

# Producción y uso de mercurio en la producción colonial andina de plata: emisiones e implicaciones para la salud

Nicholas A. Robins y Nicole A. Hagan

30 de agosto de 2021

## Resumen

La minería y refinación de cinabrio colonial comenzó en Huancavelica (Perú) en 1564. El cinabrio o bermellón es un mineral compuesto en un 85 % por mercurio y 15 % de azufre. Con una fuente local de mercurio, el proceso de amalgamación se adoptó para refinar la plata en Potosí (Bolivia) a principios de la década de 1570. Como resultado, se liberaron grandes cantidades de mercurio en el medio ambiente.

Utilizamos fuentes archivísticas, primarias y secundarias para desarrollar la primera estimación de las emisiones de mercurio de la refinación de cinabrio en Huancavelica y para revisar las estimaciones anteriores de las emisiones de refinación de plata en Potosí durante el período colonial (1564-1810).

Aunque otras estimaciones de emisiones históricas de mercurio han reconocido a Potosí como una fuente importante, Huancavelica ha sido pasada por alto. Además, las estimaciones anteriores de las emisiones de mercurio procedentes de la refinación de plata subestimaron las emisiones debido a la producción no registrada (contrabando) y la volatilización del mercurio durante el procesamiento y la recuperación. Las descripciones de archivo documentan problemas de comportamiento y salud durante el período colonial que son consistentes con los efectos conocidos de la intoxicación por mercurio.

Según nuestros cálculos, entre 1564 y 1810, se estima que se emitieron 17.000 toneladas métricas de vapor de mercurio por la fundición de cinabrio en Huancavelica, y se estima que 39.000 toneladas métricas se liberaron como vapor durante las operaciones de refinación de plata en Potosí. Huancavelica y Potosí combinados contribuyeron más del 25 % de las 196.000 toneladas métricas de emisiones de vapor de mercurio en toda América Latina entre 1500 y 1800. El registro histórico está cargado de evidencia de intoxicación por mercurio consistente con los efectos reconocidos hoy en día. Nuestras estimaciones sirven como base de las investigaciones de la contaminación actual en Huancavelica y Potosí como resultado de las emisiones históricas de mercurio.

La contaminación generalizada por mercurio no es un fenómeno moderno. Los documentos de archivo y los relatos históricos pueden proporcionar una perspectiva sobre la contaminación por mercurio y la intoxicación durante varios siglos. Esta perspectiva histórica es importante para las estimaciones actuales de la exposición humana a fuentes antropogénicas frente a fuentes naturales de mercurio y para estimar la acumulación de contaminación por mercurio en el medio ambiente a lo largo del tiempo. Aunque la producción y el uso de mercurio a gran escala han cesado, parte del mercurio utilizado históricamente en los Andes (América del Sur) puede seguir siendo potencialmente *biodisponible* (capacidad de una sustancia para ser absorbida y utilizada por el cuerpo) y representar un riesgo para la población actual. Además, los relatos históricos proporcionan pruebas documentales de

que los efectos adversos del mercurio ya eran conocidos y sugieren que la exposición al mercurio fue importante en ciertos acontecimientos históricos.

La esperanza de encontrar oro atrajo a muchos conquistadores españoles a las Américas, pero fue la plata la que encontraron en abundancia. Un aspecto central de la minería y refinación de plata fue el uso de la técnica de amalgamación de mercurio y el trabajo forzado de la India. Estos factores fueron especialmente pronunciados en la región andina, lo que resultó en efectos generalizados en la salud de los pueblos mineros y la destrucción de las comunidades nativas a través de muertes relacionadas con la minería y la huida del reclutamiento laboral (Bargallo 1969; Cole 1985; Crespo Rojas 1970; Evans 1981; Liñan y Cisneros 1859; Salinas y Córdoba 1957).

