

TESTEO DE MATERIALES REFLECTORES PARA COCINAS SOLARES DE TIPO CAJA

L.R.Saravia¹, H.Suarez
INENCO²: Universidad Nacional de Salta-CONICET
Buenos Aires 177, 4400, Salta, Argentina.
Fax:54-87-255489, E-mail: Saravia@ciunsa.edu.ar

RESUMEN

La Red Iberoamericana de Cocción Solar de Alimentos (RICSA) del CYTED, de la cual el INENCO forma parte, encaró el estudio de los parámetros que influyen en la performance de la cocina solar de tipo caja, con el objeto de optimizar el tiempo de cocción. Le cupo a nuestro grupo el testeo de diferentes materiales reflectores disponibles en el medio. Se describen los resultados experimentales obtenidos a lo largo de un año de medidas y las conclusiones inferidas. Los ensayos se realizaron en cocinas caja construidas según especificaciones de la RICSA en cuanto a dimensiones y materiales. Se siguen las recomendaciones sugeridas para una toma uniforme de datos con respecto a los otros grupos de investigación

INTRODUCCION

Con el objetivo de lograr la mayor eficiencia posible en la cocción mediante el empleo de cocinas solares del tipo caja, la RICSA encaró el estudio de los diferentes parámetros que la afectan tales como: tipo de cubierta, aislación, inclinación, materiales reflectores, etc. Cada uno de los grupos que integran la RICSA, se comprometió al estudio de una de estas variables. Nuestro grupo centró la atención en el reflector y los materiales para su construcción

En los predios del INENCO-Salta se construyeron dos cocinas solares idénticas, siguiendo especificaciones de RICSA, de acuerdo al modelo de Nandwani, 1993, para usar una como testigo y experimentar distintos materiales reflectores en la otra.

DESCRIPCION DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

EL modelo de cocina solar ensayado (fig.1) se caracteriza por la facilidad de su armado debido a tener piezas constructivas regulares.



Figura 1: Cocinas solares tipo caja.

Los materiales utilizados en los mismos fueron:

- Paredes exteriores de partes opacas de fibrofacil de 2 cm de espesor.
- Aislación térmica de las paredes: lana de vidrio de 5 cm de espesor.
- Paredes interiores que protegen la aislación y dan rigidez a la caja: fibrofacil de 2 cm de espesor y chapa galvanizada. Esta ultima se coloca remachada a la placa de fibrofacil.
- Cubierta vidriada compuesta de doble vidrio de 4 mm con cámara de aire intermedia de 10 mm sellada con sellador de siliconas.

¹ Investigador del CONICET.

² Instituto UNSa-CONICET

- Reflectores y a la vez protectores de la cubierta vidriada de marco de aluminio estructural a la que se remacha o fija el reflector.
- Burletes, herrajes, bisagras y varillas controladoras del ángulo de reflejo de los rayos solares incidentes.
- Chapa galvanizada pintado de negro mate para absorber la radiación.
- Paredes laterales de chapa de aluminio espejado para incrementar la incidencia de rayos sobre el alimento a cocinar.

Datos característicos de la cocina:

<u>DESCRIPCION</u>	<u>DETALLE</u>
Tipo de cocina	Horno Solar
Apertura	0,4 m ²
Placa absorbente	0,26 m ²
Dimensiones	80 cm frente 45 cm fondo 26 cm alto
Volumen del interior del horno	0.17*0.71*0.36=0.043 m ³
Ollas removibles o parte de la cocina	Removibles
Las ollas se proveen con la cocina	No
Calentamiento por otra fuente	No
Acceso directo a la olla	No, solo por la parte superior.
Seguridad al sobrecalentamiento	Si
Almacenamiento agua caliente integral	No
Otras funciones además de cocinar	No

En cuanto al manejo de las mismas, no presenta riesgos para el usuario debido a que no hay escapes de vapor ni existen aristas que puedan ser cortantes. La olla debe tener el alimento antes de ingresarlas a la cocina y su posterior manipulación se hará con guante o repasador, por las altas temperaturas que se alcanzan tanto en la estructura de la cocina como en la olla.

La radiación sobre la cubierta vidriada horizontal, aumenta con la colocación de los reflectores con ángulo de inclinación ajustable de acuerdo a la posición del sol. Estos reflejan la radiación incidente hacia la cámara de coccion.

