

351  
2ej



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN  
DE PLOMO EN ESTUDIANTES DE  
POSGRADO DE LA FACULTAD  
DE ODONTOLOGÍA DE LA UNAM  
MEDIANTE EL USO DE SALIVA.

## TESIS

Que para obtener el título de  
Cirujano Dentista  
presenta

*Verbo*  
*Mireya*

CLAUDIA RAYA LEYVA

Directores de tesis:

C.D.M.O. BEATRIZ C. ALDAPE BARRIOS  
C.D.M.O. MIREYA GONZÁLEZ BEGNÉ

Asesores:

ING. RAÚL BELMONT DÁVILA  
ING. ARMANDO BAEZ PEDRAJO.



CIUDAD UNIVERSITARIA

MEXICO, D.F. 1996



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

*AGRADECIMIENTOS*

*A la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM, por haber permitido coleccionar las muestras de saliva en sus clínicas.*

*A la Dra. Mireya González Begné, por la dirección y revisión del manuscrito.*

*A la Dra. Beatriz C. Aldape Barrios, por la revisión del manuscrito de esta tesis.*

**GRACIAS.**

## *AGRADECIMIENTOS POR COLABORACIÓN*

*Al Laboratorio de Química Atmosférica del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, por las facilidades brindadas para el desarrollo de esta tesis.*

*A las químicas: Rocío García Martínez y María del Carmen Torres Barrera, por su colaboración en el procesamiento y análisis de las muestras de saliva.*

*Al M. en I. Armando Báez Pedraja, por la revisión del manuscrito.*

*Al Ing. Raúl Belmont Dávila, por todo su apoyo en la preparación y análisis de las muestras de saliva; asimismo, por el análisis estadístico de los datos y finalmente por la revisión del manuscrito.*

*GRACIAS.*

*A mi papá. Que con su fuerza a mor y cariño, me impulso y brindo toda la confianza para tomar el mejor camino hacia mi futuro.*

*A mi hermana compañera inseparable, la cual crecio a mi lado, como ser humano y como profesionista.*

*A mi esposo. Pues gracias a su paciencia y amor pude hacer miles de cosas y superar etapas dificiles.*

*A mis abuelos. Gracias por todo su apoyo.*

*A todas aquellas personas que creyeron en mi.*

**GRACIAS.**

# INDICE

RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. OBJETIVOS .....	8
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	8
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	8
III. HIPÓTESIS .....	8
IV. ANTECEDENTES.....	9
V. SALUD AMBIENTAL Y PLOMO.....	12
5.1 Propiedades físicas y químicas del plomo.....	12
5.2 Fuentes y vías de exposición.....	13
5.3 Metabolismo del plomo.....	15
5.4 Saliva como medio de diagnóstico.....	18
5.5 Saliva y contaminación ambiental.....	20
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
6.1 Materiales y equipo .....	21
6.2 Universo de trabajo y tamaño de muestra.....	22
6.3 Limpieza del material .....	23
6.4 Colección de las muestras de saliva .....	23
6.5 Procesamiento de las muestras.....	24
6.6 Análisis.....	25
6.7 Análisis estadístico.....	25
VII. RESULTADOS .....	29
VIII. DISCUSIÓN.....	34
IX. CONCLUSIONES .....	37
X. REFERENCIAS.....	38

## RESUMEN

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) es una de las más contaminadas del mundo en la que circulan cerca de tres millones de vehículos automotores y existen alrededor de 30 mil industrias, aunque este crecimiento ha tendido a disminuir.

Los metales pesados constituyen una clase de contaminantes del ambiente, los cuales requieren de una atención particular debido a su toxicidad hacia el hombre y a los ecosistemas en general. La población está expuesta al plomo que se encuentra en el aire, en muchos alimentos, en agua para beber y en el polvo. Se ha observado que existen concentraciones altas de metales pesados, como plomo y cadmio, en localidades que tienen más alta densidad de tráfico vehicular, asimismo, se han detectado altas concentraciones de estos metales en suelo superficial, sangre y dientes. En este marco, el propósito de esta tesis fue el de detectar los niveles de plomo, por medio de la saliva, en una población de 100 estudiantes de Posgrado de la Facultad de Odontología de la UNAM, que residen en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, cuyas edades fluctuaron entre 20 y 40 años

Se cuantificaron los niveles de plomo, utilizando saliva total humana. La media geométrica de esta población fue de  $2.16 \mu\text{g dL}^{-1}$ . Veintinueve por ciento de los sujetos presentaron concentraciones en el intervalo de  $0.85$  a  $1.7 \mu\text{g dL}^{-1}$ . Del total de muestras analizadas, 66 correspondieron al sexo femenino, con una media geométrica de  $2.13 \mu\text{g dL}^{-1}$ ; y 34 al masculino con una media geométrica de  $2.23 \mu\text{g dL}^{-1}$ ; lo cual nos indica que no hay gran

diferencia en sus niveles. Al aplicar la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, se confirmó que no hay diferencia significativa en las concentraciones entre ambos sexos.

Por otra parte, se hizo una clasificación de las edades tomando como punto de partida su media aritmética (26 años). Se analizaron 53 muestras correspondientes a edades  $\leq 26$  años y 47 a  $> 26$  años. Al igual que en los sexos, no hubo gran diferencia en las concentraciones encontradas; la media geométrica de las edades  $\leq 26$  años fue de  $2.12 \mu\text{g dL}^{-1}$ , mientras que la de  $> 26$  años fue de  $2.22 \mu\text{g dL}^{-1}$ . El análisis de estos datos nos indica que las edades  $\leq 26$  años presentaron, en promedio, concentraciones menores, aunque esta diferencia no es considerable; esto probablemente se deba a que las personas con edades menores presentaron una exposición menor al plomo. La aplicación de la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, nos confirmó que no hay diferencia significativa entre las concentraciones encontradas en las edades

La comparación de los resultados obtenidos en este estudio con los obtenidos en otros países, aunque no hay muchos estudios que nos puedan dar una referencia, nos mostraron que hay diferencia con respecto a los obtenidos en este estudio.



## I. INTRODUCCIÓN

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) es una de las más contaminadas del mundo en la que circulan cerca de tres millones de vehículos automotores y existen alrededor de 30 mil industrias, aunque este crecimiento ha tendido a disminuir (SDS-INE, 1991-1992).

Dadas las características geográficas de la ZMCM, la ventilación es pobre ya que se encuentra rodeada por montañas, lo cual no facilita la dispersión de los contaminantes (SDS-INE, 1993-1994).

El ser humano requiere de aire para su salud y bienestar, por lo que la contribución a la contaminación severa del aire por actividades humanas, industriales, agrícolas, etc., puede causar impactos indeseables como el deterioro de la capa de ozono, la cual protege a la tierra de la radiación ultravioleta solar, o bien provocar el efecto de invernadero que está ocasionando el calentamiento del planeta (SDS-INE, 1993-1994).

Los metales pesados constituyen una clase de contaminantes del ambiente, los cuales requieren de una atención particular debido a su toxicidad hacia el hombre y a los ecosistemas en general (Tripathi *et al.*, 1989). Se han observado niveles elevados de metales pesados en el suelo, la vegetación y el aire cercano a algunas industrias como las fundidoras, minas y manufactureras de baterías; también en lugares próximos a las carreteras y en las áreas urbanas, en general (Khandekar *et al.*, 1980).

El plomo está dispersado completamente en el ambiente principalmente como el resultado de las actividades antropogénicas. El destino de los procesos ambientales puede transformar un compuesto de plomo en otro; sin embargo, el plomo no es degradado y está

completamente disponible a la exposición humana, aunque los compuestos que lo contengan varíen enormemente (USDHHS, 1993).

La población en general está expuesta al plomo que se encuentra en el aire, en muchos alimentos, en agua para beber y en el polvo. Los segmentos de la población en general que tienen el riesgo más alto de efectos en su salud por la exposición de plomo son los niños en edad pre-escolar, las mujeres embarazadas y sus fetos, y los hombres blancos entre 49 y 59 años de edad (USDHHS, 1993).

En la atmósfera, el plomo está principalmente en forma particulada. Las partículas grandes, especialmente las de diámetro aerodinámico  $>2 \mu\text{m}$  se sedimentan de la atmósfera bastante rápido y son depositadas relativamente cerca de las fuentes de emisión (p.e., a 25 m de la carretera después de haber sido emitidas por el escape del vehículo), mientras que las partículas más pequeñas pueden ser transportadas a miles de kilómetros (USDHHS, 1993).

