

DEFASE ENTRE LA RADIACIÓN Y LA TEMPERATURA EN CÓRDOBA (ARGENTINA) APLICACIÓN DEL MODELO UTILIZADO EN LA ESTACIÓN DE MATACÁN (SALAMANCA)

J. SECO⁺, A. CALVO⁺, M. A. LAMFRI^{*}, C. M. SCAVUZZO^{*} Y G. M. CARANTI^{*}

RESUMEN.— En este trabajo se presenta un estudio del desfase entre la radiación solar global y la temperatura del aire, para la localidad de Manfredi situada en la provincia de Córdoba Argentina. Se encuentra un desfase de 30 días entre estas variables que aplicado a la curva de temperatura aumenta la correlación de 0.85 a 0.995 entre ellas. Estos resultados son idénticos a los obtenidos para la Estación de Matacán (Salamanca).

SUMMARY.— This work studies the relationships between global radiation and air temperature in monthly values in Cordoba (Argentina). The phase lags existing between the two variables were obtained at this station. This study includes several tables and figures showing the results obtained, similiary to Salamanca (Spain)

Palabras clave: Radiación Solar, Temperatura del aire.

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que el aire no se calienta directamente por la acción de la radiación proveniente del sol, sino a través de la interacción con la superficie de la tierra, quien es la que absorbe esta radiación de longitud de onda corta. Debido a este proceso, existe un desfase temporal entre las dos ondas, la térmica y la de radia-

⁺ *Departamento de Física general de la Atmósfera. Universidad de Salamanca, España.*

^{*} *Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*

ción. Este desfase ha sido ya estudiado y descrito por varios autores (Parodi 1946, Lonquist 1963, Seco et. al 1992). Así, eventualmente la temperatura de un período dado podría ser predicha conocida la radiación de un período anterior con la consecuente ventaja meteorológica o bien en forma inversa, conocida la temperatura media de un mes podría estimarse la radiación solar global de un período anterior, variable esta necesaria en muchas aplicaciones agroclimáticas y menos frecuentemente medida.

En el presente trabajo intentamos aplicar la técnica descrita por Seco et al. (1992) para el estudio del desfase entre la radiación solar global media para cada mes y la temperatura media mensual para la estación de Manfredi de la provincia de Córdoba (Argentina), aplicando el método utilizado para la Estación de Matacán (Salamanca), dados los buenos resultados obtenidos. Se estudiará la validez del desfase medio cuando analizamos cada año en particular. Por último se discute la viabilidad del cálculo de una de estas variables en función de la otra, tanto por sus aplicaciones meteorológicas $T(Q)$, como agroclimáticas $Q(T)$.

EL MÉTODO

La metodología aplicada en este estudio se basa en el trabajo de Seco et al. 1992, para la Estación de Matacán (Salamanca).

En este, como primera medida, se obtienen los 12 promedios mensuales tanto de radiación solar global como de temperatura sobre todos los años disponibles. Estas curvas son ajustadas por un programa de ajuste no lineal mediante funciones de la forma:

$$Q = A_q + B_q \text{sen}(wt + F_q)$$

y

$$T = A_T + B_T \text{sen}(wt + F_T)$$

Una especial atención debe tenerse en el tratamiento del parámetro «w». Discutiremos en la siguiente sección la diferencia en tomar a éste como parámetro dado, o como una variable a ajustar. Una vez establecida la diferencia de fase entre ambas ondas, se hace un estudio de la correlación entre las variables originales y corregidas por la diferencia de la fase calculada. Se estima también la correlación para cada año individualmente para establecer la validez anual del parámetro de desfase calculado.

RESULTADOS

Los datos sobre los cuales se trabajó, únicos disponibles al momento, son de la estación agrometeorológica de Manfredi, de la provincia de Córdoba (Argentina) (31° 49' 12"S; 63° 46'00"W, 292 s.n.m.), tomados entre 1970 y 1976. Cabe des-

tacar que la estación se encuentra en una zona de clima continental semiárido a unos 800 km de la costa oceánica argentina. En la figura 1 se muestran los datos completos de radiación y temperatura normalizados ($T/23$ y $Q/600$), para todos los años de estudio.

