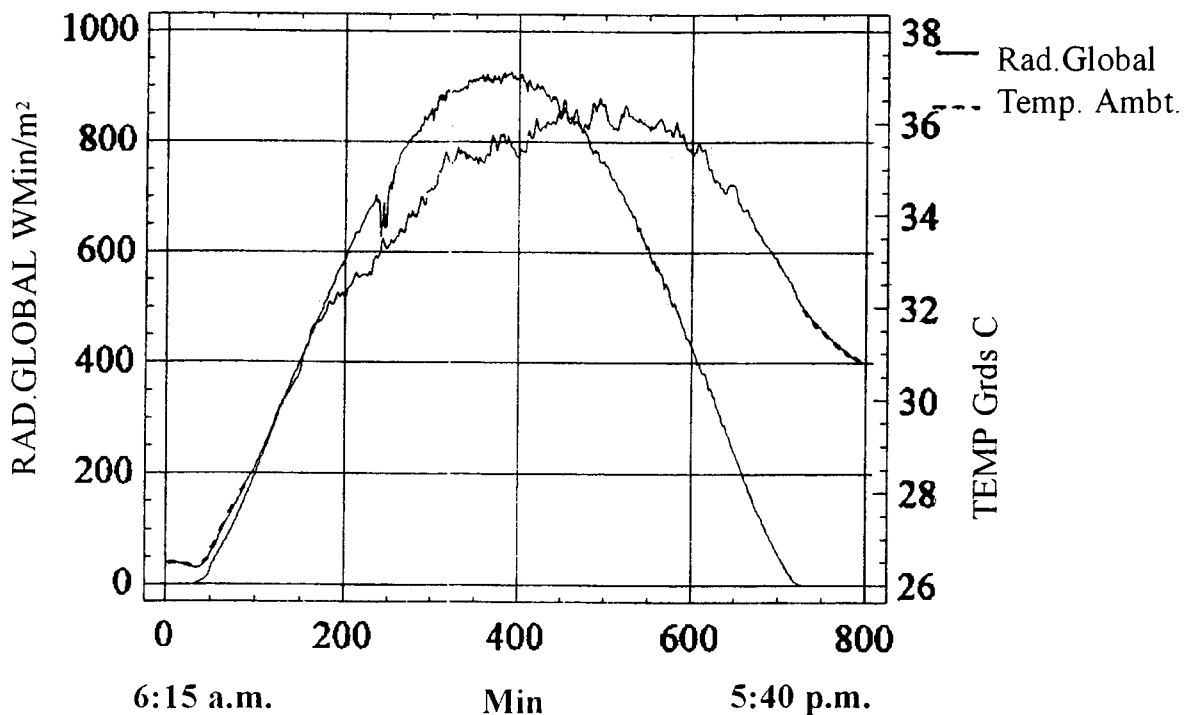
La radiación solar y la temperatura

La tierra se calienta durante el día a causa de la radiación solar como agente

térmico principal, pero no único. Durante la noche, nuestro planeta irradia su energía térmica (radiación infrarroja) hacia el cosmos refrigerando su superficie. De este modo se produce un balance energético entre la tierra y su atmósfera.

Tomemos un día con una limpia atmósfera y sin nubes (28 de enero de 1998), cuyos valores medios de minuto para con la radiación solar y la temperatura ambiental están representados en el gráfico 3, mostrando la estrecha correlación que existe entre estas dos variables.

Gráfico 3
RAD. GLOBAL y TEMP : 28/01/98



Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

Debido a la densidad del aire ambiental y la humedad relativa, el máximo de temperatura diurna no coincide con el máximo de la radiación solar, sino que

presenta el retraso de una constante térmica, alcanzándolo hacia las 3 pm (hora solar) y descendiendo de nuevo a la par con la radiación solar vespertina.

