



Comparación entre tecnologías de cocción con calor retenido

Autores: Helena Guillén (1) y equipo técnico de [Fundación Tierra](http://www.fundacionterra.org)

Experiencia realizada en [Espai Solar Terra](http://www.espaisolarterra.com), Cornellá de Llobregat (Barcelona, España) con la colaboración de [AISol Tecnologías Solares, SL.](http://www.aisoltecnologia.com), desde el 30 de junio hasta el 2 de julio de 2010.

Un resumen de esta experiencia se encuentra en http://terra.org/cocinando-con-calor-retenido_2430.html

INTRODUCCIÓN

El **sistema de cocción por calor retenido** se basa en el aprovechamiento de la energía calorífica que adquieren los alimentos durante un breve periodo de cocción inicial directa, para que éstos terminen su cocción sin tener que introducir más energía al sistema. Esto se consigue guardando estos alimentos, una vez calientes, en un sistema aislante térmico, para que el calor no pueda disiparse hacia el ambiente y se invierta mayormente en la cocción de los alimentos contenidos en el recipiente. Con este método de cocción por retención de calor, se consigue no sólo un ahorro significativo de energía, sino también de tiempo, puesto que mientras los alimentos se cuecen dentro del sistema aislante no es necesario estar pendiente de la elaboración, ya que los ingredientes ni se queman, ni se adhieren a la base del recipiente.

Los sistemas aislantes para la retención del calor de cocción en el recipiente son de distintas tipologías: varían entre sistemas artesanales con mantas que envuelven la olla o el alimento, un agujero bajo tierra, hasta sistemas más elaborados como el Hot Pan.

Cómo es lógico, la calidad de los materiales en sus propiedades aislantes y del propio sistema influirán en el resultado final, debido a que tendrán más o menos pérdidas de calor. En este informe nos hemos propuesto comprobar la eficiencia y utilidad de diferentes sistemas de calor retenido con la elaboración práctica de diversas recetas.



¹ Este estudio se enmarca dentro del programa de prácticas de estudiantes de Ciencias Ambientales entre Fundación Tierra y diversas Universidades, destinado a la formación de los estudiantes de últimos cursos de esta licenciatura.



Data logger con las 4 sondas de temperatura usado durante el estudio.

Para analizar el funcionamiento de cada sistema hemos realizado tres recetas diferentes: dos de sencillas y una última más elaborada. Se han elaborado las curvas de pérdida de calor para cada sistema mediante un termómetro con cuatro sondas TP-K01 (T1, T2, T3 y T4), que se han introducido dentro las ollas, en contacto con los ingredientes de la receta en el momento de disponer los recipientes en los sistemas de calor retenido (CR), después de la cocción con fuente de calor directa. El software usado es SE309.

Se han pesado y medido los ingredientes de cada receta para partir del mismo volumen de alimentos en cada elaboración. Así se han reducido las posibles variaciones que podrían provocar por factores externos a los sistemas de cocción por CR.

En este experimento hemos utilizado cuatro sistemas de calor retenido diferentes:

- **Hot Box** (sonda T1): sistema de cocción por CR fabricado en Sur África. Consiste en un cubo textil, de tela resistente, llena de bolas de poliestireno expandido, elaborado todo con material reciclado. Dispone de un cojín superior que hace la función de tapa en el sistema cuando se introduce la olla de cocción que proviene de la fuente de calor directa. Fuente: <http://www.thehotboxco.co.za>



- **Cesto con mantas** (sonda T2): sistema artesanal basado en un contenedor, en este caso un cesto de mimbre, dónde hemos colocado una manta delgada en la base y otra más gruesa de 2,1 kg, que actúa como material aislante. Entre la manta y la olla se ha colocado además una toalla de 400 g, que será el primer envoltorio del recipiente por evitar que se manche la manta. En total: 2,5 kg de material textil.



