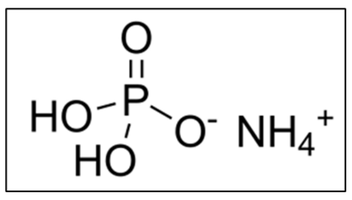
CRYSTAL CAKES



LORETO PRADO CÁRDENAS
MARÍA JIMÉNEZ GARCÍA
ALBA JURADO CALVO

CRISTALIZACIÓN DE FOSFATO MONOAMÓNICO (ADP): INFLUENCIA DE VARIABLES EN LA FORMACIÓN Y CRECIMIENTO DE CRISTALES

1. VARIABLES ESTUDIADAS

a) Temperatura y método de cristalización:

- Enfriamiento lento: menor número de cristales, más puros, más grandes y con una morfología más regular.
- Enfriamiento rápido: mayor número de cristales pequeños, con más impurezas, menos ordenados y peor definidos.
- Evaporación controlada: favorece el crecimiento de cristales de gran pureza y definición.

Imagen 1.
Enfriamiento lento.

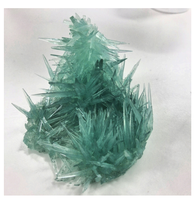


Imagen 2.
Enfriamiento rápido.

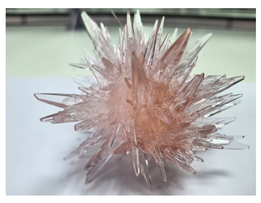
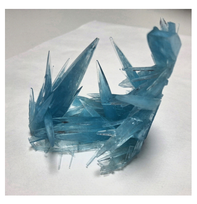


Imagen 3.
Evaporación controlada.

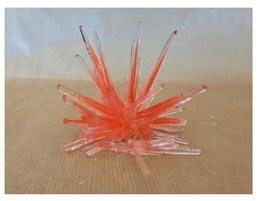
b) Tipo y concentración del colorante:

- Afecta:
  - Tamaño y número de puntas: altera la viscosidad de la disolución o la solubilidad de los componentes del ADP, lo que modifica la tasa de nucleación y la velocidad a la que los cristales se forman, pudiendo provocar variaciones en el tamaño y uniformidad de los cristales.
  - Morfología cristalina: algunos aditivos pueden inducir defectos en la estructura cristalina, que influiría en la geometría de los cristales.
  - Uniformidad del color: tiene que ver con la solubilidad del colorante y la forma de interactuar con las moléculas de ADP.
  - Pureza: pueden aparecer impurezas adheridas a los cristales debido a que algunos colorantes son compuestos orgánicos que podrían reaccionar con los componentes del ADP y formar complejos o precipitados.



Imágenes 4, 5 y 6. Influencia del colorante en el tamaño y número de puntas, la geometría de los cristales y la uniformidad del color.

- El colorante se concentra menos en las puntas debido a que en ellas la velocidad de crecimiento es mayor, por lo que las moléculas no tienen tanto tiempo de interactuar con él.

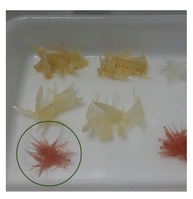

Imágenes 7 y 8. Diferente concentración del colorante en el centro y puntas del cristal.

c) Reutilización de disoluciones:

- Sobrenadantes reciclados permiten nuevos crecimientos.
- Es recomendable filtrar para evitar impurezas.
- Hay un límite en la capacidad de reciclaje, ya que:
  - Acumulamos impurezas en cada ciclo de reciclaje afectando a la calidad y tamaño de los cristales.
  - Disminuimos la sobresaturación de la disolución a medida que el ADP se cristaliza y se retira.

d) Concentración de la disolución:

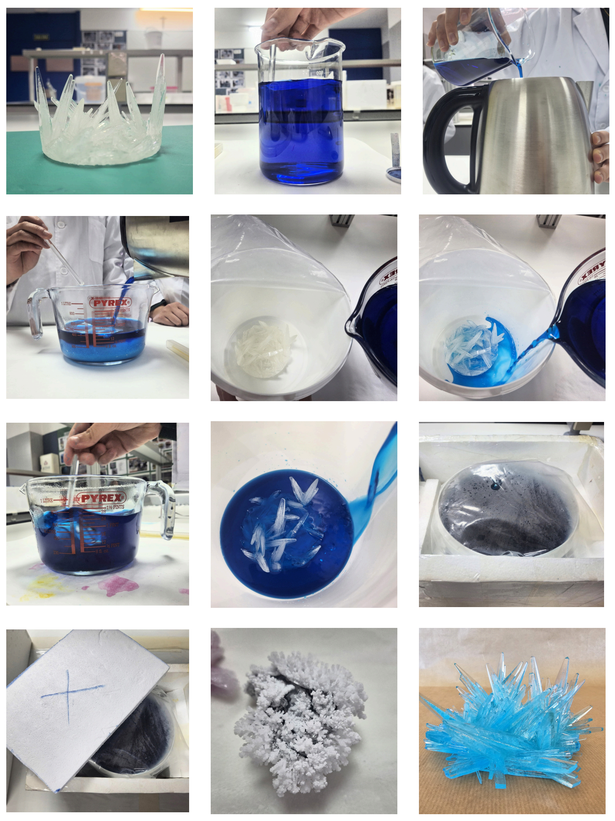
- Para la obtención de semillas: disolución más concentrada (60g/100mL). No hace falta filtrar la disolución.
- Para crecimiento de semillas: disolución menos concentrada (50g/100mL), para evitar la nucleación no deseada. Es importante dejar enfriar la disolución a 50ºC para no disolver la semilla. Filtrar la disolución.



