

EVALUACION DE DOS COCINAS SOLARES TIPO CAJA CON LA PROPUESTA STANDARD DE LA RED IBEROAMERICANA DE COCCION SOLAR DE ALIMENTOS (RICSAs)

L.Mealla Sánchez, F.Tilca, V. Passamai²
 INENCO. CIUNSA¹. UNSa
 Buenos Aires 177, Salta (4400), Argentina
 Fax 54-387-4255489. E-mail: tilcaf@unsa.edu.ar

RESUMEN

La Red Iberoamericana de Cocción Solar de Alimentos (RICSAs) propone un procedimiento para la evaluación de cocinas solares. En este trabajo se evalúan mediante esta propuesta dos cocinas solares tipo caja. Una de las cocinas es de barro, mientras que la otra es de materiales livianos. Los resultados se presentan como lo sugiere el método. Como el método está aún en la fase de propuesta, se realizan además algunas sugerencias respecto a la aplicación del mismo.

DESCRIPCION

Los ensayos se llevaron a cabo en la localidad de Corralito, Departamento de San Carlos ubicado en la provincia de Salta a 180 km de la capital. Este lugar está ubicado en los Valles Calchaquíes de esta provincia, y cuenta con muy buena radiación solar la mayor parte del año. La latitud es de 26° sur, y la altura sobre el nivel del mar es de aproximadamente 1400 m.

En la siguiente tabla se sigue la descripción de las cocinas que propone el método, lo que se completa mas abajo:

DESCRIPCION	COCINA DE BARRO	COCINA LIVIANA
Tipo de cocina	Horno solar	Horno solar
Apertura (área proyectada perpendicular a los rayos solares en el mediodía solar)	0.18 m ²	0.26 m ²
Placa Absorbedora	0.20 m ² , chapa de hierro pintada de negro.	0.266 m ² , chapa de hierro pintada de negro.
Peso	100 kg No transportable,.	5 kg
Dimensiones	80 cm de frente, 70 cm de fondo, 35 cm de alto.	69 cm de frente, 58 cm de fondo, 26 cm de alto.
Volumen del interior del horno	0.4x0.5x0.15=0.030 m ³	0.58 x 0.46 x 0.11 = 0.029 m ³
Ollas removibles o son parte de la cocina	Removibles	Removibles
Las ollas se proveen con la cocina	No	No
Calentamiento por otra fuente	No	No
Acceso directo a las ollas	No, solo por la puerta, posterior.	No, solo por la puerta, posterior.
Seguridad intrínseca al sobrecalentamiento	Sí	Sí
Almacenamiento agua caliente integral	No	No
Otras funciones además de cocinar	No	No

Tabla 1: características generales de las cocinas.

COCINA DE BARRO: tiene sus paredes y el fondo de barro de 15 cm de espesor; la cubierta interna es de chapa de hierro calibre 26 pintada de negro y está en contacto con las paredes y el fondo de barro (este hecho ejerce una influencia muy importante en el rendimiento térmico, como se verá más adelante). En estos ensayos no se utilizó el reflectante que era de cartón prensado y papel aluminizado porque fue destruido por el viento unos meses antes de que se llevaran a cabo. La puerta de la cocina está ubicada en su parte posterior, el marco es de madera, la parte interna es de la misma chapa que el resto de la cubierta interior y tiene un aislante de lana de vidrio de 5 cm de espesor. La cubierta transparente es de policarbonato alveolar de 4 mm de espesor con protección anti UV. Fue construida sobre de una mesa a fin de que la acción de cocinar sea cómoda. Dado su elevado peso esta cocina no es transportable y, en el marco del método, dos personas pueden reorientarla con cierta dificultad; se la hizo pensando en dejarla fija, sin reorientación.

COCINA LIVIANA: tiene su cubierta interior de chapa de hierro pintada de negro, aislante de lana de vidrio de 5 cm de espesor, un reflectante de policarbonato y papel aluminizado; la puerta está en la parte posterior. La cubierta transparente es de policarbonato similar al de la otra cocina y el resto de la cubierta exterior es de policarbonato opaco. Es muy liviana y fácilmente transportable.

