



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**Determinación de la ruta de exposición a plomo
en habitantes de Zimatlán, Oaxaca y emigrantes a
California, EEUU**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

Q U Í M I C A

P R E S E N T A :

CLAUDIA MERINO SÁNCHEZ

MÉXICO, D. F.

2008

Jurado asignado:



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Presidente: Prof. Francisco Rojo Callejas
Vocal: Prof. Silvia Elena Castillo Blum
Secretario: Prof. Mario Villalobos Peñalosa
Primer suplente: Prof. María Kenia Zamora Rosete
Segundo suplente: Prof. José de Jesús Recillas Mota

Sitio donde se desarrolló el tema:

**Laboratorio de Análisis Físicos y Químicos del Ambiente (LAFQA), del
Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México**

Asesor del Tema:

Dr. Mario Villalobos Peñalosa

Sustentante:

Claudia Merino Sánchez

Dedicatoria

*A Mauricio Molina
Gracias por todo.*

Agradecimientos

Quiero agradecer...

A mis cuatro pilares, a quienes amo con todo mi ser y que me han apoyado siempre, incondicionalmente:

Mi madre quien con su paciencia infinita, aguantó todas mis neurosis y, a pesar de ellas, siempre me extendió una mano de ayuda.

Mi padre quien con sus enseñanzas, me ha ayudado a desarrollarme como mejor persona

Mi hermano Arturo quien con su confianza, me ha dado fuerza y ánimos para seguir caminando.

Mi hermano Edgar quien me regaló los Ecos de remembranza de nuestra hermandad.

A mi familia por su amor, comprensión y ayuda todo este tiempo.

A mis amigos entrañables, Arya, Brondo y Tapia, por todos los momentos compartidos pero sobre todo, por haber creado junto conmigo un espacio de libertad y confianza, el cual ha sido de vital importancia para mí.

A mis "hermanos" del laboratorio, Alma, Ajax, Humberto, Jorge y Odette, por sus bromas, consejos, regaños y ayuda.

A mi asesor, el Dr. Mario Villalobos Peñalosa, por su guía y consejo en la realización de este proyecto.

A la Dra. Margaret Handley por su confianza y por invitarnos a participar en este proyecto.

A Celeste Hall y James Grieshop por su colaboración en el desarrollo de esta investigación.

A la familia Aquino por abrirme las puertas de su casa, por su ayuda y su bondad

A las M. en C. Pilar Fernández, María de la Paz Orta e Hilda Rivas por su ayuda y sus enseñanzas en el manejo de los equipos.

A mis compañeros Belén Ramírez y Pedro Bazán por su colaboración inicial en el proyecto.

A la UNAM por mi educación profesional.

ÍNDICE

Introducción	1
---------------------	---

Capítulo 1. Antecedentes

1.1 Justificación	3
1.2 El plomo y el mundo	4
1.3 Situación minera en Oaxaca	6
1.4 El barro vidriado de Atzompa	7
1.5 Efectos del plomo en la salud	8

Capítulo 2. Hipótesis y objetivos

2.1 Objetivos generales	11
2.2 Objetivos particulares	11
2.3 Hipótesis	11

Capítulo 3. Parte experimental

3.1 Zona de muestreo	12
3.2 Muestreo	13
3.3 Entrevistas	18
3.4 Tratamiento de muestras	18
3.5 Disponibilidad de Pb(II) en utensilios de barro vidriado	19
3.6 Análisis de Pb(II) total	20
3.7 Análisis por ICP-AES para otros metales	21
3.8 Calidad de las mediciones	22

Capítulo 4. Resultados

4.1 Calibraciones de las mediciones de plomo por EAA	23
4.2 Contenidos de Pb(II) total en muestras	24
4.3 Contenido de Pb(II) total en muestras por muestreo	25
4.3.1 Resultados del primer muestreo	26
4.3.2 Resultados del segundo y tercer muestreo	26
4.3.3 Resultados del cuarto muestreo	27
4.3.4 Resultados del quinto muestreo	28
4.3.5 Resultados del sexto muestreo	30
4.4 Calibraciones de las mediciones de otros metales por ICP-AES	31
4.5 Resultados de mediciones para otros metales por ICP-AES	34
4.6 Entrevistas personales	36

4.7 Resultados de la disponibilidad de Pb(II) en utensilios de barro vidriado	38
Capítulo 5. Discusión	
5.1 Primeros tres muestreos	42
5.2 Cuarto y quinto muestreos	43
5.3 Sexto muestreo	46
5.4 Experimentos de extracción de plomo en utensilios de barro vidriado	47
Capítulo 6. Conclusiones	50
Bibliografía	54
Apéndice A	56
Apéndice B	64
Apéndice C	66
Apéndice D	73
Apéndice E	79
Apéndice F	82
Apéndice G	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Condiciones de operación del equipo ICP-AES.	21
Cuadro 2	Condiciones de análisis para cada elemento por ICP-AES.	21
Cuadro 3	Resumen de muestras recolectadas y analizadas que presentaron niveles detectables de Pb(II) total.	25
Cuadro 4	Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del primer muestreo realizado.	26
Cuadro 5	Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del segundo y tercer muestreos realizados.	26
Cuadro 6	Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del cuarto muestreo realizado.	27
Cuadro 7	Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del quinto muestreo realizado.	28
Cuadro 8	Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del sexto muestreo realizado.	30
Cuadro 9	Límites de detección para los metales analizados por ICP-AES.	34
Cuadro 10	Resultados de mediciones para otros metales con ICP-AES.	35

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Mapa de los 30 distritos políticos de Oaxaca.	12
Ilustración 2	Mapa de carreteras y algunos sitios de interés turístico de Oaxaca.	14
Ilustración 3	Foto de camino que rodea la zona de residuos de Santa Inés Yatzeche.	16
Ilustración 4	Foto de jales mineros de Santa Inés Yatzeche.	16
Ilustración 5	Cazuela de barro vidriado de la familia X.	17
Ilustración 6	Chirmolera de barro vidriado de la familia Z.	17
Ilustración 7	Foto de la prueba colorimétrica en cazuela de barro de la familia Y.	31
Ilustración 8	Mujer moliendo especias en una chirmolera de barro vidriado.	45
Ilustración 9	Preparación de pepitas en cazuela de barro vidriado.	45

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1	Curva de calibración de plomo por EAA de absorbancia (A) vs. concentración, para $\lambda = 217$ nm.	23
Gráfica 2	Curva de calibración de plomo por EAA de absorbancia (A) vs. concentración, para $\lambda = 283.3$ nm.	23
Gráfica 3	Curva de calibración de plomo por EAA de absorbancia (A) vs. concentración, para $\lambda = 261.4$ nm.	24
Gráfica 4	Curva de calibración para Al	31
Gráfica 5	Curva de calibración para Ca	32
Gráfica 6	Curva de calibración para Cu	32
Gráfica 7	Curva de calibración para Fe	32
Gráfica 8	Curva de calibración para Mg	33
Gráfica 9	Curva de calibración para Mg	33
Gráfica 10	Curva de calibración para Pb	33
Gráfica 11	Curva de calibración para Zn	34
Gráfica 12	Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en cazuela de barro vidriado de familia X.	38
Gráfica 13	Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en cazuela de barro vidriado de familia Y.	39
Gráfica 14	Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en chirmolera de barro vidriado comprada en la central de abastos de Oaxaca.	39
Gráfica 15	Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en cazuela de barro vidriado comprada en la central de abastos de Oaxaca.	39
Gráfica 16	Cinética de desorción de plomo con ácido acético (0.7M) en cazuela de barro vidriado de familia X.	40
Gráfica 17	Cinética de desorción de plomo con ácido acético (0.7M) en cazuela de barro vidriado de familia Y.	40
Gráfica 18	Cinética de desorción de plomo con ácido acético (0.7M) en chirmolera de barro vidriado comprada en el mercado de Oaxaca.	41

INTRODUCCIÓN

En una clínica del condado de Monterey, California se realizan de manera rutinaria exámenes sanguíneos a mujeres embarazadas y niños menores de seis años, que incluyen detección y cuantificación de plomo. Los resultados han mostrado que una población considerable de pacientes de la clínica presenta niveles de plomo en sangre considerados tóxicos (≥ 10 mg/dL), y que la mayoría de esta población proviene del estado de Oaxaca, México, en específico del Distrito de Zimatlán. El personal de la clínica y la epidemióloga Dra. Margaret Handley de la Universidad de California en San Francisco comenzaron a investigar sobre las posibles fuentes de contaminación desde el 2003. Con base en visitas, encuestas y análisis puntuales, desecharon las más comunes, como son pinturas de pared, cerámica artesanal y tuberías de agua potable y, luego de analizar una gran variedad de tipos de comida que dichos pacientes importan regularmente de Oaxaca, sólo se encontraron concentraciones elevadas de plomo en muestras de chapulines preparados provenientes de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca con contenidos variables de 3 a 2300 mg/Kg¹

Los efectos nocivos por exposición al plomo están bien documentados en mujeres embarazadas e incluyen anemia e hipertensión, los cuales pueden causar ataques y nacimientos prematuros o abortos espontáneos.² El Pb(II) se considera una especie potencialmente peligrosa debido a que puede ingresar al metabolismo humano sustituyendo al Ca(II), alterando así todos los procesos donde interviene dicho catión. Aun en concentraciones muy bajas altera las interacciones neuronales, lo que se ve reflejado en una aparente disminución de IQ en niños.³

En el 2004, la Dra. Margaret Handley buscó la colaboración del Dr. Mario Villalobos del Instituto de Geografía de la UNAM para identificar la fuente de plomo

¹ Handley, Margaret, *et al.* "Globalization, Binational Communities, and Imported Food Risks: Results of an Outbreak Investigation of Lead Poisoning in Monterey County, California" en *American Journal of Public Health*, núm. 97, año 2007, p.p. 900-905.

² Bellinger, David C. "Tetratogen Update: Lead and Pregnancy" en *Birth Defects Research (Part A)*: *Clinical and Molecular Teratology*, núm. 73, año 2005, p.p. 411-414.

³ Bellinger, David C.*et al.* "Low-Level Lead Exposure, Intelligence and Academic Achievement: A Long-term Follow-up Study" en *Pediatrics*, núm. 90, año 1992, p.p. 857-858.

en Zimatlán de Álvarez, Oaxaca, presumiblemente por contaminación ambiental. Se realizaron entonces dos colectas aleatorias y a criterio en la zona, que incluían suelos, plantas, alimentos (provenientes de un mercado en Zimatlán) y chapulines (tanto preparados como frescos) que se analizaron por métodos espectroscópicos, absorción atómica de flama (EAA) y de emisión de plasma inductivamente acoplado (ICP-AES). En los resultados no se encontraron cantidades significativas de plomo en ninguna de las muestras, salvo en algunos chapulines preparados de venta en el mercado de Zimatlán (de 2 a 45 mg/Kg).

El proyecto de esta tesis de investigación comenzó con estos antecedentes y mi trabajo consistió en diseñar y realizar las investigaciones necesarias para determinar la fuente de contaminación. Se propusieron dos hipótesis que fueron los enfoques de este trabajo. Una contemplaba a suelos contaminados como potenciales fuentes de contaminación de plomo, debido a la historia minera de estas regiones de Oaxaca, por lo que se analizaron muestras de suelos y jales de distintas localidades de la región. La otra, proponía a utensilios de barro utilizados en la preparación de ciertos alimentos como la principal fuente de exposición al plomo.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Justificación

En el 2003 se condujo una investigación epidemiológica a cargo de la Dra. Margaret Handley en el condado de Monterey, California, debido a que varios pacientes ginecobstétricos y pediátricos de una clínica en Seaside presentaban niveles elevados de plomo en sangre. Esta investigación reunió la información de casos de mujeres embarazadas y niños menores de seis años de tres clínicas del condado, encontrando el mayor número de casos de intoxicación por plomo en la clínica de Seaside.¹

Se revisaron 146 casos de niños de la clínica de Seaside que presentaban niveles de plomo por arriba de los 10 µg/dL en sangre, en el lapso de 1997 al 2001, de los cuales el 95% provenían de América Latina y el 28% había nacido en México. De los 35 niños nacidos en México, 26 eran del estado de Oaxaca.

En el caso de las mujeres, entre noviembre del 2002 y agosto del 2003, se reclutaron a 214 mujeres en la investigación, de las cuales 25 presentaron niveles de plomo por arriba de los 10 µg/dL. Las 25 mujeres provenían de México, 24 de ellas venían de Oaxaca y 19 eran del distrito de Zimatlán.

El Departamento de Salud del Condado de Monterey había realizado ya varias investigaciones en California sobre posibles fuentes de exposición a plomo en estas poblaciones; sin embargo, no se identificaron las fuentes más comunes de contaminación por plomo como tuberías de agua potable, pinturas de pared, suelos contaminados, cerámica artesanal o remedios caseros.

Al investigar la fuente de exposición a plomo en el caso de un niño de dos años de la clínica de Seaside, quien presentó 36 µg/dL de plomo en sangre, se encontró que este niño había consumido chapulines enviados por sus familiares de San Pablo Huixtepec (distrito de Zimatlán), Oaxaca, que contenían 2300 mg/Kg de plomo. Este caso y la incidencia de contaminación por plomo en la población

¹ Para todo el presente subcapítulo véase Handley, *op. cit.* p. 900 y ss.

emigrante de Oaxaca levantaron la sospecha que la fuente de contaminación por plomo podía ser ciertos alimentos importados de México. Esto condujo a la realización de entrevistas a las mujeres que participaron en la investigación sobre el consumo de alimentos importados de México. Los resultados mostraron que el 61% del total consumían con frecuencia estos alimentos, 109 mujeres que presentaron niveles de plomo por debajo de los 10 µg/dL y 21 mujeres cuyos niveles estaban por encima de dicho nivel.

Se analizaron distintas muestras de alimentos que provenían de Oaxaca, encontrando muestras de chapulines contaminadas con plomo que contenían desde 3 hasta 2300 mg/Kg. Los estudios no determinaron si el plomo había entrado a la cadena trófica, si se trataba de plomo proveniente de polvo, o si era producto del proceso de preparación.

En el 2004 la Dra. Handley contactó al Dr. Mario Villalobos para encontrar la fuente de contaminación de estos chapulines. Debido a que el mayor número de mujeres con concentraciones elevadas de plomo en sangre provenía del distrito de Zimatlán, Oaxaca, y a que en esta zona se recolecta una gran proporción de los chapulines consumidos localmente, el Dr. Mario Villalobos realizó una colecta aleatoria y a criterio de muestras que incluían chapulines frescos en Zimatlán de Álvarez, Oaxaca. Los resultados indicaron que sólo algunos de los chapulines preparados de venta en el mercado de Zimatlán contenían concentraciones considerables de plomo (de 2 a 45 mg/Kg)².

La presente tesis de investigación surge del planteamiento de este problema y tiene como objetivo determinar la ruta de exposición a plomo de esta población emigrante del distrito de Zimatlán, Oaxaca.

1.2 El plomo y el mundo

El plomo generalmente se encuentra en la naturaleza en formas poco solubles. Son las actividades antropogénicas las que han incluido al plomo como un factor de riesgo en la vida cotidiana del hombre. La contribución natural de plomo está dada, principalmente, por la erosión del suelo y las emisiones volcánicas, pero son

² Análisis realizados por Pedro A. Bazán Gómez y Belén E. Ramírez Cordero en el Laboratorio de Análisis Físicos y Químicos del Ambiente (LAFQA) del Instituto de Geografía de la UNAM.

las actividades mineras e industriales las que han contribuido en un 90% a la contaminación ambiental, haciendo de este un problema a nivel mundial.³

La extracción del plomo a grandes escalas, así como de otros metales, se ha incrementado a partir de la Revolución Industrial; sin embargo, la extracción de este metal no sólo proviene de su demanda dentro de la industria, sino también como subproducto de la extracción de metales preciosos como oro y plata, en forma de galena (sulfuro de plomo) que termina por incorporarse al ambiente en forma de polvos donde contamina el aire y el suelo.⁴

Los usos que el hombre le ha dado al plomo han sido muy diversos. El plomo se ha utilizado en acumuladores de automóviles, en el esmaltado de la cerámica, la producción y sellado de tuberías de agua potable, en soldaduras de envases de alimentos, en pigmentos y pinturas de interiores y como recubrimiento de cables. Todas estas actividades corresponden a las fuentes fijas de contaminación. Durante varios años, la industria automotriz utilizó al tetraetilo de plomo como antidetonante en gasolinas, que ha sido la principal fuente móvil de exposición al plomo en el mundo.⁵

Debido a la alta incidencia de intoxicaciones por plomo en la población mundial, muchos países han tomado medidas para disminuir la exposición a este metal. En varios países se han establecido normas de producción donde se prohíbe el uso del plomo en la industria alimenticia, así como en los pigmentos y pinturas de interiores. No sólo se detuvo la producción y sellado de tuberías de agua con plomo, sino que se crearon programas para la sustitución de aquéllas ya instaladas. Los avances tecnológicos hacia materiales más competitivos y eficientes sustituyeron al plomo en el recubrimiento de cables. Se establecieron normas de calidad⁶ con respecto a la concentración permisible de plomo

³ Organización de Cooperación y Desarrollo Económico. *Risk Reduction Monograph No. 1. Lead, Background and National Experience with Reducing Risk*. Paris, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, 1993. p.p. 11-16, 69-72.

⁴ Spiro, Thomas G. y William M. Stigliani. *Química Medioambiental*, traducción de Yolanda Madrid Albarrán 2ª ed. Madrid, Pearson Prentice Hall, 2004. p.p. 452-457.

⁵ *Ibidem*, p.p. 241, 242.

⁶ Los límites de plomo disponible en artículos de cerámica vidriada establecidos por la agencia gubernamental de alimentos y fármacos de EEUU (FDA) son: 2,0 mg/L en piezas huecas chicas (profundidad >25 mm y una capacidad <1,1 L) y 1,0 mg/L en piezas huecas grandes (profundidad > 25 mm; capacidad ≥1.1 L) véase http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/cpg/cpgfod/cpg545-450.html

disponible en el vidriado⁷ de la cerámica. En Estados Unidos, a mediados de los años setenta, los aditivos de plomo en las gasolinas fueron eliminados y, para los noventa, varios países como Argentina, Brasil, México, Canadá y muchos otros siguieron esta medida. ⁸El establecimiento y acatamiento de estas disposiciones ha resultado en una clara y rápida reducción de los niveles de plomo en el ambiente y, por tanto, una importante disminución en la exposición del mismo a la población.

En 1990, la producción mundial de plomo fue de 5.6 millones de toneladas y el mayor consumo de plomo correspondió a la industria de los acumuladores con una demanda del 67%.⁹

1.3 Situación minera del Distrito de Zimatlán

El estado de Oaxaca cuenta con varios yacimientos de minerales metálicos y no metálicos que, en su mayoría, fueron descubiertos y explotados a partir del siglo XVI. La actividad minera en Oaxaca, a pesar de ser una actividad económica importante, ha tenido interrupciones periódicas a través de la historia, lo que ha provocado altibajos en la producción.¹⁰

El estado cuenta con 17 regiones mineras. La región minera de Tlacolula comprende la porción centromeridional de la entidad, albergando el mayor número de distritos y zonas mineralizadas del estado. Entre los distritos mineros pertenecientes a esta región tenemos a Taviche, Ejutla-Los Ocotes y San José de Gracia.

El distrito minero de Taviche se localiza al sureste de la ciudad de Oaxaca y comprende parte de los distritos políticos de Ocotlán de Morelos, Ejutla de Crespo, Zimatlán y Zaachila. Este distrito cuenta con yacimientos de metales preciosos de gran densidad, lo que permite que su explotación sea costeable. Las primeras

⁷ Capa vítrea que recubre una pieza de barro.

⁸ Spiro, *op.cit.* p. 454.

⁹ Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, *op. cit.* p. 12.

¹⁰ Para todo el presente subcapítulo véase Consejo de Recursos Minerales. *Monografía geológica-minera del estado de Oaxaca*. México. Consejo de Recursos Minerales, 1996, p.p. 101-105, 185-193, 249.

actividades mineras de este distrito datan del año 1580, pero es en 1907 que tiene un mayor auge, cuando más de 59 minas se encontraban en explotación.

Los minerales más abundantes de estas vetas son óxidos y sulfuros de oro, plata, cobre, zinc y plomo, y algunas de las principales minas del distrito son: el Cubilete, la Altona, Verónica, San Jorge y la Colmena.

La Colmena es una mina que se encuentra cerca de la población de San Jerónimo Taviche y cuya planta de procesamiento se ubica en la población de Santa Inés de Yatzeche (distrito de Zimatlán) aunque ya abandonada. Esta planta se encontraba en actividad hasta 1992 y era la segunda más importante de beneficios minerales metálicos del estado, con una capacidad de 200 t/día. De la Colmena, se extraían minerales de oro y plata, que como se mencionó anteriormente, en su extracción se incluyen compuestos de plomo que, al no ser procesados, se incorporan a los residuos. Actualmente, tanto la mina como la planta se encuentran en inactividad; sin embargo, los residuos mineros permanecen en la población de Santa Inés Yatzeche a la intemperie.

