

Estudio del Grado de Exposición al Plomo en niños menores  
de 6 años, en tres Barrios de Managua aludados a fuentes  
emisoras de plomo, durante el año 1987.

Autor: Dra. Françoise Bastien

Cutor: Dr. Rosendo Abrahamides Alvarez

Trabajo de Grado para optar al título de Maestría en  
epidemiología en el centro de investigaciones y  
estudios de la salud.

Ministerio de Salud

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Managua, Nicaragua. Enero 1988.

Por una Paz Digna, Patria Libre o Morir.

## RESUMEN

Durante el período de Junio a Diciembre 1987 se realizó en Managua un estudio en 1.000 niños menores de 6 años que habitan los Barrios Domitila Lugo, Higuero Norte y Pedro Joaquín Chamorro aledaños a una Fábrica de Acumuladores y algunos talleres artesanales de baterías.

Al registrarse mortalidad por saturnismo en 3 niños durante los años 1985 a 1987, el Ministerio de Salud se planteó realizar la investigación como una - primera exploración de la exposición al plomo en niños en Managua, con el objetivo de identificar el grado de exposición al plomo y algunos factores de - riesgo relacionados con el mismo.

En Junio de 1987 se realizó la primera fase del estudio, la aplicación de un método de screening con Zincprotoporfirine a una muestra de 1.000 niños de los barrios aledaños a la Fábrica (Area Urbana) ya un mismo porcentaje de niños de la Comunidad Los Cedros (Area Rural

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la distribución porcentual de valores de Zincprotoporfirine en los niños encuestados del Área Urbana y el Área Rural.

La segunda fase del estudio consistió en determinarles el nivel de plomo en sangre a los 215 niños del Área Urbana que presentaron valores de Zincprotoporfirine mayores de 4,9 microgr/dl.

A la vez se tomaron al azar algunas muestras de suelo, aire y agua en los barrios del Área Urbana y en un barrio alejado de la fuente industrial de plomo, pero situado a una misma distancia de la Carretera Norte.

Una muestra piloto de 87 niños seleccionados al azar por el Laboratorio Médico-Biológico del Instituto T.N.O. (Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek) en Holanda indica que al tomar como límite crítico para Zincprotoporfirine el valor de 5.0 microgr/gr Hb y para plomo en sangre de 30 microgr/dl es posible excluir a través del

screening con ZPP un 37% de los niños de exámenes posteriores, ó sea de la determinación de PbS.

De los 215 niños con valores de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb, un 15 % presento un nivel de PbS mayor o igual a 30 microgr/dl y un 85% un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl.

Se encontró en un 3,2% de los niños encuestados del Área Urbana un nivel de plomo en sangre mayor o igual a 30 microgr/dl y en un 96.8% un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl, asumiendo en base a los resultados del estudio piloto de TNO que a un nivel de ZPP menor de 5.0 microgr/gr;Hb los niveles de PbS serán menores de 30 microgr/dl.

Se concluye que el grupo de mayor riesgo lo constituyen los niños de 1 a 3 años de edad, y que existe una asociación estadística entre los niveles de exposición al plomo y algunos factores de riesgo como son el hábito de geofagismo, una mala situación socio-económica, un bajo grado nutricional, la exposición laboral de algún familiar al plomo, una distancia menor de 250 metros de la vivienda a la Fábrica Willard y el mal estado de la pintura de la vivienda.

En algunos lugares que corresponden a los cuales donde se encontró un mayor porcentaje de niños con niveles de PbS mayores de 30 microgr/dl, se encontraron altas concentraciones de plomo en suelo, lo que pudiera relacionarse con las principales fuentes de emisión de plomo que son la Fábrica de Acumuladores Willard y los talleres artesanales de producción de baterías.

Entre las recomendaciones están la realización de un estudio ambiental para conocer la fuente de contaminación de éstos niños y poder definir las medidas a tomar al respecto, el ingreso para su estudio y tratamiento de los niños con niveles de PbS mayores de 25 microgr/dl y el desarrollo de una campaña de educación sanitaria.

## RESUMEN

Durante el período de Junio a Diciembre 1987 se realizó en Managua un estudio en 1.000 niños menores de 6 años que habitan los Barrios Domitila Lugo, Higuero Norte y Pedro Joaquín Chamorro aledaños a una Fábrica de Acumuladores y algunos talleres artesanales de baterías.

Al registrarse mortalidad por saturnismo en 3 niños durante los años 1985 a 1987, el Ministerio de Salud se planteó realizar la investigación como una - primera exploración de la exposición al plomo en niños en Managua, con el objetivo de identificar el grado de exposición al plomo y algunos factores de - riesgo relacionados con el mismo.

En Junio de 1987 se realizó la primera fase del estudio, la aplicación de un método de screening con Zincprotoporfirine a una muestra de 1.000 niños de los barrios aledaños a la Fábrica (Area Urbana) ya un mismo porcentaje de niños de la Comunidad Los Cedros (Area Rural

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la distribución porcentual de valores de Zincprotoporfirine en los niños encuestados del Área Urbana y el Área Rural.

La segunda fase del estudio consistió en determinarles el nivel de plomo en sangre a los 215 niños del Área Urbana que presentaron valores de Zincprotoporfirine mayores de 4,9 microgr/dl.

A la vez se tomaron al azar algunas muestras de suelo, aire y agua en los barrios del Área Urbana y en un barrio alejado de la fuente industrial de plomo, pero situado a una misma distancia de la Carretera Norte.

Una muestra piloto de 87 niños seleccionados al azar por el Laboratorio Médico-Biológico del Instituto T.N.O. (Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek) en Holanda indica que al tomar como límite crítico para Zincprotoporfirine el valor de 5.0 microgr/gr Hb y para plomo en sangre de 30 microgr/dl es posible excluir a través del

screening con ZPP un 37% de los niños de exámenes posteriores, ó sea de la determinación de PbS.

De los 215 niños con valores de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb, un 15 % presento un nivel de PbS mayor o igual a 30 microgr/dl y un 85% un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl.

Se encontró en un 3,2% de los niños encuestados del Área Urbana un nivel de plomo en sangre mayor o igual a 30 microgr/dl y en un 96.8% un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl, asumiendo en base a los resultados del estudio piloto de TNO que a un nivel de ZPP menor de 5.0 microgr/gr;Hb los niveles de PbS serán menores de 30 microgr/dl.

Se concluye que el grupo de mayor riesgo lo constituyen los niños de 1 a 3 años de edad, y que existe una asociación estadística entre los niveles de exposición al plomo y algunos factores de riesgo como son el hábito de geofagismo, una mala situación socio-económica, un bajo grado nutricional, la exposición laboral de algún familiar al plomo, una distancia menor de 250 metros de la vivienda a la Fábrica Willard y el mal estado de la pintura de la vivienda.

En algunos lugares que corresponden a los cuales donde se encontró un mayor porcentaje de niños con niveles de PbS mayores de 30 microgr/dl, se encontraron altas concentraciones de plomo en suelo, lo que pudiera relacionarse con las principales fuentes de emisión de plomo que son la Fábrica de Acumuladores Willard y los talleres artesanales de producción de baterías.

Entre las recomendaciones están la realización de un estudio ambiental para conocer la fuente de contaminación de éstos niños y poder definir las medidas a tomar al respecto, el ingreso para su estudio y tratamiento de los niños con niveles de PbS mayores de 25 microgr/dl y el desarrollo de una campaña de educación sanitaria.

## INDICE

|                                       | <b>Página</b> |
|---------------------------------------|---------------|
| RESUMEN                               |               |
| I INTRODUCCION                        | 1 -3          |
| II ANTECEDENTES                       | 4 -32         |
| III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA        | 33 –34        |
| IV JUSTIFICACION E IMPORTANCIA        | 35 -37        |
| V OBJETIVOS                           | 38 -39        |
| VI MARCO TEORICO                      | 40 -66        |
| VII MATERIAL y METODO                 | 67 -77        |
| VIII VARIABLES                        | 78 -82        |
| IX ANALISIS y DISCUSION DE RESULTADOS | 83 –133       |
| X CONCLUSIONES                        | 134           |
| XI RECOMENDACIONES                    | 135 -136      |
| XII BIBLIOGRAFIA                      |               |
| 12.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS      | 137 -146      |
| 12.2. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA         | 147 -152      |
| XIII ANEXOS                           | 153 –169      |

## **I. INTRODUCCION**

Son poco los metales que como el plomo han sido utilizados desde miles de años por el hombre y cuyos efectos de causar enfermedad y muerte en los que están en contacto con él, han sido descritos de forma tan exhaustiva.

A través de variadas fuentes como son los procesos industriales, la pintura, la gasolina, los cosméticos, etcétera, a diario de forma directa o indirecta estamos en contacto con plomo y de alguna manera nos beneficiamos con su aplicación.

Pero, para esto el hombre tuvo que pagar un precio elevado, que es la contaminación de su ambiente, con un elemento tóxico no bio-degradable y como consecuencia la problemática de la exposición excesiva, la intoxicación por plomo.

Contrario al hierro, cobre, zinc y otros metales que son elementos esenciales para la fisiología humana, el plomo no tiene ninguna función conocida en el organismo humano y no se conocen síndromes de deficiencia asociados a un nivel anormalmente bajo de plomo en san re. (1)

Su diseminación amplia en el mundo moderno de hoy, hace casi inevitable la exposición del hombre a través del aire, los alimentos, el agua y el polvo al plomo.

Pero a pesar que en este siglo aumentó de forma exponencial la utilización del metal en distintos procesos industriales, se ha logrado reducir y controlar de manera importante la mortalidad por saturnismo en trabajadores. Sin embargo, investigaciones realizadas durante los últimos 15 años, indican que la diseminación de plomo en el ambiente puede ejercer un efecto crónico sobre la salud, considerando como grupo de mayor riesgo por su comportamiento, los niños menores de 6 años.



Se enfatiza la importancia que tiene la ingestión de tierra y polvo en niños de ésta edad, mientras que éstos a la vez disponen de una mayor capacidad de absorción de plomo y son más sensibles ante un determinado nivel de plomo sanguíneo. (2)

Niveles de plomo mucho menores que los que causan la sintomatología clínica de una intoxicación plúmbica pueden provocar en estos niños un daño irreversible en el desarrollo de su sistema nervioso central produciendo retardo mental y anormalidades de conducta, como consecuencia de una absorción crónica de plomo. (3)

Y mientras que en los años '60 todavía se aceptaba como límite superior de un nivel normal de plomo en sangre para niños el valor de 60 microgr Pb/dl, estudios recientes ponen en duda el concepto de un nivel "normal" de plomo en sangre, que se ha manejado durante años y sugieren que a niveles de exposición mucho menores que los aceptados como "normales" pueden suceder efectos bioquímicos y tóxicos de plomo. (4 )

Por estos efectos tóxicos y sub-clínicos el problema de la exposición al plomo que es un problema prevenible de salud, recién ha adquirido una nueva dimensión ya pesar de lo anterior una mayor magnitud (fenómeno del témpano epidemiológico).

En los E.E.U.U., una encuesta nacional realizada en 1982, reveló que la absorción excesiva de plomo en niños es uno de los problemas de salud prevenible con mayor prevalencia. (5)

En Nicaragua existen antecedentes de intoxicación con plomo en trabajadores adultos de las fábricas y talleres artesanales de baterías. (6)

Y aunque la morbilidad en niños por intoxicación por plomo es desconocido se supone que en Managua el problema adquiere connotaciones graves por la ubicación de dos fábricas de acumuladores y numerosos talleres artesanales de baterías, donde frecuentemente habitan familias enteras, en barrios populares y asentamientos espontáneos.

Al registrarse mortalidad por plomo en 3 niños durante los años 1985 a 1987, el MINSA se plantea realizar la investigación como una primera exploración de la exposición al plomo en niños de Managua.

## **II ANTECEDENTES**

## 2.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

El plomo es uno de los 7 metales de la antigüedad y actualmente el elemento cuya toxicidad ha sido investigado más ampliamente. En tiempos prehistóricos fue descubierto por el hombre y su aplicación temprana en la civilización ha sido documentado por una gran variedad de objetos encontrados en excavaciones arqueológicas.

El bajo punto de fundición facilita la extracción del metal de las minas y el plomo es un metal durable y fácil de trabajar, apropiado para una gran cantidad de objetos de uso diario. Nuestros antecedentes consideraban el plomo la madre de todos los metales pero, el Dios que asociaban con la sustancia era Saturno, el Titán, que devoró a su propia cría.