Para este día particular obtenemos las regresiones lineales:

$$\text{TD (7-12) am } \text{TD}^* = 26.64 + 94.80 \times 10^{-4} \text{ Rad. Glb}^{**}$$

coefc corrlc= 0.9954 error estmd = 0.2639

$$\text{TD (3-7) pm } \text{TD} = 32.61 + 64.79 \times 10^{-4} \text{ Rad. Glb}$$

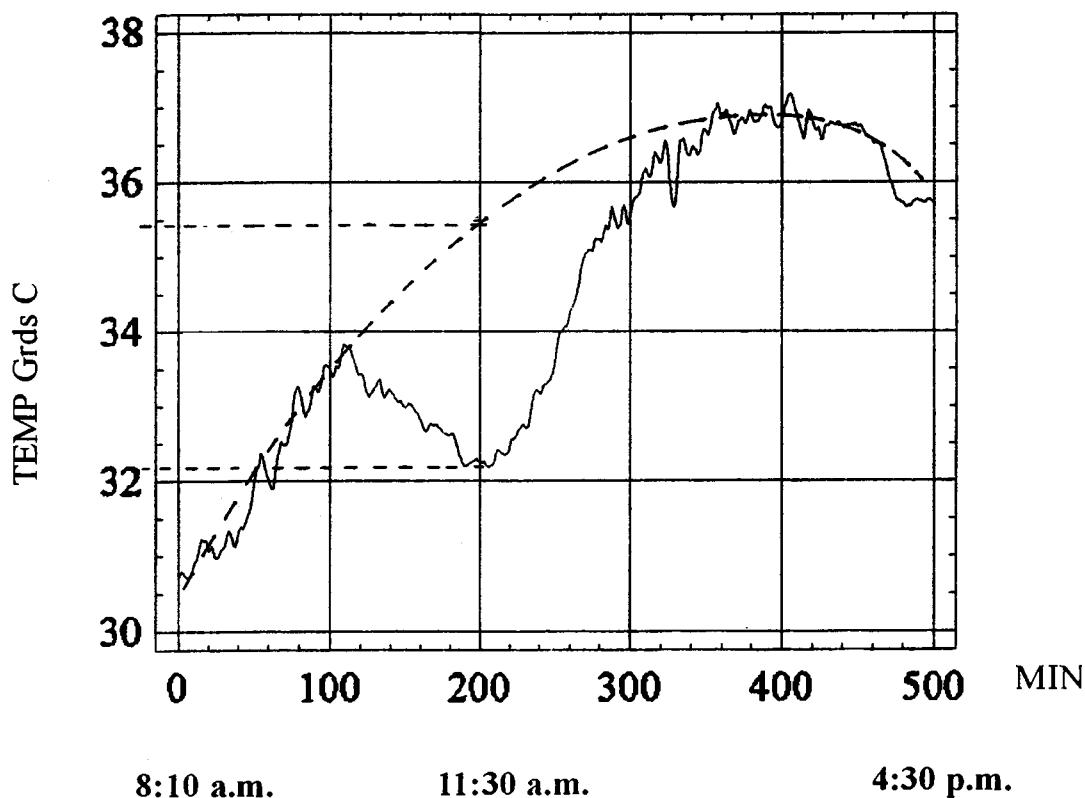
coefc corrlc = 0.9789 error estmd = 0.2565

Es evidente que todos los días no son así de limpios y sin nubes.

Estas consideraciones nos permiten estimar la variación de la temperatura ambiental a lo largo del eclipse solar parcial (75%), que tuvo lugar el 26 de febrero de 1998, entre las 10:10 am y las 1:30 pm (gráfico 4).

Los valores medios de minuto de la temperatura durante el eclipse parcial (gráfico 4), muestran claramente el descenso de la temperatura hasta un valor de 32.20°C hacia las 11:30 am, recuperando su valor normal ambiental hacia las 14:10 pm, bajo la acción térmica de la radiación solar.

