



Ósmosis y presión osmótica. Implicaciones en química, biología, medicina y tecnología de alimentos.

Apellidos, nombre	Cardona Serrate, Fernando (fcardona@tal.upv.es)
Departamento	Departamento de Tecnología de Alimentos
Centro	E.T.S. de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se abordan el fenómeno de la ósmosis y el concepto de presión osmótica. Tras introducir los conceptos teóricos, se estudian las implicaciones que tienen en biología celular (transporte de agua a través de las membranas biológicas), bioquímica (diálisis), medicina (hemodiálisis) y tecnología de alimentos (deshidratación osmótica, rehidratación y ósmosis inversa), haciendo énfasis en los aspectos aplicados.

2 Objetivos

Tras leer este documento con detenimiento el alumno será capaz de:

- Describir adecuadamente el fenómeno de la ósmosis y el concepto de presión osmótica.
- Explicar las implicaciones que estos conceptos tienen en química, biología y tecnología de alimentos.
- Utilizar los conocimientos adquiridos para entender sus aplicaciones.

3 Introducción

Cuando dos disoluciones están separadas por una **membrana permeable**, tanto el **disolvente** como el **soluto** de las disoluciones pueden atravesarla. Sin embargo, cuando la membrana es **semipermeable**, solo el **disolvente** puede hacerlo, siendo impermeable a las moléculas más grandes de soluto. En ambos casos se trata de una **difusión simple**, es decir, el movimiento se realiza sin gasto energético, y se produce desde la disolución más concentrada (**hipertónica**) hacia la más diluida (**hipotónica**), hasta que se igualan las concentraciones a ambos lados de la membrana (**disoluciones isotónicas**) (Figura 1).

En el caso de disoluciones separadas por membranas semipermeables, el fenómeno de difusión del disolvente se denomina **ósmosis** y la presión que debe ejercerse para detener dicha difusión (o la presión que ejerce la diferencia de altura del líquido a ambos lados) se denomina **presión osmótica** (Figura 1).

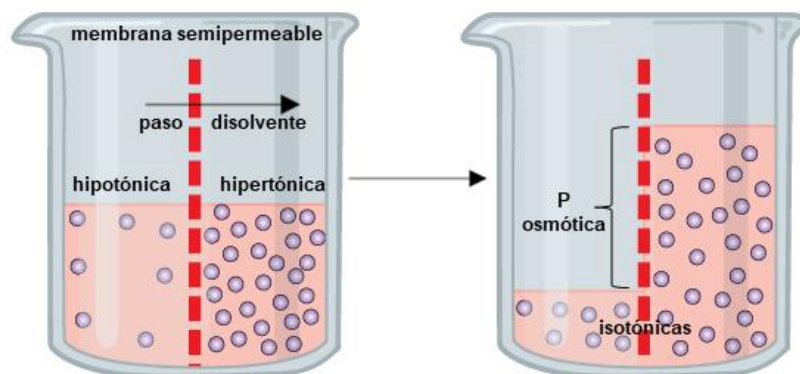


Figura 1. La ósmosis y la Presión (P) osmótica. Modificado de Wikimedia Commons.

4 Desarrollo

En este apartado se desarrollará el fundamento teórico de la ósmosis, así como los distintos enfoques en los que tiene implicaciones y sus principales aplicaciones en biología, bioquímica, medicina y tecnología de los alimentos.

4.1 Fundamento químico-físico

Desde un punto de vista químico-físico, el paso del disolvente se da de mayor (disolución más concentrada) a menor (disolución más diluida) **potencial electroquímico (μ)**, hasta igualarse los potenciales. En la disolución el μ del disolvente es menor que la disolución, debido a que ha disminuido su **fracción molar** en la mezcla (**x**), según la ecuación:

$$\mu_A = \mu_{A \text{ puro}} + R \cdot T \cdot \ln x_A$$

*Ecuación 1. Variación del potencial químico con la fracción molar.
R es la constante de los gases ideales y T la temperatura.*

La **P osmótica (π)** es una **propiedad coligativa** de las disoluciones, es decir debida a la disminución del potencial químico del disolvente en la disolución respecto del disolvente puro, por lo que depende únicamente de la concentración de soluto y no de su naturaleza. Su valor puede calcularse utilizando la ley de van't Hoff:

$$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

ó

$$\pi = M \cdot R \cdot T$$

Ecuación 2. Ley de van't Hoff para el cálculo de la P osmótica.

