

DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE LA ESTUFA SOLAR KIN PIB 1

Estela Cerezo Acevedo, Juan Francisco Bárcenas Graniel

Departamento de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Universidad del Caribe.

SM. 78, Mza. 1, Lte. 1. Esq. Fracc. Tabachines S/N. Cancún Q Roo, México. C.P. 77528

Tel: 01 (998) 8 81 44 23

Fax: 01 (998) 8 81 44 24

ecerezo@ucaribe.edu.mx

RESUMEN

En el marco de la asignatura Manejo Alternativo de Energía, del Programa Educativo (PE) de Ingeniería Industrial, se planteó la construcción de una estufa solar para el PE de Gastronomía de la Universidad del Caribe. En esta sección, presentamos la fabricación de un prototipo de estufa solar de concentrador parabólico compuesto (CPC) que llamamos KIN PIB 1, del maya horno solar. En su construcción se utilizó, acero inoxidable en la estructura, receptor, contenedor de alimentos y superficie reflejante, así como policarbonato como cubierta.

Palabras claves: estufa solar, CPC, construcción.

INTRODUCCIÓN

En esta sección se presenta el diseño y la construcción de la estufa solar KIN PIB 1, nombre maya que significa *horno solar*. KIN PIB 1 ha sido diseñada y construida por profesores de la Universidad del Caribe en el marco de la asignatura de Manejo Alternativo de Energía, del Programa Educativo (PE) de Ingeniería Industrial y utilizada para la elaboración de alimentos por profesores y estudiantes del PE de Gastronomía de esta misma Universidad a través de un proyecto de colaboración llamado “Cocinando con el sol”, ver el Capítulo 4, en el cual se ha aprendido a utilizar la tecnología termosolar reuniendo experiencias técnicas y gastronómicas, estas se han transmitido a familiares y amigos por los mismos estudiantes integrados en el proyecto y en la colonia donde se encuentra ubicada la Universidad en pos de una mayor difusión y aprovechamiento de las energías renovables, fotografía 1.

Como es una cosa natural de saber y sobre todo de sentir la energía radiante del sol permite la vida y es también un poderoso sustituto de algunos procesos útiles en donde comúnmente se utilizan hidrocarburos. La cocción de alimentos es parte esencial de la humanidad, el utilizar la energía solar como sustituto de la quema de combustibles no es reciente y ha sido utilizada mayormente para el secado de alimentos.

En la actualidad existen diferentes tipos de cocinas solares, hornos o estufas, la designación puede referir al tipo de cocción deseada y sería muy difícil enumerar una taxonomía de las cocinas, sin embargo hay tres procedimientos generales.

1. Cocinas solares directas, en donde un concentrador solar apunta su foco a un recipiente que sirve como intercambiador de calor. Normalmente el intercambio de calor se da al ambiente con temperaturas suficientes para freír en aceite.
2. Cocinas solares indirectas, en donde un fluido se calienta por acción de la radiación solar y posteriormente se lleva al intercambiador de calor donde se da la cocción de alimentos.

Estos sistemas en general son cajas aisladas térmicamente y sin intercambio de masa con el exterior, con una cubierta de alta transmitancia solar (τ).

3. Cabría un tercer tipo donde se pueden conjugar las ventajas de estos dos tipos, como el caso de concentradores solares de no imagen, en un sistema de invernadero.



Fotografía 1. Presentación de KIN PIB 1 a colonos de Corales.

En este tercer grupo están las cocinas solares que utilizan los Concentradores Parabólicos Compuestos o CPC. Estos pueden alcanzar temperaturas medias de cocción de alimentos 120°C y tienen la ventaja de no necesitar orientarlos con respecto a el ángulo de incidencia solar (θ) a lo largo de la cocción.

Uno de los aspectos que representa una desventaja de las cocinas solares con respecto a las cocinas de combustibles convencionales es el tiempo de cocción, ya que este es una variable que depende de la insolación, el ángulo de incidencia solar, la velocidad del viento, nubosidad etc., además de la eficiencia térmica de cada sistema. Con base a lo anterior, igualar el tiempo de cocción con los sistemas convencionales y trabajar en la calidad de estos sistemas termosolares es la tendencia a seguir.