Entre 1550 y 1800, los mineros y refinadores produjeron aproximadamente 136,000 toneladas métricas de plata en América Latina, o alrededor del 80 % de la producción mundial durante este tiempo, liberando hasta 196,000 toneladas métricas de mercurio como resultado de la fusión (Nriagu 1993). A nivel mundial, de 1550 a 1930, más de 236.000 toneladas métricas de vapor de mercurio fueron liberadas de la refinación de plata y oro utilizando la amalgamación de mercurio (Anónimo 1951; Crespo Rojas 1970; Cruz 1983; Flynn y Giraldez 1996; Lacerda 1997; Marichal 2006; Nriagu 1993, 1994). La afinidad entre el mercurio y el oro y la plata se observó durante la época romana y se describió en 1540 (Agricola 1950; Nriagu 1994), y la técnica de amalgamación de mercurio, que permite la refinación de minerales de menor calidad de lo que es posible con la fundición, entró por primera vez en uso industrial para la refinación de plata en la Nueva España (actual México).

A principios de la década de 1570, el proceso de amalgamación de mercurio se había adoptado en los Andes, lo que permitió la refinación sostenida a escala industrial de abundantes productos de menor calidad no aptos para la fundición. Los mineros andinos de plata obtuvieron la mayor parte de su mercurio de la mina en el cerro Santa Bárbara, a las afueras de Huancavelica (Perú) durante la mayor parte del período colonial. Reflexionando en la importancia de la plata rápida para la Corona española, a principios del siglo XVII, el virrey peruano Luis de Velasco señaló sucintamente que "si no hubiera mercurio, tampoco habría plata" (de Velasco 1921). Otros contemporáneos describirían a Huancavelica como "el alma de todos los pueblos mineros del Reino" que trajeron "prosperidad y riqueza al reino" (Bueno 1951; Solórzano y Pereyra 1972). La introducción del proceso de amalgamación, junto con la construcción de lagunas y molinos hidráulicos y la imposición de mano de obra de tiro en las minas y molinos, condujo al resurgimiento de la economía de Potosí, Bolivia.

Las operaciones mineras y de refinación en Huancavelica y Potosí dependían de un sistema laboral para garantizar suficientes trabajadores conocido como *mita*. Los hombres de entre 18 y 50 años de edad de las zonas aledañas a Huancavelica y Potosí estaban sujetos a este gravamen y debían trabajar 2 meses en Huancavelica y 12 meses en Potosí. El sistema *mita* jugó un papel central en la destrucción de las comunidades indígenas, no solo a través de la muerte y la morbilidad como resultado del trabajo en las minas y molinos, sino también a través de la migración de personas lejos de sus ciudades de origen para evadir el impuesto, que muchos consideraron una sentencia de muerte (Robins 2011).

Utilizando fuentes de archivo, primarias y secundarias, desarrollamos una estimación de las emisiones históricas de mercurio de la refinación de cinabrio en Huancavelica y la refinación de plata en Potosí. Se revisó la información histórica sobre los procesos y la evidencia de las exposiciones humanas y los efectos en la salud y se examinaron las incertidumbres en la estimación de las emisiones. Nuestras estimaciones sirven como base de investigaciones

comunitarias y residenciales en otros estudios de la contaminación actual por mercurio en Huancavelica y Potosí como resultado de emisiones históricas de mercurio (Hagan et al. 2010).

### **Producción de mercurio, exposición humana y efectos en la salud en Huancavelica**

*Minería de mercurio.* En Huancavelica, los trabajadores extraían el cinabrio del cerro Santa Bárbara y lo transportaban a las fundiciones que rodeaban la ciudad. Después de preparar y calentar el mineral, el mercurio que contenía era vaporizado, condensado, recolectado, almacenado y enviado a centros mineros, incluido Potosí. En 1604, un defensor de los nativos, Damían de Jeria, describió cómo los vapores, el polvo y el humo de las velas en la mina conducían a una "tos y cierta enfermedad... llamándole enfermedad de Huancavelica"(Sala Catalá 1987) y afirmó que obligar a la gente a trabajar en las minas de mercurio era enviarlos "al matadero"(Brown 2001). En 1630, otro contemporáneo describió las minas como "una imagen viva de la muerte y una sombra negra del infierno"(Salinas y Córdoba 1957).