En áreas urbanas, la mayor parte de los compuestos de plomo encontrados en la atmósfera son un resultado de la combustión de la gasolina con plomo, la quema de combustibles fósiles y las emisiones industriales (Khandekar *et al.*, 1980; Harrison y Williams, 1982; Tripathi *et al.*, 1989).

En la Ciudad de México se han encontrado niveles significativos de plomo atmosférico, aunque éstos han tendido a disminuir en los últimos años (Salazar *et al.*, 1981; Barfoot *et al.*, 1984; Falcón *et al.*, 1986; Jáuregui y Sánchez, 1987; SDS-INE, 1993-1994; Rosas *et al.*, 1995).

En la ZMCM se consumen diariamente 43 millones de litros de combustible de los cuales 28% se utiliza en la industria y los servicios, 7% en las termoeléctricas, 11% en el consumo doméstico y 54% lo consume el transporte (SDS-INE, 1991-1992).

Desde 1981, en el Area Metropolitana de la Ciudad de México se ha iniciado una reducción del contenido de tetraetilo de plomo en la gasolina, de 3.5 mL/galón a 1 mL/galón en 1986 (Palazuelos *et al.*, 1992); además de la introducción, en 1991, de la gasolina sin plomo (Magna-Sin). Actualmente existen 2 tipos de gasolina en México: 1) la Nova que contiene 0.5 a 1 mL/galón de tetraetilo de plomo (la que se expende en el Area Metropolitana tuvo una reducción a la mitad en 1991); se calcula que 16 millones de litros de gasolina con plomo se consumen diariamente en la ciudad, lo que provoca que se depositen 2 millones de toneladas de plomo en el aire cada año, tan sólo por la combustión de la gasolina. 2) La Magna Sin, que no contiene plomo y cuyo uso es exclusivamente en autos con convertidor catalítico (Palazuelos *et al.*, 1992). En el presente, el contenido de tetraetilo de plomo se ha reducido en un 92% (SDS-INE, 1993-1994), lo cual ha llevado a un decrecimiento del plomo atmosférico Sin embargo, aunque el uso de gasolina con plomo ha descendido, aún circulan diariamente tres millones de automóviles de los cuales el 80% se construyeron antes de 1970, lo cual significa que siguen consumiendo gasolina con plomo, Nova, (Jiménez *et al.*, 1993).

Se ha observado que existen concentraciones altas de metales pesados, como plomo y cadmio en localidades que tienen más alta densidad de tráfico vehicular, asimismo se han detectado altas concentraciones de estos metales en suelo superficial, sangre y dientes (Triphati *et al.*, 1989).

Por otro lado, se ha reportado que los niños que viven en las ciudades tienen concentraciones relativamente altas de metales tóxicos, como el plomo y el cadmio, en su sangre (Khandekar *et al.*, 1980).

Las vías principales de absorción son a través del tracto respiratorio y el sistema digestivo (Hernández Avila *et al.*, 1991). La absorción pulmonar del plomo de aeropartículas es aproximadamente de 30 a 50 % de la cantidad inhalada y es modificado por factores como el tamaño de partículas y la tasa de ventilación (Morrow *et al.*, 1980; EPA, 1986). La absorción gastrointestinal de plomo de una dieta es de 6 a 10% de la cantidad ingerida (Rabinowitz *et al.*, 1980). Cuando el plomo es consumido en solución acuosa con alimento, la entrada por el intestino puede ser tan alta como 80%, aún en personas con buen estado alimenticio (Hernández Avila *et al.*, 1991). La ingestión de plomo depositado en el polvo, suelo, comida y agua puede contribuir hasta con un 50 % de la entrada total (Duggan *et al.*, 1985).

La exposición ambiental al plomo puede ser detectada por el análisis de sangre, la cual es usada rutinariamente como una herramienta para el monitoreo y selección de carga al cuerpo (EPA, 1986).

También se han utilizado a los dientes, deciduos y permanentes, como indicadores de la exposición a plomo (Lappalainen y Knuutila, 1981; Grandjean *et al.*, 1986; Tripathi *et al.*, 1989; Rabinowitz *et al.*, 1991).

Por otra parte, últimamente se ha utilizado a la saliva como un medio de diagnóstico, ya que no sólo nos permite detectar enfermedades que afecten directamente a las glándulas salivales per se, sino también enfermedades sistémicas que no involucren a las glándulas mismas; entre ellos la presencia de drogas, fármacos o contaminantes, como el plomo, presentes en el organismo (González, 1994). Debido a las propiedades que presenta la saliva y a que su recolección es un método no invasivo, su uso ha despertado el interés de muchos investigadores pertenecientes a diferentes disciplinas.

Las concentraciones de plomo en saliva son más bajas que en la sangre por su origen (Fung *et al.*, 1975; Brodeur *et al.*, 1983), lo que muestra que el plomo en la sangre y en saliva responden en diferentes caminos a la circulación del plomo en el ambiente (Butt *et al.*, 1964).

En este marco, el propósito de esta tesis fue el de detectar los niveles de plomo, por medio de la saliva, en estudiantes de Posgrado de la Facultad de Odontología de la UNAM, que residen en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Cuantificar los niveles de plomo en la saliva humana.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Determinar si las concentraciones de plomo en la saliva humana varían de acuerdo al sexo y a la edad.

## **III. HIPÓTESIS**

Existen variaciones en la concentración de plomo en saliva con respecto a la edad y al sexo.

#### IV. ANTECEDENTES

Se han realizado, a través del tiempo, diversos estudios acerca de los grandes problemas de contaminación ambiental generada por el ser humano y los efectos que por acumulación de plomo puede causar en el organismo del hombre.

El plomo puede provocar intoxicación al ser humano dando como resultado alteraciones en el sistema nervioso central (BMCTC, 1993). Es un metal nocivo para la mayor parte de los sistemas del cuerpo e interviene con el metabolismo y la función celular (Jiménez *et al.*, 1993). Las concentraciones elevadas de plomo producen efectos dañinos sobre los sistemas hematopoyético, hepático, renal, reproductivo y gastrointestinal (Jiménez *et al.*, 1993).

Entre las poblaciones de mayor riesgo están las mujeres en edad reproductiva y los niños menores de edad (Jiménez *et al.*, 1993).

Los niños, especialmente aquellos que están en edad preescolar, tienen una fuente de exposiciones de plomo debido a que se colocan muchas cosas en su boca, como las manos, juguetes y otras cosas que pueden contener polvo con plomo (USDHHS, 1993).

Diferentes ambientes son responsables de la carga de plomo en los individuos: el aire inhalado, el polvo, el agua para beber y alimentos (Hernández Avila *et al.*, 1991). Las vías principales de absorción son a través del tracto respiratorio y el sistema digestivo (Hernández Avila *et al.*, 1991).

El plomo es sumamente importante en un campo muy amplio de la investigación. El aire es el receptáculo principal de la contaminación ambiental; por medio de éste se transportan

partículas de plomo a las aguas superficiales, incluyéndose la precipitación, suelos, vegetación y alimentos (OMS, 1979).

Se han realizado estudios en lugares en donde pudiera haber problemas de contaminación, como son las industrias metalúrgicas y las comunidades cercanas a éstas (Khandekar *et al.*, 1980; Triphati *et al.*, 1989). Algunos estudios han dado mayor importancia a las investigaciones en niños, dentro de diversas edades, haciendo evaluaciones en muestras de sangre, biopsias de esmalte y en saliva (Brudebold *et al.*, 1977; Anderson *et al.*, 1979; Cleymaet *et al.*, 1991; Jiménez *et al.*, 1993; Rothemberg *et al.*, 1993). Por otra parte, se han realizado estudios utilizando, como indicadores de la exposición a plomo, a la sangre, el suero y los dientes deciduos y permanentes (Butt *et al.*, 1964; Digregorio *et al.*, 1974; Fung *et al.*, 1975; Brudebold *et al.*, 1977; Lappalainen y Knuutila, 1981; Brodeur *et al.*, 1983; Grandjean *et al.*, 1986; Triphati *et al.*, 1989; Rabinowitz *et al.*, 1991). Se han realizado algunos estudios para detectar los niveles de plomo en saliva (Digregorio *et al.*, 1974; Fung *et al.*, 1975; Brudebold *et al.*, 1977; P'an, 1981; Brodeur *et al.*, 1983; Cleymaet *et al.*, 1991).