En ambas cocinas los riesgos de quemaduras por manipulación de ollas se evitan usando un repasador de tela cualquiera. Las ollas deben tener el alimento a cocinar antes de ingresarlas a la cocina. Ninguna de ellas presenta aristas cortantes ni fisuras

por donde pueda escapar el vapor, por lo que prácticamente no presentan riesgos en su uso. La limpieza se efectúa por la puerta. La cocina de barro es de características rústicas mientras que la liviana utiliza materiales tecnológicamente más avanzados.

ENSAYOS REALIZADOS

Se llevaron a cabo durante los días 15 y 16 de julio de 1999. Cuando las condiciones ambientales se salen del rango fijado se deja debidamente aclarado como lo exige el método. Los días fueron claros con buena radiación pero fueron fríos: a horas 9:00 la temperatura era inferior a 0 C. Hubo presencia de nubes hasta aproximadamente horas 10, que luego se despejaron, por lo que se puede asegurar que la contribución de radiación difusa fue mucho menor del 20 %, lo cual se midió. Las cocinas se ubicaron en un patio interior amplio, donde prácticamente no hubo viento. La reorientación se realizó cuidando que el tiempo entre dos sucesivas no excediera los 60 minutos. El mediodía solar en esta fecha es a horas 13:30 aproximadamente.

Se midieron las siguientes temperaturas con un intervalo de 5 minutos con termocuplas: Temperatura de la chapa interior en la base de la cocina (Tch); temperatura del líquido de trabajo a un cm por arriba de la base de la olla y a 1 cm debajo del nivel superficial (el promedio se representa gráficamente), ingresando las termocuplas por una perforación en el centro de la tapa de la olla, y temperatura ambiente (Tamb). Las termocuplas ingresan a las cocinas por una perforación en la pared lateral. Estos datos se recogieron en un datalogger Omega. La radiación se midió con solarímetro colocado en la parte superior del techo de la casa y se anotaron los datos en forma manual.

De acuerdo con lo propuesto por el método los líquidos de trabajo son agua y aceite de girasol, precalentados a 40 C antes de meterlos en la cocina; con 6 litros por m² de apertura (la cual es el área proyectada de la superficie transparente más los reflectantes en el plano normal a la radiación directa en el mediodía solar), la cocina de barro debe tener 1.10 litros y la liviana 1.60 litros, como se hizo. Se utilizaron dos ollas de aluminio de 20 cm de diámetro por 11 cm de altura; en la cocina de barro la olla pintada de negro y en la liviana sin pintar.

Los gráficos de temperatura y radiación sobre plano horizontal vs. tiempo se presentan en las figuras 1 y 2 correspondientes a la cocina de barro con agua y con aceite respectivamente, donde Tw es temperatura del agua:

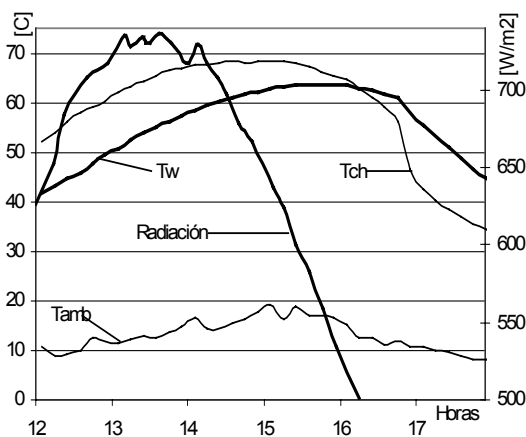


Figura 1: fluido de trabajo agua en cocina de barro, día 15/7/99.

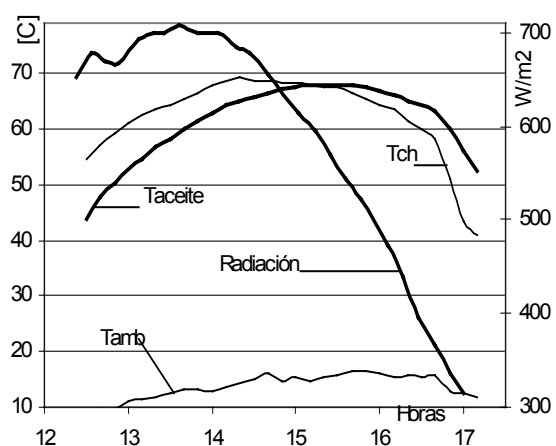


Figura 2: fluido de trabajo aceite en cocina de barro, día 15/7/99.

