

T
615.425688
F634d
1978
F. cc. 00.

092949

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DETERMINACION DE NIVELES DE PLOMO,
POR ABSORCION ATOMICA, EN SANGRE
TOTAL DE NIÑOS

TESIS DE GRADUACION

Presentada por:

Alicia Eulalia Flores Reyes

Previa a la opción del Título de:

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA



1978



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

INGENIERO SALVADOR ENRIQUE JOVEL

SECRETARIO GENERAL

DR. RAFAEL ANTONIO OVIDIO VILLATORO

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

DR. AMILCAR AVENDAÑO Y ORTIZ

SECRETARIA

DRA. MARIA GLADYS DE MENA GUERRERO

JURADO DE TESIS

DRA. ALBA GLORIA CAÑAS

DR. JULIO CESAR RUIZ

ING. FLAVIANO RIVERA SARA VIA

A G R A D E C I M I E N T O

AL LABORATORIO DE HEMATOLOGIA DEL HOSPITAL DE NIÑOS

"BENJAMIN BLOOM"

A LOS LABORATORIOS DE ANALISIS QUIMICO E INSTRUMENTAL

DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

AL LABORATORIO DE BIOCQUIMICA Y CONTAMINACION AMBIENTAL

DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

AL LICENCIADO JULIO ERNESTO BOLAÑOS

AL DOCTOR JULIO CESAR RUIZ

AL DOCTOR OSCAR ORLANDO CUELLAR

POR SU ESTIMULO Y ACERTADA DIRECCION DE ESTE

TRABAJO

A TODAS LAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON

A QUE SE LLEVARA A CABO

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO	PAGINA
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
INDICE DE CONTENIDO	4
INDICE DE CUADROS	6
INDICE DE FIGURAS	7
I. INTRODUCCION	8
II. MARCO DE REFERENCIA	10
A. Generalidades del Plomo	10
1. Efectos del Plomo en la Salud Humana	12
2. Epidemiología y Tratamiento	16
B. Investigaciones Realizadas y Métodos Utilizados	
En El Salvador	21
C. Investigaciones Realizadas en Otros Países	23
D. Métodos Para la Determinación de Plomo en Sangre... ..	24
1. Métodos Colorimétricos	24
2. Métodos Electroquímicos	25
3. Métodos de Absorción Atómica	26
III. MATERIALES Y METODOS	31
A. Aplicación del Método de Absorción Atómica	31
1. Obtención de la Muestra	33
2. Preparación de Condiciones Generales y	
Operacionales	34

CAPITULO

PAGINA

i.	Influencia de la Velocidad del Flujo del Gas	
	de Purga o divisiones en la escala.....	35
ii.	Determinación del Diluyente de la Muestra	38
iii.	Uso del Corrector de Fondo de Deuterio	40
iv.	Determinación del Volumen Mínimo de la Muestra	41
v.	Límites de Detección	42
vi.	Porcentaje de Recuperación	44
7.	Procedimiento	46
IV.	CALCULOS Y RESULTADOS	48
A.	Cálculos	49
1.	Desviación Estándar	49
2.	Coefficiente de Variación	49
3.	Porcentajes de Recuperación	49
4.	Absorbancia	50
5.	Concentraciones	50
6.	Factor de Dilución	54
B.	Resultados	54
1.	Establecimiento de Valores Promedios	58
	DISCUSION	59
	CONCLUSIONES	62
	RESUMEN	63
	BIBLIOGRAFIA CITADA	65
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	66

INDICE DE CUADROS

CUADROS/TABLAS

PAGINA

1.	EFFECTOS DEL PLOMO EN SISTEMAS Y ORGANOS HUMANOS ...	20
2.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS METODOS	30
3.	INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE FLUJO DEL GAS DE PURGA	36
4.	CONCENTRACIONES DE ESTANDARES	42
5.	RECIBRO DEL PLOMO ADICIONADO A LA SANGRE	44
6.	REPRODUCIBILIDAD DE MEDIDAS DEL PLOMO A VARIAS CONCENTRACIONES	48
7.	CONCENTRACIONES DE ESTANDARES Y SU EQUIVALENTE EN SANGRE	51
8.	VALORES DE CONCENTRACION	56
9.	PROMEDIO DE CONCENTRACION EN NIÑOS CONSIDERADOS NORMALES	57

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PAGINA
1.	GRAFICA DE LA INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE FLUJO DEL GAS DE PURGA 36
2.	ESPECTROS DE LA INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE FLUJO DEL GAS DE PURGA 37
3.	DETERMINACION DEL DILUYENTE DE LA MUESTRA 39
4.	ESPECTRO QUE SEÑALA LA IMPORTANCIA DEL CORRECTOR DE FONDO DE DEUTERIO 40
5.	GRAFICA DE LA DETERMINACION MINIMA DE LA MUESTRA 41
6.	GRAFICA DEL LIMITE DE DETECCION 43
7.	ESPECTRO DE LOS LIMITES DE DETECCION 43
8.	ESPECTRO DEL PORCENTAJE DE RECUPERACION 45
9.	GRAFICA SOBRE LAS DETERMINACIONES ESPECTROFOTOMETRICAS. 47
10.	GRAFICA DE ESTANDARES CON SU EQUIVALENTE DE CONCENTRACION 52
11.	ESPECTRO CON ESTANDARES DE 0 A 500 53
12.	ESPECTRO TIPICO DE LOS ESTANDARES EQUIVALENTES 53

CAPITULO I

INTRODUCCION

El presente trabajo sobre la determinación de niveles de plomo en sangre total de niños, mediante el método de Absorción Atómica, constituye un medio para evaluar la presencia de dicho metal en la sangre humana y el grado de intoxicación del infante.

Por este método se pretende reducir al mínimo posible el volumen requerido de sangre a analizar, así como el tiempo para realizar la prueba, con el objetivo de buscar una técnica que cause el menor trauma en los infantes, y que pueda ser utilizada en los estudios pediátricos de El Salvador.

Se plantea como una necesidad ya que la intoxicación por plomo es muy frecuente en los niños salvadoreños, principalmente, en lactantes y pre-escolares, quienes tienen el hábito de ingerir partículas no digeribles como tierra, ceniza, escamas de pintura, etc., y no se cuenta al presente con métodos diagnósticos eficaces para la confirmación del Saturnismo¹.

Este tipo de intoxicaciones pasa, la mayoría de veces, desapercibida por falta de métodos adecuados para la determinación del nivel de plomo en la sangre del niño, lo que retrasa el tratamiento apropiado para evitar las repercusiones nocivas en órganos y sistemas del cuerpo

1. SATURNISMO, nombre con que se le conoce a la intoxicación por plomo, debido al Acetato de Plomo que se le conocía como extracto de Saturno o Azúcar de Saturno.

humano.

Estos casos han sido muy frecuentes en niños de medios socio-económicos poco favorecidos, sobre todo, con deficiencias en los niveles higiénicos, sanitarios y habitacionales donde se desarrollan; por lo que se hace necesario establecer un método que determine el nivel de plomo en la sangre del infante, para diagnosticar con mayor grado de certeza, y poder darle el tratamiento adecuado y a tiempo.

Mediante el método de Absorción Atómica pueden detectarse los niveles de ese metal tan nocivo para la salud de la niñez, en concentraciones muy bajas y con poca cantidad de muestra, lo que permite hacer factible el inicio de programas de muestreos masivos en la población infantil de El Salvador, con la finalidad de detectar fuentes y regiones de riesgos donde la presencia de dicho metal es una amenaza para la salud pública.

En la realización de las pruebas del presente trabajo se utilizaron muestras de sangre total de infantes del Hospital de Niños "Benjamín Bloom" de San Salvador, en las que se utilizó mínimos volúmenes de muestras sanguíneas. Además, se investigó en documentos y materiales bibliográficos que permitieron establecer el marco de referencia de esta Tesis sobre la "Determinación de Niveles de Plomo en Sangre Total de Niños, por Absorción Atómica".

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

El presente capítulo contiene un planteamiento general de las características físicas y químicas del plomo, y los efectos nocivos de éste sobre la salud del pueblo, especialmente en la población infantil. Además se incluyen las investigaciones realizadas en la búsqueda de métodos cualitativos y cuantitativos que permiten detectar la presencia y nivel de dicho metal en la sangre humana.

Para lograr una mejor comprensión de este apartado, ha sido dividido en las siguientes partes: Generalidades del Plomo, Efectos del Plomo en la Salud Humana, Epidemiología y Tratamiento, Investigaciones Realizadas y Métodos Utilizados en El Salvador, Investigaciones Realizadas en Otros Países y las Clases de Métodos.

A. GENERALIDADES DEL PLOMO. Este metal cuyo peso atómico es 207.21 y su gravedad específica 11.39, data de más de cinco millones de años, y por lo general se le encuentra formando compuestos con otros elementos, siendo los más comunes los sulfatos y carbonatos.

Presenta cuatro isótopos de diferentes pesos atómicos¹, constituyendo el primer elemento al que se le aislaron dos isótopos, debido a que se encontraban sin mezclar en la naturaleza.

El plomo tiene, entre sus características físicas, la gran diferencia entre sus puntos de fusión y ebullición, ya que el primero es de

1. PESOS ATOMICOS, de los isótopos del Plomo son 200, 204, 206 y 207 .

327.4 grados centígrados y el segundo, 1620 grados centígrados. Esto ha sido tomado como una seguridad de que no puede ocurrir exposición de vapores de ese metal, por lo que el desprendimiento es bien mínimo al igual que la contaminación que causa en la atmósfera.

En lo que respecta a sus características químicas, además de su variedad de isótopos, tiene la que se refiere a su divalencia y tetravalencia positivas y predomina su capacidad divalente para la formación de compuestos. Entre los más importantes están los siguientes:¹

1. Almagata, PbO , cristales anaranjados usados en la producción de pigmentos crómicos, procesado del petróleo y manufactura de vidrios.
2. Oxido rojo (minio), Pb_3O_4 , polvo rojo brillante usado como el pigmento estándar en las pinturas protectoras de metales.
3. Oxido negro (óxido café), PbO_2 , cristales café usados en la manufactura de baterías.
4. Acetato de Plomo (Azúcar de Plomo), $Pb(C_2H_3O_2)_2$, un intermediario químico.
5. Carbonato básico de Plomo (Plomo blanco), $PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ el principal pigmento de plomo.
6. Cromato de Plomo (amarillo cromo), $PbCrO_4$, usado en pinturas, pigmentos de cerámica y tinta.
7. Arsenato de Plomo, $Pb_3(AsO_4)_2$, un insecticida.
8. Nitrato de Plomo, $Pb(NO_3)_2$, usado en explosivos.
9. Tetraetilo de Plomo, $Pb(C_2H_5)_4$, un líquido incoloro usado como un aditivo antidetonante para la gasolina.
10. Tetrametilo de Plomo, $Pb(CH_3)_4$, que también es un aditivo líquido para la gasolina".

Lo anterior demuestra la variedad de utilizaciones que se hacen en la industria de dicho metal, lo que permite la gran cantidad de focos de contaminación ambiental en refinerías y minas de plomo, manufacturas de pinturas, almacenaje de baterías, pipas, cubiertas de cables,

1. DRILL, Víctor A., Farmacología Médica Drilli, 2a. edición en español, Editorial Fournier S.A., México D. F. (México), 1974, pp.928-929

Pinturas impresas, insecticidas y esmaltes de vasijas, así como en otros usos que pueda dársele al plomo en El Salvador.

1. Efectos del plomo en la Salud Humana. El plomo no desempeña ninguna función deseable en el organismo humano; su importancia es más que todo debido a sus propiedades tóxicas y no por sus aplicaciones terapéuticas.

Se considera intoxicación, cuando el nivel del plomo en la sangre es de 40 microgramos/100 mililitros de sangre, como mínimo; pero esto es difícil de detectar por métodos corrientes y cualitativos, sobre todo, por que sus manifestaciones varían desde lo asintomático hasta la destrucción de células cerebrales, cambios en el comportamiento, e inclusive la muerte.

Entre estas manifestaciones, que pueden darse cuando hay intoxicaciones causadas por plomo, se tienen las siguientes: Líneas negras en las encías, constipación, cólicos abdominales, debilidad muscular, irritabilidad, trastornos sensoriales, insomnio, convulsiones y otros.

Los síntomas se agraban a medida que el nivel de plomo en la sangre, es mayor. La toxicidad de este metal ataca tejidos y sistemas del humano, siendo los más comunes¹:

a) Sistema Hemopoyético, provocando anemias y la alteración de la formación de hemoglobina en la sangre. Ver Diagrama en Pag. 15

1. DRILL, Ib idem, pp. 930-933

b. Huesos, el plomo se concentra en el esquelato; sobre todo, en los extremos de los huesos largos, en los extremos de las costillas y, en los metacarpianos, aumentando la densidad de estas zonas. Cambios similares pueden observarse en: Alteraciones nutricionales, exposiciones al bismuto, y en menores tratados con Aminopterín;

c. Dientes, los intoxicados por plomo suelen tener defectos reales en la estructura del diente, debido a que este metal se concentra en ellos al igual que en los huesos, aunque en menor grado; sin embargo, esto no es exclusivo ni característica sintomática del elevado nivel del Plomo en la sangre, sino que puede observarse en otras patologías;

d. Tejidos Gingivales, en los que aparece una línea azul punteada o azul negruzca. Un ejemplo de esto puede verse en las personas de encías con orillas negras, ya que puede contener partículas de sulfuro de plomo. Pero también puede deberse a otros factores que no sean los de intoxicación por plomo;

e. Aparato Digestivo, Aparte del fenómeno fisiológico de espasmo del intestino delgado, no es constante observar alteraciones en el aparato entérico en los casos de intoxicación por plomo.

f. Sistema Nervioso, la intoxicación por plomo provoca lesiones en el sistema nervioso central, en los hemisferios cerebrales y en el cerebelo, al grado de producir consecuencias fatales. Esto se debe a la acción nociva del Tetraetilo de Plomo. Además, ataca los nervios periféricos y la médula espinal. La acción nociva del plomo es progresiva, y de manera similar se originan los síntomas y daños del sistema nervioso

- g. Aparato Cardiovascular, ataca los pequeños vasos sanguíneos, principalmente los capilares. Esto se manifiesta por hemorragias retinianas y capilar, debido a que este metal tiene acción sobre los músculos lisos; pero este tipo de reacción no solo es debida a las intoxicaciones por dicho elemento, sino que pueden deberse a otros factores;
- h. Riñones, Puede ocasionar lesiones renales, que van desde leves, caracterizadas por albuminuria, hasta nefrosclerosis arterial y arteriolar;
- i. Músculo liso, la acción toxica del plomo también se observa en la musculatura lisa del organismo, incluyendo la musculatura del aparato gastrointestinal, produciendo cólicos abdominales. También, como se dijo antes, ataca los vasos capilares produciendo palidez en el rostro y la piel de los intoxicados por plomo.
- j. Músculo esquelético, la reacción es parálisis de los músculos más utilizados, mediante un efecto sobre los mecanismos físico-químicos que lleva a la fatiga muscular;
- k. Efectos sobre el Metabolismo, puede afectar el metabolismo celular, la nutrición y el crecimiento. Este metal afecta también, el metabolismo normal de las porfirinas a través de su interferencia sobre la actividad enzimática.

