



ALIMENTOS SOLARES

LA RADIACIÓN SOLAR

UNA ALTERNATIVA VIABLE
EN EL PROCESADO DE ALIMENTOS

Marta Beltran

Uno de los modelos más populares de cocina parabólica, más de 15.000 repartidos por todo el mundo.

El desarrollo de la energía solar ha evolucionado en el Primer mundo aupado por aplicaciones que fomenten el ahorro energético. Los colectores planos y de tubo de vacío para el calentamiento de agua sanitaria o incluso de soporte a la climatización han alcanzado un importante grado de evolución en cuanto a la eficiencia. Hoy se calcula que sólo en Europa hay instalados más de 1.200 MW térmicos. Curiosamente, a pesar de que el calor solar se usa en un gran número de aplicaciones industriales, la energía solar térmica tiene un largo camino que recorrer. Sin embargo, hay que destacar la reciente irrupción de los colectores de concentración para la generación de energía eléctrica en las llamadas centrales termosolares que en España empiezan a abrirse paso y que se estrenarán con las 400 ha de la central termosolar que Milenio Solar empieza a construir en este 2006.

En nuestra sociedad desarrollada imaginar la energía solar para cocinar, hervir, freír, hornear, cocer, hacer conservas, desecar frutos, esterilizar, pasteurizar y purificar agua, producir vapor, nos suena a poco. En realidad, el gas y la electricidad cómodamente instalados en aparatos comerciales ofrecen la sencillez y potencia necesaria para que estos usos domésticos estén al alcance de cualquiera. Casi nadie puede imaginar ya cocinar con humo o que el agua del grifo no sea potable y transmisora de patógenos diversos como el tifus o el virus de la hepatitis. Sin embargo, en el Tercer mundo ni la electricidad ni el gas constituyen las fuentes básicas para cocinar los alimentos y tampoco hay garantías con el agua de bebida. Desde hace más de medio siglo, muchas personas y entidades han investigado para disponer de tecnología solar que ayude al procesado de alimentos. Hoy merece nuestra atención este esfuerzo salido de la voluntad de iniciativas, la mayoría sin ánimo de lucro, para contribuir a reducir la demanda de leña y la consiguiente crisis que la tala para estos

menesteres causa. Pensemos que alrededor del 63% de la madera que se tala en el mundo se destina a ser convertida en combustible para algo tan cotidiano como cocer alimentos o calefacción. La leña representa entre el 10 y el 15% del consumo global de energía, más que el consumo de energía nuclear y hidráulica juntos. El humo de la cocción genera el 15% de las emisiones mundiales de CO₂. Pero los beneficios de la energía solar, en países del Tercer mundo, aún cuando no se parezca en nada a nuestras necesidades, constituye un reto para aliviar el dolor de casi 2.000 millones de personas que caminan más de 15 Km para conseguir leña para cocinar.

EFICIENCIA Y AHORRO

La cocina solar aprovecha casi el 50% del calor generado por el Sol, siendo más eficiente que las actuales cocinas de gas natural o las vitrocerámicas halógenas (con una eficiencia que puede alcanzar el 30% del calor generado por la combustión y electricidad, respectivamente). Además de no consumir energía fó-

sil, cocinar con el Sol reduce las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Actualmente es posible evitar dicha contaminación, así como ahorrar en recursos naturales no renovables (como el gas natural), al menos en una media de 250 días al año.

Las ventajas de cocinar con el Sol son múltiples. La energía solar es una energía limpia, renovable, inagotable (salvo las horas que no hay Sol), eficiente, barata y saludable (porque al cocer los alimentos a baja temperatura conserva mejor sus principios nutritivos), sin olvidar que evita las enfermedades respiratorias asociadas a la forma tradicional de cocinar con leña (el humo provoca enfermedades respiratorias y oculares a las personas expuestas, 2,2 millones de muertes anuales causados por el humo en el hogar) así como la deforestación. Por si fuera poco, el coste de explotación de la cocina solar es nulo y nos confiere independencia respecto a la red eléctrica. El acceso de esta tecnología para aprovechar la fuente de energía del gran astro es un reto para este siglo XXI.

EL ABC TECNOLÓGICO DE LA COCINA SOLAR

Al igual que en las aplicaciones del Primer mundo, la energía solar utilizada para procesar alimentos se nutre de los dos principios básicos: la concentración y la acumulación. Las cocinas de acumulación atrapan la energía solar por efecto invernadero de modo que actúan de horno. Por su parte, con la concentración se pueden generar temperaturas mayores merced a las propiedades de reflexión de los paneles parabólicos. Los espejos parabólicos permiten un uso más intensivo de la energía solar y de este modo permiten freír o producir vapor a alta temperatura. Justamente debido a este mayor poder solar, los paneles de concentración han permitido diseñar otro tipo de aplicaciones como la esterilización de material quirúrgico, el secado de alimentos, etc.

