



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

## INFORME

### VIGILANCIA DE NIVELES DE PLOMO EN PANELA 2018 Laboratorio de Toxicología- Laboratorio de Salud Pública

*Ruiz Pérez Luz Adriana, Brito Barreto Iván Fernando, Patiño Reyes Nancy  
Profesionales Laboratorio de Toxicología*

#### 1. Generalidades

##### 1.1 Generalidades

El plomo es un metal tóxico que ha causado gran contaminación ambiental y problemas de salud en muchos lugares del mundo debido a su amplio uso. Es un tóxico acumulable que afecta múltiples sistemas en el cuerpo, incluyendo los sistemas neurológico, hematológico, gastrointestinal, cardiovascular y renal. Los niños son particularmente vulnerables a los efectos neurotóxicos del plomo, e incluso a niveles de exposición relativamente bajos puede causar daño neurológico serio, y en algunos casos irreversible.

La exposición a plomo es estimada como el 0,6% de la carga global de enfermedad, con la carga más alta en regiones en desarrollo. La exposición a plomo en la infancia se estima que contribuye con alrededor de 600.000 nuevos casos de niños con discapacidades intelectuales cada año. Las reducciones recientes del uso de plomo en la gasolina, la pintura, tuberías y soldaduras han resultado en reducciones sustanciales en los niveles de plomo en sangre. Sin embargo, las fuentes significativas de exposición aún permanecen, particularmente en países en desarrollo.

No se conoce ningún uso del plomo en el cuerpo humano, aunque su presencia puede provocar efectos tóxicos, independientemente de cuál sea la vía de exposición. A nivel molecular, los mecanismos de toxicidad propuestos involucran procesos bioquímicos fundamentales. Entre ellos se incluye la habilidad que tiene el plomo para inhibir o mimetizar las acciones del calcio (situación que puede afectar cualquier proceso dependiente de o relacionado con el calcio). También se incluye su capacidad para interactuar con ciertas proteínas (incluyendo aquellas que tengan grupos carboxilo, amino, sulfhidrilo y fosfato). Se debe enfatizar que "posiblemente no haya un umbral" a partir del cual se empiecen a observar los efectos adversos en la salud de los niños.

##### 1.2 Fuentes de Exposición a Plomo

El plomo se encuentra a bajos niveles en la corteza terrestre, principalmente como sulfuro de plomo. Sin embargo, la amplia presencia de plomo en el ambiente es principalmente el resultado de la actividad humana, como la minería, fundición, refinamiento y el reciclaje informal de plomo; el uso de gasolina con plomo; la producción de baterías de plomo-ácido y pinturas; la fabricación de joyería, soldadura, la manufactura de cerámicas y vidrio con plomo en industrias informales o caseras; los desechos electrónicos; etc. Otras fuentes de plomo en el ambiente



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

incluyen actividades naturales, como la actividad volcánica, las emisiones geoquímicas y provenientes del mar, la removilización de fuentes históricas, como plomo en suelo, sedimento y agua proveniente de agua de áreas mineras.

Una vez es liberado el plomo al ambiente, este persiste. Debido a la persistencia y el potencial para el transporte atmosférico global, las emisiones atmosféricas afectan incluso las regiones más remotas del mundo.

### 1.3 Plomo en Panela

Colombia es un país reconocido por ser el segundo productor mundial de panela después de la India, cuya producción se centra en la región Andina en departamentos como; Boyacá, Antioquia, Cundinamarca, Santander y Caldas. La panela además posee un gran impacto tanto económico como sociocultural en Colombia, porque además del consumo ha sido empleada para curación de heridas. La panela es elaborada en un establecimiento denominado trapiche, en donde la actividad principal consiste en la extracción de los jugos de la caña de azúcar para la elaboración de este alimento, siguiendo en teoría un protocolo establecido por FEDEPANELA (Federación Nacional de Productores de Panela) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural bajo la Norma Sanitaria establecida por el INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) y el Ministerio de Protección Social, implementando las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para reducir los riesgos de contaminación y ofrecer un alimento sano y apto para el consumo (Corrales L, 2012).

Sin embargo, se ha reportado en análisis microbiológicos y físico- químicos, la presencia de ciertos contaminantes de tipo micótico, bacteriano, de metales pesados (plomo y arsénico), de blanqueadores (sulfitos) y colorantes, lo cual, no permite garantizar la calidad suficiente de dicho producto y permite suponer que existen falencias en los procesos de producción y que en un futuro pueden generar problemas de salud a los consumidores por los efectos adversos que generan estos agentes (Corrales L, 2012).

