

Prueba de agua hirviendo para Cocinas Solares - WBT SC

Versión 1.0.3

Bernhard S. Mueller

Historiador sobre soluciones de energía
para los pobres
Muehlstr. 26, 65760 Eschborn, Alemania
mueller-solartechnik@gmx.net
<http://www.mueller-solartechnik.com>

Faustine L. Odaba

Alianza para Recursos Naturales y Gestión
de Residuos – NAREWAMA
P. O. Box 60358-00200
Nairobi, Kenia
narewama@gmail.com

Resumen

La comunidad de la cocina solar viene avanzando desde mediados de la década de 1980 y en la actualidad ha dado a conocer al mundo una gran variedad de dispositivos de cocina solar. Aunque podemos encontrar diversos protocolos de prueba, no existe una prueba que permita la evaluación y comparación entre diversos lugares específicos en función de los datos de rendimiento de la ebullición del agua.

La "Prueba de Agua en Ebullición para Cocinas Solares" (WBT SC) pretende acabar con esa incertidumbre. Está diseñada para probar la cocción de forma sencilla, además es fácil de entender y de llevar a cabo.

El WBT SC permite también la comparación con otras cocinas e incluso estufas.

Palabras clave : prueba de agua en ebullición , cocina Solar

Introducción

La prueba WBT SC tiene en cuenta los protocolos existentes, los compara, analiza y elimina duplicaciones, ha sido creada de una manera fácil de entender y aplicar para todo el mundo, además la prueba se puede ejecutar con un mínimo de dispositivos.

Las entradas y resultados pueden ser utilizados para la comparación y evaluación de diferentes tipos de cocinas solares. Las personas e instituciones pueden adaptar fácilmente la WBT SC a casos puntuales y complementarla con características individuales si fuese necesario.

Los autores la traducirán a varios idiomas, como el francés, alemán, español y Kiswaheli en un futuro próximo. Cualquier ayuda será bienvenida.

Gracias al Prof. Ajay G. Chandak de Promotores, Investigadores e Innovadores en Energía Limpia (PRINCE), director de la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES) y al Prof. Wilson O. Ogola de la Universidad Técnica de Kenya por su paciencia y sus consejos.

Y siempre hay que recordar que: **La seguridad ante todo !**

Parámetros fijos y variables

El WBT SC tiene un parámetro fijo : la cantidad de agua, que será de 1 litro para pequeños hornos y cocinas solares y 2,5 litros para cocinas de mayor rendimiento.

Los parámetros variables son:

- a) la ubicación, principalmente la latitud
- b) posición del sol
- c) tipo de cocina
- d) superficie o área de apertura
- e) material del reflector
- f) aislamiento , si lo hubiese
- g) material para captar calor
- h) fecha y hora
- i) temperatura inicial del agua
- j) punto de ebullición local (dependiendo de la altitud del sitio donde se realice la prueba)

Para evitar confusiones, la prueba no debe realizarse cuando el sol esté a menos de 30° por encima de horizonte (ángulo cenital mayor de 60°), y si el ambiente y/o la temperatura del agua es menor de 0 °C (32 °F).

Los accesorios para ejecutar la prueba son:

- a) una cocina solar, de pie en una línea vertical con el suelo.
- b) una olla ennegrecida, con tapa negra
- c) un termopar o un termómetro
- d) una cantidad apropiada de agua
- e) una balanza de precisión para pesar el agua
- f) una regla para medir el área de apertura

En caso de no ser factible perforar un orificio en la tapa para el dispositivo de medición de temperatura, cualquier otra cubierta ennegrecida se puede utilizar en su lugar.