Imágenes 9, 10, 11, 12 y 13. Proceso de crecimiento a partir de una semilla.

2. DOPAJE CON ALUMINIO

- El aluminio es un metal con una capa de óxido de aluminio en su superficie. En condiciones específicas de temperatura, ese recubrimiento desaparece, liberando el aluminio, que pasaría a la disolución como Al^{3+} y actuaría como impureza que interferiría en la forma en la que las moléculas de ADP se organizan durante la cristalización, cambiando la morfología del cristal y haciendo que aparezcan las famosas "puntas" del ADP.
- Obtenemos mejores resultados cuando.
  - No mantenemos la fuente de calor durante el dopaje.
  - Se usa la cantidad justa de papel de aluminio (1 g por cada 300 g de ADP).
- Se observa la formación de "pelillos blanquecinos" en el papel de aluminio (indicador de dopaje exitoso). Esos pelillos son consecuencia de la formación de hidróxido de aluminio: $Al^{3+} + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3$


Imágenes 14 - 25. Proceso de crecimiento de una semilla con disolución dopada con aluminio.

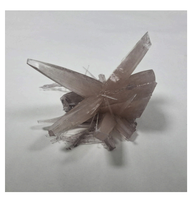
3. CRISTALES FOSFORESCENTES

- Se logró fluorescencia usando:
  - Fluoresceína sódica disuelta en medio ligeramente básico.
  - Tintas fluorescentes de rotuladores.
- Mayor efecto fluorescente con colorantes en polvo neón sin modificar pH.

Imágenes 26 y 27. Cristales fluorescentes.

4. OTROS HALLAZGOS

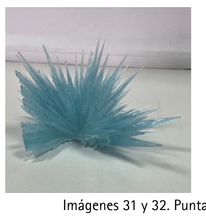
- Las puntas de los cristales pueden regenerarse si se amplía el espacio o la disolución.
- Equilibrio *Ostwald*: los cristales más pequeños o mal formados se disuelven para favorecer el crecimiento de otros más grandes y con formas más perfectas. Observamos que el dejar los cristales 6 días de crecimiento en lugar de 3 mejoraba la morfología final de los cristales ya que adquirían un forma más definida y ordenada.



Imágenes 28, 29 y 30. Regeneración de puntas.

5. TIPOS DE PUNTAS OBTENIDAS

- Puntas agudas o aciculares:
  - Se forman cuando el crecimiento es rápido en una dirección específica.
  - Son comunes en soluciones altamente saturadas.
- Puntas piramidales:
  - Se desarrollan cuando el crecimiento ocurre de manera uniforme en varias direcciones.
  - Son características de crecimiento más equilibrado y lento.
- Puntas dendríticas o ramificadas:
  - Ocurren en condiciones de enfriamiento rápido y de alta saturación.
  - Tienen aspecto ramificado similar a un árbol o helecho.
- Puntas truncadas o romboédricas:
  - Aparecen cuando el crecimiento de los cristales es más lento y ordenado.
  - Los cristales presentan extremos planos debido a una interrupción en el crecimiento en ciertas direcciones, lo que resulta en caras terminales más amplias.



Imágenes 31 y 32. Puntas agudas o aciculares.

Imágenes 33 y 34. Puntas piramidales.

Imágenes 35 y 36. Puntas dendríticas o ramificadas.

Imágenes 37 y 38. Puntas truncadas o romboédricas.

6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

a) Metodología para la obtención de semillas:

- Pesar 300 g de ADP en un vaso de precipitados.
- Pesar 500 g de agua del grifo en una jarra de vidrio Pírex.
- Calentar la jarra con el agua en una placa calefactora y esperar a que alcance los 50ºC y añadir el colorante.
- Una vez alcanzada la temperatura de 50ºC, añadimos una puntita de espátula del colorante deseado.
- Una vez alcanzados los 60ºC, añadir el ADP sin parar de remover con la varilla de vidrio hasta alcanzar los 100ºC.
- Retirar y esperar a que la temperatura baje a 80ºC y verter en el kit de cristalización.
- Abrir la caja a los tres/seis días.

b) Metodología para el crecimiento de la semilla:

- Misma metodología pero añadiendo 250 g de ADP a 500 g de agua.

c) Metodología para la obtención de la semilla dopando ADP

- Pesar 300 g de fosfato monoamónico en una jarra Pírex de 1 L.
- Pesar 1g de fragmento de rollo de papel de aluminio.
- Depositar encima del ADP 1 g de papel de aluminio.
- Calentar 500 mL de agua destilada en un hervidor de agua y añadirlos a la jarra Pírex con el papel de aluminio y el ADP.
- Remover sin parar durante 10 minutos.
- Retirar con unas pinzas el papel de aluminio.
- Verter en el kit de cristalización.
- Abrir la caja a los tres/seis días.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ramos, J. M., & García, M. (2016). Crecimiento de cristales: una experiencia de laboratorio en educación secundaria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13(3), 582–592. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.10
- Fundación Descubre. (2022). Cristalización en el aula: guía didáctica para el profesorado. Fundación Descubre. Recuperado de https://fundaciondescubre.es
- Domínguez, J. A., & Sánchez, C. (2008). Estructura de los cristales y propiedades macroscópicas. Revista Educación Química, 19(2), 172–178.
- González, M., & Gil, P. (2015). Creciendo cristales en el laboratorio escolar: una propuesta experimental con fosfato monoamónico (ADP). Revista de Enseñanza de la Ciencia, 33(1), 119–124.
- Crystalverse. (s.f.). Growing crystals. Crystalverse. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de https://crystalverse.com/growing-crystals/?utm_source=chatgpt.com#growing-seed-crystals

COLEGIO LOS TILOS