Pero aunque el plomo se haya utilizado durante siglos en Europa y Asia, es hasta el Imperio Romano que aumenta de forma exponencial su explotación y fundición dando inicio a la pandemia de la intoxicación plúmbica en el mundo. Su utilización para la red de acueductos, para la conservación de vino y como sustancia para endulzar por los Romanos son muy conocidos y han llevado a varios historiadores a especular que la decadencia del Imperio Romano pudo estar ligada a la intoxicación plúmbica. (2)

Estas especulaciones son sujetos a controversia, pero uno no tan fácil puede negar el hecho que comparado con aquellas épocas lejanas, el mundo industrializado de hoy es mucho más contaminado por el metal. Desde que fue descubierto hace 5.000 años y en especial desde la Revolución Industrial a mitad del Siglo XVIII ha habido un aumento continuo en la producción y en la dispersión de éste metal tóxico en el ambiente del hombre.

Estudios realizados en Greenlandia demuestran que producto de las emisiones a nivel mundial la *contaminación* con plomo ha aumentado aún en las áreas más remotas del planeta. Las concentraciones de plomo en las capas de la nieve de Greenlandia actualmente son 400 veces más elevados que las encontradas de 800 A.N.E. (1)

Actualmente el plomo sigue siendo uno de los metales más útiles del mundo industrializado y en 1982 el consumo mundial se estimó de 5.17 x 10.6 toneladas. Un 50% de la producción de plomo refinado a nivel mundial es utilizado en la fabricación de baterías, y otro 15% para pigmentos y químicos. Un 10% se utiliza para la producción de tetra-alkylplomo, desde 1935 un aditivo común de gasolina y el principal responsable de las emisiones de plomo a la atmósfera. En 1980 la Academia Nacional de Ciencias de E.E.U.U., estimó en un estudio que cada año 600.000 toneladas de plomo son aumentados al ambiente. (1)

Varios estudios realizados en poblaciones que viven en áreas remotas no-contaminadas y en áreas industrializadas encontraron una diferencia significativa en concentraciones de plomo en sangre y nos indican que esa contaminación enorme de nuestro ambiente tiene repercusiones para la vida humana.

### 2.1.1. SATURNISMO, AYER Y HOY

Desde hace muchos años se conocen las propiedades tóxicas del plomo. Se suele citar a Hipócrates como el primero, de haber reconocido el plomo como causa de enfermedad clínica pero según otros autores la primera descripción clínica de la intoxicación plúmbica fué dada por el poeta griego Nicander, II Siglo A.N.E. (1). y fué Dioscorides en el primer siglo A.N.E., quién identificó las principales vías de absorción del metal al observar que los síntomas clásicos de la intoxicación plúmbica ocurrieron en el hombre después de haber inhalado vapores o ingerido compuestos de plomo.

Es extraño que aunque los griegos y los romanos sabían que el plomo les podía traer serios problemas de salud, y llevarles hasta la locura o muerte, no tomaron medidas para protegerse de la exposición por los alimentos y bebidas, especialmente el vino. Lo más probable es que no se dieron cuenta que su baja pero diaria exposición al metal, les convertía en susceptibles para una crónica intoxicación plúmbica.

Los síntomas de la intoxicación plúmbica aguda aparecían principalmente entre los mineros, por su contacto diario y directo con el metal y tal vez el saturnismo sea una de las primeras enfermedades ocupacionales. Se estima que durante el Imperio Romano, (7) un promedio de 140.000 personas fueron expuestas por su ocupación al plomo. El hecho que en su mayoría hayan sido esclavos explica tal vez la ausencia de datos sobre incidencia de saturnismo en la literatura clásica.

Durante los siglos aumento proporcionalmente el problema de la intoxicación plúmbica con el aumento de la producción y consumo del plomo. La Revolución Industrial posibilito la exposición masiva de los trabajadores a muchas sustancias tóxicas incluyendo el plomo, ya inicio del Siglo XIX el saturnismo se había vuelto un problema grave. Taquerel des Planches (1838), considerado como “el Colon de la intoxicación plúmbica”, dió informe de sus observaciones de grandes series de pacientes ingresados por saturnismo al Hospital La Charité, en París y describe que muchos sufrieron parálisis y encefalopatía. (1)

Durante las primeras décadas de este siglo, gracias a un mayor conocimiento del modo de acción del plomo en el cuerpo, de la frecuencia de la intoxicación por plomo en las distintas fábricas, la lucha sindical y de los primeros higienistas industriales, mejoraron las condiciones de trabajo y disminuyeron los riesgos ocupacionales en muchas fábricas. Así también disminuyó la mortalidad asociada con la intoxicación por plomo.

Hoy, todavía, las estadísticas sobre la intoxicación plúmbica son incompletas, pero existen serias indicaciones (7) que ni las leyes regulatorias a nivel de gobierno, ni los esfuerzos voluntarios han logrado controlar el riesgo de exposición ocupacional al plomo. Muchos estudios recientes, realizados en distintos países demuestran que aunque la mortalidad y la severidad de la intoxicación plúmbica han disminuido de forma significativa durante los últimos 50 años, este problema ocupacional que desde la antigüedad afecta al hombre, no ha sido *controlado* y sigue ocurriendo *la intoxicación por plomo en trabajadores*.

#### 2.1.2. LA INTOXICACION POR PLOMO: UN CONCEPTO EN EVOLUCION

Los últimos 15-20 años con la disminución de la severa intoxicación plúmbica ocupacional y su mortalidad se replanteó el riesgo del plomo para la salud y la definición de la intoxicación plúmbica. Al mismo tiempo los programas de prevención de la intoxicación plúmbica en niños cambiaron de enfoque, de la encefalopatía hacia la toxicidad subclínica causado por el plomo.

Hace 10 años, se consideraba aceptable para trabajadores un nivel de plomo en sangre de 80 mgr/dl. Varios estudios publicados desde esa fecha han puesto en duda éste límite y han aportado nuevos *elementos* para comprobar que el *plomo* tiene efectos tóxicos a niveles mucho más bajos. Seppalainen et al. (9) reportaron en 1972 una disminución de la velocidad máxima de conducción en algunos nervios periféricos en trabajadores sin otros síntomas neurológicos y cuyos niveles de plomo en sangre no superaban los 70 mgr/dl. Los estudios clínicos fueron apoyados por varias investigaciones de laboratorio que aportaban - evidencia bioquímica de efectos tóxicos del plomo a niveles relativamente bajos de exposición.

En varios países ésta información condujo a una disminución progresiva de los límites permisibles de exposición durante el trabajo. En 1975 en los E.E.U.U., el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional bajó los límites de exposición al plomo de 200 mgr/m.<sup>3</sup> a 100mgr/m.<sup>3</sup> con el propósito de mantener el nivel de plomo en sangre de los trabajadores expuestos al plomo a un nivel menor de 60 microgr/dl.

### 2.1.3. NIÑOS Y LA INTOXICACION POR PLOMO

La industrialización provocó no solamente la intoxicación plúmbica de forma masiva en trabajadores adultos sino también afectó a sus hijos a través de la intoxicación plúmbica congénita. Durante los siglos XVIII y XIX la esterilidad, el aborto, la prematuridad eran fenómenos comunes entre las trabajadoras femeninas como también entre las esposas de trabajadores hombres. A finales del Siglo XIX fue prohibido el empleo de mujeres en industrias de plomo y con la mejoría de la higiene industrial la intoxicación congénita plúmbica, se ha vuelto - una enfermedad muy rara. Sin embargo, de vez en cuando se describen casos esporádicos por una excesiva exposición materna. (10, 11)

La intoxicación ocupacional por plomo adquirió otra dimensión cuando en la década de los 70 se descubrió que los hijos de los trabajadores estaban expuestos a un riesgo serio de intoxicarse por el polvo con plomo que sus padres llevaban a casa en sus cabellos, ropa, calcetines y zapatos. (12-13-14).

A principio de este siglo Gibson (1) reconoce en Australia la prevalencia de la intoxicación por plomo en niños independiente de la exposición y transmisión de los padres. Como fuente de plomo se indicó la pintura de las casas de los niños y Gibson logró identificar el patrón estacional de la enfermedad, la importancia del polvo en la casa, el papel de la actividad mano-boca y el carácter preventivo de la enfermedad. Estos conceptos fueron ignorados o olvidados y re-descubiertos en los años 70.



En los E.E.U.U., durante los años 1930-1960 se reconoce que la pintura vieja es fuente común de intoxicación por plomo en niños. Datos recogidos en este período indican que la enfermedad es de niños pequeños que habitaban los barrios pobres del centro viejo de las ciudades, que el hábito de pica (un apetito anormal para objetos) para pedacitos de pintura era un factor etiológico importante y que los síntomas de la intoxicación plúmbica y la encefalopatía ocurrían más durante el verano. El grupo de mayor riesgo eran los niños de 1 a 6 años y principalmente los de 1 a 3.

Los screening masivos de niños que llevados a cabo en los E.E. U.U., durante los 1960, revelaron sorprendentemente que el problema no se limitaba a los niños que habitaban los viejos centros de las ciudades. La exposición al plomo en el ambiente resultó ser un problema - nacional que afectaba también los niños en el área rural y de clase media. Estudios realizados durante los 1970 indican que aunque la ingestión de pintura a base de plomo podía ser causa de una intoxicación plúmbica severa, los niveles moderados o elevados de PbS no estaban siempre asociados con una exposición a pintura. A la vez se descubre que el suelo, el polvo y la suciedad aledaños a carreteras muy traficadas, fundiciones y otras industrias de plomo tenían una alta concentración de plomo.

La última década se descubrieron aparte de la pintura en casas viejas y el plomo en suelo, polvo de la casa, otras fuentes peligrosas de plomo como son: La quema de cajas de baterías y de madera pintada, el reciclaje de baterías y la industria artesanal de cerámica, el uso de vajilla de barro, ciertos remedios caseros (México), el papel periódico de color, etc.

Los screening masivos de niños revelaron no solamente varias fuentes peligrosas de plomo en el ambiente de los niños, sino también plantearon el dilema de la toxicidad subclínica al encontrar un gran número de niños con valores elevados de plomo en sangre y siendo "sintomáticos". Datos aportados por varios estudios epidemiológicos demostraban la necesidad de bajar el nivel permisible de plomo en niños hasta 30 mgr/dl. (15)

La definición de la intoxicación plúmbica ha evolucionado desde la antigüedad con el avance de la ciencia y el desarrollo de nuevas técnicas capaces de medir cambios bioquímicos, neurofisiológicos, asociados con bajos niveles de exposición.

## 2.2. LA EXPOSICION AL PLOMO EN EL MUNDO

Como escrito anteriormente, la actividad del hombre desde la antigüedad ha redistribuido el plomo en el ambiente, contaminando la atmósfera. Y aunque el plomo no es un nutriente requerido y no tiene ninguna función biológica, se encuentra en la sangre y los tejidos de muchos individuos en distintos países, dando origen al concepto de una concentración "normal" de plomo en sangre.

Los estudios de la concentración de plomo en las capas de nieve de Greenlandia, que se extienden de 800 B.C., hasta décadas recientes demuestran un aumento considerable en la concentración de plomo - en las capas que corresponden a 1.750, el inicio de la industrialización. La concentración de plomo en las capas de nieve se triplicó durante la segunda mitad del Siglo XVIII y se triplicó otra vez durante 1935 a 1965, cuando se empezó a utilizar el plomo como aditivo a la gasolina.

Y con el aumento de la contaminación ambiental aumentó la exposición del hombre y han ido aumentándose los niveles de plomo en sangre. Los datos estadísticos todavía son muy incompletos y no disponemos más que de datos de ciertos estudios efectuados en diferentes países. Por lo importante que son el grado de industrialización y la densidad de tráfico se ha distinguido la *situación con respecto al plomo* en los países desarrollados y países sub-desarrollados. Hace falta notificar que la problemática de la exposición al plomo ha sido más estudiado en los países industrializados.

### 2.2.1. PAISES DESARROLLADOS

Siendo el país que consume el 20% de la producción mundial de plomo y donde se han realizado desde 1960 screening masivos de la población infantil por intoxicación con plomo, se inicia ésta revisión con:

E.E.U.U.: En los años 1930 a 1960 se reconoció que la pintura a base de plomo era una fuente común de intoxicación con plomo en niños en éste país. La mortalidad de la enfermedad, que se daba principalmente en niños de 1 a 6 años era muy elevada, como muchos niños fueron diagnosticados habiéndose iniciado ya la encefalopatía. Lin-Fu (1) menciona algunos datos referente a la mortalidad en ésta época.

"Entre 1959 y 1963, fueron hospitalizados en el Cook Country Children's Hospital, 182 niños con encefalopatía plúmbica y se reportó una letalidad de 28% a pesar de haberse aplicado terapia de quelación. (Greenland et al.)"

Y hasta en 1966 se reportó por primera vez una letalidad de 5%, pero en los que sobrevivían el pronóstico era muy mal. Un estudio de cohorte de 425 niños tratados por intoxicación plúmbica, publicado en

1966 encontró un 39% con secuelas neurológicas como retardo mental, ceguera, parálisis y enfermedades convulsivas.

Un 82% de los que fueron hospitalizados por encefalopatía quedaron lesionados. y aún entre aquellos niños que no presentaban síntoma ninguno al diagnosticarse la intoxicación con plomo, un 9% resultó en el estudio con retardo mental. ( Perlstein and Attala, 1966)".