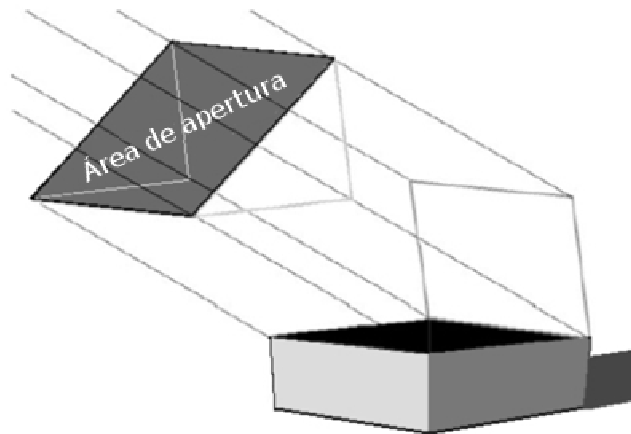
El protocolo y su procedimiento

1. Tomar nota de la localización (nombre y coordenadas), la altitud del lugar, el área de apertura aplicable del dispositivo a evaluar y las características de sus materiales.
2. Llenar 1 o 2,5 litros de agua en la olla y poner la tapa. Fijar el termómetro 5 cm. (2 pulgadas) por encima del fondo de la olla. Anotar la temperatura inicial del agua.
3. Anotar el tiempo y la posición del sol por encima de horizonte y colocar la olla en la cocina solar. Registrar también la temperatura ambiente.
4. Anotar la temperatura del agua cada diez minutos.
5. Anotar, el seguimiento y posicionamiento de la cocina solar.
6. Registrar el tiempo que se tarda el agua en alcanzar los 65 °C (149 °F).
7. Registrar el tiempo que tarda el agua en alcanzar el punto de ebullición.
8. Observar la posición del sol al final de la prueba.

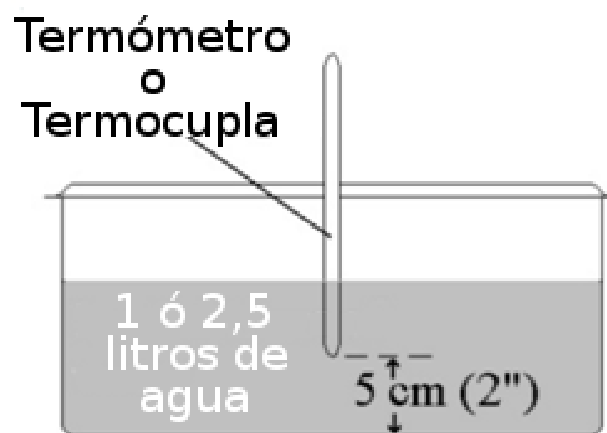
La prueba no debe realizarse hasta dos horas después de la salida del sol y a más tardar dos horas antes de la puesta del sol, siempre con el cielo despejado. En contra de la estándar ASAE S-580 con un promedio de insolación 500W/m². Las condiciones de radiación deben ser tenidas en consideración a efectos de cálculo, ya que la disponibilidad de energía puede no ser útil para fines de cocción. Esto es válido especialmente cuando los rayos solares tienen que atravesar una interfase como en los casos de una trampa de calor, una tapa de vidrio o contenedor, una bolsa de horno de plástico, un policarbonato, etc.

Otra desviación en comparación con la norma ASAE es la aplicación de la posición del sol sobre el horizonte, en lugar del ángulo cenital. La razón es, que el WBT SC reivindica una mayor proximidad a la gente "normal" y a su lenguaje cotidiano. Además, cuando se utilizan las aplicaciones para teléfonos inteligentes y Tablet PC como el "Sol Surveyor" y "Track Solar", se encuentra la posición del sol sobre el horizonte y no el ángulo cenital. Sin embargo, el ángulo cenital es fácil de obtener, solo hay que restar el ángulo de elevación del sol a los 90°.

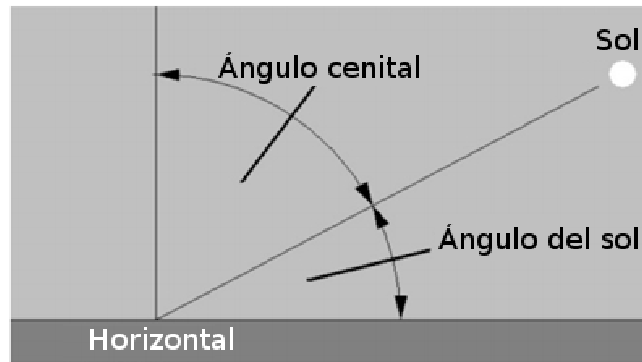
Más explicaciones en el Anexo II de este documento. También encontrarás una hoja de muestra de resultados en el Anexo I.



La imagen de arriba muestra el área de apertura de una cocina solar tipo caja.



La punta inferior del termómetro o termopar deberá montarse y fijarse 5 cm. (2 pulgadas) por encima del fondo de la olla.



El WBT SC requiere el conocimiento del ángulo del sol.