El efecto teratogénico del plomo ha sido ampliamente demostrado en animales de experimentación y su paso a través de la placenta fué demostrado por Oliver¹ en 1916. Abortos y prematuridad ha sido también reportada, lo cual podría estar en concordancia con los efectos mutagénicos del Plomo².

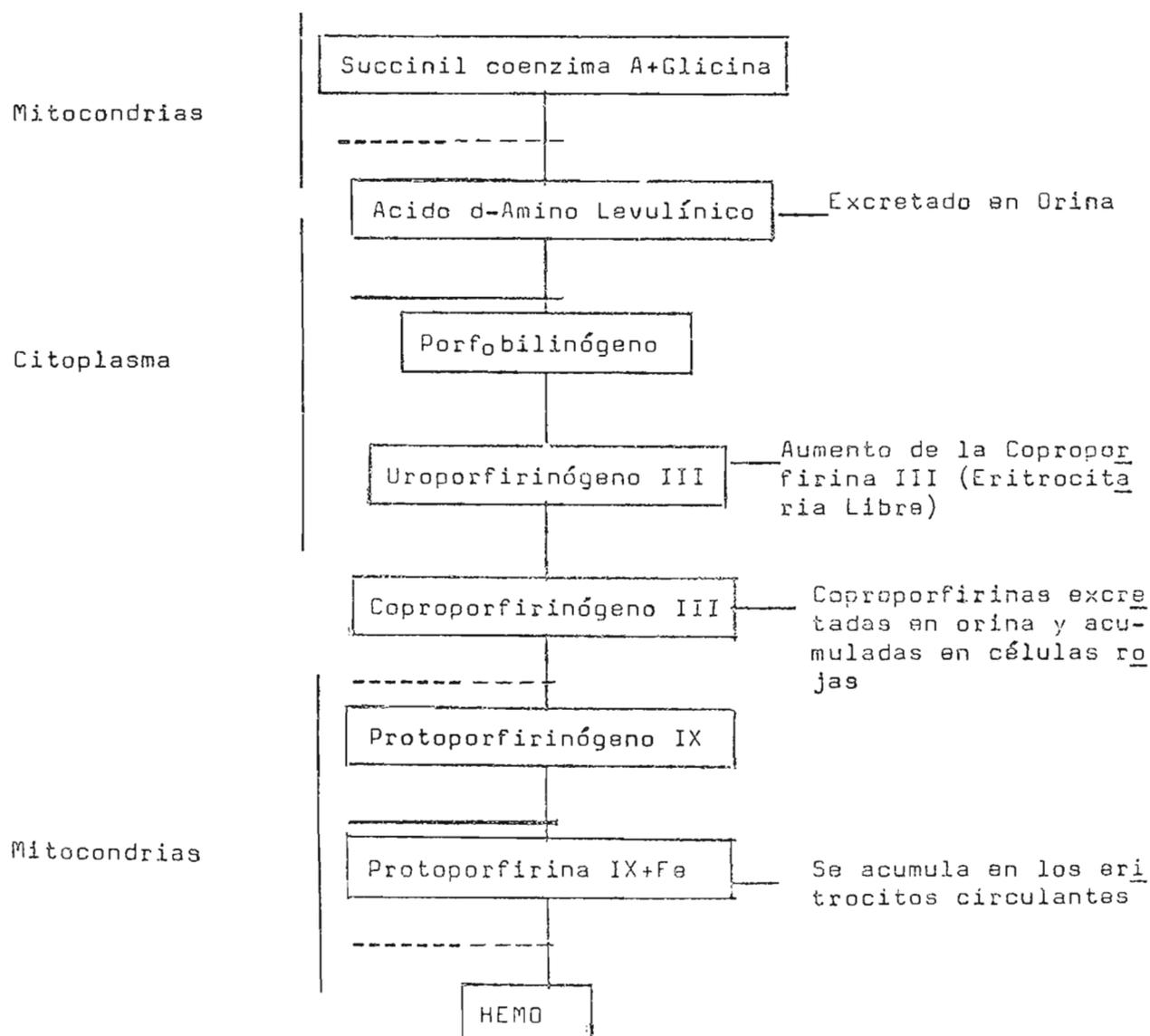
-
1. OLIVER, T. 1916. Disease of occupation. Ch.VII. Diseases due to metallic poisons, dust, fumes, etc. E.P. Dutton y Co. New York, 3rd ed; pp. 186-202
2. INFANTE, P. F. and Wagoner, J. K. Report presented at the Conference on Women and Workplace, June 17-19 1976 Washington, D. C.

fueron realizados a partir de 1930.

La acción del plomo sobre las enzimas dependientes del grupo sulfidrilo, al interferir en la biosíntesis del Hemo, parte constituyente de la hemoglobina, se plantea en el siguiente diagrama:

DIAGRAMA N°1
INHIBICION DEL PLOMO EN LA BIOSINTESIS DE LA FRACCION HEMO

Ciclo de Krebs



La línea continúa significa concentraciones altas, y la línea cortada es para cualquier concentración.

2. Epidemiología y tratamiento. La intoxicación por plomo en infantes constituye una enfermedad crónica que requiere un manejo integral en lo médico, social, familiar y ambiental; ya que como se dijo en párrafos anteriores, los focos de contaminación por medio de este metal son tan elevados en número debido a la variedad de usos industriales del plomo. Además de los ya citados, pueden agregarse los siguientes: Ingestión de pinturas que contengan plomo; escamas de plomo en cañerías usadas en la destilación del ron; inhalación del Tetraetilplomo quemado por automóviles y, la bebida de agua lluvia colectada por medio de canales cubiertos con pinturas que contengan plomo.

Naturalmente que existe una diversidad de formas de contaminación por plomo a las cuales una persona puede estar expuesta, lo que constituye un peligro constante para la salud de la población infantil de El Salvador, por lo que se hace necesario el establecimiento de un método que agilice los estudios clínicos mediante muestreos de de población infantil. Esto permitirá detectar los niveles de ese elemento en la sangre de infantes, y en base a ello iniciar el tratamiento lo más pronto posible.

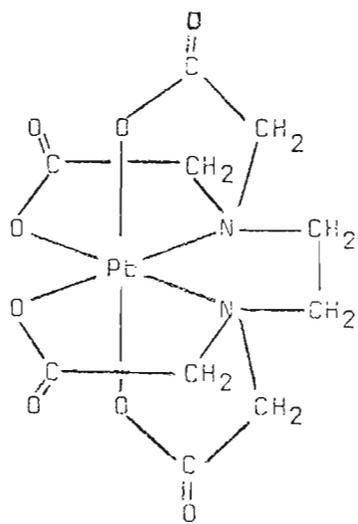
En la actualidad, el tratamiento más efectivo se hace con compuestos potentes conocidos como quelantes moleculares, que tienden a unirse al átomo metálico para lograr su eliminación. Estos compuestos extraen los átomos de dicho metal, ubicado en tejidos del riñon y del hígado. Para la realización del tratamiento de los intoxicados por plomo, han sido aprobados por la Administración de Drogas y Alimentos (FAD) las siguientes drogas: EDTA, BAL y Penicilamina.

- a. El Etilendiaminotetraacético (EDTA), se recomienda utilizarlo con concentraciones sanguíneas de 60 a 100 microgramos de plomo/100 mililitros de sangre total. La dosis no debe ser mayor de 50 miligramos/Kilogramo de peso corporal, con un máximo de un gramo por día. Esto debe mantenerse por tres a cinco días, según la necesidad. Puede inyectarse en forma intravenosa e intramuscular, a diferentes intervalos de tiempo;
- b. El Dimercaprol (BAL), que puede combinarse con el EDTA, en caso de que el infante tenga un nivel sanguíneo mayor de 100 microgramos/100 mililitros de sangre total. Se administra combinada en la forma siguiente: 4 microgramos/Kilogramo de peso de BAL +12.5 miligramos/Kilogramo del EDTA, durante un lapso de cuatro horas por tres a cinco días, según la necesidad del paciente; y
- c. Penicilamina, que puede administrarse en aquellos niños cuya reacción al EDTA es tóxica. Se le usa en dosis diarias de 40 miligramos/Kilogramo de peso del menor, durante un período de uno a seis meses. Además, puede sustituir al EDTA para continuar el tratamiento.

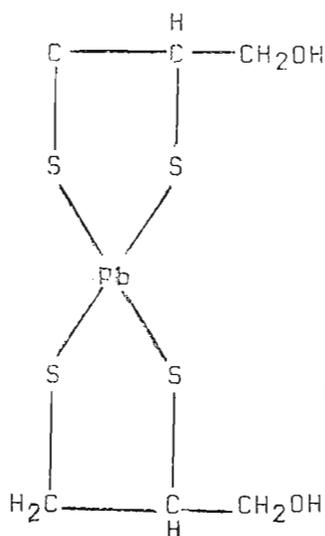
Estas drogas producen efectos adversos cuando son utilizadas en dosis excesivas o por tiempos muy prolongados; así el EDTA produce daños renales y puede ser fatal; el BAL, nerviosismo, náuseas, opresión en el pecho y elevación de la presión sanguínea; la penicilamina produce anemia aplástica y síndrome nefrótico. Estos efectos adversos vuelven importante el método, ya que se hace necesario ir controlando los niveles del plomo que van quedando de acuerdo con el tratamiento.

Es necesario hacer notar que estas drogas no reducen la incidencia en el daño cerebral, por lo que es importante el tratamiento precoz y, el estudio de centros epidemiológicos en el país.

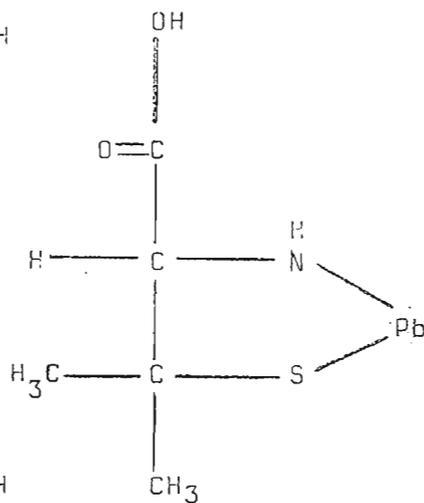
Para una mayor explicación de la estructura que quela, se plantean en esta página, las siguientes fórmulas:



E D T A



B A L



D-PENICILAMINA

El plomo, como se dijo anteriormente, produce daños en tejidos y sistemas del humano, produciendo efectos en las funciones renales, en el metabolismo, en el sistema nervioso y en los nervios periféricos, además de los efectos en la sangre y los residuales.

Esto, naturalmente, lo vuelve nocivo para la salud humana, ya que sus daños pueden llevar hasta la muerte.

Entre los efectos que pueden darse por la intoxicación por plomo, se pueden señalar las siguientes: Reducir el tiempo de vida de las células rojas, así como aumentar su producción; provoca anemia reversible o no, daño severo en el cerebro, aumento de metabolitos; así como los señalados en páginas anteriores.

Por eso, deben buscarse las técnicas que permitan estudios de aquellas áreas y regiones contaminadas con plomo y que por ello son una amenaza para el ser humano, sobre todo, para los niños. Además, estas técnicas deben ser utilizadas en los estudios pediátricos con la finalidad de ejercer un control y poder atender con la debida eficacia a aquellos infantes que estén contaminados por plomo.

Para lograr una mayor explicación de los efectos del plomo en los sistemas y órganos del humano, así como los diferentes niveles de presencia de dicho metal en la sangre total de las personas, se plantea el Cuadro N°1, en el que se hace una breve descripción de los efectos del citado elemento en el cuerpo humano.

En dicho cuadro, se plantean los efectos desde el nivel menor a 30 ug/100 ml de sangre, hasta el nivel que produce daño funcional crónico o intenso. El cuadro es el siguiente:

CUADRO Nº 1
EFECTOS DEL PLOMO EN SISTEMAS Y ORGANOS HUMANOS

SISTEMAS Y ORGANOS AFECTADOS POR PLOMO	Menos de 30 ug/100 ml de sangre (Efectos no demostrables)	30-50 ug/100 ml (Efectos subclínicos mínimos detectables)	50-100 ug/100 ml (Compensación)	Mayor de 80 ug/100 ml (Daño funcional-exposición corta en tenses).	Daño funcional crónico e intenso. Exposición mayor de 80 ug/100 ml
Efectos Metabólicos	Normal	Puede aumentar el ALA urinario	Aumento de algunos metabolitos en sangre y orina	Favorece el aumento de metabolitos	Aumentos sólo en casos de exposición reciente
Efectos funcionales en la sangre	Ninguno	Ninguno	Reduce el tiempo de vida de las células rojas. Aumenta producción	Reduce el tiempo de vida de las células rojas con o sin anemia reversible	Posible anemia reversible
Efectos en la función renal	Normal	Normal	Difunción mínima, algunos casos.	Síndrome de Fanconi (Reversible)	Nefropatía crónica (Permanente)
Efectos en el Sistema Nervioso Central	Ninguno	Ninguno	No se conoce	Daño severo mínimo en el cerebro. Permanente	Daño cerebral severo y permanentemente, particularmente en niños.
Efectos en Nervios Periféricos	Ninguno	Ninguno	Malestar suave, no específico	No se conoce	Deterioración mental, incapacidad, coma, goteo en pies o muñeca de mano
Efectos Residuales	Ninguno	Ninguno	No se conocen	Anemia, cólico, irritabilidad, somnolencia en casos severos, torpeza motora.	Deficiencia mental (Amenuda profunda). Insuficiencia renal, cota

B. INVESTIGACIONES REALIZADAS Y METODOS UTILIZADOS EN EL SALVADOR. La única investigación realizada en El Salvador, se inició el año de 1965 y concluyó en 1972; fue realizada por el doctor Eduardo Valdez Bolaños¹, enmarcándola en las características clínicas, evolutivas y epidemiológicas de la intoxicación por plomo en niños de las comunidades salvadoreñas.