1.4 El barro vidriado de Atzompa

En Oaxaca existen tres poblaciones que son conocidas particularmente por su producción alfarera de gran belleza: San Bartolo Coyotepec, donde se trabaja el barro negro; San Marcos Tlapazola que trabaja el barro rojo y Santa María Atzompa donde trabajan la loza vidriada con greta (óxido de plomo).¹¹

El óxido de plomo en el vidriado tiene como principal función ser un reactivo fundente y su preferencia sobre otros se debe a su fiabilidad, ya que funde gradual y suavemente. Esto le da a la cerámica características preferentes en cuanto a su estética, la superficie queda libre de imperfecciones, con colores vivos, brillantes y profundos.¹² Se dice que *la belleza tiene un costo*, el costo que ha tenido el incluir el óxido de plomo al proceso del vidriado, se ve reflejado en la

¹¹ Álvarez, Luis Rodrigo. *Geografía General del Estado de Oaxaca*. México, Ediciones Carteles, 1994. p.p. 398-402.

¹² López, Tessa María. *El mundo mágico del vidrio* [recurso electrónico] México, Fondo de Cultura Económica-ILCE, 2000 [s.p.]
[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/sec_10.html].

ingesta de este compuesto tóxico por los seres humanos.

Todo vidriado contiene sílice y un reactivo fundente, en algunos casos se le añade alúmina como componente adherente y óxidos de diversos metales para darle color. La selección del fundente y la proporción de éste con respecto a la sílice dependerán del barro con el que se trabaje, además de la textura y el color que se quieran obtener. Existen pocos fundentes que por si solos fundan con la sílice a temperaturas menores de los 1000 °C ¹³ y son necesarios para vidriar piezas de barro de baja temperatura. El óxido de plomo es uno de ellos, además de que posee una expansión térmica muy similar a la arcilla (Hamilton, 1989), lo que evita el cuarteado del vidriado, y se puede mezclar con distintos óxidos metálicos sin alterar los colores que éstos le proporcionan al objeto artesanal. El problema de utilizar el vidriado con greta es que este fundente es tóxico y, si no se alcanza una temperatura por arriba de los 990 °C durante la cocción o se trabaja con cobre¹⁴ para colorearlo, queda disponible en la superficie de la pieza de barro y puede solubilizarse al tener contacto con un ácido.¹⁵ Cuando esta pieza tiene una funcionalidad como utensilio de cocina y se almacena o prepara en él algún alimento de tipo ácido, el plomo se incorpora al alimento, lo que representa un riesgo a la salud de la persona que lo ingiere.

La producción de la loza vidriada de Atzompa incluye tanto objetos de ornamento, como utensilios de cocina (cazuelas, *chirmoleras*¹⁶, jarros y vajillas). El uso de ollas de barro para la preparación de alimentos es una práctica común en México y, en Oaxaca, la gente utiliza distintos utensilios de barro para prepararlos. La chirmolera se utiliza para moler especias y se prefiere ante el molcajete de piedra ya que no es tan poroso; las cazuelas de barro se utilizan generalmente para preparar alimentos tradicionales, desde frijoles y mole, hasta chapulines; en los jarros se bate y sirve el chocolate. La preferencia del uso de estos utensilios de barro sobre otros reside en las costumbres, aunque varias personas afirman que “los alimentos saben diferente”, es decir, mejor.

La alfarería de Atzompa se comercializa en varias regiones de Oaxaca. En

¹³ Casson, Michael. *Alfarería Artesana*. 2ª ed., España, Ediciones CEAC, 1991, p.p. 81-84.

¹⁴ El óxido de cobre le da al vidriado una coloración verde intenso.

¹⁵ Hamilton, David. *Alfarería y Cerámica*. 2ª ed. España, Ediciones CEAC, 1989. p.p. 124-134.

¹⁶ Molcajetes de barro vidriado.

los días de las fiestas tradicionales de diversos poblados, los alfareros de Atzompa venden sus artesanías en los mercados ambulantes, además de los puestos de mercados fijos y tiendas artesanales donde también podemos encontrar estos objetos de barro.

1.5 Efectos del plomo en la salud

El plomo es un metal pesado del que no se ha encontrado ninguna función fisiológica en los seres humanos y se han descrito varios efectos adversos que éste tiene sobre procesos metabólicos esenciales.

La absorción del plomo puede darse por inhalación, ingestión o vía percutánea. Los efectos de éste sobre el organismo no sólo dependerán de la concentración, el tipo de compuesto y el tiempo de exposición, sino también de la edad, el estado fisiológico y la integridad del organismo en sí. Una vez que el plomo es absorbido, se distribuye en todo el organismo acumulándose en ciertos compartimientos, como la sangre, los tejidos blandos y los huesos.¹⁷ En éste último es donde hay una mayor acumulación, esto se debe a que el Pb(II) puede ingresar al metabolismo en sustitución del Ca(II).

A la intoxicación por plomo se le conoce como saturnismo¹⁸ y la gravedad de la intoxicación está dada por la concentración de plomo en sangre. La Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y la Prevención de enfermedades de EEUU (CDC) consideran tóxica una concentración de plomo en sangre $\geq 10 \mu\text{g/dL}$.

Un adulto con altas concentraciones de plomo puede presentar síntomas como: anemia, convulsiones, letargo, dolor abdominal, o vómito recurrente, síntomas que no son exclusivos de una intoxicación por plomo y, por tanto, muchas veces suele confundirse con otras enfermedades.

La exposición crónica o aguda a este metal puede conducir a daños en el

¹⁷ Méndez Tovar, María del Socorro. *Consecuencias humano toxicológicas provocadas por la contaminación con plomo* [Tesis de licenciatura en Medicina], Cuautitlán, Edo. De México, UNAM-Edición del autor, 1993. p.p. 28-32.

¹⁸ En la antigüedad, los alquimistas llamaban “saturno” al plomo, de ahí el nombre de esta enfermedad.

funcionamiento cardiovascular¹⁹ y encefalopatía, enfermedades que ponen en riesgo la vida y requieren de un tratamiento agresivo y oportuno.

La población de mayor riesgo a la exposición al plomo son niños y mujeres embarazadas. El plomo puede afectar, inclusive en concentraciones bajas, el sistema nervioso central de los niños, causando retardo psicomotriz, disminuyendo su capacidad auditiva y alterando su desarrollo cognitivo, que se ve reflejado en una disminución de su IQ.²⁰ Concentraciones de plomo inclusive por debajo de los 10 µg/dL, aumentan los riesgos de hipertensión durante el embarazo y abortos espontáneos.²¹

El plomo presente en el torrente sanguíneo de una mujer embarazada puede atravesar la placenta, lo que puede causar daños en el crecimiento y el desarrollo neuronal del feto. Se ha demostrado también que existe una movilidad del calcio de los huesos de la madre al feto, lo que involucra la posibilidad de que el feto esté expuesto al plomo acumulado en los huesos de una madre que ha sufrido una larga exposición al plomo anterior al embarazo.²²

La FDA establece que los límites de ingesta de plomo son: 6 µg/día para niños menores de 6 años, 15 µg/día para niños mayores de 6 años, 25 µg/día para mujeres embarazadas, y 75 µg/día para el resto de la población.²³

¹⁹ Kopp, Stephen J., *et al.* "Cardiovascular Actions of Lead and Relationship to Hypertension: A Review" en *Environmental Health Perspectives*, núm. 78, 1988, p. 98.

²⁰ Bellinger, David C., *et al.* "Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure on infants' early cognitive development". En *New England Journal of Medicine*, núm. 316, 1987, p. 1039.

²¹ Bellinger, "Tetratogen Update...", en *op. cit.* p. 414.

²² *Ibidem*, p. 415-417.

²³ Committee on Environmental Health. "American Academy of Pediatrics: Screening for Elevated Blood Lead Levels". En *Pediatrics*, vol. 101, 1998, p. 1075.

CAPÍTULO 2

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

El objetivo de esta investigación es determinar el origen de la fuente de plomo y las rutas específicas de exposición a la población emigrante de Zimatlán, Oaxaca, al Condado de Monterey, California.

2.2 Objetivos particulares

(1) Identificar materiales naturales, residuales, sintéticos, y comestibles (especialmente chapulines) del distrito de Zimatlán, Oaxaca que contengan niveles elevados de plomo y determinar su concentración, (2) determinar si los comestibles exportados a California contienen niveles elevados de plomo, (3) determinar en muestras seleccionadas los mecanismos de disponibilidad del plomo contaminante en el área de estudio.

2.3 Hipótesis

- (1) Se encontrarán materiales tanto naturales como residuales y sintéticos, incluyendo comestibles (sobre todo chapulines), con altos contenidos de plomo en el Distrito de Zimatlán, Oaxaca.
- (2) Los materiales comestibles exportados que contienen altos contenidos de plomo se contaminan ya sea por polvos de residuos de minas, o por los métodos de preparación culinaria que emplean utensilios de barro vidriado que contienen plomo.
- (3) El plomo se disponibiliza de polvos de residuos de mina por medio de transporte

eólico.

- (4) El plomo se disponibiliza de utensilios de barro vidriado por procesos de disolución del vidriado.

En este municipio, la población se dedica básicamente al pequeño comercio, servicios, actividades burocráticas y actividades industriales en menor escala, no sucediendo así en gran parte de sus agencias que basan su economía en la agricultura de temporal. Gran parte de la economía del municipio tiene su sustento en los flujos monetarios provenientes del trabajo realizado por braseros que se emplean en los Estados Unidos de Norteamérica.²

3.2 Muestreo

Se realizaron seis muestreos a lo largo de este proyecto. Cada muestreo realizado tenía un enfoque específico y, según los resultados que obteníamos al analizar las muestras, se planeaba el siguiente muestreo.

Muestreo 1 realizado del 19 al 23 de abril del 2005

Los antecedentes sólo indicaban que algunos chapulines preparados enviados a California y otros, provenientes del mercado de Zimatlán, estaban contaminados con plomo. Este primer muestreo lo realizaron colaboradores de este proyecto en Zimatlán de Álvarez, Oaxaca, y tomaron muestras que incluyeron chapulines preparados adquiridos en el mercado de Zimatlán, algunos suelos y colorantes artificiales, ya que se les había informado que algunas personas utilizaban estos colorantes en la preparación de chapulines (ver apéndice A, cuadro A1). Las muestras fueron colectadas y guardadas en bolsas de plástico y se llevaron al laboratorio donde se registraron, y se almacenaron. Las muestras orgánicas se refrigeraron.

Muestreo 2 realizado el 29 de octubre del 2005

El segundo muestreo se enfocó únicamente a colectar muestras de chapulines preparados. El muestreo lo realicé en mercados fijos tanto de la ciudad de Oaxaca, como de Zimatlán de Álvarez (ver apéndice A, cuadro A2). La adquisición de estas muestras se me complicó debido a que la temporada de recolecta de chapulines había terminado y la

² *Idem.*

venta de chapulines preparados era escasa, por esta razón sólo pude obtener seis muestras de chapulines preparados. Las muestras se colectaron en bolsas de plástico y se llevaron al laboratorio donde se registraron y refrigeraron.

Muestreo 3 realizado del 4 al 13 de febrero del 2006

En el tercer muestreo se buscaba determinar si este problema era propio del distrito de Zimatlán o si se extendía a otras regiones, por lo que investigué los días de mercado de distintos pueblos de Oaxaca cercanos al distrito de Zimatlán de Álvarez (Ilus. 2). Visité los pueblos de Atzompa, Ejutla, Coyotepec, Jaltetza, Miahuatlán, San Antonino Castillo Velasco, Zimatlán, Ayoquezco, Villas de Etla, Ocotlán y Zaachila, aunque sólo obtuve muestras en los últimos cuatro. Adquirí chapulines preparados en cada puesto de los distintos mercados, tanto fijos como ambulantes (ver apéndice A, cuadro A3). Las muestras se colectaron en bolsas de plástico y se llevaron al laboratorio donde se almacenaron en refrigeración.



Ilustración 2. Mapa de carreteras y algunos sitios de interés turístico de Oaxaca.

Muestreo 4 realizado del 9 al 11 de octubre del 2006

El cuarto muestreo se realizó en el distrito de Zimatlán y se visitaron tres pueblos: San Pablo Huixtepec, Santa Inés Yatzeche y Zimatlán de Álvarez. Este muestreo tuvo varios enfoques.

En primera instancia, se hizo contacto con una persona que realiza envíos de alimentos desde San Pablo Huixtepec a distintos lugares de California, EEUU. Esta persona nos permitió tomar muestras aleatorias de algunos de los envíos, que incluían *tlayudas*³, chapulines y pepitas⁴ preparados (ver apéndice A, cuadro A4).

Por otro lado, en el pueblo de Santa Inés se visitó, específicamente, la zona de depósito de residuos mineros de la mina *La Colmena* (San Jerónimo Taviche) de la cual se tomaron varias muestras de jales, suelos y agua (Ilus. 3 y 4). En las muestras de agua se incluyen aquellas tomadas de pozos de agua potable de San Pablo Huixtepec (ver apéndice A, cuadro A5).



Ilustración 3. Foto de camino que rodea la zona de residuos de Santa Inés Yatzeche.



Ilustración 4. Foto de jales mineros de Santa Inés Yatzeche.

³ Tortillas típicas Oaxaqueñas.

⁴ Semillas de calabaza.

En Zimatlán de Álvarez, se trabajó con la familia Aquino, a quienes se les pidió nos prepararan algunos alimentos como chapulines y chocolate para analizarlos (ver apéndice A, cuadro A6).

Muestreo 5 realizado del 5 al 9 de febrero del 2007

Tras la aprobación del proyecto por parte de la Universidad de Berkeley, en el quinto muestreo nos fue posible hacer contacto con algunas de las familias de Oaxaca que tienen familiares viviendo en Seaside, California y que han presentado niveles elevados de plomo en sangre. A estas familias se les invitó a participar en el proyecto, para lo cual, se les leyó una carta de consentimiento (ver apéndice B) y se les pidió que la firmaran. Su participación en el proyecto consistía en responder una entrevista (sección 3.2 Entrevistas) y que nos prepararan algún alimento en una cazuela de barro vidriado o que nos molieran especias en una chirmolera también de barro vidriado (Ilus. 5 y 6), según correspondiera a sus prácticas cotidianas de preparación de comida. En caso de que las familias contaran con suelos de cultivo, se les pidió que nos llevaran al lugar y que nos permitieran tomar muestras de suelos y plantas (ver apéndice A, cuadros A7, A8 y A9).



Ilustración 5. Cazuela de barro vidriado de la familia X.



Ilustración 6. Chirmolera de barro vidriado de la familia Z.

En este muestreo, también se recolectaron muestras de suelos y plantas de un campo de siembra cercano a la zona de desechos de mina de Santa Inés con el fin de determinar si

estos residuos estaban contaminando los suelos y, en consecuencia, los alimentos que ahí se siembran (ver apéndice A, cuadro A10).

Muestreo 6 realizado del 10 al 17 de mayo del 2007

En el sexto muestreo se visitó nuevamente a algunas de las familias que se habían visitado la última vez de San Pablo Huixtepec y Santa Inés, específicamente, aquellas a quienes sus alimentos resultaron contaminados con plomo en los análisis del muestreo anterior. Con el fin de continuar la investigación, a algunas de estas familias se les pidió que nos intercambiaran una de sus cazuelas de barro por una cazuela de peltre, que nos molieran nuevamente algunas especias en sus chirmoleras y, sólo a una de ellas, se le pidió que nos intercambiara su *comal*⁵ viejo por uno nuevo comprado en San Mateo. Adicionalmente a estas muestras, en el pueblo de San Mateo se compró otro comal de barro (además del que intercambiaríamos con una de las familias) y se adquirieron muestras del barro crudo con los cuales se hacen estos comales (ver apéndice A, cuadro A11). Los comales de barro se adquirieron para determinar si estas piezas también contenían plomo.

Antes de realizar el intercambio de los utensilios de barro, se realizaron pruebas colorimétricas sobre las cazuelas de barro y los comales con barras marca Lead Check SWABS, con el fin de detectar cualitativamente si estos objetos contenían plomo. Estas barras contienen compuestos que al reaccionar con 1 o más microgramos de plomo en una superficie presentan una coloración rosa o roja.

En la central de abastos de la ciudad de Oaxaca se compraron una cazuela y una chirmolera de barro vidriado de Atzompa, de esta manera contábamos con muestras de utensilios de barro vidriado nuevos y usados.

3.3 Entrevistas

Las entrevistas se realizaron con el objeto de obtener más información acerca de las costumbres alimenticias y los métodos de preparación de alimentos empleados por estas familias, así como determinar si existían fuentes probables de plomo a las que pudieran

⁵ Disco de barro, usado en México y América Central, para cocer las tortillas de maíz.

estar expuestas⁶. La idea era entrevistar al mayor número posible de familias en Oaxaca que tuvieran familiares con plomo en la sangre en Seaside, California. Sin embargo, sólo se pudo contactar y entrevistar a cuatro familias, tres de San Pablo Huixtepec (familias X, Y y Z) y una de Santa Inés (familia W)⁷. Las entrevistas incluyen preguntas sobre su salud; el consumo de ciertos alimentos, la frecuencia del consumo y los métodos de preparación; el uso que le dan a diversos utensilios de cocina; y posibles fuentes de plomo a los que pueden estar expuestos (ver apéndice C).

3.4 Tratamiento de muestras

Todas las muestras, excepto las cazuelas y la chirmolera de barro vidriado, se secaron en un horno (0 – 200 °C, marca J. M. Ortiz) a 80 °C y, según su naturaleza, permanecían en el horno hasta estar completamente secas. Posteriormente se molieron en un mortero de ágata hasta obtener un tamaño de partícula homogénea.

Una vez molidas, se pesó 0.5 g de las muestras inorgánicas y 0.3 g de las muestras orgánicas, ya que éstas últimas generan mayor presión en los vasos del horno de microondas de digestión. Cada muestra se trató por triplicado para obtener un dato estadístico confiable. Una vez molidas y pesadas, se sometieron a digestión con 10 mL de ácido nítrico concentrado (J.T. Baker, RA) en un horno de microondas marca CEM MARSX. En el horno se creó un programa específico con los siguientes parámetros: potencia a 1200 W, presión máxima a 300 PSI, se colocó una rampa de temperatura hasta 130 °C en 4'30"; otra rampa hasta 150 °C en 2'; una última rampa hasta 175 °C en 3' y se mantuvo esta temperatura por 4'30". Con este programa las muestras orgánicas se digieren totalmente, pero no así las muestras inorgánicas como suelos, en las que se obtiene un residuo refractario a estas condiciones de digestión. Por esta razón, las muestras inorgánicas se filtraron con papel filtro (Whatman 40 ashless circles 110 Dia) después de la digestión. Todas las muestras se aforaron en matraces de 50 mL con agua ultrapura (≥ 17 m Ω /cm).

⁶Para poder llevar a cabo las entrevistas, según las normas establecidas por las autoridades estadounidenses, me fue necesario tomar un curso en línea el cual me acreditaba como persona competente para realizar dicho trabajo. La página de Internet es: <http://cme.cancer.gov/clinicaltrials/learning/humanparticipant-protections.asp>

⁷No se mencionan los apellidos de estas familias para proteger su identidad.

3.5 Disponibilidad de Pb(II) en utensilios de barro vidriado

Las cazuelas de barro y la chirmolera se limpiaron con agua ultrapura y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se prepararon cuatro disoluciones de un litro de ácido cítrico 0.02 M (J.T. Baker, RA) y se vertió un litro de disolución en cada una de las ollas.⁸ Se dejaron en agitación, utilizando barras magnéticas, tapadas con papel plástico, por 24 horas a temperatura ambiente. Se tomaron alícuotas de 10 mL en los siguientes tiempos: 20', 40', 60', 2h, 4h, 8h, 12h, 20h y 24 h. Después de las 24 horas, las ollas se lavaron con un litro de agua nanopura por triplicado y se tomaron alícuotas de 10 mL en cada lavado. Cada alícuota se aforó a 50 mL con agua nanopura. Subsecuentemente, se limpiaron las cazuelas con agua nanopura y se dejaron secar. Se prepararon tres litros de disolución de ácido acético al 4% (J.T. Baker, RA) y se vertió un litro en cada una de las cazuelas. Se dejaron tapadas con papel plástico y en agitación por 24 horas a temperatura ambiente. Se tomaron alícuotas de 10 mL en los siguientes tiempos: 20', 40', 60', 2h, 4h, 8h, 12h, 20h y 24 h. Después de las 24 horas, las ollas se lavaron con un litro de agua nanopura por triplicado y se tomaron alícuotas de 10 mL en cada lavado. Cada alícuota se aforó a 50 mL con agua nanopura.

