

**Guía Para el Maestro**  
**5<sup>ta</sup> Competencia Nacional de Cristalización**

Segunda Parte: Cristalización de Moléculas Pequeñas

Preparado por: Dr. V. López-Mejias, Dr. T. Stelzer, Dr. N. Cardona, y el Dr. J. López Garriga

2018



**Materiales:**

- Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )
  - Solubilidad en agua, 390 g/L a 20°C
- Agua destilada
- Envase mediano (~250 mL)
- Balanza analítica
- Termómetro
- Plancha de calentamiento
- Plato o "Petri Dish"
- Lupa
- Hilo
- Pega rápida o "Superglue"
- Palito de madera largo (6-8")
- Papel de aluminio o pedazo de cartón
- Neverita de poli estireno (opcional)

**Primer Paso: Crecer un cristal semilla!**

- Calienta alrededor de 50 mL de agua destilada en un recipiente limpio.
- Disuelve una cantidad del sulfato de cobre a una temperatura mas elevada que la del salón para obtener una solución saturada a esa temperatura. Haz los cálculos utilizando la solubilidad de sulfato de cobre a 20°C.
- Derrama cuidadosamente la solución caliente en el plato o "petri dish"
- Espera unos minutos a que la solución se enfríe a temperatura ambiente
- Después de un día o dos, observarás pequeños cristales formándose
- Remueve los mejores cristales, aquellos que cuando los observes por la lupa se vean transparentes y sin defectos en las caras del cristal. Selecciona uno de estos para que sea tu cristal semilla.
- Pesa el cristal en la balanza (opcional)

**Segundo Paso: Crecer un cristal gigantesco!**

- Disuelve una cantidad del sulfato de cobre a una temperatura mas elevada que la del salón para obtener una solución saturada a esa temperatura.
  - Haz los cálculos utilizando la solubilidad de sulfato de cobre a 20°C.
  - Para esta solución necesitaras un volumen total de solución de 250 mL.
- Mezcla la solución hasta que todo disuelva.
- Espera 30 min a que la solución se enfríe a temperatura ambiente. Durante el tiempo de espera puedes hacer los próximos pasos.
- Corta un pedazo de hilo (~6-8 pulgadas)
- Utiliza la pega rápida o "Superglue" para colocar el cristal semilla en un extremo del pedazo de hilo. Espera a que la pega seque por completo.
- Verifica con la lupa que el cristal este bien fijado en el hilo. Luego de verificar suspende el cristal agarrando el hilo en el aire
- Amarra el otro extremo del hilo del palito de madera
- Verifica la temperatura de la solución luego de completar estos pasos
- Luego de que la solución llegue a temperatura ambiente, suspende el cristal semilla colocando el palito de madera la boca del envase de la solución. Evita que el cristal toque alguna pared o el fondo del envase.

- Recubre el envase con papel de aluminio o un pedazo de cartón para mantener esporas, polvo, etc. fuera del envase. Esto también reduce fluctuaciones en temperatura.
- De tener una neverita de poliestireno disponible, colocar con cuidado la solución con el cristal semilla colgante dentro de la misma. Esto reduce fluctuaciones en temperatura, ya que la solubilidad de muchas sales (como lo es el sulfato de cobre) son bastante sensitivas a cambios en temperatura. Es posible que si no se controla la temperatura bien, estés observando un cristal grande formándose un viernes, y el lunes cuando regreses el cristal desaparezca porque se disolvió durante el fin de semana cuando la temperatura del salón aumento.
- Monitorea el crecimiento del cristal. Dependiendo de la sustancia, el grado de sobresaturación de la solución y la temperatura promedio del salón, crecer un cristal suficientemente grande pueda tomar varios días. Luego de varios días observarás que el cristal deja de crecer en tamaño, entonces, habrás llegado a un punto de saturación en tu solución, por ende el cristal no crecerá mas.
- Recuerda que para que la cristalización ocurra debes tener una solución sobresaturada. Cuando observes que el cristal para de crecer, deberás sobresaturar tu solución nuevamente.
- Para esto debes sacar tu cristal del envase, limpiarlo con un poco de agua y secarlo rápidamente. Luego de esto debes medir su peso. Compara el peso actual al peso anterior.
- Puedes sobresaturar tu solución nuevamente añadiéndole la misma cantidad de sulfato de cobre (en peso) por la cual tu cristal creció. Calienta la solución hasta que todo el sulfato de cobre añadido disuelva, espera a que la solución llegue a temperatura ambiente, y coloca tu cristal colgando de la misma. Evita que el cristal toque alguna pared o el fondo del envase. Recuerda remover cualquier cristal que halla crecido en la línea de hilo.
- Repite el paso de re-sobresaturar la solución cuantas veces sea necesario para poder obtener el cristal mas gigante posible.