Luego la presente investigación sobre la determinación de los niveles de plomo en sangre total de niños, por medio de la Absorción Atómica constituye una experimentación novedosa de dicho método cuantitativo, en lo que respecta a El Salvador. Además, se busca determinar la factible aplicación de éste en los centros hospitalarios del país.

Según el doctor Julio César Ruiz² "En El Salvador no se practican métodos confirmatorios del nivel de plomo en la sangre total de infantes, sino que se hacen diagnósticos de intoxicación plúmbica con base en estudios clínicos y pruebas de laboratorios". Entre estos estudios se encuentran:

- a. Investigación de antecedentes epidemiológicos;
- b. Interrogatorio de la enfermedad actual;
- c. Examen físico, incluyendo evaluación neurológica.

Estos tres aspectos constituyen fundamentalmente la parte clínica que ayudan al diagnóstico de la enfermedad.

-
1. VALDEZ Bolaños, Eduardo, "Intoxicación Por Plomo en Niños", Boletín Médico Hospital Infantil, v.XXXII, No.3, Mayo-Junio de 1975, s/1, pp. 399-408.
 2. RUIZ, Julio César, Jefe del Laboratorio Clínico del Hospital de Niños Benjamín Bloom, Entrevista Realizada en San Salvador, Martes 11 de Abril de 1978.

Luego, se suelen aplicar los siguientes estudios.

- a. Radiografía de huesos largos. La apariencia radiológica pasa desapercibida en la interpretación rutinaria de estudio, ya que ocurre que cantidades de calcio acumulado en el extremo del hueso son las responsables de la imagen radiológica, a pesar de las pequeñas cantidades de plomo existente, causante de la acumulación del calcio;
- b. Coproporfirinas Urinarias, proporciona datos semicuantitativos;
- c. Granulación Basófila de Eritrocitos en Frotis de Sangre Periférica, observable en forma de precipitado cuando se trata con el colorante de Wright¹. Se produce por alteración de ribonucleoproteínas de eritrocitos jóvenes
- d. Biometría Hemática, que permite la determinación de anemia, pero ésta puede ser producida por otros factores y no causada por la presencia del plomo en la sangre del humano;
- e. Líquido Cefalorraquídeo, su estudio puede ayudar al diagnóstico de intoxicación plúmbica, ya que esta produce cuadros de encefalopatía, la que, en caso de presentarse en niños, puede alcanzar cifras de mortalidad, que al compararla con la observada en el adulto puede ser hasta de un 45% superior. Los que logran sobrevivir a la encefalopatía plúmbica² generalmente presentan secuelas neurológicas variables como: Alteraciones del tono muscular, incoordinación motora y retardo mental.

Estos últimos cinco estudios son realizados en el laboratorio y constituyen una ayuda para determinar la presencia de plomo en la sangre.

-
1. WRIGHT, nombre del colorante utilizado para estudios de frotis de sangre periférica.
 2. ENCEFALOPATIA Plúmbica, es el daño cerebral causado por la acción nociva del plomo.

Lo anterior demuestra que los métodos utilizados en El Salvador no permiten lograr un control adecuado del Saturnismo, ya que, como lo plantea el doctor Julio César Ruiz¹, sólo se han detectado 51 casos de 1971 a 1977, en el Hospital de Niños Benjamín Bloom, debido a que el diagnóstico se hace únicamente con base a la clínica; pero no se determina en forma correcta el plomo en la sangre de infantes.

C. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN OTROS PAISES. En cuanto a investigaciones realizadas en otros países americanos, con respecto a los efectos del plomo en la sangre humana, se tienen las siguientes:

1. Concentración de plomo en sangre de niños hiperkinéticos, realizada en México por Leopoldo Vega Franco² y otros investigadores, quienes señalan la importancia del ambiente en que se desarrolla el infante y a la costumbre de ingerir partículas no digeribles como ceniza, escamas de pintura, tierra, etc. . En esta investigación se compara la hiperactividad motora con respecto a la concentración del plomo;
2. Evaluación de un microsistema por medio de la Absorción Atómica y mediante el sistema de la Copa Delves para análisis de plomo en sangre, fue realizada en Chihuahua, México, por la doctora Blanca Raquel Ordoñez³ y otros investigadores, quienes utilizaron como muestras a los ni

1. RUIZ, Idem. página 21.

2. VEGA Franco, Leopoldo, y colaboradores, "Concentración de Plomo en la sangre de Niños con Hiperkinecia", Boletín Médico del Hospital Infantil, México, v. XXXIII, Nº5, Septiembre-Octubre, 1976

3. ORDÓÑEZ, Blanca Raquel, y Colaboradores, "Investigación Epidemiológica sobre Niveles de Plomo en la Población Infantil y en el medio ambiente domiciliar de Ciudad Juárez, Chihuahua, en relación con una fundición del Paso, Texas", Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, México, v. LXXX, Nº4, 1976.

ños que viven en los alrededores de una fábrica mejicana, así como polvo de los patios donde vivían los infantes; se estableció una correlación entre los niveles de plomo en la sangre con los de este metal que se encontraba en el polvo intradomiciliario, y en la tierra de sus patios, loza utilizada para cocinar, y el riesgo ocupacional. Aquí se empleó como método la Coca Delves modificada.

Luego, se han realizado experimentaciones por medio del método de Absorción Atómica, mediante la utilización del horno de grafito, y de sangre y de orina en presencia de EDTA; ambas han sido realizadas en los Estados Unidos.

D. MÉTODOS PARA LA DETERMINACION DE PLOMO EN LA SANGRE. Para ello, se han empleado diversos métodos entre los que pueden citarse los Colorimétricos, Electroquímicos y el de Absorción Atómica con sus diferentes variantes.

1. Métodos Colorimétricos. Son los más sencillos en cuanto al empleo de equipo, porque sólo utilizan la radiación solar y el ojo humano, así como estándares o discos plásticos coloreados para comparación.

Estos métodos tienen la característica de requerir de muestras grandes de sangre, las que varían de uno a diez mililitros, así como del excesivo tiempo en la realización de las experimentaciones. Los métodos colorimétricos incorporan técnicas no deseables como: ceniza húmeda, precipitación de proteínas con ácido tricloro acético y/o la adición de un número de reactivos; además son susceptibles a una extracción incompleta de la muestra de sangre.

Otra de las características es que a menudo sufren interferencias

de quelación por EDTA, y carecen de la adecuada sensibilidad.

Es importante hacer constar que estos métodos son más que todo para determinar la presencia del plomo en la sangre; pero no para determinar el nivel de dicho metal en el organismo humano. Entre éstos se pueden citar el visual y el instrumental, entre los que la diferencia fundamental es que el instrumental requiere de un fotómetro de filtro de un solo haz y un detector.

2. Métodos Electroquímicos. Son más completos que los anteriores, en lo que respecta al análisis de plomo en sangre total de humanos.

Requieren de materiales como pilas eléctricas y polarográficas, y de electrodos de goteo, por lo que se diferencia fundamentalmente, ya que utiliza un equipo un poco más completo. En sus inicios requerían de cinco mililitros de muestra, pero luego fue reducida a tan solo 50 microlitros, mediante la utilización de la voltametría.

Sin embargo, tenían el inconveniente del excesivo tiempo en la realización de las experimentaciones, ya que necesitaban de una digestión de 30 minutos con ácido perclórico. Luego, se mantenía la muestra por un lapso de 20 minutos, antes de analizarla. Esto se hacía con todas las muestras cuyos resultados deseaban conocerse.

En los métodos electroquímicos estaban incluidos el de voltametría que consistía en procedimientos electroanalíticos, basados en el comportamiento potencial corriente de un electrodo polarizable en la solución que se quería analizar.

Además, estaban los polarográficos que podían utilizar solventes acuosos u otros sistemas de solventes. Su concentración óptima varia-

ba entre 10^{-2} y 10^{-4} M., para análisis cuantitativos, y podría ser reducida la cifra a otro factor de diez. Era útil para determinar cantidades entre los límites de miligramos a microgramos. Con este método se podían efectuar análisis con muestras de 1 a 2 mililitros de solución y hasta con una gota.

3. Método de Absorción Atómica. La Espectroscopía de Absorción Atómica ha tomado un gran auge como técnica analítica para la determinación de concentración de elementos metálicos como el Plomo.

Este método altamente sensible se basa en el estudio de absorción de energía radiante por medio de átomos.

El principio instrumental es similar al usado en otros métodos: La muestra a analizar se disocia en sus enlaces químicos, hasta quedar en su estado fundamental y gaseoso; es decir, en el nivel más bajo de excitación posible; luego el principio consiste en que la luz proveniente de una fuente adecuada, se hace pasar por la muestra que se desea analizar; registrándose después, la cantidad de luz absorbida por los átomos, por medio de un detector. Esto se logra midiendo la cantidad de luz, antes y después de pasar a través de la muestra utilizada.

El espectro obtenido consistirá en líneas escasas y muy finas (Aproximadamente 0.01 Å de espesor), lo cual se debe al proceso de la excitación electrónica de los átomos.

Es importante establecer que durante este proceso no ocurren cambios debidos a la energía de rotación o vibración. Además, aun cuando el principio instrumental de la Absorción Atómica es parecido al de

otros métodos, éste tiene diferencias en lo que respecta a la muestra porque no requiere de excitación para obtener la radiación de interés.

El método de Absorción Atómica tiene entre sus características la simplicidad en el procedimiento, tal como se plantea anteriormente, y la mayor especificidad en los resultados. Naturalmente que en sus inicios involucraba precipitaciones de proteínas, quelación de Plomo y extracción con solvente orgánico, previo al análisis. Además, el tamaño de la muestra fue grande, varió de 1 a 20 mililitros; por lo que la diferencia más clara con respecto a los métodos anteriores fue la utilización de equipo más refinado.

Al tecnificar más el método, se redujo el tiempo; esto se logró al utilizar la Llama-solvente. Esta eliminó la precipitación de la proteína y la etapa de incineración que en sus inicios se usaba. Pero las muestras empleadas continuaban siendo de 1 a 20 mililitros; lo mismo ocurría con la aplicación de reactivos para determinar la presencia de plomo en la sangre humana.

Lo anterior constituía un obstáculo para la pronta aceptación del Método de Absorción Atómica, por lo que se continuaban utilizando los Colorimétricos y los Electroquímicos.

Sin embargo, con el transcurso del tiempo, fueron mejoradas las técnicas de muestreo en Absorción Atómica aplicada en este trabajo. Entre los cambios logrados estaban la disminución de la manipulación de la muestra; la Llama-solvente, que disminuyó el tiempo, fue sustituida por cápsulas, botes y canaleta de Tántalo; ésta variante logró permitir

el uso de estándares ácidos y libre de reactivos; sólo se mantenía el problema del excesivo tiempo ya que necesitaba una hora de secado, seguido de incineración durante toda la noche.

Luego, en el procedimiento se utilizaron sucesivamente la Tasa Delves y el Horno de Grafito¹ adaptados a la espectroscopía de Absorción Atómica, lo que dio las siguientes ventajas:

- a. Sensibilidad en los resultados y procedimientos;
- b. Uso de ultra-micro muestras de sangre, sólo 50 microlitros;
- c. Mínima preparación de la muestra o simple dilución; y
- d. Mínima necesidad de tiempo (dos minutos).

Las experimentaciones han sido realizadas en eritrocitos y con sangre total, y en ambos casos los resultados han sido precisos y exactos.

Mediante este sistema se ha logrado tecnificar los procedimientos para la experimentación por medio de la Absorción Atómica, ya que se han mejorado poco a poco dichas etapas. Entre los avances obtenidos pueden citarse los siguientes:

- a. La disminución del volumen de la muestra en lo mínimo posible, cuestión que en los métodos anteriores no se había logrado, incluso en los inicios de la Absorción Atómica, ya que se requería de grandes volúmenes de muestra para determinar la presencia y el nivel de plomo en la sangre.
- b. La no preparación de la muestra, ya que en los métodos colorimétricos

1. GRAFITO, Horno de, dispositivo adaptado al espectrofotómetro de Absorción Atómica.

cos y electroquímicos requerían de horas para la obtención de los resultados, los que no eran confiables por la falta de precisión en los estándares utilizados durante la experimentación.

Los progresos alcanzados con el sistema aplicado en este trabajo consistieron en la adopción de sistemas de muestreo, que han permitido agilizar las experimentaciones y elevar el nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos; entre los que pueden citarse:

- a. La Llama- solvente,
- b. Canaleta de Tántalo
- c. Tasa Delves,
- d. Horno de Grafito.

Estos sistemas han contribuido a la tecnificación en la aplicación del método de Absorción Atómica, así como a la agilización y precisión de la técnica empleada además de proporcionar resultados más precisos y confiables debido a su exactitud.

Cada uno de los sistemas de muestreo contribuyó al avance científico y técnico en la utilización del Método de Absorción Atómica, aplicado en el presente trabajo.

Para una mejor visualización de las ventajas y desventajas de los métodos colorimétricos, electroquímicos y de Absorción Atómica, señalados anteriormente, se plantea el Cuadro Nº2, en el que se detallan algunas características de cada uno de dichos métodos, desde el visual hasta el de la utilización del Horno de Grafita, como una de las variantes en el Sistema de muestreo del método de Absorción Atómica.