La diferencia de temperatura observada entre la parte superior e inferior en el caso del agua fue de entre 2 y 3 C, mientras que en el caso del aceite de unos 5 C, en esta cocina de barro.

Los gráficos de temperatura y radiación sobre plano horizontal vs tiempo se presentan en las figuras 3 y 4 correspondientes a la cocina liviana con agua y con aceite respectivamente, donde Tw nuevamente es la temperatura del agua. Las diferencias de temperaturas entre la parte superior e inferior fueron similares al anterior en el caso del agua, y algo mayores (7 a 10 C) en el aceite.

Una hora después del mediodía solar concluye la primera parte de las experiencias, reorientando definitivamente ambas cocinas para comenzar la segunda parte que consiste en la no intervención del usuario para medir el tiempo en que el líquido mantiene su temperatura por arriba de los 80 C. Debido a que en la cocina de barro no alcanzó esta temperatura, en ella se consideró 60 C. A horas 17:00 comenzaron a proyectarse sombras sobre las cocinas, por lo que se recurrió a un ajuste polinómico de cuarto orden de las curvas de temperatura de la cocina liviana, para obtener el tiempo que tarda en bajar de 80 C el líquido de trabajo, de donde se extrajo la información para volcarla en la tabla siguiente que muestra estos resultados:

COCINA LIVIANA	Tiempo que tarda en alcanzar 80 C 1,33 hs (agua); 0,5 hs (aceite)	Tiempo que mantiene la temperatura mas de 80 C Más de 5 hs (agua); 5 hs (aceite)
COCINA DE BARRO	Tiempo que tarda en alcanzar 60 C 2.,25 hs (agua); 1,17 hs (aceite)	Tiempo que mantiene la temperatura mas de 60 C 2.50 hs (agua); 2,17 hs (aceite)

Tabla 2: tiempo empleado en alcanzar y mantener los 80 C.

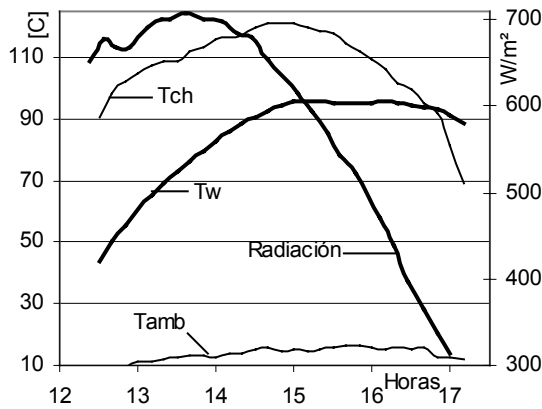


Figura 3: fluido de trabajo agua en cocina liviana, día 16/7/99

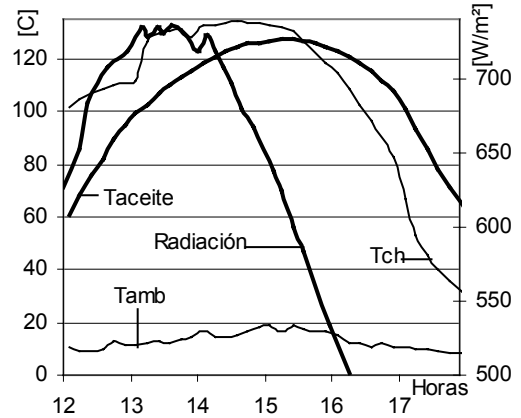


Figura 4: fluido de trabajo agua en cocina liviana, día 15/7/99.

La temperatura ambiente se mantuvo por debajo de 20 C en ambos días, por lo tanto se sale del rango dado por el método (20 a 35 C). Esto se deja debidamente aclarado como lo exige.

