

# PRESENCIA DE PLOMO SOLUBLE EN LA CERAMICA VIDRIADA TIPICA DE GUATEMALA

DELIA R. PANIAGUA DE GUDIEL \*

JOSÉ HÉCTOR AGUILAR \*\*

## Sumario

Se determinaron los niveles de plomo soluble en muestras seleccionadas al azar de cerámica vidriada de acabado fino y tosco, obtenidas de los centros regionales del país, de donde se origina la mayor parte de cerámica vidriada típica (Jalapa, Totonicapán y Antigua Guatemala), con el propósito de establecer si este tipo de cerámica constituye una fuente de intoxicación por plomo en Guatemala. Para determinar la cantidad de plomo soluble presente en las diferentes piezas de cerámica estudiadas, se utilizó el método de extracción con ácido acético al 4 o/o, por 24 horas, seguido de una determinación directa del plomo presente en el extracto por espectrofotometría de absorción atómica. También se estudió la capacidad de diferentes alimentos y bebidas, consumidos en el país, para solubilizar el plomo presente en el vidriado de estas piezas.

Con excepción de la cerámica vidriada de acabado fino, proveniente de Antigua Guatemala, todas las demás piezas estudiadas liberaron cantidades apreciables de plomo, obteniéndose concentraciones muy por encima de 7 ppm en los extractos de ácido acético al 4 o/o, que constituye el límite máximo establecido en otros países para cerámica vidriada empleada en la preparación y/o conservación de alimentos. Al estudiar el efecto de algunos alimentos y bebidas sobre la cerámica vidriada, se demostró que bebidas ácidas como el vinagre casero, coca-cola, naranjada y jugo de tomate liberaron del vidriado cantidades de plomo capaces de producir una intoxicación aguda, en el caso del vinagre, y una intoxicación crónica para el caso de las otras bebidas, siendo de nuevo la única excepción la cerámica vidriada de acabado fino procedente de Antigua Guatemala.

## Introducción

Entre los contaminantes presentes en el medio ambiente, ocupan un lugar destacado los elementos metálicos y sus compuestos, ya que muchos de ellos presentan una manifiesta toxicidad.

El aumento de estos metales, en el medio ambiente, se ha producido como consecuencia del incremento de muchos procesos industriales en los cuales se utilizan o bien son un subproducto de ellos. Incluso en países de poco desarrollo entre los cuales se podría mencionar a Guatemala, es posible que ya exista ese problema, aunque éste ha sido poco estudiado en nuestro país<sup>(1)</sup>.

El plomo es uno de los ejemplos clásicos de los riesgos existentes por el uso de los elementos metálicos y sus compuestos.

La intoxicación por plomo se ha conocido desde hace muchos siglos pero, a pesar de eso, se ha seguido utilizando por constituir uno de los metales más útiles, económicos y abundantes para el hombre<sup>(2)</sup>. Existen innumerables trabajos citando casos de intoxicación por plomo como resultado de numerosas actividades que ponen en contacto al metal o sus compuestos con el hombre; una de las posibles fuentes de intoxicación ha sido el uso de objetos de cerámica vidriada es decir recubiertos con barnices a base de plomo<sup>(3-5)</sup>. El plomo es uno de los constituyentes más comunes en la mayoría de los barnices para el vidriado y, por consiguiente cualquier vasija vidriada destinada a contener alimentos debe poseer un vidriado completamente insoluble, debido al carácter tóxico de este metal. La eliminación completa de plomo en la composición de un vidriado no es tarea fácil, ya que este le imparte características de brillantez, colorido, dureza y textura lisa, que no son fáciles de alcanzar con otras mezclas sin plomo; además, los vidriados a base de plomo son menos susceptibles e irregularidades en su preparación<sup>(6, 7)</sup>. Una técnica inapropiada en la preparación del vidriado trae como consecuencia que parte del plomo permanezca en una forma soluble y, por consiguiente, extraíble con líquidos de naturaleza ácida, que al ser consumidos pueden provocar intoxicaciones de diversos grados, incluso provocar la muerte<sup>(3-5)</sup>.

\* Lic. en Farmacia.

\*\* Dr. en Bioquímica (Ph. D.) Decano.