Según la FAO, Colombia es considerada como el segundo país productor de panela y el primer consumidor de este. Cada colombiano consume de 31 a 33 kg anualmente (Corrales L, 2012). La cadena productiva de panela es la segunda agroindustria rural del país, después del café. Sin embargo, las pequeñas unidades de producción de panela tienen como característica común su bajo nivel de mecanización e ineficiencia técnica (Usedá M, 2015).

## 2. Metodología Analítica

La determinación de niveles de plomo en panela se realizó mediante análisis por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD



**Foto 1.** Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito

### **Fundamento del Método Analítico**

El horno de grafito es un atomizador electrotérmico muy común, que consiste de un tubo cilíndrico de grafito de aproximadamente 1-3 cm de longitud, y 3-8 mm de diámetro. El tubo de grafito es alojado en un ensamble que sella las salidas del tubo con ventanas ópticamente transparentes. El ensamble también permite el paso de corrientes de gas inerte, protegiendo el grafito de la oxidación, y removiendo los productos gaseosos producidos durante la atomización. Una fuente de poder es usada para pasar la corriente a través del tubo de grafito, resultando en un calentamiento por la resistencia.

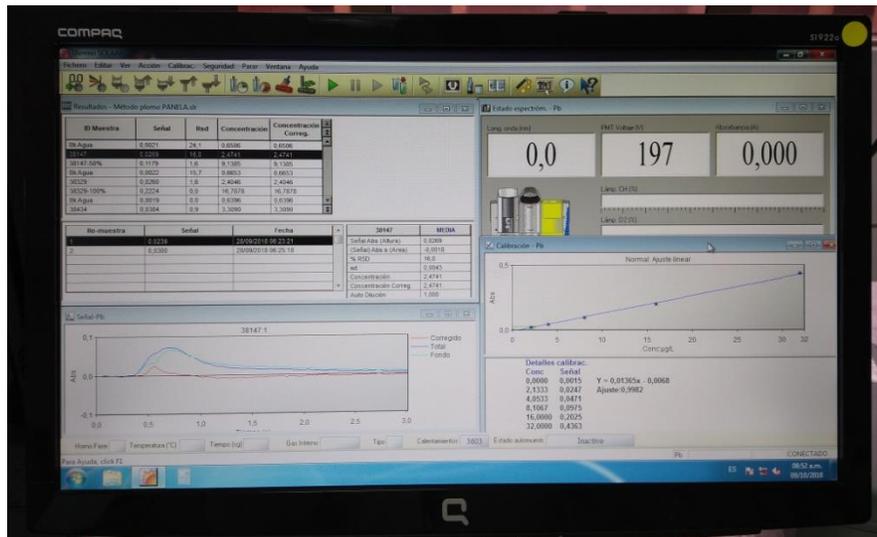
Las muestras de 20 uL, son inyectadas al tubo de grafito a través de un hoyo de diámetro pequeño localizado en la parte superior del tubo. La atomización se logra en tres fases. Primero, la mezcla es secada usando una corriente que eleva la temperatura del tubo de grafito a 110°C. En la segunda etapa, que se llama calcinado, la temperatura es incrementada a 350-1200°C, a estas temperaturas cualquier material orgánico es convertido en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y los materiales inorgánicos son volatilizados. Estos gases son removidos por una corriente de gas inerte. En la etapa final, la muestra es atomizada rápidamente incrementando la temperatura a 2000-3000°C. El resultado es un pico precedido cuya altura o área es proporcional a la cantidad de analito inyectado en el tubo. Estas tres etapas se llevan a cabo en 45-90 segundos, la mayor parte del tiempo es usada para secar y calcinar la muestra.

La atomización electrotérmica provee una significativa mejora en la sensibilidad, atrapando el analito gaseoso en un pequeño volumen en el tubo de grafito. La concentración del analito resultante en el vapor puede ser 1000 veces más grande que la producida en la atomización en la llama. El avance en sensibilidad y en la detección de límites, es compensado por una significativa pérdida en la precisión. La eficiencia de la atomización está fuertemente influenciada por el contacto de la muestra con el tubo de grafito, en el que es difícil controlar la reproducibilidad.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

Los equipos de absorción pueden mostrar los datos en transmitancia, % de transmitancia, o absorbancia. Una concentración desconocida de analito puede ser determinada con la medición de la cantidad de luz que absorbe la muestra aplicando la ley de Beer. Si el coeficiente de absorptividad no se conoce, la concentración se puede determinar usando una curva de calibración de la absorbancia contra las concentraciones derivadas de los estándares.