3.6 Análisis de Pb(II) total

Todas las muestras digeridas fueron analizadas por absorción atómica de flama en un espectrofotómetro marca VARIAN SpectrAA 110, usando una mezcla aire-acetileno, con un ancho de ventana de 1.0 nm y a diferentes longitudes de onda, en función del intervalo de concentraciones deseado, dada la alta variabilidad de las concentraciones de plomo en las muestras. Para bajas concentraciones se utilizó una longitud de onda de 217 nm, para concentraciones medias se utilizó una de 283.4 nm y para concentraciones muy altas se utilizó una de 261.4 nm.

⁸ Para simular la extracción de plomo producida por el jugo de limón en las cazuelas se siguió el modelo propuesto por Dulasiri Amarasiriwardena y Sara Tunstall en "Characterization of lead

and lead leaching properties of lead glazed ceramics from Solis Valley, Mexico, using inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) and diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFT)" en *Microchemical Journal*, núm. 73, 2002, p.p. 335-347.

Para cada sesión de lectura se prepararon por lo menos 5 disoluciones estándar de plomo. Según la longitud de onda con la que se trabajaba, se escogían los intervalos de concentraciones de las disoluciones estándar y según el tipo de muestra se elegía el tipo de matriz de la curva estándar.

Así, para las muestras de plantas, algunos alimentos y suelos (bajas concentraciones), la longitud de onda con la que se trabajó fue de 217 nm y se prepararon disoluciones de 50 mL de 0.25, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10 mg/L de Pb(II) con 10 mL de ácido nítrico concentrado como matriz.

Para las muestras de jales y algunos alimentos y suelos (concentraciones medias), se trabajó con la longitud de onda de 283.4 nm y se prepararon disoluciones de 50 mL de 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10, 15 y 20 mg/L de Pb(II) con 10 mL de ácido nítrico concentrado como matriz.

La longitud de onda de 261.4 nm se utilizó exclusivamente para el experimento con las cazuelas y chirmolera de barro vidriado, ya que estas muestras presentaban concentraciones muy altas de plomo. Se prepararon dos curvas de calibración con disoluciones de 50 mL de 7.5, 10, 15 mg/L y disoluciones de 25 mL de 25, 50, 100, 150 y 200 mg/L con 10 mL de ácido cítrico 0.02 M como matriz para una curva y con 10 mL de ácido acético 0.7 M como matriz para la otra curva.

3.7 Análisis por ICP-AES para otros metales

Para determinar si la contaminación provenía de los suelos, se realizó un análisis multielemental con un ICP-AES marca Termo Electron Corporation, modelo IRIS INTREPID II XSP Duo con las condiciones del aparato mostradas en el cuadro 1 y las condiciones de análisis para cada elemento que se muestran en el cuadro 2. La hipótesis establecida fue que si los chapulines con plomo eran contaminados a través de suelos, entonces también tendrían altos contenidos de otros metales, metales que se encuentran en suelos. Este análisis sólo se realizó a las muestras provenientes del primer y segundo muestreo. Se tomó esta decisión ya que el costo de éstos es muy elevado y, al obtener los resultados, nos dimos cuenta que las muestras de suelos presentaban concentraciones mucho mayores de otros metales que las concentraciones obtenidas en las muestras de chapulines.

Cuadro 1. Condiciones de operación del equipo ICP-AES.

Ajustes de la fuente	
Bombeo del nebulizador	
- Velocidad de la bomba para el transporte	130 rpm
- Velocidad de la bomba para el análisis	130 rpm
- Tiempo de relajación de la bomba	0
- Tipo de serpentines de la bomba	Tygon-orange
Potencia RF:	1150 W
Flujo del nebulizador	18.0 PSI
Gas auxiliar	1.0 lpm

Cuadro 2. Condiciones de análisis para cada elemento por ICP-AES.

Elemento	Longitud de onda [nm]	Visión
Ag	328.068	Radial
As	189.042	Axial
Ba	455.403	Radial
Be	313.402	Radial
Cd	226.502	Axial
Co	228.616	Axial
Cr	267.716	Radial
Cu	324.754	Radial
Mn	257.610	Radial
Mo	202.030	Axial
Ni	231.604	Axial
Pb	220.353	Axial
Se	196.090	Axial
Tl	190.864	Axial
V	292.402	Radial

Zn	213.856	Axial
Al	308.215	Radial
Ca	317.933	Radial
Fe	259.940	Radial
Mg	279.079	Radial

3.8 Calidad de las mediciones

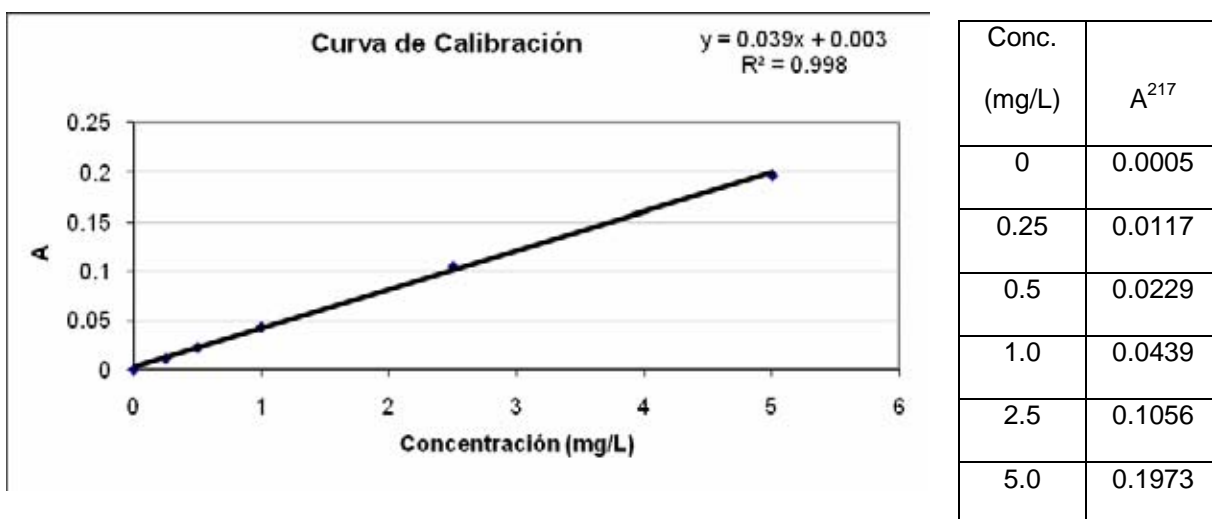
El LAFQA es un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), A.C. para la determinación de plomo (entre otros metales) en muestras ambientales, por lo que utiliza regularmente materiales de referencia apropiados para validar los métodos analíticos empleados por EAA. Por cada lote de muestras sometidas a digestión (n=14) se trabajó con un blanco y, por cada dos lotes, un control y una muestra adicionada. Todas estas soluciones contenían 10 mL de ácido nítrico concentrado y, tanto a los controles como a las muestras adicionadas, se les adicionó 250 µL de una solución estándar de Pb(II) de manera que al aforar a 50 mL quedara una concentración de plomo de 5 mg/L. Los resultados se muestran en el apéndice G.

RESULTADOS

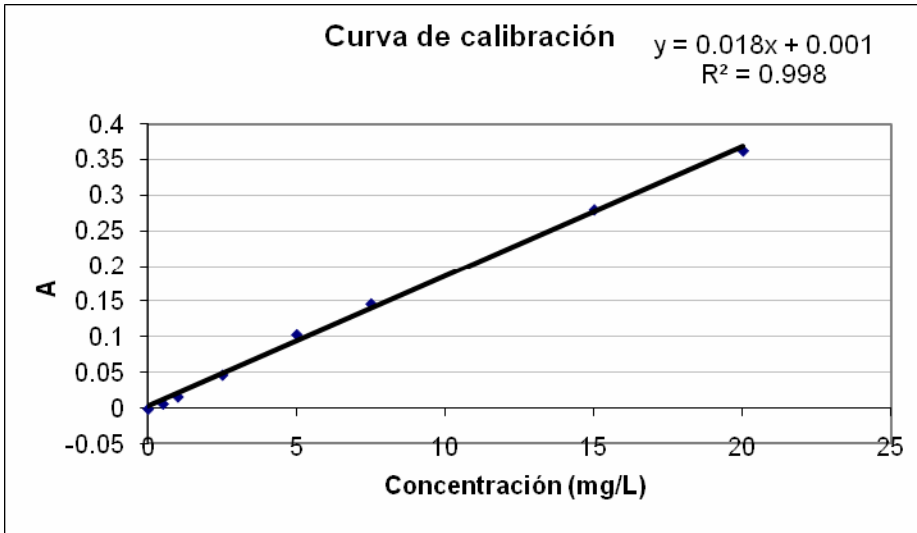
4.1 Calibraciones de las mediciones de plomo por EAA

A continuación se presentan tres curvas representativas de calibración para cada una de las longitudes de onda con las que se trabajó en EAA. Cada curva fue útil en un intervalo de concentraciones diferentes, de tal manera que en total fue posible abarcar un intervalo total de 0.25 mg/L a 200 mg/L.

Gráfica 1 Curva de calibración de plomo por EAA de absorbancia (A) vs. concentración, para $\lambda = 217$ nm.

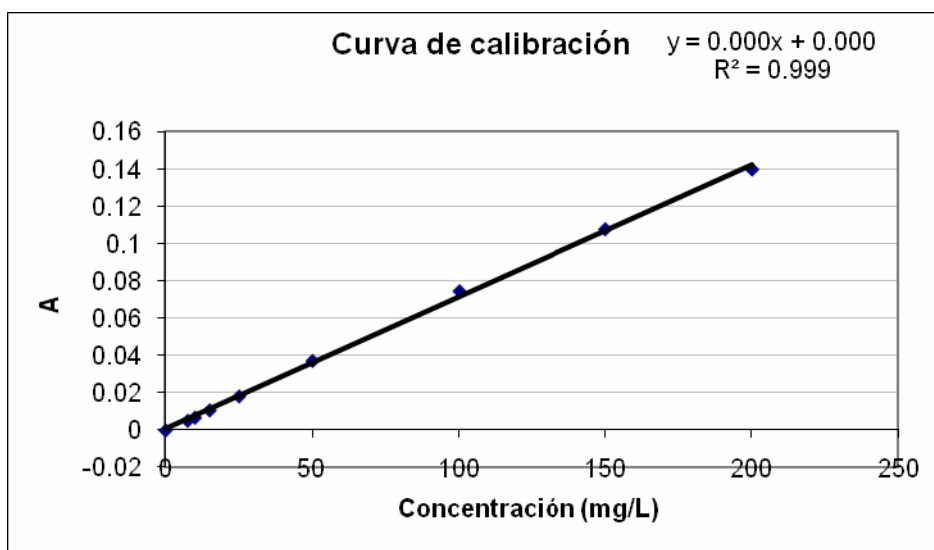


Gráfica 2 Curva de calibración de plomo por EAA de absorbancia (A) vs. concentración, para $\lambda = 283.3$ nm.



Conc. (mg/L)	A ^{283.3}
0	-0.0008
0.5	0.0063
1.0	0.0162
2.5	0.0466
5.0	0.103
7.5	0.146
15.01	0.2793
20.02	0.3616

Gráfica 3 Curva de calibración de plomo por EAA de absorbancia (A) vs. concentración, para $\lambda = 261.4$ nm.



Conc. (mg/L)	$A^{261.4}$
0	-0.0001
7.5	0.0051
10.01	0.0068
15.01	0.0107
25.02	0.0182
50.05	0.0372
100.1	0.0745
150.15	0.1077
200.2	0.1397

A todas las curvas de calibración se les aplicó una regresión lineal, que es la recta presentada en la gráfica con su ecuación correspondiente. La linealidad fue buena para las tres longitudes de onda, con valores de coeficiente de correlación R^2 arriba de 0.998.

Los límites de detección para cada longitud de onda se calcularon a partir de la desviación estándar de 10 mediciones de la concentración más baja de la curva de calibración multiplicada por tres. Así, los límites son 0.0082 mg/L, 0.097 mg/L y 0.042 mg/L para $\lambda = 217$ nm, 283.3 nm y 261.4 nm respectivamente. En el caso de las primeras dos longitudes de onda, las muestras que se analizaron eran sólidos digeridos, por lo cual los límites de detección se calcularon también en unidades de peso. Los resultados obtenidos fueron de 1.36 mg/kg para $\lambda = 217$ nm, para una muestra de 0.3 g, y 9.7 mg/kg para $\lambda = 283.3$ nm, para una muestra de 0.5 g.

4.2 Contenidos de Pb(II) total en muestras

El siguiente es un cuadro sinóptico de resultados que identifica las muestras que presentaron concentraciones detectables de Pb(II) total.

Cuadro 3 Resumen de muestras recolectadas y analizadas que presentaron niveles detectables de Pb(II) total

Tipo de muestra	Número de muestras colectadas	Número de muestras analizadas	Número de muestras contaminadas
Chapulines frescos ^a	6	6	0
Semillas de calabaza frescas	2	2	0
Chapulines preparados	40	40	10
Mole rojo	1	1	1
Tortilla	2	2	0
Chocolate	4	4	0
Pepitas preparadas	6	6	3
Especias y condimentos ^b	16	16	4
Frijoles	5	4	0
Chiles secos	5	5	0
Agua	7	7	0
Colorantes	2	2	0
Plantas ^c	17	7	0
Suelos	25	25	7
Jales mineros	6	6	6
Barro crudo	2	2	0
Total	146	135	31

^a Las cinco primeras muestras fueron colectadas y analizadas por el Dr. Mario Villalobos y Pedro Bazán Gómez.

^b En esta clasificación se incluyeron muestras de alimentos frescos como limón y ajo ya que ambos se utilizan para condimentar otros alimentos.

^c Se decidió que determinadas muestras de plantas colectadas no se analizaran ya que eran plantas secas que provenían de suelos, previamente analizados, que no contenían plomo.

Como puede observarse en el *Cuadro 3*, el 24% de las muestras analizadas mostraron contaminación por Pb(II) que corresponden a ciertos alimentos preparados, a jales mineros y sus suelos aledaños. Resulta interesante observar que el 25% de los chapulines preparados y el 100% de los jales mineros resultaron contaminados con plomo, mientras que las seis muestras de chapulines frescos no presentaron contaminación.

4.3 Contenido de Pb(II) total en muestras por muestreo

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada muestreo. Para fines prácticos, sólo se presentan aquellas muestras con concentraciones de plomo por arriba del límite de detección. Los resultados completos de los análisis se muestran en los apéndices correspondientes.

4.3.1 Resultados del primer muestreo (ver apéndice D, cuadro D1)

Cuadro 4 Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del primer muestreo realizado.

Clave	Tipo de muestra	Concentración de plomo (mg/kg)	DER %
211-05	Chapulines preparados	193	3.1
212-05	Chapulines preparados	53	13.2
213-05	Chapulines preparados	2421	1.3
660-05*	Suelo cercano a mina	1710	----
664-05	Chapulines preparados	1544	1.1

* No se registra la desviación estándar relativa ya que no se recolectó suficiente muestra y no se pudo tratar por triplicado.

Los resultados de este muestreo indican que el 40% de los chapulines preparados y una muestra de suelo presentaron concentraciones elevadas de plomo. Como podemos observar, las concentraciones varían considerablemente, desde 50 hasta 2400 mg/kg. Aunque el intervalo es muy amplio, es importante notar que inclusive el consumo de 1.5 g de la muestra con la concentración más baja rebasa los límites de ingesta de plomo establecidos por la FDA (de 6 a 75 µg/día).

4.3.2 Resultados del segundo y tercer muestreo (ver apéndice D, cuadro D2)

Cuadro 5 Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del segundo y tercer muestreos realizados.

Clave	Tipo de muestra	Concentración (mg/kg)	DER %
989-05	Chapulines preparados, comprados frente al mercado 20 de Noviembre en la ciudad de Oaxaca, Oaxaca	251	2.7
214-06	Chapulines preparados con ajo, chile y limón, comprados en el mercado ambulante de Villas de Etla, Oaxaca	44.6	1.3
226-06	Chapulines preparados con ajo y limón, comprados en el mercado fijo de Ocotlán, Oaxaca	177	3.9

De estos resultados es importante notar que de 21 muestras colectadas en distintas poblaciones sólo tres presentaron concentraciones por arriba del límite de detección. Sin embargo, no encontramos el intervalo tan amplio como en el muestreo anterior, las concentraciones varían desde 45 hasta 250 mg/kg, ni una concentración tan alta como la anterior de 2400 mg/kg. Las localidades de dichas muestras contaminadas no corresponden a la zona de estudio (Distrito de Zimatlán).

4.3.3 Resultados del cuarto muestreo (ver apéndice D, cuadro D3)

Cuadro 6 Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del cuarto muestreo realizado.

Clave	Tipo de muestra	Observaciones	Concentración (mg/kg)	DER %
638-06	Pepitas preparadas	Recolectadas en Centro de Envíos con destino a Seaside Origen: SPH	592	4.2
640-06	Chapulines preparados	Recolectadas en Centro de Envíos con destino a Seaside Origen: SPH	158	9.5
651-06	Chapulines preparados	Recolectadas en Centro de Envíos con destino a Seaside Origen: Santa Inés	668	0.4
671-06	Chapulines preparados	Recolectados por la familia Aquino y preparados en su casa	216	4.6
654-06	Jales (formación vertical 1)	Recolectados en la zona de residuos de la mina de Santa Inés	1428	1.6
655-06	Jales (con superficie gris)	Recolectados en la zona de residuos de la mina de Santa Inés	1235	1.7
656-06	Jales (formación vertical 2)	Recolectados en la zona de residuos de la mina de Santa Inés	3099	1.0
657-06	Jales con coloración blanca	Recolectados en la zona de residuos de la mina de Santa Inés	1622	0.9
658-06	Jales de formación rocosa de	Recolectados en la zona de residuos de la mina de Santa	562	4.6

	coloración rosa y gris	Inés		
659-06	Jales con superficie azul	Recolectados en la zona de residuos de la mina de Santa Inés	3253	0.9
660-06	Suelo para agricultura	Recolectado en un campo arado frente a la zona de residuos de la mina de Santa Inés (aproximadamente a unos 10m de la reja de separación)	822	1.4

En estos resultados seguimos observando que un porcentaje bajo de chapulines preparados presentaron concentraciones elevadas de plomo, por arriba de 150 mg/kg, aunque es importante notar que otro alimento (pepitas preparadas) también presentó una concentración elevada (casi 600 mg/kg).

Las concentraciones elevadas de plomo en jales mineros son comunes, así como de otros metales pesados. Sin embargo, la concentración de plomo encontrada en el suelo del campo arado, de 822 mg/kg, a 10 metros de la zona de residuos nos sugirió la posibilidad de transporte eólico de dichos residuos que pudiera estar contaminando una zona más extendida de suelos.

4.3.4 Resultados del quinto muestreo (ver apéndice D, cuadro D4)

Cuadro 7 Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del quinto muestreo realizado.

Clave	Tipo de muestra	Observaciones	Concentración (mg/kg)	DER %
279-07	Suelo camino mina	Suelo colectado del camino que rodea la zona de residuos de la mina de Santa Inés, aledaño a la reja de separación.	1211	1.6

280-07	Suelo campo arado 1	Suelo de campo arado (a 50 pasos en dirección perpendicular al camino)	156	5.7
282-07	Suelo campo arado 2	Suelo de campo arado (a 100 pasos del camino)	42	11.9
284-07	Suelo campo arado 3	Suelo de campo arado (a 150 pasos en dirección perpendicular al camino)	48	4.1
286-07	Suelo campo arado 4	Suelo de campo arado (a 200 pasos en dirección perpendicular al camino)	60	3.3
288-07	Suelo campo arado 5	Suelo de campo arado (a 250 pasos en dirección perpendicular al camino)	28	10.7
269-07	Espicias	Espicias molidas en una chirmolera de barro vidriado de la familia X	554	16.8
272-07	Pepitas asadas	Pepitas asadas en comal de barro de la familia Y	1009	4.1
276-07	Mole	Mole preparado por la familia Y en cazuela de barro vidriado	32	15.6
277-07	Pepitas preparadas	Pepitas preparadas por la familia Y con ajo, sal y limón	584	4.4
278-07	Semillas de calabaza frescas	Semillas de calabaza cultivada por la familia Y (con estas mismas semillas se prepararon las anteriores)	ND	----

Los resultados del cuarto muestreo determinaron, en gran medida, el enfoque del quinto muestreo. Al obtener una concentración de plomo tan elevada en la muestra de suelo de campo arado en los resultados anteriores, la investigación en campos cercanos a los residuos mineros se hizo más extensiva. Sin embargo, como podemos observar, conforme nos alejamos de esta zona, las concentraciones disminuyeron rápidamente (del camino que rodea a la mina a la primera muestra de suelo colectada en el campo arado la

concentración de plomo disminuye un orden de magnitud) hasta llegar a niveles no detectables a más de 250 pasos.