MATERIALES Y MÉTODOS

CONSTRUCCIÓN DE KIN PIB 1

- FASE 1. DISEÑO

En esta fase se realizaron los cálculos pertinentes para las medidas que debería tener una estufa solar. A partir de preguntar a tres chef del Programa Educativo de Gastronomía ¿de cuántos comensales les gustaría tener una estufa solar? y ¿cuál es la cantidad de alimento que come una persona por comida?, se hicieron los cálculos para el tubo de alimentos u “olla solar” para alimentar a 12 personas, y considerando las temperaturas seguras de cocción tomadas de la ficha que se presenta en la tabla 1¹.

KIN PIB 1 es un prototipo de estufa solar de geometría Trombe – Meinel. La idea básica de este concentrador es que la orientación de la cubierta no tiene que estar direccionada a los rayos de solares como lo haría una parábola simple. Esta geometría aventaja a las demás cocinas que no requiere direccionarse constantemente. La experiencia con esta cocina dice que a lo largo de una cocción de tres horas se moverá dos a tres veces. La esencia de esta geometría es tomar dos mitades de canales parabólicos formando el equivalente de un colector de placa plana (Figura 1), en la que el flujo solar es ópticamente transmitido a un tubo absorbedor central (Meinel & Meinel 1979). Para esto se construyeron dos parábolas simples cuyas medidas fueron: Distancia focal igual a 11.5 cm y lado recto igual a 46 cm. Estas dos parábolas se fueron uniendo de tal forma que sus focos formaran el diámetro de tubo, quedando formado el CPC con las dos mitades de ambas parábolas. Las dimensiones del KIN-PIB-1 quedaron como se muestra en la tabla 2, en ese momento no contábamos con el estándar de Funk (2000) donde establece que la carga de la olla para llevar a cabo el protocolo de estandarización debe tener una relación de 7 kg de agua sobre metro cuadrado de área de captación.

¹ Tabla tomada de <http://www.healthandwelfare.idaho.gov/Portals/0/Health/FoodProtection/>

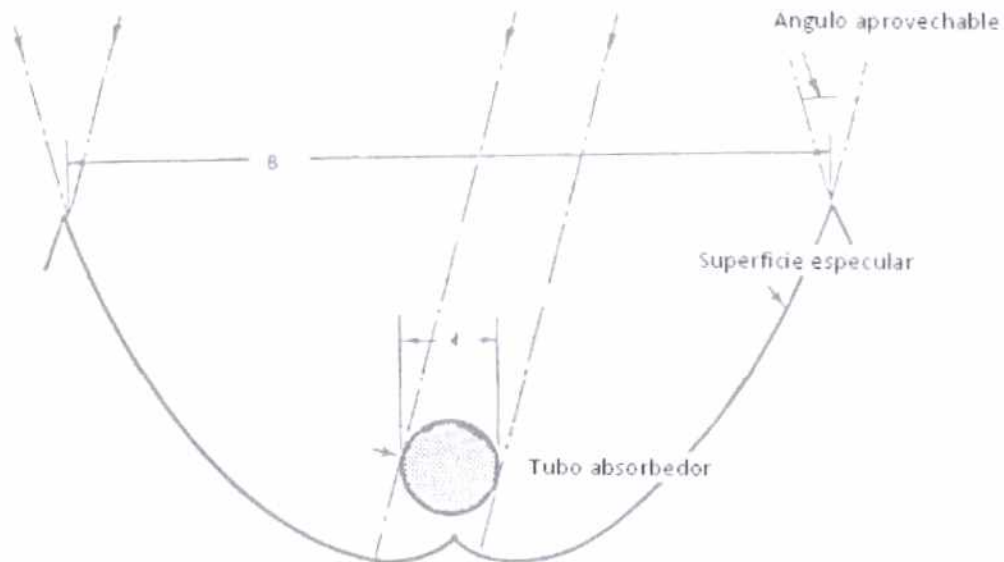


Figura 1. Diagrama de la parabólica Trombe- Meinel².