**Foto 2.** Software para Determinación de Plomo en Paneles del Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

Las muestras de panela se digieren previamente bajo condiciones ácidas. La cuantificación del plomo presente se efectúa por espectrofotometría de absorción atómica a 217 nm, utilizando cámara de grafito y modificación de matriz, frente a una curva de patrones acuosos.

Cuando se usa la técnica de horno junto con un espectrofotómetro de absorción atómica, se coloca una alícuota representativa de la muestra en el tubo de grafito dentro del horno, la muestra es evaporada a sequedad, carbonizada, y atomizada. Debido a que un gran porcentaje de los átomos disponibles del analito es vaporizado y dissociado para la absorción en el tubo, es posible el uso de volúmenes pequeños de muestra ó la cuantificación de concentraciones más bajas de algunos elementos.

El horno es usado para atomizar la muestra. La radiación generada de un elemento excitado dado, pasa a través del vapor que contiene los átomos en estado fundamental del elemento. La intensidad de la radiación transmitida disminuye en proporción a la cantidad de elemento en estado fundamental en el vapor. Los átomos del metal que se va a medir son colocados en el haz de radiación mediante el incremento de la temperatura del horno, causando de este modo la volatilización del espécimen inyectado.

Un monocromador aísla la radiación característica de la lámpara de cátodo hueco, y un dispositivo fotosensible mide la radiación transmitida atenuada.



### 3. Referencias Normativas

La metodología analítica corresponde a una adaptación del *Metodo Oficial AOAC 999.10 (Plomo, Cadmio, Zinc, Cobre, y Hierro en Alimentos)*.

Resolución número 779 de 2006, *por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones.*

La resolución establece que los niveles de plomo en panela no deben exceder 0,2 mg/kg

### 4. Muestras

#### 4.1 Recolección de Muestras

Las muestras fueron recolectadas a través del grupo de Inspección Vigilancia y Control (SDS) de la Subsecretaría de Salud Pública, mediante las subredes y los hospitales de cada área. Se recolectó una cantidad de unidades que representarían un peso mínimo de 250 gramos, y la respectiva contramuestra. Cada muestra debía venir acompañada del formato "Acta de Toma de Muestras", debidamente diligenciado.



**Fotos 3.** Muestras de panela para determinación de plomo.

#### 4.2 Empaque y/o embalaje

Las muestras se recolectaron en su empaque original, verificando que se encontraran completamente selladas y que el material del empaque estuviera íntegro.

#### 4.3 Transporte



El transporte aseguró la integridad de la muestra, evitando golpes o daños que pudieran alterar tanto el empaque como las características del producto. Durante el transporte se evitó que las muestras estuvieran expuestas a fuentes directas de luz y/o calor.

#### 4.4 Almacenamiento

Las muestras de panela se almacenaron a temperatura ambiente, alejadas de fuentes directas de luz y calor, y con humedad controlada. El lugar de almacenamiento fue el Laboratorio de Toxicología de la Secretaría Distrital de Salud.

#### 4.5 Identificación de las Muestras

Cada muestra debía contar con los siguientes datos de identificación para ser recibidas en el LSP:

- Nombre y tipo de producto.
- Lote.
- Registro sanitario.
- Fecha de vencimiento.
- Fabricante y/o comercializador.
- Las muestras deben ir acompañadas del formato o acta de recolección.

### 5. Resultados y Discusión

Durante el periodo comprendido entre el 5 de junio y el 5 de septiembre de 2018 se recibieron 69 muestras de panela recolectadas en 19 localidades de la ciudad. Las cantidades de muestras por localidad se encuentran discriminadas en la tabla 1.

Localidad	Número Muestras
ANTONIO NARIÑO	4
BARRIOS UNIDOS	4
BOSA	4
CANDELARIA	3
CHAPINERO	4
CIUDAD BOLIVAR	4
ENGATIVA	4
FONTIBON	3
KENNEDY	4
MARTIRES	4
PUENTE ARANDA	3
RAFAEL URIBE	4



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

SAN CRISTOBAL	3
SANTA FE	4
SUBA	3
TEUSAQUILLO	4
TUNJUELITO	4
USAQUEN	3
USME	3
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>

**Tabla 1.** Número de muestras recolectadas por localidad.

Respecto a la forma de presentación del producto, se encontraron 4 tipos de panela correspondientes a panela en cuadro, pastillas en polvo y redonda (tabla 2).

Presentación	Número Muestras	Porcentaje
PANELA EN CUADRO	41	59,4
PANELA EN PASTIILLAS	23	33,3
PANELA EN POLVO	2	2,9
PANELA REDONDA	3	4,3
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>100</b>

Se evidenció que el mayor número de muestras correspondió a la presentación en cuadro (59,4%), seguido de pastillas (33,3%), redonda (4,3%), y por último, en polvo (2,9%).