*Refinación de mercurio.* Aunque menos personas participaron en la refinación de mercurio que en la extracción de cinabrio, estuvieron expuestas a mayores concentraciones de vapor de mercurio como resultado de la forma primitiva en que se construyeron las fundiciones de cinabrio. Escribiendo sobre el proceso de refinación alrededor de 1590, el jesuita José de Acosta describió cómo "si algo de humo o vapor llega a las personas que abren las ollas, se envenenan con mercurio y mueren, o permanecen en muy mal estado o pierden sus dientes"(de Acosta 1987).. En el siglo XIX, un escritor anónimo describió la mala construcción y la facilidad con la que el mercurio escapaba de las fundiciones (Anónimo 1857).

Para agravar la situación, las fundiciones se abrían comúnmente antes de que se hubieran enfriado para reducir el tiempo de refinación, lo que podría conducir a exposiciones agudas a altas concentraciones de mercurio (Anonimo 1857; Menéndez Navarro 1996). No sólo los trabajadores varones fueron envenenados; sus familias a menudo ayudaban a preparar, operar y limpiar los hornos. Además, el mercurio cruza fácilmente la barrera placentaria, lo que pone a los lactantes en riesgo de exposición *in utero* y posteriores anomalías físicas y mentales si sobreviven al embarazo (Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1999; Alcser et al. 1989; Anónimo 1857; Barlow et al. 1994; Clarkson y Magos 2006; Evans 1998; Menéndez Navarro 1996; Rowland et al. 1994; Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos 1997; Yeates y Mortensen 1994).

Los relatos históricos escritos también señalaron los vínculos entre la contaminación del aire por la fundición de mercurio y la enfermedad. Antonio de Ulloa, gobernador de Huancavelica de 1758 a 1764, creía que las inversiones térmicas estaban entre las posibles causas de las enfermedades respiratorias infantiles en el pueblo, que creía que eran causadas en parte por "el humo sulfúrico que respiran continuamente, proveniente de los hornos en los que extraen el mercurio, que son tan abundantes, que en verano con las heladas, forman una densa nube, que cubre el área de la ciudad"(de Ulloa 1992).

Tan temido y letal era el trabajo en la mina de Santa Bárbara y las fundiciones de Huancavelica que a fines de 1500 las comunidades circundantes que proporcionaban mano de obra de reclutamiento estaban en su mayor parte abandonadas. Aunque muchos murieron por intoxicación por mercurio en Huancavelica y otros regresaron a casa permanentemente incapacitados, otros huyeron a distritos que estaban exentos de los gravámenes laborales o

a áreas libres de la dominación española (Fernández de Castro y Andrade 1951; Patiño Paúl Ortiz 2001; Salinas y Córdoba 1957).

### **Producción de plata, exposición humana y efectos en la salud en Potosí**

La ciudad de Potosí era la ciudad más grande del mundo en 1650 (población 160.000), y muchas más personas estuvieron expuestas al vapor de mercurio como consecuencia de la refinación de plata en Potosí que de la minería y refinación de cinabrio en Huancavelica, donde la población nunca superó los 15.000 (Arena 1901; Bakewell 1975; Brown 1988; Caravantes 1989; Lohmann Villena 1999; Patiño Paúl Ortiz 2001; Roel Pineda 1970; Whitaker 1941). Al igual que Huancavelica, Potosí dependía de la mano de obra reclutada para los aspectos menos deseables y más peligrosos de la minería y la refinación.