En los años 1960 la intoxicación plúmbica en niños es reconocido como un problema de salud pública. En los años 1970 cambia el enfoque de búsqueda de casos de intoxicación plúmbica hacia la prevención de una absorción anormal de plomo, mediante los screening masivos. Al mismo tiempo se baja el límite aceptable en niños de plomo en sangre de 60 a 40 mgr/dl.

De 1972 a 1981 se examinaron a través de diferentes programas de screening 3.986.511 niños y fueron encontrados 246.665 o sea un 6.19% con una absorción elevada de plomo o sea con niveles de PbS mayores de 40 microgr/dl.

Un gran número de niños de 1-19 años fueron estudiados en los alrededores de una fundición de plomo en El Paso, Texas, en 1972 (16). Los alrededores de la fundición estaban extremadamente contaminados - con un promedio de valores de plomo en aire de 8-10 microgr/m.<sup>3</sup> y de plomo en tierra de 1791 mg/kg, a una distancia de 1.6 km de la fundición. Dentro de este radio, el polvo en el interior de las casas tenía un contenido promedio de 22191 mg/kg de plomo. A una distancia de 0.8 km de la fuente fueron estudiados 160 niños con un valor promedio de 41.4 microgr/dl de plomo en sangre; los 96 niños estudiados a una distancia de 0.8-1.6 km tenían un promedio de 31.2 microgr/dl.

En 1974-1975 fue realizado uno de los más citados estudios en la literatura: The Silver Valley Lead Study (17). En 1974, 1.149 *niños de la edad de 1-9 años fueron estudiados y en 1975 otros 781 niños de la edad de 1-10 años* que habitaban a diferentes distancias de una gran fundición *en Kellogg, Idaho*. El propósito del estudio que representa una de las más grandes series de datos epidemiológicos, era de establecer una relación entre los valores encontrados de PbS en niños y las concentraciones de plomo en ambiente. La población de estudio fue dividida en 5 subgrupos según distancia a la fundición y se seleccionaron 2 grupos controles. Encontraron un promedio de 16.7 microgr/ m.<sup>3</sup> de plomo en aire; los niveles de plomo en tierra tenían un rango de 300-7600 mg/kg. El 99% de los niños de 1-9 años que habitaban a una distancia de 1 milla de la fundición presentaban valores de PbS mayores de 40 microgr/ d1. Se concluyó que los valores de PbS estaban relacionados con 5 variables: Las concentraciones de plomo en aire y plomo en tierra, la edad del niño, el polvo de la casa y la ocupación de los padres.

En 1975 el Center For Disease Control del Departamento de Salud, Educación y Bienestar, producto de estos datos y de otras investigaciones realizadas recomendó bajar el nivel permisible de plomo en sangre para niños hasta 30 microgr/dl.

Baker et. al. (12) reportaron en 1978 que 38 (41.8%) de los 91 niños de trabajadores evaluados tenían niveles de plomo en sangre mayores de 30 microgr/dl; 10 resultaron con niveles de plomo en sangre mayores de 80 microgr/d1. Los niveles más altos fueron encontrados en los niños menores de 6 años de edad. Compararon 20 niños de 1 a 6 años, hijos de trabajadores de industrias con plomo con 17 niños de la misma edad provenientes de familias vecinas (control). Se recogieron muestras de polvo pasando papeles húmedos sobre las diferentes superficies. El polvo en las casas de los trabajadores de industrias con plomo tenía un contenido hasta de 80.000 mg/kg. mientras que en las casas tomados como control el promedio geométrico de la concentración de plomo ,en polvo era de 404 mg/kg.

Los niveles de plomo en sangre de los niños estaban asociados con los niveles de plomo en sangre de sus padres y la duración de su empleo en la industria respectiva. El padre de cada niño con un nivel de plomo en sangre, mayor de 80 microgr/dl, tenía también un nivel mayor de 80 microgr/dl, y cada padre de un niño tratado por intoxicación plúmbica recibió el mismo tratamiento por la misma causa. Los niveles normales de plomo en sangre de los niños de las familias vecinas excluyen la posibilidad de una exposición por tráfico u otras fuentes industriales.

En 1975 Barltrop (18) estudió niños de 2 a 3 años, que habitaban una vieja zona minera y los comparó con niños que vivían en pueblos, situados en un área sin minas. La concentración de plomo en aire resultó ser baja en ambas zonas. Se recogieron muestras de suelo superficial de los jardines cercanos a las casas de los niños y de polvo al interior de las casas. En el aire más expuesto, el nivel de plomo en sangre, plomo en suelo y plomo en polvo eran 29.0 microgr/dl, 13969 mg/kg y 2.582 mg/kg. En el área menos expuesta, eran 20.7 microgr/dl, 420 mg/kg y 531 mg/kg.

Watson et. al. (14) compararon en 1978, 27 niños de 1 a 6 años *hijos* de trabajadores de una fábrica de baterías, con 32 niños de un grupo control de familias vecinas. Fueron determinados los contenidos de plomo en pintura, agua y polvo en todas las casas. Encontraron un nivel promedio de plomo en sangre en los niños de los trabajadores de . 31.8 microgr/dl, mientras que el grupo control tenía un promedio de 21.4 microgr/dl. Los niveles de plomo en sangre de los trabajadores estaban asociados de forma significativa con los niveles de plomo en sangre de sus hijos, igual como los niveles de plomo en polvo. No tan así por los niveles de plomo en agua y en pintura que resultaron iguales en casas de trabajadores y en el grupo control. Concluyen que aunque existía un programa de control en la fábrica con duchas y cambio de ropa de los trabajadores., aparentemente ¡legaba suficiente plomo a las casas de los trabajadores transportado en su cabello, piel y ropa para aumentar las concentraciones de plomo en polvo y elevar los niveles de plomo en sangre en los niños.

En el mismo año Dolcourt et. al. (13) realizaron un estudio similar en 58 niños de 10 meses a 15 años, cuyas madres trabajaban en una fábrica de baterías. Muestras de polvo, tomados en las casas de los niños con los niveles más elevados (90 microgr/dl), demostraron una gran contaminación del ambiente de la casa. Concluyeron que el plomo llevado a casa a través de la ropa contaminada, probablemente era la causa de la exposición excesiva y secundaria al plomo de 69% de los niños. Todos los niños eran asintomáticos y resultaron normal al realizarse el examen físico.

En 1978 es descrito por Singh et. al. (19) el primer ejemplo de un niño nacido vivo con evidencia bioquímica de una intoxicación plúmbica por exposición prenatal a plomo. La madre, que durante el tercer trimestre había removido la pintura de su casa, tenía niveles de plomo mucho menores (240 microgr/dl) que los reportados hace muchos años y asociados con daño fetal severo.

Otro caso es descrito por Timpo et. al. (11) en 1979, de un niño con una intoxicación fetal por plomo que recibió tratamiento intrauterino con Calcio-EDTA. Se observó una gran correlación entre los niveles maternos de plomo en sangre y los niveles fetales. No se observaron malformaciones congénitas al nacer el niño, pero los cambios registrados en el sistema óseo sugieren una exposición prolongada.

Así mismo es reportado en 1980 por Qazi (20), el caso de una niña que estuvo expuesta a altos niveles de plomo en útero. La madre recibió tratamiento con Ca-EDTA durante el octavo mes del embarazo. Al realizarse estudios citogenéticos se encontró que la niña en muestras de sangre tomados a 6 semanas y a 3 meses de haber nacido tenía un elevado número de células con anormalidades en los cromosomas. Exámenes físicos y neurológicos de la niña hasta la edad de 18 meses, resultaron dentro de los límites normales.

En 1980 Dolcourt et. al. (21) reportan el caso de 2 familias del área rural de North Carolina, quienes sufrieron una exposición excesiva al plomo. Una familia por el reciclaje de baterías en la vivienda misma y la otra por la quema de las cajas de baterías para calentamiento de la casa. Un niño desarrolló una encefalopatía con daño cerebral permanente.

A pesar de todo los screening masivos y otras investigaciones realizadas para identificar el grado de exposición al plomo en niños, la verdadera magnitud del problema apareció al realizarse una encuesta nacional: El Second National and Nutritional Examination Survey (Nhanes II) entre 1976 y 1980 (5). Los datos del NHANES II, que aportaron datos de toda la población de los E.E.U.U., indicaron que 1.9% de la población entre 6 meses a 74 años, y 4% del grupo de edad de 6 meses a 5 años tenían niveles de plomo en sangre mayores de 30 microgr/dl (675.000 niños).

Entre estos niños, los niños de raza negra que habitaban los grandes centros pobres de las ciudades resultaron con una mayor probabilidad de tener niveles elevados de plomo en sangre (18.6%). En base a estos datos y un censo de población de 1980, se estimó que 780.000 niños en la edad preescolar en los E.E.U.U., tenían niveles de plomo en sangre superiores al límite generalmente aceptado de 30 microgr/dl. (5). La absorción excesiva de plomo por niños es considerado desde éstas fechas hasta ahora como uno de los problemas de salud prevenibles de mayor prevalencia en los E.E.U.U.

Un análisis cronológico de los datos procurados por el NHANES II, indican que los valores promedios de concentraciones de plomo en sangre en los E.E.U.U., bajaron con aproximadamente un 37% (5.4microgr/ dl) de Febrero 1976 a Febrero 1980. (22) No se evidenció que ésta tendencia descendiente fue por errores de laboratorio o por diseño del estudio. La tendencia se mantenía independientemente de diferencias en raza, sexo, edad, ingreso, estación, región del país y grado de urbanización.



Es imposible explicar la tendencia descendiente por cambios en la exposición a pintura o a través de dieta. Sin embargo, se encontró una asociación altamente significativa con el nivel de plomo en gasolina. Según los autores la explicación más probable de la baja de los niveles de plomo en sangre de la población es la reducción en el contenido de plomo en gasolina durante éste período, lo que indica que el problema de la exposición al plomo dentro de cierto límite puede ser controlado por la humanidad.

ALEMANIA: En los años 1973/1974 se llevó a cabo un estudio (23) en un área industrial muy contaminada, Nordrhein-Westfalen. La concentración anual promedio fue reportada ser 5.6 microe;r/m.3. En el área expuesta se determinó la concentración de plomo en sangre de forma aleatoria en 404 niños en la edad de 2 a 4 años durante los meses Marzo a Mayo, y fue encontrado un promedio de 16.7 microgr/dl. Al reportar los datos de forma separados por Marzo (12.6 microgr/dl) y Mayo (21.2 microgr/dl), y al repetirse el estudio en Agosto (40.4 microgr/dl) y Octubre (20.9 microgr/dl), se observó claramente una fuerte influencia estacional, no explicable por procedimientos analíticos, y según los autores debido al hecho que los niños en estos países acostumbran jugar más afuera durante el verano (Mayo-Agosto) cuando aumenta su exposición al plomo. La concentración promedio de plomo en sangre en los 293 niños del área control era 7.8 microgr/dl.

BELGICA: En 1973 se compararon (24) la concentración de plomo en sangre (PbS), protoporfirinas eritrocitarias libres (FEP), hematocrito, la hemoglobina y algunos otros parámetros en grupos de niños de 10 a 13 años procedentes de áreas con diferente exposición al plomo (área rural, área aldeaña a una fundición). Comparados con los niños del área rural, los niños que habitaban a una distancia menor de 1 km de la fundición presentaban un aumento significativo de PbS y de FEP. Sin embargo, no tenían signos biológicos de anemia. En los niños que vivían a aproximadamente 1.5 km de la fundición, se observaba siempre un aumento significativo de la concentración de plomo en sangre, pero ningún cambio en la concentración de FEP.

Se observó que la concentración de FEP en niños se eleva a niveles menores de plomo en sangre que en adultos masculinos y femeninos, y se concluyó comparando las curvas de dosis -respuesta entre PbS y FEP de niños y adultos, que el FEP en niños va a tener una respuesta mayor a niveles más bajos de niveles de plomo en sangre que en mujeres, y éstas mayor en relación a los hombres. En base a la respuesta de FEP, se propuso como límite máximo de la concentración de plomo en sangre para niños de edad escolar, 25 microgr/dl.

CANADA: En 1973 fue realizado un estudio en Toronto Canadá, en un área alemana a 2 grandes fundiciones de plomo y tomado como población control un área urbana (25). La concentración promedio de plomo en aire en el área de fundición resultó 3.0 microgr/m<sup>3</sup> y en el área control 0.8 microgr/m<sup>3</sup>. Se recogieron más de 100 muestras de suelo y se encontraron concentraciones hasta 40.000 mg/kg cercana a la fundición, pero en el área expuesta residencial el promedio geométrico de la concentración de plomo en tierra era 1715 mg/kg (área control: 99 mg/kg). Se determinó la concentración de plomo en sangre capilar y se encontró un promedio de 28.0 microgr/dl en niños de 0-15 años que habitaban a una distancia de 300 metros de la fundición (19.0 microgr/dl) en un grupo control.