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Habiéndose reconocido, desde hace muchos años, el riesgo producido como consecuencia del uso del plomo en la cerámica vidriada, se han hecho muchos estudios orientados hacia un mejoramiento de los métodos existentes, tanto para el proceso del vidriado, como también para determinar la cantidad de plomo soluble que se pueda encontrar en las vasijas sometidas a dicho proceso y su límite máximo permisible; además, se ha tratado de determinar los diversos factores que pueden afectar la extracción del plomo soluble contenido en dichas vasijas, tales como luz, temperatura, tiempo de extracción; también se han efectuado ensayos de solubilización utilizando diferentes líquidos tales como vinos, aguas gaseosas, café soluble, té, naranjadas, limonadas y jugos de frutas<sup>(8-10)</sup>.

En Guatemala existe cerámica vidriada típica proveniente principalmente de los departamentos de Totonicapán, Sacatepéquez y Jalapa, cuyo uso se ha popularizado en los últimos años, desconociéndose hasta el momento cuál pueda ser su contenido de plomo soluble. Debido a los métodos rústicos utilizados en el país, para la fabricación de este tipo de cerámica, es posible que este contenido sea superior a los límites establecidos en otros países, constituyendo así un riesgo de intoxicación para aquellas personas que consuman alimentos y bebidas contenidos en vasijas fabricadas con este tipo de cerámica. El presente estudio presenta evidencias de que lo anterior es correcto.

## Materiales y Métodos

Se utilizaron muestras de cerámica vidriada típica escogidas al azar y provenientes de Totonicapán, Antigua Guatemala y Jalapa, por ser éstos los tres centros donde se fabrica casi todo este tipo de cerámica. Estas muestras se adquirieron en estos lugares o bien en mercados de la capital, en vista de que sus características ornamentales son fáciles de reconocer. Se escogieron muestras que tienen diferentes usos, tales como tazas, ollas, apastes, saleros, escudillas, copas, jarritos, batidores, etc.

Se estudiaron muestras de los dos tipos de cerámica vidriada que existen en Totonicapán y Jalapa. Uno de éstos tiene características comunes en ambas áreas y se distingue por su fabricación y vidriado toscos, lo que indica que en su preparación se utilizan métodos rústicos; el vidriado se caracteriza por no tener un color definido, ya que posee diferentes tonalidades de verde, predominando el verde oliva, sin llegar a un color intenso; estas diferentes tonalidades se deben probablemente a una aplicación irregular del barniz. Las ollas y apastes que poseen este tipo de cerámica se caracterizan por no tener vidriada la parte inferior de su superficie externa. Este tipo de cerámica se caracteriza también por su precio muy bajo, por lo que es de uso general en la población del país, especialmente la de escasos recursos, identificándose en el presente trabajo como "cerámica

vidriada de acabado tosco". El otro tipo de cerámica vidriada se reconoce por tener características diferentes de acuerdo a su procedencia; el que proviene de Totonicapán posee un fondo beige claro, sobre el cual se encuentran adornos de color pardo, amarillo intenso, verde y azul oscuros; el que se fabrica en Jalapa posee un solo color oscuro, que generalmente es pardo, azul, verde o gris tornasolados. En lo que respecta a otras características, este tipo de cerámica se reconoce por tener un vidriado de mejor apariencia y textura, lo que sugiere que en su fabricación se utilizan métodos más refinados; además su precio es más elevado y por consiguiente su uso se ha popularizado más entre la clase media y rica del país y también entre los turistas; en este trabajo, este tipo de cerámica se identifica como "cerámica vidriada de acabado fino".

También se estudiaron muestras de cerámica vidriada fabricada en Antigua Guatemala, la que por sus características cae dentro de la denominación de cerámica vidriada de acabado fino; ornamentalmente se distingue por tener un fondo gris claro, con adornos de color amarillo, verde, azul y negro.

Para determinar la cantidad de plomo soluble extraído de las muestras de cerámica vidriada, se utilizó el método de Krinitz y Franco<sup>(8)</sup>, que se basa en la extracción del plomo soluble con una solución de ácido acético al 4 o/o, durante 24 horas, a temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ); la cantidad de plomo extraída se lee directamente en un espectrofotómetro de absorción atómica. Cuando la cantidad de plomo presente en el extracto era muy grande, éste se diluyó con ácido acético al 4 o/o. El espectrofotómetro utilizado fue un Perkin Elmer, Modelo 290, equipado con un quemador de tres ranuras y una lámpara de cátodo hueco para plomo, ajustado a una longitud de onda de 211 nm.

