

Síntesis microquímica y microelectroquímica de acetato de cobre(II) a partir de vinagre: Un ejemplo de química verde

Rosa Elena Arroyo-Carmona,¹ Sylvain Bernès,² Enrique González-Vergara,³ Miguel Ángel Méndez-Rojas,⁴ Aarón Pérez-Benítez*¹

ABSTRACT (Microchemical and microelectrochemical synthesis of copper(II) acetate starting from vinegar: A green chemistry approach)

The synthesis of single crystals of copper(II) acetate, suitable for physical characterizations such as Electron Spin Resonance and X-ray diffraction, were obtained by four ways that involve chemical and electrochemical reactions, starting from in-house reagents and equipment (drinking water, vinegar, copper or bronze coins, a pencil lead, a piece of copper wire and a battery eliminator). Chemical synthesis was carried out by dropping vinegar on a bronze coin, whereas the electrochemical route involved the generation of $\text{Cu}(\text{OH})_2$ and/or CuO as intermediate products. Because both type of experiments can be carried out in microscale quantities and under mild conditions, they are recommended for green chemistry, electrochemistry, coordination chemistry or general chemistry laboratory courses, since the secondary to undergraduate educational levels. Thus, vinegar and a simple copper coin give us the opportunity to have the "citation classic" dimer $\text{Cu}_2(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ handy.

KEYWORDS: Copper(II) acetate, CuO , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, vinegar, microelectrosynthesis, copper coin, sacrificial anode, green chemistry

Resumen

La síntesis de monocristales de acetato de cobre(II), apropiados para caracterizaciones físicas tales como Resonancia de Espín Electrónico y Difracción de rayos-X, fueron obtenidos por cuatro rutas distintas que involucran reacciones químicas y electroquímicas y equipo y reactivos caseros (agua purificada, vinagre, monedas de cobre o de bronce, un pedazo de alambre de cobre, una mina de grafito y un eliminador de baterías).

La síntesis química se llevó a cabo depositando vinagre sobre una moneda de bronce, mientras que la ruta electroquímica involucró la generación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y CuO como productos intermedios. Ya que ambos tipos de experimentos

se llevan a cabo en cantidades de microescala y bajo condiciones suaves, se recomiendan para cursos de laboratorio de química verde, electroquímica, química de coordinación o química general desde nivel secundaria hasta licenciatura. Así, el vinagre y una simple moneda de cobre nos dan la oportunidad de tener a mano al multicitado dímero $\text{Cu}_2(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

1. Introducción

Como parte del desarrollo humano y de los estilos de vida de la población, se han generado una gran cantidad de bienes y servicios que elevan su calidad y cantidad de vida; si bien eso no es estrictamente cierto en algunas ocasiones, sobre todo cuando se considera el deterioro ambiental y el estrés que le produce a una persona el alcanzar un mayor nivel económico, para su bienestar y el de su familia.

En relación directa con el desarrollo económico de las naciones se genera una gran cantidad de residuos o desechos, que mal tratados y/o por falta de reciclaje, provocan un sin fin de problemas que impactan a todos los seres vivos del planeta: el cambio climático mundial y la extinción de especies animales y vegetales son claras manifestaciones del problema. Así que el reto global, como lo planteó la Comisión Mundial en Desarrollo y Medio Ambiente desde 1987, es pensar que tenemos un reto y un futuro común: ¡Hacer de nuestra tierra un solo mundo! ("Our Common Future, From One Earth to One World") (UN documents, 2011).

¹ Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur y Av. San Claudio. Col. San Manuel. 72570 Puebla, Pue. México.

*Autor a quien dirigir la correspondencia:

aaron.perez@correo.buap.mx

² División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Guerrero y Progreso S/N, Col. Treviño. 64570 Monterrey, NL, México.

³ Centro de Química. Instituto de Ciencias de la Universidad Autónoma de Puebla.

⁴ Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad de las Américas-Puebla. Ex-Hacienda de Santa Catarina Martir. 72480 Cholula, Puebla. México.

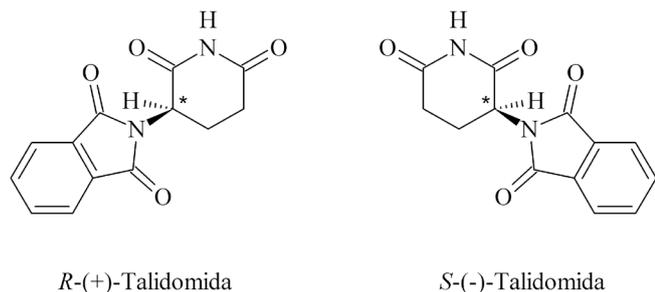


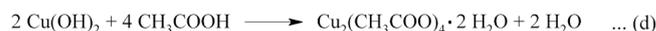
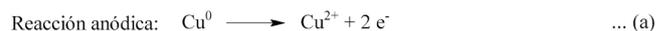
Figura 1. Los enantiómeros de la Talidomida. El *S* provocó efectos teratogénicos en más de 12 mil niños en la década de los años 60.