Aunque los accidentes eran más comunes en las minas de plata, los trabajadores de las fábricas de refinación de plata sufrieron una mayor exposición al mercurio tanto en forma líquida como de vapor. La mayoría de los molinos en Potosí eran hidráulicos, alimentados por el agua de las lagunas sobre la ciudad, y muchos estaban ubicados en el centro, algunos estaban a solo unas cuadras de la plaza principal de la ciudad (Cobb 1977; Cobo 1956; Cole 1985). En consecuencia, la exposición al mercurio no se limitó a los entornos ocupacionales.

Después de que el mineral de plata se molía hasta la consistencia de la harina, se mezclaba con agua, sal, mercurio, hierro y otros ingredientes y se extendía en un patio de piedra. Debido a la escasez y el costo del combustible, los trabajadores forzados lo pisaban durante aproximadamente un mes, generalmente descalzos y hasta las rodillas, para facilitar y acelerar el proceso de fusión [Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia, Audiencia de la Plata (ABNB ALP) Minas 15/1 1556]

Cuando se completaba el proceso de amalgamación, la pasta se lavaba para separar la amalgama haciendo fluir agua sobre ella en un abrevadero. La escorrentía generalmente se recapturaba y se reprocesaba repetidamente para maximizar la extracción del mercurio y la plata. Como resultado, aproximadamente el 85% del mercurio traído a Potosí fue finalmente liberado como vapor a la atmósfera, y el resto se liberó en las vías fluviales locales. Una vez separada, la amalgama se comprimió en un tubo de tela para separar aún más el mercurio de la plata antes de colocarla en un molde cónico y dispararla, liberando vapor de mercurio a la atmósfera (Capoche 1959; Caravantes 1989; de Acosta 1987; de Murua 1987; Fuentes Bajo 1986; Lohmann Villena 1999; Mira Delli-Zotti 1988).

A pesar de su conocimiento parcial de los efectos del envenenamiento por mercurio, los relatos históricos escritos destacaron su naturaleza tóxica en la producción de plata. En 1629, el sacerdote Pedro de Oñate (1951) observó que:

[Como bien] sabemos y hemos visto... cuán terribles son los efectos del mercurio, como sólo en la fundición... y pisando. . . muchos están envenenados por mercurio y vemos esos efectos entre aquellos a quienes damos los últimos ritos.

Del mismo modo, Bartolomé Arzáns de Orsúa y Vela (1965), cronista de la escritura potosina a principios del siglo XVIII, hizo frecuentes referencias a deformidades de nacimiento, mortinatos y enfermedades mentales. Aunque tales referencias no son prueba de intoxicación por mercurio, sí ilustran las condiciones en la ciudad.

Asimismo, la reputación de Potosí por el comportamiento agresivo no indica directamente la intoxicación generalizada por mercurio, pero es consistente con ella. De hecho, la ciudad fue frecuentemente acosada por paroxismos de violencia, a menudo expresados a lo largo de líneas étnicas y de clase (Arzáns de Orsúa y Vela 1965; Baquijano 1793; Cole 1985;

Cocinero 1981; Crespo Rojas 1970; Helmer 1960; Martínez y Vela 1939; Montesinos 1906). Los brotes de violencia en 1593 y 1600 presagiaron un sangriento conflicto étnico que consumió a Potosí de 1622 a 1624, resultando en la muerte de más de 5.000 personas (Arzáns de Orsúa y Vela 1965; Baquijano 1793; Cocinero 1981; Crespo Rojas 1970; Helmer 1960; Martínez y Vela 1939).

La violencia en Potosí fue un tema destacado para Arzáns de Orsúa y Vela, que caracterizó como una "plaga irremediable", "hábito fatalz üna costumbre de la tierra" (Martínez y Vela 1939). El clérigo Antonio de la Calancha (1974) reflexionó,

¿Hay un pueblo en el mundo como Potosí donde hay tantas peleas y asesinatos tan rutinarios, incluso entre los mejores amigos? [y] ¿dónde contra los indios se ven tantas crueldades por parte de los codiciosos?