POTENCIA DE COCCIÓN

Se designa potencia de cocción al parámetro que se calcula multiplicando la masa del fluido de trabajo por su calor específico por la diferencia de temperatura entre el fluido y el ambiente en cada intervalo de medición (600 s) dividido por dicho intervalo. El Cp del agua es 4186 J/Kg.C y del aceite 2000 J/Kg.C. La densidad del aceite es 923 kg/m³. Luego se calcula la llamada **potencia de cocción estándar**, que se considera el parámetro importante en la evaluación del rendimiento térmico de la cocina, para lo cual se multiplica la potencia de cocción por 700 W/m² y se divide por el promedio de la radiación observada en ese intervalo de tiempo.

Se grafica la **potencia de cocción estándar** contra la diferencia de temperatura entre olla y ambiente en cada intervalo. Esto se muestra en las figuras 5 y 6

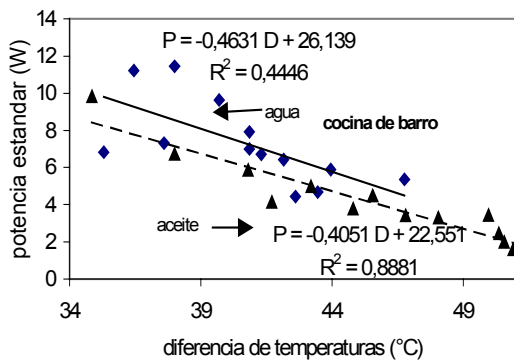


Figura 5: potencia de cocción estándar en cocina de barro.

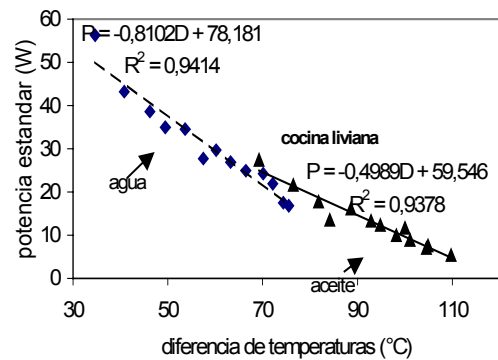


Figura 6: potencia de cocción estándar en cocina liviana

El coeficiente de correlación es 0.44 en la cocina de barro en el caso del agua por lo tanto menor que 0.85, lo que se indica como lo pide el método.

La simple y rápida medida de rendimiento que surge del valor de la **potencia de cocción estándar** correspondiente a una diferencia de temperatura de 50 C se muestra a continuación:

	POTENCIA DE COCCION EN DELTA T 50 C (AGUA)	POTENCIA DE COCCION EN DELTA T 50C (ACEITE)
COCINA LIVIANA	37.7 W	33.6 W
COCINA DE BARRO	3 W	2.3 W

Tabla 3: potencia de cocción estándar correspondiente a una diferencia de temperatura de 50 C.

Se puede observar la gran diferencia a favor de la cocina liviana.

CONCLUSIONES

- Cocina de barro: en esta cocina no se alcanza la temperatura necesaria como para cocinar, al menos en esta época del año (es pertinente aclarar que durante el mes de febrero del mismo año se cocinó asado, en forma satisfactoria, en esta cocina de barro) . Esto se debe a que la gran masa térmica que representan las paredes de barro al estar a una baja temperatura debido a la época de invierno en que se hicieron los ensayos absorben la temperatura de la cubierta interna. Para mejorar el comportamiento térmico la cubierta interna de la cocina no debe estar en contacto con la pared de barro, por ejemplo colocando espaciadores de madera entre dicha cubierta y la pared.
- Cocina liviana: demostró tener un muy buen comportamiento térmico, siendo muy recomendable este modelo.

SUGERENCIAS

- Puesto que es natural medir la radiación solar en plano horizontal, sugerimos a la RICSA que sea esta la radiación utilizada para obtener la potencia de cocción en lugar de la radiación normal.
- Los factores de mérito F1 y F2 no se evaluaron debido a que las indicaciones para hacerlo son poco claras, por lo que sugerimos aclararlo para el futuro.

² Investigador Adjunto del CONICET.

ⁱ Consejo de Investigación de la Universidad, ente financiador.