Con la cocina solar parabólica o el horno solar se pueden alcanzar temperatura de entre 80°C y 200°C, lo que permite preparar todo tipo de alimentos. Estas tecnologías no sirven únicamente para preparar alimentos sino también para higienizar alimentos y agua potable porque a partir de 70°C los microorganismos se mueren y las proteínas empiezan a coagular.



Ejemplo de aplicación de los reflectores Scheffler en una instalación comunitaria de la India.

Centrados en estas aplicaciones podemos distinguir diferentes aplicaciones de la energía solar destinadas a facilitar la vida en los países del Tercer mundo. Sin embargo, las mismas pueden tener un uso menos intensivo y ser de interés para aplicaciones pedagógicas o lúdicas en nuestra región. Precisamente, por ello su conocimiento entre nosotros puede ser valioso para contribuir a impulsar la energía solar para el procesamiento de alimentos donde realmente se necesita.

EL HORNO SOLAR

El horno solar como tal puede presentar múltiples diseños en la medida que es una caja cuya superficie interna suele ser oscura para una mayor acumulación de la radiación y con la parte superior cubierta por un cristal o plástico transparentes, materiales que permiten atrapar la radiación solar incidente que reciben sin dejarla escapar. Por tanto, una característica del diseño de cualquier horno solar es que las paredes del mismo sean lo más aislantes posibles. El color negro del interior del horno absorbe la energía solar y la concentra de forma que los rayos infrarrojos no tienen suficiente energía para escaparse a través del cristal. Para optimizar el rendimiento conviene que el recipiente usado (olla, etc.) sea negro, o por lo menos oscuro.

El cristal mantiene el calor un 10% más que el plástico, porcentaje que se optimiza con el doble vidrio. Para un buen aislamiento de la caja son recomendables materiales naturales, como algodón, lana,

plumas, corcho, etc. Otro elemento clave en el diseño de un horno solar es la inclinación de la superficie de captación. A la latitud española conviene que el ángulo de incidencia no supere los 30° en verano, ni los 60° en invierno. En este sentido, el conocido diseño de horno solar 30-60 es muy ingenioso por su fácil adaptabilidad según la estación del año.

La mayor parte de los diseños actuales de hornos solares suelen incorporar una superficie de concentración para forzar el rendimiento de la caja de acumulación. El intervalo de temperatura suele oscilar entre los 80 y 160°C por lo que los alimentos se procesan a la vez que conservan mejor las propiedades nutritivas. Una ventaja del horno solar es que no requiere control alguno, pues los alimentos no se queman ni hace falta que el horno siga constantemente el movimiento del Sol, lo cual les convierte en una opción muy cómoda. Por el contrario, requiere hábitos culinarios que no están implantados en muchas culturas. Cabe destacar que, debido a su sencillo diseño, los hornos presentan la gran ventaja de ser una opción de autoconstrucción al alcance de cualquier persona.

COCINA PARABÓLICA

En la cocina parabólica el grado de potencia solar se obtiene a partir del diámetro del disco. Por ejemplo, una cocina solar parabólica de 1 metro de diámetro aporta la energía equivalente a 300 W/h, mientras que una de 140 cm confiere el doble de potencia (600 W/h) permitiendo hervir

3 litros de agua en 20 minutos. En términos generales, una cocina solar parabólica permite obtener alrededor de 1 kW por cada 2m² de captación con un rendimiento del orden del 50%. Cuanto mayor es la superficie de reflexión y la capacidad reflectora del material se consigue mayor potencia calorífica. Otro aspecto importante es la profundidad de la superficie de captación, porque determina la distancia a la que se hallará el punto focal o de concentración calorífica. En este sentido existen diseños con punto focal interno, que permiten situar el utensilio de cocina dentro de la propia parábola, o de punto focal externo. Mientras el primero confiere la máxima seguridad para el usuario, el punto focal externo obliga a un manejo más cuidadoso.

La principal ventaja de la cocina parabólica es su rapidez, pues permite cocinar la comida de forma casi tan rápida como una cocina convencional debido a su potencia. Así, una cocina solar parabólica de 1,8 m² con una potencia de 1.000 W no tiene nada que envidiar a la de cualquier cocina eléctrica o de gas. Eso sí, requiere una buena radiación solar y ser reenfocada cada 20-30 minutos para mantener el punto focal bien orientado con la posición del Sol.

