

PROTEÍNAS ANTICONGELANTES

El hielo es un gran problema para los organismos que viven en climas “fríos”. Una vez que la temperatura desciende por debajo del punto de congelamiento, los cristales de hielo crecen rápidamente haciendo reventar a las células. Sin embargo, este peligro no ha evitado que la vida se extienda a las regiones tórridas de la Tierra. Organismos de todo tipo -plantas, animales, hongos y bacterias- han desarrollado diferentes maneras de combatir el mortífero crecimiento de los cristales de hielo. En algunos casos se provee a las células de pequeñas cantidades de compuestos anticongelantes, como azúcar o glicerina. Pero en otros, en los que se necesita ayuda extra, las células sintetizan proteínas anticongelantes específicas que las protegen de las caídas de temperatura.

Hielo inofensivo

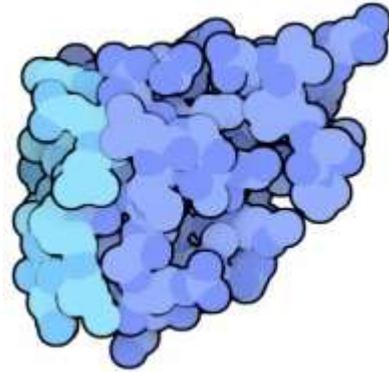
Las proteínas anticongelantes no impiden el crecimiento de los cristales de hielo, pero lo limitan a tamaños manejables que no comprometan las funciones vitales de la célula. Por esta razón se las conoce también como “proteínas reestructuradoras del hielo”. Su acción es necesaria para impedir la ocurrencia de un inusual comportamiento del hielo conocido como recristalización. Cuando el agua empieza a congelarse se producen pequeños cristales de hielo, pero entonces, algunos cristales pasan a dominar el escenario y a crecer más y más, robándoles moléculas de agua a los pequeños cristales de hielo vecinos. Las proteínas anticongelantes contrarrestan la recristalización aprisionando a los pequeños cristales y evitando o enlenteciendo su transformación en cristales más grandes y peligrosos.

Superenfriamiento

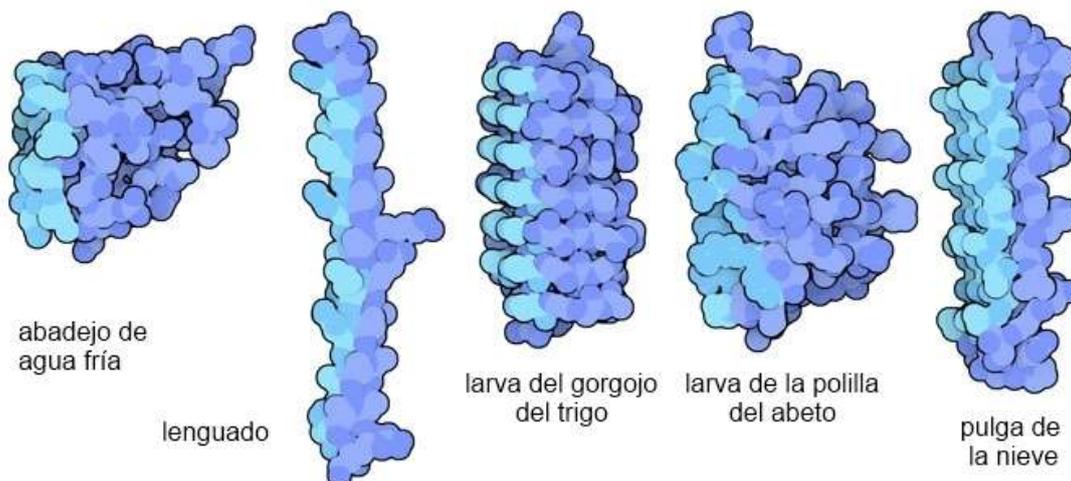
Las proteínas anticongelantes reducen el punto de congelamiento del agua unos pocos grados, pero sorprendentemente, no modifican su punto de fusión. Este efecto de rebaja del punto de congelamiento sin afectar al de fusión recibe el nombre de histéresis térmica. Las proteínas anticongelantes más eficientes son sintetizadas por los insectos y logran reducir el punto de congelamiento alrededor de 6°. De todas formas, algunas de estas proteínas, producidas por plantas y bacterias, que tienen un efecto menos marcado en la reducción del punto de congelamiento, pueden ser útiles de un modo diferente: se colocan en el exterior de la célula y allí controlan el tamaño de los cristales previniendo una cristalización catastrófica cuando la temperatura cae por debajo del punto de congelamiento.