V es el volumen, n el nº de moles de soluto y M la concentración molar ($M=n/V$).

Físicamente, π sería la presión que hay que ejercer para que no aumente el volumen de la disolución hipertónica al pasar el disolvente de la disolución hipotónica. En la Figura 2, es la P que habría que ejercer para impedir el aumento en la altura de la columna de líquido (h).

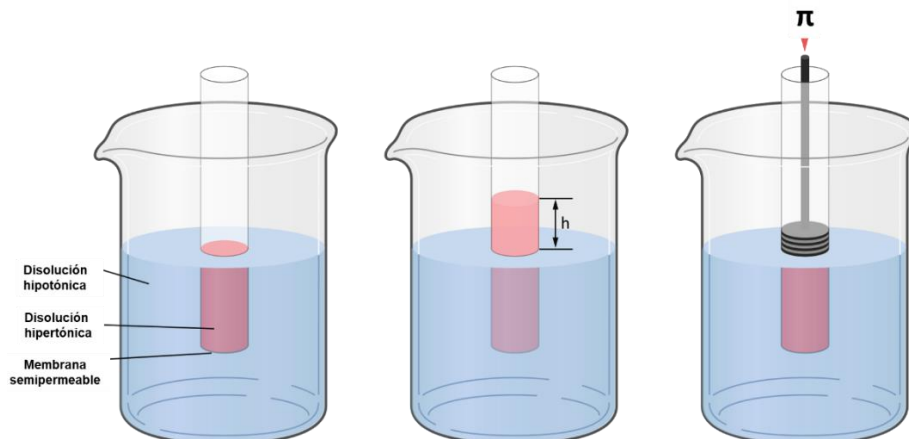


Figura 2. Interpretación física de la P osmótica (π). Modificado de Wikimedia Commons.

4.1.1 Importancia de la ósmosis en biología celular

La ósmosis es un tipo de **transporte celular pasivo**, en el que las moléculas de **agua** atraviesan la **membrana plasmática**. La dirección de este transporte va a depender de la concentración de solutos dentro y fuera de la célula. Si el medio extracelular contiene mayor concentración de solutos que el citoplasma (medio **hipertónico**), el agua saldrá de la célula debido al fenómeno de la ósmosis, pudiendo producirse por la pérdida de agua **plasmólisis** en células vegetales (sale agua de la vacuola al exterior celular) o **crenación** en células animales (Figura 3). En medios **hipotónicos**, el agua entra en la célula, pudiéndose producir **turgencia** en células vegetales (se hinchan) y **citolisis** en células animales, ya que, a diferencia de las células vegetales, carecen de pared celular que lo evite. En medios **isotónicos** (misma concentración de solutos que el interior celular), no ocurre ninguno de estos fenómenos, debido al equilibrio entre la entrada y la salida de agua del medio intracelular.