Los niveles de plomo en saliva no se pueden comparar con los obtenidos en sangre, ya que se ha estimado que la saliva parotídea humana contiene aproximadamente 13% de la concentración de plomo en sangre (Digregorio *et al.*, 1974). Para determinar los niveles de plomo en sangre se requieren muestras de 2 a 3 ml, en ocasiones repetidas veces y los niveles de plomo en las muestras de saliva podrían ser usados para propósitos de protección de los niños (Fung *et al.*, 1975).

En Bélgica, se han llevado a cabo diversos estudios sobre las concentraciones de plomo en sangre, superficies de esmalte y saliva de niños que viven en la cercanía de una planta



industrial no ferrosa. Se encontró que el plomo aportado por el ambiente puede afectar la salud humana, pudiendo causar intoxicación en el organismo y provocar algunas disfunciones como: el retardo mental, parálisis cerebral e hiperactividad en los habitantes que viven en las cercanías de esta industria (Cleymaet *et al.*, 1991).

El plomo puede ser medido en sangre, suero, orina, fluido cerebroespinal, tejidos, huesos, dientes y cabello. Las mediciones en fluidos del cuerpo son sensibles y confiables para indicar que exposiciones de fondo se han presentado, así como para observar los efectos en la salud debido a exposiciones altas (USDHHS, 1993). Sin embargo, los niveles de plomo en sangre no son una medida exacta de la exposición a plomo a causa de la transferencia, movilización y almacenaje entre los diferentes compartimientos del cuerpo y, además, no refleja la carga total de plomo al cuerpo. Los niveles de plomo en tejidos, huesos y dientes son, generalmente indicadores más confiables a la exposición por plomo pero solo son sensibles a exposiciones relativamente altas (USDHHS, 1993).

El plomo también puede ser detectado por medio de la saliva, aunque este medio de muestreo es utilizado solo para proveer información a corto plazo (Cleymaet *et al.*, 1991).

## V. SALUD AMBIENTAL Y PLOMO

### *5.1 Propiedades físicas y químicas del plomo*

El plomo es un metal pesado que se encuentra localizado en el grupo IVB de la tabla periódica. Este grupo está formado por Carbono, Silicio, Germanio y Estaño (EPA, 1986).

El plomo (número atómico 82; peso atómico 207.19; gravedad específica 11.34) es un metal blando de color gris azulado o plateado. Su temperatura de fusión es de 327.5 °C y su temperatura de ebullición a la presión atmosférica es de 1,740 °C. Tiene cuatro isótopos naturales (208, 206, 207 y 204, por orden de abundancia (OMS, 1979).

Aunque el plomo posee cuatro electrones en su órbita de valencia, sólo dos se ionizan fácilmente, en consecuencia, el estado de oxidación del plomo en los compuestos inorgánicos es +2 (OMS, 1979).

En condiciones apropiadas de síntesis, se forman compuestos estables, en los cuales el plomo está directamente ligado a un átomo de carbono (OMS, 1979).

El tetraetilo y el tetrametilo de plomo son compuestos orgánicos muy conocidos de este metal; tienen gran importancia, debido a su utilización como aditivos de combustión. Ambos, son líquidos incoloros de una volatilidad inferior a la de la mayoría de los componentes de la gasolina. El punto de ebullición del tetrametilo de plomo es de 110 °C y el del tetraetilo 200 °C. En cambio, la escala de las temperaturas de ebullición en los hidrocarburos de la gasolina va de 20 a 200 °C, por lo que la evaporación de la gasolina tiende a concentrar ambos derivados

plúmbicos en el residuo líquido. Tanto el tetrametilo como el tetraetilo de plomo se descomponen a una temperatura de ebullición o a una temperatura inferior (Laveskog, 1971).

El análisis de los gases de escape de automotores pone de manifiesto que la proporción del tetrametilo respecto del tetraetilo aumenta a medida que se calienta el motor, lo cual muestra que el tetrametilo es más termoestable que el tetraetilo (Laveskog, 1971).

La importancia del plomo en el ambiente es el resultado de su utilidad y de su habilidad en el manejo del trabajo. El plomo está colocado en el 5o. sitio entre los metales más consumidos por tonelada después del hierro, cobre, aluminio y zinc. Por lo tanto, se produce en mayor cantidad que otros metales tóxicos (Dyssen, 1986).

## **5.2 Fuentes y vías de exposición**

La población en general, está expuesta al plomo; ya sea por ingestión de alimentos, agua o por inhalación. Los niños son susceptibles o están predispuestos a una mayor exposición a este metal, ya que durante la infancia, por curiosidad depositan en su boca diversos objetos que contienen plomo. También, los trabajadores de las industrias pueden sufrir niveles de exposición adicional a causa de su profesión (Teppen y Levin, 1972).

El aire es el receptáculo principal de la contaminación ambiental, por medio de éste se transportan partículas de plomo a las aguas superficiales, incluyendo la precipitación, suelos, vegetación y alimentos. Por otro lado, cuanto mayor es la urbe, mayor es la contaminación (Teppen y Levin, 1972).

Las fuentes de plomo a la atmósfera incluyen: emisiones automotrices, fundidoras, carbón ardiente, desperdicios de aceite quemado, plantas manufactureras de baterías, plantas procesadoras de químicos, procesamiento de chatarra y una fuente secundaria importante de contaminación como es el aceite emitido por automotores (Olson y Skogerboe, 1975). Otros problemas de contaminación muy importantes de mencionar son la combustión de aditivos a base de derivados alquílicos del plomo en combustibles para motores, dando como resultado la mayor contaminación por plomo inorgánico (Huntzicker et al., 1975). Por otra parte, el consumo de plomo para la fabricación de estos derivados es muy grande, se habla de toneladas y de estas cantidades se dice que el 70% pasa inmediatamente al ambiente después de la combustión y el resto queda detenido en los sistemas de lubricación y escape de los vehículos (Huntzicker *et al.*, 1975).

En la naturaleza existe una fuente natural de plomo, se encuentra en la corteza terrestre a una concentración aproximada de 13 mg/kg. Concentraciones más elevadas de plomo se encuentran en las rocas ígneas, 10 a 20 mg/kg (Livingstone, 1963).

Los suelos adquieren el plomo por vía natural o por contaminación por el hombre. El agua, es otra fuente de exposición, siendo el contenido global en lagos y ríos de 1-10 mg/L, incluyéndose la contaminación por el hombre (Livingstone, 1963).

Otra fuente de exposición son los alimentos. La concentración de plomo en diversos productos varía considerablemente e incluso en muestras diferentes de un mismo alimento, hay variaciones (Butt *et al.*, 1964). Se ha comprobado que existen márgenes de variación entre diversos alimentos: condimentos (0-15 mg/kg), pescado (0.2 - 2.5 mg/kg), carne (0-0.37 mg/kg), huevo y cereales (0-1.39 mg/Kg) y legumbres (0-1.3 mg/Kg) (Kehoe *et al.*, 1993). Otros

alimentos, como la leche o los enlatados, suelen tener concentraciones elevadas de plomo por el material utilizado en ocasiones; soldaduras de plomo en las latas o el material empleado en los recipientes de vidrio (Mitchell *et al.*, 1974).

En algunas industrias se requiere de plomo: en la construcción, para revestimientos de paredes e insonoración; soldaduras, objetos de bronce, cojines, en algunos tipos de imprenta, tubos plegables y en la industria de municiones (Davis, 1973).

Otras fuentes de contaminación son la minería, la fundición, y la refinera, así como la producción de compuestos y artículos que contienen plomo (Davis, 1973). Las fundiciones de mineral de plomo crean problemas locales de contaminación, su influencia en el aire y en el suelo depende de la altura de las chimeneas, de los dispositivos de depuración, de la topografía y de otras características locales. Las emisiones pueden cubrir una superficie considerable, aproximadamente 5 Km de contaminación atmosférica desde la planta, y aproximadamente 10 Km de contaminación del suelo (Landrigan *et al.*, 1975).

### **5.3 Metabolismo del plomo**

El plomo entra al organismo humano por vía respiratoria, por el tracto gastrointestinal, y por el tacto con la piel; después se traslada al torrente sanguíneo y de ahí se distribuye a todo el organismo, afectando especialmente a los tejidos y se acumula en los huesos a través de los años (BMCTYC, 1993).

