

# EL AGUA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Dr. Gabriel Tinoco Martínez\*. 2016. Los Porcicultores y su Entorno 96, BM Editores.

\*Doctor en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Politécnica de Madrid, Catedrático del Area de Ciencias de los Alimentos en la Universidad Anáhuac México - Norte.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Agua, temas varios](#)

## GENERALIDADES

El agua es el disolvente universal y gracias a esta característica tiene una infinidad de aplicaciones y de usos, una gran cantidad de compuestos se pueden disolver en ella, entre ellos podemos mencionar una gran cantidad de sales, compuestos iónicos, compuestos moleculares, etc.

Así mismo hay compuestos que son insolubles en el agua como los compuestos no polares como el cloroformo.

El agua siempre ha estado ligada al desarrollo del hombre, los animales y las plantas, basta con mencionar que el agua representa casi un 70% del ser humano y está implicada en muchas de las funciones como digestión, absorción, metabolismo, transporte, secreción, excreción, reproducción, lubricación de articulaciones, regulación de temperatura y reacciones bioquímicas que ocurren en nuestro cuerpo, de allí la importancia de determinar la calidad del agua que consume el ser humano, no sólo el agua de consumo directo, también aquella que utiliza en la preparación de los alimentos y el agua que usa para realizar sus labores cotidianas.

## FUENTES DE AGUA PARA EL SER HUMANO

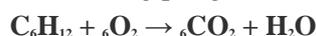
Debido a que no tiene un valor energético, ya que no sufre cambios químicos durante su utilización biológica, el agua en muchas ocasiones no se considera como nutrimento; sin embargo, sin ella no podrían llevarse a cabo las reacciones bioquímicas.

Las principales funciones biológicas del agua estriban fundamentalmente en su capacidad para transportar diferentes sustancias a través del cuerpo, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal; esto se logra porque puede permanecer líquida en un intervalo de temperatura relativamente amplio y porque tiene propiedades como disolvente.

Muchas de las macromoléculas con interés bioquímico, como son las proteínas, las enzimas y los ácidos nucleicos, se vuelven activas cuando adquieren sus correspondientes estructuras secundaria, terciaria, etc., gracias a la interacción que establecen con el agua. Es decir, las células de los tejidos animal y vegetal, así como los microorganismos, sólo se pueden desarrollar si encuentran un medio adecuado en el que el contenido de agua sea decisivo; por esta razón, algunos sistemas de conservación de alimentos se basan precisamente en la deshidratación o en la reducción del agua disponible (actividad acuosa) que se requiere para el crecimiento de los microorganismos y para que se lleven a cabo las reacciones químicas.

Todos los alimentos, incluyendo los deshidratados, contienen cierta cantidad de agua; en consecuencia, para el tecnólogo es de suma importancia conocer sus propiedades físicas y químicas, ya que muchas transformaciones negativas y positivas están relacionadas con ella.

La mayoría de los organismos y, en general los sistemas biológicamente activos, contienen una gran proporción de agua, que en algunos casos llega a representar hasta 97% del peso total, cerca de 70% del cuerpo humano es agua. El organismo pierde agua continuamente por diferentes vías, tales como el sudor, la orina, la respiración y las heces, y requiere un mínimo aproximado de 1500 ml diarios para efectuar todas sus funciones adecuadamente. Para el ser humano, la fuente más importante de agua está en todos los líquidos que ingiere, pero también la adquiere de diferentes alimentos, como son ciertos vegetales que contienen hasta 95% de este líquido; de la leche que tiene 87%, y del pan que es uno de los alimentos más comunes y con menor cantidad de agua, 40%. Otra fuente, pero de menor importancia, es la que se origina en el propio cuerpo debido a las reacciones metabólicas de utilización y combustión de los nutrimentos: la oxidación de una molécula de glucosa por las vías correspondientes origina seis moléculas de H<sub>2</sub>O, que equivalen a 0.6 g por gramo de este monosacárido:



## ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL AGUA

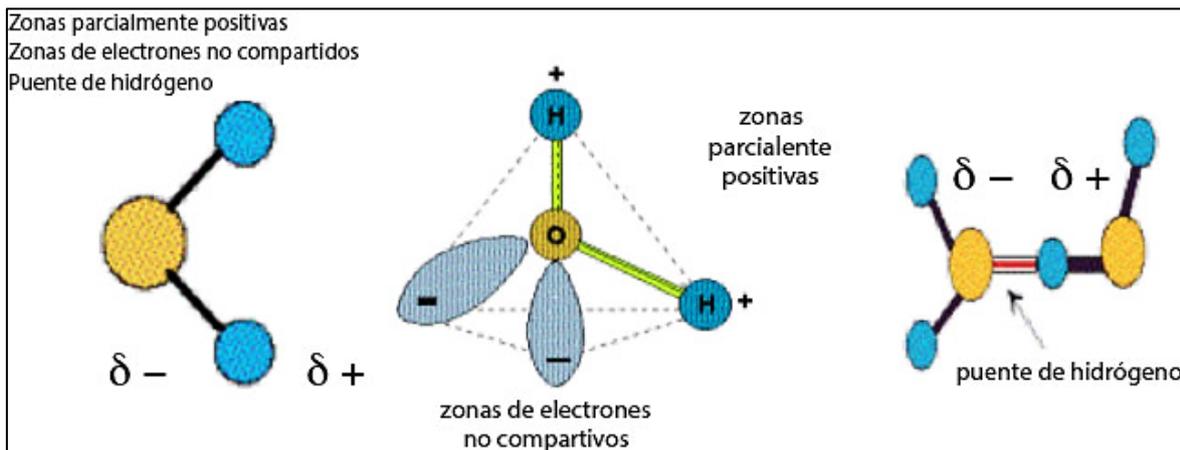
La molécula de agua está formada por dos átomos de H unidos a un átomo de O por medio de dos enlaces covalentes. El ángulo entre los enlaces H-O-H es de 104'50. El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace.

### Acción disolvente

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el disolvente universal. Esta propiedad, tal vez la más importante para la vida, se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno. En el caso de las disoluciones iónicas, los iones de las sales son atraídos por los dipolos del agua, quedando “atrapados” y recubiertos de moléculas de agua en forma de iones hidratados o solvatados. La capacidad disolvente es la responsable de que sea el medio donde ocurren las reacciones del metabolismo.

### Elevada fuerza de cohesión.

Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incompresible. Al no poder comprimirse puede funcionar en algunos animales como un esqueleto hidrostática.



### Gran calor específico.

También esta propiedad está en relación con los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua. El agua puede absorber grandes cantidades de “calor” que utiliza para romper los puentes de hidrógeno por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. Esto permite que el citoplasma acuoso sirva de protección ante los cambios de temperatura. Así se mantiene la temperatura constante.

### Elevado calor de vaporización.

Sirve el mismo razonamiento, también los puentes de hidrógeno son los responsables de esta propiedad. Para evaporar el agua, primero hay que romper los puentes y posteriormente dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de la fase líquida a la gaseosa.

Para evaporar un gramo de agua se precisan 540 calorías, a una temperatura de 20°C y presión de 1 atmósfera.

Las funciones del agua, están íntimamente relacionadas con las propiedades anteriormente descritas, se podrían resumir en los siguientes puntos:

En el agua de nuestro cuerpo tienen lugar las reacciones que nos permiten estar vivos. Forma el medio acuoso donde se desarrollan todos los procesos metabólicos que tienen lugar en nuestro organismo. Esto se debe a que las enzimas (agentes proteicos que intervienen en la transformación de las sustancias que se utilizan para la obtención de energía y síntesis de materia propia) necesitan de un medio acuoso para que su estructura tridimensional adopte una forma activa. Gracias a la elevada capacidad de evaporación del agua, podemos regular nuestra temperatura, sudando o perdiéndola por las mucosas, cuando la temperatura exterior es muy elevada, es decir, contribuye a regular la temperatura corporal mediante la evaporación de agua a través de la piel. Posibilita el transporte de nutrientes a las células y de las sustancias de desecho desde las células. El agua es el medio por el que se comunican las células de nuestros órganos y por el que se transporta el oxígeno y los nutrientes a nuestros tejidos, el agua es también la encargada de retirar de nuestro cuerpo los residuos y productos de desecho del metabolismo celular.

## CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

El agua para consumo humano ha sido definida en las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), como aquella “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habi-

tual, incluida la higiene personal". En esta definición está implícito que el uso del agua no debería presentar riesgo de enfermedades a los consumidores.

De allí el reconocimiento del agua como vehículo de dispersión de enfermedades data de hace mucho tiempo. Las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Esos organismos causan enfermedades que van desde ligeras gastroenteritis hasta enfermedades graves y fatales de carácter epidémico en varias regiones de nuestro planeta.

