

ESTIMACION DE LA DISTRIBUCION ESPACIAL EN ARGENTINA DE LA RADIACION FOTOSINTETICAMENTE ACTIVA (PAR)

Hugo GROSSI GALLEGOS¹¹

Introducción

Una de las informaciones requeridas a menudo para estudiar el balance energético o el crecimiento de un cultivo particular es la radiación solar. Si bien puede disponerse en general del dato de irradiación global (medida o estimada), no es frecuente contar con valores de radiación fotosintéticamente activa (PAR), la que puede ser definida como la fracción del espectro solar comprendida entre 0.40 y 0.70 μm , si bien los autores rusos la definen por el dominio 0.38-0.71 μm (GUYOT, 1992).

MONTEITH (1973) sugirió que, para propósitos prácticos, el contenido energético de radiación solar fotosintéticamente útil puede ser considerado como el 50% de la global, si bien otros trabajos apuntan a un valor algo menor.

Teniendo en cuenta que es más habitual disponer de información proveniente de sensores que miden la radiación global (piranómetros) que de los que específicamente detectan el PAR, se han realizado trabajos experimentales orientados a determinar esta fracción, como los de SZEICZ (1974), SUCKLING et al. (1975) y BLACKBURN y PROCTOR (1983).

Material y métodos

Este trabajo se basará en los resultados de las mediciones del último de los trabajos citados en el párrafo anterior. Estos autores midieron la irradiación solar global en base horaria sobre un cultivo de manzanas a lo largo de 186 días con un piranómetro termoléctrico Eppley PSP mientras que con un segundo equipo similar, cubierto con un filtro hemisférico RG695, midieron la irradiación solar correspondiente al infrarrojo cercano. Los valores de PAR fueron obtenidos luego por diferencia entre los dos registros (debe hacerse notar que la sensibilidad de los piranómetros utilizados es plana y se extiende de 0.3 a 3.0 μm , si bien el aporte solar por debajo de los 0.4 μm puede despreciarse en comparación con el resto).

La relación hallada por Blackburn y Proctor para los valores diarios ajusta ($r=0.99$) a una recta de pendiente 0.47, si bien para valores horarios se observó que la proporción de PAR aumenta de 0.44 a 0.58 con la cobertura de nubes.

Por otra parte, GROSSI GALLEGOS (1998a y b) procesó toda la información disponible en Argentina, proveniente ya sea de mediciones directas del parámetro o de estimaciones obtenidas a partir de información meteorológica terrestre tal como la heliofanía (horas de insolación) o satelital, complementada con la de los países vecinos, evaluándose la precisión y validez de los resultados obtenidos.

Estudiadas las condiciones de la variabilidad espacial de la radiación global y de la heliofanía relativa, establecido el nivel de confianza de los promedios mensuales de la radiación solar global

diaria, verificada la estabilidad del comportamiento de los sensores utilizados y descartada la variabilidad secular de los parámetros de interés, las constantes de la regresión establecida entre el índice de claridad y la heliofanía relativa se pudieron utilizar para calcular, en base a los promedios de heliofanía relativa de los últimos 20 o 30 años en 24 estaciones, los promedios mensuales de radiación global en esas zonas, de manera de completar el banco de datos a utilizar para la construcción de las cartas destinadas a describir la distribución de la radiación solar global en el país.

Sobre los mapas preparados a tal efecto en papel transparente, similares a los utilizados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en una escala de 1:7.500.000 (en proyección cónica conforme Lambert, con meridiano central 60°W y conos secantes de -30° y -60°) volcó la información de los promedios mensuales del valor diario que integran la base de datos, diferenciando los que fueron obtenidos con piranómetros de la Red Solarimétrica (28) de los que lo fueron con piranómetros del S.M.N. o de alguna otra institución a fines de la década del '60, y dentro de ellos, los registros que presentan mayor extensión temporal.

Los valores medios (mensuales y anual) de la radiación solar global diaria recibida sobre un plano horizontal se expresaron en unidades convenientes para el dimensionamiento de sistemas de conversión fotovoltaica, esto es, kWh m^{-2} , trazándose las isóneas espaciadas 0.5 kWh m^{-2} para evitar que, con el nivel de incerteza fijado por las mediciones, extrapolaciones y estimaciones, ocurriera superposición en los meses de mayores niveles de irradiación. En muchas regiones la cobertura espacial resultó inadecuada, deficiente (en particular, en la Patagonia) o inexistente, por lo que se recomendó continuar la medición del recurso mejorando la cobertura espacial y la instrumentación utilizada. De todas maneras, se considera que estas cartas responden adecuadamente a los datos disponibles en Argentina (el error no supera al 10%), siendo compatibles con el mejor nivel del estado del conocimiento del recurso en esta región del continente americano.

Esta información da la posibilidad de disponer de cartas mensuales con la distribución espacial de la radiación fotosintéticamente activa estimadas a partir de la información de radiación global sobre plano horizontal utilizando los resultados ya citados.