El sistema de toma de datos consiste en Módulos NUDAM de adquisición (ND-6018, Multiple Analog Input) y conversión (ND-6520, RS-232 to RS-485), alimentados por una fuente de 12 VDC:

Se utilizaron termocuplas de Cromel- Alumen adecuadas en el rango de temperaturas a medir. Los datos se visualizaban con una computadora portátil LAP-TOP 486 DX. La radiación total horizontal y directa se midió con el RADIOMETER LI-COR Modelo LI-250.

ENSAYOS REALIZADOS

Los ensayos se llevaron a cabo en los predios del INENCO-UNSa en la provincia de Salta que cuenta con buena radiación para los periodos de interés. La latitud del lugar es 24.7 ° S y una altura sobre el nivel del mar de 1192 m. Se tomaron datos en Diciembre'99, Febrero'00, Junio'00, Julio'00 y Agosto'00 para cubrir el rango de radiación disponible y la variabilidad de condiciones de cielo (despejado y parcialmente nublado).

Los materiales reflectores a ensayar son:

1. Placa de Aluminio de alta reflectividad
2. Placa de Acero inoxidable
3. Plástico Aluminizado
4. Papel de Aluminio
5. Espejos de vidrio (2 mm, 3 mm y 4 mm)

Las cocinas “gemelas” se colocaban a la par, con el mismo ángulo de inclinación y orientación del reflector y cocinas. La cocina con reflector de placa de Aluminio se toma como referencia mientras en la otra se variaban los materiales reflectores. Se coloca igual cantidad de agua en ambas ollas negras y de acuerdo a lo establecido por la RICSA (7 litros por m² de área efectiva de entrada de radiación). Esta masa también se vario para estudiar su efecto en el tiempo de coccion. El viento tuvo su influencia debido a que el lugar de ensayo se encuentra en un terreno parcialmente abierto. Las cocinas se orientaban manualmente cada media hora aproximadamente para que la radiación incidente sea la máxima posible.

Para cada ensayo se midieron:

- Temperatura Ambiente Ta
- Temp. Placa Absorbente cocina de referencia Tpr
- Temp. Placa Absorbente cocina reflector xx Tpxx
- Temp. Agua cocina de referencia Twr
- Temp. Agua cocina reflector xx Twxx
- Radiación Total sobre plano Horizontal RHor
- Radiación Total Directa Rdir

Donde la suscripción xx se refiere a los diferentes materiales reflectores a ensayar. La temperatura del agua se tomó a 10 cm por debajo de la superficie.

Ensayo 1: Similitud de las cocinas y distribución de temperaturas en el agua.

El propósito de este ensayo es comprobar si realmente la similitud aparente externa de las cocinas se conserva también en la faz térmica. Además midiendo las temperaturas a diferentes profundidades observar si existen diferencias notables entre puntos cercanos a la superficie del agua y los próximos al fondo de la olla. Los resultados se observan en las figuras 2 y 3.

