

CONSTRUCCIÓN Y CONTRASTE DE UN RADIÓMETRO DE DISEÑO PROPIO

Moltoni, A.F.¹; Serritella, D.A.²⁻³; Pacor, L. J.²; Blasón, A.D.²

¹Instituto de Ingeniería Rural, CIA, INTA Castelar. ²Cátedra de Agrometeorología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Ruta 4, Km. 2, Llavallol (1836), Argentina.

³Instituto de Clima y Agua, CIRN, INTA Castelar.

Contacto: adblason@yahoo.com

Palabras clave: Piranómetro; fotodiodo; medidor fotovoltaico; balance radiativo.

INTRODUCCIÓN

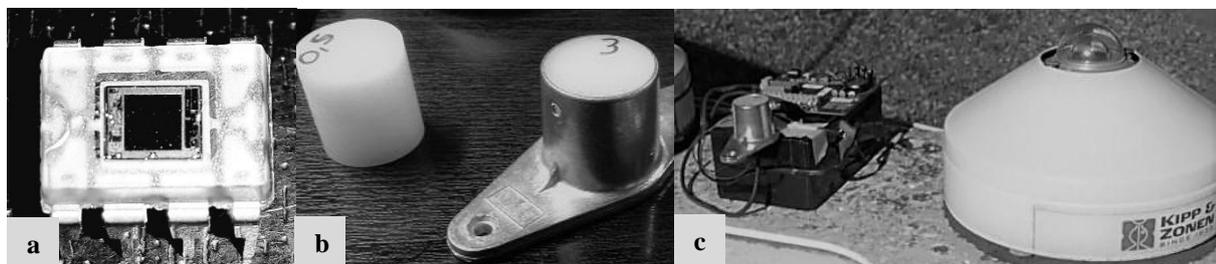
La Radiación Global (RG) es la cantidad de energía solar recibida a nivel de la superficie terrestre, siendo la fuente disponible para el proceso fotosintético de plantas silvestres y cultivadas (Denegri, et. al., 2009). Sin embargo, es muy poca la RG aprovechada en dicho proceso, existiendo pérdidas debidas a la reflexión desde los distintos órganos de la planta, a la transmisión a través de la canopia y al calentamiento por absorción (Righini y Grossi Gallegos, 2005). Poder contar con un sistema de medición de los diferentes componentes de la radiación de onda corta redistribuidos en los cultivos resulta de evidente importancia para su modelización y manejo (Vera et. al., 2005).

Existen en el mercado dos tipos de sensores para la medición de la radiación solar; los termopílicos, que son exactos y precisos pero delicados y onerosos, lo cual en general limita su utilización como patrones de referencia locales en las estaciones meteorológicas de redes importantes. Por otra parte, los fotovoltaicos presentan una respuesta espectral más limitada y no tan lineal como los anteriores, pero son considerablemente menos costosos, de menor tamaño y ensamblado resistente; por lo que contrastados adecuadamente resultan una buena opción (Chacón Cardona, et. al., 2008) frente a la necesidad de medir con varios sensores en un mismo ambiente.

Con la finalidad de construir y utilizar un sistema para la medición de componentes de la radiación solar en los cultivos, confiable, de bajo costo y de fácil replicación, la Cátedra de Agrometeorología de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNLZ, en el marco del proyecto “Desarrollo de una metodología de sensoramiento radiativo para el modelamiento de la APAR y la RUE” (Código de proyecto, Lomas CyT-FCA 51) y el Laboratorio de Agro electrónica del Instituto de Ingeniería Rural, CIA-CNIA-INTA desarrollan un sensor de radiación solar basado en componentes disponibles comercialmente, el cual calibrado, multiplicado (varios sensores) y registrados mediante un adquisidor de datos (data logger) permitirá configurar dicho sistema. El objetivo de este trabajo es presentar un prototipo funcional del sensor de radiación de onda corta hemisférico de diseño propio, evaluar su estabilidad electrónica y calidad de medición mediante su contraste con un sensor de radiación Kipp & Zonen perteneciente a la Red solarimétrica de INTA como instrumento de referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la construcción del piranómetro se utilizó un circuito integrado (CI) de nueva generación, ajustado electrónicamente de manera tal que evite la saturación a nivel del ADC (convertor analógico digital) en los momentos de máxima intensidad de radiación. El circuito integra en un mismo componente un fotodiodo y un amplificador de transimpedancia, que proporciona una salida en voltaje lineal en función de la intensidad de luz registrada, con bajo ruido. Su respuesta espectral va desde los 300 nm hasta los de 1100 nm, con pico máximo de respuesta cercano a los 850 nm. y posee un área sensible de aproximadamente 5 mm² (figura 1a).



45 **Figura 1:** Fotografías con detalles: (a) del fotodiodo y CI encapsulado, (b) soporte y difusor PTFE y (c) contraste del sensor.