Gráfico 4
TEMP. ECLIPSE(75%) : 28/02/98



Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

*. La temperatura diurna (TD) se expresa en grados centígrados (°C).
 **. Las radiaciones globales (Rad.Gld) se expresan en Whr/m².

Aunque antes y después del eclipse hubo algunas nubes, (apenas 9 minutos en total), sí las hubo durante el fenómeno que también fue acompañado de cierta humedad relativa (RH~40%) y una brisa suave. El gráfico 4 corresponde a la situación de "cielos sin nubes", que constatamos en los registros de la estación solar mediante las mediciones del parámetro del brillo solar ($SS \geq 1120 \text{ W/m}^2$).

La curva de puntos seguidos representa el "registro" de la temperatura que se hubiera tenido sin la presencia del eclipse parcial. Así pues, observamos y estimamos la diferencia entre la mínima (32.2°C) del eclipse y la hipotética temperatura normal de las 11:30 am (35.4°C). Luego, la intromisión de la luna ocasionó un descenso máximo de $3.20^\circ\text{C} \pm 0.25^\circ\text{C}$ en la temperatura ambiental de Managua.

El Efecto Invernadero Natural (EIN)

Mientras el sol se mantiene caliente debido a sus propias reacciones de fusión nuclear, la tierra, la luna y los otros cuerpos celestes de nuestro sistema solar se calientan al interceptar parte del flujo térmico del sol.

La tierra está envuelta en una capa de aire, más denso en los cuatro primeros kilómetros de profundidad atmosférica, que constituye nuestro medio-aéreo en el que se originan las nubes.

La radiación solar atraviesa la atmósfera (unos 120 kms de altura entre la ionosfera y la troposfera) sin apenas ser absorbida, aunque una parte es reflejada de nuevo hacia el espacio por los

aerosoles y la capa superior de las nubes. Al llegar a la superficie terrestre, una pequeña parte de flujo radiante solar es reflejado (albedo) hacia la cercana atmósfera y la mayor parte del calor solar es absorbido por la tierra, calentando la superficie terrestre y marina. Este calor superficial da origen a nuestra temperatura ambiental.

La superficie global se mantiene con una temperatura media de unos 15°C (288°K); la del sol, por su parte, aparenta tener la de un cuerpo negro con 6000°K . Según el físico alemán Wien (Premio Nóbel 1911), la longitud teórica de onda con máxima radiación en un cuerpo negro está dada por la relación ($\lambda_{\text{max}} = 2898/\tau$ micrones) donde τ es la temperatura absoluta ($^\circ\text{K}$) del cuerpo.

Dicho de otra manera, al sol le corresponde un λ_{max} de 0.48μ (en la realidad 0.55μ) y a la tierra una λ_{max} de 10.06μ , unas veinte veces mayor.

La pequeña onda solar radiativa de media micra atraviesa la atmósfera terrestre sin apenas ser absorbida hasta llegar a la superficie terrestre. Por el contrario, la onda radiativa de la tierra, conocida como radiación infrarroja, al ser emitida hacia el espacio atmosférico, es absorbida en gran parte por el vapor de agua y ciertos gases del medio-aéreo, calentándolos; el resto de la radiación infrarroja escapa a la estratosfera. De este modo, el calor solar llegado a la tierra se transforma en parte en calor ambiental de la atmósfera superficial.

Así pues, la radiación infrarroja no atraviesa prácticamente las nubes ni la capa de gases predominantes en la troposfera y este flujo térmico es reflejado

en parte a la tierra, incrementando el calor ambiental. Por tanto, se origina una retroalimentación térmica entre la superficie global y la troposfera. El flujo y reflujo de energía calorífica produce un incremento sucesivo de la temperatura ambiental, hasta alcanzarse un equilibrio energético entre los flujos entrantes y salientes del medio aéreo ambiental. Este complejo proceso natural se llama el "efecto invernadero natural" (EIN) y fue descubierto en 1827 por el matemático francés Jean-Baptiste Fourier.