El Cuadro es el siguiente:

CUADRO Nº2
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS METODOS

METODOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Colorimétricos a. Visual</p>	<p>Análisis corriente. No requiere equipo adicional</p>	<p>Se usan varios estándares, pero son faltos de precisión para intensidades altas. No detectan interferencias.</p>
<p>b. Espectrofotométrico</p>	<p>Sólo se usa un estándar. Requiere de equipo sencillo, por lo que resulta económico.</p>	<p>Requiere muestras grandes (1 a 10 mililitros). Falta de especificidad y carece de sensibilidad adecuada. Tiene interferencias y las técnicas aplicadas son dificultosas. Requiere de muchos reactivos y consume mucho tiempo.</p>
<p>Electroquímicos a. Polarográficos b. Voltimetría Médica</p>	<p>Selectivo. Pueden usarse solventes acuosos y otros sistemas de solventes. Instrumentos manuales sencillos y se reducen la mayoría de inconvenientes de los colorimétricos. Selectivo. Pueden usarse diversos sistemas de solventes. Instrumentos sencillos y el tamaño de la muestra se reduce a 50 microlitros.</p>	<p>Requiere muestras grandes. Consumo mucho tiempo.</p>
<p>Absorción Atómica a. Llama-solvente</p>	<p>Especificidad y simplicidad sobre los demás métodos. Menos técnicas dificultosas</p>	<p>Muestras grandes (5 a 10 mililitros). Procedimientos largos y excesivo tiempo. Requieren de muestras grandes, de extracción y de muchos reactivos.</p>
<p>b. Canchales de Tántalo</p>	<p>Muestras pequeñas y libres de reactivos</p>	<p>Poco preciso. Requiere mucho tiempo.</p>
<p>c. Tasa Delves</p>	<p>Rápido y simple. Es sencillo y requiere de muestras pequeñas.</p>	<p>Uso de peróxido de hidrógeno para la muestra. Uso de sople para estándares da lugar a precisión dudosa.</p>
<p>d. Horno de Grafito</p>	<p>Micro-muestras. Sensibilidad y no preparación de muestras (Dilución simple. Poco tiempo, dos minutos)</p>	<p>No se conocen</p>

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

Para determinar la presencia de Plomo en la sangre humana, se han utilizado los métodos Colorimétricos, Electroquímicos y el de Absorción Atómica, éste último con sus variantes la Llama-solvente, Canaleta de Tántalo, Copa Delves y el Horno de Grafito. Cada uno de estos métodos constituye, como se dijo antes, un avance en la aplicación de técnicas experimentales, y han surgido como producto de la curiosidad investigadora de químicos y farmacéuticos, quienes han buscado afinar los mecanismos y procedimientos para detectar la presencia de Plomo en la sangre de los seres humanos.

Los procedimientos seguidos a través de los años, han sido mejorados mediante la aplicación de nuevas técnicas que redujeron el volumen de la muestra, el tiempo y el nivel de certeza de los resultados.

En los diferentes métodos han sido utilizados materiales y equipos, según el sistema aplicado. Así se emplean tubos Nessler, discos plásticos coloreados espectrofotómetros, pilas, aparatos eléctricos, fuentes de radiación, y otro equipo adicional como reguladores de voltaje, registradores, compresores y otros materiales y equipos necesarios en las experimentaciones.

A. APLICACION DEL METODO DE ABSORCION ATOMICA. Para la aplicación de la Absorción Atómica en la determinación del nivel de Plomo en la sangre total de infantes, se seleccionó el material y equipo a utilizar

en las experimentaciones, tales como jeringas, tubos capilares, tubos de hemólisis, micropipetas y demás material de laboratorio. En cuanto a equipo se utilizó un espectrofotómetro¹, horno de grafito², lámpara de cátodo hueco, así como detectores, atomizadores, reguladores de voltaje, registradores, deshumificadores y otro equipo de laboratorio.

Se hace constar que todo el equipo de cristalería utilizado en la experimentación debe ser dejado durante la noche en ácido nítrico diluido (4 mol/litro), y por la mañana deberá lavarse con agua desionizada. Todo para evitar que haya contaminación de partículas de plomo en estos utensilios.

En la aplicación del Método de Absorción Atómica empleado en la presente investigación, se establecieron los siguientes pasos:

1. Obtención de la muestra;
2. Preparación de las Condiciones Generales y de Operación;
3. Preparación de los Estandares;
4. Realización de Pruebas o Experimentaciones;
5. Determinación de los Resultados y Cálculos.

Cada uno de dichos pasos tienen que ver con la exactitud y precisión de los resultados obtenidos en el trabajo realizado, mediante la utilización del Método de Absorción Atómica con la variante del horno de grafito, empleado en la investigación.

1. ESPECTROFOTOMETRO, Perkin-Elmer, 305 B.

2. GRAFITO, Horno de, Perkin Elmer, HGA 2,100 .

1. Obtención de la Muestra. Se estableció que se haría con cuatro grupos heteróneos de 20 muestras cada grupo, tomados de los pacientes del Hospital de Niños "Benjamín Bloom" de San Salvador.

Para ello, se procedió a tomar muestras con jeringas descartables debido a que los infantes llegaban por variedad de causas, tales como gripe, sarampión, calenturas, dolores de cabeza, diarreas, y otros. Esto permitió la adquisición de la mínima cantidad de sangre de cada uno de los menores para ser utilizada en las experimentaciones sobre la determinación del nivel del plomo en la sangre total de niños.

Sin embargo, lo conveniente es utilizar la técnica del "pinchado del dedo", ya que basta con una gotita de sangre. En cualquier método que sea utilizado, siempre es recomendable lavar el material de vidrio con ácido nítrico diluido (5 mol/litro), y agua bidestilada, para evitar cualquier contaminación ambiental. En nuestro caso los tubos recolectores no se trataron como se indica anteriormente, debido a que se trabajó bajo las mismas condiciones en que se hacen todos los análisis rutinarios del Hospital.

En lo que respecta a la colección de la muestra, puede efectuarse de dos maneras: Utilizando papel filtro que esté libre de plomo, y empacado en una Caja de Petri; o bién, por medio de tubos capilares de vidrio heparinizado, con los que debe tenerse el cuidado, de que no lleven burbujas.

Es necesario que durante el manipuleo de las muestras, no haya contaminación de éstas; por lo que se recomienda un chequeo riguroso

de control de calidad para evitar la presencia de Plomo; ya que de lo contrario, se perdería la pureza y exactitud de la muestra utilizada en la determinación del nivel del Plomo en la sangre total de infantes.

2. Preparación de Condiciones Generales y Operacionales. Para la realización de la parte experimental del presente trabajo, se establecieron Parámetros Generales y de Operación los que han permitido delimitar el desarrollo de la investigación.

Los criterios generales establecidos fueron los siguientes:

- a. Longitud de Onda de 284 nm ;
- b. La corriente aplicada al Cátodo fue de 8 a 10 mA
- c. Abertura de la Rendija del Monocromador es de 4 (0.7 nm);
- d. El gas de purga utilizado fue el Argón;
- e. El programa de las temperaturas establecidas en el método fueron:
 - i. Para el secado se utilizó 100 grados centígrados/25 segundos,
 - ii. En el incinerado se emplearon temperaturas de 525 grados centígrados/50 segundos, y
 - iii. En el atomizado se aplicó 2,300 grados centígrados/9 segundos.

Como se dijo anteriormente, estos criterios están planteados en el método de Absorción Atómica, aplicado en esta investigación sobre la Determinación del Nivel del Plomo en la sangre total de infantes.

En cuanto a los criterios de operación, se establecieron condiciones previas al desarrollo de las experimentaciones en las que se aplicó el Método de Absorción Atómica, los cuales se mencionan a continuación.

- i. Influencia de la Velocidad del Flujo del Gas de Purga;
- ii. Determinación del Diluyente de la muestra;
- iii. Uso del Corrector de Fondo de Deuterio;
- iv. Determinación del Volumen Mínimo de la Muestra;
- v. Límites de Detección;
- vi. Porcentaje de Recuperación.

Esos criterios fueron establecidos antes de iniciar las pruebas, para determinar el nivel del plomo en la sangre total de los 92 casos de niños muestreados.

Una vez establecidos los criterios generales y los 6 criterios de operación, se procedió a las experimentaciones.

Para tener una mayor claridad con respecto a los citados parámetros, se da una breve explicación en los siguientes párrafos:

i. Influencia de la Velocidad del Flujo del Gas de Purga. Esta influencia, más que todo, se da en la altura de la señal, ya que para cinco divisiones es mayor que para diez y ésta, mayor que veinte divisiones; tal como puede observarse en el cuadro No.3. Para ello se inyectaron estándares de 0, 5, 10, 15 y 20 microgramos/100 mililitros con divisiones de 5, 10 y 20. Debido a que no se puede medir el flujo del gas en forma directa, se ha expresado como divisiones, lo cual se refiere a la escala en posición normal. El resultado es que de los tres flujos usados, el que cumple con mayor exactitud la Ley de Beer, es el de 10 divisiones; por lo tanto se toma como parámetro para estas determinaciones. En el citado cuadro se han establecido las absorbancias con 5, 10 y 20 divisiones, los estándares 0, 5, 10, 15 y 20 microgramos/100 ml. y una muestra.

CUADRO N°3

INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO DEL GAS DE PURGA

CONCENTRACION DE ESTANDARES (ug/100 ml)	ABSORBANCIA CON CINCO DIVISIONES	ABSORBANCIA CON DIEZ DIVISIONES	ABSORBANCIA CON VEINTE DIVISIONES
0	0	0	0
5	0.06	0.04	0.03
10	0.08	0.07	0.06
15	0.14	0.10	0.09
20	0.18	0.13	0.11
MUESTRA	0.06	0.05	0.04

La gráfica a estos resultados es la siguiente:

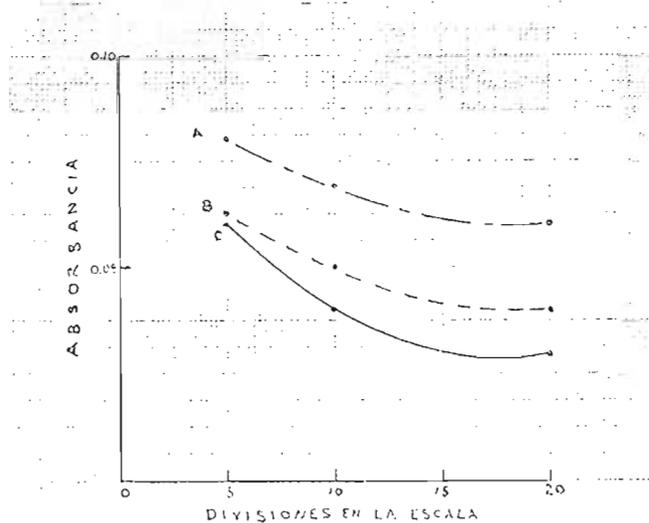


FIG. N°1. GRAFICA DE LA INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO DEL GAS DE PURGA. Se obtuvo utilizando diferentes estándares y la triple inyección de la muestra. Curva A= Estándar de 10 ug/100 ml. . Curva B= Muestra. Curva C= Estándar de 5 ug de Plomo/100 ml.

Los Espectros obtenidos fueron los siguientes:

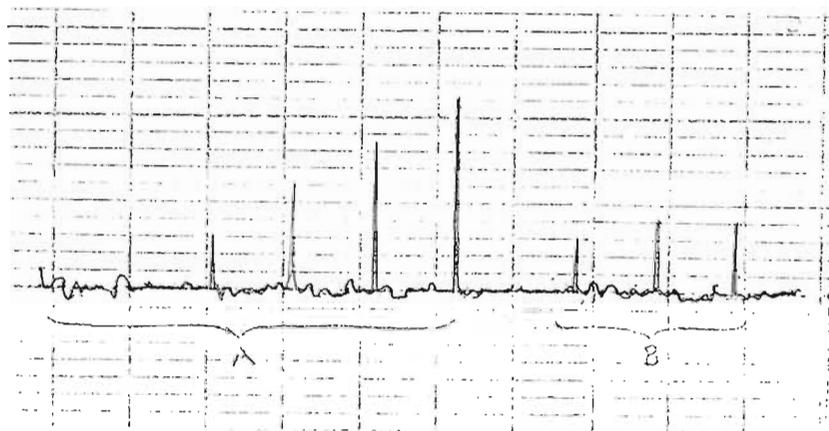
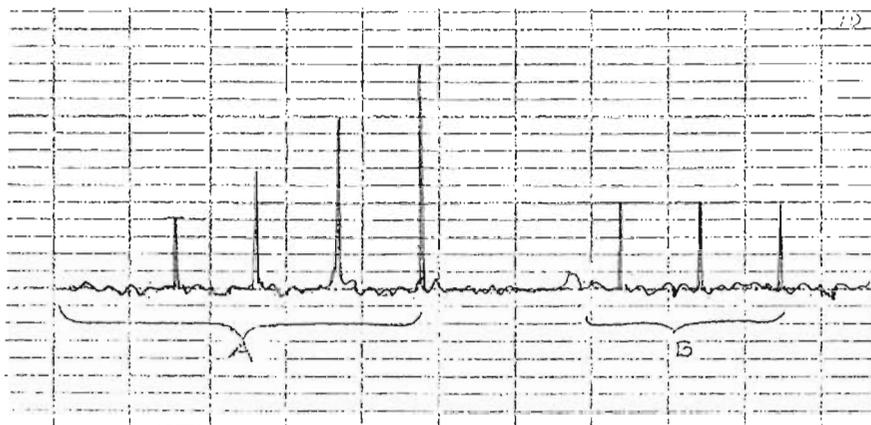
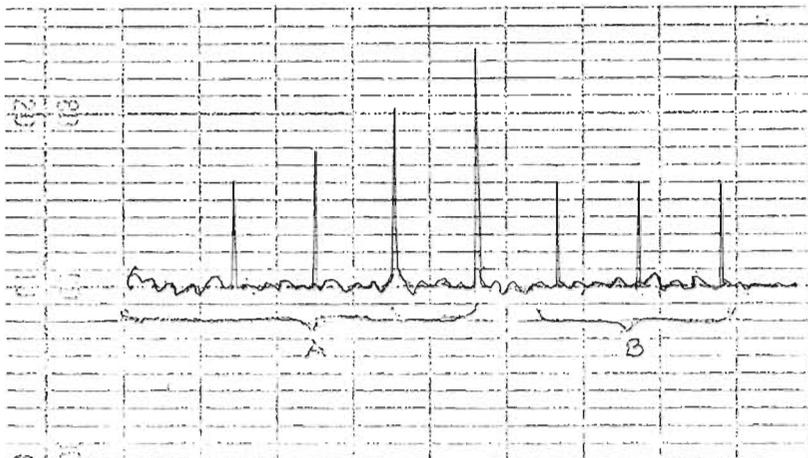


FIG. Nº2. ESPECTROS DE LA INFLUENCIA DEL NUMERO DE DIVISIONES EN LA ESCALA. Los espectros planteados señalan 5, 10 y 20 divisiones, en los que A= Curva de calibración con estándares de 0, 5, 10, 15 y 20 $\mu\text{g}/100 \text{ ml.}$, B= Muestra inyectada tres veces

ii. Determinación del Diluyente de la Muestra. Para determinarlo se probó con agua, ácido nítrico diluido, Twen 80 diluido, y mezcla de ácido nítrico diluido (5 ml/l), y Twen 80 diluido (1 ml/l). Estas pruebas se realizaron con varias muestras a las que se diluyó 5 veces (50 microlitros de sangre/ 200 microlitros de diluyente).