Anexo I: Formulario de muestra para llevar a cabo la WBT SC

Prueba de ebullición de agua para cocinas solares - WBT SC					v. 1.0.3.
Escribir solo en las celdas verdes		Los resultados se mostrarán en color rojo.			
Cantidad de agua a hervir (1 ó 2,5 lt.)		Temp. inicial del agua (°C)		Temp. ambiente (°C)	
Tipo de cocina (caja, panel, de concentración, híbrida, etc.)					
Posición del sol al inicio de la prueba en grados sobre el horizonte					
Posición del sol al final de la prueba en grados sobre el horizonte					
Lugar de la prueba Ciudad y país		Altitud en metros	Coordenadas del lugar Latitud Longitud °E		Fecha dd/mm/aaaa
La temp. de ebullición para esta ubicación es:					
Material reflector (lámina aluminio, espejo, etc.) *					Apertura (m²)
Material aislante (solo para cocinas de caja) *					
Materiales que atrapan el calor (bolsa de asar, vidrio, etc) *					
*) si es aplicable					
Hora local	Tiempo transcurrido (hrs:min)	Temp. inicial °C	Por favor introduce el tiempo transcurrido para que la temperatura del agua alcance los 65 °C		
	0:00	0			minutos
	0:10				
	0:20				
	0:30				
	0:40				
	0:50				
	1:00				
	1:10				
	1:20				
	1:30				
	1:40				
	1:50				
	2:00				
	2:10				
	2:20				
	2:30				
					Observaciones

Protocolo de prueba diseñado por Bernhard S. Mueller y Faustine Odaba

Anexo II

Explicaciones a las entradas del protocolo de prueba , en la siguiente secuencia:

1. La localización y coordenadas son necesarias para comparar lugares de la misma latitud. La altitud es esencial para identificar el "punto de ebullición local", ya que el agua hierve más rápido cuando aumenta la altitud. Como regla general, hay que tener en cuenta que por cada 300 metros (984 pies) más de altitud, el punto de ebullición la temperatura disminuye en 1 °C. El área de apertura aplicable será medida con una regla y debe ser siempre en un plano perpendicular a los rayos del sol.
2. La punta del termopar o termómetro debe estar 5 cm. (2 pulgadas) por encima de la parte inferior de la olla para verificar la temperatura media del agua. Una pinza de ropa es una herramienta útil para fijar la posición de este dispositivo de medición.
3. Fecha, hora y ángulo de elevación del sol sobre el horizonte y situación de las condiciones atmosféricas, nos permiten calcular la insolación. La temperatura ambiente influye en el tiempo de cocción.
4. El termómetro / termopar deberá estar 5 cm. (2 pulgadas) por encima del fondo de la olla durante toda la prueba.
5. La secuencia de seguimiento permite inferir a las secuencias de asistencia una vez que la cocina solar está en uso. Esto debería ser mencionado en el campo "Observaciones".
6. La anotación del tiempo transcurrido para llegar a 65 °C (149 °F) muestra el tiempo necesario para pasteurizar el agua. La pasteurización del agua es una de las más importantes aplicaciones de las cocinas solares .
7. La prueba se completa una vez que el agua llega al punto de ebullición. Según la altitud , este puede ser inferior a 100 °C (212 °F). Véase el punto 1.
8. El ángulo medio del sol sobre el horizonte puede calcularse fácilmente una vez conocida la posición del sol al final de la prueba .

Las cocinas solares tipo caja deberán ser precalentadas a una temperatura de 80 °C.

En caso de que la prueba quede interrumpida, debe anotarse la temperatura final del agua y el tiempo transcurrido

La prueba WBT SC es fácil de entender y de sencilla ejecución, se ha creado haciendo una recopilación de diversos protocolos de pruebas anteriores:

- a) Norma de la India IS 13429 de 1992, mostrada por H. P. Garg en su documento "La tecnología de la cocción solar y programa de promoción en la India", presentado en la segunda conferencia mundial sobre cocinas solares, en Heredia, Costa Rica, del 12 al 15 julio de 1994.
- b) Pruebas de cocinas solares del Comité de Investigación de Cocina Solar de la Unión Europea (ECSCR) donde se evaluaron cocinas para una cooperativa de África del Sur dentro de un proyecto del departamento de minerales y energía con la organización semi-gubernamental alemana "gtz" (ahora GIZ). Las pruebas se realizaron en Almería, España , en los años 1991 y