Mientras la cantidad del vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y de los otros "gases de invernadero" se mantenga constante, se obtiene un equilibrio térmico prácticamente constante, siempre que la radiación solar entrante permanezca uniforme. Al período 1989-1993, en los gráficos 2 y 3, corresponde el proceder natural del EIN y, como veremos más adelante, al período total 1989-1998 para con la radiación solar.

El Efecto Invernadero Antropogénico (EIA)

La actividad humana o procesos antropogénicos, pueden aumentar las concentraciones de los agentes principales del EIN, ocasionando un desequilibrio energético en la troposfera que puede producir un incremento de la temperatura ambiental.

Esta anormal situación genera cambios en los patrones de las corrientes atmosféricas y cambios climáticos en una manera no predecible, hasta que los diferentes factores alcancen un nuevo equilibrio energético.

La interacción del proceso natural del EIN con la actividad humana ambiental lleva a establecer el anormal proceso del EIA.

Veamos a continuación como en Nicaragua y, más específicamente, en Managua, se está desarrollando el EIA.

Ya en 1895, el químico sueco Svante Arrhenius (Premio Nóbel de Química 1903), publicó un artículo (Gribbin, 1990:32) donde calcula la temperatura media global al doblar la presencia de la concentración natural del CO_2 en la atmósfera, llegando a la conclusión de que se daría un aumento global de la temperatura entre $(5-6)^\circ C$, no lejos de los presentes cálculos. También estimó que una reducción del CO_2 en una tercera parte de su concentración podría enfriar el globo en unos $3^\circ C$.

En los trópicos, los naturales y principales agentes del EIN son el sol, las nubes (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), las erupciones volcánicas y las tolvaneras de las tierras áridas (trópico seco).

Como agentes del EIA podemos señalar: los gases CFC y los procedentes de la combustión de fueles (O_3 , SO_2 ,...), de la agricultura (N_2O) y el metano (CH_4) de los arrozales, de las termitas y de la ganadería, la deforestación, los fuegos y las quemadas agrícolas. Existe además un efecto ocasionado por el complejo de edificios del centro urbano, llamado "efecto isla térmica". Al reducirse la ventilación natural, se ocasiona un aumento de temperatura, pero de escasa acción en Managua por su muy dispersa construcción.

La inducción térmica ambiental

Consideremos de cerca los cuatro primeros agentes EIN de inducción térmica ambiental y su interacción con agentes EIA. Los restantes agentes de efecto invernadero no se han manifestado activos en nuestro país durante la última década en un grado que se les pueda considerar severos inductores térmicos.