En este cuadro observamos también que muestras de otros alimentos, como especias, mole y pepitas preparadas presentaron concentraciones muy elevadas de plomo. Es importante hacer notar que el factor común de estas muestras es que todas tuvieron contacto con algún utensilio de barro antes de ser colectadas, excepto la muestra 278-07 (semillas de calabaza frescas) que se incluyó con el propósito de enfatizar que antes del proceso de preparación, el alimento no se encontró contaminado con plomo.

4.3.5 Resultados del sexto muestreo (ver apéndice D, cuadro D5)

Cuadro 8 Resultados positivos de análisis de Pb(II) total del sexto muestreo realizado.

Clave	Tipo de muestra	Observaciones	Concentración (mg/kg)	DER %
685-07	Orégano	Orégano sin moler de la familia X	ND	----
686-07	Orégano	Orégano molido en chirmolera de barro vidriado de la familia X	1367	0.8
687-07	Comino	Comino sin moler de la familia X	ND	----
688-07	Comino	Comino molido en chirmolera de barro vidriado de la familia X después de haber molido el orégano	339	4.7
689-07	Ajo	Ajo fresco de la familia W	ND	----
690-07	Ajo	Ajo molido en chirmolera de barro vidriado de la familia W	1528	11.2

En este cuadro se incluyeron las muestras de alimentos que no presentaron concentraciones detectables de plomo para enfatizar que estos alimentos no estaban contaminados con plomo sino hasta después de ser molidos en una chirmolera de barro vidriado. Estos resultados además indican que la contaminación con plomo no es exclusiva de la chirmolera de una familia en particular.

Las pruebas colorimétricas dieron positivas al frotarlas con la superficie de las cazuelas de barro vidriado de las familias con las que trabajamos (Ilus. 7), no siendo este el caso para los comales, los cuales no dieron positivos para ninguna de las pruebas realizadas.

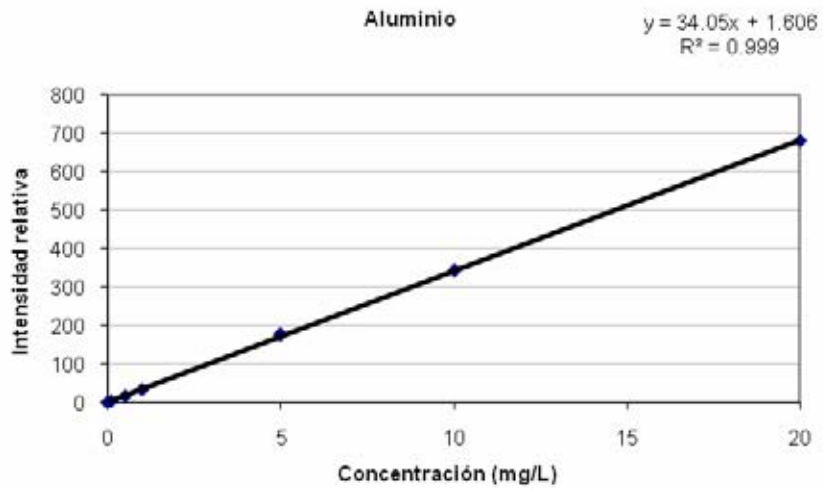


Ilustración 7. Foto de la prueba colorimétrica en cazuela de barro de la familia Y.

4.4 Calibraciones de las mediciones de otros metales por ICP-AES

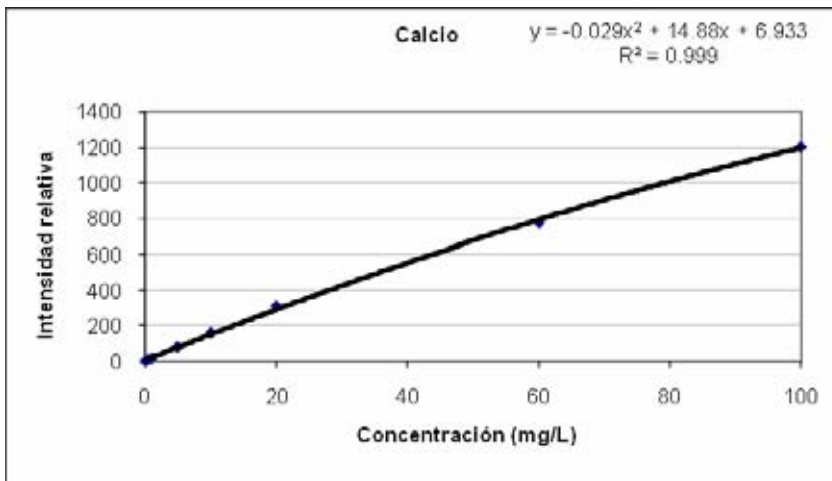
A continuación se presentan las curvas de calibración representativas de los metales analizados y que dieron resultados positivos.

Gráfica 4 Curva de calibración para Al



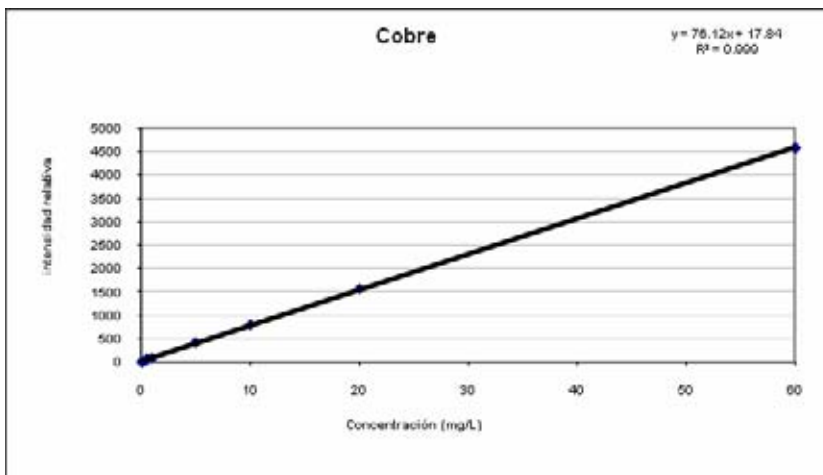
Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	0.6564
0.12	4.964
0.49	17.72
0.98	33.86
5	176
10.01	343.2
19.95	681.3

Gráfica 5 Curva de calibración para Ca



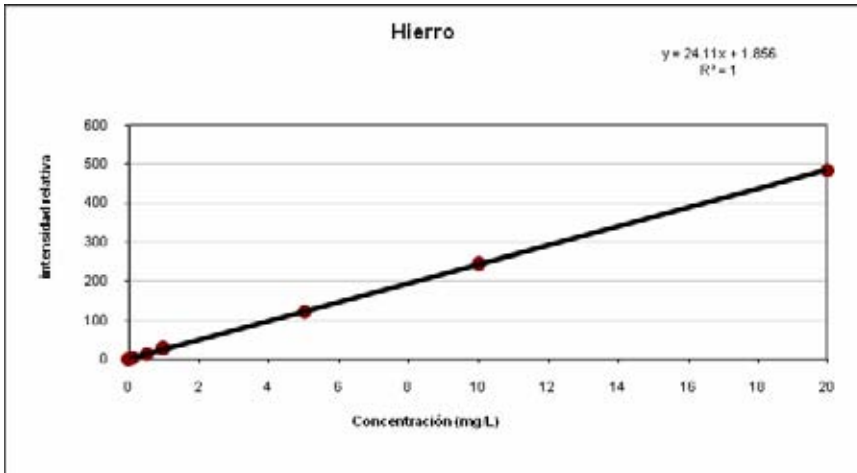
Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	2.403
0.12	4.687
0.49	9.892
0.98	17.48
5	80.1
10.01	159.5
19.95	315.6
60.16	775.3
100	1203

Gráfica 6 Curva de calibración para Cu



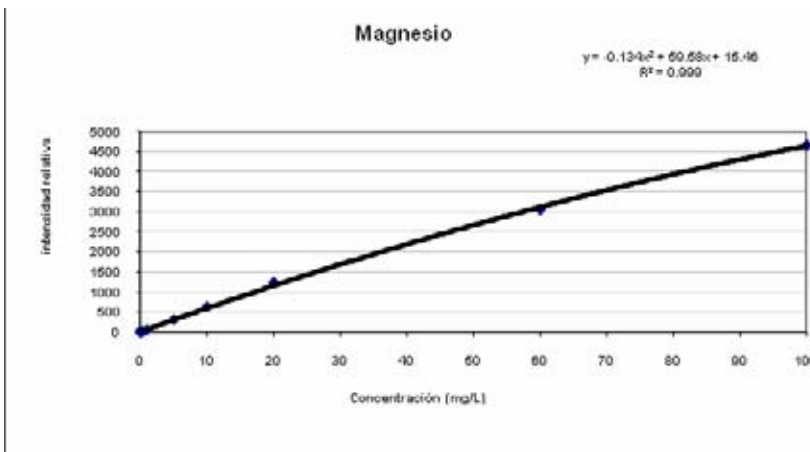
Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	3.758
0.12	13.25
0.49	42.27
0.98	80.63
5	408.3
10.01	802.6
19.95	1577
60.16	4569

Gráfica 7 Curva de calibración para Fe



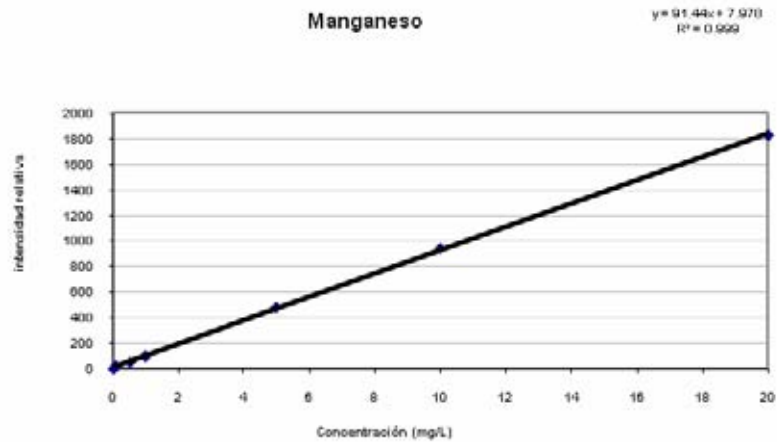
Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	1.594
0.12	5.02
0.49	14.18
0.98	25.14
5	122.3
10.01	243.2
19.95	484

Gráfica 8 Curva de calibración para Mg



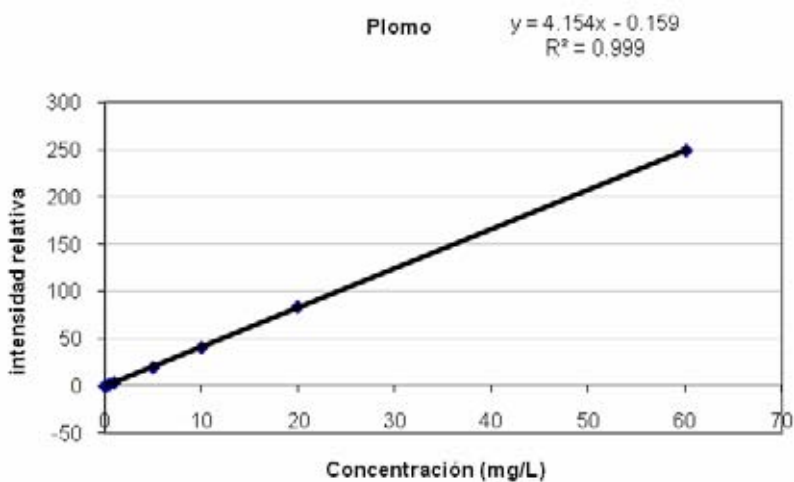
Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	0.1653
0.12	7.221
0.49	30.09
0.98	58.71
5	313.1
10.01	627
19.95	1220
60.01	3051
100	4645

Gráfica 9 Curva de calibración para Mn



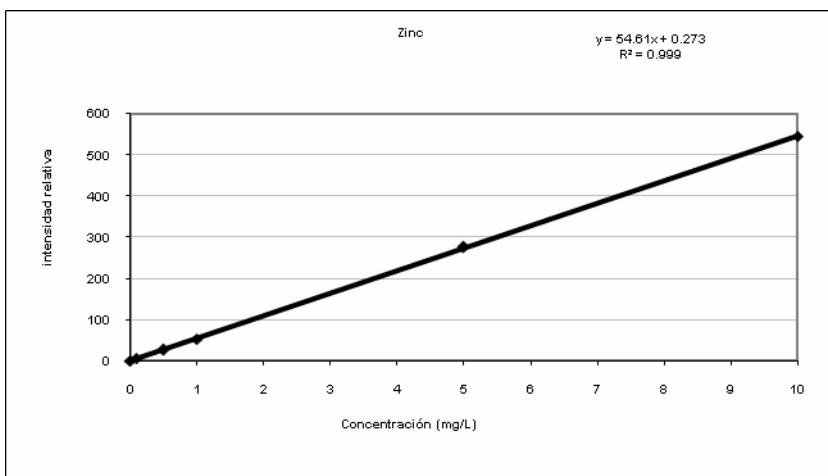
Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	0.4524
0.12	12.17
0.49	47.6
0.98	93.52
5	482.6
10.01	944.3
19.95	1822

Gráfica 10 Curva de calibración para Pb



Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	0.0957
0.12	0.522
0.49	1.934
0.98	3.72
5	19.81
10.01	40.9
19.95	84.02
60.16	249.5

Gráfica 11 Curva de calibración para Zn



Conc. (mg/L)	Intensidad relativa
0	0.1848
0.12	6.726
0.49	27.01
0.98	52.95
5	276.1
10.01	545.2

A todas las curvas de calibración se les aplicó una regresión lineal, excepto a la del calcio y el magnesio, a las cuales se les aplicó una regresión polinomial. Las rectas se presentan en las gráficas con su ecuación correspondiente.

Los límites de detección para cada metal se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 9 Límites de detección para los metales analizados por ICP-AES

Elemento	Longitud de onda (nm)	LD* (mg/L)	LD** (mg/kg)
Al	308.215	0.8	8200
Ca	317.933	2.3	22800
Cu	324.754	0.046	4.6
Fe	259.940	1.5	15000
Mg	279.079	0.6	6000
Mn	257.610	0.049	4.9
Pb	220.353	0.053	5.3
Zn	213.856	0.180	18.0

* Lectura directa

** Considerando el factor de dilución (1/100), en el caso de Al, Ca, Fe y Mg el factor de dilución es de 1/10,000.

4.5 Resultados de mediciones para otros metales por ICP-AES (ver apéndice E)

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las mediciones por ICP para otros metales. Para fines prácticos, sólo se presentan los resultados de aquellas muestras que presentaron concentraciones elevadas de plomo y los metales cuyas concentraciones se encontraban por arriba del límite de detección.

Cuadro 10 Resultados de mediciones para otros metales con ICP-AES

<i>Clave muestra</i>	<i>211-05</i>			<i>212-05</i>			<i>213-05</i>			<i>659-05*</i>			<i>660-05</i>			<i>664-05</i>		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Chapulines preparados</i>			<i>Chapulines preparados</i>			<i>Chapulines preparados</i>			<i>Suelo proveniente de Zimatlán de Álvarez</i>			<i>Suelo cercano a mina</i>			<i>Chapulines preparados</i>		
<i>Metal</i>	Conc. (mg/kg)	DER %	Relación Pb/metal	Conc. (mg/kg)	DER %	Relación Pb/metal	Conc. (mg/kg)	DER %	Relación Pb/metal	Conc. (mg/kg)	DER %	Relación Pb/metal	Conc. (mg/kg)	DER %	Relación Pb/metal	Conc. (mg/kg)	DER %	Relación Pb/metal
<i>Al</i>	58	10.3	3.26	28	14.3	2.50	69	20.3	33.71	40814	17.3	---	5898	---	0.25	60	23.3	28.35
<i>Ca</i>	1763	9.2	0.11	1122	10.1	0.06	1584	3.0	1.47	13991	44.6	---	5506	---	0.27	1274	1.2	1.34
<i>Cu</i>	25.8	1.5	7.33	26	15.4	2.69	23.91	0.7	97.28	53	1.9	---	4497	---	0.33	35	5.7	48.60
<i>Fe</i>	115	31.3	1.64	235	87.7	0.30	110	12.7	21.15	29912	3.5	---	19079	---	0.08	456	131.4	3.73
<i>Mg</i>	728	3.7	0.26	668	6.9	0.10	655	3.4	3.55	10343	3.7	---	2789	---	0.53	914	1.5	1.86
<i>Mn</i>	7.82	1.0	24.17	7	28.6	10.00	13.54	2.6	171.79	877	3.6	---	883	---	1.68	8	62.5	212.63
<i>Pb</i>	189	4.2	1.00	70	7.1	1.00	2326	3.6	1.00	ND	---	---	1486	---	1.00	1701	1.1	1.00
<i>Zn</i>	107	4.6	1.77	87	9.2	0.80	90	3.3	25.84	112	2.7	---	1480	---	1.00	113	11.5	15.05

* Ésta es una muestra que, aunque no presentó concentraciones elevadas de plomo, se presenta con fines comparativos.

En estos resultados es importante notar que, aunque muchos metales presentes en las muestras de chapulines también se encuentran en los suelos, las concentraciones son muy distintas. En general las muestras de suelos contienen concentraciones más elevadas de los metales presentados en la tabla, por lo menos una o más órdenes de magnitud, salvo en el caso de la muestra 213-05 donde observamos que la concentración de plomo es mayor que las que presentan las muestras de suelos. También cabe resaltar que entre las muestras de chapulines las concentraciones de los distintos metales no varían mucho, es decir, se mantienen en el mismo orden de magnitud, no así el plomo, el cual se presenta en un intervalo muy amplio de concentraciones.

En este cuadro de resultados se incluye una columna de la relación Pb/metal que, como podemos observar, en la mayoría de las muestras de chapulines es >1 para todos los metales (sobre todo para las dos muestras con concentraciones muy elevadas de Pb), menos calcio y magnesio para las muestras 211-05 y 212-05; no siendo así para la muestra del suelo proveniente de la mina donde todos los metales mantienen una relación menor o cercana a 1.

Las concentraciones de hierro y manganeso que encontramos en dos de las muestras de chapulines (212-05 y 664-05) no son resultados confiables, ya que la desviación estándar es del mismo orden de magnitud que la concentración obtenida.

4.6 Entrevistas personales

En el apéndice F se muestran las entrevistas realizadas a las familias. A continuación sólo presento algunos de los resultados de las secciones III y V de las entrevistas, siendo estas secciones las que nos proporcionaron mayor información para los objetivos de este proyecto.

La sección III incluyó preguntas acerca de la frecuencia con la que se consumen ciertos alimentos, la manera en que se preparan, el tipo de utensilios que se ocupan en su preparación y si estos alimentos son enviados a sus familiares en California. Así, podemos observar que el alimento que se come con mayor frecuencia es la tortilla, que cuando no es comprada a un vendedor, es preparada en un comal de barro no vidriado y que, por lo general, este alimento es enviado por lo menos una vez al mes a sus familiares en California.

Los chapulines, por otro lado, sólo son consumidos durante la temporada (aproximadamente de junio a octubre). Éstos, cuando no son comprados a un vendedor, son preparados ya sea en un comal de barro o en una cazuela de barro vidriado, y es otro de los alimentos que estas familias procuran enviar con frecuencia a sus familiares en California.

El mole es un alimento que no se consume con mucha frecuencia, al parecer es un platillo que se acostumbra en fiestas y que, por lo mismo, sólo se come una o dos veces al mes. Este alimento se prepara en casa y la mayoría de estas familias lo preparan en cazuelas de barro vidriado. Aunque no se hace con mucha frecuencia, la mayoría de estas personas envían mole a sus familiares en California.

Las semillas de calabaza tampoco son de sus alimentos más consumidos, con la excepción de una familia quien dijo que sí eran parte de su dieta habitual. La mayoría preparan las semillas en sus casas, ya sea en un comal de barro o en una cazuela de barro vidriado, y sólo dos familias dijeron que sí es un alimento que envían a California.

El chocolate es una bebida que por lo menos se ingiere una o dos veces por semana. Éste es preparado en casa, las semillas se tuestan en un comal de barro, se muelen, se mezcla con agua y se calienta en una cazuela de peltre; para servirlo, se bate en una jarra de barro vidriado. El chocolate es un alimento que la mayoría de estas familias envían al extranjero.