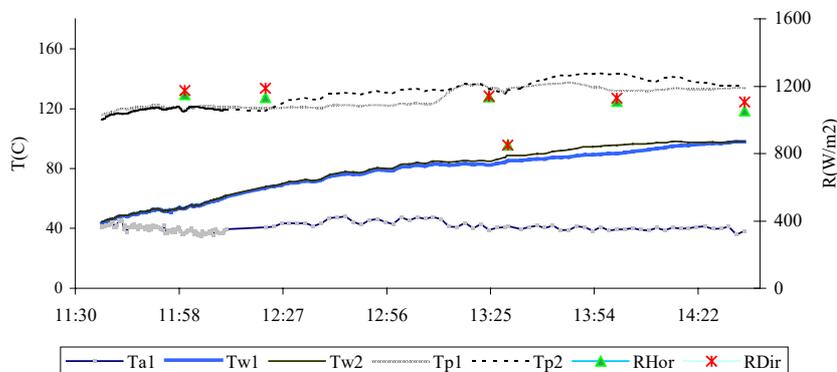


Figura 2: Similitud térmica de las cocinas, 15/12/99. Volumen de agua 2430 ml

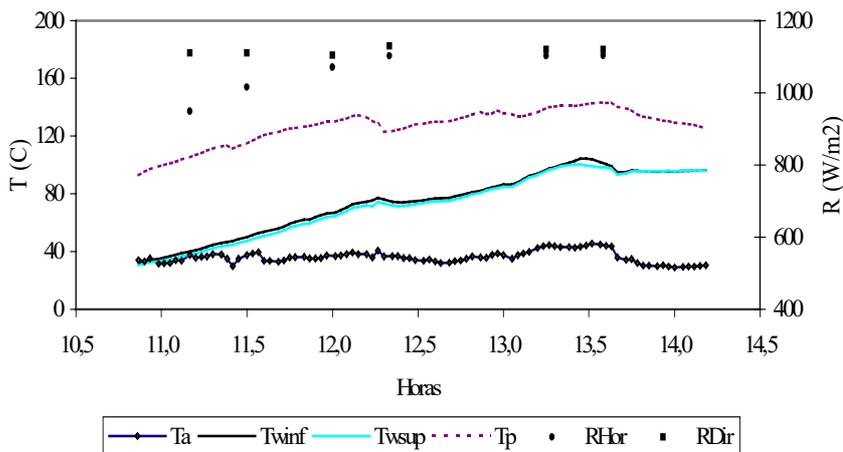


Figura 3: Cocina de Aluminio. Twsup. vs Twinf. Volumen de agua 2600 ml

Se puede observar en la figura 2 que el comportamiento térmico es similar por lo cual podemos afirmar que las cocinas son iguales y en consecuencia, los resultados que obtengamos de variar los materiales reflectores realmente estarán midiendo la influencia de los mismos. Además de la figura 3 deducimos que al no haber grandes diferencias entre las temperaturas del agua en superficie y fondo de la olla se puede colocar un solo medidor a una profundidad intermedia (5 cm) para obtener la temperatura del agua en la olla.

Ensayo 2: Cocina con reflector y cocina sin reflector

El propósito de este ensayo es comprobar cual es la influencia de reflector en mejorar la performance de la cocina solar para lo cual se ensaya con un volumen de agua de 3 litro del agua de la cocina sin reflector (T_{wsinr}) de aproximadamente 20 C por debajo de la temperatura del agua de la cocina con reflector (T_{wr}), también evidenciada en la diferencia de temperaturas de las placas absorbentes (T_{psinr} y T_{pr}).

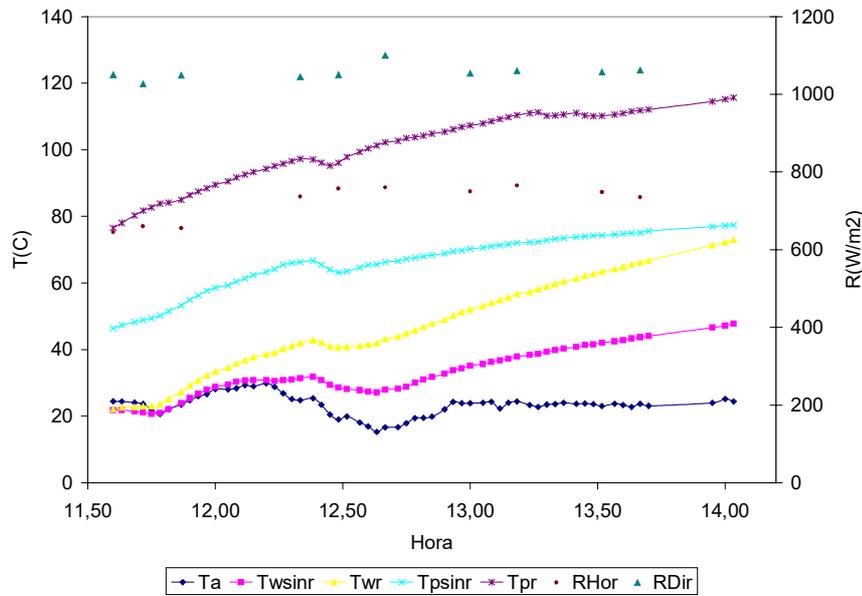


Figura 4: Cocina testigo vs cocina sin reflector. Volumen de agua 3 litros. 30/06/00

Ensayo 3: Cocina testigo vs cocina con reflector de placa de acero.