A poco de que el plomo penetra en el cuerpo, viaja en la sangre hacia los "tejidos blandos", (tales como el hígado, riñones, pulmones, cerebro, músculos y corazón). Después de

varias semanas, la mayor parte del plomo se mueve a los huesos y a los dientes. En los adultos, alrededor del 94% de la cantidad de plomo en el cuerpo es contenida en los huesos y en los dientes. Parte del plomo permanece en los huesos por décadas y una parte puede abandonar los huesos y reentrar, un tiempo después, en la sangre y en los órganos (USDHHS, 1993).

Antes de la absorción actual de plomo por los pulmones, alguna fracción inhalada del plomo de aeropartículas será depositada en el tracto respiratorio (USDHHS, 1993). La absorción pulmonar del plomo de aeropartículas es aproximadamente de 30 a 50 % de la cantidad inhalada y es modificado por factores como el tamaño de partículas y la tasa de ventilación (Morrow *et al.*, 1980; Rabinowitz *et al.*, 1980). Una vez depositado en el tracto respiratorio más bajo, el plomo particulado es casi completamente absorbido, y todas las formas químicas parecen ser absorbidas (EPA, 1986; Morrow *et al.*, 1980). La absorción es sugerida por las elevadas concentraciones de plomo encontradas en sangre y orina de sujetos que fueron expuestos a diferentes concentraciones de plomo (USDHHS, 1993).

El 35% del plomo inhalado por el hombre se deposita en los pulmones, pero no se conoce la absorción directa en los depósitos pulmonares, pero cabe suponer que una exposición continua de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de plomo de aire produce niveles de plomo de aproximadamente  $1.0\text{-}2.0 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  de sangre (OMS, 1979).

La absorción gastrointestinal de plomo de una dieta es de 6 a 10% de la cantidad ingerida (Rabinowitz *et al.*, 1980). Cuando el plomo es consumido en solución acuosa con alimento, la entrada por el intestino puede ser tan alta como 80%, aún en personas con buen estado alimenticio (Hernández-Avila *et al.*, 1991). La ingestión de plomo depositado en el polvo, suelo, comida y agua puede contribuir hasta con un 50 % de la entrada total (Duggan *et al.* 1985).

Alrededor del 90% de la carga total de plomo en el cuerpo está presente en huesos y dientes, como una fracción estable, la cual no es indicada exactamente por el nivel de plomo en sangre. En la sangre el 95% del plomo está ligado a los eritrocitos. El nivel de plomo en sangre es el mejor indicador de la exposición actual (GEMS, 1982).

El plomo se acumula en el organismo y se renueva constantemente. Anatómicamente el lugar donde se acumula es en el hueso y la cantidad de plomo aumenta durante toda la vida. Lugares con menor acumulación son los tejidos blandos, incluyendo, la sangre (OMS, 1979).

Así como el plomo entra al organismo y se acumula, también existen algunas vías por donde se elimina, por ejemplo: en la orina el plomo se elimina en un 76%; en el tracto gastrointestinal, 16% y el 8% restante se excreta por sudor, exfoliación cutánea y pérdida de cabello, aunque de esto poco se sabe (Roels *et al.*, 1974).

Existen estudios experimentales realizados en animales de laboratorio para observar los efectos del plomo. Se han encontrado tumores benignos y malignos por exposición al acetato de plomo; sin embargo, a la fecha no se han observado efectos carcinógenos en el hombre. La disminución en la fecundidad, en animales expuestos a plomo, es otro efecto nocivo causado por el plomo. En ocasiones se han llegado a presentar afecciones más serias, como son trastornos cerebrales; sobre todo en niños pequeños (Goyer y Rhune, 1973).

La absorción del plomo depende también del estado físico y químico en que se encuentre el metal y de los factores vinculados con el organismo receptor, como son la edad y el estado fisiológico. La cantidad de alimentos ingeridos, del aire respirado, con la correspondiente ingestión o inhalación de plomo, son funciones de actividad metabólica. Por lo que los hombres

que se dedican a trabajos pesados respiran más aire y comen más alimentos que las personas que son sedentarias de igual peso y los niños ingieren casi tanto alimento y respiran casi tanto aire como los adultos de edad madura (OMS, 1979).

Por ello, la contribución del plomo atmosférico en el organismo se basa en los estudios sobre la formación de los depósitos y esto depende de la región donde se produzca la exposición al plomo (OMS, 1979).

La porción de absorción de plomo gastrointestinal de una dieta típica es de 10 a 15 % de la cantidad ingerida (Morrow *et al.*, 1980).

Como ocurre con todas las sustancias que entran en el organismo, una dosis única de plomo se distribuye inicialmente de acuerdo con la tasa de flujo sanguíneo a los distintos órganos y sistemas. A partir de esto se produce la redistribución a los distintos órganos y sistemas en proporción a sus respectivas afinidades por el plomo. En condiciones de ingestión continua durante períodos prolongados, se llega a un estado casi estable en lo que respecta a la distribución en los distintos compartimentos. Este modelo bien definido de distribución a largo plazo sufre perturbaciones cuando la ingesta de plomo aumenta bruscamente (OMS, 1979).

#### **5.4 Saliva como medio de diagnóstico**

Las técnicas sialoquímicas consisten en el análisis de la composición química de la saliva (Hay D.I, 1979). Durante los últimos años, numerosos investigadores se han interesado por el potencial que tiene la saliva como medio de diagnóstico (Seifert G, 1986). Esto se debe en parte a que ésta se utiliza para detectar enfermedades de las glándulas salivales per se sin evidencia de involucramiento de enfermedades sistémicas ( Mandel I.D, 1980); para diagnosticar



enfermedades sistémicas en las cuales las glándulas salivales no están involucradas (Mandel I.D. 1976); y para monitorear el progreso de un paciente (Diamant H, 1977).

Entre los métodos tradicionales para examinar las glándulas salivales se encuentran: 1) inspección y palpación, 2) radiología y sialografía, 3) biopsia, 4) cintigrafía. Sin embargo, en vista de la respuesta tisular tan limitada que presentan las glándulas salivales y de las similitudes que se observan en las sialografías es necesario tomar en consideración otros parámetros que nos ayuden a definir los diferentes tipos de enfermedades que se presentan. Así surgió tanto la medición del flujo salival, como la química salival, los cuales proveen una valiosa información en el diagnóstico. ( Hay D.I. 1979).

El análisis de sangre tiene dos propósitos principales; primero, identificar a los individuos que presentan una enfermedad y segundo, seguir el progreso del individuo afectado que está bajo tratamiento médico (Mason D.K, 1975). Sin embargo, en la actualidad se le ha dado un uso similar a las secreciones salivales ( Hay D.I 1979). Por lo tanto, el uso y diagnóstico de la saliva ha atraído el interés de muchos investigadores ya que es un método no invasivo, indoloro y, sobre todo, de relativa simplicidad para su colección (Copeland B.E, 1974). Es por esto que las aplicaciones clínicas de la salivavan desde el campo forense, hasta el monitoreo de drogas o fármacos y el diagnóstico de condiciones sistémicas o locales que afectan a las glándulas salivales.( Copeland B.E, 1974)

### 5.5 Saliva y contaminación ambiental

El monitoreo salival se puede llevar a cabo también para detectar contaminantes (atmosféricos u ocupacionales), ya que ciertos niveles circulantes de químicos pueden ser transportados dentro de las glándulas salivales para posteriormente ser detectados en saliva ( Hay D.I. 1979). La concentración de cualquier agente extraño va a depender de la naturaleza del material y del proceso de transporte del mismo ( Hay D.I 1979).

Se sabe que existe en actualidad muy poca información acerca de la detección de contaminantes a través de la saliva ( a excepción del mercurio) (Aguirre A, 1993). Sin embargo, se le ha dado recientemente gran interés a la relación que existe entre la salud dental y los contaminantes que se encuentran presentes en el medio ambiente, atrayendo de esta manera al atención de muchos investigadores.

La secreción de plomo por las glándulas salivales ha sido propuesta por Aub *et al.* (1925). El señalamiento de la función excretora de estas glándulas, la bien conocida gingivitis y otras enfermedades frecuentemente observadas como un acompañamiento del plumbismo (De Souza, 1953), han sido atribuidas arbitrariamente al plomo presente en las secreciones salivales. Di Gregorio *et al.* (1974) establecieron, con los datos cuantitativos de su estudio, a las secreciones salivales parotídeas como una ruta excretora del plomo. También encontraron, que la distribución del plomo en la sangre resulta en una razón, de concentraciones de plomo en saliva parotídea-a-sangre completa, de 0.13, lo que indica una posible difusión pasiva del proceso excretor para la eliminación del plomo vía saliva parotídea.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Materiales y equipo

Espectrofotómetro de absorción atómica GBC, Modelo 932 AA (Australia ).

