

Esta serie rescata algunos temas didácticos para ayudarse en la exposición de cada uno de los elementos químicos en un curso de química general o de química inorgánica.

# Yodo

*Daniel Bartet P.\**

## **SALITRE, HARINA DE LUNA LLENA**

*Salitre, harina de luna llena, cereal de la pampa calcinada, espuma de las ásperas arenas, jazminero de flores enterradas.*

Polvo de estrella hundida en tierra oscura,  
nieve de soledades abrasadas,  
cuchillo de nevada empuñadura,  
rosa blanca de sangre salpicada.

Junto a tu nívera luz de estalactita,  
duelo, viento y dolor, el hombre habita:  
harapo y soledad son su medalla.

Hermanos de las tierras desoladas:  
aquí tenéis como un montón de espadas  
mi corazón dispuesto a la batalla.

*Pablo Neruda*

Desde mediados del siglo XIX, Chile es el más importante productor mundial de yodo, con una participación del 51% del mercado mundial. Sus yacimientos, las calicheras, se encuentran en la región más septentrional del país, las cuales contiene yodo en forma de yodato de potasio. Otras fuentes de yodo son las algas marinas, particularmente las del género *Laminaria*, en las que el contenido de yodo, en forma de yoduro de sodio, representa el 0,45% de la masa de algas seca; el agua de mar, con una concentración  $4 \times 10^{-7}$  mol/L. Aunque mayoritariamente se encuentra como yoduros solubles, también se halla en aminoácidos yodados como la triyodotironina, la monoyodotirosina, la diyodotirosina y en el cuerpo humano como tiroxina, la hormona que secreta la glándula tiroides que regula el metabolismo basal. El contenido de yodo en el cuerpo humano alcanza sólo 14 miligramos y se requiere únicamente un miligramo de yodo a la semana.

## **Antecedentes históricos del yodo**

El descubrimiento del yodo es uno de los tantos descubrimientos por azar. En 1811 la Francia de Napoleón sufría los efectos de bloqueo naval impuesto por Inglaterra, lo que privaba a aquel país del nitrato de potasio, necesario para fabricar pólvora. En su reemplazo, el químico francés Bernardo Courtois (1777-1838) fabricó nitrato de sodio haciendo reaccionar nitrato de calcio con carbonato de sodio, que obtenía de las cenizas de algas marinas. Al lavar con ácido sulfúrico caliente las calderas en las que concentraba el carbonato de sodio, proveniente de la lixiviación de las cenizas de las algas, Courtois observó que se desprendían vapores de color violeta que se condensaban produciendo escamas cristalinas brillantes y de color gris acero. No pudiendo identificar dichos cristales, Courtois envió muestras de ellos a los químicos Humphry Davy y José L. Gay-Lussac, quienes en 1814 identificaron esos cristales como un nuevo elemento, al que Gay-Lussac llamó "yodo" por el color violeta de sus vapores.

Identificado el yodo como un nuevo elemento y conocidas sus propiedades se comenzaron a estudiar sus posibles aplicaciones. Así, se encontró que el yoduro de potasio era eficaz en el tratamiento del bocio o hipertirodismo. Con este fin se usa yodato de potasio, el que se adiciona a la sal de mesa, en una proporción equivalente a 10 ppm de yodo activo. En 1820 se descubrió que el yodo disuelto en alcohol, la tintura de yodo, lo mismo que el yodoformo,  $\text{CHI}_3$ , tienen excelentes propiedades antisépticas, por lo que se les empezó a utilizar como desinfectantes. En 1839, el físico francés Luis Daguerre empleó yodo para preparar placas fotográficas, tratando láminas de plata con vapores de yodo. También se descubrió que el yoduro de potasio era un excelente reactivo para ciertas dosificaciones en química analítica cuantitativa. La tabla 1 ilustra las aplicaciones más importantes del yodo.

Las múltiples aplicaciones del yodo y sus compuestos provocaron gran demanda, la que no era satisfecha por el yodo producido a partir de cenizas de algas. Esta necesidad motivó la búsqueda de nuevas fuentes de yodo, más económicas y más abundantes. Los primeros antecedentes de esas nuevas fuentes fueron aportadas por el naturalista inglés

\*Departamento de Química, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Santiago, Chile.

Correo electrónico: dbartet@umce.cl

Recibido: 11 de agosto de 2001; aceptado: 10 de octubre de 2001.