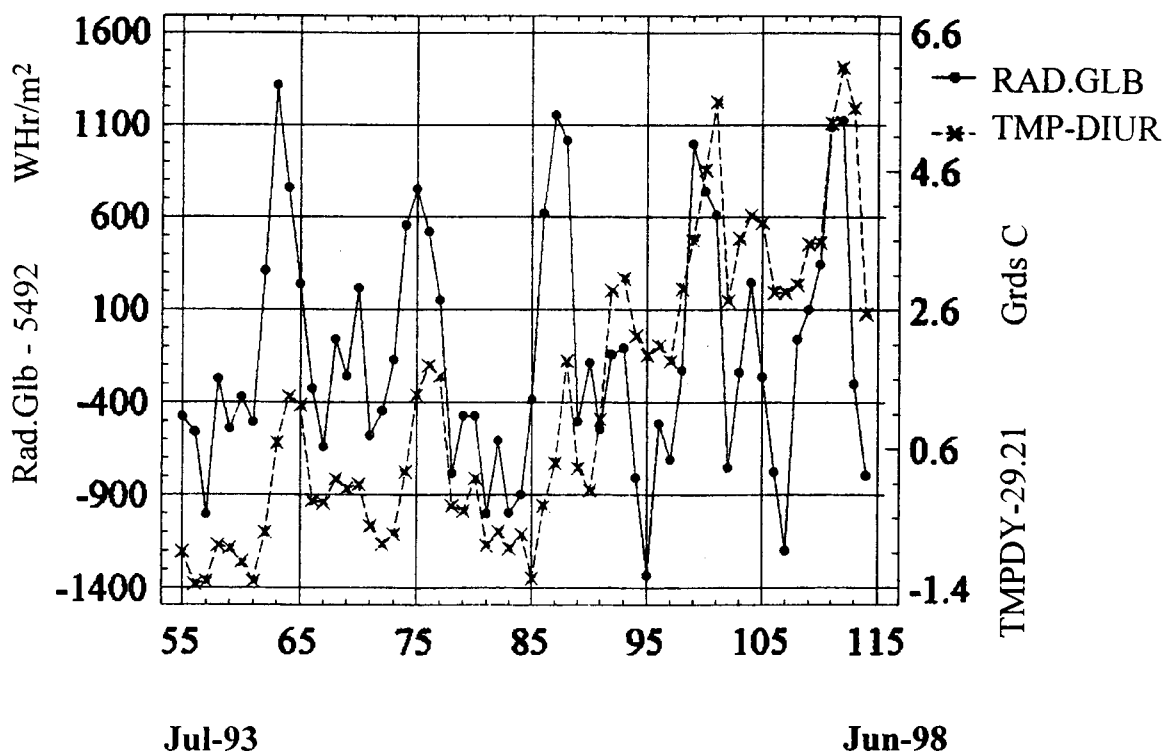
El polvo fino de una erupción volcánica, una vez introducido en la estratosfera (altura > 15 kms), puede reducir sensiblemente la insolación terrestre durante un año o más. Recordemos el llamado "año del humo", 1835, después de que el 20 de enero erupcionó el volcán Cosigüina, cubriendo el territorio

nacional con una espesa capa de humo y una bruma compuesta de arenilla y cenizas volcánicas.

Ya dijimos más arriba que la radiación solar es el principal agente del calentamiento atmosférico y, por ende, del medio ambiental. Podríamos pensar que la tendencia creciente de la temperatura diurna, sobre todo a partir de 1994, se podría deber a un aumento de la radiación solar durante el período 1994-98.

El gráfico 5 presenta las variaciones medio-mensuales de la radiación global y de la temperatura diurna, en el período julio 93-junio 98, respecto a sus valores medio anuales de 1994, (a saber: Rad. Global = 5492 Whr/m².día; Temp. Diurna = 29.21°C).

