

# CAPÍTULO 2

## Agua

*Ximena Barcia*

### **Su importancia**

El agua es el componente principal de casi todos los alimentos, así como también es el componente primordial de nuestro cuerpo. Es allí en donde ocurren las distintas reacciones metabólicas en nuestras células, donde se ordena el resto de las moléculas componentes de los alimentos y el medio en el que ocurren las transformaciones dentro de los alimentos durante el procesamiento y la cocción. Además es el disolvente universal, a partir de ella se producen las reacciones biológicas esenciales para la vida.

El agua influye en la apariencia de frutas y verduras otorgándoles una textura frágil (ya que el 80 a 95 % de su composición es agua); es la responsable de la turgencia característica de las células vegetales que está dada por la vacuola (orgánulo celular de gran tamaño que almacena sustancias acuosas más o menos concentradas). Además, otorga sabor y participa en la preparación de los alimentos dispersando ingredientes. Influye también en la estructura de frutas, verduras y carnes interviniendo en la apetencia y es responsable de su aptitud para el deterioro (métodos de preservación mediante el descenso de la “disponibilidad de agua”, como deshidratación, congelación o grandes concentraciones de azúcar o sal para disminuirla (ver más adelante, Distribución del agua en los alimentos, en este mismo Capítulo).

Dentro de las funciones del agua podemos decir que es un medio para la transferencia de calor en la preparación de los alimentos; al mismo tiempo que es un medio de dispersión para soluciones, suspensiones, dispersiones coloidales y emulsiones (ver Capítulo 3).

### **Estructura y propiedades fisicoquímicas del agua**

El agua tiene una estructura única. Cuando el agua está en estado líquido, todo el tiempo hay atracciones de tipo puente de hidrógeno formándose y rompiéndose entre sus moléculas y manteniéndola cohesionada intensamente. Cada molécula de agua puede establecer 4 puentes de hidrógeno con otras moléculas de agua, como ocurre en el hielo. Los puentes de hidrógeno son los responsables de las características particulares del agua. Gracias a ellos, a pesar de ser una molécula pequeña (de bajo peso molecular), el agua tiene un punto de ebullición y de fusión tan alto.

Como dijimos anteriormente, debido a la formación de estructuras tridimensionales mediante puentes de hidrógeno, el agua muestra propiedades muy particulares, como el hecho de que su punto de ebullición sea de 100 °C a una presión externa de 1 atmósfera. Por otra parte, su elevado calor latente de vaporización (energía necesaria para transformar un kilogramo de agua en vapor) a 100 °C, es sumamente elevada (2,260 kJ/g). Este alto valor indica que se necesita mucha energía para quitar el agua de los alimentos como ocurre en los procesos de deshidratación, o que la vaporización de pequeñas cantidades de ella es suficiente para sustraer mucho calor (sensación de frío que sentimos cuando tenemos el cuerpo mojado). El proceso inverso al de la evaporación es la condensación, proceso exotérmico que libera una cantidad de calor elevada. Esta propiedad se utiliza, por ejemplo en las usinas lácteas.

El calor específico del agua (cantidad de energía necesaria para aumentar en un grado Celsius la temperatura de un gramo de sustancia) es especialmente elevado (4,186 kJ/kg). Esto ocurre porque para lograr aumentar ese grado de temperatura, parte de la energía debe usarse para romper los puentes de hidrógeno presentes. Si se comparan las temperaturas que alcanzan el agua y el aceite calentados de la misma manera durante el mismo tiempo se advierte que este último alcanza mayor temperatura que el agua. La aplicación de esta misma propiedad del agua es la que permite soportar bajas temperaturas y regular la temperatura del cuerpo humano, pues provoca que el agua absorba el calor cuando hay cambios bruscos externos, sin afectar la temperatura interna; en forma semejante, también, hace que los mares y los océanos actúen como reguladores térmicos de nuestro planeta.

Debido a su estructura química, la molécula de agua se comporta como un dipolo; en consecuencia, para que las moléculas se alejen entre sí venciendo las fuerzas de atracción, aumentando la energía cinética, es necesario mayor cantidad de energía, lo que se traduce en un incremento de temperatura. La presencia en el agua de un elevado momento dipolar se aplica para calentar alimentos en el microondas pues al producir oscilación y fricción permanente en las moléculas, se induce un aumento de la temperatura (ver Capítulos 1 y 7).

## **Propiedades coligativas**

Se llaman propiedades coligativas a aquellas propiedades de una solución que dependen únicamente de la cantidad de partículas de soluto disueltas en el agua por cada kilogramo de solvente que se emplea. No dependen de la naturaleza ni del tipo de soluto disuelto. Entre ellas encontramos: la presión de vapor, el descenso crioscópico, el ascenso ebulloscópico y la presión osmótica.