Todos producen hemólisis en la sangre, pero los valores de los diferentes diluyentes no son constantes ni reproducibles, según puede observarse en la figura tres.

La razón es de que el volumen inyectado no es tan exacto, por lo que la pequeña cantidad no es arrastrada en su totalidad hacia la celda de la muestra. Además, los valores de la absorbancia con ácido nítrico son bien altos y variables; lo primero se puede deber a interferencias de la muestra con el ácido nítrico; así como porque ésta no sea homogénea (Posible no haya hemolización total).

Al utilizar la muestra de Twen 80 con ácido nítrico, los valores tienden a estabilizarse; al usar Twen 80 con 5 y 10 diluciones los valores obtenidos son aceptables y la reproducibilidad es buena; además, dan una respuesta lineal ya que al diluir 10 veces la muestra, comparada con 5 diluciones da exactamente la mitad de los valores y éstos son constantes. Por lo que se decidió trabajar con dicho surfactante.

Lo anterior demuestra que se tiene una muestra homogénea y que todo el volumen ha sido inyectado, por lo que la confiabilidad y reproducibilidad son satisfactorias. A continuación se presenta la gráfica que contiene las diferentes curvas obtenidas durante la determinación del diluyente de la muestra:

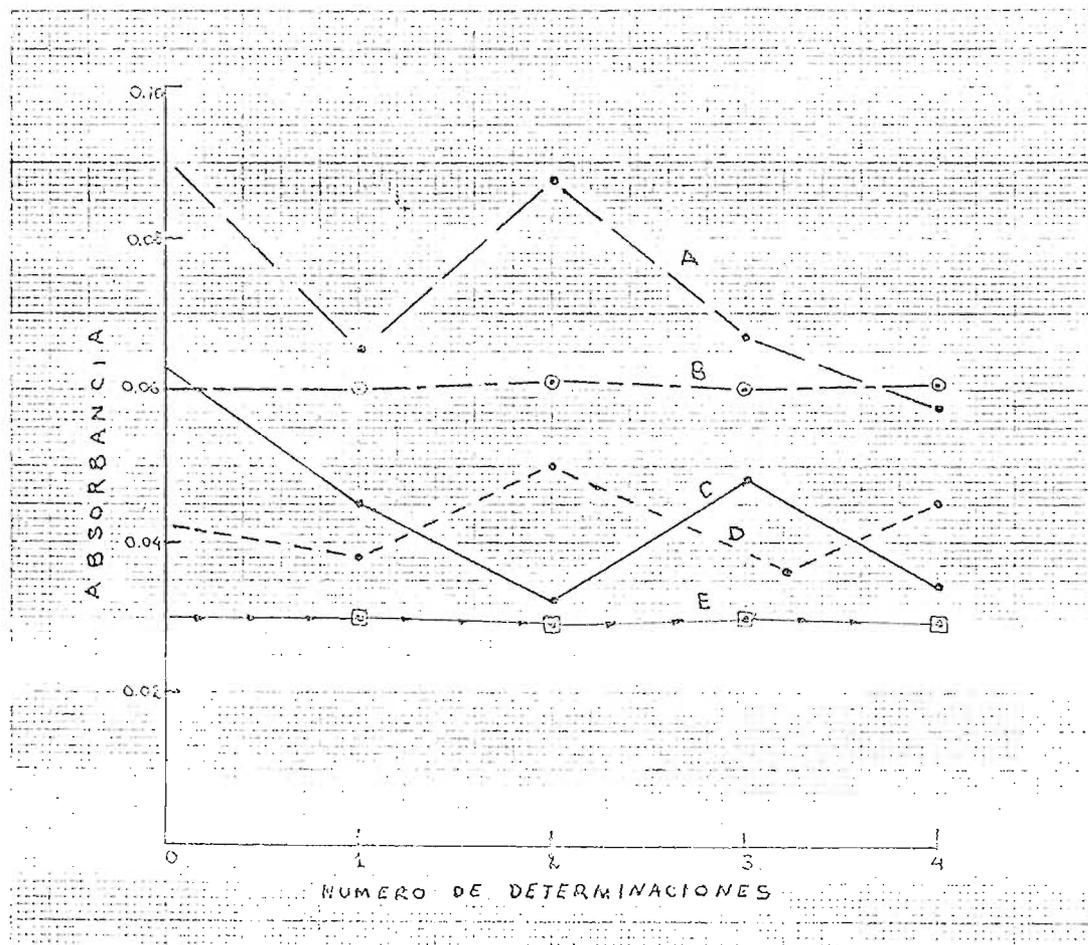


FIG. Nº3. DETERMINACION DEL DILUYENTE DE LA MUESTRA. Se grafica absorbancia contra el número de lecturas hechas (4), para cada muestra. Curva A= Acido nítrico diluido; Curva B= Con Twen 80 y 5 diluciones; Curva C= Con agua y 5 diluciones; Curva D= Mezcla de Twen 80 y ácido nítrico en 5 diluciones; Curva E= Twen 80 con 10 diluciones.

iii. Uso del Corrector de Fondo de Deuterio. Este sirve para eliminar las interferencias de matriz sanguínea, como puede verse en la figura N^o4, en la que la lectura hecha con corrector da valores esperados dentro de las concentraciones de trabajo, y además son reproducibles.

El primer valor para una misma muestra corresponde a una concentración de 36 microgramos de Plomo/ 100 mililitros de sangre; pero si dicho dispositivo no es empleado, correspondería a una concentración media de 78 microgramos de Plomo/100 mililitros. Esto indica que el paciente se reportaría intoxicado, debido a que en el aparato no se utilizó dicho corrector, aun cuando el nivel esté dentro de lo normal.

Estos valores resultan por una absorción no específica de matriz sanguínea, debido posiblemente a la nebulización que produce la destrucción de la materia orgánica contenida en la sangre. La Fig. N^o4 demuestra que sin el corrector de fondo de Deuterio hay falta de precisión y exactitud a los valores obtenidos, tal como puede observarse por las señales espectrales:

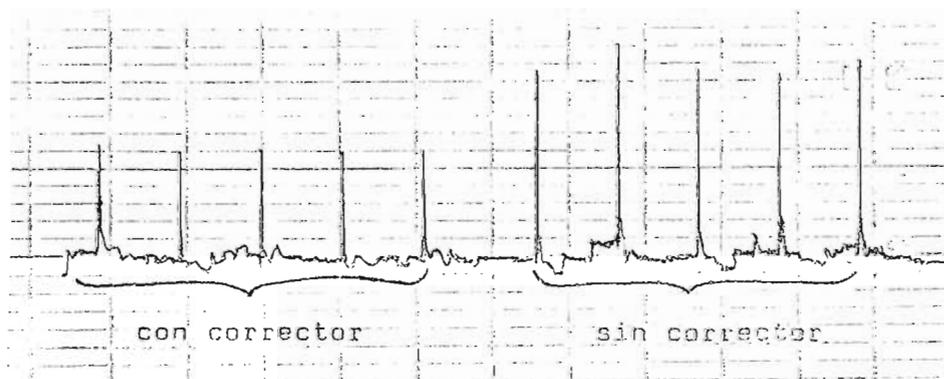


FIG. N^o4. ESPECTRO QUE SEÑALA LA IMPORTANCIA DEL CORRECTOR DE FONDO DE DEUTERIO. Corresponde a la muestra inyectada 5 veces, primero con Corrector de Fondo de Deuterio; segundo, sin corrector.

iv. Determinación del Volumen Mínimo de la Muestra. Para determinar el volumen mínimo de la muestra que dé un intervalo de concentración más amplio, se inyectó 10, 15 y 20 microlitros de muestra. Lo que puede observarse en la figura cinco. Como puede verse, al aumentar la muestra en 5 microlitros, se incrementa el rango de concentración en una forma bastante considerable (15 microlitros comparados con 10 microlitros); pero resulta que al continuar aumentando la cantidad de la muestra no se incrementa proporcionalmente al rango de concentración.

Por lo que el volumen mínimo óptimo para el análisis es de 15 microlitros ya que la mayor parte de las lecturas obtenidas cumplen la Ley de Beer. Da valores de concentración directamente proporcionales a la absorbancia. (Esto se hizo utilizando un flujo de 10 divisiones).

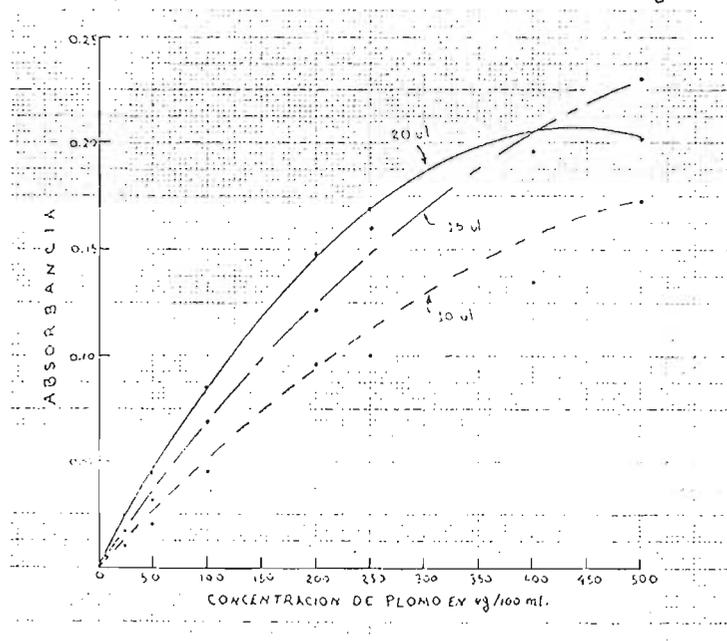


FIG.5. GRAFICA DE LA DETERMINACION MINIMA DE LA MUESTRA. Se grafica absorbancia contra concentración. Son obtenidas al inyectar diferentes volúmenes: 10, 15 y 20 microlitros. Los estándares de la gráfica vienen dados con el equivalente en sangre.

v. Límites de Detección. Para ello se inyectó 10 microlitros de estándares a diferentes concentraciones, y se obtuvieron los resultados presentados en el Cuadro N°4.

Para complementar lo expresado, se agregaron las figuras 6 y 7, en las que puede observarse cómo se cumple la Ley de Beer. Además, puede verse directamente las lecturas de absorbancia a partir del número de divisiones de la carta, en la que el valor en sí corresponde al de absorbancia con 100 divisiones.

Por este medio puede determinarse el nivel de intoxicación debido a que abarca una concentración de Plomo de 100 microgramos/100 mililitros, equivalente a 500 microgramos/100 de plomo en sangre total.

CUADRO N°4
CONCENTRACIONES DE ESTANDARES

CONCENTRACION DEL ESTANDAR (ug/100 ml)	ABSORBANCIA	OBSERVACIONES
0	0	No señal
5	0.02	-----
10	0.04	Respuesta Lineal
20	0.07	Respuesta Lineal
40	0.10	Respuesta Lineal
50	0.13	Respuesta Lineal
100	0.20	Respuesta Lineal
500	0.24	No cumple Ley de Beer
1000	0.25	No cumple Ley de Beer
2000	0.25	No cumple Ley de Beer

En los últimos resultados por más que se aumenta la concentración, la respuesta ya no es lineal (No cumple Ley de Beer). Por lo que sólo son confiables los resultados hasta concentración de Plomo de 100 ug/100 ml.