Los frijoles también se consumen con mucha frecuencia y son preparados en casa. Algunas familias los preparan en cazuelas de barro vidriado y otras no, pero este alimento no es enviado por ninguna de estas familias a California.

Las hierbas o remedios, los guisados y jugos frescos no son preparados en utensilios de barro, ni son enviados a California.

Al preguntarles a estas personas dónde consiguen sus utensilios de barro, todas respondieron que en un mercado (ya sea en su propio pueblo o en la ciudad de Oaxaca) y al preguntar si sabían de dónde provenían las cazuelas de barro vidriado todas respondieron que de Atzompa.

La sección V preguntaba sobre actividades laborales que pudieran ejercer cualquiera de estas personas donde posiblemente estuvieran expuestos al plomo. Los

entrevistados respondieron *no* a todo salvo dos. Una persona que tenía un sobrino actualmente trabajando de carpintero y un yerno que había trabajado como plomero, y otra persona cuyo suegro trabajó también de carpintero.

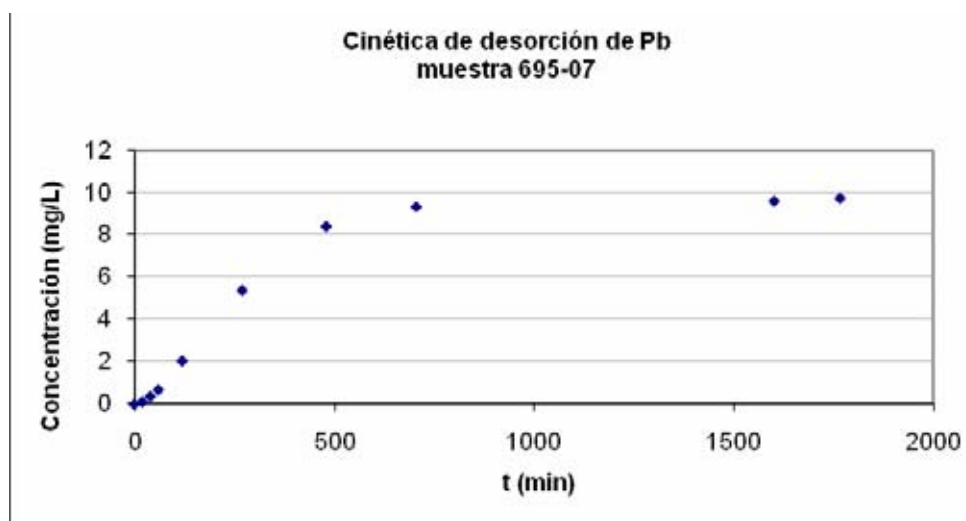
En esta sección se preguntó también si existen establecimientos cercanos a sus casas que pudieran producir una potencial exposición de estas familias al plomo. Todas las respuestas indican que no.

4.7 Resultados de la disponibilidad de Pb(II) en utensilios de barro vidriado

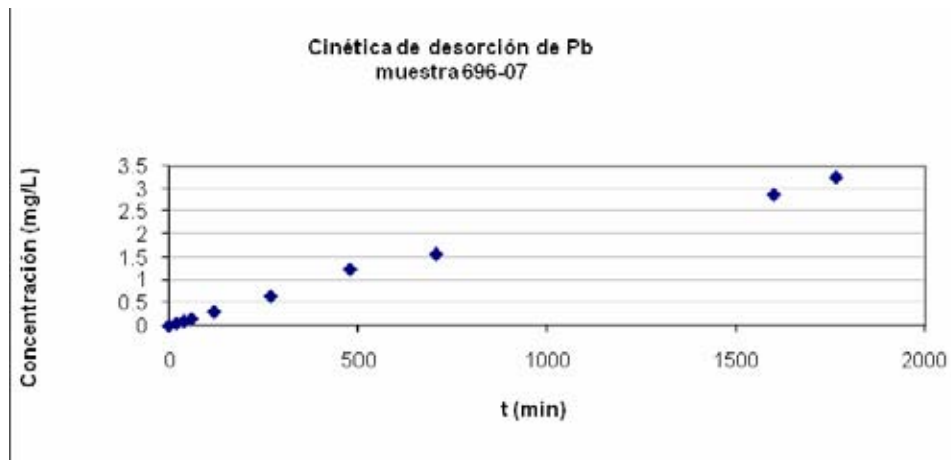
Las gráficas que se muestran a continuación presentan los resultados de los experimentos realizados con las cazuelas y chirmolera de barro vidriado.

Las gráficas 4, 5, 6 y 7 muestran la cinética de desorción de plomo de las tres cazuelas y la chirmolera de barro vidriado con ácido cítrico 0.02M.

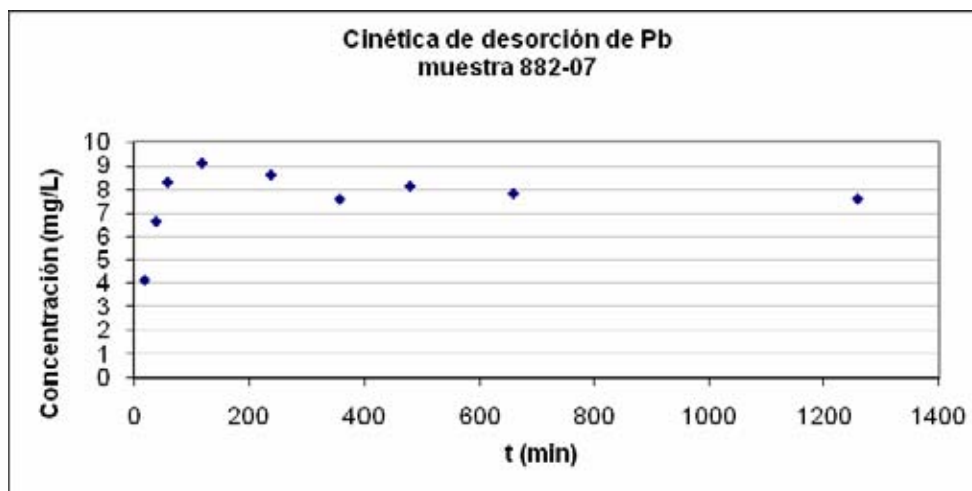
Gráfica 12 Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en cazuela de barro vidriado de familia X.



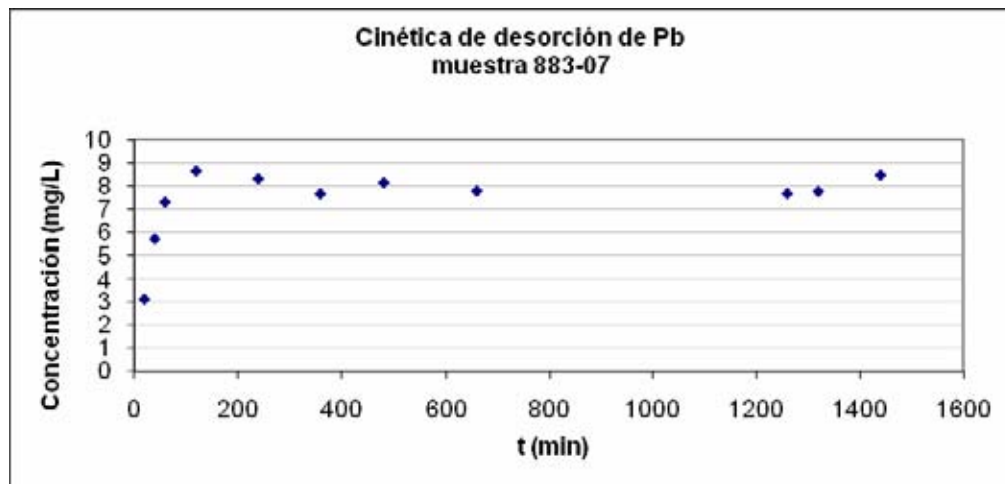
Gráfica 13 Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en cazuela de barro vidriado de familia Y.



Gráfica 14 Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en chirmolera de barro vidriado comprada en la central de abastos de Oaxaca.

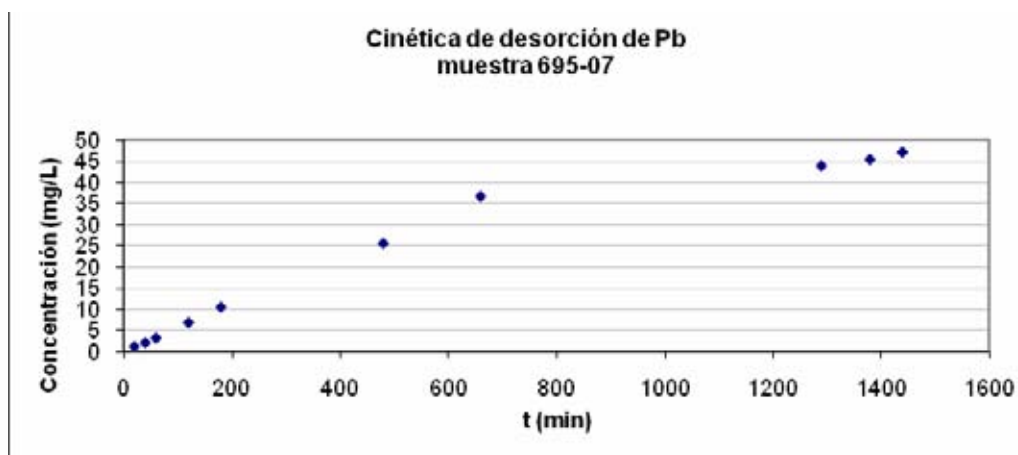


Gráfica 15 Cinética de desorción de plomo con ácido cítrico (0.02M) en cazuela de barro vidriado comprada en la central de abastos de Oaxaca.

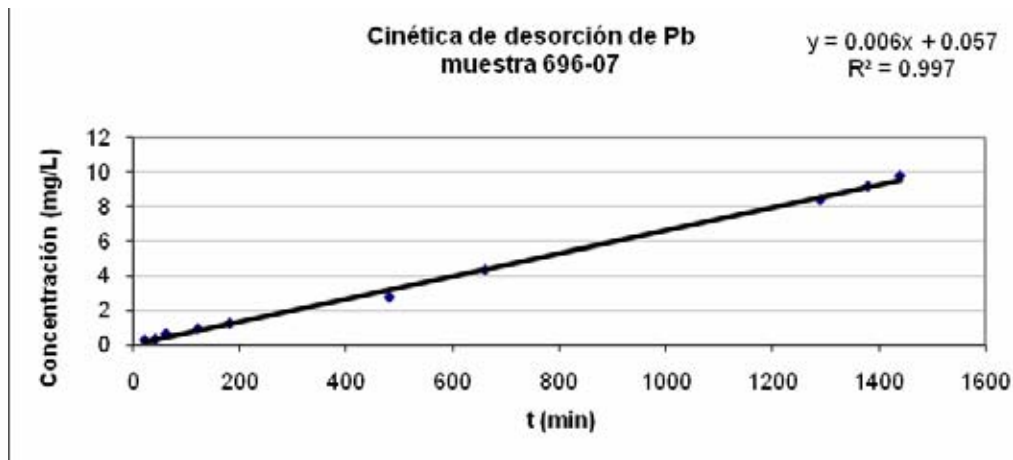


Como podemos observar, todas las muestras, excepto la muestra 696-07, después de las 20 horas de exposición al ácido cítrico 0.02M, desprenden una concentración máxima de plomo en un intervalo de 8 a 10 mg/L, que corresponden a 0.04-0.05 mM, es decir, casi tres órdenes de magnitud por debajo de la concentración del ácido cítrico. De hecho, las muestras 882-07 y 883-07 alcanzan estas concentraciones después de las primeras dos horas. La muestra 696-07 presentó una cinética de disolución considerablemente más lenta de desorción de plomo, pero no se estabiliza en ningún valor máximo después de 30 horas de contacto.

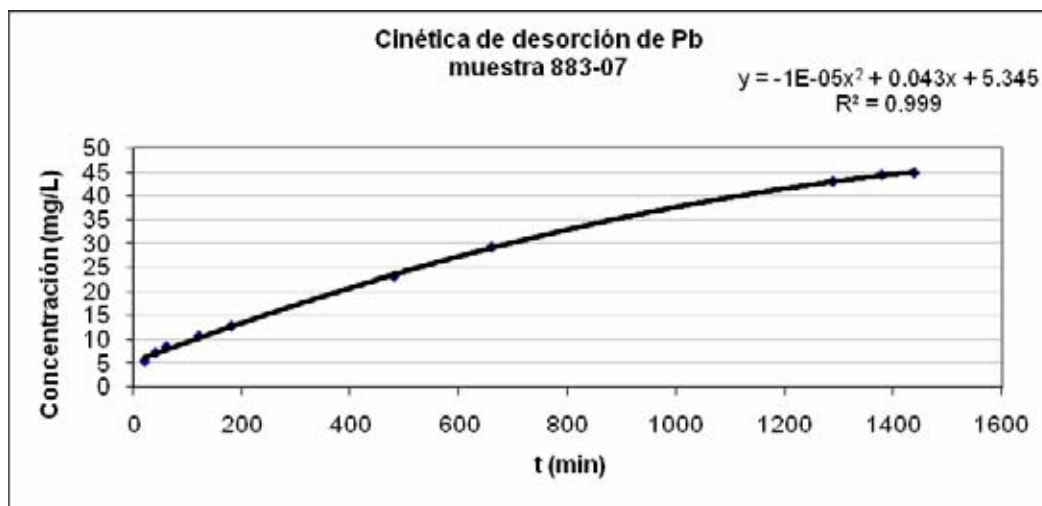
Gráfica 16 Cinética de desorción de plomo con ácido acético (0.7M) en cazuela de barro vidriado de familia X.



Gráfica 17 Cinética de desorción de plomo con ácido acético (0.7M) en cazuela de barro vidriado de familia Y.



Gráfica 18 Cinética de desorción de plomo con ácido acético (0.7M) en chirmolera de barro vidriado comprada en el mercado de Oaxaca.



Los resultados muestran que con el ácido acético 0.07 M, las muestras desprenden concentraciones adicionales de plomo a las desprendidas por el ácido cítrico 0.02 M, de mucha mayor magnitud, y a velocidades mayores, sin que se llegara a un máximo después de 24 horas de agitación. Las alícuotas tomadas de las muestras 695-07 y 883-07, después de tres horas, contenían concentraciones por arriba de los 10 mg/L (0.05 mM) y después de 24 horas la concentración de plomo se cuadruplicó.

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN

5.1 Primeros tres muestreos

Los resultados del primer muestreo indicaron que sólo dos tipos de muestras presentaban concentraciones elevadas de plomo: chapulines preparados y suelos. En el primer caso, la hipótesis que se planteó fue que el método de preparación tenía alguna peculiaridad en comparación con la preparación de otros alimentos. Sin embargo, por el segundo caso, no descartamos la fuente de contaminación por residuos mineros que potencialmente alteran a los suelos de la región. Los chapulines se recolectan en el campo donde pueden contaminarse, al igual que los suelos, por contacto directo con estos polvos de residuos acarreados por viento, o de manera secundaria por partículas de suelo contaminadas con estos polvos.

Una de las evidencias en contra de esta última hipótesis radica en que hasta el momento ninguna de las cinco muestras de chapulines frescos recolectadas en la zona resultó contaminada con plomo.

Los análisis elementales por ICP-AES se realizaron para probar si existía contaminación simultánea de chapulines, por metales contenidos en los residuos mineros. Al analizar estos resultados observamos que, aunque varios metales contenidos en los suelos también se encuentran en las muestras de chapulines, las concentraciones son mucho menores (varios órdenes de magnitud) en los chapulines que en los suelos. Esto se ve claramente en la columna de relación Pb/metal, donde encontramos que, para las muestras de chapulines, este valor es >1 y, en el caso del suelo, la relación es ≤ 1 . Estas proporciones se mantienen para todos los metales que se presentan en el cuadro 7 (Al, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn y Zn), salvo el calcio y el magnesio para dos muestras de chapulines. Observamos también que las concentraciones de estos mismos metales en las distintas muestras de chapulines no varían mucho, inclusive en aquéllas que no presentaron plomo (ver apéndice E), lo que nos indica que estas concentraciones son normales en la naturaleza de los chapulines, no siendo este el caso para el plomo donde el intervalo de concentraciones va desde no detectable hasta 2300 mg/kg. La evidencia de que las muestras de chapulines preparados contaminados con plomo no contengan otros metales

en proporciones similares a los suelos también contaminados, debilita aún más la hipótesis de contaminación de plomo por suelos.

En el segundo y tercer muestreos nos enfocamos en la búsqueda de muestras de la misma naturaleza (chapulines preparados) pero de diferentes regiones de Oaxaca, con la intención de investigar si el problema era local o no. Los resultados de este muestreo no nos permiten delimitar el problema a una región, sin embargo, como se mencionó anteriormente, ninguna de las muestras colectadas en otros lugares fuera del distrito de Zimatlán presentó concentraciones tan elevadas como las encontradas en dicho distrito. Los resultados de estos muestreos nos indicaron que de 21 muestras colectadas sólo tres presentaron concentraciones de plomo por arriba del límite de detección (1.36 mg/kg). Las concentraciones de plomo de estas tres muestras varían desde 40 hasta 250 mg/kg, es decir, son de mucha menor magnitud a las encontradas en los muestreos anteriores, y cada una proviene de una población distinta.

Hasta este punto, no se tenía claro cómo abarcar el problema, ya que lo único que sabíamos con certeza era que algunos chapulines preparados contenían plomo y ninguna de las dos hipótesis establecidas se había comprobado. El contacto con la persona de San Pablo Huixtepec, dueña del negocio que transporta alimentos a California, y la información que obtuvimos acerca de la mina en Santa Inés fueron puntos cruciales para continuar la investigación con enfoques más específicos.

5.2 Cuarto y quinto muestreos

En los resultados del cuarto muestreo, específicamente aquéllos obtenidos de las muestras de comida colectadas en el negocio de envíos, apareció otro alimento (pepitas preparadas) que también contenía una concentración elevada de plomo (casi 600 mg/kg), además de las dos muestras de chapulines preparados que también presentaron concentraciones considerables (150 y 670 mg/kg). Esto nos llevó a preguntarnos por qué estos dos alimentos en particular y no otros. Es importante notar que las muestras fueron colectadas de manera aleatoria y que las muestras contaminadas con plomo provenían de San Pablo Huixtepec y Santa Inés (ambas poblaciones se encuentran dentro del distrito de Zimatlán).

La muestra de chapulines preparados por la familia Aquino presentó una concentración de 200 mg/kg. Sabemos que esta familia preparó los chapulines en una cazuela de barro vidriado y, de haber obtenido una muestra de estos chapulines antes de su preparación, la hipótesis del método de preparación se hubiese comprobado; sin embargo, esto no fue posible.

Por otro lado, los resultados de las muestras colectadas en la zona de residuos mineros de Santa Inés nos indicaron que todas contenían concentraciones muy elevadas de plomo (por arriba de 500 mg/kg) incluyendo una muestra de suelo de un campo arado aledaño a la zona. Esto nos hizo retomar la hipótesis de contaminación por suelos, ya que esta zona de residuos se encuentra a la intemperie y los suelos de los campos aledaños podían estarse contaminando vía eólica.

Con lo anterior, en el quinto muestreo se tomaron muestras de suelos de un campo de siembra cercano a la zona de residuos en Santa Inés, sobre todo para realizar algunas estimaciones del grado de alcance en distancia de su transporte por aire al alejarse del sitio de confinamiento. Como podemos observar en los resultados (cuadro 5), la concentración de plomo en estos suelos disminuye drásticamente al alejarnos tan sólo 50 pasos de esta zona (de 1211 a 156 mg/kg) hasta llegar a niveles no detectables alejándonos 300 pasos de la zona. Estas evidencias debilitaron nuevamente la hipótesis de contaminación por suelos.

En este mismo muestreo se logró hacer contacto con algunos de los familiares en SPH y Santa Inés de personas que residen en Seaside, California cuyos niveles de plomo en sangre se encontraron por arriba de los 10 µg/dL. Las entrevistas realizadas a estas personas nos ayudaron a entender los hábitos de cocina que tienen al preparar sus alimentos, cuáles son los alimentos que envían a sus familiares en California y a descartar o incluir fuentes potenciales de contaminación que no estuviéramos contemplando. De estas entrevistas es importante notar que alimentos como chapulines, mole, semillas de calabaza (pepitas), chocolate y frijoles son generalmente preparados en utensilios de barro vidriado y todos ellos, con la excepción de los frijoles, los envían a sus familiares en California. No se encontraron muestras de chocolate ni de frijoles contaminadas con plomo, sin embargo, los resultados obtenidos de las muestras proporcionadas por estas personas nos indican que especias molidas, pepitas asadas, mole y pepitas preparadas presentaban concentraciones elevadas de plomo (554, 1009, 32 y 584 mg/kg

respectivamente) y que ninguna muestra de suelo ni de alimento fresco presentó niveles cuantificables de plomo.