- **Termo alSolBox** (sonda T3): Caja con tapa de material PPE (éter de ponifenileno). Dimensiones 410 x 410 cm de base y 240 cm de altura. En la base se dispone una lámina de 4 mm de acero inoxidable. El sistema no incluye olla de cocción. Creado en España, distribución comercial. Fuente: <http://www.alsol.es/>



- **Hot Pan** (sonda T4): olla y tapa de acero inoxidable con doble pared y espacio de aire como aislante, con un volumen de 3 litros, que se encaja dentro de un bol de melamina plástica. Diámetro de base de 22 cm y 12,7 cm de alto. Fabricada en Suiza, distribución comercial. Fuente: <http://www.terra.org/>



Las sondas de temperatura se han introducido dentro del mismo sistema de cocción con CR siempre de la misma forma. Es decir, en la elaboración de las 3 recetas la T1 ha medido el Hot Box, la T2 el cesto con mantas, la T3 el Termo alSolBox, y la T4 el Hot Pan. Se han identificado visualmente cada una de las sondas.

Las ollas utilizadas, excepto en el caso del Hot Pan en que la olla forma parte del propio sistema, son de acero esmaltado, con asas de tubo vacío en el recipiente y en la tapa. Su peso es de 1,47 kg, el diámetro de base de 20 cm, y tienen una capacidad de 3 litros.

Las tres recetas elaboradas han sido:

1.- **Arroz hervido:** ha sido la primera receta elaborada, y se ha realizado a modo de prueba para probar el escenario montado con las distintas tecnologías. En cada olla se han añadido 250 g arroz y 50 cl agua. La receta ha estado 5 minutos hirviendo con fuego directo y 30 minutos en las ollas dentro de los sistemas de calor retenido.

2.- **Garbanzos:** inicialmente se han puesto 400 g de garbanzos secos en cuatro boles a remojo durante 21 horas. Después del remojo, esto nos ha resultado en 837 g de garbanzos para cada olla. Hemos añadido 2,25 partes de agua por cada una de garbanzos (en volumen), en total se disponen 2,25 litros por olla.

Los garbanzos han estado 1 hora hirviendo al fuego directo y, acto seguido, han permanecido 5 horas en los sistemas de calor retenido.

Observación: cuando ha arrancado la ebullición de la receta, se han retirado las tapas de las ollas. Así, las tapas han entrado frías a los sistemas de calor retenido, factor que puede derivar en mayores pérdidas de temperatura iniciales.

3.- **Pollo con verduras:** los ingredientes para la receta han sido 84 g de pimiento, 72 g de cebolla, 164 g de patata y 2 muslos de pollo. El peso de los muslos en cada una de las tecnologías de CR han sido T1: 460 g T2: 430 g T3: 433 g T4: 444 g.

Inicialmente se han dorado los muslos de pollo con una fuente de calor directa para, a continuación, añadir las verduras. Esta elaboración ha durado 10 minutos. Posteriormente se han añadido 250 cl de agua y la olla ha permanecido 5 minutos hirviendo. Pasado este tiempo, se han introducido las ollas a los sistemas de calor retenido, donde han permanecido 1 hora.



Receta de garbanzos (2), en el sistema de cocción por CR Hot Pan, con la sonda de temperatura T4.



Receta de pollo con verduras (3) en el sistema de cocción por CR Hot Box, con la sonda de temperatura T1.