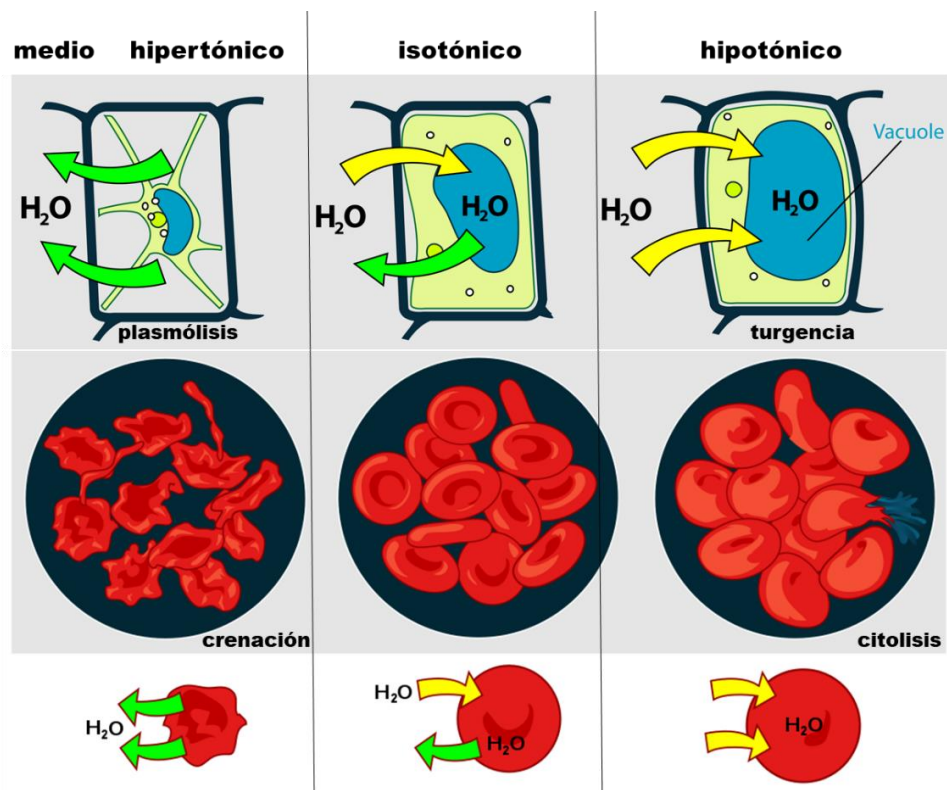


Figura 3. Plasmólisis, crenación, turgencia y citolisis. Modificado de Wikimedia Commons.

4.1.2 Ósmosis en bioquímica y medicina. La diálisis

En **bioquímica**, la **diálisis** es el método utilizado para separar las moléculas de diferentes tamaños presentes en una disolución, por la diferencia en sus índices de difusión o presión osmótica, a través de una membrana semipermeable. Se coloca una solución de varias moléculas en una bolsa sellada de diálisis (membrana semipermeable) por ejemplo de celulosa. La bolsa se coloca en un recipiente con una disolución diferente o agua pura. Las moléculas lo suficientemente pequeñas para atravesar los poros (a menudo agua, sales y otras moléculas pequeñas) tienden a salir de o entrar a la bolsa de diálisis en la dirección de la disolución menos concentrada en dichas moléculas. Las moléculas más grandes (normalmente proteínas, ADN, o polisacáridos) son retenidas en la bolsa de diálisis. El uso más frecuente es el cambio de la

disolución o tampón en el que se encuentra disuelta una macromolécula biológica, y se usa con mayor frecuencia para proteínas (Figura 4).

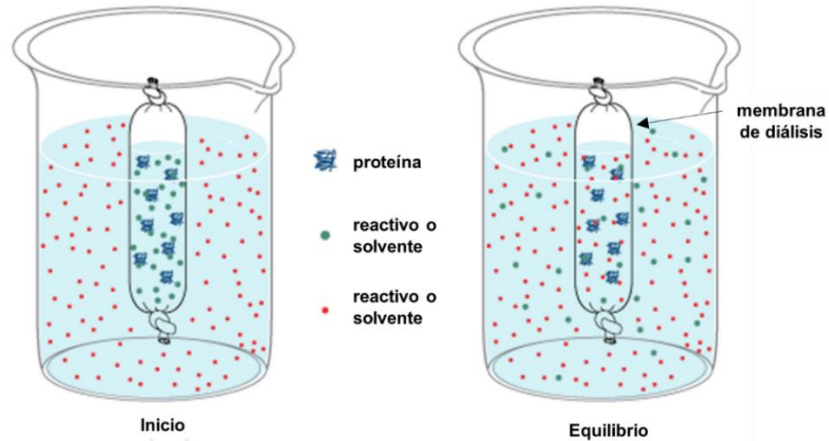


Figura 4. Diálisis de proteínas para cambiar el disolvente. Modificado de Wikimedia Commons.