Se comparan la evolución de la temperatura de 3 litros de agua contenidas en las ollas negras para la cocina testigo y la cocina gemela con reflector de placa de acero. Se inicia la medida con agua a 40 C y las cocinas precalentadas desde 2 horas antes del inicio de la experiencia. Las condiciones operativas son similares para ambas muestras llegándose a la temperatura de ebullición. Los resultados se observan en la figura 5. Se puede notar que la cocina testigo eleva un poco mas la temperatura del agua (Twr) que la cocina con reflector de placa de acero

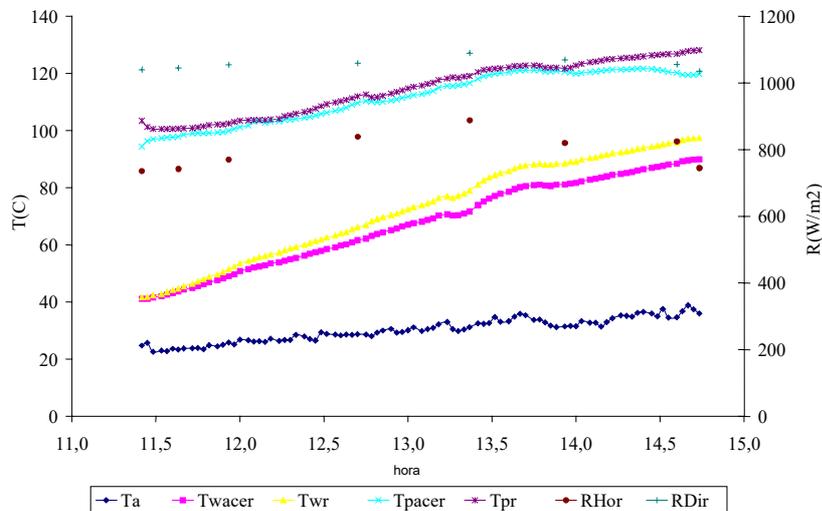


Figura 5: Cocina testigo vs cocina con reflector de placa de acero. 3 litros de agua. 7/08/00

Ensayo 4: Cocina testigo vs cocina con reflector de plástico aluminizado

Se comparan la evolución de la temperatura de 3 litros de agua contenidas en las ollas negras para la cocina testigo y la cocina gemela con reflector de plástico aluminizado. Se inicia la medida con agua a temperatura ambiente y con los hornos sin precalentar. Las condiciones operativas son similares para ambas muestras. Los resultados se observan en la figura 6. Se puede notar la similitud de la evolución de la temperatura en la cocina testigo y la cocina con reflector de plástico aluminizado (Twplas) como así también en sus temperaturas de placa absorbente. Esta similitud se observo en todos los ensayos realizados variando el volumen de agua a calentar.

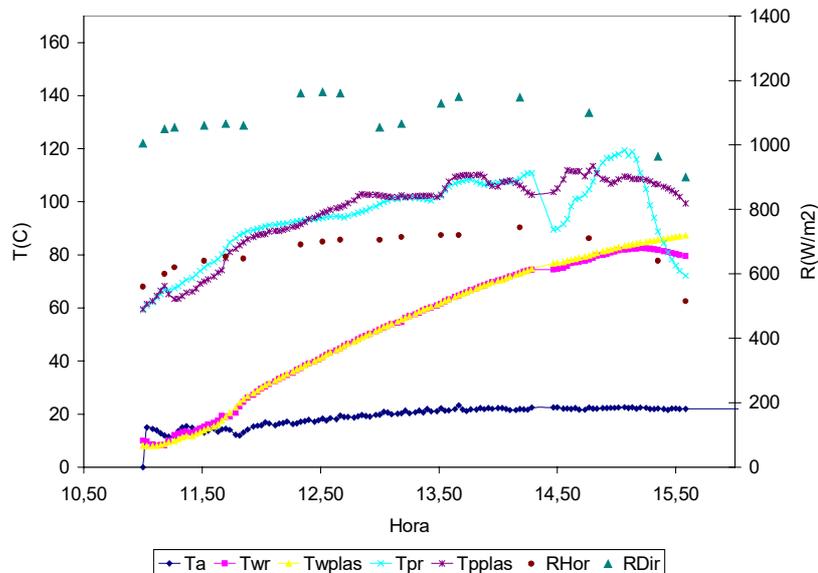


Figura 6: Cocina testigo vs. cocina con reflector de plástico aluminizado. 3 litros de agua. 22/6/00.