Tabla 1. Temperaturas seguras de cocción.

ALIMENTO	TEMPERATURA MÍNIMA
Frutas y Vegetales cocidos	57.2 °C
Asados de res o cerdo, filetes de res, ternera, cordero, y animales	62.7 °C
Huevos cocidos para ser servidos de inmediato	62.7 °C
Pescado y alimentos que contengan pescado	62.7 °C
Cerdo, incluyendo jamón y tocino	62.7 °C
Ratites y carne inyectada	68.3°C
Huevos cocidos para servirlos más tarde	68.3°C
Carne molida o cortada en trocitos, incluyendo hamburguesas, salchichas.	68.3°C
Carnes de aves o productos de aves, incluyendo rellenos y pescados rellenos	73.8 °C

² Figura tomada de Meinel 1979 p. 205 (Editada para el presente trabajo)

Tabla 2. Dimensiones de KIN-PIB-1.

DIMENSION	UNIDADES	KIN-PIB-1
LARGO	m	1.0
ANCHO	m	0.5
ALTURA	m	0.45
AREA DE CAPTACION	m ²	0.5
VOLUMEN DEL TUBO	litros	6.33

Se realizaron los dibujos técnicos de las estufa KIN-PIB-1, ver figuras 2 y



3.

Figura 2. Vista aérea de KIN PIB 1.

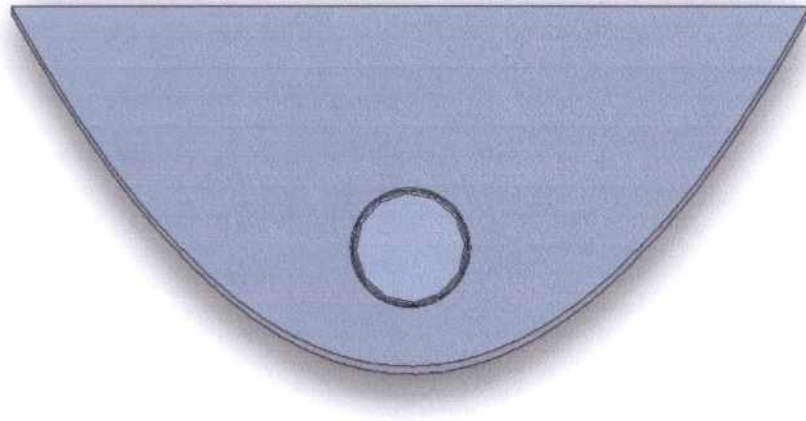


Figura 3. Vista lateral derecha de KIN PIB 1.

- **FASE 2, MATERIALES**

En esta fase se presenta la selección del material para la construcción de las estufas solares, eligiendo para esto los siguientes materiales:

- a) Lámina de acero inoxidable en calibre 16 en acabado espejo por un lado.
- b) Tubo receptor de acero inoxidable de cédula 40.
- c) Tubo interior en lámina de acero inoxidable estandarizado para alimentos.
- d) Cubierta superior en policarbonato.
- e) Aislante en lana de fibra de vidrio acabado metálico.

Se construyó la plantilla del CPC con la cual se realizó el bastidor de la lámina reflejante de la estufa y que sirve de soporte al tubo receptor y el recipiente de alimentos, lo anterior se hizo con soldadura especial. Se pulieron las superficies interiores del CPC y el tubo receptor se pintó con pintura en aerosol negro mate para temperaturas de hasta 650°C. El exterior de la estufa se aisló con lana de fibra de vidrio de 1" de espesor. Se hizo un bastidor para la cubierta superior donde se instaló con sello hermético el policarbonato de medio centímetro de espesor, ver foto 2.