En la siguiente tabla, se relacionan los niveles de plomo, expresados como mg/Kg, encontrados en cada una de las muestras analizadas.

No.	Número Radicación	Nivel Plomo (mg/Kg)
1	23358	0,0084
2	23571	0,0060
3	23627	0,0301
4	23799	0,0453
5	23970	0,0341
6	24270	0,0121
7	24518	0,0340
8	24824	0,0118
9	24925	0,0313
10	25249	0,0336
11	25622	0,0178
12	26461	0,0404
13	26628	0,0654
14	26863	0,0674



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

15	27024	0,0646
16	27271	0,0397
17	27324	0,0399
18	27531	0,0334
19	27542	0,0136
20	27995	0,0230
21	28058	0,0456
22	28140	0,0471
23	28309	0,0615
24	28947	0,0301
25	29091	0,0458
26	29215	0,0113
27	29339	0,0329
28	29403	0,0388
29	29462	0,0526
30	29562	0,0250
31	29728	0,0407
32	30082	0,0349
33	30177	0,0342
34	30412	0,0692
35	30863	0,0576
36	31249	0,0434
37	31426	0,0714
38	31602	0,0287
39	31780	0,0304
40	32089	0,0267
41	32395	0,0363
42	32870	0,0207
43	33009	0,0111
44	33183	0,0487
45	33324	0,0783
46	33455	0,0486
47	33605	0,028
48	33689	0,0372
49	33797	0,0375
50	33951	0,0175
51	34698	0,0357
52	34765	0,0478
53	34981	0,0201
54	35038	0,0454
55	35408	0,0389
56	35652	0,0325





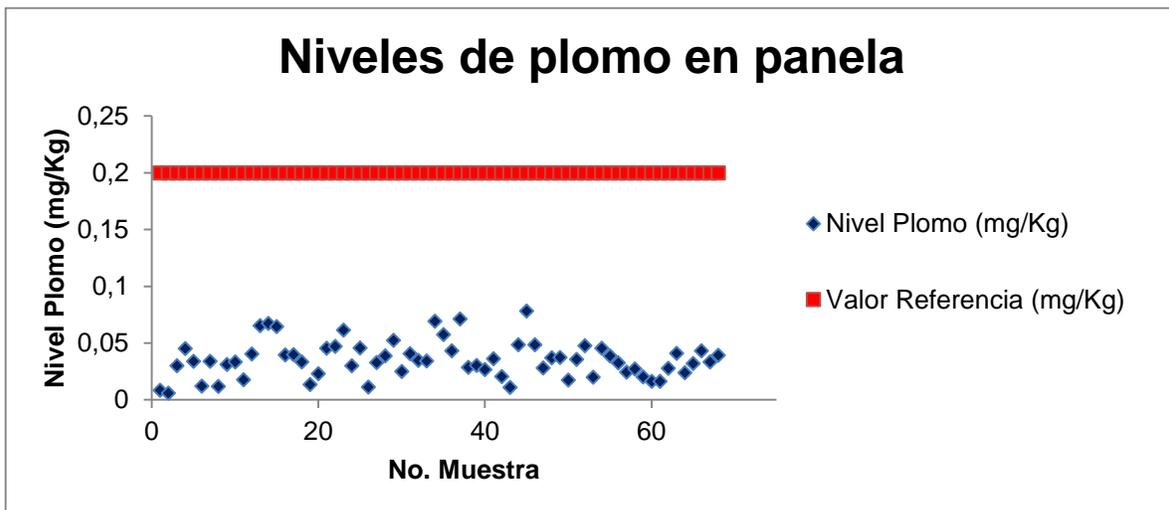
ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

57	36005	0,0246
58	36293	0,0274
59	36458	0,0202
60	37085	0,0165
61	37412	0,0163
62	37728	0,0278
63	38001	0,0410
64	38147	0,0238
65	38329	0,0322
66	38434	0,0433
67	38568	0,0335
68	38812	0,0393
<b>Promedio</b>	-	<b>0,0354</b>

**Tabla 3.** Niveles de plomo (mg/Kg) encontrados por cada muestra de panela.

Los niveles se encontraron en el rango de, los cuales están por debajo del valor máximo permitido (0,2 mg/Kg), según 0,0060 a 0,0783 mg/kg lo establecido en la Resolución 779 de 2006. El nivel promedio de plomo fue de 0,0354 mg/Kg.

Esto indica que sí existe contaminación de estos productos debida a la presencia de plomo, sin embargo, los niveles no logran alcanzar el valor a partir del cual se considera puede existir mayor riesgo para la salud en las personas que consumen panela.