En la figura 2a) se presentan las curvas medias mensuales sobre esos años como función del tiempo. En ésta claramente puede apreciarse el desfase ya discutido. Es posible observar en esta figura la existencia de un desfase diferente para las distintas estaciones del año, como lo reporta Seco et al. (1992). Mientras en otoño el desfase es mayor, en primavera cuando la tierra se está calentando este es menor. Es interesante notar que sin embargo en el trabajo de Seco et al. (1992) para la localidad de Salamanca el mayor desfase se da en primavera y menor en otoño. Esto muestra el carácter estrictamente local del fenómeno de desfase ya que como vemos, para la estación de estudio en este trabajo, la inercia para enfriarse es mayor que la capacidad de calentarse.

En la figura 2b) se presenta la radiación media para cada mes versus la temperatura de ese mes, donde, por el área encerrada en la curva, puede también apreciarse el desfase entre estas variables.

El índice de correlación entre ellas es de 0.86.

Como se explicó en la sección anterior se ajustaron las curvas tomando w fijo o w como parámetro y los desfases encontrados fueron:

$$w \text{ fijo } \delta f = 30 \text{ días}$$

$$w \text{ móvil } \delta f = 42 \text{ días}$$

Otra manera de calcular el desfase entre la temperatura y la radiación es mover una de las curvas y calcular, para que desfase la correlación entre la radiación y la curva de temperatura «corrida», tienen el máximo valor. Utilizando este método el desfase encontrado fue de 30 días, indicando que la forma correcta de utilizar el método de Seco et al. (1992) es la de ajustar las curvas pero tomando w igual a su valor teórico ($2\pi/12$). Para este caso en que la temperatura es corrida 30 días hacia atrás en el tiempo el índice de correlación aumenta de 0.85 (su valor original) a 0.995. Este valor de 30 días de desfase es coincidente con el desfase encontrado por Seco et al. (1992) para la ciudad de Salamanca. En la figura 3a) se exponen las gráficas de las curvas de radiación solar y temperatura pero esta última corrida los 30 días previamente calculados. Puede verse cómo ahora las curvas aparecen claramente más correlacionadas. Esto mismo puede observarse también en la figura 3b) donde aparece Q vs la temperatura «corrida», aquí se ve que el área encerrada por la elipse ha disminuido notablemente, respecto a la mostrada en la figura 2b).

Cuando este desfase es aplicado a la curva construida con todos los años, en forma consecutiva (figura 1), sin promediados, el índice de correlación aumenta de 0.75 (valor original) a 0.90, demostrando que el corrimiento de un mes también ajusta en forma razonable los datos anuales individuales. Estos resultados son idén-

ticos a los que se obtuvieron, siguiendo el mismo método, en la Estación de Matacán (Salamanca), lo que viene a demostrar su eficacia en estas zonas de clima continental.

Este último hecho justifica la capacidad de realizar una ecuación que relacione la radiación de un mes con la temperatura del mes siguiente. Esta será para el caso tratado en este trabajo.

$$T_n = 0.51 + 0.039 Q_{n-1}$$

donde T está dada en °C y Q en cal/(cm² día).

Esta ecuación es de mucha importancia ya sea para predicción de temperatura, como para la utilización en ecuaciones agroclimáticas donde es necesario el valor de radiación, que es menos frecuentemente medida que la temperatura media mensual.

CONCLUSIONES

—El desfase entre las curvas de temperatura media mensual y radiación solar global media mensual, es de 30 días para la estación de Manfredi, Córdoba (Argentina). Estos resultados son similares a los obtenidos para la Estación de Matacán (Salamanca).

—Sobre las curvas de todos los años de estudio, el tener este desfase en cuenta, aumenta el coeficiente de correlación de 0.85 a 0.995. En Salamanca se observó lo mismo.