Para estudiar la capacidad de solubilización del plomo por bebidas y alimentos consumidos en el país, se extrajeron muestras de cerámica vidriada con coca-cola, naranjada, limonada, vinagre casero, café, té, chocolate, agua caliente, cerveza, jugo de tomate y frijoles negros. En todos los casos se trató de seguir el procedimiento arriba mencionado<sup>(8)</sup> substituyendo en cada caso el ácido acético al 4 o/o por la respectiva bebida o alimento.

Cuando hubo necesidad de efectuar algún cambio, se indica en la sección de Resultados y Discusión.

La limonada y la naranjada se prepararon exprimiendo un limón o una naranja de tamaño mediano, en 250 ml. de agua desmineralizada, agregando 2 cucharaditas de azúcar. El vinagre casero se preparó sembrando, en un medio con panela y agua, una muestra de bacterias de especie desconocida, obtenida en una casa donde lo preparan regularmente, incubándose a temperatura ambiente durante una semana; después de este tiempo, se decantó la parte líquida, la que se usó para la extracción. El jugo de tomate se preparó licuando partes iguales de tomate y agua desmineralizada. El café, té y chocolate se prepararon en la forma usual.

## Resultados y Discusión:

### 1. Determinación de la cantidad de plomo soluble.

Con el objeto de comprobar si la cerámica vidriada típica del país contiene cantidades excesivas de plomo soluble, se extrajeron diversas vasijas con ácido acético al 4 o/o, durante 24 horas, y se determinó el contenido de plomo de los extractos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla No. 1. Estos resultados indican que la mayor parte de los extractos contenían cantidades mayores de 7 ppm de plomo. Los únicos extractos con una concentración menor de ese límite fueron los obtenidos a partir de piezas de cerámica vidriada de acabado fino provenientes de Antigua Guatemala. Este límite de 7 ppm ha sido oficialmente aceptado en varios países como la cantidad máxima aceptable para vasijas de cerámica vidriada, utilizadas en la preparación y/o conservación de alimentos y bebidas, por lo que se puede afirmar que únicamente la cerámica de Antigua Guatemala puede ser utilizada con esos fines<sup>(5, 8 y 9)</sup>. Es importante señalar que el número de vasijas estudiadas fue bastante pequeño por lo que los resultados deben considerarse como preliminares y por consiguiente sujetos a una confirmación posterior por medio de un estudio que utilice una muestra mayor.

### 2. Efecto de bebidas y alimentos.

Después de haberse demostrado la presencia de cantidades excesivas de plomo soluble en la cerámica vidriada, se hizo un estudio para establecer si algunos alimentos y bebidas de uso popular, especialmente aquellos de naturaleza ácida, eran capaces de extraer este plomo soluble. Para el efecto, las piezas de cerámica fueron extraídas siguiendo hasta donde fue posible las indicaciones del método de Krinitz y Franco<sup>(8)</sup>, utilizando en lugar del ácido acético, la bebida o alimento que se deseaba estudiar; para el caso de bebidas que se consumen frías o calientes, la temperatura de extracción fue diferente a la indicada en ese método. La cantidad de plomo extraída por el vinagre casero se muestra en la tabla No. 2 y la extraída por la limonada, naranjada, coca-cola y jugo de tomate en la tabla No. 3. Para el caso de la limonada y naranjada las condiciones de extracción fueron las indicadas en el método de Krinitz y Franco<sup>(8)</sup>; para la coca-cola, vinagre casero y jugo de tomate se utilizó un volumen menor que el indicado y con respecto a la coca-cola la temperatura de extracción fue de 4°C. Los resultados que se muestran en las tablas 2 y 3 indican que, de los líquidos utilizados, el vinagre casero fue el que solubilizó mayores cantidades de plomo, similares a las obtenidas con el ácido acético al 4 o/o; los demás líquidos empleados extrajeron cantidades menores de plomo. Al hacer estudios variando el tiempo de extracción se determinó que la limonada y naranjada requerían alrededor de dos horas de extracción para alcanzar niveles de plomo por encima de 7