Horno de grafito GBC, Modelo GF3000 (Australia).

Automuestreador GBC, Modelo PAL 3000 (Australia).

Computadora GBC con software para el control externo del sistema y accesorios del espectrofotómetro (Australia).

Tubos de grafito piroliticamente recubiertos (Alemania).

Tubos de polipropileno estériles, Corning 25319-15( N.Y., E.U.A).

Hielera, Coleman (E.U.A).

Licuadaora, Hamilton Beach(E.U.A).

Ácido nítrico suprapur (HNO<sub>3</sub>), Merck (Alemania).

Peróxido de hidrógeno ( H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Merck ( Alemania).

Matraces aforados de 5 ml con tapón, Pyrex (Corning Mexicana S.A de C.V).

Vidrios de reloj, Pyrex, Corning (N.Y., E.U.A).

Vasos de precipitado graduados de 25 ml, Pyrex (Corning Mexicana, S.A de C.V.).

Cronómetro, Lab Craft núm. 256-903(Commerce International,( E.U.A).

Agua desionizada, Sistema de Purificación Milli-Q Plus (Millipore, E.U.A).

Parrilla de calentamiento eléctrica, Thermolyne 2000 (E.U.A).

Balanza Analítica, Sartorius Modelo A 2005 (Alemania).

Ligas de plástico, 1.5 x 1.5 cm, Flamita (México).

Caja de guantes de látex desechables, Ambiderm (E.U.A).

Caja de cubrebocas.

Formas de registro para la colección de datos salivales (Anexo I ).

## 6.2 Universo de trabajo y tamaño de muestra

Para llevar a cabo la siguiente investigación se identificó una muestra de estudio que nos permitiera, por su ubicación y acceso, la fácil obtención de nuestros especímenes salivales. Se seleccionaron a los alumnos inscritos en la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para la obtención del tamaño de muestra, se consideró primeramente el número de alumnos que ingresaron en el período lectivo de 1994, el cual fue de 249, de los cuales se seleccionaron a 100 sujetos con un 95% de confiabilidad.

Los sujetos de estudio fueron 34 de sexo masculino y 66 del femenino, cuyas edades fluctuaron entre los 24 y los 40 años. Todos ellos participaron voluntariamente en la donación de saliva y en el llenado de la forma siguiente:

<b>MUESTRA DE SALIVA:</b>	
Nombre _____	Edad _____ Sexo _____
Muestra No. _____	Hora de colección: _____
Fecha: _____	Colectada por: _____
Tipo de saliva: _____	Saliva Total: _____ Parotídea: _____
Submandibular Sublingual	
Estimulada: _____ Volumen en ml	No Estimulada: _____ Volumen en ml.
_____ Tiempo mín _____ sec.	_____ Tiempo mín _____ sec.

Anexo I

### **6.3 Limpieza del material**

La cristalería utilizada para el tratamiento y análisis de las muestras así como los viales de plástico del automuestreador del horno de grafito, fueron remojados por 24 horas con ácido nítrico al 20% v/v y posteriormente enjuagados varias veces con agua desionizada. Los viales de plástico se secaron en la estufa a 60 °C por 2 horas.

### **6.4 Colección de las muestras de saliva**

Las muestras de saliva fueron colectadas, en todos los casos, de 9:00 a las 11:00 horas. Los sujetos fueron instruidos a lavarse su boca y posterior a esto no ingerir alimentos dos horas antes de la colección salival.

La colección de saliva total estimulada se llevo a cabo, con los sujetos sentados en una unidad dental en posición recta en un cubículo tranquilo, con el propósito de eliminar casi por completo ruidos o estímulos psicomotores los cuales pudieran influir durante la colección en la secreción salival. Primeramente se les indicó que enjuagaran su boca e inclinaran la cabeza hacia adelante, permitiendo así reunir en el piso de la boca todo el flujo salival que pudieran durante un minuto; este fue expectorado en la escupidera de la unidad dental al término de dicho lapso de tiempo. Posteriormente se les pidió, que masticaran una liga de plástico de aproximadamente 2 cm de largo, masticando 10 veces cada 20 seg. y expectorando la saliva dentro del tubo de polipropileno estéril, hasta completar 5 min. Dicho tubo de polipropileno fue pesado previamente en la balanza analítica, y a cada uno de los tubos se les marco la letra "E", para indicar el tipo de

saliva colectada (saliva estimulada). Posterior a la colección salival, se pesó nuevamente el tubo con la finalidad de determinar el flujo salival gravimétricamente (mL./min).

Las muestras de saliva se mantuvieron en los tubos en hielo hasta el momento de ser procesados.

### **6.5 Procesamiento de las muestras**

Cinco mL de saliva fueron digeridos con 1 mL de ácido nítrico grado suprapur y 100  $\mu$ L de peróxido de hidrógeno en vasos de precipitado de 100 mL tapados con vidrios de reloj. Se calentaron suavemente en la parrilla, teniendo cuidado de que no hirvieran, evaporándose casi a sequedad. Una vez terminado este paso, los vasos se enfriaron y fueron digeridos solamente con 1 mL de ácido nítrico. Este procedimiento se repitió por dos veces más para completar la digestión. Los residuos resultantes, una vez fríos, se disolvieron con 1 mL de ácido nítrico al 2.5% v/v. Estas soluciones fueron transferidas cuantitativamente a matraces volumétricos de 5 mL. Los vasos y los vidrios de reloj se enjuagaron con agua desionizada, adicionando estas soluciones de enjuague a los matraces con las muestras. Finalmente, las soluciones fueron llevadas al volumen con agua desionizada (la acidez de estas soluciones fue de 0.5% v/v). Como una medida de control, se trataron blancos de agua desionizada en forma simultánea a la preparación de las muestras, siguiendo el procedimiento descrito para ellas.

## **6.6 Análisis**

La determinación de plomo se hizo por medio de la espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito utilizando el Espectrofotómetro de Absorción Atómica GBC 932 AA, el Horno de Grafito GBC GF3000 y el Automuestreador GBC PAL3000. Los estándares de calibración se hicieron a partir de la solución madre, haciendo las diluciones adecuadas con agua desionizada y acidificándolos con ácido nítrico para obtener una acidez de 0.5% v/v.

Para el análisis se inyectaron, en el horno de grafito, 20  $\mu$ L de cada uno de los estándares y de las muestras. En todos los casos, se hicieron lecturas duplicadas. La concentración de las muestras es obtenida automáticamente.

## **6.7 Análisis estadístico**

Los cálculos estadísticos se hicieron con el paquete Statgraphics versión 2.6. En primer lugar se determinó el tipo de distribución que siguen los datos, para lo cual se hizo un histograma de frecuencias de la concentración de plomo utilizando el total de datos (Figura 1).

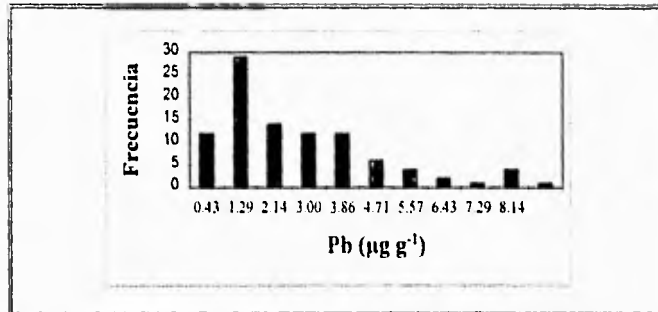


Figura 1. Histograma de frecuencias de la concentración de plomo en saliva total humana

El análisis de frecuencias nos indicó que hay una distribución sesgada hacia la derecha, es decir hacia las concentraciones altas. Se hizo una transformación de los datos a logaritmos naturales.

Para el cálculo de la estadística descriptiva, de acuerdo con el resultado anterior, el promedio que debe utilizarse es el geométrico. Por otra parte, al examinar la Figura 2, se observa que la distribución no se ajusta completamente a una distribución lognormal, por consiguiente, se le considera como una distribución aproximadamente lognormal.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente los datos de plomo tuvieron una distribución de frecuencias aproximadamente lognormal; por consiguiente, fue aplicada una estadística no paramétrica. Se calcularon además la media aritmética y la geométrica, la desviación estándar, mínimas y máximas.