1994. Fuente: Grupp , M. et al., Solarkocher en Entwicklungsländern (Cocinas solares en países en desarrollo), GTZ, Eschborn, 1999, <http://www.giz.de>

c) Las normas ASAE S 580 y S - 580.1, Sociedad Americana de Agricultura y Ingenieros Biológica (ASABE), <http://www.asabe.org>

d) Chandak , A. G., Cocinas solares de concentración, protocolo de prueba: cuarto proyecto con fecha 05 de julio 2010 .

e) Chandak , A. G., Cocinas solares de concentración, otro protocolo de prueba de fecha 5 de julio de 2010.

f) Evaluación de las Cocinas Solares, VITA informe nº 10, Oficina de servicios técnicos, Departamento de Comercio de los EE.UU., Washington DC, USA. ¹

g) La Prueba de Agua en Ebullición (WBT) Versión 4.2.2, Emisiones y Eficiencia de estufas en un escenario de laboratorio controlado. Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. Alianza para descontaminar el aire en interiores (PCIA), la Alianza Global para las Estufas Limpias (GACC), Aprovecho Centro de Investigación (ARC), <http://www.aprovecho.org>

Unidades y conversiones

Para su aplicación a nivel mundial, la WBT SC se establece en unidades métricas. Para obtener la equivalencia en unidades anglo-americanas para sus fines privados, por favor consulte las siguientes fórmulas:

1 pulgada = 2.54 cm. = 25.4 mm.

1 pie = 30.48 cm. = 304.8 mm. = 0,3048 m.

1 onza = 28.349523g = 0.02835 kg.

1 libra = 0.45359237 kg.

1 BTU = 1,055.0559 J = 1.055 kJ. = 252 cal.

$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} * 1.8) - 32$

$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$

La capacidad de calor específico del agua se determina como 4.1868 kJ (kg . K), lo que equivale a 1 kcal. Debido a la conversión de unidades este valor tiene una ligera diferencia con el mostrado por la Oficina de Normas Nacional de EE.UU. que señala 4.1833 como la capacidad de calor específico del agua, a efectos prácticos esta pequeña diferencia puede ser despreciada.

Al calentar el agua, se aplica la fórmula $Q = m * c * \Delta t$. Q representa la energía o calor necesario, c = calor específico, m = masa (en kg.) , Δt es la diferencia de temperatura en $^{\circ}\text{C}$.

Para aplicar la fórmula es necesario sustituir Δt por $(T_2 - T_1)$, donde T_1 es la temperatura inicial y T_2 la temperatura final .

Si quieres una mayor precisión, se puede incluir también la olla y la tapa en los cálculos y aplicar la fórmula anterior. Para ello, es necesario tener en cuenta los siguientes capacidades de calor específico:

Aluminio y aleaciones de aluminio: 0.896

Hierro: 0.452

Cobre y aleaciones de cobre: 0.382

(sólo para recordar, agua: 4.1868)

Intencionalmente, esta WBT SC tiene un cantidad opcional de 2,5 litros de agua, para responder al WBT 4.2.2 de PCIA / GACC / ARC, lo cual permite comparar el rendimiento de una cocina solar directamente con una estufa, como una estufa tipo cohete, un micro gasificador o incluso con un fuego abierto de tres piedras.

Los autores

Bernhard S. Mueller, fabricante de las cocinas solares "Mueller Solartechnik" de 1996 hasta el año 2012 y actualmente escritor de libros, folletos y artículos sobre soluciones energéticas orientadas a la gente de escasos recursos. Es fundador miembro del SCInet, miembro del EG-Solar y ISES y fue miembro de la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas y Biológicos (ASABE) hasta 2012.

Faustine L. Odaba se dedica a temas relacionados con la cocina solar desde 1990. Ella es una persona clave en la difusión de cocinas solares en campos de refugiados en Kenia y otros países vecinos. La Sra. Odaba es la fundadora y directora ejecutiva de la ONG keniana "NAREWAMA" cuyas principales tareas son difundir el uso de las cocinas solares y la confección de cestas de heno y otros artículos para mejorar la economía de personas de bajos ingresos y sus familias. Ella fue galardonada en 2010 como el primer ciudadano no estadounidense con el "Orden de la Excelencia" por Cocinas Solares Internacional (SCI).

Ambos autores trabajan en estrecha colaboración en diversos programas sociales en Kenia y otros países fronterizos.

¹ La evaluación de la cocina solar VITA se llevó a cabo a principios de 1960, pero fue publicada con varios años de retraso en 1971.

² Mueller, B. S., Das Solarkocher-Handbuch, 240 páginas, Alemán, ISBN 978-3-8442-4471-7, epubli GmbH, Berlín.