

LA VASIJA AFRICANA PERMITE CONSERVAR ALIMENTOS FRESCOS

Un botijo frigorífico para que las niñas de Nigeria puedan ir a la escuela

El mecanismo del botijo solo necesita agua, arcilla y un clima seco y caluroso para funcionar. Eso lo sabe bien el catedrático Gabriel Pinto, que en los 90 describió las ecuaciones del recipiente más castizo. Ahora, su alumna Carla Ortiz ha estudiado su aplicación en una vasija llamada *pot in pot* que se utiliza en África para conservar las verduras. Incluso refrigera los viales de insulina.

Alejandro Muñoz

25/6/2018 09:20 CEST



Gabriel Pinto y Carla Ortiz han estudiado la refrigeración por evaporación de agua en el botijo y en el pot-in-pot. / Olmo Calvo

El botijo es uno de los símbolos españoles más castizos. Su funcionamiento se basa en un principio tan antiguo como eficaz: el **botijo suda para enfriar el agua de su interior**.

En la década de los 90, Gabriel Pinto [cuantificó](#) –junto a su compañero José Ignacio Zubizarreta– la capacidad del botijo para disminuir la temperatura del agua que contiene, mediante modelos teóricos y experimentales. Ambos eran profesores del departamento de ingeniería química en la Universidad

Politécnica de Madrid, aunque Zubizarreta ahora está jubilado.

“El enfriamiento del agua del botijo –por transferencia de calor y masa– es un tema de estudio en la ingeniería química”

“No pretendíamos descubrir ni patentar nada”, explica Pinto a Sinc en su laboratorio de la universidad. “Nuestro estudio se publicó en una revista para la enseñanza de la ingeniería química y lo que buscábamos era ofrecer una herramienta didáctica. El enfriamiento del agua del botijo –por transferencia de calor y masa– es un tema de estudio en la ingeniería química”.

Pero este sistema no solo se conoce en España. En Nigeria, el inventor Mohammed Abba aplicó el enfriamiento evaporativo –el mismo principio termodinámico– para crear el **‘pot-in-pot’**. Se trata de meter una vasija de barro dentro de otra más grande, separando ambas con arena mojada y tapándolas con un paño. En árabe, el invento es llamado **‘zeer’**.

Como la arena que separa las vasijas está mojada, el agua tiende a salir por los poros de la vasija en contacto con el aire seco –al igual que en el botijo– y mediante su evaporación refrigera el interior. Esta innovación hizo merecedor a Abba del [premio de la marca Rolex](#).

Gracias a las propiedades para conservar alimentos de este dispositivo, las niñas de algunos poblados de Nigeria pudieron ir al colegio. Sin el invento, estaban obligadas a recoger espinacas de forma diaria, que se suelen vender para contribuir a la economía familiar.

“Este tipo de espinaca solo aguantaba fresca una jornada, debido a las altas temperaturas. Dentro del ‘pot-in-pot’ duraba varios días. El ingenio hace incluso posible conservar viales de insulina”, explica Pinto.

Tradición investigadora en vasijas porosas

El verano pasado, la alumna Carla Ortiz, de E.T.S.I. Industriales, reprodujo el experimento de Abba para su [trabajo de fin de grado](#) (TFG). La estudiante de ingeniería buscaba comprobar mediante modelos teóricos y experimentales el funcionamiento del 'pot-in-pot', como ya hiciese su tutor Gabriel Pinto con el botijo 25 años atrás.

El 'pot-in-pot' y el botijo son sistemas de refrigeración ecológicos, que no necesitan electricidad

Para Carla Ortiz, su trabajo (que codirigió el profesor Ismael Díaz Moreno) también se planteó con una finalidad académica. El estudio duró dos meses y en su fase experimental comparó el estado de los alimentos dentro y fuera del dispositivo durante dos semanas. En el exterior, la temperatura superaba los 40 grados, –los de aquel caluroso julio de 2017– pero en el interior del 'pot-in-pot' había unos 20 grados.

Tras ocho días, los vegetales que habían sido depositados en el interior del

'pot-in-pot' se encontraban en buenas condiciones para su consumo. Por el contrario, las espinacas, zanahorias, tomates y berenjenas fuera del dispositivo se habían echado a perder.

El 'pot-in-pot' y el botijo comparten un sistema de refrigeración ecológico, que no necesita electricidad. Tan solo precisa de agua, arcilla, arena y un clima adecuado.

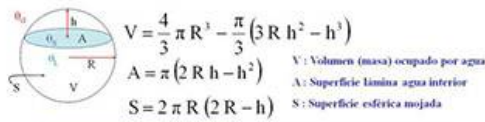
El complejo mecanismo

Gabriel Pinto forma parte del [Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química](#) de su facultad. También es divulgador y reconoce que cuando recorre diferentes congresos internacionales por Europa "es más fácil llevar en la maleta un botijo que un montón de reactivos". El botijo es un ejemplo para mostrar a sus estudiantes la ciencia y sus aplicaciones.