**Gráfica 1.** Niveles de plomo en muestras de panela.

El plomo es capaz de bioacumularse, por lo tanto su concentración en plantas y animales se magnifica a lo largo de la cadena alimentaria, además de que el uso y la polución ambiental por plomo se han incrementado en los últimos 50 años. Sin



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

embargo, actualmente la preocupación principal radica en la exposición alimentaria a este metal (Rubio C, 2004).

La contaminación de algunos alimentos con plomo, puede explicarse por dos motivos principales:

1. La contaminación ambiental en zonas industriales y de tráfico pesado, como es el caso de algunas zonas donde se realizan prácticas de agricultura que son adyacentes a grandes avenidas o autopistas. En este sentido, la prohibición del tetraetilo de plomo en las gasolineras ha logrado una disminución considerable de este contaminante en la atmósfera (Rubio C, 2004).

2. La solubilidad del plomo en ácidos débiles orgánicos e inorgánicos (Rubio C, 2004).

Respecto a la exposición a este metal, el factor de riesgo de mayor importancia es la edad, puesto que tiene un pico de mayor riesgo entre los 18 y 24 meses, el cual va disminuyendo de forma gradual hasta llegar a la edad de la adolescencia. Esto se debe a que la absorción de plomo es mayor en los niños que en los adultos, pues los primeros respiran más aire, beben más agua, y consumen más alimentos en relación a su peso corporal, a lo que se suma el comportamiento normal de los niños relacionado con llevarse objetos a la boca, tener más cercanía con el suelo y el hábito de pica (Ascione I, 2001).

Por otra parte, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) del año 2005, la panela se encuentra en el noveno lugar de la lista de alimentos más consumidos con el 41,5% de los individuos encuestados que la consumen. La cantidad promedio consumida por persona por día es de 55,4 gramos. En lo referente a niños de 2 a 3 años, la panela se encuentra en el sexto lugar entre los alimentos más consumidos con el 49,3%, con una cantidad promedio de ingesta por individuo día de 56,3 gramos (ICBF, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2005).

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace evidente que el consumo de panela es muy importante en nuestro país, lo que hace necesaria la vigilancia de este alimento respecto a la presencia de contaminantes químicos, como el plomo, que representan gran riesgo para la población y de manera particular, a ciertos grupos etarios, como es el caso de los niños, esto con el fin de prevenir afectaciones en salud, relacionadas con el consumo de alimentos inseguros.

## 6. Conclusiones

- La totalidad de las muestras de panela analizadas (68) presentaron niveles de plomo por debajo del valor máximo permitido por la Resolución 779 de 2006.
- Los niveles de plomo se encontraron en el rango de 0,0060 a 0,0783 mg/kg, con un promedio de 0,0354 mg/Kg.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE SALUD

- La panela es un alimento de alto consumo en el país, lo que hace necesario velar por su calidad y seguridad.
- El plomo es un contaminante ambiental muy común, lo que permite que se encuentre de manera general en diversos alimentos, siendo la alimentación una de las fuentes más importantes de exposición a plomo tanto en niños como en adultos.
- Durante las vigilancias realizadas en los años 2009 y 2015 se encontró que los niveles de plomo no excedieron el valor máximo permitido por la normatividad nacional.
- Con el fin de optimizar recursos, se sugiere llevar a cabo la vigilancia de metales en panela de manera programada, recomendando un trimestre al año, para evaluar el comportamiento del alimento respecto a la presencia de estos contaminantes, teniendo en cuenta los resultados encontrados.
- Teniendo en cuenta el amplio consumo de panela en la población colombiana, así como el riesgo que representa el plomo en algunas poblaciones vulnerables, como es el caso los niños, es recomendable el ajuste, evaluación y actualización de las normas que se encuentran vigentes (Resolución 779 de 2006)

## 7. Referencias Bibliográficas

- Ascione I. (2001). Intoxicación por Plomo en Pediatría. *Arch Pediatr Urug*, 72(2), 133-138.
- Corrales L, M. M. (2012). Estudio Descriptivo de las Prácticas de Manufactura en la Industria Panelera en los Trapiches San Francisco y La Esmeralda en Boyacá y Caldas. *Nova - Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*, 10(18), 166-179.
- ICBF, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2005). *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia*. Bogotá.
- Rubio C, G. A. (2004). El Plomo como Contaminante Alimentario. *Rev. Toxicol.*, 21, 72-80.
- Useda M, E. J. (2015). Eficiencia Técnica de la Producción de Panela. *Revista de Tecnología*, 14(1), 107-116.