

Tin: worldwide importance. Production in Peru

# ESTAÑO: TRANSCENDENCIA MUNDIAL. PRODUCCIÓN EN PERÚ

Pedro Sojo Cardozo\*

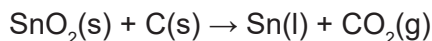
*Se presenta una brevísima revisión de la importancia del estaño por su amplísima variedad de aplicaciones en el ámbito industrial y en la vida cotidiana. La toxicidad de algunos de sus compuestos químicos es también puesta de relieve.*

*Palabras clave: estaño, soldadura, toxicidad*

*A brief review about the importance of tin on a great variety of industrial and human life applications is presented. Toxicity of some tin organometallic compounds is also put forward.*

*Keywords: tin, solder, toxicity*

El estaño es un elemento metálico de símbolo Sn, perteneciente al grupo 14 (o IV) de la tabla periódica de los elementos. Tiene número atómico 50, masa atómica 118.7 u y el punto de fusión más bajo de los elementos de su grupo (231.9 °C). Su historia es muy antigua, ya hacia 2800-2500 a.c. se conocía en Mesopotamia y en Egipto. En contraste con las abundancias del carbono y silicio, el estaño tiene escasa presencia en la corteza terrestre (~2 ppm). A diferencia del oro y cobre, el estaño no existe en forma nativa. Se encuentra principalmente en el mineral *casiterita* como óxido de estaño IV, SnO<sub>2</sub>. La fusión de casiterita a altas temperaturas con coque como reductor produce el metal según la reacción mostrada debajo:



Los principales productores de estaño en el mundo son China, Malasia, Perú, Indonesia, Bolivia y Brasil. Las re-

servas de estaño de Perú se estiman en más de 300 000 TM y su producción para el año 2018 alcanzó la cifra de 18 601 TM<sup>1</sup>. Sólo la empresa Minsur S.A. explota estaño en Perú, en la Mina San Rafael ubicada en Puno<sup>1</sup>, pero existen otros 14 depósitos de estaño de menor importancia en diferentes regiones de Perú<sup>2</sup>.

Como otros *commodities*, el estaño presenta grandes variaciones de precio. Ha bajado a 3 500 \$/TM en 2000, pasando por un pico de ~ 33 000 \$/TM en 2011, hasta la actualidad con precios que superan los 15 000 \$/TM. Estas cifras le auguran ingresos importantes al Perú: en 2018 se exportó el equivalente a US\$ 306 millones<sup>1</sup>.

El estaño es un metal de gran importancia histórica que ha marcado incluso una era de la humanidad: a la edad de piedra le sobreviene la edad del bronce (aleación de cobre y estaño). La química del estaño es muy rica, con interesan-

\* Dr en Química, profesor investigador de la Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas. Especializado en catálisis heterogénea. e-mail: sojopedro@gmail.com

1. Ministerio de Energía y Minas de Perú, *Regiones reciben mayores ingresos gracias a la minería. Boletín Estadístico Minero*, 31 enero 2019, pp 6, 20. (📄)  
2. F. Brescia M., “*El Estaño en el Perú y el Mundo*”. Tesis para optar al Título de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional de Ingeniería,

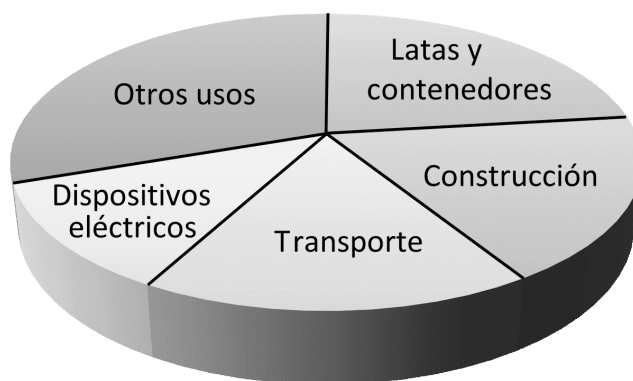
tes reacciones que producen sustancias inorgánicas u organometálicas de gran interés científico y aplicado<sup>3</sup>. El SnO<sub>2</sub> es, además, un catalizador.

