

ANALISIS DE LA INSOLACION RECIBIDA DURANTE EL AÑO
GEOFISICO INTERNACIONAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

I. G. Galindo Estrada*

RESUMEN

In this paper we present an analysis of the sunshine records obtained during the International Geophysical Year by means of a Campbell-Stokes sunshine recorder (tropical model) installed on the roof of the Instituto de Ciencia Aplicada in the University City in México.

The analysis shows the diurnal distribution of insolation for each month of the year as well as the monthly and annual totals. The influence of various meteorological factors is discussed. The data are compared with those obtained at the meteorological observatory in Tacubaya during the same period and an estimate is made of probable monthly and annual mean values of insolation in the Mexico City.

* Instituto de Ciencia Aplicada. Sección de Física Atmosférica.

INTRODUCCION

Se considera que la duración de la insolación es uno de los más importantes elementos del clima; especialmente por sus efectos fisiológicos sobre plantas y animales; por lo tanto, se comprende que su estudio ha sido un problema de investigación climatológica desde hace muchos años y que sin embargo no han sido confeccionadas cartas de distribución anual u horaria de la misma para la Ciudad de México; es claro, que al estudiar la insolación necesitamos referirnos a los factores geométricos y geográficos que van a influir sobre su distribución anual en un punto de la tierra.

Los elementos geométricos están directamente asociados con los efectos de la posición relativa de la tierra y el sol, determinando de esta forma las estaciones y condicionando la distribución anual de la insolación.

Dentro de los elementos geográficos se consideran los efectos de posición de nuestra estación y los factores topográficos.

Galindo y Fournier d'Albe¹ han estimado el error topográfico en una disminución en la incineración de la tira de papel colocada en el heliógrafo en $\pm 30'$ por la mañana y la misma cantidad por la tarde agregándose a ésto el umbral de sensibilidad del propio aparato, lo que nos explica el por qué el cociente de insolación posible no alcanza jamás el valor de 1 para días excepcionalmente despejados.

ANALISIS Y RESULTADOS

En el presente trabajo se analiza la insolación recibida en un heliógrafo tipo Campbell-Stokes modelo tropical que con motivo del Año Geofísico Internacional se instaló en la azotea del Instituto de Ciencia Aplicada situado en los terrenos de la Ciudad Universitaria de México ($19^{\circ}20' N$, 2,268 m. sobre el nivel del mar) comprendiendo este análisis del 1o. de Julio de 1957 al 31 de Diciembre de 1958. Dentro de él se presenta:

I. La distribución anual y horaria de la insolación y su correlación con otros factores meteorológicos.

II. Comparación entre la insolación de Ciudad Universitaria y Tacubaya para, el mismo período de tiempo.

III. Determinación de las medias mensuales y anuales de la insolación durante el Año Geofísico Internacional.

I. La distribución anual y horaria de la insolación y la influencia de otros factores meteorológicos:

Es sabido que la insolación está influenciada por la cantidad de nubosidad existente, para poner de relieve ésto se construyó la Figura I en donde se observa la distribución de la insolación anual y horaria; y la forma en que varia esta durante el año como resultado de los cambios en la Circulación Atmosférica. En efecto, en dicha figura se observa que al final del invierno y principio de la primavera (Febrero a Mayo), estaciones que coinciden localmente con nuestra época de secas y consecuentemente con poca nubosidad; se encuentra el área de mayor insolación (menos del 100% y mayor del 80%) alcanzando su máximo durante el mes de Marzo, iniciándose después de las 7 de la mañana y terminando a las 18 horas aproximadamente. Durante Junio la temporada de lluvias se ha establecido, notándose que no hay máximos de insolación y que después de las 16 horas el sol ha sido ocultado por la nubosidad y la precipitación, en Julio y Agosto se encuentra la segunda área de máxima insolación aunque de menor duración que la anterior, se cree que esta área se presenta debido a que durante Agosto existe dentro del ciclo de la precipitación una pequeña época con poca nubosidad. Una vez terminada la temporada pluvial-en el mes de Octubre-encontramos la última zona de máxima insolación que se prolonga hasta el mes de Noviembre en el cual empiezan a presentarse los nublados altos, típicos del invierno.

II. Correlación entre la insolación de Ciudad Universitaria y Tacubaya para el mismo período de tiempo:

En la Figura II se muestra la curva obtenida al correlacionar estadísticamente (por el método de mínimos cuadrados en el Centro Electrónico de Cálculo de Ciudad Universitaria) los registros de insolación de Ciudad Universitaria y Tacubaya durante el Año Geofísico Internacional.

En esta gráfica se observa que la dispersión aumenta a medida que la insolación adquiere valores bajos y es de suponerse debido a que los nublados totales de grandes masas sólo se presentan ocasionalmente, mientras que aquellos nublados con "claros en el cerrado", producidos por nubes cumuliformes son frecuentes.