Otro estudio similar fué realizado en Canadá en 1975 (26) en lo cual se estudiaron niños en la edad de 1 a 6 y de 13 a 14 años cerca de una fundición y en un área control y se tomaron muestras de plomo en tierra y de plomo en aire. La concentración promedio de plomo en suelo cerca de la fundición resultó de 800 mg/kg y solo 83 mg/kg en el área control. En los niños pequeños, el promedio de las concentraciones de plomo en sangre era más alto (22 microgr/dl) que en la población control (14.0 microgr/dl) una diferencia que no se observó en los niños mayores. Además, en el caso de los niños pequeños las concentraciones de plomo en sangre tenían una asociación significativa con la concentración de plomo en tierra.

CZECHOSLOWAKIA: En 1981 Wagner et al (27) reportaron un estudio realizado alrededor de una fundición. La concentración de plomo en aire tenía un promedio de 1.5 microgr/m.3, comparado con 0.5 microgr/m.3 en un área control. Durante el año 1976 se recogieron muestras de sangre venoso en niños de 10 a 15 años y se encontró una diferencia significativa entre los valores del grupo expuesto y el control. Esta diferencia resultó más marcada para los varones (promedio: 38.7 / 21.0 microgr/dl) que para niñas (promedio: 31.6 / 19.1 microgr/dl).

EUROPA: En 1977 la Comunidad Europea emitió un documento en lo cual se establecen los niveles de plomo en sangre recomendadas con el propósito de proteger la población de una exposición excesiva al plomo. En grupos representativos de la población un 98% debe tener un nivel de plomo en sangre menor de 35 microgr/dl, un 90% menor de 30 microgr/dl y un 50% menor de 20 microgr/dl, omitiendo distinción por edad y sexo. Estas normas fueron aplicadas en 1979 y en base a éstos límites fueron realizados en 1981 diferentes estudios de población en los 9 países miembros de la C.E.C. Cuando se descubrió en los años 1970, que los fetos, lactantes e infantes no estaban lo suficientemente protegidos por éstas normas, el Gobierno Holandés estableció un límite inferior para los niños pequeños: 98% menor de 30 microgr/dl, 90% menor de 25 microgr/dl y un 50% menor de 20 microgr/dl, aunque ésta propuesta no fué aceptada por todos los países miembros. (4)

FINLANDIA: En 1979 Seppalainen et. al (28) reportaron un estudio sobre la relación entre los niveles de plomo en sangre y la velocidad de conducción en nervios periféricos. Estudiaron 78 trabajadores (66 hombres y 12 mujeres) que durante muchos años habían estado expuestos al plomo y durante los cuales su nivel de plomo en sangre había sido monitoreado continuamente. La población control consistió en 34 trabajadores (29 hombres y 5 mujeres) sin ninguna historia de exposición ocupacional al plomo u otra sustancia neurotóxica. Encontraron que las velocidades de conducción de varios nervios periféricos disminuían progresivamente al aumentar los niveles de plomo en sangre. La prevalencia de una velocidad de conducción anormal en uno o más nervios aumentaba de un 27% en trabajadores con niveles de 40 a 49 microgr/dl, hasta un 53% en aquellos con niveles igualo mayores a 70 microgr/dl (lo que sugiere una relación de dosis-respuesta). La disminución de la velocidad de conducción en nervios periféricos según los autores es considerado como una señal de una neuropatía incipiente. Se concluye que la afectación de la función nerviosa puede ser inducido por niveles sustancialmente más bajos de plomo en sangre que los esperados hasta entonces, y que ésta afectación es relacionado estrechamente con la absorción de plomo.

En el mismo año Hanninen et.al. (29) estudió 45 trabajadores cuyos niveles de plomo en sangre nunca excedieron los 70 microgr/dl, para saber si una exposición de bajo nivel al plomo podía inducir síntomas sugestivos de enfermedad. Se aplicó una encuesta para conocer la frecuencia de sintomatología psicológica, neurológica, neurovegetativa y gastro-intestinal. Los resultados fueron comparados con 23 personas (control) que nunca habían estado expuesto al plomo. El resultado más importante del estudio era que había una mayor prevalencia de síntomas gastro-intestinales y algunos de tipo neurológico y psicológico en el grupo expuesto.

GRECIA: En 1982 se realizó un estudio por Charalamos et. al. (30) con el propósito de determinar si existía evidencia alguna de una absorción alimentada de plomo en habitantes de comunidades urbanas y rurales de este país. Fueron determinados los niveles de plomo en sangre en grupos de individuos de distintas edades y procedentes de muchas partes de Grecia. El valor promedio de la concentración de plomo en sangre de habitantes de áreas urbanas resultó 27 microgr/dl por adultos, 32 por niños y 31 por recién nacidos. Mientras que en el área rural el nivel promedio para adultos era 18 microgr/dl, para niños 22 mcg/dl y para recién nacidos 21 mcg/dl. Observaron una correlación significativa entre los niveles de plomo en sangre y las concentraciones de hemoglobina; y que la anemia es común en niños con niveles de plomo en sangre elevados. Considerando la existencia en Grecia de otros tipos de anemia como la causada por deficiencia de hierro, la hemoglobinopatías y la deficiencia de glucose-6-fosfato, es de particular importancia este resultado (aunque la relación en sí entre una exposición excesiva al plomo y una anemia tóxica por plomo es reconocido hace mucho).

HOLANDA: En 1976 Zielhuis et. al. (31) realizan un estudio para conocer los niveles de plomo en sangre de niños pequeños que habitan una zona aledaña a una fundición de plomo. Anteriormente en 1974 en el barrio más cercano a la fundición se habían estudiado los niveles de plomo en sangre de las amas de casas y el resultado no indicó una exposición importante al plomo del barrio. Sin embargo, se decidió realizar la investigación entre niños pequeños, considerando que éstos por su comportamiento y metabolismo distinto corren mayor riesgo que los adultos.

Del total de 250 niños de 2 a 3 años, se estudiaron 100 a diferentes distancias de la fundición determinando además de la concentración de plomo, cadmio, manganeso y zinc en sangre, las protoporfirinas eritrocitarias libres en eritrocitos, la hemoglobina y el hematocrito.

Se encontró que había una asociación significativa entre la concentración de plomo en sangre y la distancia de la vivienda a la fundición, lo mismo con el nivel socio-económico. Niños que según sus madres, se metían continuamente sus manos sucias a la boca, tenían niveles de plomo más elevados. La concentración de FEP resultó aumentar con el nivel de plomo en sangre; esto no sucedía con el hematocrito y la hemoglobina. Según los autores los resultados sugieren que las normas emitidas por la Comunidad Europea en 1977 tendrían que ser disminuidas para niños pequeños.

En 1978 fue realizado un estudio epidemiológico en la cercanía de la misma fundición de plomo en Arnhem, una ciudad de 150.000 habitantes. ( 32) .

Una encuesta serológica realizado con anterioridad en 700 niños, reveló que los niveles de plomo en sangre estaban elevados a una distancia menor de 600 metros de la fuente. Considerando que la presencia de grandes cantidades de plomo depositados en la cercanía de la fundición durante años, podían seguir causando problemas por muchos años más en el futuro, se realizó el estudio para conocer las principales vías de absorción de plomo en niños pequeños.

Las concentraciones de plomo en sangre fueron determinados en 90 niños de 1 a 3 años que habitaban dentro de un radio de 1.000 mts de la fundición el 50% de los niños de este grupo de edad que habitaban el área. Se encontró un promedio geométrico de concentración de plomo en sangre de 16.1 microgr/dl. Además fueron determinados un número de parámetros ambientales como la concentración de plomo en aire, polvo, suelo, polvo al interior de la casa y agua potable. El análisis estadístico demostró que el plomo en el suelo del jardín, en polvo (adentro y afuera de la casa) eran los parámetros más importantes para poder explicar la variabilidad de las concentraciones de plomo en sangre en el estudio.

Zuidema et. al. (33) reporta en 1978, la contaminación por plomo de verduras cultivadas en las cercanías de una industria con plomo (fabricación de vidrio para televisores de color). Los Jardines pertenecían a trabajadores de la misma fábrica. Reportan que la concentración de plomo en papas el alimento de más consumo en Holanda contenía de 0.8 a 2.0 mg/kg mientras que el límite aceptable es de 0.01 a 0.04 mg/kg.

Durante los meses Abril a Junio de 1979 (34) se realizó un estudio para conocer los niveles de plomo en sangre de 565 niños de 4 a 6 años de barrios seleccionados de diferentes ciudades en Holanda. En las dos comunidades del área rural el promedio de las concentraciones de plomo en sangre era 12 microgr/dl, mientras que en las ciudades más grandes el promedio era un poco más elevado. Las diferencias encontradas según los autores pueden ser atribuídos parcialmente a la presencia de tubería de plomo para la conducción de agua potable y de viviendas viejas. Las normas emitidas por la C.E.E., no se violaron ninguna vez.

En un estudio en La Haya (35) en 1981 se determinó la concentración de Zincprotoporfirina de 91 lactantes de los cuales 46 habitaban un barrio con tubería de plomo para la conducción de agua potable, y 45 una zona con tubería de cobre. En los dos grupos resp. 34 y 2 niños habían recibido alimentación artificial durante toda su vida y los demás tomaron leche materna. La concentración de ZPP no se diferenciaba para los dos grupos, lo que indica que una diferencia en concentraciones de plomo en agua no repercutió en la síntesis del heme. Aunque quedó demostrado que los niños alimentados con pacha, tenían un nivel un poco más elevado que los niños que recibieron leche materna. (No pudo ser descartada una deficiencia de hierro sub-clínica como causa de éste fenómeno.)

ITALIA: Cavalleri et. al. (36) estudiaron en 1981, niños aledaños a una fundición de plomo tomando como población control niños de un pueblo a 4 km de distancia de la misma. La población expuesta eran 85 niños, de 3 a 6 años de un pre-escolar y 80 niños de 8 a 11 años de una escuela primaria (población control resp. 25 y 64). Se recogieron muestras de aire durante 1 mes a tres distancias de la fundición (150 mts, 300 mts y 4 km). Los valores promedios de la concentración de plomo en aire eran 2.32, 3.42 y 0.56 microgr/m<sup>3</sup>. Se encontró una diferencia evidente en niveles de plomo en sangre en ambas poblaciones: los niveles de la población expuesta eran casi 2 veces más altos que los de la población control. El promedio geométrico para los niños en edad pre-escolar era 15.9 para los expuestos y 8.2 microgr/dl para el grupo control. Para los niños de la escuela primaria era 16.1 y 7.0 microgr/dl. Los valores de FEP estaban aumentados en niños expuestos, con valores de PbS a partir de 10 a 20 microgr/dl.

Forni et. al. (37) reportaron en 1980 un estudio realizado en mujeres trabajadoras de una fábrica de baterías donde demostraron la ocurrencia de un aumentado número de anomalías en cromosomas en mujeres con una exposición moderada al plomo.

INGLATERRA: Campbell et. al. (1977) reportaron el diagnóstico y tratamiento de 11 trabajadores encargados de la demolición del techo de una estación de trenes. Describen como los trabajadores que no emplearon medidas de protección personal por la altura en la cual tenían que trabajar, desarrollaron de forma rápida una intoxicación por plomo con niveles de plomo en sangre mayores de 120 microgr/dl. (38)

SUECIA: Schutz et. al. (39) estudiaron de 1978 a 1982 1.068 niños de 8 a 16 años. Un grupo que habitaba a una distancia de 0.5 - 1.0 km de una fundición de plomo, otro de un distrito urbano sin ninguna contaminación industrial y otro del área rural.



El promedio geométrico del nivel de plomo en sangre era 5.8 microgr/dl. Los niños tenían por cada grupo de edad un promedio más alto que las niñas, una diferencia que se acentuaba con el aumento de edad. Los niveles eran más bajos que los reportados en otros países y de acuerdo a resultados anteriores obtenidos en adultos en Suecia, lo que se debe probablemente a una baja exposición por alimentos y aire. Niños que vivían cerca de la fundición tenían niveles más altos que niños a una distancia mayor de 1.0 km de la fundición; igualmente los niños del distrito urbano tenían niveles más altos que los niños del área rural, lo que probablemente es causado por el plomo emitido por el tráfico.

YUGOSLAVIA: En 1982 se realizó un estudio (40) cerca de una fundición de plomo en Kosovska Mitrovica, que ha causado uno de los problemas de contaminación ambiental más grandes descrita en la literatura. Se determinó el nivel de plomo en sangre en 179 niños expuestos y en 73 niños de un grupo control. El promedio geométrico de PbS para niños de 0 a 3 años era 46.3 microgr/dl para expuestos y 6.8 microgr/dl para niños del grupo control. Para los de 3 a 5 años, los valores eran resp. 44.4 y 7.5 microgr/dl y finalmente para los de 5 a 10 años de edad eran 45.9 y 8.7 microgr/dl. Los promedios de concentraciones de plomo en aire resultaron ser: 14.3 microgr/m.<sup>3</sup> y 23.8 microgr/m.<sup>3</sup>.