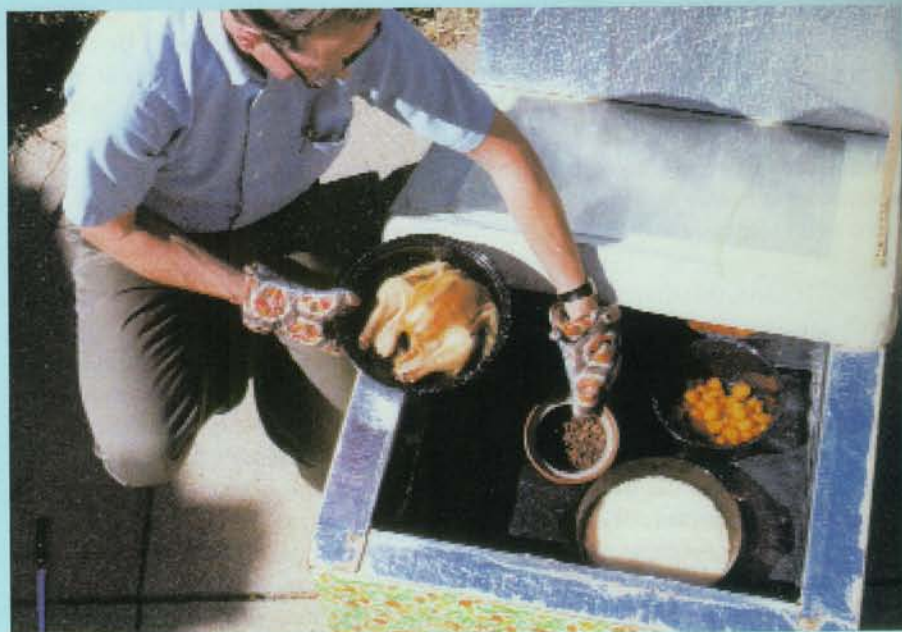
La cocina solar parabólica se ha popularizado merced al diseño del Dr. Dieter Seifert de foco profundo, cuyo modelo goza de un excelente rendimiento con una superficie de concentración razonable para un manejo doméstico.

REFLECTOR SCHEFFLER

Los llamados reflectores Scheffler que toman nombre de su inventor, el físico austríaco Wolfgang Scheffler, y surgen como opción para aplicar la energía solar a la cocción solar comunitaria. El diseño de este tipo de reflectores nace de la voluntad de generar un ingenio para que la cocción solar resulte sencilla y cómoda. Por tanto, todo el esfuerzo de diseño radica en mantener el foco fijo en un punto para que se asemeje a una "hoguera" o fogón. De esta forma, se diseñó un espejo reflector parabólico excéntrico que gira de forma sincronizada con el Sol en torno a un eje paralelo al eje terrestre. Los modelos habituales de reflectores Scheffler de 8 m² permiten cocinar para 30-40 personas diariamente. Actualmente, se fabrican ya en 16 m² y su uso



Modelo de cocina solar con un reflector de cartón forrado de aluminio y el recipiente envuelto en una bolsa de plástico para acumular el calor.



Horno solar de caja, típica cocina solar de acumulación.

está implantando en más de 20 países del Tercer mundo, especialmente en India. La única pieza de la tecnología de reflectores Scheffler accesible al público europeo se encuentra en España, en el museo mNACTEC de Terrassa (Barcelona) y lo gestiona la Fundación Tierra. Los reflectores Scheffler constituyen uno de los sistemas más potentes de concentración de la luz solar que pueden realizarse con herramientas accesibles en cualquier parte del planeta: acero y espejos. El reflector es una sección lateral de un paraboloide más grande cortado de modo que resulta la elipse característica y distingue sin lugar a dudas al reflector Scheffler. Lleva integrado un me-

canismo de seguimiento solar, diseñado para que por la mañana se fije la posición del punto focal donde se quiere que llegue el calor y el resto del día éste siga al Sol de forma autónoma merced a un sencillo mecanismo compuesto de un motor eléctrico y una cadena de transmisión de rodillo libre como las que usan en las bicicletas.

