

### 4.4.5: Disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua depende no sólo del contenido de agua del ambiente, es decir cuán húmedo o seco sea un hábitat determinado, sino también de la concentración de solutos en ella. Esto es porque las sustancias disueltas tienen gran afinidad por el agua, lo que hace que el agua asociada con los solutos sea inutilizable por los organismos.

Los efectos de altas concentraciones de solutos sobre los microorganismos se deben al soluto en sí mismo o a los efectos del soluto sobre la actividad acuosa ( $a_W$ ). Los solutos disueltos en agua disminuyen la cantidad de agua libre. La actividad acuosa provee una medida del agua disponible para el microorganismo.

La disponibilidad del agua se expresa en términos físicos como la **actividad de agua** ( $a_W$ ). Esta es el cociente entre la presión de vapor del aire en equilibrio con una sustancia o solución y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura y se define por la siguiente ecuación:

$$a_W = \frac{P}{P_0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad (4.4.5.1)$$

donde:

$P$  = presión de vapor a saturación en la solución.

$P_0$  = presión de vapor a saturación del agua pura bajo las mismas condiciones.

$n_1$  = número de moles del soluto.

$n_2$  = número de moles del solvente.

A medida que se incrementa la concentración de soluto decrece la actividad acuosa. Los valores de  $a_W$  varían entre 0 y 1. La  $a_W$  del agua pura es 1.

En muchas situaciones prácticas la  $a_W$  es el factor ambiental dominante que gobierna la estabilidad o el deterioro de un alimento.

En la escala de la  $a_W$  la vida existe en el rango de 0,999 a 0,60. La mayoría de los microorganismos toleran pequeños decrecimientos de  $a_W$ ; no crecen por debajo de 0,95. Sin embargo, hay notables excepciones, estas incluyen a bacterias halófilas, levaduras osmófilas y hongos xerófilos. Dichos microorganismos son agentes de deterioro en productos alimenticios.

Exceptuando los micoplasmas, que carecen de pared celular, las bacterias pueden vivir en medios hipotónicos, debido a la protección que les brinda la pared celular rígida.

Normalmente el citoplasma de las bacterias poseen una osmolaridad ligeramente superior a la del entorno, lo que garantiza el paso de agua al interior. La presión de turgencia es relativamente constante porque la membrana citoplásmica se topa con la rigidez de la pared celular.

**a) En medios hipotónicos** (cuando la  $a_W$  en el exterior  $>$   $a_W$  que la del citoplasma) es la pared celular la que ejerce todo el papel: su rigidez se opone a la entrada de agua, y por lo tanto, evita que la membrana citoplásmica tienda a sufrir una presión de turgencia excesiva.

**b) En medios hipertónicos** (cuando la  $a_W$  del exterior  $<$  que la del citoplasma). Algunas bacterias poseen mecanismos compensatorios por los que tienden a aumentar la osmolaridad interior por encima de la del medio (para garantizar la entrada de agua del ambiente y mantener su metabolismo). Ello se logra esencialmente aumentando la concentración de un soluto muy soluble en agua en el interior celular (denominado **solutos compatibles**), lo cual se puede lograr por varios mecanismos posibles:

- bombeando iones al interior;
- sintetizando una molécula orgánica osmóticamente activa;
- bombeando sustancias osmoprotectoras.

Ahora bien, si el medio es muy hipertónico, estos mecanismos son incapaces de evitar la salida de agua desde el citoplasma, lo cual conlleva a una retracción de la membrana citoplásmica. La pérdida de agua puede suponer la deshidratación del citoplasma, lo que conlleva a la detención del crecimiento.

Existen ciertos microorganismos especializados que viven en medios hipertónicos, y en general se llaman **osmófilos**. Entre los osmófilos podemos distinguir los sacarófilos y los halófilos.

Uno de los ejemplos de microorganismos **sacarófilos** son las levaduras, que viven en jugos de vegetales, néctares, zumos etc., con contenido alto de glucosa y/o sacarosa. Las levaduras utilizan como solutos compatibles polioles como el sorbitol, el ribitol, etc.

Entre los organismos **halófilos**, podemos distinguir los halófilos moderados y los halófilos extremos o hiperhalófilos:

**Halófilos moderados (facultativos):** suelen ser bacterias marinas que viven en 3,5% de NaCl, y que generalmente ven inhibido su crecimiento a concentraciones mayores o menores de sales. Los halófilos moderados tienen requerimientos concretos de una *aw* equivalente a la de agua de mar, así como concentraciones determinadas de iones Na<sup>+</sup>.

**Halófilos extremos (hiperhalófilos o estrictos)**, representados paradigmáticamente por las arqueas de la familia *Halobacteriaceae* (halobacterias), que viven en (y de hecho *requieren*) concentraciones saturantes de sales (salitres, lagunas salinas). Estos microorganismos requieren cerca de 30% de sales para su desarrollo en el laboratorio.

Además de las bacterias halófilas, que requieren altas concentraciones de sales para su desarrollo, hay algunas bacterias que pueden tolerar cierta concentración de sales, y se denominan **halotolerantes** (como por ejemplo, *S. aureus*).

La inmensa mayoría de los procariotas viven a valores de actividad de agua de 0,98. Por ello, un método que ya se conocía empíricamente en la antigüedad para conservar ciertos alimentos era desecarlos o salarlos, o añadirles grandes cantidades de azúcar (como en las mermeladas). Estas estrategias para conservar los alimentos tienen como base los principios antes expuestos.

---

This page titled [4.4.5: Disponibilidad de agua](#) is shared under a [not declared](#) license and was authored, remixed, and/or curated by [María M. Reynoso](#), [Carina E. Magnoli](#), [Germán G. Barros](#) y [Mirta S. Demo](#).