La ecuación obtenida da un error individual de $\pm 4-5\%$ lo que permite comparar los estudios realizados en Tacubaya por Gorczyński² acerca de la Radiación Solar en Tacubaya en anteriores ocasiones con el presente análisis.

III. Determinación de la media mensual y anual de la insolación:

Con las bases asentadas en II se decidió explorar más detenidamente las características de 1958 y para el objeto se construyó la tabla I donde se encuentra que el número de días con 0 de insolación para el primer semestre de 1958, fué de 6, cinco de los cuales corresponden al mes de Enero coincidiendo con los días en que cayó la nevada en los alrededores de la Ciudad de México; mientras que en el segundo semestre de 1957 sólo se encuentra un día con estas características (Gorczyński (loc cit.) en una serie de 12 años, 1909-1921 encontró para Tacubaya 2 días promedio con cero de insolación para el segundo semestre). Durante el segundo semestre de 1958 se encontraron 5 días con 0 de insolación:

TABLA I
NUMERO DE DIAS CON CERO DE INSOLACION

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total.
1957							1	0	0	0	0	0	1
1958	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	11

En la Tabla II se observa que en 1958, 41 días alcanzaron valores de dos horas o menos de insolación, en cambio durante los semestres de comparación solo se encuentran 18 días incluidos en ambos semestres. Gorczyński³ encontró para Tacubaya en una serie de 21 años (1909-1928) una media de 20 días anuales con estas características:

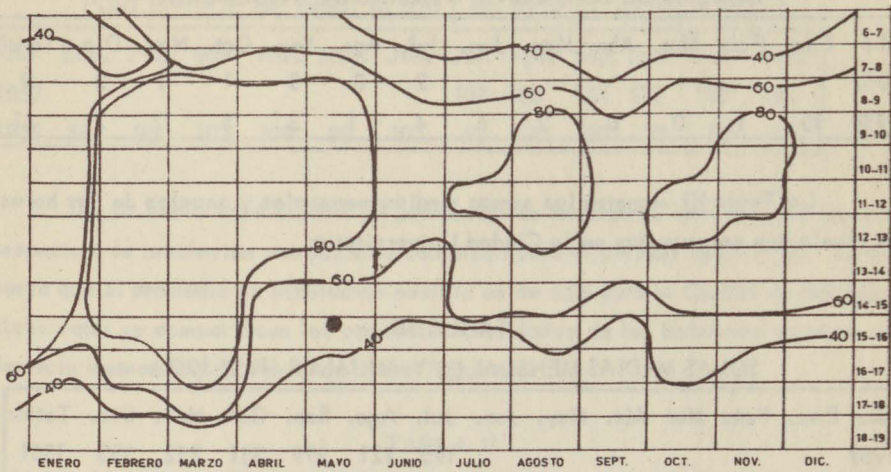


Fig. 1 Distribución anual de la insolación en la Ciudad Universitaria (1957-1958).

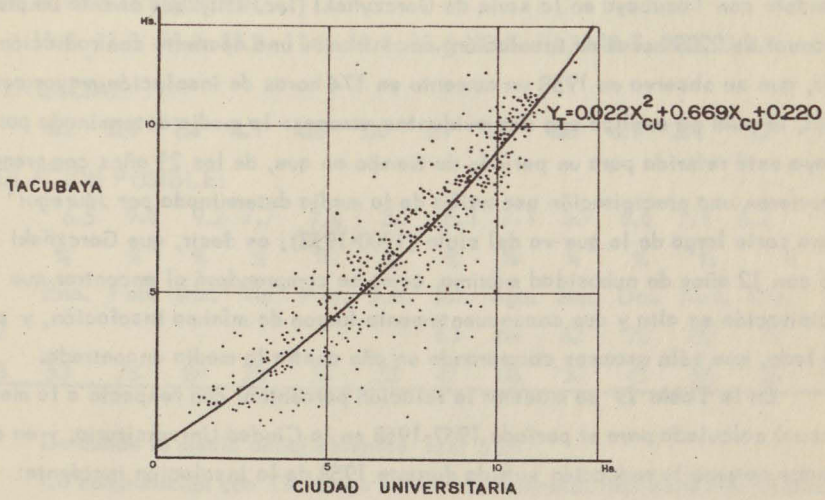


Fig. 2 Insolación diaria.