### **Preguntas Frecuentes (FAQs)**

**¿Porque el cristal paro de crecer?** Para crecer un cristal debe estar rodeado de una solución sobresaturada del soluto. Cuando la solución esta meramente saturada, no es posible depositar permanentemente mas soluto en la superficie del cristal. Cuando se llega a un estado de saturación, se crea un equilibrio y la misma cantidad de soluto que se deposita en la superficie del cristal se disuelve a la solución.

**¿Porque mi cristal desapareció o se volvió mas pequeño?** Si tu cristal desapareció o se volvió mas pequeño fue porque la solución que lo rodeaba se volvió insaturada. Cuando esto ocurre el cristal se disuelve para tratar de contrarrestar este cambio y volver a saturar la solución. La solución se pudo volver insaturada porque la temperatura de la solución aumento, aumentando a su vez la solubilidad del compuesto. Controlar mejor la temperatura puede ayudarte a evitar este evento.

**¿Cómo hago para que mi cristal sea mas grande o vuelva a crecer?** Vuelve a re-sobresaturar la solución cuantas veces sea necesario para poder obtener el cristal mas

gigante posible.

**Mi cristal ya no es transparente, ¿qué paso?** Cuando remueves el cristal de la solución sobresaturada, debes tratar de limpiar la superficie del mismo lo mas pronto posible ya que al removerlo se lleva con el parte de la solución. Esta solución que queda en la superficie se podría cristalizar en miles de micro cristales (cristales bien pequeños) que te impedirán crecer un cristal perfecto.

**Puedo preparar una solución sobresaturada de una forma diferente.** Si! Una forma alterna de generar sobresaturación es comenzar con una solución saturada y dejar que el solvente se evapore dejando a tras la misma cantidad de soluto pero en menos cantidad del solvente, lo cual aumenta su concentración. Esto usualmente es un proceso lento, en particular para solventes como agua cuya presión de vapor es alta (no se evaporan fácilmente).

**Soy un perfeccionista, ¿que mas puedo hacer para tener un cristal gigante y perfecto?** Para que tu cristal crezca de manera homogénea, debes rotarlo 1-4 veces al día hacia la misma dirección (ejemplo, la dirección de las manecillas del reloj). Esto es mas importante cuando tu cristal ya tenga un tamaño bastante grande.

**¿Que es mejor para el cristal, que crezca rápido o lentamente?** La rapidez con la que el cristal crezca va a afectar la calidad del cristal. Usualmente, entre mas lento crezca el mismo mejor aspecto estético tendrá el mismo. A medida que la solución presente mayor sobresaturación mas rápido crecerá el cristal. Una sobresaturación muy alta dará lugar a cristales imperfectos.

**¿Que efecto tienen las impurezas en el crecimiento de un cristal?** No hay una sola respuesta para pregunta. Si quieres entender como esto puede afectar la cristalización de sulfato de cobre, una vez hayas dominado como crecer un cristal sin impurezas puedes tratar de crecer otros cristales añadiéndole impurezas como cloruro de sodio (NaCl) y ver como están pueden o no afectar el color o la forma de tu cristal.

**El método de sobresaturación, ¿funciona también para crecer cristales de proteínas?** No. No es posible generar una solución sobresaturada de proteínas porque estas se denaturan y pierden su estructura regular al calentarlas. En la *Primera Parte: Cristalización de Macromoléculas*, se te enseñara como realizar este tipo de cristalización.

### **Seguridad.**

El Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) es una sustancia irritante a la piel y ojos si entra en contacto directo y extenso con estos. Se recomienda usar guantes de nitrilo (azules) y lavarse las manos luego de manejar a sustancia para evitar su contacto con los ojos o ingestión de la misma. No ingiera comida, beba o fume cerca de esta sustancia. No descartar en el drenaje regular. Usar contenedor de almacenaje para desperdicios acuosos provisto. El Sulfato de Cobre es dañino para la vida acuática y sus efectos tóxicos son de larga duración.