Al respecto, los químicos intentamos responder al reto haciendo química más directa, más eficiente y menos tóxica, tanto en nuestras actividades prácticas de docencia, como en nuestra investigación disciplinaria experimental. Así es como nace y se desarrolla la química verde, teniendo como estandarte los 12 postulados planteados por Anastas y Warner (1998):

- 1) Prevenir la creación de residuos.
- 2) Diseñar productos y compuestos seguros.
- 3) Diseñar síntesis químicas menos peligrosas.
- 4) Usar materias primas renovables.
- 5) Usar catalizadores.
- 6) Evitar derivados químicos.
- 7) Maximizar la economía atómica.
- 8) Usar disolventes y condiciones de reacciones seguras.
- 9) Incrementar la eficiencia energética (reacciones a temperatura y presión ambientales).
- 10) Diseñar productos biodegradables.
- 11) Analizar en tiempo real los procesos químicos para evitar la contaminación.
- 12) Minimizar los riesgos de accidentes.

En mi conocimiento, no existe ninguna restricción sobre cuántas de estas características deba reunir un experimento para que sea considerado como “verde”; pero es obvio que entre mayor número de ellas contenga, más “verde” será la química que se haga. En contraste, podría ser controversial la creencia de que se está haciendo química verde por el solo hecho de reemplazar una fuente de energía calorífica por una fuente de microondas para llevar a cabo una reacción química a escala de laboratorio.

Tan relativo es el asunto que podemos pensar o creer firmemente que estamos sintetizando un compuesto inocuo y más tarde se descubre que es altamente dañino para el ser humano o para algún otro ser viviente..., o viceversa, creer que estamos trabajando con un compuesto muy dañino y más tarde se descubre que es una panacea. Pongo en la palestra el caso terriblemente célebre de la (*S*)-Talidomida, un fármaco que habiendo sido administrado en forma racémica —es decir, como mezcla 1:1 de los estereoisómeros *R* y *S* (figura 1)—,



Esquema 1. Electrosíntesis de hidróxido de cobre(II) (a-c) y su reacción base-ácido con ácido acético (d). El Cu(OH)_2 puede ser aislado en un experimento paralelo para su caracterización (véase la sección experimental).¹

provocó impactantes efectos teratogénicos (del griego “teratos” que significa monstruo) a finales de la década de los 50 y principios de los 60, en aproximadamente 12 mil niños nacidos en Canadá, Estados Unidos, Japón, Brasil, Alemania y otras partes del mundo (Sloane, 2002).

Niños que por antiangiogénesis no desarrollaron adecuadamente sus extremidades y/u otros órganos de su cuerpo durante las primeras semanas de su gestación, a causa de la ingesta por parte de su madre de, incluso pequeñas dosis de (*S*)-Talidomida (*e.g.* una sola toma del medicamento), están o estarían increíblemente sorprendidos de saber que ese fármaco prohibido en 1961, ha sido aprobado nuevamente por la FDA (Administración Federal de Drogas de los Estados Unidos de Norteamérica), para el tratamiento cutáneo casi milagroso del *erythema nodosum leprosum*, también conocida como “Enfermedad de Hansen” o Lepra (Fletcher, 2002; Wakelin, 2004).

2. Marco teórico

Como parte de nuestras investigaciones en la síntesis de carboxilatos de cobre, desarrollamos un método híbrido (electroquímico-químico) para la síntesis de aspirinato de cobre(II) a partir de una tableta de aspirina (Bouhmaida, 2010; Pérez-Benítez, 2008); así que con el fin de conocer las particularidades de la reacción ocurrida entre un ácido carboxílico y el cobre, realizamos cuatro rutas de síntesis que fueron probadas usando el ácido acético contenido en el vinagre en lugar del ácido acetilsalicílico contenido en la aspirina. Ya puestas a punto esas cuatro rutas de síntesis del acetato de cobre(II) nos preguntamos cuál de ellas sería más “verde” como para ser llevada a cabo incluso por estudiantes de secundaria y preparatoria. Estas rutas, ilustradas en los esquemas 1-4, se detallan a continuación.

¹ Cabe hacer notar que las reacciones electroquímicas planteadas en este apartado deben considerarse parcialmente correctas, pues observamos que a potenciales tan altos como los que usamos en nuestros experimentos, una pequeña parte de la corriente se gasta en producir oxígeno (burbujas grandes en el ánodo), además del Cu(OH)_2 , impidiendo hacer cálculos coulombimétricos.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/7565490>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/7565490>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)