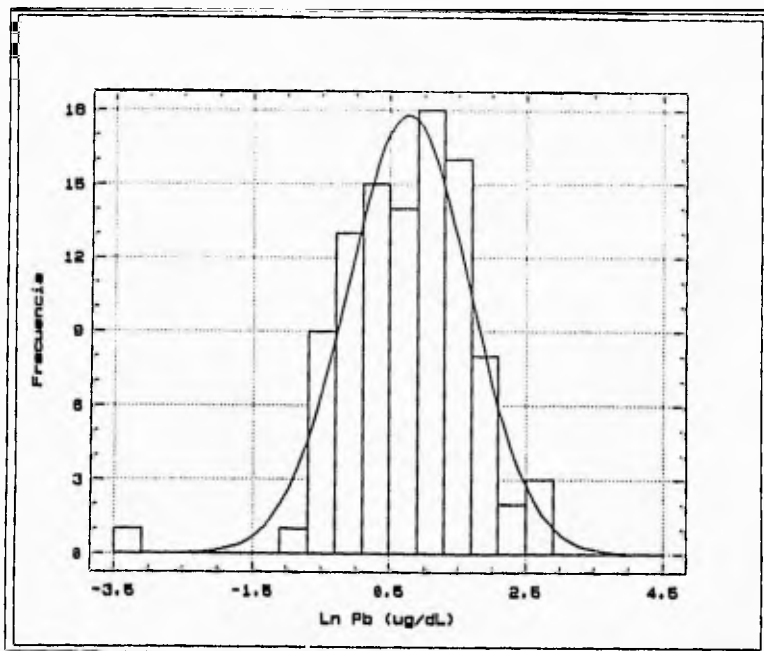


Figura 2. Histograma de frecuencias de la concentración de plomo, transformada a logaritmos naturales, en saliva total humana. La curva sobrepuesta es la distribución lognormal.

Para el análisis estadístico, tomando como base los datos de la encuesta, se hizo una clasificación de los datos de acuerdo con el sexo y con la edad. A la variable sexo se le asignaron

valores de 1 y 2, femenino y masculino, respectivamente. Con la variable edad, tomando como referencia la media aritmética de las edades de los participantes, se hicieron dos clasificaciones, igual o menores de 26 años y mayores de 26 años; a estas clasificaciones también se les asignó un valor, de 1 para los primeros y de 2 para los segundos.

Con el fin de mostrar gráficamente la estadística descriptiva, se elaboraron diagramas de cajas, los cuales nos sirven también para detectar la existencia de valores extremos y si hay asimetría.

Para determinar si hay diferencias en las concentraciones de plomo entre las edades y entre sexos, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ) (Sprent, 1989).

## VII. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestra la estadística descriptiva de la concentración de plomo del total de muestras, por sexo y por edad.

Tabla 1. Estadística descriptiva de la concentración de plomo ( $\mu\text{g dl.}^{-1}$ ) en muestras de saliva total humana

	Total de muestras	Sexo		Edad	
		Femenino	Masculino	$\leq 26$ años	$> 26$ años
Tamaño de la muestra	100	66	34	53	47
Media aritmética	3.10	3.18	2.95	3.03	3.18
Desviación Estándar	2.89	3.08	2.51	2.63	3.18
Media geométrica	2.16	2.13	2.23	2.12	2.22
Mínima	0.04	0.04	0.48	0.04	0.48
Máxima	16.81	16.81	12.77	13.15	16.81

En las figuras 3 y 4, se muestran los diagramas de caja de las concentraciones de plomo con respecto al sexo y la edad, respectivamente. La caja cubre el intervalo intercuartil, la parte central (50%) indica el valor de la mediana. Los extremos corresponden a los cuartiles inferior y superior (25% y 75%). Los valores que se extienden fuera de la caja, corresponden a los valores

mínimo y máximo. Los puntos extremos son los que están más allá de 1.5 veces el intervalo intercuartil.

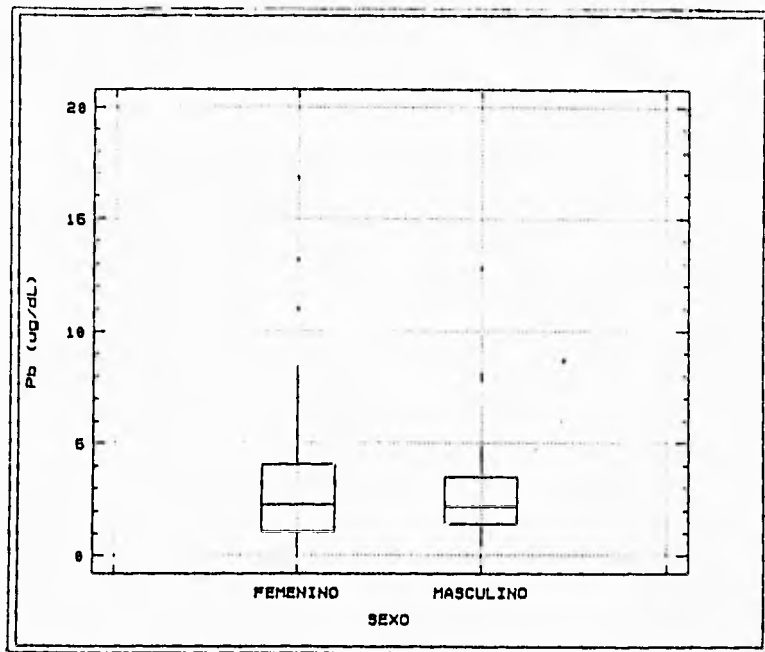


Figura 3. Diagrama de cajas que muestra la concentración de plomo en saliva total humana en ambos sexos.

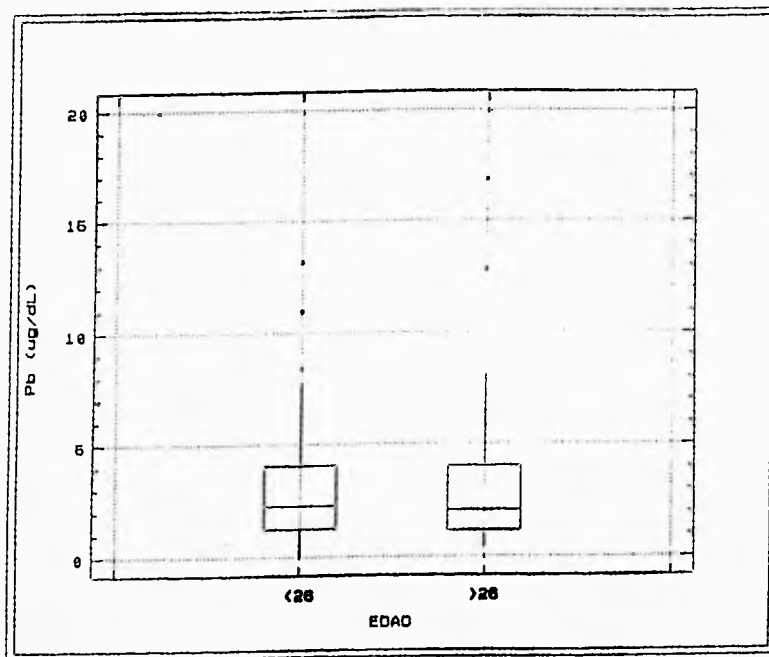


Figura 4. Diagrama de cajas que muestra la concentración de plomo en saliva total humana en los intervalos de edad seleccionado.

**Tabla 2. Resultados de la comparación de la concentración de metales en saliva total humana entre sexos y entre edades utilizando la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (aproximación a la normal para muestras grandes)**

	Z
Sexo	0.1237
Edad	-0.0898

## VIII. DISCUSIÓN

Se analizaron 100 muestras, las cuales mostraron una gran variación en la concentración entre los sujetos de estudio (Tabla 1) con una media geométrica ( $\bar{X}_g$ ) de 2.16  $\mu\text{g/dL}$  y un recorrido (diferencia entre el valor mínimo y el máximo) de 16.77  $\mu\text{g/dL}$ . Doce por ciento de los sujetos presentaron concentraciones en el intervalo de 0.04 a 0.85  $\mu\text{g/dL}$ ; 29%, 0.85 a 1.7  $\mu\text{g/dL}$  y 14%, 1.7 a 2.12  $\mu\text{g/dL}$ .

