



LA REFRIGERACIÓN POR EVAPORACIÓN

Gran parte de la pérdida de las frutas y hortalizas tras cosecha en los países en vías de desarrollo se debe a la falta de instalaciones adecuadas para el almacenamiento. Aunque sea la refrigeración el mejor método de conservar fruta y hortalizas resultan costosos los frigoríficos eléctricos en la compra y en la operación. Como consecuencia, en los países en desarrollo existe mucho interés en alternativas sencillas de bajo costo, muchas de las cuales dependen del enfriamiento natural que ocurre con la evaporación y que es sencillo y no requiere fuentes de energía externas.

El principio fundamental se radica en el enfriamiento por evaporación. Cuando se evapora el agua, saca energía de su ambiente, lo que produce un efecto notable de enfriamiento. El enfriamiento por evaporación ocurre cuando pasa aire no muy húmedo sobre una superficie mojada. Cuanto más rápida la evaporación tanto más fuerte el enfriamiento. La eficiencia de un refrescador por evaporación depende de la humedad circundante. Un aire muy seco puede absorber mucha humedad así que trae más enfriamiento. En el caso extremo de aire totalmente empapado de agua no se produce ni evaporación ni enfriamiento.

Como regla general, se construye un resfriador por evaporación de algún material poroso al que se le suministra agua. Se pasa aire seco caliente por encima del material. Al evaporarse el agua en el aire aumenta la humedad y al mismo tiempo reduce la temperatura del aire. Existen resfriadores por evaporación de mucho estilo diferentes. El diseño dependerá de los materiales disponibles y de los requisitos del usuario. Algunos ejemplos se describen aquí.

Diseños que emplean vasijas

Hay varios diseños sencillos de refrescador por evaporación que se pueden utilizar en el contexto doméstico. El diseño básico consiste en una vasija de almacenaje colocado dentro de otra vasija más grande que contiene agua. En la vasija menor se guardan los alimentos a temperatura reducida. Un variante sobre el modelo básico de vasija doble es el refrescador por evaporación Janata, desarrollado por the Nutrition and Food Board of India (NFBI). Una vasija se coloca en un recipiente de barro cocido que contiene agua. La vasija se envuelve en una tela que absorbe el agua del depósito de agua. El agua empapada por la tela evapora, manteniendo la temperatura reducida de la vasija. Además se ubica el depósito de agua sobre arena mojada para aislar la vasija de la tierra caliente.

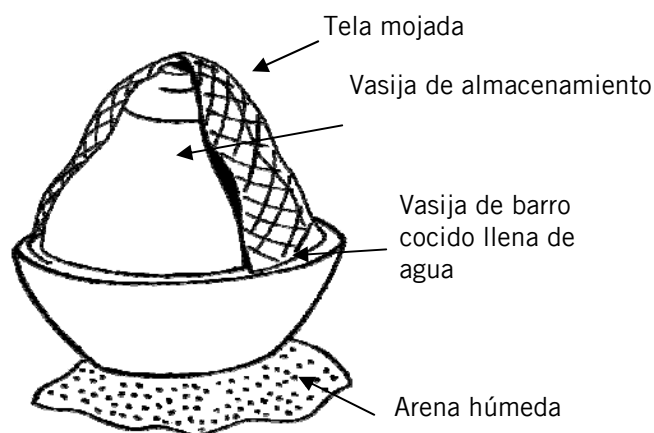


Fig 1: Un resfriador Janata.
Ilustración: Practical Action / Neil Noble.

Mohammed Bah Abba, profesor en Nigeria, ha desarrollado otro sistema a escala reducida, utilizando dos vasijas de tamaño distinto. La menor se pone dentro de la mayor y el espacio entre las dos se rellena de arena. Mohammed ganó el premio Rolex 200 Award for Enterprise con su diseño. Se encontrarán más detalles en el Appropriate Technology número 4 Vol 27 de octubre/diciembre 2000.