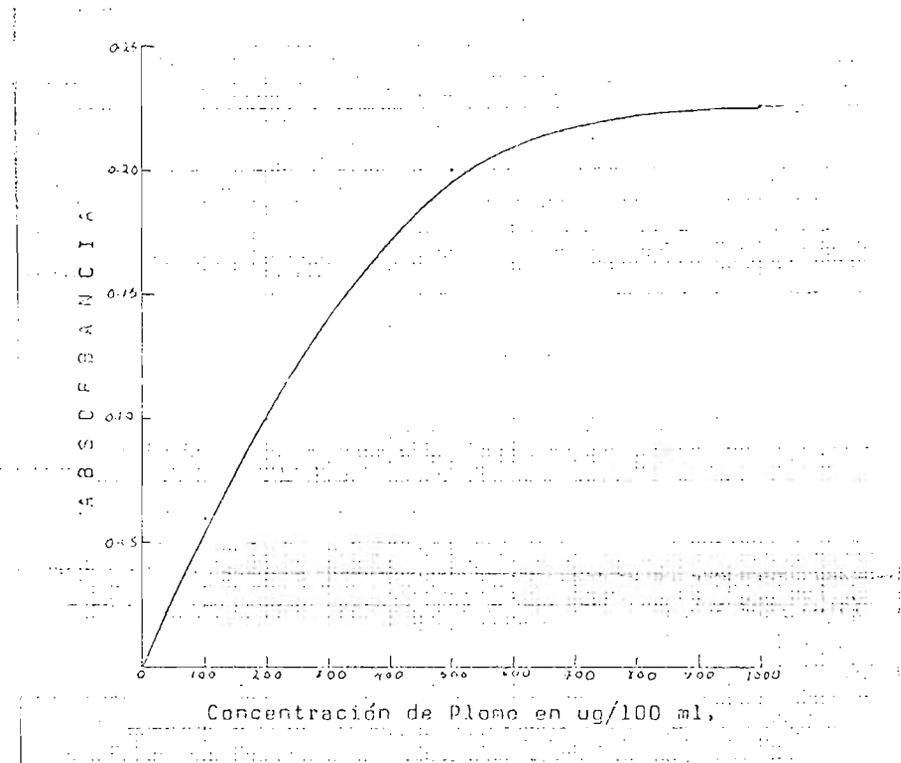
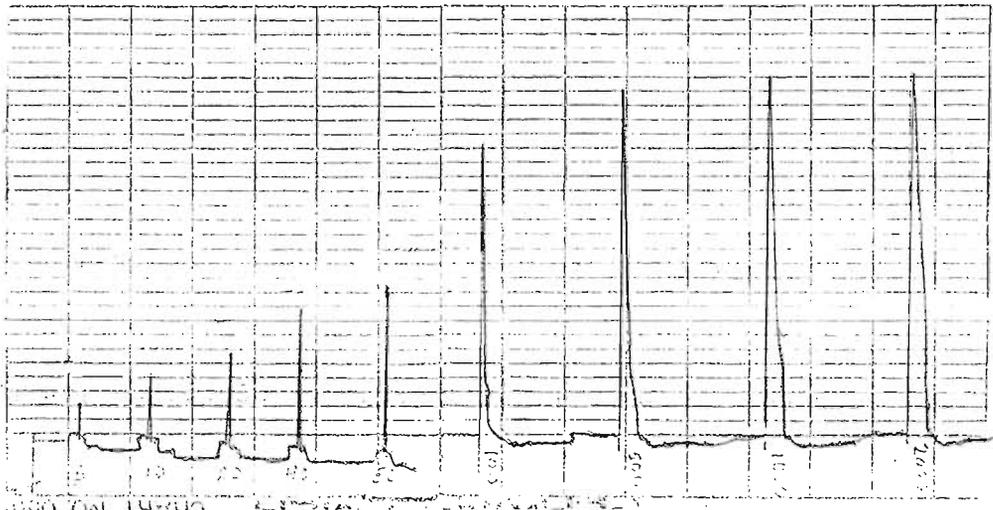


FIG. Nº6. GRAFICA DE LIMITES DE DETECCION. Se ha graficado absorbancia contra concentración, con la cual se dan valores equivalentes en sangre total.



vi. Porcentaje de Recuperación. Este se hizo con varias muestras de concentración conocida, a las que se les adicionó estandares cuya concentración también era conocida. Los estandares adicionados fueron de 0, 10, 20, 50 y 100 microgramos/100 mililitros.

Para sacar los valores del porcentaje de recuperación se diluyó 50 microlitros de la muestra en 200 mililitros de diluyente, luego se agregaron uno a uno con los estandares de 0, 10, 20, 50 y 100 ug/100 ml. . Posteriormente se restó el valor de la muestra a los estandares, y luego por interpolación se obtuvieron los valores de concentración del plomo recuperado.

En el Cuadro Nº5 se plantea el porcentaje de recuperación obtenido en la práctica:

CUADRO Nº5

RECOBRO DE PLOMO ADICIONADO A LA SANGRE

PLOMO ADICIONADO (ug/100 ml)	PLOMO ESPERADO	A	PLOMO OBTENIDO	PORCENTAJE DE RECUPERACION
0	0	0.04	28 ⁺	-----
10	38	0.055	39	102
20	48	0.07	50	103
50	78	0.11	78	100
100	128	0.17	119	93
				$\bar{X}=99.5\%$

En cuanto al promedio del cuadro anterior, éste es de 99.5%; pero el que dio en total con todas las determinaciones realizadas fue de 96.5% .

+ Concentración normal de la muestra a la que se hacen las adiciones.

En el cuadro anterior se reportan los datos obtenidos de las muestras que se presentan en la figura ocho.

Para estas determinaciones la sangre fue diluida 1:1 con Twen 80 y estandares diluidos. El recobro ordinario del plomo adicionado a la muestra es el promedio general, señalado en el citado cuadro; dando un rango de concentración de plomo de 10 a 100 microgramos/100 mililitros equivalentes de 50 a 500 microgramos de Plomo/100 mililitros de sangre total.

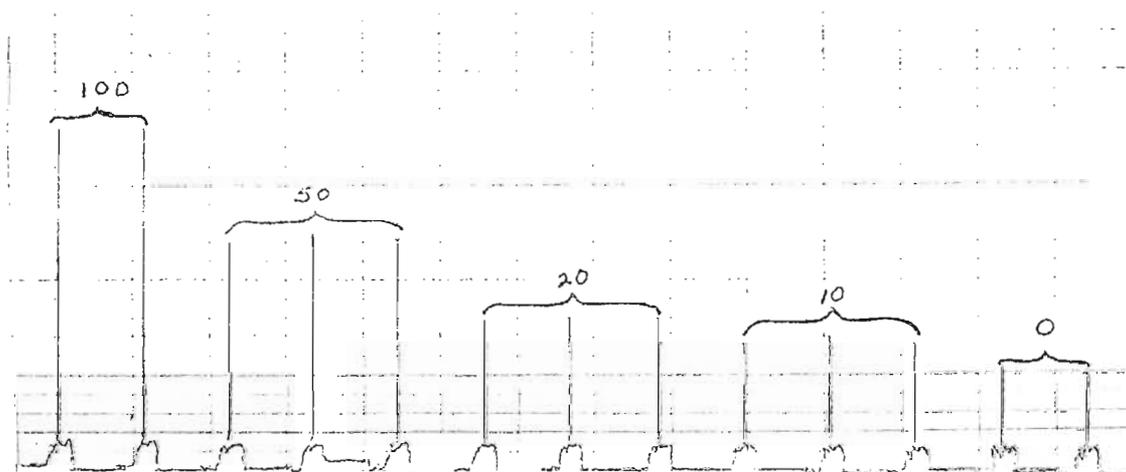


FIG.8. ESPECTRO DEL PORCENTAJE DE RECUPERACION. Los datos espectrales corresponden a la muestra con estandares adicionados de 0, 10, 20, 50 y 100 ug/100 ml. . Como se observa a medida que se adiciona plomo a la sangre, el valor se incrementa proporcionalmente.

3. Procedimiento: Una vez establecidos los criterios generales y de operación, se procedió de la siguiente manera:

- a. De la muestra colectada en tubos libres de Plomo y con anticoagulante de oxalato de Calcio, se utilizó 50 microlitros de sangre total;
- b. Se prepararon los estándares a partir de una solución patrón de Plomo (1,000 mg/l); para ello, se hicieron diluciones adecuadas con ácido nítrico diluido (5 ml/l), hasta obtener concentraciones de 0, 5, 10, 15 y 20 ug/100 ml;
- c. Se Pipeteó 200 microlitros de Twen 80 diluido (1 ml/l), y se transfirió a un tubo de hemólisis;
- d. Al tubo de hemólisis se le adicionó 50 microlitros de sangre; lavando varias veces la punta de la pipeta para disminuir el error de transferencia asociado con el pipeteo de muestras viscosas, tales como la sangre. Se recomienda mezclar bien la muestra con el diluyente.
- e. Inyectar 10 microlitros de cada uno de los estándares y después, la muestra diluida. Esto se hace directamente al horno de grafito

4. Determinaciones Espectrofotométricas. Para determinar la concentración de las muestras se hace a partir de curvas de calibración obtenidas por la inyección de estándares de trabajo, en la que la absorbancia se coloca en el eje de las ordenadas contra las concentraciones en el eje de las abscisas. Estas curvas se hicieron con base en los valores esperados de Plomo en la sangre, los que oscilan entre 6 y 30 microgramos/100 mililitros; por lo que los estándares empleados fueron de 0, 5, 10, a 25, 50, 75 y 100 ug de Plomo/100 mililitros de la muestra original, por tener un factor de dilución de 5 con respecto a ésta. Se-

gún puede verse en la Fig. N°9, en la que se puede apreciar que las concentraciones usadas cumplen exactamente la Ley de Beer, y además están dadas con el equivalente en sangre

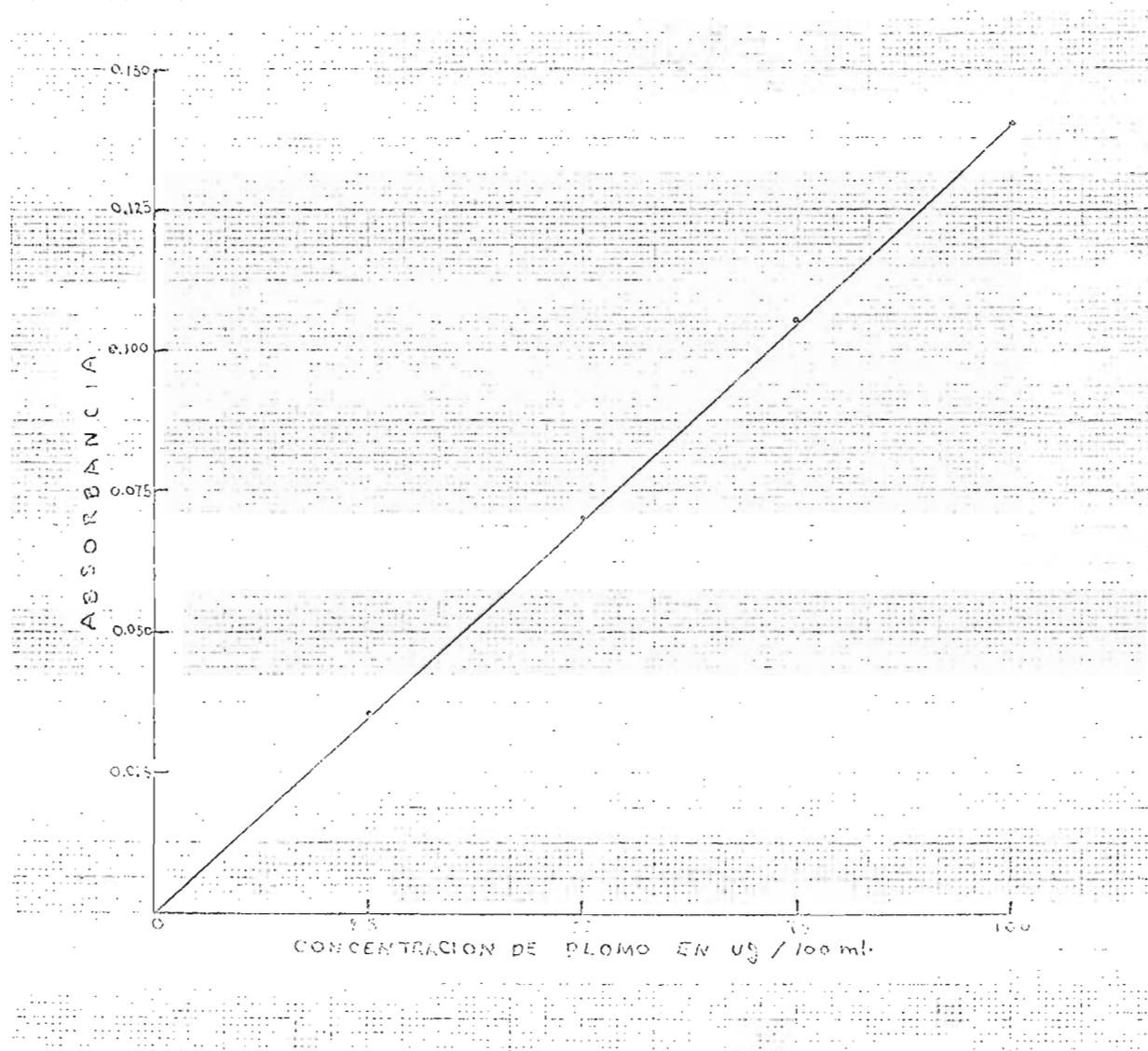


FIG.9. GRAFICA SOBRE LAS DETERMINACIONES ESPECTROFOTOMETRICAS. Esta curva de calibración es obtenida para estandares en ácido nítrico diluido. Como puede observarse la concentración es directamente proporcional a la absorbancia.

CAPITULO IV
CALCULOS Y RESULTADOS

En este capítulo se plantean los cálculos y resultados obtenidos en la determinación del nivel del plomo en la sangre total de infantes, utilizando como muestra a 92 pacientes de diferentes partes del país, quienes llegaron a pasar consulta al Hospital de Niños "Benjamín Bloom" de San Salvador.

Los cálculos se han hecho tomando en cuenta los estándares de 0, 5, 10, 15 y 20 microgramos/100 mililitros graficados contra la absorbancia obtenida en los procedimientos realizados. Para obtener la precisión analítica, que indica la reproducibilidad de una serie de valores obtenidos, utilizando el Método de Absorción Atómica, se determinó la desviación estándar y luego, para corroborarlo se hizo por medio del coeficiente de variación. Los resultados, tanto del coeficiente de variación como de la desviación estandar, aparecen planteados en el Cuadro N°6, en el que fueron utilizadas las mismas muestras de sangre tomadas para la parte experimental de este trabajo.

Cuadro N°6
REPRODUCIBILIDAD DE MEDIDAS DEL PLOMO A VARIAS CONCENTRACIONES

ESTANDAR	ug/100 ml.	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
1	50	2.1	3.0
2	100	3.0	2.6
3	200	3.6	2.7
4	400	4.7	3.0
5	500	6.1	2.0

A continuación se platean las figuras Nos. 11 y 12, en las que se presentan los estándares y varias muestras, mediante dichos espectros:

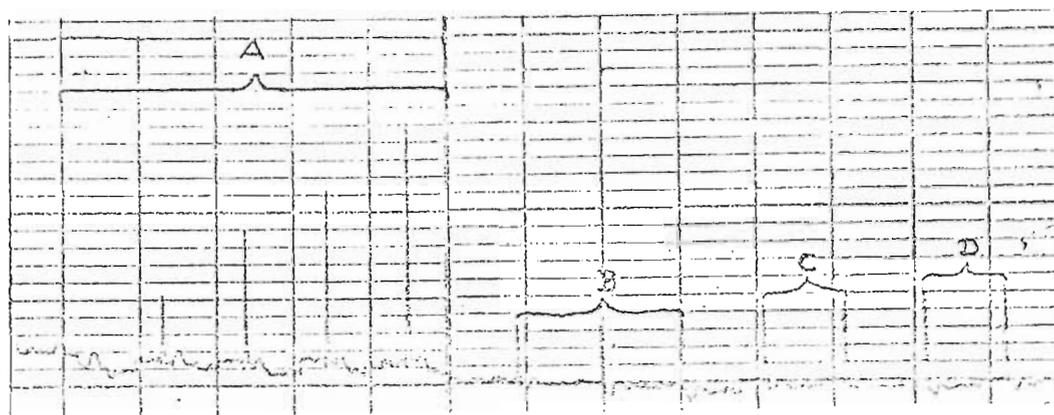


FIG. 11. ESPECTRO TÍPICO DE LOS ESTÁNDARES Y MUESTRAS. Se usan estos estándares que son equivalentes a 0, 25, 50, 75 y 100 μg de Plomo /100 mililitros de sangre total. A= Estándares; las letras b, c, d, representan las muestras.