El agua no sólo puede traer enfermedades de origen microbiológico, también es importante conocer la acción de ciertos elementos tóxicos que pueden influir en los tejidos y fluidos del organismo, y que en determinados casos se pueden transmitir a los humanos mediante el consumo de agua contaminada con sustancias químicas o metales pesados. Actualmente, la necesidad y exigencia de elaborar productos alimenticios de calidad, ubica al agua como a uno de los protagonistas principales.

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. En el sistema de distribución, la contaminación del agua puede ocurrir por conexiones cruzadas; tuberías rotas; grifos contra incendio, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos; y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones hechas con pocas medidas de seguridad.

El riesgo de contraer alguna infección a través del consumo de agua contaminada aumenta cuando el conteo de microorganismos es mayor así como la presencia de microorganismos patógenos conocidos. Sin embargo, la relación no necesariamente es simple y depende de otros factores tales como la dosis infecciosa y la susceptibilidad del huésped siendo más susceptibles los niños, los ancianos y las personas mal nutridas o comprometidas del sistema inmune. En la lista de agentes transmitidos por el agua que constituyen un problema mundial y que pueden producir efectos adversos a la salud se encuentran los microorganismos y sustancias químicas. Entre los agentes microbiológicos están las bacterias, como el *Vibrio cholerae*, *Salmonella* y *Shigella*; los virus, como el de la hepatitis A y E; y los protozoos como la *Giardia* y el *Cryptosporidium*. Entre los agentes químicos están los componentes inorgánicos como nitratos, flúor y arsénico; metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio; y los componentes orgánicos como las sustancias de uso industrial, los agrotóxicos y los productos secundarios de la desinfección.

Para reducir la incidencia de estas enfermedades, se pueden tomar ciertas medidas entre ellas: el mejoramiento de la calidad y la disponibilidad de agua, la disposición sanitaria de excretas y la aplicación de adecuadas reglas de higiene, son factores importantes en la reducción de la morbilidad y la mortalidad causada por infecciones gastrointestinales. Las enfermedades transmitidas por alimentos son uno de los problemas de salud más extendidos en el mundo además de ser un factor de gran importancia en la reducción de la productividad económica (Rayner, 2005) debido a que determinan una alta tasa de morbilidad afectando la salud y calidad de vida, como ya se mencionó son varios los organismos incluyendo bacterias, virus y parásitos que infectan a los seres humanos y causan enfermedades específicas algunas muy graves después de que se ingieren en alimentos contaminados (Flint, 2005).

La mayoría de los parásitos intestinales se transmiten por contaminación del ambiente y en este aspecto, el agua y en especial los alimentos juegan un papel importante. Si las heces fecales no se eliminan de manera apropiada, esto es con un sistema de drenaje apropiado, los quistes y huevos de los parásitos intestinales pueden quedar en el ambiente de las casas o contaminar fuentes de agua y alimentos, sin olvidar el adecuado lavado de manos después de ir al baño, en especial las personas que preparan alimentos. Otro factor importante para la transmisión de parásitos intestinales son los cultivos regados con aguas residuales, actividad actualmente realizada en muchos países (Solarte, 2006). Según estudios realizados se estima que 4% del total de muertes en el mundo se deben a problemas relacionados al agua y alimentos contaminados (Prus, 2002).

Entre los alimentos más recomendados para su consumo en la dieta diaria se encuentran los vegetales ya que contienen una gran variedad de nutrimentos que nuestro cuerpo necesita, pero diversos estudios de campo y laboratorio, han mostrado que los patógenos presentes en la tierra de cultivo en las aguas de irrigación de vegetales pueden sobrevivir hasta por dos meses (Feachmen, 1983). Este problema no sólo afecta a los países pobres o en vías de desarrollo. Estudios procedentes de países desarrollados han demostrado que la mayoría de las aguas superficiales tienen niveles de contaminación parasitaria importante que deben ser considerados en los procesos de tratamiento y desinfección del agua de consumo humano y uso en alimentos (Carmena, 2007; Craun, 2002). Se estima que el 60% de los casos de giardiasis ocurridos en Estados Unidos han sido transmitidos a través del agua (Craun, 2007).