Gráfico 5
RAD. GLOBAL y TMP-DIURNA MENOS AVGs 94



Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

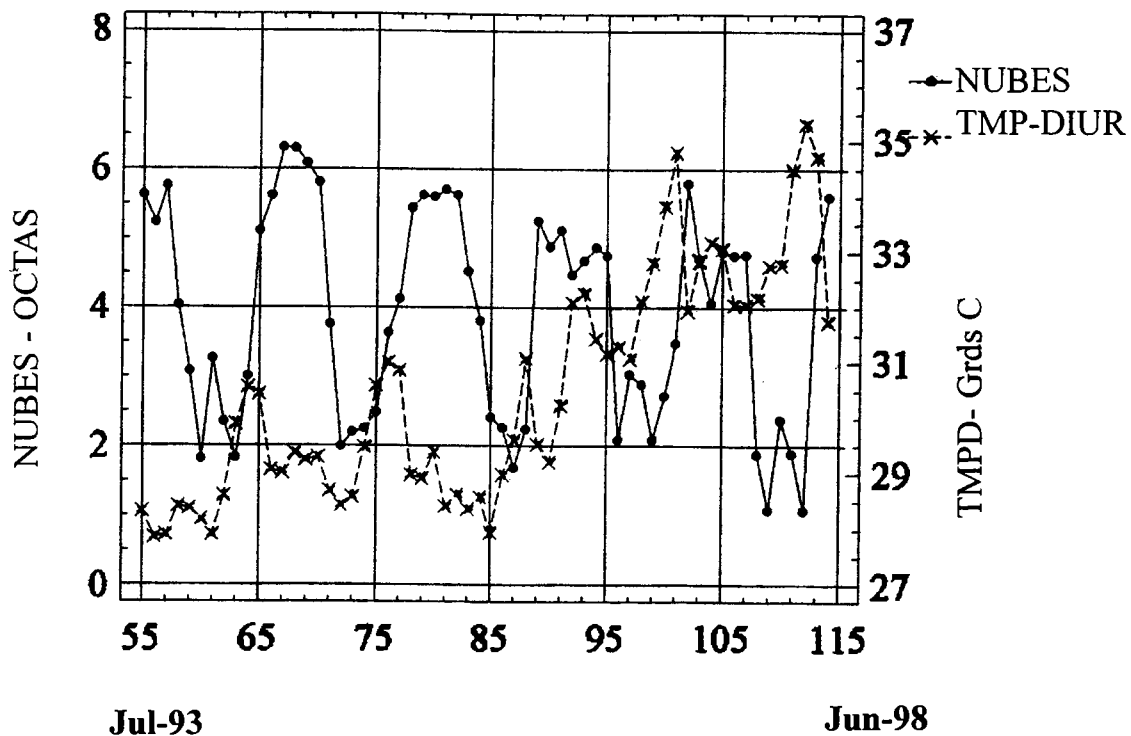
Observamos que se da una clara correlación entre la radiación solar y la temperatura para 1993, 1994 y 1995; pero deja de darse para 1996, 1997 y 1998. En efecto, los coeficientes de correlación lineales han sido respectivamente 0.67 para 1989-1993 y 0.36 para 1993-1998.

La tendencia ascendente en la temperatura diurna, que a partir de 1994 eleva su valor medio en 0.10°C , 1.19°C y

3.45°C para con 1995, 96 y 97, no se debe a un incremento en la radiación solar que se ha mantenido normal a lo largo de los nueve y medio años (enero 1989-junio 1998).

Otro factor importante que contribuye severamente al EIN son las nubes. El gráfico 6 muestra los valores medio-mensuales de la temperatura diurna (julio 1993-junio 1998) y su cobertura de nubes en octas.

Gráfico 6
NUBES y TEMP-DIURNA



Fuente: Estación Actinométrica VADSTENA-UCA.

Podemos apreciar una regularidad anual y estacional que corresponde a una cobertura de nubes con el valor medio de 2 octas para la estación seca y de 5 octas en la temporada lluviosa. Pero el cálculo de una múltiple regresión lineal constante de la temperatura en función de la radiación solar y de la cobertura de nubes, da un coeficiente de correlación

cuatro veces mayor para el período enero 1989-junio 1993 que para enero 1993-junio 1998. Todo lo cual nos lleva a concluir que el incremento de las temperaturas diurnas a partir de 1994 tampoco se debe al agente inductivo térmico de la cobertura de nubes que presenta un comportamiento normal.

Gases del efecto invernadero: niveles y eficiencias

Nos queda considerar el EIA, a partir de los dos principales “gases de invernadero”, el CO₂ y el CH₄, dejando de lado la pequeña contribución de los otros agentes secundarios gaseosos, como el óxido nitroso (N₂O), el ozono (O₃) y los clorofluorocarburos (CFC).

Hoy en día se cree que la temperatura media global ha estado aumentando desde hace décadas. Pero el incremento ha sido paulatino, ocultándose en las oscilaciones mucho mayores y ordinarias que, año con año, se presentan en la temperatura ambiental (ver cuadros 1 y 2, gráfico 1 y 2).

