

LA QUÍMICA DE LA VIDA

CUANDO LA VIDA SE CONGELA

Amorir Walt Disney, el famoso caricaturista, dejó estipulado en su testamento que su cuerpo se sometiera a un baño de nitrógeno líquido, para mantener sus órganos y tejidos intactos hasta que la ciencia desarrollara nuevas técnicas que permitieran reanimar y mantener eternamente a los seres vivos. Aun cuando sus tejidos quedaron permanentemente dañados por la formación de cristales de hielo, la idea de mantener seres vivos en estados de congelación inanimada es válida; incluso dentro de la propia naturaleza, distintos insectos, reptiles y anfibios, que habitan en las regiones árticas del planeta, la emplean para sobrevivir los meses de invierno.

La criopreservación, es decir, la congelación del tejido vivo para su

almacenamiento y su posterior utilización, aunque actualmente tiene en medicina un uso bastante limitado, no es igual su futuro, porque realmente es muy prometedor.

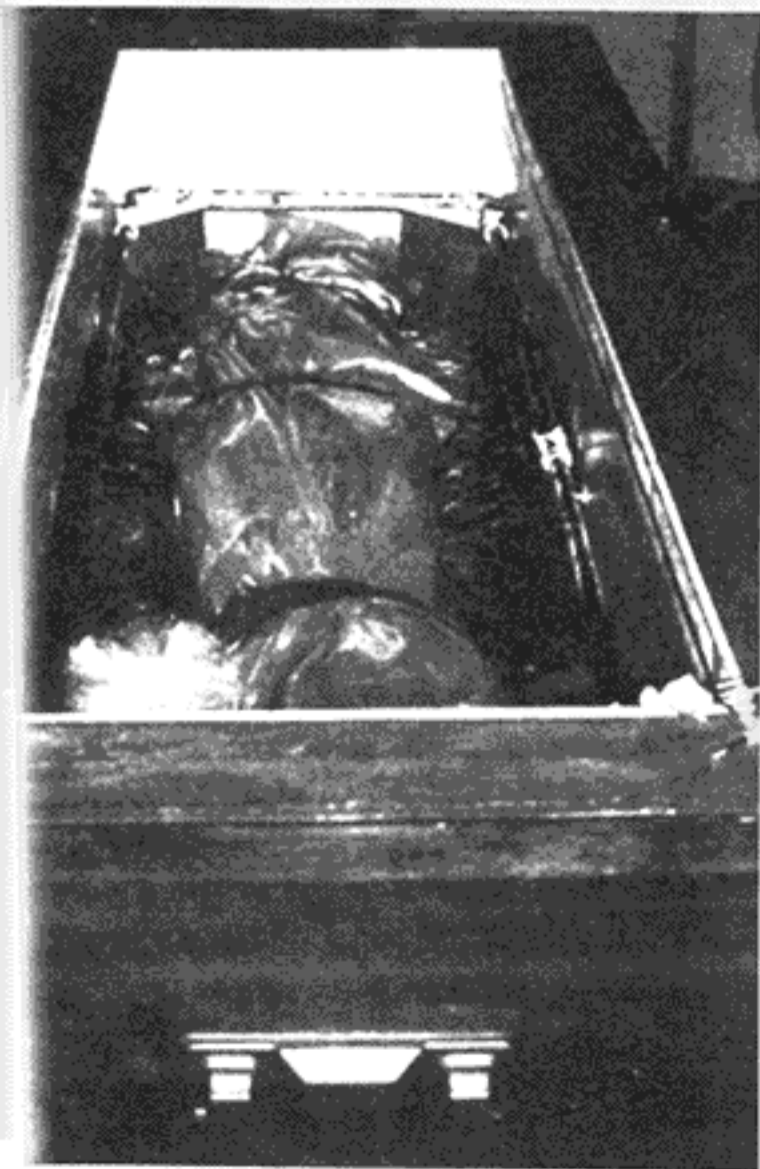
Veamos, mientras que un corazón o un riñón que van a ser empleados en un trasplante pueden mantenerse de 6 a 12 horas en hielo, algunas ranas del ártico pueden sobrevivir en estado de congelación los 4 ó 5 meses que dura el invierno.