### **Presión de vapor**

Es la presión, para una temperatura dada, en la que la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico, es decir el número de moléculas que pasan de la fase líquida a la gaseosa en un recipiente cerrado, es el mismo número que pasa del estado gaseoso al líquido. Su valor

es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas. La presión de vapor saturado depende de:

- la naturaleza del líquido
- la temperatura
- la concentración de soluto en el líquido

### **Descenso crioscópico**

Es la disminución de la temperatura de congelación del agua (0 °C a presión atmosférica normal), por la presencia de sales disueltas o electrolitos, que comprometan las moléculas de agua por uniones puente de hidrógeno (por ejemplo el mayor enfriamiento que experimentan las bebidas cuando se agrega sal común de cocina en el recipiente con hielo en el que se las coloca; también el hielo con sal usado en algunas máquinas fabricadoras de helados).

### **Ascenso ebulloscópico**

Es el valor del aumento de la temperatura de ebullición normal del agua por efecto de solutos disueltos (por ejemplo, la temperatura a la que comienza a ebullición un almíbar, superior a los 100 °C, a presión atmosférica).

### **Presión osmótica**

Hace referencia a la fuerza impulsora que se genera a través de una membrana permeable (por ejemplo, la de una célula cuando la concentración de sales a ambos lados es diferente). En este caso aparece una fuerza por unidad de superficie (presión osmótica) de modo tal que promueve el pasaje a través de la membrana de sal en un sentido y agua en el otro tratando de igualar las concentraciones a ambos lados.

## **Distribución del agua en los alimentos**

Cuanto mayor es el contenido de agua de un alimento, mayor es su vulnerabilidad. Es decir mayores son los cuidados que se deben tener para poder consumirlos sin que se conviertan en un riesgo desde el punto de vista bromatológico. Por lo general estos alimentos, conocidos como de “alto riesgo” deben ser manipulados respetando una cadena de frío (desde su obtención hasta su consumo no pueden estar fuera de los límites de temperaturas seguras (4 °C en caso de refrigerado y -18 °C en caso de frizados). En situación diferente se hallan los alimentos de “bajo riesgo”, como es el caso de galletitas, fideos secos, etc., los que sí pueden conservarse a temperatura ambiente en condiciones adecuadas de higiene. El elevado contenido de agua de los alimentos de alto riesgo (leches, carnes, verduras, etc.) permite que en ella puedan disolverse los compuestos necesarios para el desarrollo de todo tipo de microorganismos, los que, por su

sola presencia o por la posibilidad de producir toxinas, pueden causar enfermedades alimentarias tales como intoxicaciones. Los alimentos con alto contenido acuoso tienden a perder humedad hacia el ambiente: por el contrario, aquellos de bajo porcentaje de agua tienden a humedecerse. Esto se produce hasta que el estado sea estacionario y se alcance un equilibrio.

## Agua ligada y agua libre: actividad de agua

Una de las maneras de lograr mayor seguridad en los alimentos es reduciendo la cantidad de agua que está disponible. Esto conduce a tener que diferenciar entre contenido de agua de un alimento y actividad de agua. Por contenido de agua se entiende cuánta agua tiene presente el alimento sin importar de qué manera se halla realmente presente en él. Actividad de agua, en cambio, es la cantidad de agua “libre”, es decir que no está comprometida, formando por ejemplo, puentes de hidrógeno con partes de la estructura del alimento o disolviendo iones como en el caso de la sal (cloruro de sodio) o azúcar (como la sacarosa) o ácidos (como el acético en el vinagre). En estos últimos casos, si bien es cierto que el agua está presente en el alimento, está siendo requerida por iones y partes polares de algunas moléculas. Esto hace que disminuya su disponibilidad para disolver sustancias útiles para el desarrollo de microorganismos. El agua no se encuentra “libre” sino “ligada”.

Otra posibilidad para regular la cantidad de agua de un alimento es deshidratarlo, quitándole el agua por calor como por medio del secado (tomates, ciruelas negras, orejones de durazno), la evaporación (leche condensada, leche evaporada), agregando sal (jamones, bacalao), agregando vinagre (*pickles*), etc. También una combinación de congelamiento y evaporación sin pasar por el estado líquido (**liofilización**) puede ser una alternativa aunque resultan muy costosos (algunos cafés instantáneos).

Si el contenido de agua de alimentos con alta cantidad de agua libre no se puede reducir por alguno de los métodos vistos antes, se emplea el calor con lo cual se logra la destrucción de bacterias patógenas (por ejemplo pasteurización de leche) o de todas las bacterias (por ejemplo esterilización de leche a Ultra Alta Temperatura, UAT). En el caso de los productos pasteurizados deben conservarse de igual modo preservando la cadena de frío.