Practical Action, The Schumacher Centre for Technology and Development, Bourton on Dunsmore, Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ, UK

T +44 (0)1926 634400 | F +44 (0)1926 634401 | E infoserv@practicalaction.org.uk | W www.practicalaction.org

Practical Action is a registered charity and company limited by guarantee.
 Company Reg. No. 871954, England | Reg. Charity No.247257 | VAT No. 880 9924 76 |
 Patron HRH The Prince of Wales, KG, KT, GCB

En Sudan, Practical Action junto con The Woman's Association for Earthenware Manufacturing (WAEM) (la Asociación femenina para la fabricación en barro cocido) han estado haciendo experimentos con el diseño de almacenamiento de Mohammed Bah Abba.

El propósito de su experimentación era estudiar la eficiencia y la economía del almacenamiento Zeer en la conservación de alimentos. Zeer es el nombre árabe de las vasijas grandes que se utilizan. Se ven los resultados aquí:

Productos	Periodo en que se conserva en buenas condiciones <u>sin</u> el Zeer	Periodo en que se conserva en buenas condiciones <u>con</u> el Zeer
Tomates	2 días	20 días
Guavas	2 días	20 días
Lechuga rocket	1 día	5 días
Okra	4 días	17 días
Zanahorias	4 días	20 días

Como resultado de las pruebas la WAEM comenzó la producción y venta de vasijas específicamente para la preservación de alimentos.

Refrescador de bambú

Se hace el fondo del aparato de una batea de gran diámetro que contiene agua. Se colocan ladrillos dentro de esta batea y se ubica encima de los ladrillos un cilindro tejido de bambú o de otro material en calado. Se envuelve el armazón de bambú en una tela gruesa asegurándose que la tela esté absorbiendo el agua, permitiendo así que el agua suba por los lados del cilindro. Los alimentos se guardan en el cilindro con una tapa encima.



Fig 2: El Zeer. Foto: Practical Action, Sudan.

Refrescador Almirah

El Almirah es un refrescador un poco más desarrollado que tiene un armazón de madera recubierto de material. Hay batea de agua al fondo, y encima del armazón la tela se mantiene húmeda, chupando agua desde debajo. Se accede a los alimentos almacenados en estantes internos por una puerta con goznes.

Refrescador a carbón de leña.

El refrescador a carbón de leña se construye con un armazón abierto de madera de unos 50mm por 25mm de perfil. La puerta se hace simplemente por aplicar bisagras a un lado del armazón. Se cubre el armazón en una tela metálica al interior y al exterior, dejando así un espacio hueco de unos 25mm que se rellena de trozos de carbón de leña. Se rocía de agua el carbón, lo que produce enfriamiento por evaporación mientras esté mojado. El armazón se eleva al exterior de la casa

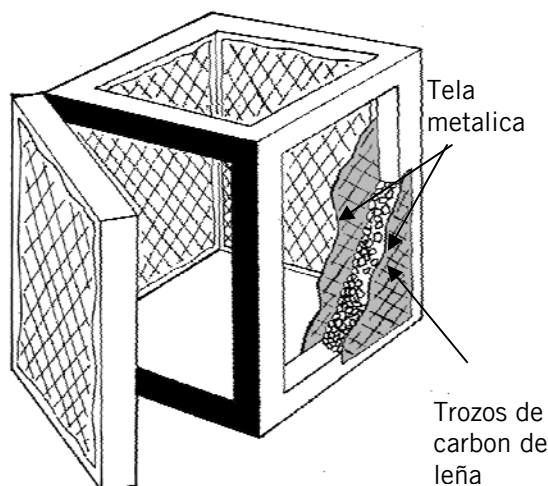


Fig 3: El refrescador a carbón de leña. Ilustración: Practical Action / Neil Noble.

sobre un poste con un cono metálico encima para apartar a las ratas, y con una buena capa de grasa para impedir que las hormigas alcancen el alimento.

La parte de arriba suele ser sólido con un techo de paja con aleros para apartar igualmente a los insectos volantes (no se ve en la Fig. 3)

Todas las cámaras refrescadores deben ser situadas al abrigo del sol, y el enfriamiento será aún más efectivo si están expuestas al viento. Se puede crear corrientes de aire artificiales mediante una chimenea. Por ejemplo, al utilizar un pequeño ventilador eléctrico o una lámpara quinqué para crear la circulación de aire por la chimenea, la corriente trae aire más fresco a la cámara debajo de la chimenea. El refrescador *Bhartya cool cabinet* emplea este principio para mantener más fresco el contenido. La utilización de tela metálica en la construcción de los estantes y de la parte inferior de la cámara asegura la circulación libre de aire más fresco sobre los alimentos.