Resultados y discusión

Los valores medios de la irradiación solar global diaria recibida a nivel del suelo sobre plano horizontal cada mes o en el año fueron multiplicados por el factor 0.47 y se obtuvieron para Argentina 13 cartas con la estimación de la distribución espacio-temporal de la radiación fotosintéticamente activa.

Como muestra del producto en la figura 1 se presenta el mapa correspondiente a la distribución anual del promedio diario del PAR medido en MJm^{-2} .

¹¹ Dr. Prof. Asoc. División Física, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, 6700 Luján, BA, Argentina. E-mail: grossi@mail.unlu.edu.ar. Investigador del CONICET

Se pudo observar que la amplitud de la variación del parámetro a lo largo del año es máxima para estaciones ubicadas a elevadas latitudes y en regiones de atmósfera límpida, compensando la mayor inclinación de los rayos solares con el aumento de horas de insolación en verano (por ejemplo, Bariloche, Trelew y Ushuaia, con amplitudes de 10.3, 9.8 y 8.6 MJm⁻²-día, respectivamente). Las amplitudes mínimas corresponden a estaciones ubicadas en la zona tropical (Abra Pampa y Colonia Santa Rosa, con valores de 4.4 y 4.2 MJm⁻²-día, respectivamente).

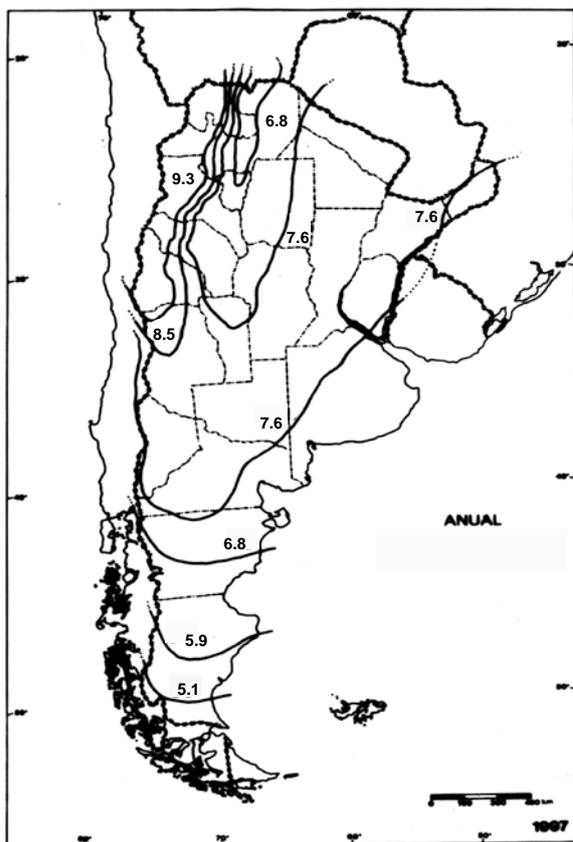


Figura 1. Distribución anual del promedio diario de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) estimada a nivel de la superficie terrestre en Argentina expresada en MJm⁻²-día.

Conclusión

Se presenta una alternativa para disponer rápidamente de información acerca de la distribución espacio-temporal a nivel nacional de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), parámetro de interés escasamente medido.

Cartas como las de Argentina están disponibles en Brasil y fueron elaboradas por TIBA et al. (2000) con una metodología similar, por lo que está dada la posibilidad de contar rápidamente con una estimación de la distribución espacio-temporal del PAR para este país.

En los casos en que dispone localmente de mediciones de irradiación solar global es preferible obtener directamente los valores medios de PAR y no estimarla a partir de las cartas.

Referencias bibliográficas

- BLACKBURN, W.J., PROCTOR, J.T.A. Estimating photosynthetically active radiation from measured solar irradiance. **Solar Energy** v. 10, n. 2, p. 233-234, 1983.
- GROSSI GALLEGOS, H. Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. I. Análisis de la información. **Energías Renovables y Medio Ambiente**, v. 4, p.119-123, 1998a.
- GROSSI GALLEGOS, H. Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. II. Cartas de radiación. **Energías Renovables y Medio Ambiente**, v. 5, p. 33-42, 1998b.
- GUYOT, G. **Cours de Bioclimatologie. Chapitre: I, Le Rayonnement.** Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France, Avril 1992.
- MONTEITH, J.L. **Principles of Environmental Physics.** Arnold, London, 1973.
- SUCKLING, P.W.; DAVIES, J.A.; PROCTOR, J.T.A. The transmission of global and photosynthetically active radiation within a dwarf apple orchard. **Can. J. Bot.** v. 53, p. 1428-1441, 1975.
- SZCEICZ, G. Solar radiation for plant growth. **J. Appl. Ecol.** v. 11, p. 617-636, 1974.
- TIBA, C.; FRAIDENRAICH, N.; LYRA, F.; NOGUEIRA, A.; GROSSI GALLEGOS, H. **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos.** Recife, Ed. Universitária da UFPE, 111 p, 2000.