—Las curvas de radiación y de temperaturas tomando el desfase en cuenta, de todos los años tomados individualmente poseen un coeficiente de correlación de 0.90.

Agradecimientos: Los autores agradecen al departamento de Clima, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Córdoba, por proveer los datos, sobre los cuales se desarrolló el presente estudio.

REFERENCIAS

- PARODI H. (1946), Sur les decalages entre variations des temperatures et quantites de chaleur recues an sol. Acad. sci. Paris 384-386.
- LONQUIST O. (1963), Further aspects on diurnal temperature variation at the surface of the Earth. Tellus XV, 75-81.
- SECO J., A. CALVO, M. EGIDO, A. EGIDO (1992), Solar radiation and air temperature. A study of Santiago de Chile and Salamanca. Atmos. Environ. 457-462.

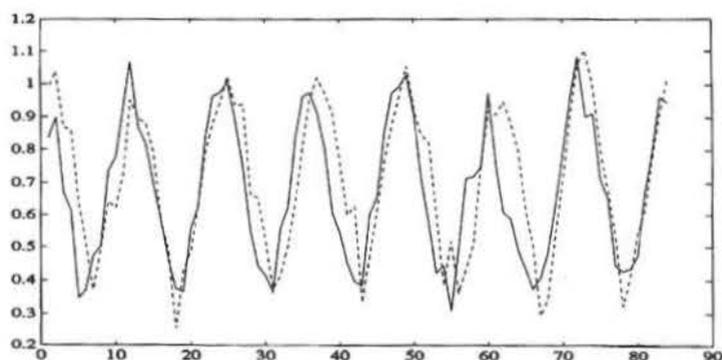


Fig. 1. Datos de radiación total global y temperaturas medias mensuales en función del mes. El eje horizontal está en meses contando como 1 a enero de 1970 y 84 a diciembre de 1976. La temperatura en $[^{\circ}\text{C}/23]$ y la radiación en $[(\text{cal}/(\text{cm}^2 \text{ día}))/600]$.

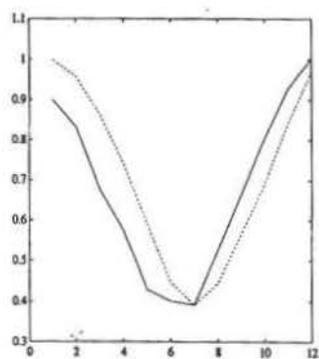


Fig. 2a. Promedios mensuales sobre todos los años de estudio para la temperatura y radiación solar global. Los ejes tienen las mismas unidades que en la figura 1.

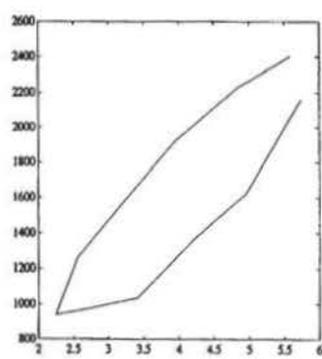


Fig. 2b. Temperatura media mensual promedio versus la radiación solar total promedio.

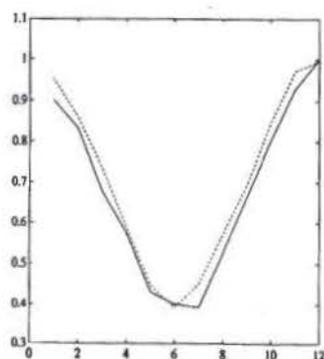


Fig. 3a. Igual a 2a pero con la curva de temperatura corrida 30 días hacia atrás.

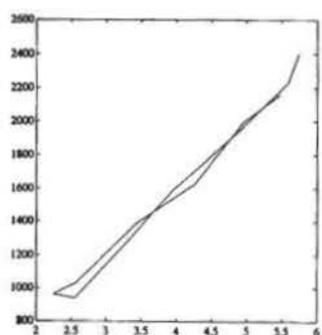


Fig. 3b. Igual a 2b pero con la curva de temperatura corrida 30 días hacia atrás.