## 2.2. PAISES EN VIA DE DESARROLLO

BRASIL: Gallego Gandara et. al. (41) realizaron un estudio en 1977-1978 con el propósito de conocer los niveles sanguíneos de plomo y la actividad eritrocitaria de d-ALAD en la población de San Pablo (expuesta a fuentes móviles de emisión de plomo), la población de una zona semi-urbana (expuesta escasamente) y la población aledaña a una industria que recupere plomo. Los niveles promedios de plomo sanguíneo eran resp. 12.4 microgr/dl, 11.2 microgr/dl y 20.5 microgr/dl para los tres grupos.

COLOMBIA: Henaó et. al. (42) reportaron sobre determinaciones ambientales realizadas en 1979 y efectos en trabajadores expuestos en una fábrica de baterías en Medellín. Encontraron que la concentración ambiental de plomo a la cual se exponían, los trabajadores estaba por encima del límite máximo permisible y que un 56.7% de los trabajadores tenían niveles de plomo sanguíneo mayores de 60 microgr/dl.

CUBA: En este país (43) el plomo se utiliza en cerca de 150 procesos industriales diferentes, pero se estima que la exposición y por lo tanto el riesgo es mayor en las fábricas de acumuladores. En un estudio realizado en la Provincia de La Habana, durante los años 1965 a 1968 se reveló que un 80% de los casos diagnosticados como saturnismo se producen en fábricas de acumuladores.

KOREA: Lee ('44) reporta en 1981 los resultados de un estudio de 234 trabajadores en una fábrica de baterías donde se determinó plomo en aire, el nivel de plomo en sangre y orina, coproporfirina y d-aminolevulínico en orina. Se encontró un promedio geométrico de plomo sanguíneo de 53.8 microgr/dl. La proporción de trabajadores con niveles mayores de 60 microgr/dl, se diferenciaba por lugar de trabajo siendo más elevado la de la sección de ensamblaje, donde se había registrado la concentración más alta de plomo en aire.

MEXICO: Molina et. al. (45) llevaron a cabo en 1983 pruebas para detectar alteraciones psicológicas en niños con concentraciones elevadas de plomo sanguíneo (más de 40 microgr/dl) que formaban parte de familias que trabajan la cerámica en el pueblo Tonalá. Los resultados sugieren que el saturnismo fue un factor contribuyente al desarrollo mental retardado de estos niños. En un trabajo anterior en el pueblo de Tonalá, los autores habían encontrado niveles más elevados de PbS en niños de familias que trabajan la cerámica que en aquellos cuyas familias tenían otras ocupaciones.

El objetivo del estudio fue determinar por medio de pruebas de inteligencia si un grupo de niños con concentraciones de plomo en sangre mayores de 40 microgr/dl, evidenciaban anomalías psicológicas en comparación con otro grupo con niveles relativamente bajos. Los resultados indican que 105 primeros tenían coeficientes medios verbal y de rendimiento total más bajos que el grupo testigo y que el déficit medio entre la edad mental y la cronológica era mayor en los primeros.

Aunque, como los autores reconocen, intervinieron en el desarrollo de las anomalías otros factores que el saturnismo (pe. socio-económicos) no obstante, concluyen que la comparación de los resultados de las pruebas en ambos grupos es demostrativa de que los niños en el grupo con valores de plomo en sangre elevados tienden a presentar un desarrollo mental retardado.

NEPAL (HIMALAYA): Piomelli (46) reportó en 1980 que los habitantes al pie del Himalaya tenían un nivel de plomo en sangre promedio de 3.4 microgr/dl (3.8 en hombres adultos, 2.9 en mujeres adultas y 3.5 en niños), lo que significa un nivel sustancialmente más bajo que el encontrado en países industrializados. La concentración promedio de EP en sangre era 2.2. microgr/gr Hb (1.9 en adultos hombres, 2.4 en adultas mujeres y 2.4 en niños), resultados que se encuentran en el mismo rango que las registradas en el Oeste y que "Confirman las concentraciones ligeramente elevadas en niños y mujeres adultas probablemente por una menor reserva de hierro." Los valores reportados por Piomelli son unos de los más bajos reportados por alguna población.

Durante los últimos años se han obtenido muchos datos sobre la contaminación del ambiente. Los datos indican que el nivel de plomo en área urbana es mayor que en área rural y que los valores aumentan durante el día para bajar en la noche. A la vez se demostró una variación estacional considerable (47).

Dentro de las ciudades la concentración de plomo en ambiente depende de la densidad del tráfico y en cierta medida del tamaño de la población. Además, condiciones climatológicas pueden causar variaciones considerables en muestras tomadas aún en un mismo punto.

Así que, por lo anterior, resulta muy difícil comparar datos de diferentes estudios y además de distintos países que se encuentran en diferentes estados de desarrollo. Pero aunque el problema de la contaminación con plomo parece ser un problema de los países desarrollados tanto como de los países en vía de desarrollo, es claramente mayor en los primeros. Los niveles de plomo en la nieve del Polo Sur eran 10 veces menor que los encontrados en Greenlania (47), y las diferencias encontradas "reflejan el uso mayor de plomo en el Hemisferio Norte que en el Hemisferio Sur."

En un estudio realizado en Nueva York (48) entre 2.515 niños se encontró que sólo 3 de ellos tenían niveles de plomo sanguíneo menores de 4 microgr/dl y que 2.405 tenían niveles mayores de 10 microgr/ dl. Comparando estos resultados con los de Piomelli que reportó un promedio de 3.4 microgr/dl de plomo en sangre en una población alejada de procesos de industrialización, se demuestra claramente que el nivel de plomo en sangre ha aumentado debido a una mayor contaminación del ambiente y que es difícil sostener que los niveles de 15-25 microgr/ dl, representan niveles "normales" de plomo en sangre.

Pero aunque la contaminación con plomo pueda ser un problema mucho mayor en los países desarrollados, el subdesarrollo conlleva desconocimiento de la problemática, procesos de industrialización obsoletos y falta de aplicación de medidas de prevención y control, lo que son todos factores que a un nivel local pueden producir un serio riesgo de exposición al plomo.

### 2.3. ANTECEDENTES EN NICARAGUA

Con el Triunfo de la Revolución Popular Sandinista en 1979, se prioriza la Atención en Salud para los trabajadores y es en 1980 que se detectan los primeros casos de "sintomatología saturnina" (49). Por los procesos de producción obsoletos y la ausencia de medios de protección adecuados en la industria de baterías, el saturnismo como enfermedad profesional ha de haber existido antes del Triunfo de la Revolución, pero sencillamente no era reconocida o diagnosticada. Al reconocer la intoxicación con plomo en un grupo grande de trabajadores de las fábricas de baterías un equipo multidisciplinario del MINSA, inicia los estudios y las acciones para prestarles una atención especial. En Nicaragua existen 3 Fábricas de Baterías, de las cuales dos se encuentran en la Capital Managua, Región III, donde además se ha concentrado la fundición de plomo para éstas industrias.

Inicialmente la Comisión Regional de Salud Ocupacional del MINSA y la Dirección de Higiene y Seguridad del Trabajo del MITRAB enfatizan la prevención de la morbilidad por plomo y la mejoría de las condiciones de trabajo en las Fábricas Willard y Fanabasa.

En 1984 Paguaga y Barrera (49) realizan un estudio entre 27 trabajadores de las secciones enrejillado-empastado donde existe la mayor exposición al plomo de la Fanabasa, área propiedad del pueblo. Reportan que un 85% de los trabajadores tienen niveles de plomo en sangre, igual o mayores a 60 microgr/dl, con un promedio de 88.18 microgr/dl. Los trabajadores refieren los síntomas clásicos (dolores óseos, anorexia, cefalea, náuseas, cólico, insomnio, etc) y al examen físico los signos más sobresalientes son el Ribete de Burton y la hipertensión arterial.

En el mismo año la Comisión Regional de Atención Integral al Trabajador, prioriza en sus actividades la Fábrica Willard e informa (6) que en una muestra de 15 trabajadores (34%), 13 de ellos o sea el 86.7% tienen niveles de plomo en sangre mayores de 80 microgr/dl. Encuentran que existe una exposición excesiva al plomo porque no funcionan los termostatos de los crisoles de fundición, porque los trabajadores no disponen de equipos de protección personal y que no cumplen las medidas higiénicas recomendadas como el baño posterior a la jornada laboral, el lavado de manos y cara antes de comer o beber, el no fumar, etc.

Después de haber venido realizando inspecciones desde 1982 la Dirección General de Higiene y Seguridad del Trabajo, recomienda a finales de 1985 la clausura de la Fábrica Nacional de Baterías (FANABASA) al encontrar que un 90% de los 20 trabajadores examinados de un total de los 36 más expuestos al metal tienen niveles de intoxicación con plomo. La Fábrica permanece cerrada 11 meses durante los cuales se ejecuta un plan de remodelación del sistema artesanal de procesamiento de baterías.

Asímismo, Arnold y Heyer (50) en 1986 caracterizan como muy deficientes las condiciones de trabajo y como alto el riesgo de exposición al plomo en la Fábrica Willard, principalmente por falta de ventilación adecuada en las operaciones que generan humo y polvo de plomo y falta de práctica de higiene personal: "Existen solamente 2 duchas e inodoros, y son pocos los trabajadores que se bañan y muchos que ni siquiera se cambian de ropa para ir a su casa."

Sin embargo, por el control continuo que han ejercido MINSA y MITRAB, desde 1980 las condiciones de trabajo sin duda son mejores que las encontradas en los talleres ilegales y artesanales de fundición, reparación y carga de baterías cuyo número en Managua actualmente ya trasciende los 100. (Higiene Ocupacional, Septiembre 1987). Diseminados por toda Managua y ubicados en asentamientos espontáneos y barrios populares ha surgido durante los últimos años esta cadena de trabajo artesanal, de sobrevivencia económica, que ha aumentado de forma importante la exposición al plomo de la población capitalina.

En 1985, se realiza un estudio por el Departamento Regional de Higiene Ocupacional de 133 trabajadores de los 42 talleres artesanales que en ese entonces fueron censados detectándose 64 con niveles de intoxicación. En este mismo período de Agosto a Diciembre 1985, se presentaron 16 casos de niños intoxicados, de los cuales 2 fallecieron por encefalopatía plúmbica. (6)

"Los talleres son locales muy reducidos con pisos de tierra, donde hay residuos de plomo y almacenamiento de materia prima en su superficie sin recibir limpieza periódica. La fundición de plomo se realiza por un método totalmente artesanal, con mala ventilación y sin condiciones para el aseo personal de los trabajadores. Se guardan los alimentos y el agua de consumo diario, sin protección en los locales de trabajo donde son ingeridos. En algunos talleres aumenta el riesgo porque son instalados en la vivienda misma o porqué están cercanas a ventas públicas de comida, exponiéndose de manera excesiva los familiares (niños, mujeres, embarazadas), y la comunidad vecina".

En 1986 Coz et. al. (51) reportan un caso de encefalopatía plúmbica en un joven de 18 años que laboraba desde los 12 años como reparador de baterías en el taller de su padre. Estuvo ingresado en dos oportunidades anteriores en 1983 y 1984 por presentar cuadros de intoxicación plúmbica, sin llegar a la encefalopatía. Al visitar el taller se encuentra en pésimas. condiciones de trabajo, y entre los cuatro otros trabajadores, un niño de 11 años, encontrándose uno con niveles de exposición y otro con niveles de intoxicación con leves síntomas.

El 24 de Mayo de 1987, fallece un niño de cuatro años de edad en el Barrio Domitila Lugo, por intoxicación con plomo. Otros dos niños según parece del mismo hogar, de siete meses y 3 años son atendidos por sintomatología sugestiva de intoxicación por plomo. Habitaban una vivienda de un cuarto a la orilla del Lago de Managua, donde el padre fundía plomo.



### **III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La exposición excesiva al plomo producto del desarrollo industrial es un problema de salud prevenible igual como la intoxicación por plomo.

Y aunque se ha logrado reducir y controlar la mortalidad por intoxicación plúmbica en trabajadores expuestos al plomo, la exposición excesiva al plomo continúa siendo un problema de salud no sólo en Nicaragua sino a nivel mundial.

Un problema que durante los últimos 15 años ha adquirido una nueva dimensión al detectarse los efectos crónicos y sub-clínicos del plomo sobre la salud de población no expuesta laboralmente, considerándose como grupo de mayor riesgo los niños menores de 6 años.

En Nicaragua no se han realizado estudios epidemiológicos, que abordan esta problemática así que se desconoce la morbilidad en niños por absorción incrementada de plomo. Además, como la enfermedad en niños no tiene síntomas específicos e incluso, los efectos tóxicos ya pueden darse en niños asintomáticos resulta difícil detectarla sino es con la realización de exámenes de laboratorio específicos.