Cada uno de los alimentos contaminados fue preparado en un utensilio de barro vidriado. Las especias fueron molidas en mi presencia en una chirmolera de barro vidriado (Ilus. 8). Las pepitas asadas me fueron entregadas ya preparadas y, según me explicaron, sólo fueron asadas en un comal de barro no vidriado; sin embargo, estas pepitas tenían limón y sal, y no sabemos si éstos fueron molidos previamente en una chirmolera de barro vidriado. El mole me lo entregaron también ya preparado y me dijeron que lo habían preparado en una cazuela de barro vidriado. Las pepitas preparadas se prepararon en mi presencia moliendo previamente sal, limón y ajo en una chirmolera de barro vidriado y añadiendo estos condimentos a las semillas frescas en la cazuela de barro vidriado (Ilus. 9). La señora que preparó estas semillas me explicó que ella prepara las pepitas de la misma manera que prepara los chapulines.



Ilustración 8. Mujer moliendo especias en una chirmolera de barro vidriado.



Ilustración 9. Preparación de pepitas en cazuela de barro vidriado.

Existen dos puntos que sobresalen de los resultados obtenidos a partir del cuarto muestreo.

1) Los suelos y jales de la zona de residuos mineros de Santa Inés presentaron valores elevados de plomo, pero ningún alimento fresco presentó cantidades significativas de plomo. Este punto es de gran importancia ya que, aunque varias muestras de suelos contienen concentraciones de plomo muy elevadas, no hay manera de relacionar ninguno de los alimentos con éstos. Si los chapulines o las pepitas se contaminaran a través de

los suelos, por lo menos algunas de las muestras frescas presentarían concentraciones elevadas de plomo, lo cual no se verificó.

2) En las muestras de comida, encontramos que las más contaminadas en general son chapulines preparados, pepitas preparadas y especias molidas. Cuando pensamos en qué relación tienen estos alimentos entre sí, llegamos a la conclusión de que lo único que pueden tener en común es que todos pasaron por un proceso donde un utensilio de barro vidriado estuvo involucrado. De hecho, los chapulines y las pepitas tienen un proceso de preparación muy parecido.

Después de recolectar los chapulines, se hierven en agua para remover todo el suelo y las plantas que traen de la recolección. Una vez limpios, se dejan secar al aire libre y, ya secos, se cocinan en cazuelas de barro vidriado.

Por otro lado, las pepitas se sacan de la calabaza, se dejan secar al aire libre o calentándolas en un comal y se cocinan también en cazuelas de barro vidriado. Casi siempre, ambos alimentos son condimentados con ajo, sal y limón previamente molidos en una chirmolera de barro vidriado y se mezcla todo en la cazuela de barro vidriado.

Las especias, como el comino, también se muelen en chirmoleras de barro vidriado.

5.3 Sexto muestreo

Los resultados de las muestras de alimentos colectadas en el sexto muestreo son contundentes. Las especias antes de ser molidas no presentaron concentraciones de plomo detectables y, una vez molidas en la chirmolera de barro vidriado, presentaron concentraciones de plomo de hasta 1500 mg/kg (ver cuadro 6). Es importante notar que el orégano y el comino fueron molidos en la misma chirmolera. Primero se molió el orégano y la concentración de plomo que presentó fue de 1367 mg/kg, después se limpió la chirmolera con agua y se molió el comino, el cual presentó una concentración de plomo de 339 mg/kg. La concentración de plomo que presentó la segunda muestra molida es casi una cuarta parte de la concentración que presentó la primera, lo que nos indica que el desprendimiento de plomo irá disminuyendo conforme al uso que se le dé a la chirmolera. Aunque es evidente que el deterioro del vidriado tendrá una relación directa

con la cantidad de plomo desprendida, hay que entender que factores como la fuerza aplicada al moler y el tipo de alimento que se esté moliendo son determinantes en el deterioro del vidriado.

Después de analizar todos estos resultados se hace evidente la aportación que tienen los utensilios de barro en la contaminación de estos alimentos con plomo. En un principio se creía que las cazuelas de barro eran la fuente principal de contaminación, sin embargo, los resultados nos indican que las chirmoleras juegan un papel, tal vez de mayor importancia que las cazuelas.

5.4 Experimentos de extracción de plomo en utensilios de barro vidriado

Con los experimentos realizados con las cazuelas y la chirmolera de barro vidriado se pudo confirmar la disponibilidad del plomo en la superficie de las mismas.

Existen ciertas premisas que debemos tomar en consideración antes de interpretar los resultados obtenidos de estos experimentos de extracción. El experimento realizado con el *ácido cítrico* 0.02 M simula lo que ocurriría si almacenamos comida en estas cazuelas, en particular, comida de tipo ácida, mas no representa lo que pasa cuando se cocina en ellas. Estos experimentos se realizaron a temperatura ambiente y la duración fue de 24 horas. La preparación de pepitas y/o chapulines no toma más de una hora y, evidentemente, requiere de calor. Se sabe que al inducir calor al proceso, la desorción de plomo se favorece¹ y, aunque el proceso es mucho más corto, existe además un paso anterior que potencialmente contamina la comida antes de cocinarse en las cazuelas de barro. Como se mencionó anteriormente, tanto los chapulines como las pepitas se condimentan con ajo, limón y sal previamente molidos en la chirmolera de barro vidriado. El experimento realizado con la chirmolera muestra que después de una hora de exposición al ácido cítrico 0.02 M se alcanza una concentración de plomo de 6 mg/L, esta concentración nos parecerá poco alarmante, ya que si lo pensamos, el jugo de limón no se deja por una hora en la chirmolera. De hecho ningún alimento se conserva ahí, pero hay que considerar que por la pura acción mecánica de moler cualquier alimento en este

¹ Seth, T.D., S. Sircar, M. Z. Hasan. "Studies on Lead Extraction From Glazed Pottery Under Different Conditions" en *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, núm. 10, 1973 p.p. 53, 54.

utensilio, habrá un desprendimiento del vidriado y, por lo tanto, estas partículas desprendidas tienen el potencial de incorporarse directamente al alimento, o disponibilizarlo con mayor rapidez en presencia de ácido, lo que se demostró claramente con los resultados obtenidos de las muestras de las especias molidas en el sexto muestreo.

Por lo tanto, los resultados de los experimentos de extracción proveen de magnitudes de concentraciones totales disponibles de plomo en los utensilios vidriados, las cuales representan potenciales relativos de contaminación de alimentos durante su uso, ya sea para almacenarlos o únicamente para prepararlos. Estos experimentos no se diseñaron para simular los procesos de preparación de comida documentados, sino únicamente para confirmar la presencia de plomo disponible, y para tener mediciones comparativas de concentraciones entre los diferentes utensilios probados bajo condiciones iguales y reproducibles.

Los resultados obtenidos con el ácido acético al 4% nos indican que el plomo sigue extrayéndose después de ser tratado con el ácido cítrico 0.02 M, inclusive con mayor rapidez y en mayor grado. En esta prueba observamos cómo influye el uso de la cazuela en el desprendimiento del plomo. Después de una hora observamos que el desprendimiento de plomo es distinto para cada cazuela; de la cazuela 695-07 que no había sido usada con tanta frecuencia, la concentración de plomo después de 60 minutos fue de 3 mg/L; por otro lado, la cazuela 696-07, la cual era evidente que había sido usada con mucha frecuencia, ya que el vidriado se veía muy deteriorado, se obtuvo una concentración de 0.6 mg/L; y la cazuela 883-07 desprendió 8.5 mg/L de plomo, lo que se esperaba ya que esta cazuela era nueva. Esto nos indica que aun después de varios usos, las cazuelas siguen desprendiendo plomo, aunque en concentraciones menores, pero concentraciones suficientes para contaminar los alimentos que se preparen en éstas.

En estos experimentos no se llega a un máximo de concentración lo que nos indica que después de las 24 horas el desprendimiento continuará, cabe resaltar que las concentraciones obtenidas a las 24 horas rebasan los límites permitidos por la FDA (1 a 2 mg/L) en los tres casos. También es evidente que bajo las mismas condiciones de tratamiento, las concentraciones de Pb(II) disponibles varían de acuerdo al uso, más que al tipo de utensilio de barro vidriado.

CONCLUSIONES

La investigación realizada en esta tesis identifica dos tipos de utensilios de barro vidriado como fuentes principales de exposición a plomo en los emigrantes de Zimatlán, Oaxaca al Condado de Monterey, California. El uso de cazuelas y chirmoleras de barro vidriado en la preparación de alimentos, que son enviados al extranjero y consumidos por estas personas, repercuten en los niveles elevados de plomo en sangre detectados en ellas debido a la alta disponibilidad de plomo en el vidriado de dichos utensilios. La disponibilidad del plomo en ellos, como se demuestra en esta tesis, no se debe únicamente a la solubilización de éste ante la acidez de ciertos alimentos, sino también, al efecto de moler condimentos en chirmoleras vidriadas.

Las muestras de chapulines y pepitas preparadas colectadas en el negocio de envíos a California presentaron concentraciones elevadas de plomo (de 150 a 670 mg/kg). La ingesta de tan sólo 1 g de cualquiera de estos alimentos rebasa el límite establecido por la FDA en adultos (75 µg/día) y está muy por encima de los límites establecidos para el resto de la población, lo cual demuestra que el consumo habitual o continuo de estos alimentos puede resultar en una intoxicación por plomo. Estos alimentos (chapulines y pepitas) muestran similitudes en su método de preparación, en general, en estas poblaciones suelen prepararlos en cazuelas de barro vidriado y, en muchas ocasiones, suelen condimentarlos con ajo, sal y limón previamente molidos en una chirmolera de barro vidriado.

Los análisis de las muestras de alimentos proporcionadas por las familias con las que trabajamos nos indicaron que sólo presentaban concentraciones elevadas de plomo aquéllas que fueron preparadas en algún utensilio de barro vidriado, ya fuesen pepitas preparadas en una cazuela o especias molidas en una chirmolera. Las concentraciones obtenidas de estas muestras, en su mayoría, están por arriba de los 300 mg/kg, el consumo de 1 g de estos alimentos también rebasa los límites de ingesta ya mencionados.

La disponibilidad del plomo en la superficie de dichos utensilios se

demuestra con los experimentos de extracción, donde observamos claramente que el plomo contenido en el vidriado se desprende al hacerlo reaccionar con un ácido, en nuestro caso ácido cítrico 0.02 M y ácido acético 0.7 M; sin embargo, como se menciona anteriormente, la incorporación de este metal a los alimentos, no sólo se debe a la acidez de éstos, sino también al molido de alimentos en chirmoleras vidriadas. Se presume que el proceso de molido de alimentos en estos utensilios libera partículas de óxido de plomo del vidriado, las cuales se incorporan directamente a dichos alimentos.

Asimismo, en esta tesis se descarta la hipótesis de contaminación por residuos pulverizados de minas. Aunque varias muestras de suelos se encontraron contaminadas con plomo, no es posible relacionar ningún alimento contaminado con éstos, esto no sólo se demuestra con los resultados obtenidos por las mediciones con ICP-AES, sino también con el hecho de que ningún alimento fresco presentó concentraciones de plomo cuantificables.

Aunque esta tesis de investigación reconoce a estos utensilios como fuentes contaminantes de plomo en alimentos, no reconoce la localidad del problema. Como se menciona en los antecedentes, la comercialización de la alfarería de Atzompa no está restringida al distrito de Zimatlán, aunque desconocemos si se tienen los mismos hábitos en otras regiones de Oaxaca con respecto al uso de estos utensilios de barro vidriado en la preparación de sus alimentos, como se utilizan en las poblaciones del estudio; por lo que no podemos responder por qué existe una mayor incidencia de casos de intoxicación por plomo en la población emigrante de Zimatlán. Tampoco podemos descartar totalmente que existan otras fuentes contaminantes de plomo, propias de la región (distrito de Zimatlán), que no hayamos identificado aún.

En el tiempo que trabajé en este proyecto, surgieron ante mi varias preguntas que, desgraciadamente, no puedo responder en las conclusiones de esta tesis, pero que quisiera compartir con el lector a manera de reflexión.

La primera pregunta que me hice fue: ¿si este problema se encontró en los emigrantes de Zimatlán, lo encontraremos también en la población que vive ahí? La respuesta es incierta, ya que no se realizan exámenes de plomo en sangre en

estas poblaciones. Yo trabajé con algunas de estas personas y observé cómo ingerían diversos alimentos preparados con estos utensilios. Después de analizar algunos de estos alimentos, sorprendida de las concentraciones de plomo tan elevadas que contenían, regresé a informarles los resultados que había obtenido y les recomendé, ya que era lo único que podía hacer, que evitaran el uso de los mismos. Evidentemente, ignoro si me habrán hecho caso, pero me queda claro que estas personas se han alimentado con dosis intermitentes de plomo y digo intermitentes, ya que no siempre preparan sus alimentos en loza vidriada y no todos sus alimentos son ácidos o llevan especias molidas. En este punto surge una segunda pregunta: ¿cómo es entonces que en las clínicas de estas poblaciones no se tienen registros de intoxicaciones por plomo? Con respecto a esto, uno puede hacer conjeturas. Se sabe que una dieta alta en calcio disminuye la acumulación de plomo en el organismo.¹ Las personas que viven en estas poblaciones tienen una dieta alta en calcio, ya que consumen tortilla nixtamalizada prácticamente diario; además, durante la temporada, también consumen mucho chapulín que, irónicamente, también contiene mucho calcio. Puede ser que exista una población intoxicada con plomo, pero debido a sus hábitos alimenticios no presenten niveles agudos de intoxicación. Esto podría responder a la pregunta, sin embargo, yo creo que estas personas merecen más que simples conjeturas, y el proyecto debe continuar investigando los factores mencionados.

Aunque muchas personas con las que hablamos, incluyendo gente que trabaja en las clínicas, nos hicieron saber que había una alta incidencia de niños con problemas de aprendizaje o retraso mental y que existen varios casos de mujeres jóvenes que sufren abortos “naturales”, no podemos relacionar estas afecciones al plomo hasta no contar con estudios más detallados. En este proyecto se busca el apoyo del Sector Salud en México para poder llevar a cabo dichos análisis y contar con la infraestructura necesaria para brindar atención médica a la población.

¹ Bogden, *et al.* “Dietary Calcium Modifies Concentrations of Lead and other Metals and Renal Calbindin in Rats” en *The Journal of Nutrition*, núm, 122, 1992, p. 1357.

Aunque este apoyo no se ha obtenido y, por lo mismo, no nos ha sido posible determinar si existe un problema generalizado de intoxicación por plomo en Oaxaca, existen otras medidas que se pueden llevar a cabo para disminuir la exposición de este metal a la población, como informarles de los riesgos a la salud que representa preparar alimentos en estos utensilios y presentar alternativas en cuanto al uso de la greta en la producción alfarera. Actualmente, existen distintos grupos en México que están llevando a cabo investigaciones y proyectos² con respecto a éste último.

² Simultáneamente a este proyecto, el doctor Magdaleno Caballero del Instituto Politécnico Nacional llevó a cabo un proyecto en Oaxaca para remediar la problemática de la producción alfarera con óxido de plomo, encontrando un material que lo sustituye, dándole las mismas características que dicho compuesto le atribuye al objeto artesanal, y que no representa un riesgo para la salud tanto de los compradores como de los productores (en prensa, 2008).

Bibliografía

ÁLVAREZ, Luis Rodrigo. *Geografía General del Estado de Oaxaca*. México,

Ediciones Carteles, 1994. Ilus. 456 p.p.

AMARASIRIWARDENA, Dulasiri, Sara Tunstall. "Characterization of lead

and lead leaching properties of lead glazed ceramics from Solis Valley, Mexico, using inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) and diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFT)" en *Microchemical Journal*, núm. 73, 2002, p.p. 335-347.

BELLINGER, David C., *et al.* "Longitudinal analyses of prenatal and postnatal

lead exposure on infants' early cognitive development". En *New England Journal of Medicine*, núm. 316, 1987, p.p. 1037-1043.

-----, David C. "Tetratogen Update: Lead and Pregnancy". En *Birth*

Defects Research (Part A): Clinical and Molecular Teratology, núm. 73, 2005, p.p. 409-420.

-----, David C., Karen M. Stiles, Herbert L. Needleman., "Low-

Level Lead Exposure, Intelligence and Academic Achievement: A Long-term Follow-up Study" en *Pediatrics*, núm. 90, 1992 p.p. 855-861.

BOGDEN, John D., Sheldon B. Gertner, Sylvia Christakos, *et al.* "Dietary

Calcium Modifies Concentrations of Lead and other Metals and Renal Calbindin in Rats" en *The Journal of Nutrition*, núm, 122, 1992, p.p.1351-1360.

COMMITTEE ON ENVIRONMENTAL HEALTH. "American Academy of Pediatrics:

Screening for Elevated Blood Lead Levels". En *Pediatrics*, vol. 101, 1998, p.p. 1072-1078.

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES. *Monografía Geológica-minera del Estado de Oaxaca*. México. Consejo de Recursos Minerales, 1996. Ilus. 280 p.p.

CASSON, Michael. *Alfarería Artesana. Guía práctica para hacer cerámica*. España, Ediciones CEAC, S.A., 1986. Ilus. 128 p.p.

HAMILTON, David. *Alfarería y Cerámica*. 2ª ed. España, Ediciones CEAC, 1989. Ilus. 188 p.p.

HANDLEY, Margaret A., Celeste Hall, Eric Sanford, *et al.* "Globalization, Binational Communities, and Imported Food Risks: Results of an Outbreak Investigation of Lead Poisoning in Monterey County, California" en *American Journal of Public Health*, núm. 97, 2007, p.p. 900-906.

INSTITUTO NACIONAL PARA EL FEDERALISMO Y EL DESARROLLO

MUNICIPAL *Sistema Nacional de Información Municipal*, México, 2002 [s.p.].

<http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20570a.htm>

KOPP, Stephen J., John T. Barron, June P. Tow. "Cardiovascular Actions of Lead and Relationship to Hypertension: A Review" en *Environmental Health Perspectives*, núm. 78, 1988, p.p. 91-99.

LÓPEZ, Tessy, Ana Martínez. *El Mundo Mágico del Vidrio*. [recurso electrónico]

México, Fondo de Cultura Económica-ILCE, 2000, [s.p.]

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/sec_10.html.

MÉNDEZ Tovar, Maria del Socorro. *Consecuencias Humano Toxicológicas*

Provocadas por la Contaminación con Plomo [Tesis de licenciatura en

Medicina], Cuautitlán, Edo. De México, UNAM-Edición del autor, 1993. Ilus. pp. 28-32.

ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO.

Risk Reduction Monograph No. 1. Lead, Background and National Experience with Reducing Risk, Paris, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, 1993, 295 p.p.

SETH, T.D., S. Sircar, M. Z. Hasan. "Studies on Lead Extraction From

Glazed Pottery Under Different Conditions" en *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, núm. 10, 1973 p.p. 51-56.

SPIRO, Thomas G., William M. Stigliani. *Química Medioambiental*. Traducción

de Yolanda Madrid Albarrán., 2ª ed. Madrid, Pearson Prentice Hall, 2004. Ilus. 504 p.p.