La respuesta a la pregunta de Fray de la Calancha puede haber estado literalmente en el aire que respiraban los residentes. Mientras que algunos contemporáneos señalaron la naturaleza insalubre del humo, otros vincularon la prevalencia de la violencia en la ciudad con el medio ambiente (Arzáns de Orsúa y Vela 1965; de Matienzo 1918). Por ejemplo, en 1759, un escritor anónimo describió a Potosí, como una:

nube espesa que se forma. . . sobre la ciudad, y se ve claramente en cualquier noche clara iluminada por la luna, esto es sin duda . . . vapores y humos venenosos. . . de animales muertos, de montones de basura y otro polvo fino del mineral y del humo de mercurio en la quema y recombustión de la [plata. Esta] . . . mezcla de vapores malos y humos no puede ser saludable. (Anónimo 1759)

Aunque la fundición de los minerales de plata también puede haber liberado compuestos de plomo que podrían haber contribuido a los efectos sobre la salud, incluidos los efectos sobre el comportamiento, la cantidad emitida habría sido significativamente menor que la cantidad de mercurio agregada al mineral para el proceso de amalgamación. Por lo tanto, la evidencia limitada sugiere que no fue un contribuyente importante a los efectos históricos en la salud.

## **Estimación de las emisiones históricas de mercurio**

La estimación de las emisiones de mercurio en Huancavelica y Potosí se complica por varios factores, incluidas las incertidumbres sobre los registros de producción y la eficiencia de las fundiciones de mercurio y el proceso de refinación de plata. La cantidad de mercurio perdido en ambos procesos varió de acuerdo con la habilidad del refinador, la integridad de los sellos en las fundiciones y, en el caso de la refinación de plata, el grado del mineral, con minerales más ricos que consumen más mercurio que minerales más pobres. La cantidad de producción no registrada, o contrabando, también es incierta y es probable que haya aumentado durante los períodos de disminución de la producción a medida que las refinerías trataban de evitar impuestos (Bakewell 1975; Brading y Cross 1972; Capoché 1959; Cooke et al. 2009; Lohmann Villena 1999).

La producción no registrada representó claramente una proporción significativa del total de mercurio y plata producidos (ABNB ALP Minas 63/17 1655; Bakewell 1975; Caravantes 1989; Cobb 1977; Cobo 1956; Molina Martínez 1995; Ramírez 1906; Whitaker 1941). Las estimaciones de la producción de mercurio no registrada oscilan entre el 10 y el 66 por ciento de la cantidad de producción registrada, y las estimaciones de la producción de plata en banda contraria oscilan entre el 20 y el 66 por ciento de la cantidad de producción

registrada, según el período de tiempo. Sobre la base de una revisión de la evidencia, parece que la tasa promedio fue del 25-30 % (ABNB ALP Minas 112/8 1587; Arena 1901; Bakewell 1975; Brown 1988; Cañete y Domínguez 1952; Cobb 1977; Cole 1985; Cocinero 1957; Cruz 1983; de Acosta 1987; de la Calancha 1974; Fisher 1977; Roel Pineda 1970; Salinas y Córdoba 1957; Válcárcel 1957; Whitaker 1941).

*Emisiones estimadas de mercurio en Huancavelica.* Examinamos los registros coloniales de la producción de mercurio en Huancavelica a partir de múltiples fuentes (Arena 1901; Brown 1988; Caravantes 1989; Fisher 1977; Lohmann Villena 1999; Patiño Paúl Ortíz 2001; Whitaker 1941). Con base en estos registros, estimamos que de 1570 a 1810, se produjeron entre 50,600 y 51,300 toneladas métricas de mercurio en Huancavelica, sin incluir el contrabando. Suponiendo que aproximadamente el 25 % del mercurio producido en Huancavelica no fue reportado al gobierno (contrabando), estimamos que la cantidad total de mercurio producido en Huancavelica durante este tiempo fue de aproximadamente 68,200 toneladas métricas.