Cámaras fijas de enfriamiento

El Indian Agricultural Research Institute (IARI) ha desarrollado un sistema de enfriamiento que puede construirse en cualquier parte del país utilizando materiales que se encuentran a mano. La estructura básica de la cámara se construye de ladrillos y arena del río, con un cubierta hecha de caña u otro material vegetal y tejido basto o arpillera de sacos. También se necesita un suministro asequible de agua. La construcción es bastante fácil. Primero se elabora un suelo hecho con una sola capa de ladrillos, luego se construye sobre la margen exterior del suelo una

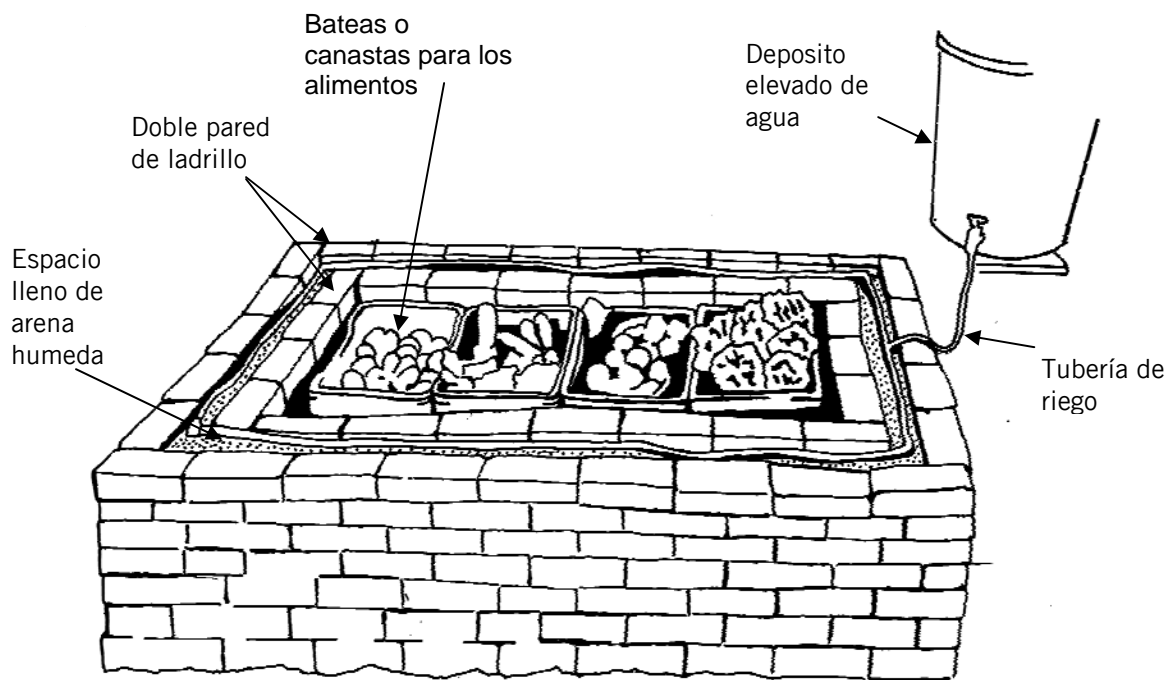


Fig 4: Cámara fija de enfriamiento. Ilustración: Practical Action / Neil Noble.

pared doble con hueco, con un espacio de de 75mm entre la pared exterior y la interior. Este hueco se llena entonces de arena. Se necesitan unos 400 ladrillos para construir una cámara del tamaño que se puede apreciar en la Fig 4, la que tiene una capacidad para unos 100 kg de alimentos. Una cobertura para la cámara se hace de cañas cubiertas de arpillera, montado todo en un marco de bambú. Se debe construir un techo para crear sombra para proteger la estructura entera del sol. Tras la construcción hay que mojar completamente las paredes, el piso, la arena del hueco y la cobertura. Una vez totalmente calado todo es suficiente rociar de agua dos veces al día para mantener la humedad y la temperatura de la cámara. Se puede añadir un sistema sencillo de riego automatizado (ver la Fig 4)

La bodega de almacenaje Naya

Practical Action Nepal ha tenido mucho éxito en trasladar la tecnología de refrescadores muy similar a la del sistema del IARI especialmente en las zonas rurales. Se llama Naya Cellar Storage (bodega de almacenaje Naya) diseñado originalmente por el doctor Gyan Shrestha de la

Green Energy Mission y el señor Joshi.