En **medicina**, la **hemodiálisis** es una terapia de sustitución que tiene como finalidad suplir parcialmente la función de los riñones. Consiste en extraer la sangre del organismo y llevarla a un dializador o filtro de doble compartimiento, en el cual la sangre pasa por el interior de los capilares en un sentido y el líquido de diálisis en sentido contrario, poniendo en contacto ambos líquidos separados por una membrana semipermeable. De esta forma se consigue el intercambio de agua y solutos por ósmosis entre la sangre y el líquido de diálisis, principalmente para disminuir los niveles en sangre de sustancias tóxicas, como la creatinina y la urea, cuando están en exceso por fallo renal. Un ejemplo de soluto intercambiador utilizado en la diálisis es la albúmina (Figura 5), que es una proteína presente en la sangre de forma fisiológica.

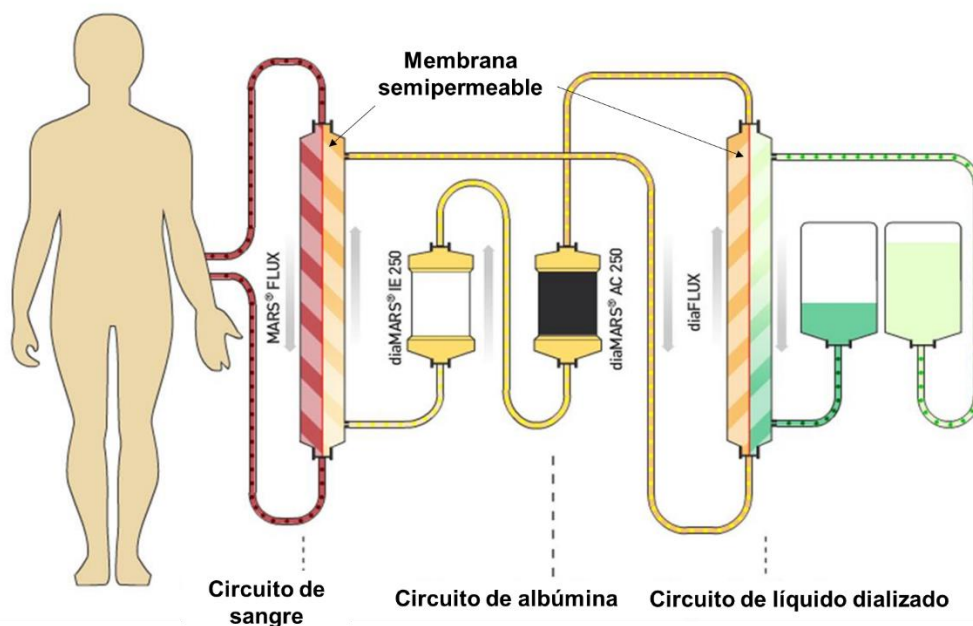


Figura 5. Hemodiálisis con albúmina con el sistema MARS®. Modificado de Wikimedia Commons.

4.1.3 Aplicaciones de la ósmosis en tecnología de alimentos.

En tecnología de alimentos, los procesos más importantes basados en la ósmosis son la **deshidratación osmótica**, la **rehidratación** y la **ósmosis inversa**.

La **deshidratación osmótica** consiste en eliminar el agua de los alimentos sumergiéndolos en una disolución con elevada concentración de solutos (hipertónica), de manera que el agua va de la disolución menos concentrada en solutos (alimento) a la disolución hipertónica. En este caso actuarían como membranas semipermeables las membranas de las células del alimento. Los solutos utilizados en la solución hipertónica suelen ser sales (carne y vegetales en salmuera y carnes curadas) o azúcares (frutas deshidratadas). Esta eliminación de agua permite disminuir la actividad de agua del alimento (a_w), lo que mejora su conservación y aumenta su vida útil (para ampliar estos conceptos, véase "Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones" <http://hdl.handle.net/10251/121948>), y también influye en sus características organolépticas. En algunos casos es necesario continuar disminuyendo a_w la para que el producto sea estable, como es el caso de las frutas deshidratadas, que deben posteriormente deshidratarse más, normalmente por calor.