Técnicamente se define la actividad de agua ( $a_w$ ), como el cociente entre la presión de vapor del agua de una solución o un alimento ( $P_s$ ) y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura ( $P_o$ ).

$$A_w = P_s / P_o$$

Este valor oscilará entre cero (alimento sin agua libre) y uno (agua pura). Cuanto más cercano a cero sea el valor de la actividad de agua de un alimento, más seguro será éste y cuanto más cercano a uno, más vulnerable.

En la siguiente tabla se presenta un conjunto de alimentos y sus valores de actividad de agua.

**Tabla 2.1. Alimentos y su Actividad de agua.**

Alimento	Actividad de agua ( $A_w$ )
Agua pura	1,00
Verduras	0,97
Huevo	0,97
Pan	0,94
Mermelada	0,86
Frutas secas	0,73
Galletitas	0,35

*Nota.* Fuente: adaptación de Rembado, M. y Sceni, P. Química de los alimentos. Capítulo 1.

De acuerdo con estos valores, vemos que las galletitas tienen una actividad acuosa que se halla alrededor de 0,35 mientras que para las verduras ese valor es de 0,97. Se conoce bien que las galletitas pueden conservarse mucho tiempo en un recipiente en la cocina o en paquetes a temperatura ambiente (son alimentos no perecederos) mientras que las verduras son muy delicadas y deben conservarse a temperaturas bajas y aún así, su vida útil es muy corta (son alimentos perecederos).

Por otra parte si a una verdura se la transforma en encurtido (*pickle*), el vinagre agregado reduce su actividad acuosa y hace que se lo pueda consumir durante más tiempo, sin que se descomponga. No es lo mismo, un trozo de zanahoria en ensalada que un trozo de zanahoria como *pickle*.

## Humedad de los alimentos

La humedad presente en los alimentos tiende a equilibrarse con el medio ambiente, perdiendo o ganando agua según la Humedad relativa ambiente que es la relación entre la presión de vapor de la humedad del aire y la del agua pura a la misma temperatura. Es por este comportamiento que se debe regular la humedad relativa ambiente en el almacenamiento de los alimentos o utilizar un envase que evite el intercambio.

Los alimentos con alto contenido acuoso tienden a perder humedad hacia el ambiente; mientras que aquellos con bajo porcentaje de agua tienden a humedecerse. Esto se produce hasta que se alcance un equilibrio. Como ejemplo podemos citar las galletitas tipo *crackers* envasadas en paquete que, una vez abierto éste, y dependiendo de la humedad relativa del ambiente en que nos encontremos, se humedecerán perdiendo así su calidad de crujiente o crocante.

## El agua y el congelamiento de los alimentos

El proceso de congelamiento y la manera en que se lo conduce condicionan los procesos de conservación de los alimentos, así como también la retención o no de los caracteres organolépticos y funcionales al descongelarlos. La velocidad de congelamiento determina la formación y

localización de los cristales de hielo. Por ejemplo, en el caso de las carnes, cuando se hace rápidamente, se producen muchos cristales pequeños tipo aguja a lo largo de las fibras musculares. Por el contrario, si se disminuye la temperatura en forma lenta, se induce un menor número de cristales pero de mayor tamaño, de tal manera que cada célula contiene una masa central de hielo. El congelamiento lento es más dañino que el rápido ya que afecta mayormente la membrana celular y además genera cristales intermoleculares que tiene la capacidad de unir las células e integrar grandes agregados.

Muchas veces el agua asociada a determinados alimentos, como es el caso de una salsa blanca, sufre cambios que generan procesos irreversibles en los alimentos y la incapacidad de recuperar sus propiedades organolépticas iniciales. Cualquiera que ha tratado de colocar en el frízer un resto de salsa blanca sabe que, al retirarla, se encuentra con un producto imposible de retomar a sus características iniciales.

## Dureza del agua

El agua puede tener gases disueltos como oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y minerales. La dureza del agua se atribuye a la presencia de iones magnesio y calcio que forman sales insolubles. Las diferentes sales disueltas en las aguas duras son bicarbonatos, cloruros, sulfatos de calcio y magnesio. Si calentamos el agua dura precipitarán los carbonatos pero las sales de cloruro y sulfatos quedan en solución a pesar de la ebullición aportando sabor amargo al agua.

El agua blanda se reconoce si se produce espuma con pequeñas cantidades de jabón; por el contrario es agua dura si la producción de espuma es limitada.

Esta característica hace que en la cocción de los alimentos en donde el agua es el medio de transferencia de calor surjan algunos inconvenientes como cocción incompleta, turbidez en algunas infusiones, etc.

## Referencias

- Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 3: Agua. Editorial Eudeba.
- Koppmann, M. (2015). *Nuevo Manual de Gastronomía Molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Apéndice 2. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 2: Agua. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Rembado & Sceni. (2009). *Química en los Alimentos*. Capítulo 1. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.