Se adapta el diseño con relativa facilidad a los requisitos del usuario y la estructura se hace de materiales locales. Los resultados han sido positivos para los productores alimenticios rurales que tenían pocos o hasta ningunos recursos económicos y que no tenían posibilidades de comprarse frigoríficos costosos

Se necesitan para la construcción de la bodega Naya:

1. ladrillos - 1200 a 1500
2. arena - 400 – 500 kilos
3. tubería de polietileno - 6 metros
4. Deposito de agua /cubo - capacidad de 100 litros
5. bambú/madera - dos trozos a >1.80 metros y dos a >2.15
6. paja - dos bultos
7. arpillera de sacos

Detalles de construcción

Hay que escoger un terreno pequeño de unos 1.50 metros cuadrados donde no brilla directamente el sol. Debe haberse una leve inclinación para que se quite el agua del terreno y no entre en la cámara.

Se puede variar el tamaño de la cámara según las necesidades del usuario. Cuanto más grande el volumen de los productos almacenados, tanto más grande la cámara. Normalmente se construye un recinto rectangular de piedra o ladrillo, midiendo unos 1.25 metros por 1.00 metro con una altura de unos 1.25. Una capa de arena de unos 25 cms se extiende sobre la tierra por toda el área donde se va a construir la cámara, y una capa de ladrillos se pone encima.

Se elabora con ladrillos una cámara de doble pared, con un espacio de de unos 125 cms entre ambas. Se rellena el espacio de arena limpia que no debe contener tierra para asegurar que no hay impurezas orgánicas. Una tubería de polietileno con agujeritos introducidos por todo su longitud se pone sobre la arena dentro del espacio. Se tapa la manguera al final para que el agua soltada del depósito gotea de los agujeros y mantiene húmeda la arena. Un techo de paja sostenido por cuatro palos de bambú se erige encima de la cámara.

Para que se mantenga fresca la cámara, no se permiten obstáculos a la circulación del aire. El efecto de la evaporación del agua de los ladrillos porosos y la arena enfría el aire alrededor de la cámara y por lo tanto extiende el periodo en que los productos se mantienen en buenas condiciones. Se utilizan sacos y palos de bambú para cubrir el recinto, que se mantiene húmedo con agua regada.

Operación

Para reducir al mínimo cualquier daño en las frutas y hortalizas se deben guardar en bateas o canastas de bambú o de malla de plástico. Estos recipientes deben quedarse elevados del suelo de la cámara sobre cuatro patas.

Hay que regular el flujo de agua por la tubería con respecto a los cambios en la temperatura al exterior para mantener estables las condiciones dentro de la cámara.

En una de las aldeas de Nepal donde Practical Action Nepal ha estado instalando secadores solares tipo Satso, cierta joven mujer tenía también un refrescador Naya donde almacenaba repollo y jengibre hasta dos semanas mas de lo que lograba sin la cámara. Utilizo piedras de los ríos vecino para la elaboración de las paredes y cubrió la cámara con un trozo de saco (arpillera) sobre palos de bambú entrecruzados.

Practical Action
The Schumacher Centre for Technology and Development
Bourton-on-Dunsmore
Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ
Reino Unido
E-mail: inforserv@practicalaction.org.uk
Website: <http://practicalaction.org/practicalanswers/>

Soluciones Prácticas
Apartado Postal 18-0620
Lima 18
Perú
Teléfonos: (511) 447-5127,
444-7055, 446-7324
E-mail: info@solucionespracticas.org.pe
Website: www.solucionespracticas.org

Soluciones Prácticas es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y difusión de tecnologías apropiadas.

No ponemos en primer lugar a la tecnología, sino a las personas. Las herramientas pueden ser simples o sofisticadas, pero proveen respuestas apropiadas, prácticas y de largo plazo; deben estar firmemente bajo el control de las poblaciones locales; son ellas quienes les dan forma y las utilizan para su propio beneficio.

Febrero 1994

ficha técnica