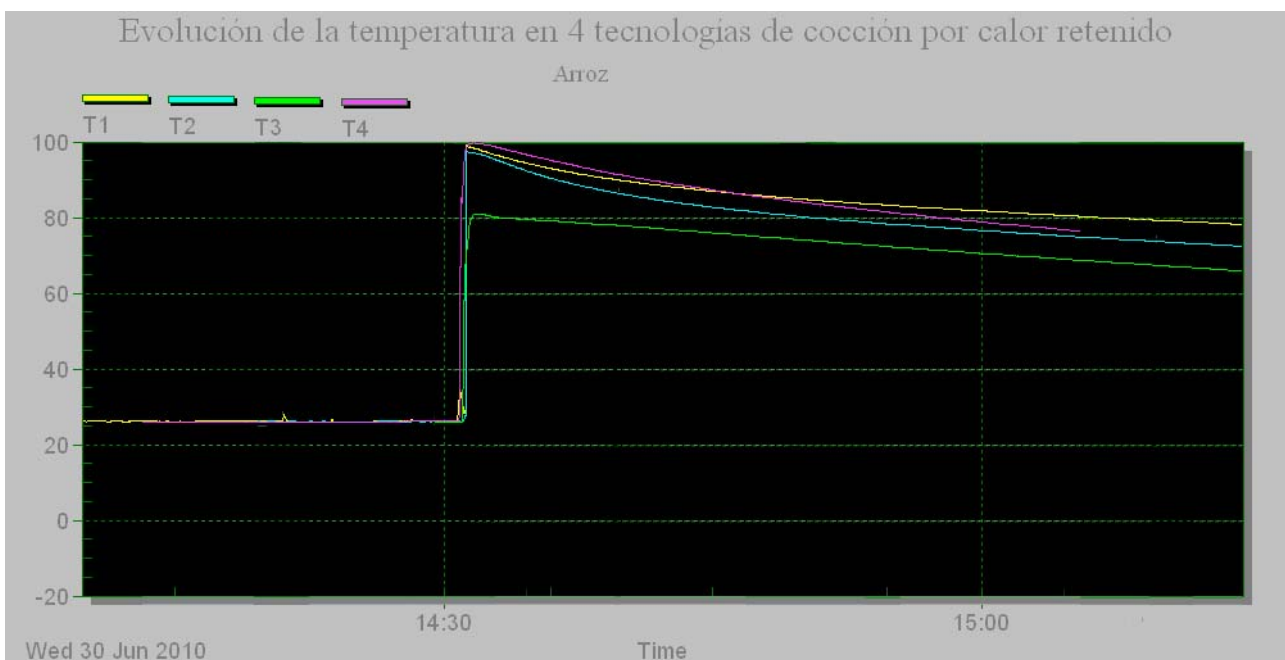
Observación: el *data logger* se ha quedado sin memoria en mitad del proceso de cocción por calor retenido, y por lo tanto no disponemos de la curva de pérdida de temperatura completa.

RESULTADOS

A partir de los datos recogidos por las sondas de temperatura en intervalos repetidos de 2 segundos, se ha extraído el gráfico correspondiente a cada una de las 3 recetas elaboradas con cada uno de los 4 sistemas de cocción con calor retenido, con un intervalo de temperatura de 0 a 100 °C.

Para el análisis de los siguientes gráficos, destacamos dos fases diferenciadas: (1) la fase inicial, y la más corta, en la cual las pérdidas de temperatura son mayores debido al proceso de calentamiento del material aislante, durante la que la línea del gráfico es una curva. En esta fase es cuando más pueden afectar los posibles errores humanos en la manipulación del experimento. (2) La segunda fase, cuando la línea de pérdida de calor tiene un comportamiento más regular y se puede asimilar a una recta con una pendiente determinada, que será el que nos marcará la tasa con que cada sistema pierde calor hacia el exterior.

Receta 1: Arroz hervido



La sonda T3 (Termo alSolBox) ha iniciado la medición desde una temperatura muy inferior, -casi 20 °C de diferencia-, en comparación con el resto de sondas de los sistemas, que empiezan a realizar mediciones alrededor de los 100 °C. Se deduce que se habrá producido algún fallo en el momento de introducir la sonda de medición T3 en el sistema, y los resultados no son comparables entre gráficos.