Durante los años 1985 a 1987 la mortalidad reportada por intoxicación por plomo fue de tres niños menores de 6 años, vecinos o incluso habitantes de talleres artesanales de baterías.

La investigación que se plantea realizar pretende ser una primera exploración del problema de la exposición al plomo en niños en Nicaragua considerándolo como un problema multicausal en el cual se juntan los efectos de varias fuentes emisoras de plomo mediatizadas por múltiples factores sociales.

Para lo cual realizaremos el estudio en los Barrios Domitila Lugo, Higuero Norte y Pedro Joaquín Chamorro, aledaños a la Fábrica de Acumuladores Willard y algunos talleres artesanales de plomo en Managua.

## **IV JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La magnitud del problema de la intoxicación por plomo se relaciona, por una parte con los índices de morbilidad, incapacidad y mortalidad y por otra parte con la disponibilidad de medidas efectivas de prevención y control.

Existen en Nicaragua antecedentes de intoxicación por plomo en trabajadores expuestos de las fábricas y talleres artesanales de baterías.

La morbilidad en niños es desconocida por no haberse realizado en Nicaragua estudios epidemiológicos que abordan ésta problemática.

Con respecto a la mortalidad infantil por intoxicación por plomo, durante los años 1985 a 1987 han sido reportados tres niños, menores de 6 años vecinos o incluso habitantes de talleres artesanales de baterías.

Y en cuanto a la incapacidad provocada por la exposición excesiva al plomo, se ha reportado en la literatura el daño irreversible en el desarrollo del sistema nervioso central en niños con niveles mucho menores que los que suelen producir la sintomatología de una intoxicación plúmbica, mientras que algunas secuelas graves de encefalopatía plúmbica son la hemiparesia y la ceguera. (51)

Como todo país en vía de desarrollo que tiene una pirámide poblacional de base ancha, en Nicaragua, la magnitud toma relevancia ya que predominan los grupos etáreos más jóvenes, como mencionado anteriormente un grupo de mayor riesgo. Esto se refleja claramente en el área de estudio tomada en ésta investigación: En un radio de acción de aproximadamente 750 metros alrededor de la Fábrica de Acumuladores Willard donde además existen dos talleres clandestinos de fundición, habitan sólo en la edad de 0 a 6 años, 1.320 niños.

Teniendo en cuenta los serios problemas de salud que tiene Nicaragua, como son las enfermedades diarreicas agudas y la desnutrición así como la alta tasa de mortalidad infantil por diferentes causas, es obvia la conclusión que la exposición excesiva al plomo no puede ser en estos momentos un problema trascendental. Pero aunque no causa una alta mortalidad sí puede arrojar una morbilidad muy superior a la de otros países del mundo y comprometer el futuro mediano o inmediato de la población infantil, garantía del futuro de éste país.

Además, la gran publicidad que se le ha dado a través de los medios de comunicación a la muerte de los niños por intoxicación por plomo y la preocupación que existe entre la población afectada por las fábricas y talleres, hace que el problema tenga alguna trascendencia.

Y así como el suministro de equipos de protección para los trabajadores expuestos al plomo y modificaciones necesarias en la fábrica se hacen actualmente muy difícil, así también se considera que la proliferación reciente de talleres artesanales de baterías es nada más que otro de los efectos secundarios de la guerra de agresión que se está librando contra Nicaragua.

Por eso la vulnerabilidad del problema ahora es relativa y dependerá en gran parte del cese de la agresión para que el país tenga la oportunidad de abordar ésta problemática.

Con el screening de los niños menores de 6 años de los barrios mencionados anteriormente, el MINSA da respuesta a un problema local y emergente de salud surgido en un sector de la población, satisfaciendo de forma inmediata la demanda hecha por los habitantes, alarmados por la causa de muerte del niño vecino.

El estudio contribuirá a un mayor conocimiento de nuestra realidad y una vez identificado un problema de exposición y/o intoxicación con plomo en los niños de estos barrios, vecinos a la Fábrica de Acumuladores Willard y algunos talleres artesanales, se abrirán nuevas líneas de investigación que aportarán más elementos sobre los factores a modificar y permitirán tomar las medidas pertinentes.

Además, se plantea implantar con la investigación una técnica de diagnóstico en Nicaragua, la determinación de Zincprotoporfirina (ZPP) que podría facilitar el screening y monitoreo de grupos expuestos y reducir los costos de los análisis.

Al poder catalogar los niños, luego como expuestos se permite iniciar la realización de un tipo de prevención secundaria, evitando que éstos niños lleguen a niveles de intoxicación. Los niños que presentan niveles de intoxicación se les dará el tratamiento correspondiente.

## **V OBJETIVOS**



**OBJETIVO GENERAL:**

Identificar el grado de exposición al plomo de la población infantil de 0 meses a 6 años que habita los Barrios aledaños a la Fábrica de Acumuladores Willard, Managua, Región III, y algunos factores de riesgo relacionados con el mismo.

**OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1) Determinar los niveles de Zincprotoporfirina (ZPP) y los porcentajes de Hematocrito (Hct) en sangre en una muestra aleatoria de 1.000 niños menores de 6 años (75%) de los Barrios Domitila Lugo, Rigüero Norte y Pedro Joaquín Chamorro, situados a una distancia aproximada de 0 - 750 metros de la Fábrica de Acumuladores Willard y algunos talleres artesanales de reparación de baterías, Managua, Región III (Área Urbana).

2) Determinar los niveles de Zincprotoporfirina (ZPP) y los porcentajes de Hematocrito (Hct) en sangre en una muestra aleatoria de 116 niños menores de 6 años (75%) de la Comunidad Los Cedros, situada en el área rural y alejada de fuentes de contaminación de plomo, Región III (Área Rural).

3) Conocer la distribución de niveles de Zincprotoporfirina (ZPP) y porcentajes de Hematocrito en el Área Urbana y en el Área Rural de la Región III, Managua.

4) Determinar la concentración de plomo en sangre (PbS) en todos los niños del Área Urbana que tienen niveles de Zincprotoporfirina mayores de 4.9 microgr ZPP/gr Hb.

5) Estudiar la naturaleza de la relación existente entre el grado de exposición al plomo y los siguientes factores:

- 5.1.) -Distancia vivienda-Fábrica Willard
- Distancia vivienda-Otras fuentes
- Dirección viento

### 5.2.) -Edad

- Sexo
- Comportamiento (geofagismo, pica)
- Tiempo de exposición
- Grado nutricional
- Situación socio-económica
- Vínculo laboral
- Alimentos
- Tipo de vivienda

### 5.3.) -Pintura

- Los niveles de plomo en suelo, aire y agua en algunas muestras del Área Urbana.

## **VI MARCO TEORICO**

## 6.1. ABSORCIÓN AUMENTADA DE PLOMO E INTOXICACIÓN POR PLOMO

Con el avance científico y tecnológico de los últimos 15 años que permitió mediciones más sensibles de cambios bioquímicos, electrofisiológicos y psicológicos asociados con niveles relativamente bajos de exposición al plomo, el concepto de los efectos adversos del plomo sobre la salud fue sometido a revisión y empezó a cambiar, de manera importante.

Aún el concepto del "nivel normal de plomo en sangre", fue discutido por Piomelli en 1980 como concepto equivocado, al encontrar niveles de plomo en sangre mucho más bajos que los supuestos normales en la población de los E.E.U.U., en poblaciones que viven en áreas remotas de industrialización con una exposición mínima al plomo. (46)

Para elementos esenciales como el calcio, sodio y potasio es relativamente fácil definir un nivel normal en sangre, pero para el plomo que no tiene ninguna función conocida en el organismo humano resulta casi imposible. Esto probablemente originó el concepto equivocado de un nivel normal de plomo en sangre, que durante años se manejó. (7)

Como eran incapaces de definir un nivel de plomo en sangre, necesario para no causar un síndrome de deficiencia, los clínicos partían del nivel de plomo en sangre al cual se evidenciaban clínicamente los efectos tóxicos del metal. Los síntomas convencionalmente asociados con una intoxicación por plomo aparecen en adultos generalmente a niveles de 80 microgr/dl y en niños a niveles de 60 microgr/dl. Arbitrariamente estos valores durante años fueron considerados como límites superiores de los niveles normales de plomo en sangre. (1).

En 1972 Lin Fue sugirió, separando el nivel tóxico del nivel normalmente observado en la población general, que para niños el límite debía ser 40 microgr/dl y señaló varios efectos tóxicos y posiblemente "sub-clínicos", que podían haber sido omitidos en el pasado. (1)

Desde esa fecha nuevas pruebas epidemiológicas, clínicas y experimentales han indicado que el plomo es un metal tóxico a niveles que antes se creían "seguros".

La investigación de los efectos de plomo sobre la salud ha cambiado de enfoque, de una búsqueda de signos y síntomas clínicos obvios como son la parálisis y el cólico en adultos y la meningitis y encefalopatía en niños, hacia la detección de defectos psicológicos más sutiles, cambios metabólicos y alteraciones electrofisiológicas que ocurren antes que aparecen manifestaciones clínicas.

Estudios recientes han documentado que niveles de exposición al plomo antes considerados como "seguros" pueden causar cambios de conducta y afectación en coeficiente de inteligencia en niños (3), reducción de la síntesis del hemo (53) y cambios en el metabolismo de Vitamina D en niños (54).

## 6.2. EFECTOS TOXICOS DEL PLOMO

Los principales efectos tóxicos se localizan en la serie roja de la médula ósea, en el sistema nervioso central y periférico y en los riñones. En los casos graves se han descrito alteraciones en la función cardíaca y en la función tiroidea.

### 6.2.1. Efectos Hematológicos:

Se atribuyen a que el plomo produce una inhibición parcial de varias enzimas involucradas en la síntesis del heme en especial en la hemosintetasa y la delta-aminolevulínico- dehidratasa (ALAD).

Se disminuye el metabolismo del hierro y la velocidad de síntesis del heme y la globina, lo que provoca una hiperplasia de la serie roja y una reticulosis compensadora. Al aumentarse la concentración de plomo en sangre encima de los 50 a 60 microgr/dl, disminuye la hemoglobina. Morfológicamente es imposible distinguir la anemia microcítica e hipocrómica, del plumbismo, de la que aparece en el déficit de hierro. (55).

#### 6.2.2. Efectos Neurológicos:

La exposición intensa puede producir una encefalopatía aguda caracterizada por un edema cerebral masivo debido principalmente a un incremento generalizado de la permeabilidad vascular, quedando un 50% o más de los supervivientes de una encefalopatía tratada después de aparecer la sintomatología, con lesiones cerebrales graves y permanentes. (52)

Se han descrito en grupos de niños que han mantenido una absorción crónica excesiva de plomo durante la edad preescolar sin presentar síntomas, alteraciones de la conducta, y de la capacidad de aprendizaje.

#### 6.2.3. Efectos Renales:

En Australia (56) se ha descrito en niños como secuela de plumbismo crónico una nefropatía inespecífica con hiperuricemia. La intoxicación aguda grave por plomo puede producir el síndrome de Fanconi provocada por la lesión del túbulo renal proximal. (52)

#### 6.2.4. Efectos Cardiovasculares:

En algunos casos de intoxicación aguda con plomo se observaron síntomas de miocarditis que desaparecieron tras el tratamiento con agentes quelantes, por lo que se piensa en esa etiología. Es posible encontrar un aumento de la presión arterial diastólica y bradicardia, mientras que la vasoconstricción periférica produce una intensa palidez cutánea.

### 6.3 .ASPECTOS CLINICOS

La intoxicación por plomo es una intoxicación crónica bien definida, que es más frecuente entre los niños en edades comprendidas entre 1-6 años de edad.

"El curso crónico de una intoxicación por plomo, no descubierta se caracteriza por episodios recurrentes con sintomatología que puede ceder espontáneamente. La frecuencia y gravedad de los síntomas están en relación con el carácter episódico de la pica y con la cantidad de plomo ingerido." (52)

La intoxicación por plomo sintomática se caracteriza por uno o varios síntomas como disminución en actividad de juego, irritabilidad, letargia, anorexia, vómitos esporádicos, dolor abdominal recurrente y estreñimiento. (47). Estos síntomas generalmente aparecen con niveles sanguíneos de plomo mayores de 70 microgr/dl, aunque de vez en cuando con un nivel tan bajo como 50 microgr/dl. (Si los niveles de plomo en sangre son menores de 50 microgr/dl, se tiene que buscar otra causa). (15).

Estos síntomas generalmente pero no siempre preceden en 4-6 semanas al comienzo de una encefalopatía aguda cuyo inicio está marcado por un cuadro de vómitos pertinaces, ataxia, apatía, alteraciones de la conciencia, conducta extraña, convulsiones, pérdida brusca de habilidades recién adquiridas y coma.