Se analizaron 66 muestras del sexo femenino y 34 del masculino. La Tabla 1 nos muestra que la concentración en el sexo femenino tiene  $\bar{X}_g = 2.13 \mu\text{g/dL}$ , la que es ligeramente menor que la del sexo masculino, que tiene una  $\bar{X}_g = 2.23 \mu\text{g/dL}$ . Esto nos indica que el sexo no influye en el plomo.

Por otra parte, en la Tabla 1 se observa que el sexo femenino tiene una media aritmética ( $\bar{X}$ ) de 3.18  $\mu\text{g/dL}$  ( $\pm 3.08$ ), la cual es ligeramente mayor que la del sexo masculino con  $\bar{X} = 2.95$  ( $\pm 2.51$ )  $\mu\text{g/dL}$ . Estos valores se invierten con respecto a los de las medias geométricas; esto sucede porque al transformar las concentraciones a logaritmos naturales, los valores se centralizan. Sin embargo, el análisis estadístico da los mismos resultados obtenidos al emplear las medias geométricas.

El diagrama de cajas (Figura 4) nos indica que no hay diferencia en las medianas de estas edades. De la Tabla 1 y de la Figura 4, se observa que los valores máximos fueron de 13.15 y 16.81  $\mu\text{g/dL}$  para las edades  $\leq 26$  y  $> 26$  años, respectivamente. El análisis de estos datos nos



indica que las edades  $\leq 20$  años presentaron, en promedio, concentraciones menores, aunque esta diferencia no es considerable; esto probablemente se deba a que las personas con edades menores tuvieron una exposición menor al plomo. Ya que debido al metabolismo está depende, también del estado físico y químico en el que se encuentra el metal y de factores vinculados con el organismo receptor, como la edad y el estado fisiológico. La cantidad de alimento ingerido y de aire respirado, con la correspondiente ingestión o inhalación de plomo..

Al tratar de comparar nuestros resultados con los obtenidos en otros países, se encontró que no hay muchos estudios que nos puedan dar una referencia. Di Gregorio *et al.* (1974), determinaron la cantidad de plomo presente en saliva humana parotídea en 10 adultos, encontrando una  $\bar{X} = 3.1 (\pm 0.5) \mu\text{g}/100 \text{ mL}$ . Cleymaet *et al.* (1991) realizaron un estudio en 23 niños con edades entre 7 y 12 años, en las cercanías de una industria no-ferrosa en Bélgica., encontrando una  $\bar{X} = 2.02 (\pm 1.57) \mu\text{g}/100 \text{ mL}$ . Fung *et al.* (1975), hicieron un estudio en 8 niños y 3 adultos, encontrando en los niños niveles de plomo siguientes: 3, 6, 8, 10, 11, 17, 17, 20 y 23  $\mu\text{g}/100 \text{ mL}$ ; mientras que en los adultos los niveles fueron de 3, 6 y 11  $\mu\text{g}/100 \text{ mL}$ . P'an (1981), determinó los niveles de plomo en saliva en 266 hombres adultos de raza blanca, entre 17 y 63 años de edad; de los cuales, 196 fueron trabajadores expuestas al plomo. Los resultados mostraron que la concentración media de plomo en la saliva de sujetos no expuestos o ligeramente expuestos (estudiantes universitarios, profesores, empleados y trabajadores de una industria de acero, en la que los humos y polvo de Pb se mantuvieron por abajo de la concentración convencional permisible) fue de 55  $\mu\text{g}/\text{L}$ ; en sujetos que trabajaron en un ambiente contaminado por plomo, la media fue de 946.5  $\mu\text{g}/\text{L}$  y 2220.5  $\mu\text{g}/\text{L}$ . Si tomamos todos los datos reportados en la literatura como comparación, hay diferencia con respecto a los obtenidos en este

estudio. Es de notar, que algunos de estos valores fueron encontrados en niños y en saliva parotídea de adultos, por lo que la comparación debe tomarse con reserva.

## IX. CONCLUSIONES

La saliva se puede considerar como un medio de diagnóstico que nos abre las puertas para determinar la presencia, en un término corto, de plomo, el cual ha sido investigado durante mucho tiempo utilizando otro tipo de biomarcadores, como la sangre, huesos dientes, etc.

En la presente investigación, de acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir:

- 1.- Dados los problemas de contaminación en la Ciudad de México y aunque los niveles de plomo debidos a emisiones vehiculares se han reducido, las concentraciones de plomo encontradas se pueden considerar significativas.
- 2.- Las niveles de plomo encontrados en ambos sexos, no mostraron diferencias significativas, aunque las concentraciones encontradas en el sexo femenino son ligeramente menores que las del sexo masculino, por lo que se considera que el sexo no tiene influencia sobre el plomo.
- 3.- Las concentraciones encontradas en las edades  $\leq 26$  años presentaron concentraciones menores que las  $> 26$  años, aun cuando la diferencia no es considerable. Esto probablemente se deba a que las personas con edades menores presentaron una exposición actual menor al plomo.
- 4.- Es necesario extender nuestros estudios a poblaciones expuestas y no expuestas con la finalidad de determinar si variables como el sexo, influyen o no en la concentración de plomo.

## X. REFERENCIAS

- Aguirre, A., Testa-Weintraub L.A., Banderas J.A., Haraszthy G.G., Reddy M.S. and Levine M.J.(1993). Sialochemistry: A diagnostic Tool? *Critical Reviews in Oral Biology and medicine*. 4 (3/4): 343.
- Anderson R.J., Davies B.E., Nunn J.H., James P.M.C. (1979). The Dental Health of children from five villages in North Somerset with reference to Enviromental Cadmium and Lead. *Brit. Dent. J.* 147: 159-161.
- Aub J.C., Fairhall L.T., Minot A.S. y Reznikoff P. (1925). Lead poisoning. *Medicine* (Baltimore) 4: 1-250.
- Barfoot K.M., Vargas-Aburto C., Mac Arthur J.D., Jaidar A., García-Santibañez F. y Fuentes-Gea V. (1984). Multi-elemental measurement of air particulate pollution at a site in Mexico City. *Atmos. Environ.* 18: 467-471.
- BMCTC (Boletín Mensual de Comunicación Tecnológica y Científica, IPN). (1993). Plomo en niños antes de nacer, para toda su vida. *Investigación Hoy*. (Sept.) 44: 3-6.
- Brodeur J., Lacasse Y. y Talbot D. (1983). Influence of removal from occupational lead exposure on blood and saliva lead concentrations. *Toxicol. Lett.* 19: 195-199.
- Brudebold F., Aasenden R., Srinivasian N. y Bakhos Y. (1977). Lead in Enamel and saliva, dental caries and the use of enamel biopsies for measuring past exposure to lead. *J. Dent. Res.* 56: 1165-1171.
- Butt E.M., Nusbaum R.E, Gilmour T.C., Didio S.L. y Mariano S. (1964). Trace metal levels in human serum and blood. *Arch. Environ. Health* 8: 52-57.