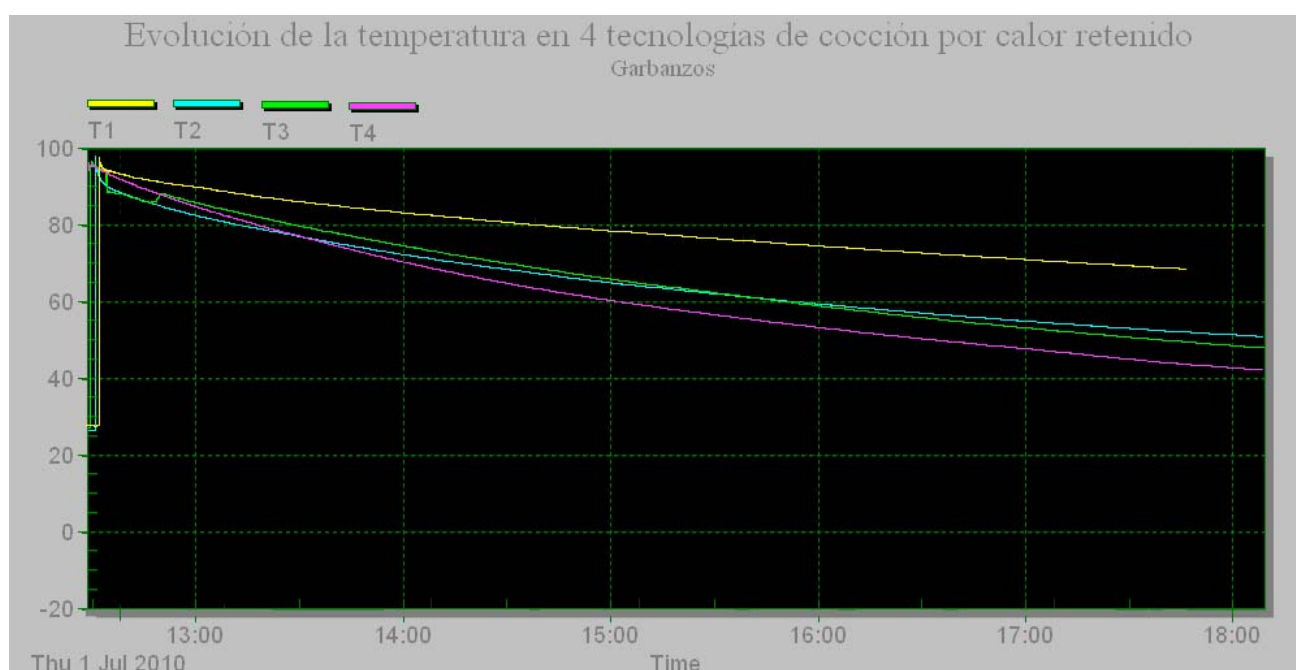
Si nos fijamos en las pérdidas de temperaturas de la fase inicial, los sistemas Hot Box (T1) y Hot Pan (T4) presentan menos pérdidas de temperatura que el cesto con mantas (T2). El sistema Termo alSolBox (T3) también parece presentar pocas pérdidas iniciales de

temperatura, pero debido al error durante la introducción de la sonda no podemos tomar como un dato comparable con las mediciones del resto de sistemas.

Tras la caída inicial de temperatura, los tres sistemas de cocción por calor retenido adecuadamente analizados (Hot Box, el cesto con mantas y el Termo alSolBox) presentan una pendiente de pérdida de temperatura muy similar. Se puede observar que el sistema Hot Pan (T4) es el que tiene una pendiente más pronunciada, por tanto, para esta receta sería el sistema menos eficiente al presentar una mayor pérdida de temperatura durante la cocción con calor retenido.

Una vez se ha extraído las ollas de los 4 sistemas, se ha comprobado que el arroz estaba cocido.