ppm, mientras que con el vinagre casero y la coca-cola se sobrepasó ese valor a los 30 minutos de extracción; en el caso del jugo de tomate esto ocurrió alrededor de las dos horas. Estudios hechos en vasijas de cerámica vidriada, responsables de haber provocado intoxicaciones por plomo, han indicado que aquellas bebidas capaces de producir una liberación de plomo alrededor de 100 ppm pueden producir un envenenamiento severo en niños pequeños, que las consuma en una forma continua, por períodos de algunas semanas; su vez, el uso continuo de recipientes que liberan plomo, en el rango de 7 a 20 ppm, podría originar una intoxicación crónica al ingerir líquidos, conteniendo estos niveles, por varias semanas<sup>(11)</sup>. De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el uso del vinagre casero en vasijas de cerámica vidriada provenientes de Totonicapán y Jalapa, constituye un riesgo muy grande, ya que incluso con un tiempo tan corto como una hora, se liberaron niveles de plomo entre 300 y 800 ppm. En lo que respecta a las otras bebidas ácidas estudiadas, existe un riesgo de intoxicación crónica, especialmente con la cerámica vidriada de acabado fino proveniente de Jalapa; de ellas, la coca-cola es la que extrae cantidades apreciables en un tiempo corto.

Para comprobar si la cerveza podía extraer el plomo soluble presente en la cerámica vidriada, se extrajeron diversas vasijas, por un período de 30 minutos, una mitad a temperatura ambiente y la otra mitad a 4°C. En todos los casos no se encontró plomo presente en los extractos. Para demostrar el efecto de los frijoles negros se utilizó una olla de cerámica vidriada de acabado tosco, originaria de Totonicapán, la cual fue extraída con frijoles y agua por un período de 2 horas, a ebullición, seguido por uno de 2 horas, a temperatura ambiente; al analizar el caldo proveniente de estos frijoles no se encontró la presencia de plomo.

Para observar el efecto solubilizador de las bebidas calientes, se extrajeron varias piezas de cerámica vidriada con chocolate, café, té y agua caliente, por un período de 30 minutos; en ningún caso se extrajeron cantidades de plomo mayores de 6 ppm.

## Conclusiones:

De todos los tipos de cerámica vidriada típica guatemalteca que fueron estudiados, únicamente la de acabado fino, proveniente de Antigua Guatemala, liberó cantidades de plomo menores de 7 ppm, al ser extraída con ácido acético al 4 o/o, durante 24 horas, por lo que es la única que se puede considerar apta para la preparación y conservación de alimentos. Con base a estos resultados se considera necesario llevar a cabo un estudio completo sobre los métodos de vidriado utilizados en el país, para establecer cuáles son las causas que determinan que una gran proporción de la cerámica vidriada típica posea cantidades excesivas de plomo soluble, constituyéndose así en un riesgo de intoxicación por plomo para aquellas personas que

utilizan para preparar y/o conservar alimentos.

De todos los alimentos y bebidas utilizados en este estudio para determinar su capacidad de extraer el plomo soluble presente en la cerámica vidriada de Totonicapán y Jalapa, únicamente el vinagre casero extrajo cantidades de plomo capaces de producir una intoxicación aguda; bebidas ácidas como la coca-cola, naranjada, limonada y jugo de tomate liberaron cantidades de plomo capaces de producir una intoxicación crónica, al ingerir estas bebidas con frecuencia y por períodos relativamente largos; otros alimentos y bebidas como el café, cerveza, agua caliente, frijoles negros, té y chocolate no liberaron cantidades peligrosas de plomo.

En todo caso, se recomienda no utilizar la cerámica vidriada proveniente de Totonicapán y Jalapa para el consumo, preparación y/o conservación de alimentos y bebidas.