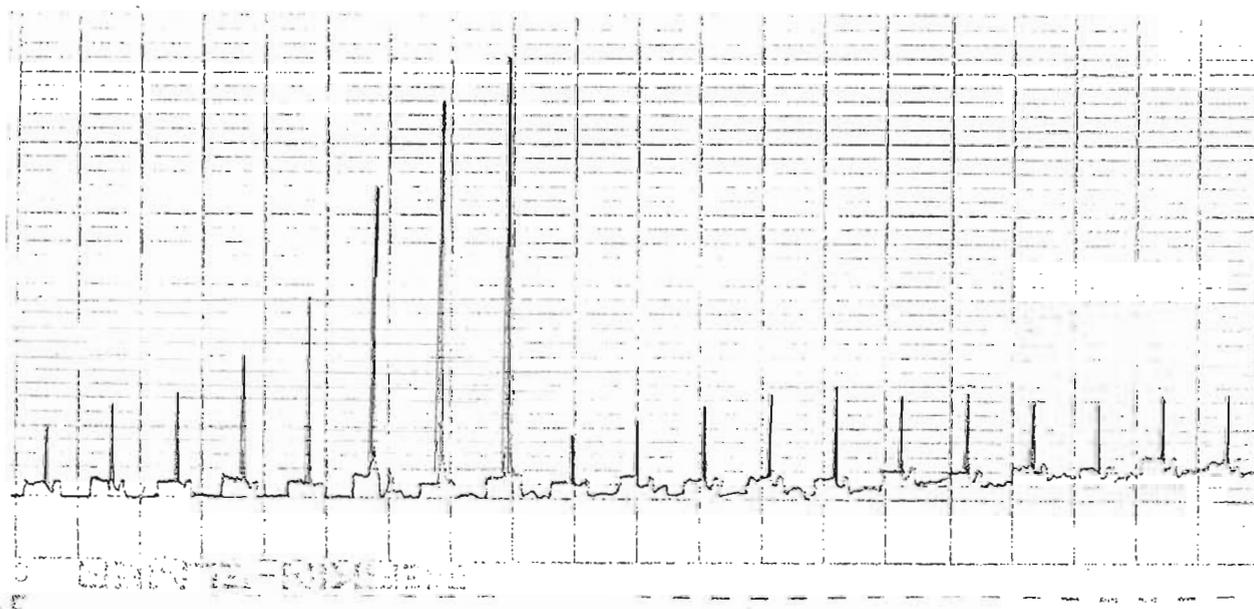


FIG. 12. ESPECTRO CON ESTÁNDARES DE CERO A QUINIENTOS. Es un ejemplo de un espectro típico con dichos estándares (0 hasta un equivalente de 500 μg /100 ml), para varias muestras diferentes.

6. Factor de Dilución. Se obtiene a partir de las diluciones hechas a la muestra, de la que se toma 50 microlitros y se le agregan 200 microlitros de surfactante, lo que lleva a la muestra a un volumen de 250 microlitros. Para obtener el factor de dilución se procede de la manera siguiente:

$$F.D = \frac{\text{Diluciones Realizadas}}{\text{Alicuotas Tomadas}}$$

$$F.D = \frac{250}{50} = 5$$

Es importante aclarar que en este apartado sólo se han planteado las formas para obtener cada uno de los cálculos requeridos en el presente trabajo; pero no se desarrollan en su totalidad debido a que se considera suficiente con el planteamiento expuesto. Es natural que con ello queda clara la manera como realizar los cálculos para determinar el nivel de Plomo en la sangre total de infantes, mediante la aplicación del método de Absorción Atómica.

8. RESULTADOS. Para la determinación del nivel de Plomo en la sangre total de niños muestreados, se procedió al análisis de los 92 casos que constituyeron la muestra seleccionada para la presente investigación. Estos se integraron en grupos, según las edades, así: 0 a 1 año; 1 a 5 años; 5 a 10 años, y de 10 a más años. La menor edad fue de un mes de nacido y la mayor de 12 años. La muestra estaba constituida por el 40% del sexo femenino, y el 60%, masculino. Todos los niños en estudio fueron pacientes que llegaron al Hospital de Niños Benjamín Bloom

de San Salvador, a pasar consulta por diferentes enfermedades como gripe, temperaturas, diarreas, y otros; ninguno por intoxicación Plomo en la sangre.

En los resultados analíticos de las muestras a las que se les aplicó el método de Absorción Atómica para determinarles el nivel de plomo en la sangre total, se encontró que éstos no dieron diferencias estadísticas significativas, ya que los promedios obtenidos y registrados fueron los siguientes:

- a. Grupo 01, de 0 a 1 año, dio un promedio de 23 microgramos de plomo/100 mililitros de sangre;
- b. Grupo 02, de 1 a 5 años, dio un registro promedio de 26 microgramos por 100 mililitros de sangre;
- c. Grupo 03, de 5 a 10 años, el valor promedio obtenido fue de 25 microgramos/100 mililitros de sangre; y
- d. Grupo 04, de 10 a más años, el resultado promedio fue de 28 microgramos/100 mililitros de sangre.

Como puede observarse, el promedio mínimo fue de 23 microgramos/100 mililitros y el máximo fue de 28 microgramos/100 mililitros; por lo que la diferencia no fue significativa.

Sin embargo, al observar el Cuadro N°8, se encontraron valores mínimos de 12 microgramos/100 mililitros, y valores máximos de 37 microgramos/100 mililitros, en sangre total de infantes.

Los valores señalados anteriormente, así como el total de resultados obtenidos en las experimentaciones, se plantea en forma detallada en el cuadro siguiente:

CUADRO N°8
VALORES DE CONCENTRACION
(Por Edad)

0-1 año	1-5 años	5-10 años	10 a más años
18 ug/100 ml.	18 ug/100 ml.	22 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.
18 ug/100 ml.	27 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	27 ug/100 ml.
36 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.
21 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.	26 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.
21 ug/100 ml.	22 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	36 ug/100 ml.
31 ug/100 ml.	22 ug/100 ml.	26 ug/100 ml.	18 ug/100 ml.
21 ug/100 ml.	26 ug/100 ml.	37 ug/100 ml.	18 ug/100 ml.
18 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.	34 ug/100 ml.
31 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.	29 ug/100 ml.
16 ug/100 ml.	26 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	34 ug/100 ml.
16 ug/100 ml.	26 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.	34 ug/100 ml.
25 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	26 ug/100 ml.	29 ug/100 ml.
22 ug/100 ml.	26 ug/100 ml.	29 ug/100 ml.	29 ug/100 ml.
21 ug/100 ml.	34 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	20 ug/100 ml.
17 ug/100 ml.	34 ug/100 ml.	25 ug/100 ml.	23 ug/100 ml.
29 ug/100 ml.	25 ug/100 ml.	16 ug/100 ml.	16 ug/100 ml.
37 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	25 ug/100 ml.	29 ug/100 ml.
25 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	29 ug/100 ml.	29 ug/100 ml.
17 ug/100 ml.	25 ug/100 ml.	25 ug/100 ml.	31 ug/100 ml.
23 ug/100 ml.	23 ug/100 ml.	21 ug/100 ml.	34 ug/100 ml.
20 ug/100 ml.	23 ug/100 ml.	25 ug/100 ml.	
26 ug/100 ml.	36 ug/100 ml.	25 ug/100 ml.	
23 ug/100 ml.		21 ug/100 ml.	
16 ug/100 ml.		25 ug/100 ml.	
12 ug/100 ml.			
36 ug/100 ml.			
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
X= 23	X= 26	X=25	X=28

citado, aparece a continuación:

CUADRO N^o 7

CONCENTRACIONES DE ESTANDARES Y SU EQUIVALENTE EN SANGRE

CONCENTRACION DE ESTANDARES (ug/100 ml)	EQUIVALENTE EN SANGRE (ug/100 ml)	ABSORBANCIA	NUMERO DE DIVISIONES DE LA CARTA
0	---	0	0
5	25	0.035	3.5
10	50	0.07	7.0
15	75	0.105	10.5
20	100	0.14	14.0

Estas pruebas dieron la gráfica de la Fig, No.10, en la que la letra "A" representa los estandares; y las letras "b", "c" y "d" son ejemplo de muestras. Datos que se obtuvieron a partir del espectro típico de la Fig. No. 11 en la cual la muestra "b" fué inyectada tres veces y dió una absorbancia de 0.03 y una concentración de 21 ug. La muestra "c" fue inyectada dos veces y dio una absorbancia de 0.045 y una concentración de 32. Por último, la muestra "d", inyectada dos veces dio 0.05 de abs. y una concentración de 36 ug. Estos valores son aproximados. En la Fig. No. 12 se observa una determinación de estandares a concentraciones más altas con un equivalente de 500 ug/100 ml de sangre y varias muestras diferentes.

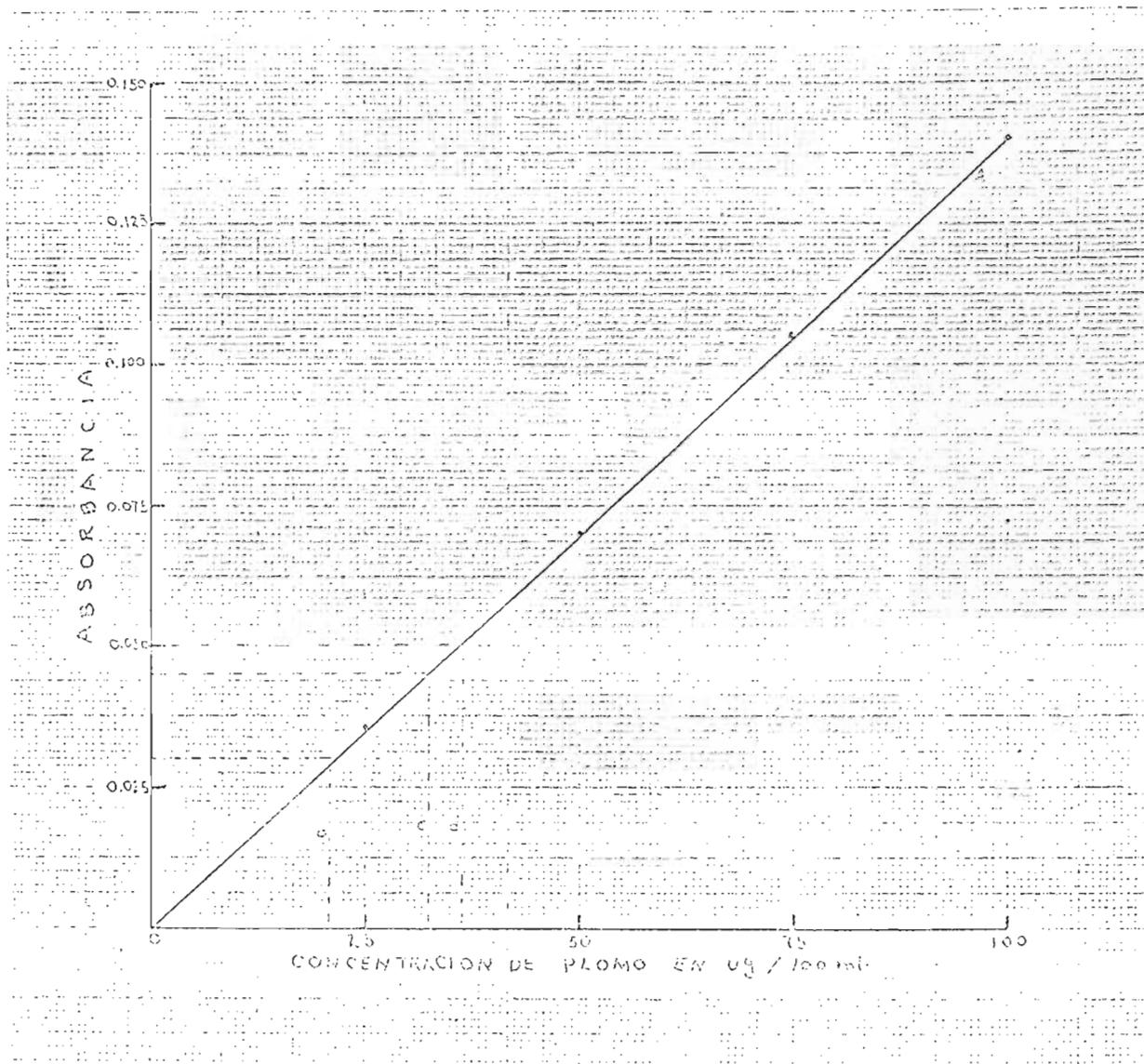


FIG. 10. GRAFICA DE ESTANDARES CON SU EQUIVALENTE DE CONCENTRACION. En esta curva de calibración se grafica absorbancia contra concentración para diferentes estándares: 0, 5, 10, 15 y 20 ug/100 ml, los cuales corresponden a 0, 25, 50, 75 y 100 ug/100 ml. En esta curva los estándares se presentan con el equivalente de concentración correspondiente a las muestras, ya que se encuentran multiplicadas por el factor de dilución.

A. CALCULOS. Estos no fueron de mayor complicación debido a que correspondieron a operaciones sencillas.

1. Desviación Estandar. Esta se procedió a determinar cuando se buscó la variación producida por los estandares, día a día, dando resultados similares y con mínimas variaciones significativas. Para obtener la Desviación Estandar se aplicó la siguiente fórmula:

$$S_D = \frac{\sqrt{\sum (\bar{x} - x_i)^2}}{n-1}$$

Esta fue aplicada a todos los estandares establecidos para el desarrollo del Método de Absorción Atómica, utilizado en este trabajo.