Receta 2: Garbanzos

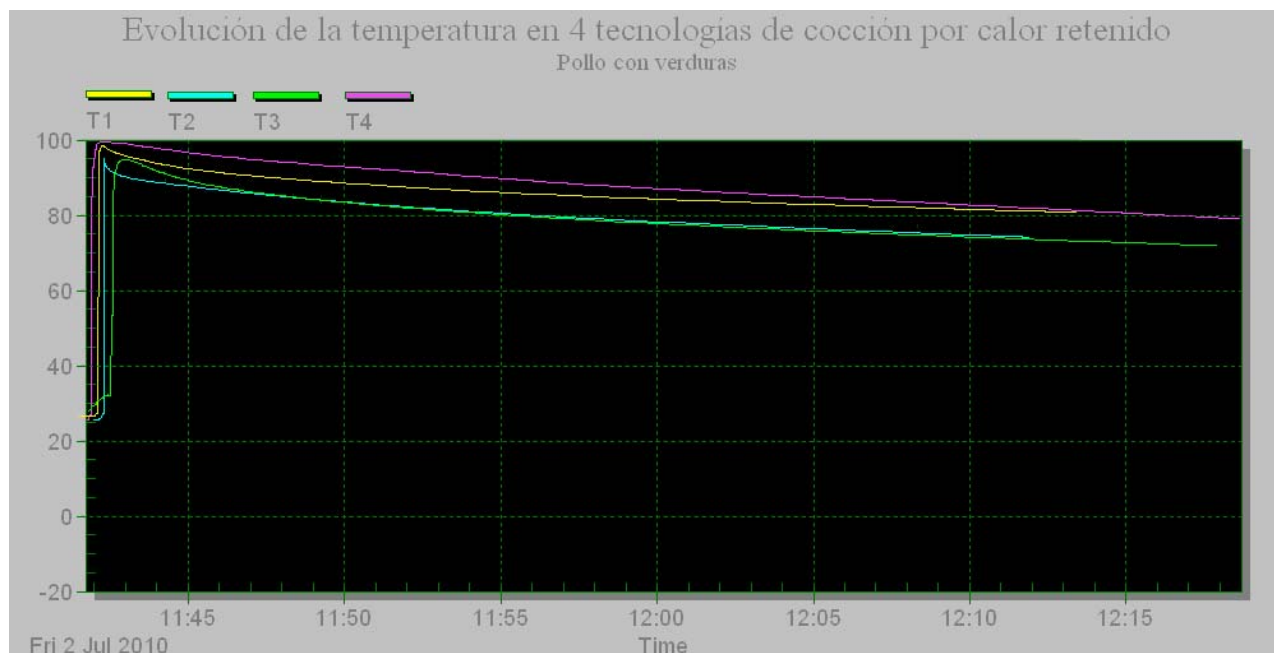


Con respecto a la fase de pérdidas de temperatura iniciales, el sistema de cesto con las mantas (T2) es el que más pérdidas de temperatura muestra.

El comportamiento posterior a este periodo inicial, en cambio, favorece sobre todo al sistema Hot Box (T1) y también al cesto con mantas (T2) a lo largo de las más de 5 horas de cocción con calor retenido. El Hot Pan (T4) es el sistema con una pendiente más acusada, -menos eficiencia en la retención del calor-, seguido por el Termo alSolBox (T3). De cualquier forma, cabe destacar que en las más de 5 horas de medición el Hot Box (T1) ha perdido alrededor de 30 °C, en cambio, el resto de sistemas han experimentado pérdidas de entre 50 y 60 °C.

Por lo que respecta al resultado de la receta elaborada, en el caso del Hot Box (T1) y el Hot Pan (T4), los garbanzos estaban más cocidos que en las recetas elaboradas en los otros dos sistemas. Esto no parece coherente con los gráficos de temperatura, y no podemos dar una explicación probada.

Receta 3: Pollo con verduras



En esta tercera receta, con distintos ingredientes y con 1 hora de duración total, durante la primera fase los 3 sistemas Hot Box (T1), cesto con mantas (T2) y Termo alSolBox (T3), tienen una caída inicial de temperatura significativa, de entre 5 y 10°C. En cambio, el sistema Hot Pan (T4) no muestra casi diferencia entre las dos fases.

En la segunda fase, el Hot Box (T1) presenta una pendiente menos acusada que el resto de sistemas, destacando su eficiencia en la retención del calor de la receta. El Hot Pan (T4) es el que muestra una inclinación mayor, es decir una mayor pérdida de calor con el paso del tiempo. El sistema con mantas (T2) y el Termo alSolBox (T3) muestran un comportamiento intermedio, muy similar.