Cada uno por aparte o una combinación de éstos síntomas constituyen una emergencia médica. La encefalopatía plúmbica es casi siempre asociado a un nivel de plomo sanguíneo mayor de 100 microgr/dl, aunque ocasionalmente ha sido reportada con niveles de 70 microgr/dl, y es más común en los meses del verano.

Existe un edema cerebral masivo aunque pueden faltar los signos clásicos de aumento de presión intracraneal.

La neuropatía periférica que se manifiesta en adultos como debilidad motora en los músculos distales de los brazos y las piernas, es rara en niños (52)

#### 6.4. DIAGNOSTICO

Dado que el diagnóstico clínico resulta muy difícil en niños antes que aparezcan alteraciones graves del sistema nervioso central, el diagnóstico precoz se basa en aspectos higiénico-epidemiológicos y en las determinaciones de laboratorio.

##### 6.4.1. Diagnóstico Clínico:

Los síntomas son muy útiles y nada específicos, mientras que el examen físico no revela nada anormal o muy poco al menos que tenga una encefalopatía aguda. Se recomienda incluir la absorción incrementada de plomo y la intoxicación por plomo en el diagnóstico diferencial de anemia, convulsiones del retardo mental, las alteraciones graves de conducta y la porfiria., aguda. (47) Pero aún al no encontrarse síntomas de una intoxicación por plomo sino solo un nivel elevado de plomo en sangre, siempre se debe realizar una evaluación pediátrica integral, enfatizando los aspectos neurológicos del examen físico y los siguientes aspectos epidemiológicos.



#### 6.4.2. Diagnóstico Higiénico Epidemiológico:

El diagnóstico se basa en varios aspectos como son la edad, la historia de la conducta del niño, la prevalencia de pica, el estado nutricional, la historia familiar de intoxicación por plomo o de la existencia de un vínculo laboral con industria de plomo, el medio que rodea el niño, posibles fuentes de exposición, cambios recientes o innovaciones en la casa, el tiempo que el niño está sin vigilancia o a cuidado de otras personas, el posible tiempo de exposición, la aparición de otros niños en su alrededor con niveles elevados de plomo en sangre, el consumo de verduras cultivadas en el área, el uso de vajilla de barro, el consumo de enlatados, exámenes de PbS o ZPP previos.

En cuanto al diagnóstico higiénico se realizarán si se considera necesario, mediciones de plomo en aire, tierra, agua, alimentos, pintura, etc.

En los E.E.U.U., fue establecido en 1978 como norma para plomo en aire el nivel de 1.5 microgr Pb/m.<sup>3</sup>, siendo este el promedio de mediciones efectuadas durante un período de tres meses. (57)

Reportadas fueron concentraciones de plomo en aire que varían de 0.000076 microgr /m.<sup>3</sup> (Polo Sur 1974) y 0.00086 (Nepal1979), a 14.3. microgr /m.<sup>3</sup> y 23.8 microgr /m.<sup>3</sup> (Yugoslavia 1978 y 1980) (58.59.40)

En Holanda el Consejo Nacional de Salud propuso en 1984 como norma para plomo en aire un promedio a largo plazo la concentración de 0.5 microgr /m.<sup>3</sup>. (2)

Para el nivel de plomo en tierra se refiere una concentración de 10-30 microgr/gr a una profundidad de 2-5 cm del suelo para el área rural y de 150-300 microgr/gr para el área urbana (60).

En cuanto al nivel admisible de plomo en agua potable, la O.M.S., estableció como concentración máxima de plomo en agua potable 50 microgr/ l. (61).

#### 6.4.3. -Diagnóstico de Laboratorio:

Se utilizan al menos dos pruebas: La determinación de Plomo en sangre como indicador de la acumulación interna del plomo y la concentración de Zincprotoporfirina como indicador de sus efectos metabólicos adversos. {52}

##### 6.4.3.1. El significado de la concentración de plomo en sangre (PbS):

A nivel mundial se considera el PbS como el indicador más significativo de la cantidad de plomo "biológicamente activa" en el organismo y de la exposición al plomo durante los últimos meses. (62). El significado dependerá de una serie de factores como son las condiciones de exposición (constante, variable, de largo o corta duración), la edad y el sexo, de si se trata de individuos o grupos y naturalmente de la concentración absoluta de plomo en sangre encontrada.

En cuanto a las condiciones, la población general está expuesta a un nivel de plomo en ambiente más o menos constante si fuera medida en el curso de semanas o meses. La ocupación sin embargo, puede variar de forma importante la absorción de plomo, no sólo por el tipo de trabajo pero también por interrupciones como enfermedad o vacaciones. Por esa razón el nivel de plomo sanguíneo constituye para la población general un indicador confiable de la exposición total durante los últimos meses. En el caso de los trabajadores expuestos, se tendrán que tomar en cuenta para poder interpretar los datos, las variaciones en exposición y la PbS se considera un indicador confiable de la exposición durante las últimas semanas. (62)

La absorción de plomo del tracto gastro-intestinal es mayor en niños que en adultos, pero como el nivel de PbS en niños no es necesariamente mayor, probablemente se da una mayor excreción de plomo o traslado al sistema óseo.

La absorción, distribución y excreción de plomo en el organismo variaría con la edad lo que implica que la edad es una variable de primer orden en estudios sobre la relación entre el PbS y la concentración de plomo en ambiente.

A la vez hay varios factores nutritivos que determinan el nivel de plomo en sangre. La absorción de calcio y fósforo por ejemplo tienen una relación inversa con la absorción de plomo por el intestino y de esa manera con el nivel de plomo en sangre. ( 2 )

Una gran absorción de grasa parece inducir una mayor absorción de plomo -así como el consumo de productos lácteos lo disminuye. Una deficiencia de hierro y zinc también ha sido asociada con una mayor absorción de plomo por el tracto gastrointestinal. Así como es de importante la variable edad porque está relacionada con muchos de los factores mencionados, así resulta indispensable incorporar los factores nutricionales en el análisis de los datos.

En algunos estudios se ha observado una variación estacional del nivel de plomo en sangre en niños y se ha sugerido que la exposición a la luz solar fuera la principal causa. Sin embargo, según otros autores más que la síntesis de Vitamina D parece ser un aumento de exposición por el jugar afuera y las variaciones estacionales en el consumo de gasolina que producen estas variaciones de PbS en niños. (47)

Aproximadamente aumentará el nivel de plomo en sangre por cada microgr Pb/m.3 en aire a lo largo con 1 a 2 microgr Pb/dl y cada 100 microgr. de plomo absorbidos al día provocarán un aumento de 7 a 19 microgr. Pb/dl. (WHO 1977)

Al elevarse el nivel de plomo en sangre, aumentará el riesgo de algún efecto biológico o de producirse una mayor intensidad de éstos efectos. (Ariens 1978).

Cuando la exposición al plomo en el ambiente es muy baja y por consecuente el PbS, el riesgo de un efecto biológico resultará tan pequeño que se puede obviar.

Y no se puede plantear que un determinado nivel de plomo en sangre causará siempre un determinado efecto biológico. El valor de PbS únicamente da una impresión de la exposición total y no de la presencia de efectos biológicos.

Para poder valorar el estado de salud se requiere determinar a través de exámenes clínico-químicos y médicos la reacción biológica ante el plomo absorbido.

Los efectos biológicos producidos por una exposición aumentada al plomo tienen las siguientes características:

- Muy temprano y antes que se presentan síntomas suceden cambios medibles mediante exámenes químicos dentro de los que tenemos alteraciones en los niveles de AIA-D, FEP, ZPP, todos expresión de una afectación de la síntesis del heme. (55)
- Los efectos clínicos como la anemia, los cambios en la función del sistema nervioso central, los dolores abdominales e irritabilidad y fatiga no son específicos. Su relación con una absorción aumentada de plomo tendrá que ser demostrada con un nivel elevado de PbS y/o un aumento de la concentración de protoporfirinas eritrocitarias libres.

Concentraciones de plomo en orina tienen la desventaja que el riesgo de contaminación es mayor mediante manos, ropa y recipientes y que la diuresis influye mucho en los resultados.

En el caso de los niños que no están siendo hospitalizados y aún en trabajadores, resulta casi imposible recoger la muestra de orina durante 24 horas. También se ha medido el plomo en los dientes transitorios, lo que puede indicar una exposición temprana por ejemplo de unos años atrás (62) encontrándose un contenido de plomo mayor en niños que habitan la ciudad que en niños que viven en el campo (47). Sin embargo, como no proporciona información sobre la exposición reciente, no es un examen práctico para uso rutinario.

Hay indicaciones que en grupos de población se eleva la concentración de plomo en el cabello al aumentarse la exposición al plomo (62) y los niveles de plomo en el cabello han sido utilizados para identificar individuos sometidos a una exposición excesivamente alta. La interpretación de los resultados de los análisis de plomo en el cabello, requiere cuidado como la concentración encontrada por un lado es suma de la deposición interna y externa y por otro lado varía con la longitud del pelo. (47)

Además, existe un período de cuatro semanas entre el momento de la exposición y el momento que el pelo crece encima del nivel de la piel y se requiere lavado con un shampoo especial para evitar la contaminación externa. A pesar de éstas limitaciones, el método ha sido utilizado para el screening de poblaciones de niños y adultos y para seleccionar los que necesitan de mayor investigación.

#### 6.4.3.2. Valores del nivel de Plomo en sangre

Distintas instituciones en diferentes países recomiendan otros valores de plomo en sangre como límites críticos para niveles de exposición e intoxicación en población no-expuesta laboralmente. Dentro de estos podemos destacar la siguiente propuesta del Profesor Zielhuis, Coronel Laboratorio Universidad de Amsterdam. El recomendó en 1974 estimar el riesgo de exposición al plomo de una población no expuesta laboralmente en base a la distribución en grupos representativos de dicha población de los niveles de plomo en sangre.

"Si el nivel de PbS no excede el valor de 40 microgr Pb/dl y el 98% de los niveles es menor de 35 microgr Pb/dl, el 90% de los niveles menor de 30 microgr Pb/dl y el 50% de los niveles menor de 20 microgr Pb/dl, es justo concluir que no existe riesgo importante de exposición al plomo para esta población."

Esta propuesta fue aceptada en 1977 como norma para los países de la Comunidad Económica Europea (4 ).

Sin embargo, como estudios realizados desde esa fecha sugerían que el plomo a niveles menores ya causaba efectos tóxicos y que ésta norma no protegía de forma suficiente a los niños, el Ministerio de Salud Pública de Holanda, planteó reducir los 90 y 98 percentiles con 5 microgr Pb/dl. O sea para definir el riesgo de exposición al plomo para una población de niños como mínimo, el 50% de los niveles de plomo en sangre encontrados tienen que ser menores de 20 microgr Pb/dl, el 90% de los niveles menor de 25 microgr Pb/dl y el 98% de los niveles menor de 30 microgr Pb/dl.

Los E.E.U.U., redujeron su nivel de intervención para niños a 30 microgr Pb/dllo que fue recomendado por el Centro de Control de Enfermedades. Pero, ya en 1978 el mismo Centro decidió definir como un nivel elevado de plomo en sangre el valor de 25 microgr Pb/dl, y como nivel de intoxicación un valor mayor de 55 microgr Pb/dl (15).

Sin embargo, actualmente diferentes instituciones en Europa y en E.E.U.U., tienden a bajar otra vez el límite crítico para el nivel de exposición al plomo en niños a 20 microgr Pb/dl (Profesor Zielhuis, Abril 1988).

Cabe recordar que no existe nivel "normal" o "seguro" de plomo en sangre y que la definición cada vez menor del límite crítico por un determinado país refleja a la vez la capacidad de poder controlar hasta ese nivel el riesgo de exposición al plomo de su población.

#### 6.4.3.3. Análisis de Zincprotoporfirina como método screening.

El proceso de incorporación del hierro (Fe) en la molécula porfirina para la formación del heme es un proceso muy sensible a la inhibición por plomo. Esta inhibición provoca en los eritrocitos una acumulación de la protoporfirina IX que en los eritrocitos se encuentra ligado al Zinc. Un nivel de Zincprotoporfirina (ZPP) es casi siempre indicador de un efecto plomo sobre la síntesis del heme ó sea de una exposición crónica al plomo. (63)

Sin embargo, pueden existir circunstancias en las cuales el nivel de protoporfirina IX está aumentado y que no haya exposición al plomo, como sucede en el caso de una anemia por deficiencia de hierro y en las porfirias.(64) La ventaja diagnóstica de Zincprotoporfirina es que se eleva con exposición al plomo y con anemia ferripriva y no en el caso de las primarias o secundarias. (75) Pero mientras que éstas son raras en nuestro medio, la anemia ferripriva en cambio es frecuente en niños y en adultos por su relación con el grado de nutrición.

Se considera un nivel elevado de ZPP como efecto significativo de la al plomo para la salud que ocurre antes de la aparición de cambios manifiestos en la función del organismo. (65) Adquiere así una importancia porque se trata de un cambio temprano.