Apéndice A Muestras colectadas

Cuadro A1 Muestras colectadas en el primer muestreo realizado del 19 al 23 de abril del 2005

Clave	Tipo de muestra	Lugar de colecta
211-05	Chapulines preparados A	Mercado fijo de Zimatlán
212-05	Chapulines preparados B	Mercado fijo de Zimatlán
213-05	Chapulines preparados C	Mercado fijo de Zimatlán
472-05	Chapulines chicos preparados, aceitosos y color café rojizo	Mercado fijo de Zimatlán
473-05	Chapulines grandes preparados, aceitosos y color rojo con amarillo	Mercado fijo de Zimatlán
474-05	Chapulines grandes preparados, aceitosos y color rojo con amarillo	Mercado fijo de Zimatlán
475-05	Chapulines chicos preparados, aceitosos y color café rojizo	Mercado fijo de Zimatlán
476-05	Chapulines chicos preparados, aceitosos y color rojo	Mercado fijo de Zimatlán
659-05	Suelo del pueblo	Zimatlán
660-05	Suelo de mina	Santa Inés
661-05	Colorante rojo fresa	Zimatlán
662-05	Colorante verde limón	Zimatlán
663-05	Chapulines chicos preparados, color rojo	Mercado fijo de Zimatlán
664-05	Chapulines medianos preparados, color café rojizo	Mercado fijo de Zimatlán

Cuadro A2 Muestras de chapulines preparados colectadas en el segundo muestreo realizado el 29 de octubre del 2005

Clave muestra	Tipo de muestra	Lugar de colecta
989-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón y sal	Frente al mercado 20 de Noviembre, Ciudad de Oaxaca
990-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón, ajo y sal	Mercado 20 de Noviembre, Ciudad de Oaxaca
991-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón y sal	Frente al mercado Benito Juárez, Ciudad de Oaxaca
992-05	Chapulines chicos, muy rojos y preparados con limón y sal	Frente mercado Benito Juárez, Ciudad de Oaxaca
993-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón y sal	Mercado fijo de Zimatlán de Álvarez
994-05	Chapulines medianos, enteros y preparados con limón y sal	Mercado fijo de Zimatlán de Álvarez

Cuadro A3 Muestras de chapulines preparados colectadas en el tercer muestreo realizado del 4 al 13 de febrero del 2006

Clave muestra	Tipo de muestra	Lugar de colecta
213-06	Chapulines grandes, enteros, muy rojos y secos	Mercado ambulante de Ayoquezco
214-06	Chapulines grandes, enteros, rojos y preparados con limón y ajo	Mercado ambulante de Villas de Etlá
215-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasos y preparados con limón, ajo y chile	Mercado ambulante de Villas de Etlá
216-06	Chapulines chicos, rojos y preparados con ajo y chile	Mercado ambulante de Villas de Etlá
217-06	Chapulines chicos, rojos y preparados con limón, ajo y chile	Mercado ambulante de Villas de Etlá
218-06	Chapulines chicos, rojos y preparados con limón, ajo y chile	Mercado ambulante de Villas de Etlá
219-06	Chapulines grandes, enteros, rojos y preparados con limón y ajo	Mercado ambulante de Villas de Etlá
220-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasos y preparados con limón, ajo y chile	Mercado ambulante de Villas de Etlá
221-06	Chapulines chicos, rojos, secos y preparados con limón y ajo	Mercado ambulante de Villas de Etlá

222-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón y ajo	Mercado fijo de Zaachila
223-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón, ajo y chile	Mercado fijo de Ocotlán
224-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón, ajo y chile	Mercado fijo de Ocotlán
225-06	Chapulines medianos, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón y ajo	Mercado fijo de Ocotlán
226-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón y ajo	Mercado fijo de Ocotlán
227-06	Chapulines grandes, enteros, rojos y grasosos	Mercado fijo de Ocotlán

Cuadro A4 Muestras de alimentos colectadas en el “negocio” en el cuarto muestreo realizado del 9 al 11 de octubre del 2006

Clave muestra	Tipo de muestra	Origen y destino
637-06	Tlayuda	De San Pablo Huixtepec (SPH) a Seaside
638-06	Pepitas	De SPH a Seaside
639-06	Chapulines preparados	De SPH a Seaside
640-06	Chapulines preparados	De SPH a Seaside
641-06	Chapulines preparados	De San Martín Lachila (SML) a Selma
642-06	Chapulines preparados	De SML a Selma
643-06	Chapulines preparados	De SML a Selma
644-06	Chocolate	De SML a Selma
645-06	Chapulines preparados	De Ayoquezco a Salinas
646-06	Chapulines preparados	De Santa Cruz Mexila a Hurón
647-06	Chapulines preparados	De Sola de Vega a Hurón
649-06	Chapulines preparados	De Sola de Vega a Santa María
650-06	Chapulines preparados	De ? a Santa Cruz
651-06	Chapulines preparados	De Santa Inés a Seaside
652-06	Chapulines preparados	De Santa Inés a Seaside
653-06	Chapulines preparados	De Sola de Vega a Watson

Cuadro A5 Muestras de agua, suelos y jales colectadas en la zona de residuos mineros de Santa Inés en el cuarto muestreo realizado del 9 al 11 de octubre del 2006

Clave muestra	Tipo de muestra	Coordenadas*
654-06	Jal de formación vertical 1	E 739467 N 1858986

655-06	Jal con coloración gris en la superficie	E 739469 N 1858992
656-06	Jal de hendidura de formación vertical 2	E 739464 N 1559012
657-06	Jal con coloración blanca	E 739542 N 1859104
658-06	Jal rocoso con colores rosa y gris	E 739499 N 1859087
659-06	Lodo con coloración azul en la superficie	E 739516 N 1859176
660-06	Suelo de campo arado	E 739480 N 1859055
664-06	Agua de pequeño humedal pH 4-5	E 739568 N 1859176
661-06	Agua potable de pozo de Santa Inés	E 738700 N 1859250
663-06	Agua río Atoyac	E 739332 N 1859470
665-06	Agua de riego (entre SPH y Santa Inés)	E 737441 N 1860585
666-06	Agua potable "pozo 1" de SPH	No hay coordenadas
667-06	Agua potable "pozo 2" de SPH	No hay coordenadas
668-06	Agua potable "pozo 3" de SPH	No hay coordenadas

* Para todas las colectas de muestras hechas en campo se utilizó un GPS marca Brunton MNS-VEH Multinavigator versión 2.14.

Cuadro A6 Muestras de alimentos colectadas en el cuarto muestreo realizado del 9 al 11 de octubre del 2006

Clave muestra	Tipo de muestra	Lugar de colecta
648-06	Chapulines preparados	Comprados en el mercado ambulante de Zimatlán
670-06	Chapulines frescos	Comprados de una señora de Santa Inés
671-06	Chapulines preparados con ajo, limón y sal	Preparados en casa de los Aquino con limón y ajo
672-06	Cacao y canela sin moler	Casa de los Aquino
673-06	Chocolate preparado	Casa de los Aquino

Cuadro A7 Muestras de suelos y plantas colectadas camino a Golallo y en Golallo en el quinto muestreo realizado del 5 al 9 de febrero del 2007

Clave muestra	Tipo de muestra	Coordenadas*
259-07	Suelo de campo	E 734256

		N 1867793
260-07	Suelo de campo	E 734243 N 1867757
261-07	Plantas secas	E 734942 N 1867788
262-07	Plantas secas	E 734243 N 1867757
263-07	Suelo de campo	E 734954 N 1867769
264-07	Plantas secas	E 734952 N 1867771
265-07	Suelo de campo	E 734968 N 1867758
266-07	Suelo arado	E 734599 N 1868137
267-07	Plantas secas (mazorca)	E 734602 N 1868135

Cuadro A8 Muestras de alimentos adquiridas de familias en el quinto muestreo realizado del 5 al 9 de febrero del 2007

Clave	Tipo de muestra	Familia de quien se adquirió el alimento	Lugar de origen
268-07	Chocolate	X	SPH
269-07	Espicias	X	SPH
270-07	Tortilla	X	SPH
271-07	Ajo	Y	SPH
272-07	Pepitas asadas	Y	SPH
273-07	Frijoles frescos	Y	SPH
274-07	Sal	Y	SPH
275-07	Chocolate	Y	SPH
276-07	Mole preparado	Y	SPH
277-07	Pepitas preparadas	Y	SPH
278-07	Pepitas frescas	Y	SPH
298-07	Ruda	Y	SPH
299-07	Suelo	Y	SPH
308-07	Ajo de la familia Aquino	Aquino	Zimatlán de Álvarez
309-07	Sal de la familia Aquino	Aquino	Zimatlán de Álvarez
310-07	Frijoles frescos	Aquino	Zimatlán de Álvarez
311-07	Picadillo	Aquino	Zimatlán de Álvarez
312-07	Sal, ajo y limón molidos en chirmolera	Aquino	Zimatlán de Álvarez
313-07	Pepitas preparadas	Aquino	Zimatlán de Álvarez
314-07	Semillas frescas	Aquino	Zimatlán de Álvarez
315-07	Limón	Aquino	Zimatlán de Álvarez
316-07	Epazote	Aquino	Zimatlán de Álvarez

317-07	Frijoles preparados	Aquino	Zimatlán de Álvarez
--------	---------------------	--------	---------------------

Cuadro A9 Muestras de suelos y plantas colectadas en los campos de siembra de la familia W durante el quinto muestreo realizado del 5 al 9 de febrero del 2007

Clave muestra	Tipo de muestra	Coordenadas*
300-07	Suelo arado	E 735576 N 1861601
301-07	Plantas secas	E 735576 N 1861601
302-07	Suelo arado	E 735548 N 1861507
303-07	Plantas secas	E 735548 N 1861507
304-07	Suelo arado	E 735681 N 1861368
305-07	Plantas frescas	E 735681 N 1861368
306-07	Suelo arado	E 735711 N 1861351
307-07	Plantas frescas	E 735711 N 1861351

Cuadro A10 Muestras de suelos y plantas colectadas en un campo arado aledaño a la zona de residuos mineros de Santa Inés durante el quinto muestreo realizado del 5 al 9 de febrero del 2007

Clave muestra	Tipo de muestra	Coordenadas*
279-07	Suelo del camino que rodea la zona de residuos mineros de Santa Inés	E 734589 N 1868114
280-09	Suelo arado a 50 pasos de la zona	E 734589 N 1858340
281-09	Plantas secas a 50 pasos de la zona	E 734589 N 1858340
282-07	Suelo arado a 100 pasos de la zona	E 739661 N 1858357
283-07	Plantas frescas a 100 pasos de la zona	E 739661 N 1858357
284-07	Suelo arado a 150 pasos de la zona	E 739760 N 18588795
285-07	Plantas secas a 150 pasos de la zona	E 739760 N 18588795
286-07	Suelo arado a 200 pasos de la zona	E 739802

		N 1858781
287-07	Plantas frescas a 200 pasos de la zona	E 739802 N 1858781
288-07	Suelo arado a 250 pasos de la zona	E 739829 N 1858776
289-07	Plantas secas a 250 pasos de la zona	E 739829 N 1858776
290-07	Suelo arado a 300 pasos de la zona	E 739855 N 1858765
291-07	Plantas secas a 300 pasos de la zona	E 739855 N 1858765
292-07	Suelo arado a 350 pasos de la zona	E 799890 N 1858759
293-07	Plantas secas a 350 pasos de la zona	E 799890 N 1858759
294-07	Suelo arado a 400 pasos de la zona	E 739925 N 1858747
295-07	Plantas secas a 400 pasos de la zona	E 739925 N 1858747
296-07	Suelo arado a 450 pasos de la zona	E 739963 N 1815738
297-07	Plantas frescas a 450 pasos de la zona	E 739963 N 1815738

Cuadro A11 Muestras de alimentos y utensilios de barro colectadas en el sexto muestreo realizado del 10 al 17 de mayo del 2007

Clave	Tipo de muestra	Familia de quien se adquirió el alimento o utensilio	Lugar de origen
685-0 7	Orégano sin moler	X	SPH
686-0 7	Orégano molido en chirmolera de barro vidriado	X	SPH
687-0 7	Comino sin moler	X	SPH
688-0 7	Comino molido en chirmolera de barro vidriado	X	SPH
689-0 7	Ajo fresco	Z	Santa Inés
690-0 7	Ajo molido en chirmolera de barro vidriado	Z	Santa Inés
691-0 7	Barro rojo	----	San Mateo
692-0 7	Barro café	----	San Mateo
693-0	Comal viejo de barro	Y	SPH, se presume de

7			San Mateo
694-0 7	Comal nuevo	----	San Mateo
695-0 7	Cazuela semi-nueva de barro vidriado	X	SPH, se presume de Atzompa
696-0 7	Cazuela usada de barro vidriado	Y	SPH, se presume de Atzompa
882-0 7	Chirmolera nueva de barro vidriado	---	Mercado 20 de Noviembre en la ciudad de Oaxaca, se presume de Atzompa
883-0 7	Cazuela nueva de barro vidriado	---	Mercado 20 de Noviembre en la ciudad de Oaxaca, se presume de Atzompa

Apéndice B Carta de consentimiento

UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA, SAN FRANCISCO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO **CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** *Estudio Familias Sin Plomo*

A. ANTECEDENTES Y PROPÓSITO

Dra. Margaret Handley, Ph.D. del Departamento de Medicina Familiar y Comunitaria en UCSF, California, y el Dr. Mario Villalobos, de la UNAM están llevando a cabo estudios para conocer mejor cuáles son los riesgos de exposición al plomo en esta comunidad y si son resultado de plomo contenido en los alimentos. La razón por la que usted ha sido seleccionado(a) para participar en este estudio es porque es familiar de una persona que vive en Seaside, California y que tiene plomo en la sangre. Su familiar nos proporcionó sus datos para que lo pudiéramos contactar. Este estudio está patrocinado por Global Health Sciences, en la Universidad de California San Francisco que es una organización universitaria interesada en la salud global.

B. PROCEDIMIENTOS

Si usted está de acuerdo en participar en el estudio, solicitamos su autorización para:

1. Participar en una entrevista realizada por un asistente de investigación en la que le van a hacer preguntas con respecto a posibles fuentes de plomo que pueden afectar su salud y también algunas preguntas acerca de los alimentos que come y la forma en que los prepara. Esta entrevista va a durar entre 10-15 minutos.
2. Mostrar al asistente de investigación de dónde obtiene, ya sea cosechando o comprando, algunos de los alimentos que usted come, o que permita tomar muestras de tierra o agua cerca del lugar en donde los cosecha. Esto quiere decir que usted va a caminar en el pueblo con él y le va a mostrar los alimentos que usted tiene en su casa. Esta visita durará aproximadamente una media hora. También le vamos a pedir que le de pequeñas cantidades de esos alimentos al asistente de investigación para que analice su contenido de plomo. El asistente de investigación le va a proporcionar los resultados de esas pruebas y se los va a explicar.

C. RIESGOS / MOLESTIAS

La participación en este estudio conlleva pérdida de la privacidad. Los investigadores le van a pedir a usted usar sólo su nombre de pila en la entrevista, y van a utilizar un número en vez de su nombre para todas las demás formas del estudio.

D. BENEFICIOS

Usted obtiene un beneficio directo al participar en este estudio porque va a recibir información acerca del riesgo del plomo. Usted va a ayudarnos también a entender más acerca de las fuentes de plomo en su comunidad, de tal manera que podamos removerlas y aconsejarle a usted como reducir o evitar la exposición.

E. COSTOS

No se le cobrará nada por formar parte de este estudio.

F. PAGO

Le pagarán 150 pesos por su participación en este estudio.

G. PREGUNTAS

Si usted tiene algún comentario o preocupación sobre el estudio siéntase libre de comunicarse con los investigadores primero. Puede comunicarse con el Dr. Mario Villalobos Peñalosa en la Universidad Nacional Autónoma de México en el Grupo de Biogeoquímica Ambiental, Instituto de Geografía, Ciudad Universitaria (52-55)5622-4336.

Si por alguna razón no quiere comunicarse con los investigadores, puede comunicarse al comité de Investigaciones Humanas, que se preocupa por la protección de voluntarios en proyectos de investigación. Puede comunicarse con la oficina del comité entre las 8:00 a.m. y 5:00 p.m., de lunes a viernes, llamando al (415) 476-1814 o escribiendo al Comité de Investigación Humana: Committee on Human Research, Box 0962, University of California, San Francisco, CA 94143.

H. CONSENTIMIENTO

Se le dará una copia de este consentimiento; la participación en este estudio es voluntaria. Usted tiene el derecho de rechazar la participación en este estudio o retirarse en cualquier momento.

Si usted está de acuerdo en participar, favor de firmar en la línea de abajo.

Fecha

Firma de participante en el estudio

Fecha

Firma de persona que obtiene el consentimiento

Apéndice C Cuestionario para entrevistas

Cuestionario LEAD RISK Screening Questions

_____ Hombre

_____ Mujer

I. Las primeras preguntas se refieren a sus antecedentes.

1. ¿Qué edad tiene?

2. ¿Dónde nació?

3. ¿Dónde creció?

4. ¿Cuántos años de escuela cursó usted?

II. Las siguientes preguntas se refieren a su salud.

1. ¿Alguna vez le han dicho que está anémico/a o que tiene muy poco hierro en su sangre?

Sí ¿Cuándo fue esto? _____

No

2. ¿Alguna vez le han dicho que tiene plomo en su sangre?

Sí ¿Cuándo fue esto? _____

No

PARA MUJERES

3. ¿Está actualmente embarazada?

4. ¿Cuántas veces ha estado embarazada?

5. ¿Cuántos hijos vivos tiene?

6. ¿Por cuánto tiempo amamantó a su bebé?

III. Las siguientes preguntas son acerca de cómo prepara su comida y qué tipo de materiales para cocinar utiliza. Favor de responder la frecuencia con los códigos que se muestran en el siguiente cuadro.

Diario (Código = 1)

3-5 veces a la semana (Código = 2)

1-2 veces a la semana (Código = 3)

2-3 veces al año (Código = 4)

Durante la temporada* (Código = 5)

Nunca (Código = 0)

* Registrar cuántos meses dura la temporada.

1. ¿Qué tan frecuentemente come usted alguno de los siguientes alimentos o hierbas?						
Tipo de alimento (marque con una cruz todos los que come)	Frecuencia (código)	¿Quién lo prepara?	a. ¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado? b. ¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?		a. ¿Envía usted esta comida a su familia en California?	
<input type="checkbox"/> Tortillas (hechas a mano)		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Chapulines		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Mole		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Semillas de calabaza		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Hierbas/remedios caseros ¿Cuáles?		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No

<input type="checkbox"/> Chocolate		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Frijoles		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Guisados		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Jugos frescos		__ Mi familia __ Se le compra a un vendedor __ Otra persona: _____	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí ¿Frecuencia?	<input type="checkbox"/> No

2. ¿Utiliza usted este tipo de vasijas? ¿Para qué?

Tipo de Vasija (Marque todas las que utiliza)	<i>¿Para qué la usa?</i>	¿Qué utensilios utiliza con este? <i>(Registre todos los usados)</i>
<input type="checkbox"/> Comal		
<input type="checkbox"/> Chirmolera		
<input type="checkbox"/> Jarro		
<input type="checkbox"/> Jícaras		
<input type="checkbox"/> Olla		
<input type="checkbox"/> Cántaro		
<input type="checkbox"/> Tazas		
<input type="checkbox"/> Platos		
<input type="checkbox"/> Otro tipo de vasijas		

3. ¿Dónde consiguió sus vasijas de barro? _____

4. ¿Sabe dónde fueron hechas? (escriba dónde) _____

5. El agua que utiliza para beber y preparar alimentos es de:

- | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|----|----------------------------|--------------------------|----|
| Pozo | <input type="checkbox"/> | si | ¿Dónde se encuentra? _____ | <input type="checkbox"/> | no |
| Laguna/rio | <input type="checkbox"/> | si | ¿Dónde se encuentra? _____ | <input type="checkbox"/> | no |
| Agua filtrada | <input type="checkbox"/> | si | | <input type="checkbox"/> | no |
| Botella o garrafón | <input type="checkbox"/> | si | ¿Qué marca es? _____ | <input type="checkbox"/> | no |
| Agua de la llave | <input type="checkbox"/> | si | | <input type="checkbox"/> | no |
| Otra _____ | | | | | |

IV. PREGUNTAS DE PLOMO EN SEASIDE

1. ¿Ha escuchado usted del problema de plomo en Seaside?

- ___ si
___ no

2. Cree usted que es un problema:

- ___ sumamente serio
___ serio
___ mas o menos serio
___ no es nada

3. ¿Por qué piensa usted que hay un problema en Seaside?

4. ¿Cree usted que el problema de plomo es un problema aquí también?

5. ¿Sabe usted cómo afecta el plomo a la salud?

6. ¿Conoce una persona con plomo en la sangre?

V. OTRAS PREGUNTAS

1. ¿Algún miembro de la familia (incluyendo a usted) trabaja o ha trabajado en alguna de las siguientes actividades?

Imprenta	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Plomería	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Fábrica o taller de acumuladores	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Taller de barro vidriado	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Fundidora de plomo	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Gasolinería	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Carpintería/Ebanistería	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Fábrica de pinturas o barnices	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Refinería de gasolina	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Pintor (arte o albañil)	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no
Minería	<input type="checkbox"/>	si	¿Quién, dónde y cuánto tiempo? _____	<input type="checkbox"/>	no

2. ¿Existe cerca de su casa o en su casa alguno de los siguientes establecimientos?

Imprenta	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Plomería	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Fábrica o taller de acumuladores	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Taller de barro vidriado	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Fundidora de plomo	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Gasolinería	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Carpintería/Ebanistería	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Fábrica de pinturas o barnices	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no
Mina	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	no

3. ¿Qué sabe de la mina cerca de aquí?