El estaño es vital para la producción de gran variedad de productos, tales como computadores y otros dispositivos electrónicos, empaques, tuberías, automóviles y transporte en general, pinturas, construcción, agroindustria (producción de pesticidas). La **Figura 1** muestra la distribución del estaño en las principales aplicaciones.

Aparte del bronce, es muy importante su uso en aleaciones y para la protección por pasivación del hierro, acero y otros metales usados para la producción de enlatados. También se utiliza en la fabricación de baterías de plomo-ácido, del peltre (aleación de estaño, cobre, antimonio y plomo), del vidrio flotado (el vidrio fundido se deja caer sobre estaño fundido, obteniéndose láminas de vidrio de superficies perfectas), fabricación de tubos de órganos musicales (en aleación con cobre), esmaltes en la industria de la cerámica y dentífricos<sup>4</sup>.

Otras aplicaciones incluyen su empleo como retardador de llamas en plásticos así como el uso de SnO<sub>2</sub> como sensor de gases, muy importante para detectar gases tóxicos por encima de niveles tolerables, como los gases de combustión en estacionamientos. En esta aplicación se aprovecha la tendencia a la no estequiometría por pérdida de oxígeno del SnO<sub>2</sub>, que lo convierte en un semiconductor<sup>3</sup>. También debemos destacar que existen amenazas en el uso de estaño. Se ha reportado cierto grado de toxicidad en las latas de uso en bebidas y alimentos que han hecho reducir el contenido de estaño en las mismas.

Por otro lado, dado su bajo punto de fusión, es bien conocido su uso en las soldaduras de componentes electrónicos, para los cuales existe una alta tendencia a la miniaturización. Además, dada la toxicidad del plomo (metal con el que el estaño es aleado en las bobinas de soldadura), las nuevas regulaciones han forzado a la eliminación de este último de la aleación y a encontrar nuevos elementos menos tóxicos. De hecho, las soldaduras han pasado de una relación Sn/Pb de 60/40 a soldaduras modernas de estaño, plata y cobre con contenidos de 95% estaño<sup>4</sup>.



**Figura 1.** Distribución del uso del estaño a nivel mundial. Datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), 2019.

Finalmente, algunos productos de estaño se emplean en extracción de gas y petróleo mediante fractura hidráulica o *fracking*. Cuando el *fracking* se realiza en zonas de alto contenido de hierro, la formación de óxido de hierro dificulta el flujo de los fluidos. La presencia de estaño en las especies químicas añadidas actúa como agente de reducción del hierro y evita así la formación del óxido<sup>4</sup>.

Aunque la ingestión de estaño metálico como tal no representa riesgos para el ser humano, ya que no se procesa en el tracto digestivo, sus vapores sí son nocivos para la salud. Las sustancias inorgánicas, principalmente las organometálicas de estaño, pueden producir daños a la salud (irritaciones de ojos y piel, dolores de cabeza, estómago, vómitos y mareos, sudoración severa, falta de aliento y problemas para orinar) y causar efectos a largo plazo (depresiones, daños hepáticos, disfunción del sistema inmunitario, daños cromosómicos, disminución de los glóbulos rojos, daños cerebrales). Los compuestos organometálicos de estaño como trimetil, trietil, dibutil, tributil y trifenólicos son nocivos para la salud y para el medio ambiente. Se acumulan en superficies de cuerpos acuáticos o en suelos y ejercen efectos persistentes de muy largo plazo.

Recibido: 30 de agosto 2019

Aceptado en forma final: 17 de octubre de 2019

Lima, Perú, 1984. (30 agosto 2019) (📄)

3. C. Housecroft, A. Sharpe; *Inorganic Chemistry*, 4th Ed; Pearson, 2012, England, pp 472.

4. CRU International Limited, *Estano Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035*. 11 de diciembre de 2018. (30 agosto 2019). Las Condes, Santiago Chile. (📄)