## **IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

Como se estudió anteriormente el agua tiene una infinidad de usos relacionados con los alimentos, no sólo a nivel casero donde se debe tener especial cuidado en la calidad de ésta sobretodo en el aspecto microbiológico para evitar enfermedades transmitidas a través de este medio.

En la industria alimentaria se debe tener un extremo cuidado de la calidad del agua que se va a utilizar durante el proceso de elaboración del alimento y en especial aquella agua que va a entrar en contacto directo o va a formar parte del alimento, pues una agua que no tenga las características apropiadas desde el punto de vista químico y microbiológico nos puede traer graves consecuencias como: reducir las propiedades organolépticas del alimento, reducir el valor nutritivo, causar reacciones químicas no deseadas en el alimento o transmitir alguna infección gastrointestinal.

El agua cuando va a estar en contacto directo con los alimentos primeramente debe tener una excelente calidad microbiológica que va a ver reflejada en una cuenta total microbiana muy baja, el valor depende de las normas sanitarias vigentes en cada país, en México nos debemos referir a la NOM, hay algunos tipos de microorganismos que aunque no tienen gran importancia desde el punto de vista sanitario, sí debemos tomar en cuenta su número ya que pueden resultar muy perjudiciales en las características organolépticas y en la vida de anaquel de varios productos alimenticios, como ejemplo de este tipo de microorganismos podemos mencionar a los proteolíticos y lipolíticos, su presencia es muy importante en alimentos con alto contenido graso y proteico como la leche y sus derivados que son un medio de cultivo excelente para este tipo de microorganismos.

Desde el punto de vista químico la presencia de iones en el agua que está en contacto directo con los alimentos nos puede traer reacciones químicas indeseadas durante la tecnología de elaboración de éstos, así podemos mencionar los siguientes ejemplos: La presencia de hierro en el agua puede producir una decoloración de los pigmentos naturales de los alimentos, el cobre favorece reacciones de oxidación y destrucción de algunas vitaminas, principalmente la vitamina C. La presencia de calcio y magnesio en el agua favorece la reactivación de enzimas y aceleración de las reacciones al actuar como cofactores. La presencia de cationes es muy importante, sobre todo en el procesamiento de frutas, pues cuando éstas son tratadas con agua que contiene una concentración de cationes, se presentan cambios en la textura, haciendo que éstas queden más duras, esta característica también la podemos utilizar a nuestro favor, colocando las frutas con tejido suaves y frágiles en agua con un alto contenido de cationes, este tratamiento da muy buenos resultados para frutas con una madurez avanzada antes de someterlas a la tecnología de elaboración del producto deseado, de allí que en la industria alimentaria se controle el contenido residual de cationes, especialmente de calcio para evitar que las frutas se vuelvan muy duras, en contraparte una agua totalmente carente de cationes también alterará su consistencia, haciendo que éstos sean demasiado suave.

La dureza del agua utilizada es otro factor a cuidar cuando se utiliza para la elaboración de alimentos, pues una agua con una dureza de 45 ppm, expresada como carbonato de calcio en el escaldado de vegetales como ejotes, chicharos, etc., es capaz de reducir la absorción de agua y por lo tanto modificar las características organolépticas, en especial la textura de los vegetales. Las aguas que provienen de pozos muy profundos suelen contener una alta concentración de bicarbonatos, especialmente de manganeso y hierro que pueden oxidarse y producirnos precipitados de color amarillo-rojo o gris-negro, así mismo en algunos alimentos que contiene un alto contenido de oxalatos como el betabel puede formar precipitados blanco cuando reacciona con iones como calcio y magnesio presentes en el agua, generando aspectos desagradables.

Un aspecto muy importante son los diferentes olores y aromas que el agua puede impartir a los alimentos, algunos de ellos pueden llegar a ser muy desagradables, estos aromas van desde el clásico olor o sabor a cloro que el agua puede adquirir durante su proceso de purificación, o incluso aromas a diferentes compuestos químicos por contaminación como olor a compuestos fenólicos o hidrocarburos que la hacen no apta para utilizarse durante la elaboración de alimentos, por esto se debe tener especial cuidado en su proceso de purificación y manejo.

## **VIGILANCIA Y EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

La vigilancia de la calidad del agua para uso y consumo humano, tiene como objetivo prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas y parasitarias, así como las derivadas de la continua ingestión de sustancias tóxicas que puede contener el agua abastecida a la población.