Hielo en cucurucho

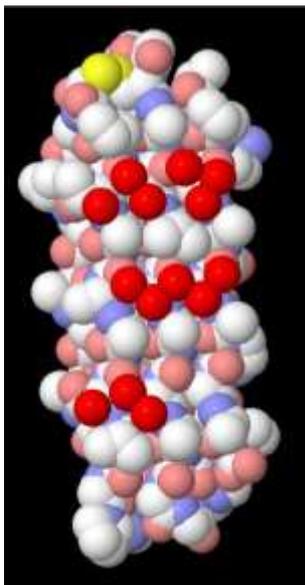
Las proteínas anticongelantes han resultado útiles en la industria. Por ejemplo, proteínas de este tipo –ver figura de la derecha y [aquí](#)– aisladas del abadejo de Alaska, son empleadas como aditivos en la elaboración de helados. Ellas recubren los pequeños cristales de hielo y le confieren al helado su textura suave al paladar. A su vez, previenen la recristalización del helado en un bloque macizo durante el almacenamiento y envío. Los investigadores están experimentando con proteínas anticongelantes aplicadas a la preservación de órganos y tejidos a bajas temperaturas.



Distintas soluciones para el mismo problema



Las proteínas anticongelantes son un ejemplo perfecto de evolución convergente. Observando las proteínas utilizadas por diversos organismos, vemos que proteínas diferentes han sido seleccionadas para cumplir la misma función. Algunos ejemplos son presentados en la imagen de arriba. Todas estas pequeñas proteínas con una superficie plana rica en treonina (en azul claro) que se une a la superficie de los cristales de hielo. Podemos ver las correspondientes a peces como el [abadejo de agua fría](#), y el [lenguado](#), y a insectos como el [gorgojo del trigo](#), la [polilla del abeto](#) y la [pulga de la nieve](#).



Explorando la estructura

Las proteínas anticongelantes se unen a los cristales de hielo, bloqueando su superficie y previniendo el crecimiento excesivo del cristal. La estructura de la proteína anticongelante de la pulga de la nieve puede darnos una idea de la manera en que funcionan: sobre la superficie de la proteína se adhieren moléculas de agua (en rojo); estas moléculas de agua se encuentran distanciadas de manera similar a la de los cristales de hielo. Así, la proteína se une a la red de cristales de hielo evitando que estos crezcan más allá; literalmente bloquean las zonas de crecimiento de la red cristalina.

Para profundizar

Las proteínas anticongelantes de los insectos son ejemplos de plegamiento solenoidal en el que la cadena proteica posee un giro que la asemeja a un resorte. Compara la forma en que se pliegan las proteínas de las larvas del gorgojo y la polilla con la totalmente diferente pauta de plegamiento presente en la pulga de la nieve.

Autor: Roberto Calvo (traducción).

Créditos:

✓ Referencias bibliográficas:

- Goodsell, D. (2012, diciembre). Molecule of the month: Antifreeze Proteins. RSCB – Protein Data Bank doi: [10.2210/rcsb_pdb/mom_2009_12](https://doi.org/10.2210/rcsb_pdb/mom_2009_12). Recuperado de: <http://pdb101.rcsb.org/motm/120>. Traducción Calvo, R.
- Protein Data Bank. 1KDF. NORTH-ATLANTIC OCEAN POUT ANTIFREEZE PROTEIN TYPE III ISOFORM HPLC12 MUTANT, NMR, MINIMIZED AVERAGE STRUCTURE. doi: [10.2210/pdb1kdf/pdb](https://doi.org/10.2210/pdb1kdf/pdb). Recuperado de: <http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1kdf>

- Protein Data Bank. 1WFB. WINTER FLOUNDER ANTIFREEZE PROTEIN ISOFORM HPLC6 AT-180 DEGREES C. doi: [10.2210/pdb1wfb/pdb](https://doi.org/10.2210/pdb1wfb/pdb). Recuperado de: <http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1wfb>
- Protein Data Bank. 1EZG. CRYSTAL STRUCTURE OF ANTIFREEZE PROTEIN FROM THE BEETLE, TENEBRIO MOLITOR. doi: [10.2210/pdb1ezg/pdb](https://doi.org/10.2210/pdb1ezg/pdb). Recuperado de: <http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1ezg>
- Protein Data Bank. 1EWW. SOLUTION STRUCTURE OF SPRUCE BUDWORM ANTIFREEZE PROTEIN AT 30 DEGREES CELSIUS. doi: [10.2210/pdb1eww/pdb](https://doi.org/10.2210/pdb1eww/pdb). Recuperado de: <http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1eww>
- Protein Data Bank. 2PNE. Crystal Structure of the Snow Flea Antifreeze Protein. doi: [10.2210/pdb2pne/pdb](https://doi.org/10.2210/pdb2pne/pdb). Recuperado de: <http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=2pne>

✓ **Imágenes:**

- <https://cdn.rcsb.org/pdb101/motm/images/1kdf.jpg>
- <https://cdn.rcsb.org/pdb101/motm/images/antifreeze.jpg>
- https://cdn.rcsb.org/pdb101/motm/images/2pne_jmol.jpg

Fecha de publicación: 18 de abril de 2011.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).