2. Coefficiente de Variación. Posteriormente se procedió a establecer el coeficiente de variación con el objetivo de corroborar la precisión de los valores de los estandares utilizados en el desarrollo de la investigación. Para ello, se aplicó la fórmula siguiente:

$$C.V.(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Es necesario aclarar que debido a que las operaciones realizadas no son de difícil desarrollo, no han sido planteadas en sus diferentes etapas, porque se considera que con el planteamiento de la fórmula es suficiente para que haya comprensión de cómo obtener los resultados.

3. Porcentaje de Recuperación. Para establecer si la cantidad de Plo-

mo que se está comprobando en el espectrofotómetro, corresponde a la cantidad de la muestra, se procedió a determinar el porcentaje de recuperación. Para ello, se da al valor obtenido el equivalente del 100 por ciento, y al valor esperado se le determinará el porcentaje. Esto se hace mediante una regla de tres simple. El resultado obtenido constituye el Porcentaje de Recuperación, según aparece señalado en el Cuadro No.5 de esta Tesis.

4. Absorbancia. Se obtiene tomando toda la escala del papel como uno. Este tiene 100 divisiones por lo que cada 10 divisiones equivalen a 0.1 de absorbancia. Esta forma de obtenerla es aplicada en todas las curvas de calibración graficadas en esta Tesis.

5. Concentraciones. Para determinar las concentraciones en las muestras realizadas, se procedió de la siguiente manera: Se toman 50 microlitros de la muestra, los que son llevados a 250 con un surfactante, y como se tienen estandares de 0, 5, 10, 15 y 20 microgramos/100 mililitros; para obtener la concentración original de la muestra, ésta se multiplica por un factor 5 debido a que ha sido diluida cinco veces.

Para las lecturas en las curvas de calibración, estas concentraciones se dan ya multiplicadas por dicho factor, y se lee directamente por interpolación los valores a investigar; correspondiendo los estandares a valores de 0, 25, 50, 75 y 100 microgramos de Plomo/100 mililitros de sangre. Esto evita el estar multiplicando por el citado factor 5, -- como puede observarse en el cuadro No.7, en el que se da el equivalente en sangre de los estandares utilizados en la realización del trabajo. Además, también puede observarse en la Figura número 10. El cuadro

Como puede verse en el cuadro anterior, se obtuvieron los valores del intervalo de 12 a 37 microgramos/100 mililitros de sangre total de infantes., los 92 casos de la muestra fueron distribuidos así:

a. Grupo 01, se analizaron 26 casos, el mínimo fue de 12 ug/100 ml, y el máximo de 37 ug/100 ml;

b. Grupo 02, se analizaron 22 casos. El mínimo fue de 18 ug/100 ml, y el máximo, 36 ug/100 ml;

c. Grupo 03, determinación en 24 casos, los resultados fueron como mínimo 16 ug/100 ml y como máximo, 37 ug/100 ml;

d. Grupo 04, en este grupo se analizaron 20 casos cuyos rangos fueron mínimo 16 ug/100 ml, y el máximo fue de 36 ug/100 ml.

El cuadro número 8 contiene los valores obtenidos experimentalmente; pero que no tienen nada que ver con intoxicaciones.

En el Cuadro número 9 se establecen los promedios de concentración y la desviación estandar de los 92 pacientes muestreados.

CUADRO No. 9

PROMEDIO DE CONCENTRACION EN NIÑOS CONSIDERADOS NORMALES

EDAD (Años)	NUMERO DE CASOS	PORCENTAJE	PROMEDIO DE CONCENTRACION MCG/100 ml	DESVIACION ESTANDAR
0-1	26	28	23	2.8
1-5	22	24	25	4.36
5-10	24	26	25	2.3
10-más	20	22	28	0.7

La desviación estandar, como puede verse, es mayor en los primeros dos grupos debido a que esto se relaciona con el volumen de sangre que tiene un niño comparándolo con el peso. Si un niño pequeño ingiere cierta cantidad de Plomo, éste se encontrará en mayor concentración por haber menos volumen de sangre.

En el grupo 02, la desviación es mayor por las razones anteriores y además, porque son los que están más expuestos debido a que ya se movilizan solos.

En el grupo 04, los valores son más constantes por el volumen de sangre, que es mayor, y alguna cantidad que ingieren es distribuida en un mayor volumen; el incremento de concentración no es notorio debido a la edad y a dichos factores.

1. Establecimiento de Valores Promedios. Con una probabilidad mayor que 0.05 y una media de 25 microgramos/100 ml, se estableció el valor aceptable superior en 29 microgramos/100 ml; y el valor inferior en 21 microgramos/100 mililitros de sangre total.

Cuando a una persona se le encuentran valores superiores al señalado anteriormente, es conveniente someterlo a observación, aun cuando los valores aceptados normalmente para niños expuestos son 40 microgramos de plomo/ 100 mililitros de sangre total.

DISCUSION

Este trabajo se ha realizado con el objetivo de establecer un método de análisis para la determinación del nivel de plomo en la sangre total de niños, que sea más preciso y sensible, y que pueda desarrollarse con un mínimo de volumen de muestra y en el menor tiempo posible.

Como una aplicación al método desarrollado se procesaron 92 muestras, de pacientes de la consulta diaria del Hospital de niños "Benjamín Bloom", en los cuales, al observar el cuadro No. 8 con los valores de concentración obtenidos, se advierte que el mínimo fué de 12 microgramos de plomo por cien mililitros de sangre total y el máximo de 37 ug. Los estudios realizados en 1976 por Ordoñez, B. R. y col. en México, encontraron que los valores oscilaban de 0-39 microgramos, y fueron aceptados según las normas establecidas por el Gobierno de los Estados Unidos. de América.

Es necesario aclarar que para el control de interferencias, lo más adecuado es aplicar las técnicas señaladas en el sistema de Braun and Redd, que determina posibles fuentes de error en la colección de muestras. Para minimizar las interferencias de origen químico, en la presente investigación, se procedió al método de adición, mediante la preparación de la curva de calibración con el mismo anión presente en la muestra; además se determinaron las posibles influencias del surfactante Twen 80, Triton X-100 y Brij 35; los resultados

obtenidos fueron más satisfactorios utilizando el Twen 80. Este más que todo ayuda a producir una mejor hemólisis de los glóbulos rojos, ya que penetra mejor las membranas. Además, ayuda a una mejor fluidez de la muestra en el momento de la inyección.

Para superar las interferencias ocasionadas por ionización molecular y de matriz sanguínea, debido a la formación de partículas de la materia orgánica, se hace uso del Corrector de Fondo de Deuterio.

La utilización del Horno de Grafito HGA 2100, combina un excelente funcionamiento con facilidad y seguridad experimental. El horno tiene buena capacidad muestral a alta sensibilidad de límites de detección aceptables. Por eso, el sistema de flujo de gas opuesto y la distribución de la temperatura del horno en forma homogénea, vuelven rutinarios los análisis difíciles y complicados.

Las muestras en solución son directamente inyectadas en el horno, mientras que las sólidas pueden ser fácilmente insertadas. Las etapas de secado, incinerado y atomizado de los análisis son independientemente controlados con tiempo y temperaturas diferentes, las que son programadas en menos de dos minutos.

Estas cualidades y ventajas unidas al rápido y fácil intercambio con el sistema de llama, relacionado con el montaje, hace del método propuesto una técnica indispensable en la determinación de los niveles de plomo en la sangre total de infantes.

El método de micro-escala para plomo en sangre requiere que la muestra esté bien mezclada y libre de coágulos; éste es adecuado tanto para sangre venosa como para sangre capilar.

Con este método, se usan varias diluciones razonables de la muestra, con la subsecuente inyección de una alícuota de diez microlitros; obteniéndose suficiente sensibilidad y buena absorción, para la determinación del nivel del plomo en la sangre total de infantes. Sin embargo el volumen mínimo óptimo establecido es de 15 microlitros; en la práctica se obtuvieron resultados satisfactorios usando 10 microlitros.

Este método aunque costoso en cuanto a equipo, permite establecer muestreos mayores en áreas o regiones no determinadas del país, lo que podrá permitir el establecimiento de programas preventivos contra dicha enfermedad. Además de constituir un método sencillo que requiere un mínimo de tiempo, esfuerzo, volumen de muestra y preparación de la misma.

CONCLUSIONES

Después de haber determinado el nivel de plomo en 92 muestras de sangre total de niños, se han obtenido las siguientes conclusiones:

1. Que el método por absorción atómica con el uso del horno de grafito, es el más adecuado para este tipo de determinaciones.
2. No hubo diferencia significativa en los valores promedios de los cuatro grupos heteréneos.
3. Que el valor mínimo encontrado fué de 12 microgramos de plomo/100 mililitros de sangre total y, el máximo 37 microgramos de plomo/100 mililitros de sangre total.
4. De acuerdo con los valores obtenidos, no se encontró intoxicación por plomo en los casos estudiados.

RESUMEN

Se estudiaron 92 muestras de pacientes que asistieron a consulta al Hospital de Niños "Benjamín Bloom" de San Salvador, con el fin de determinar los niveles de plomo en sangre de por lo menos veinte niños de cuatro grupos étnicos. Para ello, utilizando Absorción atómica se ha desarrollado un método que permite determinar valores de plomo en sangre, en períodos de dos minutos, en concentraciones de hasta doce microgramos de dicho metal por cien mililitros de sangre total y en muestras tan mínimas como cincuenta microlitros, lo que permite tomar muestras muy fácilmente y con menos dolor en las personas muestreadas. Con la aplicación de este método se encontró que los niveles de plomo en los cuatro grupos étnicos, no presentaron divergencias estadísticamente significativas y, que de acuerdo a los resultados obtenidos, ninguno de los muestreados está intoxicado con plomo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

A. Libros

1. DRILL, Víctor A; Farmacología Médica Drill, 2a. edición en Español, Editorial Fournier S. A., México D. F. (México), 1974

B. Publicaciones Periódicas

1. BRODÑEZ, Blanca Raquel, y colaboradores, "Investigación Epidemiológica sobre Niveles de Plomo en la Población Infantil y en el medio ambiente domiciliario de Ciudad Juárez, Chihuahua, en Relación con una Fundición del Paso, Texas", Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, v. LXXX, No 4, México D. F. (México), 1976
2. VALDEZ, Bolaños Eduardo, "Intoxicación por Plomo en niños", Boletín Médico Hospital Infantil, v. XXXII, No3, Mayo-Junio de 1975, s/l.
3. VEGA, Franco Leopoldo, y Colaboradores, "Concentración de Plomo en la sangre de niños con Hipercinécia", Boletín Médico del Hospital Infantil, v. XXXIII, No.5, Septiembre-Octubre de 1976, México D.F. (México)

C. Entrevistas y Conferencias

1. INFANTE, P. F. and Wagoner, J. K. Report Presented at the Conference on Women and Workplace, June 17-19 1976 Washington, D.C.
2. RUIZ, Julio César, Jefe del Laboratorio Clínico del Hospital de Niños "Benjamín Bloom" y Jefe del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador, Entrevista Realizada en San Salvador, Martes 11 de Abril de 1978.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

A. Libros

1. BRATZEL, M. P. Jr, and Reed, Microsampling for blood lead Analysis, Clin Chem, s/e, s/l, 1974, pp. 20 y 217
2. CALBAHARY, M. D., Lead and Hemopotesis, s/e, s/l, v. 52, 1972
3. CHISOLM, J. J. Jr, Lead Poisoning, Scientific American, s/e, s/l, 1971, pp. 2 y 224
4. CHISOLM, J. J. Jr, M. D., and Kaplan, G. M. D., Lead Poisoning in Childhood Comprehensive-Mangement and Prevention, v. 73, s/e, s/l, 1968, pp. 6
5. CHISOLM, J. J. Jr, and Harrison, H. E., The Exposure of Children to Lead, s/e, s/e. s/l, s/a
6. CHANG, R., Basic Principles of Spectroscopy, Editorial Mc Graw Hill, International Estudent Edition, 1971
7. EVENSON, M. A., and Pendergast, D. D., Rapid Ultramicrodirect Deteg mination of Erythrocyte Lead Concentration by Atomic Absortion Spectrophotometry with use of a Graphite Tube Furnace, Clin, s/l, 1974, pp. 20 y 163
8. FERNANDEZ, J. F., Micromethod for Lead Determination in Whold Blood by Atomic Absortion, with use the Graphite Furnace, s/a, s/l, 1975, pp. 21 y 558
9. BOYER, R. A.. M. D., and Krall, A., The Renal Tubele in Lead Poiso ning, v. 15, s/o, s/l, 1978, pp. 78
10. GOYER, R. A., The Renal Tubele in Lead Poisoning, v. 19, s/e, s/l, 1968, pp. 1-71
11. PECSOK, R. L., and Shields, L. D., Métodos Modernos de Análisis Quí micos, 1a. edición, Editorial Limusa, México D.F. (México), 1973
12. SIROVER, M. A., and Loeb, L. A., Infidelity of and Synthesis in Vi- treo Sreening for Potencial metal Mutagens or Carcinogens, v. 194, s/e, s/l, 1976, pp. 1434 y 1436

13. SKOCC, Douglas, y West, Donald, Análisis Instrumental, Editorial In
termaeircana s. A., s/l, s/a

B. Publicaciones Periódicas

1. CHISOLM, J. J. jr, The Use of Chelating Agents in the Treatment of acute and chronic lead Intoxication in Childhood, The Journal of Pediatric, v. 73, 1968, pp.1
2. HAMMOND, P. B., Exposure of Humans to Lead, Revista Pharmacol, Toxicol, s/e, s/l, 1977, pp. 197-214
3. INFANTE, P. F., and Kwagoner, J., The Effects of Lead on Reproduction Presented at the Conference on women and Workplace, 1976
4. MANNING, D. C., and Chebot H., Atomic Absortion, News Letter, s/e, s/l, 1968, pp. 7 y 94
5. PERKIN-ELMER, Manual, s/e, s/l, s/a, s/pp.
6. PERKIN- ELMER, Technique and Application of Atomic Absortion, c/c, s/l, s/a.