Las diferencias en la temperatura inicial pueden atribuirse al tiempo que se requiere para condicionar cada uno de los sistemas. El Termo alSolBox (T3) y el sistema del cesto con mantas (T2) han caído unos 4°C antes de empezar la medición.

La fase inicial de los sistemas Hot Box (T1) y Termo alSolBox (T3) presenta un recorrido similar, pero el primero tiene menos pérdidas de temperatura. La fase inicial del cesto con mantas (T2) es más corta, pero las pérdidas son similares al Termo alSolBox (T3). El sistema Hot Pan (T4) es el que muestra una mayor eficiencia en la retención de calor para esta receta, seguido de cerca durante los últimos 10 minutos de cocción por el sistema Hot Box (T1)

Una vez se ha extraído las ollas de los 4 sistemas, se ha comprobado que tanto el pollo como las verduras, estaba cocidos.

Antes de relatar las principales conclusiones, se detallan algunos factores que pueden condicionar y limitar las afirmaciones del estudio:

- **Inexistencia de réplicas:** al no disponer de réplicas de los diversos experimentos, no se pueden contrastar las mediciones obtenidas para valorar su fiabilidad. Los errores no pueden ser compensados, ni contrastados. Se valora replicar los experimentos con las mismas tecnologías para dar mayor fiabilidad a las conclusiones relatadas.

- **Errores humanos:** en el momento de introducir las sondas de temperatura dentro de los alimentos es posible que se produjeran más pérdidas de calor en la fase inicial de la cocción, de las que se hubieran producido en caso de no tener que levantar la tapa de la olla para introducir estos dispositivos de medición.

A pesar de estas limitaciones, se valora la veracidad de los resultados como primera experiencia de medición de temperatura sistemas de calor retenido. Así, se concluye que, despreciando las mediciones obtenidas en las primeras fases de la curva de medición de pérdida de temperatura, donde los errores humanos pueden tener una mayor influencia, el sistema de cocción por calor retenido **Hot Box** (T1) es el que muestra un mejor comportamiento si valoramos el aislamiento térmico. De los 4 sistemas analizados, presenta el mejor comportamiento en retención de calor para procesos de cocción. Las curvas de pérdidas de temperatura de las fases iniciales pero, resultan menores en el sistema **Hot Pan** (T4), lo que puede comportar ciertas ventajas sobre el resto de sistemas para aquellas cocciones que requieren poco tiempo.

A pesar de las apreciaciones anteriores, las diferencias de comportamiento entre los 4 sistemas de calor retenido analizados no son muy acusadas. En general, todos ellos se han mostrado eficaces en la preparación de las recetas cocinadas con calor retenido.

Con respecto a la facilidad de uso de los diferentes métodos, el sistema **Hot Pan** es el que parece más práctico: tanto por lo que respecta a la rapidez con la que es posible introducir y tapar la olla dentro del sistema de CR, el bol de melamina aislante, como por su reducido tamaño en comparación con el resto de sistemas. El **Hot Box** también ha resultado muy práctico de manejar, pero al ser de tela puede resultar más difícil de limpiar en un entorno de cocina, o mancharse con la receta al introducir la olla. El **cesto con mantas** presenta el mismo problema que el anterior sistema, y además resulta más entretenida su preparación al envolver la olla cada vez. Aún así, debe destacarse que este sistema está hecho con elementos de fácil adquisición que se suelen disponer en cualquier hogar y, por tanto, económicamente resulta muy asequible. Finalmente, el **Termo alSolBox** también resulta de fácil manejo y de fácil limpieza en caso de que se manchara con estos de comida, pero es el que ocupa mayor espacio. Pero una de las ventajas principales de este sistema es que también se puede utilizar como horno solar.

Bibliografía consultada para elaborar la metodología del estudio

- Cooke, Constance C. Radcliffe. *The Cooking-Box: How To Make And Use It, Together With Eighty Economical Recipes Adapted For Fireless Cookery*. London, 1917.
- Kirschner, Heidi. *Fireless cookery. A traditional energy-efficient method of slow cooking*. Seattle, WA; Madrona, 1981.