Ensayo 4: Cocina testigo vs cocina con reflector de espejo(2 mm)

Se comparan la evolución de la temperatura de 3 litros de agua contenidas en las ollas negras para la cocina testigo y la cocina gemela con reflector de espejo de 2 mm. Se inicia la medida con agua a 40 C y con los hornos precalentados. Las condiciones operativas son similares para ambas muestras. Los resultados se observan en la figura 7. Se puede notar la similitud de resultados con el ensayo de placa de acero como reflector. La temperatura Twr se mantiene superior a la del agua en la cocina 2 (Twesp) en unos 5C aproximadamente. Las placas absorbentes guardan similitud térmica.

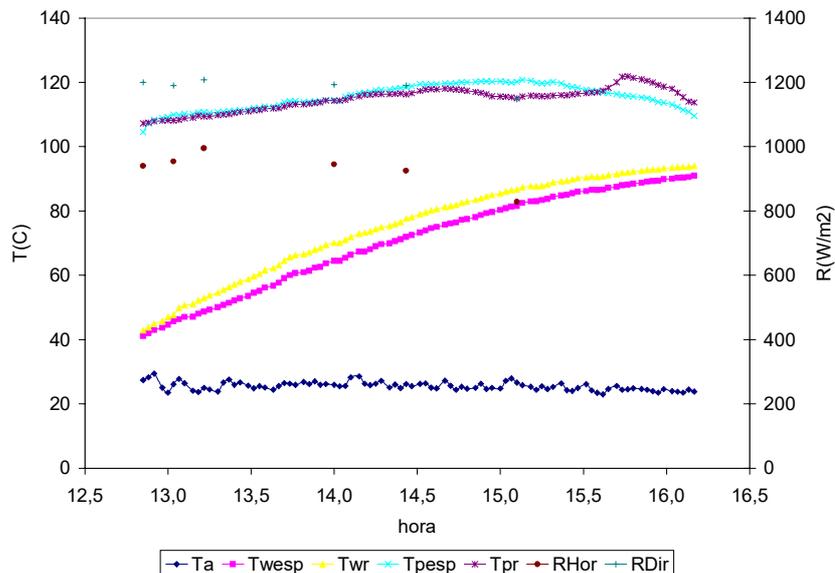


Figura 7: Cocina testigo vs. Cocina con reflector de espejo (2 mm). 3 litros de agua. 16/8/00

Ensayo 5: Cocina testigo vs cocina con reflector de papel de aluminio

Se comparan la evolución de la temperatura de 3 litros de agua contenidas en las ollas negras para la cocina testigo y la cocina gemela con reflector de papel de aluminio. Se inicia la medida con agua a temperatura ambiente y con los hornos sin precalentar. Las condiciones operativas son similares para ambas muestras. Los resultados se observan en la figura 8. Se puede notar la similitud de la evolución de la temperatura en la cocina testigo y la cocina con reflector de papel de aluminio (Twpap) mas con el correr del tiempo se comporta mejor la testigo. Las placas absorbentes muestran la mayor capacidad de concentrar la radiación de la placa de aluminio del reflector testigo.

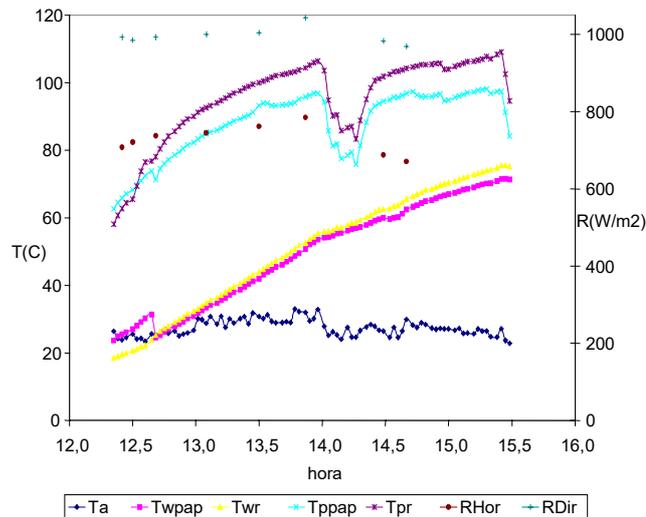


Figura 8: cocina testigo vs. cocina con reflector de papel de aluminio. 3 litros de agua. 2/8/00