Foto 2. Colocación del aislante a KIN-PIB-1

RESULTADOS

Se construyó una estufa solar siguiendo las indicaciones de los Chef del Programa Educativo de Gastronomía y de la construcción de una parábola Trombe- Meinel. Las pruebas se desarrollaron con altura solar máxima de 46° y acimut solar Sur. El estándar utilizado fue el *Estándar Internacional de procedimientos Para Cocinas Solares y su Reporte de Desempeño*³. En el estándar internacional, se carga de agua el tubo donde van los alimentos a razón de 7 kg de agua por cada m^2 de superficie de captación solar.

En la primera prueba se aplicó la ley cero para obtener el equilibrio térmico entre la estufa y el medio ambiente, el cual se logró en 30 min. Acto seguido se cargó el recipiente de los alimentos con tres kilogramos de agua llegando a los 95°C en 60 min. Las mediciones de temperatura se efectuaron en rangos de 10 min y las mediciones se llevaron a cabo a lo largo de 4 horas empezando a las 10:00 am a 14:00 hrs. llegando a una temperatura máxima de 105°C con una insolación promedio de 450 W/m^2 .

Las prácticas de cocción de alimentos las llevaron a cabo profesores del Programa Educativo de Gastronomía de la Universidad del Caribe, en primera instancia se trabajó con el profesor Ismael Castillo el proyecto de servicio social “Cocinando con el sol”, en este proyecto dos estudiantes de

³ Solar Energy Vol 68, num. 1 pp 1 -7, 2000 Publisher by Elsevier Science Ltd.

este programa probaron la estufa KIN PIB con la elaboración de diferentes guisos, foto 3. En segunda instancia la Chef Elena Gamarra retomó el proyecto y elaboró las recetas que se muestran en la sección 4 de este libro.



Fotografía 3. Estudiantes de Gastronomía cocinando en KIN PIB 1.

CONCLUSIONES

Se construyó una estufa solar para el Programa Educativo de Gastronomía con una geometría Trombe – Meinel. KIN PIB 1 logró temperaturas de 105°C , esta temperatura esta por arriba de las temperatura seguras de cocción que se requieren, según la tabla 1.

La cocina solar KIN PIB 1 es funcional en su cometido de guisar diferentes platillos de una forma segura, higiénica con promedio de cocción de alimentos de 3 horas y media. Tiene áreas de oportunidad en la velocidad de incremento de la temperatura de caldo con lo cual se mejorarían los tiempos de cocción, por lo que en futuros trabajos se piensa hacer coincidir los focos de las parábolas más abajo del centro del tubo de alimentos para un mejor aprovechamiento de la energía solar y probar con simulaciones con el código FLUENT el efecto de estos cambios.

Tomando en cuenta las recomendaciones de los profesores y estudiantes de Gastronomía en futuros diseños del tubo de alimentos se realizará una abertura mayor al tubo para que pueda entrar cualquier tipo de cuchara, se harán tubos de alimentos para diferentes platillos, mallas para verduras, adecuaciones para los alimentos líquidos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo económico que nos brindó la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Delegación Federal en Quintana Roo y la Universidad del Caribe.

REFERENCIAS

1. Çengel Yunus A. (2007) Transferencia de Calor y Masa, un enfoque práctico. Tercera edición. Mc Graw Hill Interamericana. México. Tabla A-18.
2. Cerezo Acevedo Estela & Bárcenas Graniel Juan F. Manuscrito, Reporte Final de Reuniones de trabajo para la producción de dos modelos de estufa solar, para la carrera de Gastronomía y Turismo Sustentable e Ingeniería Industrial de la Universidad del Caribe. Proyecto financiado por la Delegación Federal SEMARNAT Quintana Roo 2007, Departamento de Capacitación y Educación Ambiental.
3. Funk, p. Evaluating the international Standard procedure for testing solar cookers and reporting performance. Solar Energy, vol. 68, n 1. Pergamon. U.S.A 1999
4. Meinel A. y Meinel M. Applied Solar Energy. 4ta. impresión. Addison- Wesley Series in Physics. Arizona 1979.
5. Walton J., Roy A. Bomar S. A Estate of Art Survey of Solar Powered Irrigation Pumps, Solar Cookers, and Wood Burning Stoves for use in Sub – Sahara Africa. Georgia Institute of Technology. Atlanta 1978.