Apéndice D Resultados de análisis de Pb(II) total en muestras por AA**Cuadro D1** Resultados del primer muestreo

Clave	Tipo de muestra	Concentración de plomo (mg/kg)	DER %
211-05	Chapulines preparados A	193	3.1
212-05	Chapulines preparados B	53	13.2
213-05	Chapulines preparados C	2421	1.3
472-05	Chapulines chicos preparados, aceitosos y color café rojizo	ND	----
473-05	Chapulines grandes preparados, aceitosos y color rojo con amarillo	ND	----
474-05	Chapulines grandes preparados, aceitosos y color rojo con amarillo	ND	----
475-05	Chapulines chicos preparados, aceitosos y color café rojizo	ND	----
476-05	Chapulines chicos preparados, aceitosos y color rojo	ND	----
659-05	Suelo del pueblo	ND	----
660-05	Suelo de mina	1710	----
661-05	Colorante rojo fresa	ND	----
662-05	Colorante verde limón	ND	----
663-05	Chapulines chicos preparados, color rojo	ND	----
664-05	Chapulines medianos preparados, color café rojizo	1544	1.1

Cuadro D2 Resultados del segundo y tercer muestreo

Clave muestra	Características	Concentración de plomo (mg/L)	DER %
989-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón y sal	251	2.7
990-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón, ajo y sal	ND	----
991-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón y sal	ND	----
992-05	Chapulines chicos, muy rojos y preparados con limón y sal	ND	----
993-05	Chapulines grandes, enteros y preparados con limón y sal	ND	----
994-05	Chapulines medianos, enteros y preparados con limón y sal	ND	----
213-06	Chapulines grandes, enteros, muy rojos y secos	ND	----
214-06	Chapulines grandes, enteros, rojos y preparados con limón y ajo	44.6	1.3
215-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón, ajo y chile	ND	----
216-06	Chapulines chicos, rojos y preparados con ajo y chile	ND	----
217-06	Chapulines chicos, rojos y preparados con limón, ajo y chile	ND	----
218-06	Chapulines chicos, rojos y preparados con limón, ajo y chile	ND	----
219-06	Chapulines grandes, enteros, rojos y preparados con limón y ajo	ND	----
220-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón, ajo y chile	ND	----
221-06	Chapulines chicos, rojos, secos y preparados con limón y ajo	ND	----
222-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón y ajo	ND	----
223-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón, ajo y chile	ND	----

224-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón, ajo y chile	ND	----
225-06	Chapulines medianos, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón y ajo	ND	----
226-06	Chapulines grandes, enteros, rojos, grasosos y preparados con limón y ajo	177	3.9
227-06	Chapulines grandes, enteros, rojos y grasosos	ND	----

Cuadro D3 Resultados del cuarto muestreo

Clave muestr a	Tipo de muestra	Concentración de plomo (mg/L)	DER %
637-06	Tlayuda	ND	----
638-06	Pepitas	592	4.2
639-06	Chapulines preparados	ND	----
640-06	Chapulines preparados	158	9.5
641-06	Chapulines preparados	ND	----
642-06	Chapulines preparados	ND	----
643-06	Chapulines preparados	ND	----
644-06	Chocolate	ND	----
645-06	Chapulines preparados	ND	----
646-06	Chapulines preparados	ND	----
647-06	Chapulines preparados	ND	----
649-06	Chapulines preparados	ND	----
650-06	Chapulines preparados	ND	----
651-06	Chapulines preparados	668	0.4
652-06	Chapulines preparados	ND	----
653-06	Chapulines preparados	ND	----
654-06	Jal de formación vertical	1428	1.6
655-06	Jal con coloración gris en la superficie	1235	1.7
656-06	Jal de hendidura de formación vertical	3099	1.0
657-06	Jal con coloración blanca	1622	0.9
658-06	Jal rocoso con colores rosa y gris	562	4.6
659-06	Lodo con coloración azul en la superficie	3253	0.9
660-06	Suelo de campo arado	822	1.4
664-06	Agua de pequeño humedal pH 4-5	ND	----
661-06	Agua potable de pozo de Santa Inés	ND	----
663-06	Agua río Atoyac	ND	----
665-06	Agua de riego (entre SPH y	ND	----

	Santa Inés)		
666-06	Agua potable "pozo 1" de SPH	ND	----
667-06	Agua potable "pozo 2" de SPH	ND	----
668-06	Agua potable "pozo 3" de SPH	ND	----
648-06	Chapulines preparados	ND	----
670-06	Chapulines frescos	ND	----
671-06	Chapulines preparados con ajo, limón y sal	216	4.6
672-06	Cacao y canela sin moler	ND	----
673-06	Chocolate preparado	ND	----

Cuadro D4 Resultados del quinto muestreo

Clave muestra	Tipo de muestra	Concentración de plomo (mg/L)	DER %
259-07	Suelo de campo	ND	----
260-07	Suelo de campo	ND	----
261-07	Plantas secas	----	----
262-07	Plantas secas	----	----
263-07	Suelo de campo	ND	----
264-07	Plantas secas	----	----
265-07	Suelo de campo	ND	----
266-07	Suelo arado	ND	----
267-07	Plantas secas (mazorca)	----	----
268-07	Chocolate	ND	----
269-07	Espicias	554	16.8
270-07	Tortilla	ND	----
271-07	Ajo	ND	----
272-07	Pepitas asadas	1009	4.1
273-07	Frijoles frescos	ND	----
274-07	Sal	ND	----
275-07	Chocolate	ND	----
276-07	Mole preparado	32	15.6
277-07	Pepitas preparadas	584	4.4
278-07	Pepitas frescas	ND	----
279-07	Suelo del camino que rodea la zona de residuos mineros de Santa Inés	1211	1.6
280-09	Suelo arado a 50 pasos de la zona	156	5.7
281-09	Plantas secas a 50 pasos de la zona	ND	----
282-07	Suelo arado a 100 pasos de la zona	42	11.9
283-07	Plantas frescas a 100 pasos de la zona	ND	----
284-07	Suelo arado a 150 pasos de la zona	48	4.1
285-07	Plantas secas a 150 pasos de	ND	----

	la zona		
286-07	Suelo arado a 200 pasos de la zona	60	3.3
287-07	Plantas frescas a 200 pasos de la zona	ND	----
288-07	Suelo arado a 250 pasos de la zona	28	10.7
289-07	Plantas secas a 250 pasos de la zona	----	----
290-07	Suelo arado a 300 pasos de la zona	ND	----
291-07	Plantas secas a 300 pasos de la zona	----	----
292-07	Suelo arado a 350 pasos de la zona	ND	----
293-07	Plantas secas a 350 pasos de la zona	----	----
294-07	Suelo arado a 400 pasos de la zona	ND	----
295-07	Plantas secas a 400 pasos de la zona	----	----
296-07	Suelo arado a 450 pasos de la zona	ND	----
297-07	Plantas frescas a 450 pasos de la zona	ND	----
298-07	Ruda	ND	----
299-07	Suelo	ND	----
300-07	Suelo arado	ND	----
301-07	Plantas secas	----	----
302-07	Suelo arado	ND	----
303-07	Plantas secas	----	----
304-07	Suelo arado	ND	----
305-07	Plantas frescas	ND	----
306-07	Suelo arado	ND	----
307-07	Plantas frescas	ND	----
308-07	Ajo de la familia Aquino	ND	----
309-07	Sal de la familia Aquino	ND	----
310-07	Frijoles frescos	ND	----
311-07	Picadillo	ND	----
312-07	Sal, ajo y limón molidos	ND	----
313-07	Pepitas preparadas	ND	----
314-07	Semillas frescas	ND	----
315-07	Limón	ND	----
316-07	Epazote	ND	----
317-07	Frijoles preparados	ND	----

Cuadro D5 Resultados del sexto muestreo

Clave	Tipo de muestra	Concentración de plomo (mg/L)	DER %
685-07	Orégano sin moler	ND	----
686-07	Orégano molido en chirmolera de barro vidriado	1367	0.8
687-07	Comino sin moler	ND	----
688-07	Comino molido en chirmolera de barro vidriado	339	4.7
689-07	Ajo fresco	ND	----
690-07	Ajo molido en chirmolera de barro vidriado	1528	11.2
691-07	Barro rojo	ND	----
692-07	Barro café	ND	----

Apéndice E Resultados de las mediciones para otros metales por ICP

Clave muestra	211-05		212-05		213-05		472-05		473-05	
Tipo de muestra	Chapulines preparados		Chapulines preparados		Chapulines preparados		Chapulines preparados		Chapulines preparados	
Metal	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)
<i>Ag</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Al</i>	58	10.3	28	14.3	69	20.3	31	67.7	36	113
<i>As</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Ba</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Be</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Ca</i>	1763	0.11	1122	10.1	1584	3.0	1395	14.4	1122	14.3
<i>Cd</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Co</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Cr</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Cu</i>	25.8	7.33	26	15.4	23.91	0.7	8	25	10.9	7.3
<i>Fe</i>	115	1.64	235	87.7	110	12.7	75	40	54	20.4
<i>Mg</i>	728	0.26	668	6.9	655	3.4	515	9.5	552	6.9
<i>Mn</i>	7.82	24.17	7	28.6	13.54	2.6	8	12.5	5.7	1.14
<i>Mo</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Ni</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Pb</i>	189	1.0	70	7.1	2326	3.6	ND	----	4.1	19.5
<i>Se</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Tl</i>	ND	----	ND	----	ND	----	4	25	3.8	13.1
<i>V</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
<i>Zn</i>	107	1.77	87	9.2	90	3.3	50	26	63	12.7

Clave muestra	474-05		475-05		476-05		659-05*		660-05	
Tipo de muestra	Chapulines preparados		Chapulines preparados		Chapulines preparados		Suelo proveniente de Zimatlán		Suelo cercano a mina	
Metal	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)
<i>Ag</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	---
<i>Al</i>	47	46.8	90	11.1	735	2.0	40814	17.3	5898	---
<i>As</i>	ND	----	ND	----	ND	----	11.4	3.5	ND	---
<i>Ba</i>	ND	----	ND	----	ND	----	110	2.7	ND	---
<i>Be</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	---
<i>Ca</i>	2429	13.8	2798	2.8	1230	4.8	13991	44.6	5506	---
<i>Cd</i>	ND	----	ND	----	ND	----	4.4	4.5	ND	---
<i>Co</i>	ND	----	ND	----	ND	----	20	2.5	ND	---
<i>Cr</i>	ND	----	ND	----	ND	----	51	3.9	ND	---
<i>Cu</i>	23	43.5	21.2	3.8	20	10	53	1.9	4497	---
<i>Fe</i>	265	56.2	147	51.7	77	14.3	29912	3.5	19079	---
<i>Mg</i>	745	8.9	1087	0.9	812	2.8	10343	3.7	2789	---
<i>Mn</i>	11	9.1	14.8	2.0	9.59	0.52	877	3.6	883	---
<i>Mo</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	---
<i>Ni</i>	ND	----	ND	----	ND	----	26	3.8	ND	---
<i>Pb</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	1486	---
<i>Se</i>	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----	ND	---
<i>Tl</i>	4	50	1.9	26.3	ND	----	ND	----	ND	---
<i>V</i>	ND	----	ND	----	ND	----	78	3.4	ND	---
<i>Zn</i>	89	11.2	80.2	1.1	66	3.0	112	3	1480	---

Clave muestra	661-05		662-05		663-05		664-05	
Tipo de muestra	Colorante rojo		Colorante verde		Chapulines preparados		Chapulines preparados	
Metal	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)	Conc. (mg/kg)	DER (%)
Ag	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Al	ND	----	ND	----	71	19.7	60	23.3
As	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Ba	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Be	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Ca	442	27.1	552	17.7	2639	2.6	1274	1.20
Cd	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Co	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Cr	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Cu	ND	----	ND	----	25	32	35	5.7
Fe	ND	----	ND	----	144	11.1	456	131
Mg	12	25	10	10	1059	5.5	914	1.5
Mn	9.6	2.1	8.8	3.4	13.8	1.4	8	62.5
Mo	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Ni	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Pb	ND	----	ND	----	10	50	1701	1.1
Se	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Tl	1	20	ND	----	5	40	2.7	33.3
V	ND	----	ND	----	ND	----	ND	----
Zn	ND	----	ND	----	110	7.3	113	11.5

Apéndice F Entrevistas

Las entrevistas se resumen en los cuadros y gráficas que se muestran a continuación.

Cuadro F1 Sección I y II de las entrevistas.

I. Las primeras preguntas se refieren a sus antecedentes.				
Familia	Y	W	X	Z
Sexo	Mujer 1	Mujer 2	Mujer 3	Hombre
Edad	59	36	56	75
Lugar de nacimiento	San Pablo Huixtepec	Ayoquezco de Aldama	San Pablo Huixtepec	Santa Inés Yatzeche
Lugar donde creció	San Pablo Huixtepec	Ayoquezco de Aldama	San Pablo Huixtepec	Santa Inés Yatzeche
Escolaridad	primero de primaria	terminó secundaria	tercero de primaria	tercero de primaria
II. Las siguientes preguntas se refieren a su salud.				
1. ¿Alguna vez le han dicho que está anémico/a o que tiene muy poco hierro en sangre?	no	Sí, a los 12 años	no	no
2. ¿Alguna vez le han dicho que tiene plomo en sangre?	no	no	no	no
PARA MUJERES				
3. ¿Está actualmente embarazada?	no	no	no	---
4. ¿Cuántas veces ha estado embarazada?	5	3	12	---
5. ¿Cuántos hijos vivos tiene?	5	2	8	---
6. ¿Por cuánto tiempo amamantó a su bebé? (meses)	12	25	24	---

Cuadro F2 Sección III, pregunta 1 de las entrevistas

III. Las siguientes preguntas son acerca de cómo prepara su comida y qué tipo de materiales para cocinar utiliza.					
1. ¿Qué tan frecuentemente come usted alguno de los siguientes alimentos o hierbas?					
Tipo de alimento	Preguntas	Mujer 1	Mujer 2	Mujer 3	Hombre
Tortillas (hechas a mano)	Frecuencia (código)	1	1	1	1
	¿Quién lo prepara?	vendedor	vendedor	vendedor	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	1 vez al mes	3 o 4 meses	cada mes	cada 3 semanas
Chapulines	Frecuencia (código)	5	5	5	5
	¿Quién lo prepara?	familia	vendedor	vendedor	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	no	no	Sí, cuando no se le compra a un vendedor	no
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	2 o 3 veces en temporada	en la temporada	muy poco	2 o 3 veces en temporada

Mole	Frecuencia (código)	4	4	4	3
	¿Quién lo prepara?	familia	familia	familia	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	si	si	si	no
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	si	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	cada fiesta	cada año	muy poco	no
Semillas de calabaza	Frecuencia (código)	2	4	4	4
	¿Quién lo prepara?	familia	familia	vendedor	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	si	no	no	si
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	2 o 3 veces en temporada	3 veces al año	no	no

Hierbas/remedios caseros	Frecuencia (código)	3	4	4	4
	¿Quién lo prepara?	familia	familia	familia	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	no	no	no	no
Chocolate	Frecuencia (código)	3	2	3	1
	¿Quién lo prepara?	familia	familia	familia	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	no	si	si	si
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	1 vez al mes	8 veces al año	no	de vez en cuando

Frijoles	Frecuencia (código)	1	3	3	1
	¿Quién lo prepara?	familia	familia	familia	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	no	si	si	no
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	si	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	1 vez al año	no	no	no
Guisados	Frecuencia (código)	3	3	3	2
	¿Quién lo prepara?	familia	familia	familia	familia
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	no	no	no	no

Jugos frescos	Frecuencia (código)	3	3	2	4
	¿Quién lo prepara?	familia	familia	familia	vendedor
	¿Lo preparan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Lo almacenan en vasijas de barro vidriado?	no	no	no	no
	¿Envía usted esta comida a su familia en California?	no	no	no	no

Cuadro F3 Sección III, pregunta 2 de las entrevistas.

2. ¿Utiliza usted este tipo de vasijas? ¿Para qué?					
Tipo de Vasija	Preguntas	Mujer 1	Mujer 2	Mujer 3	Hombre
Comal de barro	¿Para qué la usa?	Tostar semillas	Tostar semillas y chile, calentar tortillas	Tostar semillas, calentar tortillas	Preparar tortillas
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	Jícara	Jarrizos o cuchara de peltre	Cuchara de madera	---
Chirmolera de barro vidriado	¿Para qué la usa?	Preparar salsas y moler especias	Preparar salsas	Preparar salsas y moler especias	Preparar salsas
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	Tejolote de piedra	Tejolote de piedra	Tejolote de piedra	Tejolote de piedra

Jarro de barro vidriado	¿Para qué la usa?	Preparar y servir chocolate y atole	Servir chocolate	---	Servir chocolate
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	Molinillo	Molinillo	---	Molinillo
Jícaras	¿Para qué la usa?	Beber atole y aguas	Beber atole y tejate	Beber tejate	Beber tejate
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	---	---	---	---
Olla de barro vidriado	¿Para qué la usa?	Preparar nicoatole	Preparar guisados	Preparar frijoles	---
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	Cucharas de madera o peltre	Cucharas de madera o peltre	Cucharas de madera o peltre	---
Tazas de barro vidriado	¿Para qué la usa?	---	Beber café o chocolate	Sólo se usan en ocasiones especiales	---
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	---	---	---	---
Platos de barro vidriado	¿Para qué la usa?	---	Comer cualquier alimento	Comer cualquier alimento	---
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	---	cubiertos	cubiertos	---
Otro tipo de vasijas (cazuelas de barro vidriado)	¿Para qué la usa?	Preparar semillas	---	Preparar mole o algunos guisos especiales	---
	¿Qué utensilios utiliza con éste?	Cuchara de peltre o madera	---	Cuchara de peltre o madera	---

Cuadro F4 Sección III, preguntas 3,4 y 5 de las entrevistas.

Preguntas	Mujer 1	Mujer 2	Mujer 3	Hombre
3. ¿Dónde consiguió sus vasijas de barro?	Mercado de la Cd. de Oaxaca o mercado local	Mercado local	Mercado local	Mercado de la Cd. de Oaxaca o mercado local
4. ¿Sabe dónde fueron hechas?	Atzompa	Atzompa	Atzompa	Atzompa
5. El agua que utiliza para beber y preparar alimentos es de:	Agua de la llave	Agua de la llave	Agua de la llave y garrafón marca: venane	Garrafón

Cuadro F5 Sección IV de las entrevistas

IV. Preguntas de plomo en Seaside.				
Preguntas	Mujer 1	Mujer 2	Mujer 3	Hombre
1. ¿Ha escuchado usted del problema de plomo en Seaside?	si	no	si	si
2. Cree usted que es un problema:	serio	mas o menos serio	no es nada	serio
3. ¿Por qué piensa usted que hay un problema en Seaside?	No se	No se	No se	Porque los doctores nos lo dicen
4. ¿Cree usted que el problema de plomo es un problema aquí?	Tal vez si, pero no nos han hecho estudios, aquí hay muchos niños con retraso mental	si	no	no se
5. ¿Sabe usted cómo afecta el plomo en la salud?	si	no	no	si
6. ¿Conoce una persona con plomo en sangre?	Sí, mi hija que está embarazada	no	no	no

Resumen de la sección V de las entrevistas

En la sección V de las entrevistas (otras preguntas) los entrevistados respondieron que no a todo en las preguntas 1 y 2, excepto la mujer 1 y la mujer 2.

La mujer 1 dijo que su yerno trabajó por seis años como plomero en la ciudad de Oaxaca y que un sobrino trabaja de carpintero en San Pablo Huixtepec. También dijo que existe una gasolinera a una cuadra de su casa.

La mujer 2 dijo que su suegro trabajó en una fábrica de madera en la ciudad de Oaxaca.

Las respuestas que dieron los entrevistados a la pregunta 3 de esta misma sección se muestran a continuación.

¿Qué sabe usted de la mina cerca de aquí?

Mujer 1: Que sacaban piedra de metal.

Mujer 2: Creo que mi padre trabajó ahí.

Mujer 3: Que sacaban metal y que está cerca de Santa Inés.

Hombre: Aquí sólo se molió lo de la mina de San Jerónimo Taviche.

Apéndice G Calidad de las mediciones

Los blancos (n=30) no presentaron concentraciones de Pb(II) detectables para $\lambda = 217 \text{ nm}$ y 283.3 nm por EAA, lo que nos indica que la matriz no interfiere con nuestras mediciones y que nuestras muestras no se contaminan durante las digestiones.

Cuadro G1 Concentraciones promedio, desviación estándar relativa y porcentaje de recobro de controles y muestras adicionadas de las mediciones de Pb(II) por EAA.

	Controles		Muestras adicionadas	
	$\lambda = 217 \text{ nm}$ (n = 8)	$\lambda = 283.3 \text{ nm}$ (n = 5)	$\lambda = 217 \text{ nm}$ (n = 8)	$\lambda = 283.3 \text{ nm}$ (n = 4)
Concentración promedio (mg/L)	5.03	5.44	5.6	5.2
DER (%)	6.8	4.5	23.7	14.2
Porcentaje de recobro	100.6	108.8	112	104