Ensayo 6: Medición de reflectividades

Se estudio las propiedades ópticas de los materiales usados, específicamente su reflectividad espectral, mediante el uso del Espectro Radiómetro LICOR 1800 y una Esfera Integradora. Los resultados obtenidos para el acero inoxidable y papel de aluminio se muestran en la figura 9. Para los demás materiales se encuentran publicados en “Estudio de Materiales Reflectivos para concentradores solares” (L. Saravia, 2000), presentado en esta misma reunión. Se observa una distribución variable en el espectro, siendo los materiales aluminizados los de mayor valor medio.

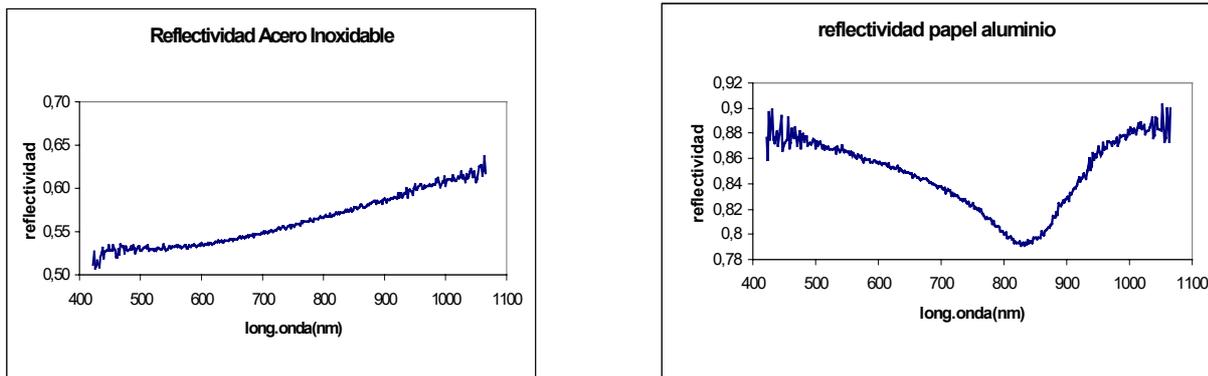


Figura 9: Reflectividad Espectral de acero inoxidable y papel de aluminio.

CONCLUSIONES

Se comprobó la importancia del uso de reflectores en cocinas de cubierta horizontal, especialmente en los meses de invierno. Los resultados obtenidos son una parte del estudio de este tipo de cocinas. La integración de los mismos por los grupos de la RICSA, conducirá a la optimización del diseño, construcción y uso.

Todos los ensayos demuestran que para materiales con reflectividades mayores a 0,6 el comportamiento de los reflectores es similar aunque los materiales aluminizados presentan un comportamiento superior respecto de los otros. Se encuentra en desarrollo un programa de simulación de la distribución de radiación en la cámara de cocción, basado en las propiedades físicas de los materiales.

REFERENCIAS

- Nadwani Shiam S. (1993). La cocina/hornosolar ¡Hágalo usted mismo! Heredia, C.R.: EFUNA.
 Sánchez L. Mealla, Tilca F., Passamai V. (1999). *Evaluación de cocinas solares tipo caja con la propuesta standard de la RICSA*. Revista de ASADES: Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 3, N° 2, pp 03.57 – 03.60.

ABSTRACT

The Iberoamerican Solar Cookers Network (RICSA) organized as a part of the CYTED program (Science and Technology for the Development) has been studying the influence of some selected parameters in the performance of solar box type cookers, with the purpose of optimizing their cooking time. The INENCO group has been testing the effect of different types of materials for reflectors. Experiments have been performed for a year and the results are presented and discussed. The tests were performed in solar box type cookers following the specifications selected by a RICSA committee.

PALABRA CLAVE: COCINA SOLAR TIPO CAJA