La vigilancia debe consistir en programas estructurados por las autoridades competentes, para evaluar el control de calidad que llevan a cabo los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento y, en función de estos programas, apoyarlos a fin de que se garantice el suministro de agua potable a la población.

En este sentido, la Secretaría de Salud elabora la presente Norma Oficial Mexicana con la finalidad de mejorar el control sanitario del agua para consumo humano, que es distribuida por sistemas de abastecimiento público.

## **DISTRIBUCIÓN Y CONTENIDO DE AGUA EN LOS ALIMENTOS**

### **Actividad de Agua**

El agua es el solvente en donde ocurren las reacciones químicas y enzimáticas de la célula y es indispensable para el desarrollo de los microorganismos.

La actividad de agua (aW) del medio representa la fracción molar de las moléculas de agua totales que están disponibles, y es igual a relación que existe entre la presión de vapor de la solución respecto a la del agua pura (p/po). El valor mínimo de aW en el cual las bacterias pueden crecer varía ampliamente, pero el valor óptimo para muchas especies es mayor a 0.99.

Algunas bacterias halófilas (bacterias que se desarrollan en altas concentraciones de sal) crecen mejor con aW = 0.80. Variaciones en la actividad de agua puede afectar la tasa de crecimiento, la composición celular y la actividad metabólica de la bacteria, debido a que si no disponen de suficiente cantidad de agua libre (no asociada a solutos, etc.) en el medio necesitarán realizar más trabajo para obtenerla y disminuirá el rendimiento del crecimiento.

Se denomina actividad de agua a la relación entre la presión de vapor de agua del sustrato de cultivo (P) y la presión de vapor de agua del agua pura (P0):

El valor de la actividad de agua nos da una idea de la cantidad de agua disponible metabólicamente. Cuando un microorganismo se encuentra en un sustrato con una actividad de agua menor que la que necesita, su crecimiento se detiene. Esta detención del crecimiento no suele llevar asociada la muerte del microorganismo, sino que éste se mantiene en condiciones de resistencia durante un tiempo más o menos largo. En el caso de las esporas, la fase de resistencia puede ser considerada prácticamente ilimitada. La gran mayoría de los microorganismos requiere unos valores de actividad del agua muy altos para poder crecer. De hecho, los valores mínimos de actividad para diferentes tipos de microorganismos son, a título orientativo, los siguientes: bacterias  $a_w > 0.90$ , levaduras  $a_w > 0.85$ , hongos filamentosos  $a_w > 0.80$ . Como puede verse, los hongos filamentosos son capaces de crecer en sustratos con una actividad de agua mucho menor de la que permite el crecimiento de bacterias o de levaduras. Por esta razón se puede producir deterioro de alimentos de baja actividad de agua (por ejemplo, el queso o almíbares) por mohos (hongos filamentosos) y no por bacterias.

### Actividad del agua y su relación con la conservación de los alimentos

El agua es el componente más importante en la mayoría de los productos alimenticios. Su importancia radica en que sirve de vehículo para sustancias reaccionantes como los sistemas enzima-sustrato, además de ser clave en el desarrollo de los microorganismos, principales agentes de deterioro de los alimentos. La disminución del agua presente en un alimento ha sido una estrategia utilizada desde la antigüedad para conservar la calidad durante los periodos de almacenamiento. Más que disminuir la cantidad total de agua en un alimento, el objetivo de los procesos de deshidratación es disminuir la actividad acuosa (aw), la cual es una medida de la disponibilidad del agua para las reacciones químicas y bioquímicas, y para el desarrollo de los microorganismos.

Los procesos de deshidratación más utilizados comprenden la exposición del producto alimenticio a una corriente de aire caliente, el cual suministra el calor latente de vaporización del agua y sirve como agente para transportar el vapor de agua generado. Este método y otros similares, tienen el inconveniente de someter el alimento a altas temperaturas que pueden afectar sus propiedades organolépticas y nutricionales.

Una técnica de deshidratación que se aplica sin el incremento de temperatura, es la denominada deshidratación osmótica (DO). Este es un proceso de remoción de agua en el cual los alimentos (tales como frutas) son colocados en una solución concentrada en solutos (hipertónica), con un potencial químico de agua menor que el potencial del agua en la fruta. Las membranas del vegetal son semipermeables por lo cual se presenta un flujo de agua del interior de la fruta hacia el exterior, para tratar de equilibrar el potencial químico del agua a ambos lados de dichas membranas. Simultáneamente se presenta, en menor cantidad, la entrada de soluto desde la parte externa hasta el interior del producto a deshidratar (Lerici et al., 1988; Palou et al., 1993; Molano et al., 1996; Panadés et al., 1996).