El botijo, una vasija de barro con asas y pitorro, es perfecto para alguien que está estudiando termodinámica en la universidad. Es un ejemplo de evaporación con el que se pueden aprender conceptos como la denominada [temperatura de bulbo húmedo](#), un parámetro que depende de la temperatura del aire, su humedad relativa y la presión atmosférica. "Su resolución no es sencilla: son ecuaciones diferenciales que hay que resolver por métodos numéricos", explica Pinto.

Hasta hace 25 años no existía ningún estudio científico que explicara por qué el botijo puede disminuir la temperatura del agua en los fuertes calores del verano y hasta qué punto es capaz de hacerlo.

Fórmula de enfriamiento del botijo

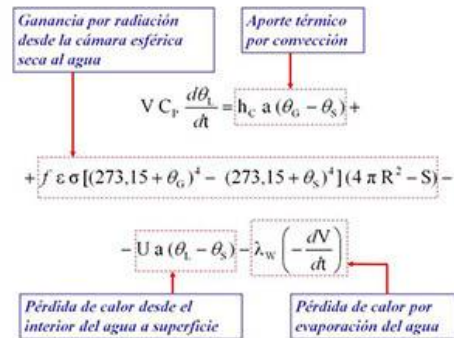


$$-\frac{dN}{dt} = k a (N'_s - N'_a)$$



Cuantificación de la velocidad de evaporación del agua

Fuente: Gabriel Pinto



Variación térmica del agua con el tiempo

Fórmula de Pinto y Zubizarreta para cuantificar enfriamiento del botijo

“En este balance térmico, por una parte, el agua se va refrescando porque se evapora, pero también se está calentando –por efecto del calor del aire– donde el botijo está seco. Por un lado se calienta el agua y por otro se enfría”.

En realidad, el botijo es una máquina térmica que funciona igual que el cuerpo humano. La arcilla porosa ‘suda’ para refrescar el agua del interior, del mismo modo que nosotros lo hacemos para eliminar toxinas y refrescarnos. “También existen botijos barnizados. En este caso, el agua no se enfría porque no sale por los poros para evaporarse”, indica Pinto.

“Pero el agua no se enfría eternamente, porque en ese caso llegaría a congelarse. El límite de la capacidad de enfriamiento depende de la temperatura húmeda del aire, que se mide con la **temperatura de bulbo húmedo**”. Estos parámetros indican la humedad relativa del aire, que en la península ibérica varía, por ejemplo, del interior a la costa.

El botijo en el mundo

Como depende de la humedad del aire externo, el botijo tampoco funciona igual en todos los lugares del planeta. Si el calor es húmedo el botijo no enfría. Por este motivo, este instrumento no es muy conocido en otros

países: “En un congreso internacional un estadounidense me preguntó una vez por dónde se metía la pajita”.

“El clima mediterráneo es una excepción en el mundo porque se caracteriza por un verano seco”. Para conocer en qué lugares podría funcionar el mecanismo del botijo, el profesor [Andrés Martínez de Azagra](#), de la Universidad de Valladolid, elaboró un mapa para [Journal of Maps](#) con los países con condiciones potencialmente adecuadas para su funcionamiento.



En naranja, zonas aptas para que el botijo funcione. / Martínez de Azagra y Del Río

“Por eso este tipo de mecanismos de refrigeración son conocidos en países como Túnez o Marruecos. Además, alguien que vive en Londres o en París tampoco necesita un botijo porque los veranos no son tan cálidos. La esencia del botijo es que alguien que estaba segando a 40 grados, en pleno verano, podía conservar agua a unos 20 grados”.

Este antiguo mecanismo tiene también aplicaciones en arquitectura y en la agricultura de regadío. ¿Qué hay más eficaz que un botijo?

Un botijo aplicado al regadío

Andrés Martínez de Azagra, catedrático de Hidráulica e Hidrología en

la Universidad de Valladolid, también ha estudiado el funcionamiento del botijo. Pero su enfoque no ha sido la refrigeración, sino la transferencia de agua a través de la arcilla porosa para [aplicarlo al riego](#).

En la antigüedad, los chinos y los romanos ya enterraban vasijas de barro llenas de agua cerca de algunos cultivos para regar poco a poco. Azagra se ha basado en este principio para patentar la **botella rezumadora**. Un 'botijo de plástico' enterrado, que sirve para regar.

Esta innovación serviría como riego de apoyo en plantas leñosas jóvenes afectadas por la sequía. "Sería como una especie de biberón para la planta, que muy lentamente distribuye un litro de agua en un mes", explica Azagra a SINC. Esto también asegura un uso eficiente del recurso hídrico.

Además, la botella rezumadora libera líquido cuando el suelo está seco, pero cuando llueve también puede captar el agua de forma autónoma. Y así no hace falta llenarla.



Derechos: **Creative Commons**

TAGS

BOTIJO | HUMEDAD | MASA | CALOR | QUÍMICA |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