Según un estudio de James Hansen (Gribbin, 1990:14,17) del laboratorio NASA-Goddard, N.Y., sobre estudios del espacio, las latitudes intertropicales incrementaron sus temperaturas en 0.3°C entre 1880 y 1930, con respecto al valor medio del período 1880-1980; manteniéndose después de 1930 a una temperatura prácticamente constante. Con todo, en 1980, se daba una alta probabilidad de calentamiento global, como así ocurrió. Los cinco primeros meses de 1988 han constituido el período más caliente desde 1880 a 1989.

Desde la superficie caliente de la tierra se escapa al espacio un calor menor porque, debido al EIN, el calor queda atrapado por el CO₂ y los otros gases de la troposfera, calentándola. Pero como también un menor calor es transferido hacia arriba, a la estratosfera, ésta se enfría con la misma razón con que la troposfera se calienta.

Recordemos que también es función de la atmósfera el transportar calor alrededor del mundo, ayudando a suavizar las diferencias de temperatura entre el día y la noche, así como entre los trópicos y los polos, sin que este doble mecanismo de transporte calorífico afecte el valor medio de la temperatura global.

Hasta la Revolución Industrial del siglo XIX, los niveles de concentración atmosférica del CO₂ nunca sobrepasaron los niveles naturalmente controlados de 280 ppm. Con la combustión de los recursos fósiles y sobre todo de la hulla, la actividad humana comenzó la contaminación atmosférica grave y de una manera progresiva, alcanzando en 1987 el nivel de 340 ppm, con un crecimiento anual de 2.4%. El progreso industrial había iniciado la era del EIA.

Por contaminación atmosférica se entiende, por lo general, la contaminación de la troposfera, donde la mayoría de los contaminantes tienen un tiempo de vida (es decir, una permanencia limitada), antes de ser “lavados” por la lluvia, removidos por reacciones químicas o depositados sobre el suelo terrestre.

En la troposfera se define una “capa límite” de aproximadamente un kilómetro de profundidad. En esta capa, los efectos de superficie afectan de modo importante a la vida, tal como la conocemos. En el espesor de esta capa, el mezclado de componentes es relativamente rápido, en comparación con lo que ocurre en el resto de la troposfera. Los elementos contaminantes son retenidos en el interior de la capa y transportados a largas distancias (Harrison, 1992:7).

Los tiempos de transporte van desde horas, para decenas de kilómetros, hasta semanas y meses, para dar la vuelta al mundo.

Por otra parte, el metano (CH_4) o "gas natural" es el producto común de una materia en descomposición, incluyendo los desechos naturales. Hay evidencias de que también se produce al quemar la biomasa, como resultado de una combustión incompleta. La descomposición anaeróbica de los lodazales estuarinos, de las turbas y de los humedales, también producen metano.

Sin embargo, las grandes producciones del gas metano se originan con la quema de madera, en los arrozales, en el rumiar del ganado, en la digestión de las termitas y en los basureros no controlados, y de todo eso hay en Nicaragua en cantidades considerables. El nivel atmosférico del metano es de 1.7 ppm (1980) y aumenta globalmente a razón del 1.2% cada año.

Pero hay una notable diferencia entre la eficacia en el "efecto invernadero" (EI) para con una molécula de CO_2 y de CH_4 : la molécula de metano absorbe veinticinco veces más calor (radiación infrarroja) que la molécula de dióxido de carbono en su contribución al EI (Master, 1991:389).

Los otros gases de invernadero menores, como el N_2O , con concentración del 0.31 ppm y los CFC con 225×10^{-5} ppm, presentan eficiencias de EI aún mayores: 230 y 15 mil con respecto a la molécula del CO_2 .

Aunque el CO_2 es el gas que tiene una más importante contribución al calen-

tamiento atmosférico mediante el proceso EI, los otros gases (CH_4 , N_2O y CFC) contribuyen en casi el 50% del incremento de la temperatura.