46 El soporte estructural del prototipo está constituido por una base de aluminio que aloja en su interior un cilindro
47 de PTFE (politetrafluoretileno, teflón) cerrado en su extremo superior con un espesor de 3 mm. que actúa como
48 difusor de la radiación incidente independizando al sensor del ángulo de incidencia de la misma, como lo muestra
49 la figura 1b. El CI va alojado en su interior de manera que el área sensible quede en contacto con el extremo interior
50 antes mencionado. El sensor así construido, fue conectado a un adquisidor digital de diseño propio (Moltoni et.
51

1 *al.*, 2008), montado y puesto a medir a la par de un sensor Kipp & Zonen modelo CHP11 anteriormente
 2 mencionado, como se muestran en la figura 1c.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5 El ensayo de puesta en funcionamiento de cercano a 3 días consecutivos de lecturas pareadas a cada minuto
 6 entre ambos sensores permitió arrojar los resultados gráficos presentados en la figura 2, en donde se contrastan los
 7 valores de salida en tensión en milivoltios (mV) medidos por el radiómetro prototipo y transformados digitalmente
 8 representados mediante el trazo gris y los valores ya transformados de radiación en W/m².min obtenidos del
 9 radiómetro de referencia (trazo negro).

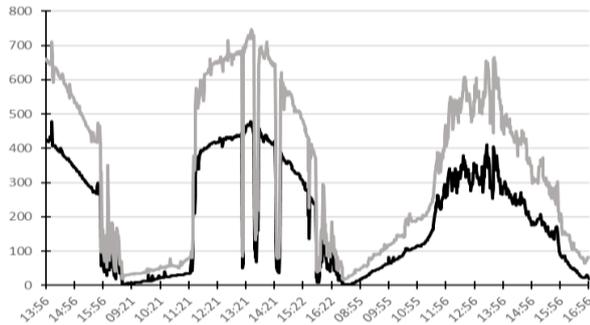


Figura 2: Variación de la radiación medida por el radiómetro de referencia (kepp & Zonen, línea negra) y el radiómetro prototipo (línea gris).

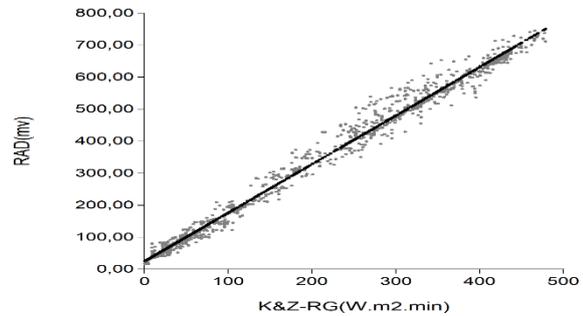


Figura 3: Recta de regresión. Abscisa, valores medidos por el radiómetro de referencia (W/m².min). Ordenadas, valores medidos por el prototipo en voltaie (mV).

10 El contraste gráfico entre ambas curvas muestra una estrecha relación de paralelismo, lo cual fue confirmado
 11 al realizar un análisis de correlación de Pearson, que arrojó un resultado muy significativo presentado por la tabla
 12 1. Este destacable resultado alentó realizar un modelo de regresión preliminar con los datos hasta el momento
 13 obtenidos, sus resultados numéricos son presentados por la tabla 2, mientras que la relación gráfica se muestra en
 14 la figura 3 presentando una estrecha relación que permite utilizar perfectamente el prototipo para predecir el patrón.
 15

16 **Tabla 1:** Tabla del análisis de correlación de Pearson. Coeficiente de correlación

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Radiación, W/m ² .min	Voltaje, mV	1141	0,99	<0,0001

17 **Tabla 2:** Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
RAD (mV)	1141	0,99	0,99	578,20	10495,39	10510,51

18 Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	24,49	1,17	22,20	26,79	20,92	<0,0001		
K&Z-RG(W/m ² .min)	1,52	4,7E-03	1,51	1,53	325,30	<0,0001	105820,46	1,00

19 CONCLUSIONES

20 Los promisorios resultados alientan seguir avanzando sobre el sistema para la medición de componentes de la
 21 radiación solar en los cultivos, utilizando el radiómetro de diseño propio como base de dicho sistema.

22 Se considera necesario multiplicar el prototipo y realizar comparaciones más exhaustivas ampliando el rango
 23 de valores de radiación a los que se lo ha expuesto en este ensayo, para lograr obtener calibraciones generales y/o
 24 particulares que permitan obtener de forma directa valores de energía radiante obtenidos mediante el radiómetro
 25 ensayado.

26 REFERENCIAS

27 Chacón Cardona, C.A.; Cely, O.E.; Guerrero, F. 2008. Diseño y construcción de un medidor de radiación solar. TECNURA,
 28 año 12, número 23
 29 Denegri, M.J.; Righini, R.; Grossi Gallegos, H. 2009. Estudio comparativo del comportamiento de un sensor PAR desarrollado
 30 por VNEA. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 13, 2009. Argentina. ISSN 0329-5184
 31 Moltoni, A., Blasón, A.D., Fernández, N.R. y Rodríguez, R.O. 2008. Prestación, desempeño y confiabilidad de un sistema adquisidor de
 32 temperaturas de desarrollo propio. XII RADA, San Salvador de Jujuy, Argentina. CD-Trabajos, n° 073.
 33 Righini, R. y Grossi Gallegos, H. 2005. Análisis de la correlación entre la radiación fotosintéticamente activa y la radiación
 34 solar global en San Miguel, provincia de Buenos Aires. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 9, 2005.
 35 Argentina. ISSN 0329-5184
 36 Vera, L.H.; Busso, A.J.; Benitez, F. 2005. Desenvolvimiento de un sistema de radiación solar. Comunicaciones científicas y
 37 tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Resumen T-002.
 38