La potencia energética de los reflectores Scheffler permite imaginar muchas otras aplicaciones que la cocción comunitaria de alimentos. Su tecnología está exenta de patentes y, aunque requiere un elevado grado de entendimiento tecnológico, es accesible a cualquier persona. El mundo de los reflectores Scheffler des-

taca por la espectacularidad de sus aplicaciones en los comedores comunitarios que se han desarrollado en India que hacen posible cocinar para entre 10.000 y 15.000 comensales diariamente como la instalación de Taleti Shantivan en Abu Road con 84 reflectores de 9,5 m² que generan vapor solar.

SISTEMAS ÓPTICOS DE CONCENTRACIÓN

Los sistemas ópticos de concentración son otras de las opciones para aplicar la energía solar. Son muy eficientes gracias a su capacidad de amplificar la radiación solar incidente, que llega muy dispersa a la superficie terrestre, concretamente 1m² de superficie recibe como máximo un equivalente a 850 Kcal, es decir, 1 kW térmico. Las tecnologías con sistemas ópticos de concentración de tipo doméstico tienen entre sus principales protagonistas precisamente el investigador español Emilio Cruz. El diseño que ha desarrollado se caracteriza por un peculiar sistema de concentración. Consiste en una espectacular celosía circular con pares de anillos concéntricos donde se disponen los espejos. El eje perpendicular a la celosía, sobre el que está situado el foco, debe coincidir con la dirección de la radiación solar directa. Una primera serie de espejos planos interceptan la radiación solar directa y la reflejan hacia una segunda serie de espejos ligeramente cóncavos y con su superficie reflectante no enfrentada a la dirección de la radiación solar, con el fin de concentrar los haces luminosos en un foco de alta densidad térmica. En el Encuentro Solar 2005 Emilio Cruz presentó un diseño de bajo coste, altas prestaciones y de interés para el procesado de alimentos. Ha trabajado con otros modelos como el Do-bRex2500 (presentado en ERA SOLAR 118).

PASTEURIZACIÓN SOLAR

La pasteurización, proceso que esteriliza el agua y elimina el poder patógeno o tóxico de virus y gérmenes mediante el mantenimiento de la temperatura del agua a 65°C durante 20 minutos, es más eficiente energéticamente que la propia esterilización. Para saber cuándo se alcanza dicha temperatura existen prototipos de indicadores de pasteurización, como el WAPI. Se trata de un tubo de policarbonato sellado en los dos extremos



Equipo doméstico de concentración óptica desarrollado por el investigador español Emilio Cruz, a la izquierda.

parcialmente lleno de manteca de soja, que se funde a los 69°C. Cuando el agua alcanza la temperatura de pasteurización, la manteca se disuelve y baja hacia el fondo del tubo. Una vez se enfría, el WAPI está listo para ser utilizado de nuevo.

Otro sistema es el llamado SODIS (Solar Water Desinfection), que consiste en exponer el agua a la radiación ultravioleta y al calor en botellas de plástico PET mitad oscuras de forma que al ponerlas horizontales sobre la parte negra encima de una superficie brillante contribuye a desinfectar el agua.

SECADO DE ALIMENTOS

El calor solar acelera el proceso de pérdida de humedad, propiedad que puede ser aprovechada para la conservación de alimentos como cereales, frutas, hortalizas, plantas aromáticas e incluso carnes. En el diseño de un secadero solar intervienen el colector, área donde se realiza la captación solar y se calienta el aire, y la cámara de secado, donde se coloca el producto para su deshidratación (dispuesto en bandejas de malla preferiblemente de acero inoxidable). Existen distintos tipos de secaderos solares: directo, indirecto y mixto, según si los alimentos reciben directamente la energía solar

o indirectamente o ambas a la vez. El secadero solar indirecto es especialmente ventajoso porque facilita la manipulación de los productos y evita que éstos pierdan calidad nutricional.

El diseño de un secadero solar debe asegurar un aporte constante de aire a una temperatura que contribuya a la extracción de agua del alimento sin cocerlo, siendo alrededor de los 50°C (sin sobrepasar los 54°C) la temperatura recomendable. Para ello la relación entre el volumen de las distintas partes es determinante. La circulación por convección natural es efectiva en equipos pequeños o medianos en los que se pueden lograr velocidades de aire de 0,4 a 1 m/s al interior de la cámara. En los equipos grandes la velocidad no sobrepasa los 0,1 a 0,3 m/s, pues las corrientes convectivas no tienen fuerza suficiente para mover grandes cantidades de aire a través de las bandejas con el alimento. Además, cada tipo de secadero tiene unas características específicas en función de su sistema de captación solar, por ejemplo el secadero solar indirecto requiere mover más volumen de aire a mayor temperatura para evaporar la misma cantidad de agua que en un secadero directo o mixto.

Fundación Terra