Fuegos, quemas y humos

Falta información básica sobre el flujo del CO_2 y de los otros gases que generan el EI hacia el interior y exterior de la atmósfera y, por ende, en la biosfera. Tampoco tenemos todavía un cálculo confiable sobre la cantidad de CO_2 , CH_4 y N_2O que producen los incendios naturales o los provocados por el hombre.

Según Joel Levine, del Centro Langley de Investigación NASA, Hampton, Virginia, "tenemos que comprender qué estamos haciendo cuando quemamos los bosques tropicales y el rastrojo después de la cosecha. No sabemos, sobre una base de escala global, a qué estamos contribuyendo" (Facetas, 1989:30).

Al quedar los desechos maderables en un área abierta que el sol va secando, la tala de bosques crea las condiciones favorables para promover el fuego. A su vez, el humo del fuego aumenta las temperaturas y reduce la humedad y la visibilidad considerablemente.

Sólo en Nicaragua se han estimado, mediante información por satélite, un total de 16 mil 500 fuegos durante los meses de marzo, abril y mayo de 1998: un 50% más que el año pasado y más que en Guatemala, El Salvador y Honduras juntos durante el mismo período.

A escala global, los bosques tropicales húmedos juegan un papel importante en el ciclo biogeoquímico, sobre todo en el

ciclo hidrológico y en el reciclaje del carbono. De todo el CO₂ despedido a la atmósfera, el 30% procede de la deforestación, en especial de los bosques tropicales (Alma, 1993:65).

Por esta razón, no es de extrañar que en mayo de 1998 se registraran temperaturas de 38.20°C en el aeropuerto Managua, y hasta de 40.10°C en la estación solar Vadstena-UCA.

Según el Departamento de Meteorología Aeronáutica del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), “se considera este año de 1998, un año más caliente que otros”, aunque el gráfico 1 muestra la tendencia creciente a partir de 1994.

Sin desestimar la contribución del fenómeno “El Niño”, que causó sequías en nuestra región del Pacífico, ha habido poca velocidad y falta de vientos. Además, la presencia de sistemas anticiclónicos con altas presiones atmosféricas provocó escasez de nubes: en Managua, en abril de 1998, la nubosidad media fue de 1.07 octas, alcanzándose la máxima temperatura mensual-media diurna de 35.31°C (Vadstena-UCA).

Pero el aumento considerable de los fuegos forestales, de las quemas agrícolas, la costumbre de cocinar con leña, han originado una extensa capa de humo (CO₂, CH₄, N₂O) en la capa límite de la atmósfera que es el agente principal de nuestro Efecto Invernadero Antropogénico.

Desgraciadamente, la pobreza económico-social agrava el EIA al estimular la destrucción de los bosques, sobre todo durante la época de transición entre la temporada seca y el invierno, cuando los campesinos preparan las tierras para las siembras.

Ojalá prestemos más atención a esta actividad humana, para no lamentarnos más tarde, cuando nos quedemos sin árboles, sin sombras y sin agua. Cuidemos por tanto las condiciones ambientales que nos permiten vivir como gente, sin temperaturas sofocantes, siendo agradecidos con la atmósfera terrestre. A la atmósfera debemos el evolucionar dentro de un medio-aéreo con temperatura habitable, estar protegidos contra la letal radiación ultravioleta y ser defendidos contra el bombardeo de los meteoritos.

Bibliografía

- ALMA, P.J. (1993). *Environmental Concerns*. Cambridge Press.
- FACETAS, (1989). “Para vivir con el efecto invernadero”. Washington D.C.
- GRIBBIN, J. (1990). *Hothouse Earth*. London, Bantam Press.
- HARRISON, R.M. (1992). *Understanding our Environment*. Cambridge, Royal Society of Chemistry.
- MASTERS, G.M. (1991). *Introduction to environmental Engineering and science*. Prentice Hall.