## Agradecimientos:

*Agradecemos la colaboración de la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, en cuyos laboratorios se llevó a cabo la parte práctica de la presente investigación y al Ingeniero Marco A. Kopp, jefe de dichos laboratorios.*

TABLA No. 1

Extracción de Plomo Soluble de la cerámica vidriada típica, con ácido acético al 4 o/o.<sup>1</sup>

Lugar de Origen	Tipo de vasija	Acabado	Plomo extraído ppm <sup>2</sup>
Antigua	salero	fino	0
Antigua	batidor	fino	0
Antigua	escudilla	fino	1.5
Jalapa	escudilla	fino	185
Jalapa	escudilla	fino	2000
Jalapa	taza	tosco	45
Jalapa	escudilla	tosco	60
Jalapa	escudilla	tosco	1950
Totonicapán	escudilla	fino	6
Totonicapán	batidor	fino	200
Totonicapán	salero	fino	295
Totonicapán	batidor	fino	500
Totonicapán	escudilla	tosco	29
Totonicapán	batidor	tosco	60
Totonicapán	apaste	tosco	1750
Totonicapán	olla	tosco	2050
Totonicapán	salero	tosco	400

1. Las condiciones de extracción fueron las indicadas por Krinitz y Franco<sup>(8)</sup>.

2. Equivalente a ug/ml.

TABLA No. 2

Extracción de Plomo Soluble de la cerámica vidriada típica, con vinagre casero.

Lugar de origen	Tipo de vasija	Acabado	Plomo extraído ppm <sup>1</sup>
Antigua	escudilla	fino	2
Jalapa	escudilla	fino	12
Jalapa	escudilla	tosco	1850
Totonicapán	escudilla	fino	3100

1. Equivalente a ug/ml.

TABLA No. 3

Extracción de Plomo Soluble de la cerámica vidriada típica, con bebidas ácidas.

Bebida	Lugar de Origen	Tipo de vasija	Acabado	Plomo extraído ppm <sup>1</sup>
Limonada	Antigua	jarrito	fino	0
Limonada	Jalapa	vaso	fino	29
Limonada	Totonicapán	jarrito	fino	13.5
Naranjada	Antigua	jarrito	fino	0
Naranjada	Jalapa	vaso	fino	78
Naranjada	Totonicapán	jarrito	fino	2
Coca-cola	Antigua	jarrito	fino	0
Coca-cola	Jalapa	vaso	fino	37.5
Coca-cola	Totonicapán	jarrito	fino	1.5
Jugo tomate	Antigua	escudilla	fino	0
Jugo tomate	Jalapa	escudilla	fino	1.5
Jugo tomate	Jalapa	escudilla	tosco	20
Jugo tomate	Totonicapán	escudilla	fino	1.5

1. Equivalente a ug/ml.

## Referencias

1. Durando ML. Niveles de contaminación atmosférica por plomo en la ciudad de Guatemala. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala, (tesis de graduación, Licenciado Químico) 1980. 175 p.
2. Waldron HA, Stöfen D. Sub-clinical lead poisoning. London: Academic Press, 1974. X + 224 p. (P. 1 - 9).
3. Harris RW. Ceramic glazes as a source of lead poisoning. JAMA 1967; 202: 544 - 546.
4. Klein M, Namer R. Lead release from earthenware. N Engl J Med 1970; 283: 1292.

5. Klein M. Earthenware containers as source of fatal lead poisoning. *N Engl J Med* 1970; 283: 669 - 672.
6. Kenny JB. The complete book of pottery making. New York: Chilton Book Company, 1973. (p. 179 - 214).
7. Shaw K. Ceramic glazes. London: Elsevier Publishing, 1971. (p. 38 - 140).
8. Krinitz B, Franco V. Colaborative study of an atomic absorption method for the determination of lead and cadmium extracted from glazed ceramic surfaces. *J Ass Off Analyt Chem* 1973; 56: 869 - 875.
9. Krinitz B. Effect of light on the extraction of lead and cadmium from glazed ceramic surfaces. *J Ass Off Analyt Chem* 1974; 57: 966 - 969.
10. Gegiou D, Botsival M. Atomic absorption spectrophotometric determination of lead in beverages and fruit juices and of lead extracted by their action on glazed ceramic surfaces. *Analyst* 1975; 100: 234 - 237.
11. Jacobs MB. The analytical chemistry of industrial poisons, hazards and solvents. 2 ed. New York: Interscience Publishers, 1949. (p. 191 - 195).