La DO es un método no térmico de deshidratación, que permite obtener productos de humedad intermedia con una muy buena calidad organoléptica (Camacho, 1994; Zapata y Castro, 1999). Los solutos que se utilizan en la preparación de los jarabes son de bajo costo y los consumos energéticos involucrados son mínimos (Castro et al., 1999).

La cinética de los procesos osmóticos normalmente se expresa en términos de la pérdida de agua (% PH), pérdida de peso (% PP), disminución de actividad acuosa (%PAW) y la ganancia de sólidos (SG) (Levi et al., 1983; Lenard y Flink, 1984a; Lerici et al., 1988; Maestrellí, 1997).

### BIBLIOGRAFÍA

1. Camacho G. (1994). Deshidratación Osmótica de Frutas. ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. 19 pp.
2. Carmen D., Aquinagalde X., Zigorraga C., Fernández- Crespo J.C., Ocio J.A. (2007). Presence of Giardia cysts and Cryptosporidium oocyst in drinking water supplies in northern Spain. *J Appl Microbiol*; 102(3): 619-29.
3. Castro D., Barat M., Fito P., Boys T. (1999). Evaluación energética y costos de la deshidratación osmótica: Aplicación al procesado de piña. *Alimentación, equipos y tecnología*. (enero-febrero): 83-89.

4. Craun G.F., Nwachuku N., Calderon R.L., Craun M.F. (2002). Outbreaks in drinking-water systems, 1991-1998. *J. Environ Health.* 2002; 65(1): 16-23.
5. Feachmen R.G., Bradley D.J., Garelick H., Mara D.D. (1983). Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management. New York: John Wiley & Son.
6. Flint J.A., Van Duynhoven Y.T., Angulo F.J., DeLong S.M., Braun P., Kirk M., et al. (2005). Estimating the burden of acute gastroenteritis, foodborne disease, and pathogens commonly transmitted by food: an international review. *Clin Infect Dis.* ; 41(5): 698-704.
7. Lenard A., Flink J. (1984a). Osmotic Concentration of Potato: I. Criteria for the End – point of the Osmosis Process. *J. Food Technol.* 19: 45-63.
8. Lenard A., Flink J. (1984b). Osmotic Concentration of Potato: II. Spatial Distribution of Osmotic Effect. *J. Food Technol.* 19: 65-89.
9. Leric C., Mastrocola D., Sensidoni A., Dalla R. (1988). En Preconcentration and Drying of Food Materials. Bruin Elsevier. Amsterdam. pp 123-133.
10. Levi A., Gagel S., Juven B. (1983). Intermediate Moisture Tropical Fruit Products For Developing Countries: I. Technological Data on Papaya. *J. Food Technol.* 18: 667-685.
11. Maestrelli A. (1997). Fundamentos de la Técnica de Deshidratación Osmótica de Frutas. En Curso Taller: Deshidratación Osmótica Directa de Vegetales. ICTA-IILA. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá. 19 pp.
12. Molano L., Serna C., Castaño C. (1996). Deshidratación de Piña Variedad Cayena Lisa por Métodos Combinados. *Cenicafé* 47: 140-158.
13. Palou E., López A., Argáiz A., Welti J. (1993). Deshidratación Osmótica de Papaya: Efectos de la Concentración del Jarabe. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 33: 621-629.
14. Panadés G., Treto O., Fernández C., Castro D., Núñez M. (1996). Pulse Vacuum Osmotic Dehydration of Guava. *Food Sci. Technol. Internat.* 2: 301-306.
15. Prüs A., Kay D., Fewtrell L., Bartram J. (2002). Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. *Environ Health Perspect.*; 110(5): 537- 42.
16. Rayner M., Scarborough P. (2005). The burden of food related ill health in the UK. *J Epidemiol Community Health.* ; 59(12): 1054-57.
17. Solarte Y., Peña M., Madera C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colomb Med.* 2006; 37(1): 74-82.
18. Zapata J., Castro G. (1999). Cinética de la Deshidratación Osmótica de Piña con Alcohol Etílico como Osmodeshidratante. *Revista Facultad de Ingeniería* 11: 7-19.

[Volver a: Agua, temas varios](#)