La explicación a esto, quizá comienza en las características propias del agua, la sustancia más abundante que hay en el planeta y que llega a representar el 70% del peso total del cuerpo en la mayoría de los seres vivos. Gracias a los puentes de hidrógeno que se pueden formar entre una molécula de agua y otra, este elemento tiene propiedades excepcionales con respecto a otros líquidos: su punto de fusión y de ebullición son de los más altos, y su densidad mayor se logra a los 4°C.

Así pues, y debido a que la densidad más alta se alcanza a los 4°C, el hielo, que es menos denso que el agua, flota sobre la superficie de lagos y mares, permitiendo la vida acuática en las profundidades;

sin embargo, el alto punto de fusión (0°C con respecto a -98°C del metanol o a -177°C del etanol) impide la sobrevivencia de los animales ectotérmicos (de sangre fría) en los meses de invierno. Algunas especies han desarrollado variadas estrategias para combatir el frío, entre las que se encuentra la empleada por las mariposas monarca, que consiste en la migración; otra de ellas es la que utilizan los insectos y animales incapaces de migrar, que es la congelación.

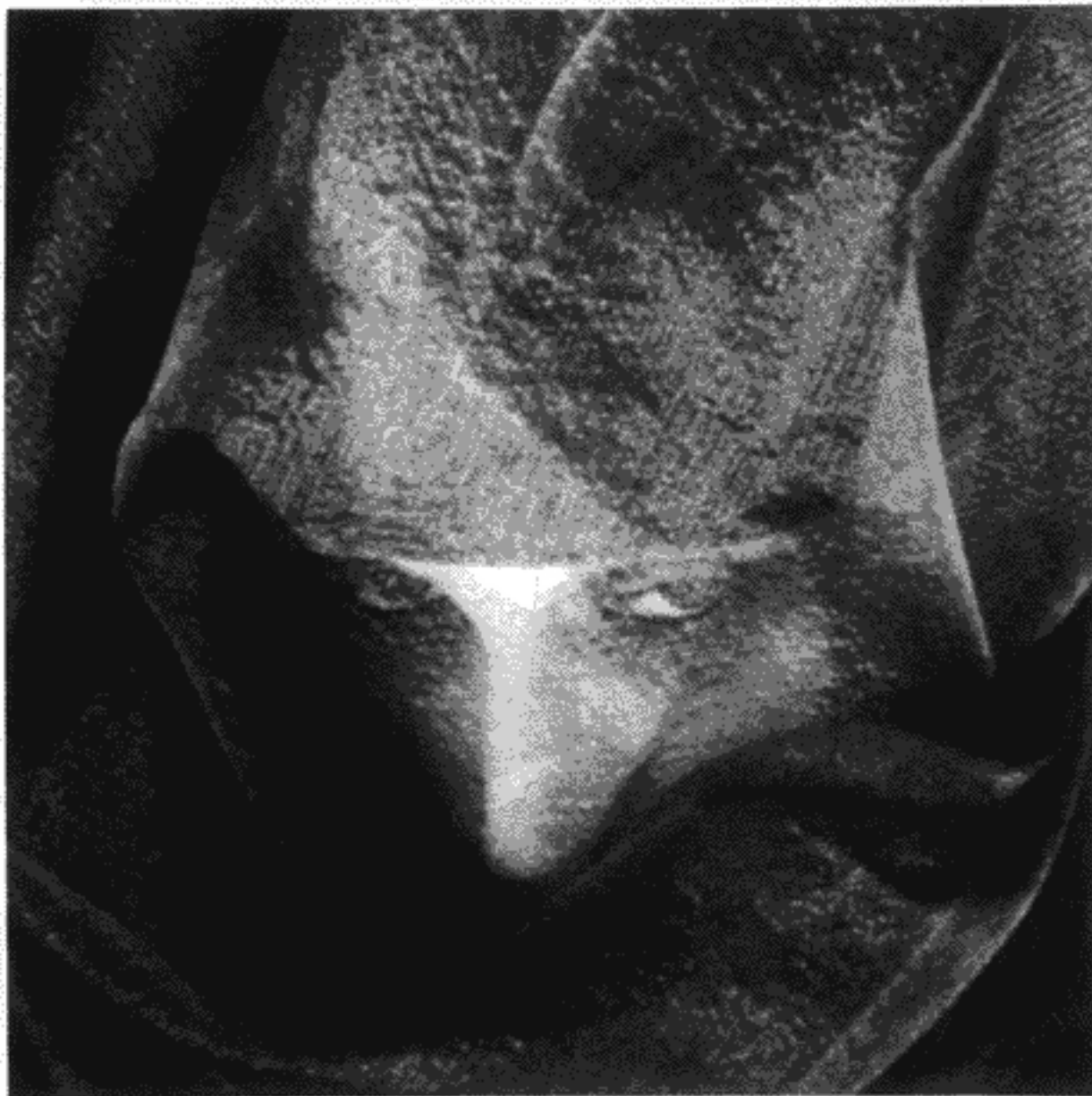
Sin embargo, esta última es una estrategia muy peligrosa, debido a que las células pueden sufrir daños que, a distintos niveles de organización, podrían acabar en la pérdida de viabilidad. Así, el peligro principal estriba en la formación de cristales de hielo, los que además de perforar las membranas, elevan la concentración de sales en el medio