En la **rehidratación** de un alimento desecado, el alimento es hipertónico, y la disolución exterior al hipotónica, de manera que entra agua al alimento por ósmosis, rehidratándolo.

La **ósmosis inversa** se utiliza para purificar líquidos (fundamentalmente agua), y usa el flujo invertido, de forma que utiliza la membrana semipermeable para eliminar los solutos del líquido a purificar, utilizando presión para vencer la presión osmótica. De esta forma se mueve el disolvente hacia la disolución con menos solutos, obteniéndose el disolvente puro (Figura 6).

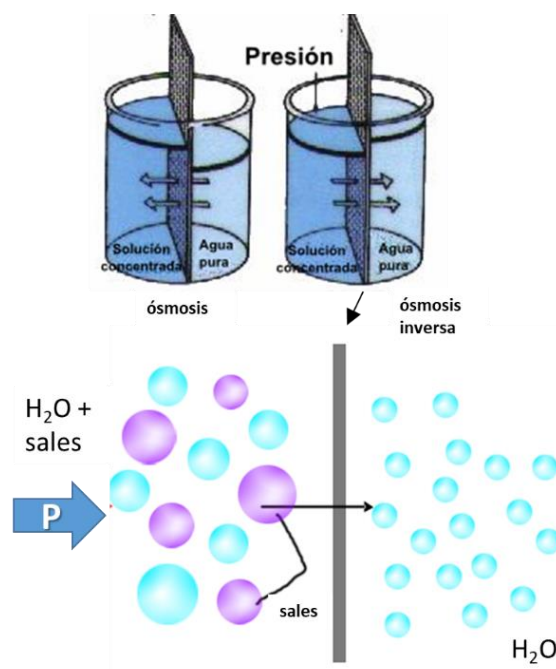


Figura 6. Fundamento de la ósmosis inversa. Modificado de Wikimedia Commons.



5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto la base teórica de la ósmosis, así como la presión osmótica que se genera como consecuencia de este fenómeno, incluyendo los fundamentos químicos y físicos. Después de ver la base teórica, se han analizado las implicaciones de estos conceptos teóricos en biología, medicina y tecnología de alimentos, para obtener una visión concreta de la aplicabilidad de estos conceptos.

6 Bibliografía

6.1 Referencias de apuntes (sin publicar):

Apuntes de “Fundamentos Químicos para Ciencia y Tecnología de Alimentos. Unidad didáctica 2. Química Física.” (Poliformat. Universitat Politècnica de Valencia. 2018). Atarés-Huerta, LM; Cardona, F.

6.2 Referencias de fuentes electrónicas:

-Wikimedia Commons. <https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Images>

-Vídeos en upv.es/visor/media. Divulgación de las actividades científicas, tecnológicas y artísticas ocurridas en los tres campus de la UPV.

4.-Transporte-T62-T64- Presión Osmótica

<http://www.upv.es/visor/media/e55bcf80-c57e-11e7-9e66-91e2d42f60e2/c>

4.-Transporte-T66-T68- Calculo de Presión Osmótica

<http://www.upv.es/visor/media/068e26d0-eb3a-11e8-b4da-87d19ea85253/v>

-<https://en.wikipedia.org/wiki/Dialysis>

-<https://es.wikipedia.org/wiki/Hemodiálisis>

-Gozálvez Zafrilla, JM. (2008). Sistema de ósmosis inversa. <http://hdl.handle.net/10251/2053>

-Cardona, F. (2019). Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones. <http://hdl.handle.net/10251/121948>

6.3 Referencias de artículos científico-técnicos:

Gallo García, LA.; Tirado Armesto, DF.; Acebedo Correa, D. ReCiTeIA. ISSN 2027-6850. 2015. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA: UNA REVISIÓN. Vol. 15, nº1, pág. 1-12.