TABLA II
 NUMERO DE DIAS CON \leq 2 HORAS DE INSOLACION

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1957							2	0	3	1	1	2	9
1958	10	1	0	0	2	6	4	1	3	5	2	7	41

La Tabla III muestra las sumas medias mensuales y anuales de las horas de insolación encontradas en la Ciudad Universitaria:

TABLA III
 SUMAS MEDIAS MENSUALES Y ANUALES (1957-1958)

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total:
1957							195	221	199	251	252	233	1351
1958	175	246	302	247	215	172	168	221	158	161	175	143	2383

Sumando el total de horas de insolación para 1958, que fué de 2383, y comparándolo con Tacubaya en la serie de Gorczyński (loc. cit.) que nos dá un promedio anual de 2209 horas de insolación, encontramos una aparente contradicción, es decir, que se observa en 1958 un aumento en 174 horas de insolación mayor que la media, lo cual se explica con dos evidentes razones: la media determinada para Tacubaya está referida para un período de tiempo en que, de los 21 años comprendidos, 12 tuvieron una precipitación por arriba de la media determinada por Jáuregui⁴ para una serie larga de lo que va del siglo (1900-1958); es decir, que Gorczyński trabajó con 12 años de nubosidad máxima, como se comprenderá al encontrar que su precipitación es alta y que consecuentemente fueron de mínima insolación, y por otro lado, que sólo estamos comparando un año contra la media encontrada.

En la Tabla IV se muestra la relación porcentual con respecto a la media mensual calculada para el período 1957-1958 en la Ciudad Universitaria, y en ella se hace patente la reducción sufrida durante 1958 de la insolación incidente:

TABLA IV
PORCENTAJE DE INSOLACION CON RESPECTO A LA MEDIA

Año	Eno.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1957							107	100	111	122	118	124
1958	88	95	102	109	90	103	92	100	88	78	82	76

En la Tabla V se muestra el porcentaje de insolación mensual posible con respecto a la insolación astronómica calculada para el período 1957-1958. Se observa que el promedio de insolación posible es de 65% para la Ciudad de México; dicho valor se compara con los promedios calculados de los boletines anuales del Servicio Meteorológico Mexicano⁵ para Tacubaya:

TABLA V
VALORES MEDIOS MENSUALES, EN HORAS DE INSOLACION MAXIMA Y POSIBLE EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA Y LOS PORCENTAJES MENSUALES DE LA INSOLACION RECIBIDA EN CADA MES DEL PERIODO 1957-1958

INSOLACION ASTRONOMICA												
	10.7	11.3	11.3	11.8	11.8	10.7	11.4	10.8	10.7	10.7	10.5	9.9.9
DIFERENCIA:												
	4.2	2.0	1.4	4.1	4.0	5.0	5.1	3.7	4.8	4.1	3.4	3.7
INSOLACION POSIBLE:												
	6.5	9.3	9.2	7.7	7.8	5.7	6.3	7.1	5.9	6.6	7.1	6.2
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Año	Eno.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1957							63	66	62	76	80	79
1958	53	78	89	70	58	53	47	66	50	49	55	46

De donde la media anual obtenida fué: 65%

La comparación con Tacubaya se realizó formando tres series parciales que se ven a continuación:

Tacubaya

1909-1921	66%	(Ref. 2)
1930-1934	73%	(Ref. 5)
1940-1943	55%	(Ref. 5)
Promedio:	64.6%	

Estas sumas anuales no son rigurosamente comparables pero dan una idea sobre las diferentes condiciones de insolación durante el Año Geofísico Internacional en la Ciudad Universitaria.

CONCLUSIONES

1.- Se muestra la marcha anual de la insolación para la Ciudad de México, encontrándose que las áreas de máxima insolación se encuentran en la época de secas debido esencialmente a la poca nubosidad, siendo su duración de las 7 de la mañana a las 18 horas aproximadamente.

2.- Se analiza la situación prevaleciente durante el año de 1958 en el que dadas sus condiciones excepcionales de precipitación hubo una reducción considerable de la insolación incidente.

3.- Se encuentra que la insolación posible para la Ciudad de México es del orden del 65%, de acuerdo con los datos calculados de los Boletines Anuales del Servicio Meteorológico.

REFERENCIAS

- 1 Galindo E. I.G., and Fournier d'Albe E.M. "The use of the Campbell-Stokes sunshine recorder as an integrating actinometer." Vol. 86 Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society (en prensa).
- 2 Gorczyński, L., "Radiación Solar en Tacubaya según las medidas pirheliométricas desde 1911 y los diagramas pirheliográficos," Folleto No. 3 Servicio Meteorológico Mexicano, Talleres Gráficos de la Nación, México, 1932.
- 3 "Radiación Solar, total y difusa en Tacubaya," Folleto No. 4. Servicio Meteorológico Mexicano, Talleres Gráficos de la Nación, México, 1932.

4 Jáuregui O., E. "Notas sobre la precipitación en Tacubaya para el período 1900-1958", Instituto de Ciencia Aplicada, 1959.

5 Boletines Anuales del Servicio Meteorológico Mexicano, Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1930-1934, 1940-1943.

EL TRATADO DE JALISCO, DEL 15 DE AGOSTO DE 1917

3. México, Canadá.

QUINTA

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.