- Chamberlain A.C. Effect of airborne lead on blood lead. (1983) *Atmos. Environ.* 17: 677-692.
- Cleymaet R, Collys K., Retief D.H., Michotte Y., Slop D., Taghon E., Maex W. y Coomans D. (1991). Relation between lead in surface tooth enamel, blood, and saliva from children residing in the vicinity of a non ferrous metal plant in Belgium. *Br. J. Ind. Med.* 48: 702-709.
- Copeland B.E. (1974). Statistical tools in clinical pathology. In: Clinical diagnosis by laboratory methods. De. 15, W.E. Saunders, Philadelphia, pp 1-14.
- Daniel W.W. (1985). Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 1a. Ed. (6a. Reimpresión). Limusa, México. 485 p.
- Davis W. E. Emission study of industrial sources of lead air pollutants (1970). USEPA 1973; Document APTD-1543, pp. 1-123.
- DE Souza L.L. (1953). Oral and general manifestations of lead poisoning. *J. All India Dent. Ass.* 25: 3.
- Diamant H., Ericson S. And Wibirg A. (1977). Diagnostic aspects of salivary gland disorders. *Ann. Clin. Res.* 5:357.
- Digregorio G.J., Ferko A.P., Sample R.G., Bobyock E., McMichael R. y Chernick W.S. (1974). Lead and  $\delta$ -Aminolevulinic acid concentrations in human parotid saliva. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 27: 491- 493.
- Duggan M.J., Inskip M.J., Runolle S.A. y Moorcroft J.S. (1985). Lead in playground dust and on the hands of school children. *Sci. Total Environ.* 44: 65-79.
- Dyssen 1972 citado por EPA 1986 . Air quality criteria for Lead, Vol. II y IV. United States.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- EPA. Air quality criteria for lead. Vol. II y IV. (1986). US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office. Research Triangle Park, N.C., EPA 600/8-83-028f.
- Falcón Y., Ramírez C., Carrillo H., López J. y Meza J. (1986). Trace element concentrations and TPS as measured during the winter of 1983 and 1984 in Mexico city. 79th Air Pollut. Cont. Assoc. Ann. Meet. pp. 1-11.
- Fung H., Yaffe S.J., Mattar M.E. y Laningham M.C. (1975). Blood and salivary lead levels in children. *Clin. Chim. Acta* 61: 423-424.
- GEMS (Global Environmental Monitoring Systems) (1982). Assessment of Human exposure to lead and cadmium through biological Monitoring. Vatter M. (Ed.), National Swedish Institute of Environmental Medicine and Department of Environmental Hygiene Karolinska Institute, Stockholm.
- González B.M. (1994). Estudios de sialometría y sialoquímica. *Dentista y Paciente* 22: 15-17.
- Goyer R. A. y Rhone B. C. (1973). Pathological effects of lead. *Intern. Rev. Exp. Pathol.* 12: 1-77.
- Grandjean P., Lyngbye T. y Hansen O.N. (1986). Lead concentration in deciduous teeth: Variation related to tooth type and analytical technique. *J. Toxicol. Environ. Health* 19: 437-445.
- Harrison R.M. y Williams C.R. (1982). Airborne cadmium, lead and zinc at rural and urban sites in North-West England. *Atmos. Environ.* 16: 2669-2681.
- Hay D.I. and Moeno E.C. (1979). Macromolecular inhibitors of calcium phosphate precipitation in human saliva. Their roles in providing a protective environment for the teeth. In

- Kleinberg I., Ellison S.A. and Mandel I.D.: Saliva and dental caries. Microbiology Abstracts, Supp. Information Retrieval, New York. Pp 45.
- Hernández Avila M., Romieu Y., Ríos C., Rivero A. y Palazuelos E. (1991). Lead-glazed ceramics as major determinants of blood lead levels in Mexican women. *Environ. Health Perspect.* **94**: 117-129.
- Huntzicker J.J., Friedlander S.K. y Davidson C.J. (1975). Material balance for automobile-emitted lead in Los Angeles Basin. *Environ. Sci. Technol.* **9**: 448-457.
- Jauregui E. y Sánchez C. (1987). Distribución espacial y temporal del plomo atmosférico en la Ciudad de México. Memorias de la II Reunión de Investigadores Universitarios en Contaminación Ambiental. Facultad de Medicina-U.N.A.M, México, D.F. pp. 24-29.
- Jiménez C, Romieu Y, Palazuelos E, Muñoz Y, Cortés M, Rivero A, Catalan J. (1993). Factores de exposición ambiental y concentraciones de plomo en sangre en niños de la Ciudad de México. *Salud Pública de México* **35**: 599-606.
- Kehoe R. A., Thamann F. y Cholak J.(1933). Lead absorption and excretion in relation to the diagnosis of lead poisoning. *J. Ind. Hyg.* **15**: 320.
- Khandekar R.N., Kelkar D.N. y Vohra K.G. (1980). Lead, cadmium, zinc, copper and iron in the atmosphere of Greater Bombay. *Atmos. Environ.* **14**: 457-461.
- Landrigan P.J., Gehlbach S.H., Rosenblum B.F., Shoultz J.M., Candelaria R.M., Barthel W.F., Liddle J.A., Smrek A. L., Staehling N.W. y Sanders J.F. (1975). Epidemic lead absorption near an ore smelter: The sole of particulate lead. *N. Engl J. Med.* **292**: 23-129.

- Lappalainen R. y Knuutila M. (1981). The concentration of Pb, Cu, Co and Ni in extracted permanent teeth related to donors age and elements in the soil. *Acta Odontol. Scand.* 39: 163-167.
- Laveskog A. (1971). A method for determination of tetramethyl lead and tetraethyl lead in air. In: Beeny H.H. and W.T. (ed.), *Proceedings of the Second International Clean Air Congress*, England. Academic Press, N.Y. pp. 549-557.
- Livingstone (1963). D.A. Chemical composition of rivers and lakes. En: *Data of Geochemistry US Geol. Survey*. 6th edition, Prof. Paper, pp. 440.
- Mandel I.D.(1980). Sialochemistry in diseases and clinical situations affecting salivary glands. *CRC Critical rev. In Clin. Lab. Sciences*. 321.
- Mandel I.D. and Wotman S. (1976). The salivary secretions in health and disease. *Oral Sci. Rev.* 8: 25.
- Mason D.K. and Chisolm D.M. (1975). *Salivary glands in health and disease, (Part 3)*, W.B. Saunders, Philadelphia.
- Mitchell D.G., Aldous K.M. y Ryan F. J. (1974). Mass screening for lead poisoning, capillary blood sampling and automated Delves cup atomic absorption analysis *NY State J. Med.* 74: 1599.
- Morrow P.E., Beiter H. y Amato E. (1980). Pulmonary retention of lead: An experimental study in man. *Environ. Res.* 21: 373-384.
- Olson y Skogerboe, 1975. citados por EPA 1986. Air quality criteria for Lead, vol II y IV. United States.



- OMS (Organización Mundial de la Salud). (1979). Criterios de salud ambiental 3: Plomo. pp. 1-140.
- P'an A.Y. (1981). Lead levels in saliva and blood. *J. Toxicol. Environ. Health* 7: 273-280.
- Palazuelos E., Hernández M., Romieu I., Cortés M., Ríos C. y Muñoz I. (1992). La contaminación por plomo en México. En: La contaminación Atmosférica en México, sus causas y efectos en la salud. *Comisión Nacional de Derechos Humanos*, pp 251-266.
- Rabinowitz M.B., Kopple J.D. y Wetheril G.W. (1980). Effect of food intake and fasting on gastrointestinal lead absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 33: 1784-1788.
- Rabinowitz M.B., Bellinger D. Levinton A. y Der Wang J. (1991). Lead levels among various deciduous tooth types. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 47: 602-608.
- Roels H. A., Buchet J.P. y Lauwerys R.R. ( ). Inhibition of human erythrocyte &-aminolevulinatase by lead. *Int. Arch. Arbeitsmed* 3: 277-281.
- Rosas I., Belmont R. y Jáuregui E. (1995). Seasonal variation of atmospheric lead levels in three sites in Mexico City. *Atmósfera* 8: 157-168.
- Rothemberg J.S., Schnaas-Arrieta L., Pérez-Guerrero I.A., Hernández-Cervantes R., Martínez-Medina S., Perroni-Hernández E. (1993). Factores relacionados con el nivel de plomo en sangre en niños de 6 a 30 meses de edad en el estudio Prospectivo de plomo en la Ciudad de México. *Salud Pública Méx.* 35: 592-598.
- Salazar S. Bravo H. y Falcón Y. (1981). Sobre la presencia de algunos metales pesados en la atmósfera de México. *Geof. Int.* 20: 41-54.
- Seifert G., Miehke A., Haubrich j. and Chilla R. (1986). Diseases of the salivary glands. Georg Thieme Verlag, Thieme Inc. Stuttgart, New York. Pp 1-62.

SDS-INE (Secretaría de Desarrollo Social-Instituto Nacional de Ecología). *Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1991-1992.*

SDS-INE (Secretaría de Desarrollo Social-Instituto Nacional de Ecología). *Informe de la situación general en materia de equilibrio Ecológico y protección al ambiente 1993-1994.*

Sprent P. ~~Applied nonparametric statistical methods~~. (1989). Chapman and Hall, London, New York. 259 p.

Teppen L.B. y Levin L.S. (1972). A. survey of air and population Lead Levels in selected American communities . EUA.

Tripathi R.M., Khandekar R.N., Raghanath R. y Mishra U.C. (1989). Assessment of atmospheric pollution from toxic heavy metals in two cities in India. *Atmos. Environ.* **23**: 879-883.

USDHHS (U.S. Departament of Health and Human Services) (1993). Toxicological profile for lead. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Prepared by Element International Corporation under Contrac No. 205-88-0608.