**Tabla 1.** Usos del yodo.

Sales inorgánicas	34%
Contraste rayos X	23%
Iodóforos	17%
Químicos	10%
Compuestos orgánicos	8%
Farmacéuticos	4%
Herbicidas	4%

Carlos R. Darwin, quien en su visita a Chile en 1830 recogió muestras de caliche que contenía yodato de sodio, en una concentración del 0.06% en masa. En 1842, el ingeniero de minas francés Ch. Lambert, que había introducido el uso del horno de reverbero en la minería del cobre chileno, entregó nuevas evidencias de la relación entre el yodo y el nitrato de sodio natural o “salitre de Chile” como ya se le conocía. El paso siguiente, la obtención de yodo a partir del caliche lo dio el salitrero chileno don Pedro Gamboni Vera.

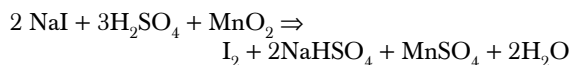
### Don Pedro Gamboni V

Gamboni, empresario del salitre y el yodo, nació en Valparaíso el 26 de septiembre de 1825 y se inició en Iquique en las actividades salitreras a la edad de 25 años. Hasta su llegada a las salitreras, el proceso de extracción de salitre era el mismo que se había usado durante la Colonia. El caliche era lixiviado en caliente en grandes fondos, obteniéndose una disolución concentrada en nitrato de sodio y otras sales, las que también cristalizaban al dejar enfriar la disolución, por lo que el salitre cristalizado resultaba impurificado con importantes cantidades de otras sales. Además, este procedimiento exigía de caliches muy ricos en nitrato de sodio, 50 a 75% de ley, aunque el rendimiento era muy bajo. El material sólido resultante de la lixiviación, los “ripios”, todavía contenían hasta un 30% de nitrato de sodio

A fin de mejorar las deficiencias del antiguo sistema, Gamboni introdujo en su oficina de Agua Santa el uso del vapor de agua recalentado como agente térmico y lixivador, reemplazó los fondos disolvedores por estanques de gran capacidad y construyó molinos movidos por vapor de agua. Estas innovaciones le permitieron beneficiar caliches de baja ley, economizar combustibles (leña), salarios y obtener un salitre de mejor calidad y libre de otras sales. El 2 de noviembre de 1853, el gobierno del Perú concede a don Pedro Gamboni “el privilegio exclusivo, por el término de cinco años, para bene-

ficiarse del salitre de la provincia de Tarapacá, según su procedimiento”.

Luego de modificar tan exitosamente el proceso de extracción del salitre, Gamboni emprendió una nueva empresa, extraer yodo de las “aguas madres” del salitre. Desde 1817, el yodo se venía extrayendo de las cenizas de algas marinas; en ellas el yodo se encuentra en forma de yoduro de sodio, NaI, junto a cloruros de sodio y de potasio, además de carbonato de sodio. El yoduro de sodio, más soluble que las otras sales de la ceniza, permanecía en disolución cuando las otras cristalizaban al evaporar la solución. Luego la solución concentrada de yoduro de sodio era tratada con dióxido de manganeso y ácido sulfúrico para oxidar el yoduro hasta yodo, según:



El yodo obtenido era separado y purificado por sublimación.

No se sabe con certeza cómo Gamboni llegó a conocer la existencia de yodo en forma de yodato de sodio en el caliche. Esta sal permanece en disolución después de que se separa por cristalización el nitrato de sodio. A esta solución se la conoce con el nombre de “aguas madres” y de ellas, después de muchos ensayos, Gamboni logró en 1856 obtener yodo. Diez años después, cuando su método ya estaba suficientemente probado, obtuvo del gobierno del Perú un nuevo privilegio para usar su método de obtención de yodo. Este consistía en reducir el yodo del yodato de sodio con bisulfito de sodio, operación que se conoció con el nombre de “cortar el yodo”; la reacción total que ocurre durante este proceso es:



Una vez precipitado el yodo, se deja decantar para separarlo de los líquidos. Luego se filtra, se prensa y se purifica por sublimación. Desde entonces, este es el procedimiento, que con algunas variantes utilizan en Chile la Sociedad Química y Minera de Chile S.A. Soquimich, principal productora mundial de yodo al igual que otros productores nacionales. ▀

### Referencias

- Bermúdez M, Óscar, *Historia del salitre*, Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 1993.  
 Lyday, Philis A. Crude Iodine Production Processes” *J. Chem. Educ.* 64(2), 152 (1987).  
 Soquimich, *Memoria Anual 1998*.