Las estimaciones históricas de las emisiones durante la fundición de mercurio generalmente oscilaron entre el 10 % y el 50 % del mercurio utilizado. Sobre la base de un examen de varias fuentes, un factor del 25 % parece razonable (Anónimo 1857; Arena 1901). Esto es corroborado por un estudio en 2008 de 22 fundiciones artesanales chinas donde las emisiones oscilaron entre aproximadamente el 7 % y el 32 %, con una media de aproximadamente el 20 % (Li et al. 2008). Aplicando un factor de emisiones del 25 %, estimamos que la cantidad total de vapor de mercurio liberado entre 1564 y 1810 de la refinación de cinabrio en Huancavelica fue de aproximadamente 17,000 toneladas métricas, un promedio anual de 69 toneladas métricas de vapor de mercurio.

*Emisiones estimadas de mercurio en Potosí.* La pérdida de mercurio ocurrió en varias etapas del procesamiento de la plata. La proporción de mercurio consumido por libra de plata producida fue una función de la calidad del mineral y la habilidad de los refinadores, los cuales variaron con el tiempo, lo que resultó en estimaciones que oscilaron entre 1:1 y 2:1 (Bakewell 1975; Casa Nacional de Moneda, Archivo Histórico (CNMAH) CR 554 1705; CNMAH CR 620 1717; CNMAH CR 651/427 1720; CNMAH CR 721 1734; CNMAH CR 810/238 1764). Aunque el mercurio podría volatizarse durante el proceso de pisado, esto parece haber sido bastante limitado porque generalmente estaba atrapado en la mezcla de mineral. Se perdió más mercurio en el proceso de lavado, y algunos contemporáneos estiman una pérdida del 10 %. La amalgama recuperada después del lavado se secó antes de ser fundida para recapturar el mercurio y la plata, que se agregaron nuevamente a nuevos lotes de mineral. Se cree que la mayor parte de la pérdida de mercurio ocurrió durante el paso final del refinado, cuando la amalgama se colocó en una retorta y se calentó. Aunque parte del mercurio fue recapturado y reutilizado, el mercurio que no se perdió en la pisada o la escorrentía del lavado fue finalmente volatilizado (ABNB ALP Minas 112/8 1587; Arena 1901; Cañete y Domínguez 1952; Cobb 1977; Cole 1985; Cocinero 1957; de Acosta 1987; de la Calancha 1974; Purser 1971; Roel Pineda 1970; Salinas y Córdoba 1957; Válcárcel 1957). Reconocer la prevalencia del reprocesamiento de la escorrentía es fundamental porque aumenta las emisiones generales en relación con las emisiones que resultarían de una sola combustión de amalgama. También coloca las emisiones en el límite superior de las estimaciones recientes de los factores de emisiones de la minería artesanal de oro, que oscilan entre el 30 % y el 83 % (Strode et al. 2009). Por lo tanto, para estimar las emisiones históricas, asumimos una relación de conversión de 1,7 libras de mercurio por libra de plata producida, que incorpora una pérdida estimada del 15 % del mercurio a través de la pisada y la escorrentía, es una estimación conservadora (de Murua 1987; Fuentes Bajo 1986; Mira Delli-Zotti 1988; Nriagu 1993, 1994).

La información detallada sobre la derivación de nuestras estimaciones para la producción de plata y el uso de mercurio en la ciudad de Potosí se proporciona en Material Suplementario (<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1104192>). En resumen, con base en registros detallados de la producción anual de plata en el distrito de Potosí para 1574-1735 y la ciudad de Potosí para 1660-1720 (Bakewell 1975), y suponiendo que un 25% adicional del total no se registró (contrabando), estimamos que se produjeron 18,000 toneladas métricas de plata en la ciudad de Potosí desde 1574 hasta 1735. Multiplicando el total por 1.7 libras de mercurio consumido por libra de plata producida se obtiene un promedio estimado de 190 toneladas métricas de mercurio consumidas en la ciudad de Potosí por año, o 30,600 toneladas métricas de mercurio durante el período de 162 años (1574-1735) (Bakewell 1975).