extracelular, sometiendo a las células a un *stress* osmótico. Si los cristales de hielo son grandes, pueden bloquear los vasos que nutren a las células, impidiendo la llegada correcta de oxígeno y nutrientes. (El cerebro no puede sobrevivir más de ocho minutos privado de oxígeno, sin que se presenten daños irreversibles.)

Para sortear estos peligros, los animales e insectos emplean una de estas dos estrategias: impedir que se formen cristales de hielo a bajas temperaturas (ultracongelación) y la de congelación controlada. Aunque ambas estrategias parezcan contrarias, en realidad son pocas las diferencias que presentan.

La ultracongelación sólo la emplean algunos peces e insectos, y les permite mantenerse activos bajo la nieve o el hielo. En general esta estrategia consiste en emplear proteínas y azúcares polihidroxilados para abatir el punto de fusión, funcionando de manera análoga a los anticongelantes de los automóviles. En los automóviles una mezcla de 50% de agua y polietilenglicol, impide que el agua se congele hasta -30°C . En



comparación, se ha encontrado que algunas orugas poseen un 40% de glicerol (19% del peso total del cuerpo), que en conjunto con las proteínas anticongelantes permiten que el insecto se encuentre vivo aun cuando la hemolinfa esté supercongelada a -38°C . Estas sustancias funcionan impidiendo que se forme el hielo, porque esconden las superficies de nucleación, o sea, las semillas que inician la formación del hielo. Sin embargo, los riesgos de la ultracongelación son muy altos, debido a que es una situación muy inestable, por lo que, cualquier superficie de nucleación, como podría ser una herida en la piel, provocaría una congelación completa, instantáneamente letal.

La congelación controlada es utilizada por algunas especies de ranas, viboras y tortugas que emplean las mismas sustancias anticongelantes que los insectos, pero adicionan proteínas nucleadoras, por lo que la formación

de cristales de hielo es inevitable, pero estos cristales poseen un tamaño reducido controlado por la presencia de los anticongelantes. Los animales sometidos a esta congelación controlada no permanecen activos como los animales ultracongelados, por lo que sus reservas energéticas son altas y su metabolismo es basal. Estos animales llegan a tener el 65% de su agua convertida en hielo, en las cavidades del cuerpo y en los espacios extracelulares.

Así vemos que los daños que puede causar el congelamiento y los secretos para evadirlos son similares a la criopreservación, por lo que las respuestas que se obtengan de los modelos animales podrán ayudar a aumentar la sobrevivencia de tejidos sometidos a temperaturas bajo cero.

Isaac Skromne
Estudiante de Licenciatura
Instituto de Investigaciones
Biomédicas, UNAM