Estimamos que se produjeron 1.600 toneladas métricas de plata en la ciudad de Potosí desde 1736 hasta 1760 en base a registros detallados de la producción de plata en el distrito de Potosí documentados por Cross (1983), lo que resultó en el consumo de aproximadamente 2.700 toneladas métricas de mercurio, o 108 toneladas métricas por año. Debido a que los registros no estaban disponibles de 1760 a 1810, estimamos la producción utilizando los valores anuales promedio de 1735 a 1760, un período de producción de plata relativamente baja y consumo de mercurio. Esto resultó en una estimación de 39,000 toneladas métricas de mercurio consumidas en la ciudad de Potosí desde 1574 hasta 1810, o 165 toneladas métricas de mercurio por año.

## Conclusiones

La introducción del proceso de amalgamación de mercurio para refinar la plata en América Latina jugó un papel vital en el desarrollo de la economía global moderna (Robins 2011). También resultó en el envenenamiento y la muerte de innumerables personas, incluidos trabajadores y otros residentes de Huancavelica, Potosí y otros centros mineros. Con base en un análisis de la producción de mercurio en Huancavelica y su consumo en Potosí, y teniendo en cuenta la producción de contrabando y las ineficiencias en el proceso de refinación, estimamos que aproximadamente 17.000 toneladas métricas de vapor de mercurio fueron liberadas a la atmósfera en Huancavelica entre 1564 y 1810, y que 39.000 toneladas métricas de vapor de mercurio fueron liberadas en Potosí entre 1574 y 1810.

A pesar del conocimiento limitado de los contemporáneos sobre los efectos del mercurio, el registro histórico está cargado de descripciones de deficiencias físicas y psicológicas que serían compatibles con los efectos conocidos del mercurio. Los impactos de la refinación de cinabrio y la fundición de plata no solo afectaron la salud de los residentes coloniales, sino que permanecen en Huancavelica y Potosí, que aún hoy persiguen a los residentes actuales. Como hemos demostrado en investigaciones de campo, la contaminación generalizada por mercurio todavía está presente en ambas ciudades, en el suelo ambiente y en las residencias construidas con ladrillo de adobe (Hagan et al. 2010). Por lo tanto, además de proporcionar una perspectiva histórica sobre el alcance y las consecuencias de las exposiciones al mercurio resultantes de la minería colonial de cinabrio y plata en Huancavelica y Potosí, nuestras estimaciones de emisiones pasadas continuarán guiando la investigación actual y futura en estas ciudades.

## Agradecimientos

A Marcela Inch Calvimonte, directora del Archivo y Biblioteca Nacional de Bolivia, así como a su personal, por su apoyo a la investigación para este artículo; R.J. Ruíz Ortiz, director de la Casa Nacional de Moneda en Potosí, y J.A. Fuertes López, director del Archivo Histórico de la Casa Nacional, así como su personal, por su asistencia en esta

investigación; y D. Ballivian, J. Graff y K. DeWindt por su asistencia. Ambos autores agradecen a M. Morris, G. Woodall y J. Vandenberg por su asistencia y comentarios en el desarrollo del manuscrito.

Esta investigación fue apoyada en parte por becas del Instituto Oak Ridge de Ciencia y Educación en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, el Centro Nacional de Evaluación Ambiental, la Oficina de Investigación y Desarrollo y por una subvención de investigación Fulbright a N.A.R. para el trabajo relacionado con este proyecto.

Los autores declaran que no tienen intereses financieros reales o potenciales en competencia.

Publicado originalmente en inglés en *Environmental Health Perspectives* • volume 120 | number 5 | May 2012 <https://doi.org/10.1289/ehp.1104192>

\*Esta es una traducción no oficial (No citar)