Roels et. al. (24) señalaron en 1976 que la relación entre un aumento en absorción de plomo y el aumento del nivel de ZPP depende de la edad y el sexo y que existen diferencias específicas en sensibilidad. En especial los niños pequeños reaccionan con mayor sensibilidad; más que las mujeres adultas y éstas a la vez más que los hombres adultos.

Y mientras que el nivel de PbS es una medida de exposición al plomo durante las últimas semanas, el nivel de ZPP refleja un efecto de la absorción de plomo durante los últimos 3 a 4 meses. (66)

El nivel de ZPP empieza muchas veces a aumentarse con un nivel de plomo en sangre de 30 microgr Pb/dl, encontrándose siempre elevada la concentración de porfirinas en los eritrocitos a un nivel de PbS de 60 microgr Pb/dl.

Al terminarse la exposición al plomo éste parámetro seguirá siendo elevado por mucho tiempo más. En el caso de personas que han formado un depósito en los huesos, el nivel de ZPP puede permanecer alto durante años. (65)

Es importante señalar que existe una clara correlación entre los niveles de ZPP y los valores de PbS, aunque los niveles límites no siempre coinciden. (65)

Un estudio efectuado en Holanda entre trabajadores de 7 fábricas de acumuladores por Zwennis et. al. (67) indica que valores individuales de ZPP no tienen utilidad para estimar valores individuales de PbS pero que a nivel de grupo el valor de ZPP es un buen indicador de la exposición al plomo.

Según el Coronel Laboratorio y el Laboratorio Médico Biológico (TNO) en Holanda, el valor límite de ZPP para una población no expuesta laboralmente es de 2.5 microgr ZPP/gr Hb. Refieren que a valores mayores de 3.0 microgr ZPP/ gr Hb aumenta el riesgo de un aumento en la concentración de plomo en sangre. (63, 76)



El C.D.C. de los E.E.U.U., aunque no especifica si se refiere a trabajadores o no, menciona como nivel normal de ZPP 5.6 microgr Zpp/ gr Hb, como nivel mediano 10.4 microgr ZPP/ gr Hb y altamente elevado el nivel de 18 microgr ZPP/gr Hb. (68)

Recién se ha desarrollado el “hematofluorímetro”, un equipo que permite a bajo costo y sin necesitar de mayor preparación técnica determinar el nivel de ZPP en sangre capilar. En cambio el análisis de PbS requiere de mucha experiencia, personal especializado y un control permanente en el mismo laboratorio y con laboratorios de referencia, además es muy costoso y tiene que ser determinado con preferencia en muestras de sangre venosa para evitar contaminación.

Aparecen claramente las ventajas del análisis de ZPP como método de screening, o sea como técnica de detección aplicable a grandes números de niños aparentemente asintomáticos para determinar si han sido expuestos al plomo y si es el caso, cuáles son los riesgos de una exposición continua.

#### 6.4.3.4. Otras técnicas de diagnóstico

En el caso de los niños se utiliza también la radiografía como técnica diagnóstica y las bandas anchas de elevada densidad en las metafisis de los huesos largos, representan generalmente un almacenamiento excesivo de plomo en el hueso. No obstante en algunos casos de intoxicación grave por plomo las radiografías pueden aparecer normales. (52)

Otra técnica diagnóstica para la clasificación según gravedad de niños que aparentemente han sufrido un exceso de exposición al plomo es el test de provocación ó de la movilización del plomo quelable en la orina con CaEdta. (52). El C.D.C. recomienda utilización del test en los casos de niños asintomáticos con niveles de PbS de 25-55 microgrPb/dl.(69).

## 6.5. TRATAMIENTO

El aspecto principal del tratamiento es la separación precoz del niño de la fuente o fuentes de plomo y la progresiva reducción de los peligros de su medio ambiente. (52) .

Es obvio que será más fácil realizar este aspecto si la fuente principal es la pintura de la casa que cuándo se trata de una fuente industrial cercana.

La terapia de quelación consiste en la aplicación de distintas combinaciones de BAL (Dimercaptopropanol) y CaNa..2-EDTA, (Disodio Calcio-Edetate), según la gravedad del caso, la presencia de síntomas etcétera. Esta terapia puede ser de importancia vital en la intoxicación por plomo en niños para salvaguardar la vida por su acción de disminuir de forma mucho más rápida que los procesos normales de excreción la carga total de plomo en el organismo, priorizando la parte móvil que es la más tóxica. (69) .

Sin embargo, nunca se podrá considerar el tratamiento con quelantes un sustituto de medidas de prevención y control destinadas a erradicar fuentes controlables de plomo en el ambiente. Así, que las piedras angulares del manejo clínico de una intoxicación por plomo en niños, además de una posible terapia de quelación son el monitoreo por laboratorio, la educación familiar, la corrección de deficiencias nutricionales y la principal: La reducción de la exposición al plomo para prevenir una posterior acumulación de plomo en el organismo. (15)

## 6.6. PATRON EPIDEMIOLOGICO

### 6.6.1. -Plomo: El Agente

El plomo, un metal pesado azul grisáceo es el producto final de la desintegración radioactiva del Uranio y del Torio y se presenta en forma de diferentes minerales sulfuros, de lo cual se extrae el plomo primario por un proceso térmico. (70) El plomo divalente es similar en muchos aspectos al Calcio y puede ejercer con éste una acción competitiva en muchos sistemas, tales como la respiración mitocondrial y a la vez explica el porqué del almacenamiento preferencial de plomo en el esqueleto.

#### 6.6.1.1. El plomo como contaminante ambiental

El plomo es un constituyente normal de la tierra en una concentración de 10-200 mg/kg y hasta un cierto nivel se encuentra normalmente en plantas y animales y constituye así un ingrediente de la dieta humana. Lo que explica la absorción de plomo en poblaciones lejanas de la contaminación industrial como por ejemplo los Papúes de Nueva Guinea, donde se encontraron niveles de plomo sanguíneo de 1 a 13 microgr/dl. (2) Es importante notificar que cualquier compuesto de plomo es potencialmente tóxico - independientemente de su grado de solubilidad, ya que en el organismo puede solubilizarse por el ácido carbónico pulmonar o por el ácido clorhídrico gástrico. (65)

O sea al utilizar recipientes de vidrio o porcelana para ensaladas, sus compuestos de plomo se solubilizan al contacto con el ácido acético del vinagre o el ácido cítrico del limón.

Las fuentes de plomo más importantes en el aire extra-domiciliar son el tráfico de vehículos y las emisiones de la industria. Como consecuencia la concentración de plomo en la atmósfera variará con la distancia a la fábrica y la carretera.

En toda industria que emplea como materia prima metales que deben ser fundidos para el proceso de producción, comienzan a causa del aumento de la tensión de vapor superficial que se produce de manera - proporcional a la temperatura utilizada, a liberarse vapores metálicos. Estos vapores sufren un proceso de condensación que genera partículas sólidas de menos de 1 micro que se mantienen en suspensión en el aire, conformando lo que se llaman los humos metálicos. (2)

El humo emitido por los vehículos se encuentra en un 90% como un complejo inorgánico de clorobromuro de plomo en partículas de diámetro muy *pequeño*.

En países industrializados el tráfico de vehículos es considerado como la mayor fuente de contaminación ambiental y responde por más del 90% de las emisiones de plomo en la atmósfera. (2)

Según parece las emisiones de plomo por fuente industrial son de menos importancia con excepción de las áreas cercanas a las fábricas. La partícula de plomo emitida por el tráfico es del orden de un "sub-micrón" por lo que logra penetrar profundamente en los pulmones con la inhalación. En cambio las partículas emitidas por fuentes industriales tienen un tamaño mayor y penetran en menor cantidad a la profundidad de los pulmones.

Generalmente el plomo en el aire extra-domiciliar es recogido con "High Volume-Samplers", instrumentos capaces de recoger partículas hasta de 10 micrometro eficazmente. Al interior de la vivienda las concentraciones de plomo en aire son mucho menores que afuera. Se ha demostrado que las grandes partículas de plomo del aire exterior penetran con mayor dificultad que las partículas pequeñas al interior de los edificios. (2) Es la razón principal por la cual difieren tanto las concentraciones de plomo adentro y afuera de la vivienda en áreas con fuentes industriales y con fuentes móviles de plomo (tráfico de vehículos).

El suelo y las fuentes de agua potable como lagunas, presas, tanques pueden contaminarse por el plomo del aire y del polvo. Se ha demostrado que el nivel de plomo en tierra es elevado cerca de zonas mineras, de fuentes industriales de plomo y alrededor de casas viejas, deterioradas en especial si son de madera pintadas con pintura a base de plomo.

A la vez el tráfico de vehículos es causa de concentraciones elevadas de plomo en suelo hasta a una distancia de 100 mts de la orilla de carreteras muy traficadas. A una distancia mayor de 150 mts no parece causar variación en el nivel de plomo en suelo.

Los sistemas de distribución de agua potable que ocupan tuberías de plomo, se vuelven, una fuente de plomo al disolverse el metal en contacto con agua de un ph ácido.

Los alimentos y vegetales cultivados en zonas expuestas a descargas industriales pueden ser muy contaminadas, también por el uso de plaguicidas agrícolas a base de plomo. Los alimentos enlatados tienen una concentración 8 a 10 veces mayor de plomo que los no enlatados por las soldaduras en las latas. Otra causa de contaminación de los alimentos con plomo es el uso de recipientes de vidrio, barro vidriado mal cocido y la destilación de bebidas alcohólicas en recipientes de vidrio. (47)

Sobre conocida son las pinturas a base de plomo especialmente en casas viejas deterioradas que se convierten en fuente de plomo para niños igual como papel de color mal impreso, pasta de dientes.

#### 6.6.2. Vía de transmisión

Los humos y vapores de plomo, sus compuestos y los polvos del - mismo penetran al organismo mediante la inhalación, la ingestión ya través de la piel.

El grado de absorción por las vías respiratorias dependerá de la solubilidad de los distintos compuestos, su tamaño, la distribución de las partículas en la atmósfera y otros factores de riesgo como el hábito de fumar y/o el padecer de alguna enfermedad crónica respiratoria.

Las partículas de mayor tamaño se depositan en las vías respiratorias altas donde son transportadas por el mecanismo mucociliar hasta la nasofaringe y luego deglutidas.

Para la población general, no expuesta laboralmente, la ingestión de plomo en mayoría es más importante como vía de transmisión que la inhalación. Al tratarse de un trabajador expuesto al plomo en una industria, es diferente la situación aunque tampoco en este caso se puede negar la vía digestiva por ejemplo por fumar con manos sucias la falta de higiene.

En Holanda el promedio anual del nivel del plomo en aire varía de 0.5 a 2 microgr Pb/m.<sup>3</sup>, aumentando con la intensidad del tráfico de vehículos. Esto significa para adultos en absorción de 7.5 microgr Pb por 24 horas. (2) Por vía digestiva un adulto absorbe 5 a 10% del plomo ingerido al día y en el caso de niños pequeños éstas cifras serán aún mayores, hasta un 10 a 50%.

Los vehículos de transmisión son el aire, la tierra, el polvo, el agua y los alimentos.

### 6.6.3. Huésped Susceptible

#### 6.6.3.1. Puerta de entrada

La puerta de entrada principal es la boca. La puerta de entrada cutánea tiene importancia al tratarse de compuestos orgánicos como el tetra-etilo y tetra-metilo de plomo, que se utilizan en gasolina y carece de valor para la absorción de formas inorgánicas de plomo.

Otra puerta de- entrada es a través de la placenta y cordón umbilical. En sangre de cordón umbilical y en otros órganos del feto se ha encontrado plomo a partir de las 12 a 14 semanas.

Al nacer el nivel de PbS en la sangre del cordón umbilical no difiere de la concentración en la sangre materna.

#### 6.6.3.2. Distribución del Plomo

El plomo una vez absorbido llega a la sangre donde un 90% es ligado a la hemoglobina de los eritrocitos.

La cantidad total de plomo en el organismo llamado "body-burden" se distribuye de la siguiente manera:

- Una parte intercambiable de forma rápida y efectiva en la sangre y órganos como el hígado, riñones y cerebro lo que constituye aproximadamente 2% del total. El plomo en el plasma, 0.2% del total se divide en dos fracciones: una ligada a las proteínas y la otra disuelta en el plasma que constituye el plomo "biológicamente activo."
- Una fracción que se intercambia de forma más lenta en la piel y en los músculos.
- Una reserva en los huesos que se puede diferenciar en una parte intercambiable en la médula y una parte fijada en la compacta de los huesos, lo que en adultos constituye el 90% del total. (62)

En cuanto a los niños, la parte de la médula ósea es relativamente más grande que en adultos. El plomo divalente por otro lado tiene propiedades similares al calcio con lo cual presenta un efecto competitivo y como durante la primera infancia el esqueleto aumenta cuarenta veces su masa original, es en éste período que el hombre dispone de mayor capacidad de acumular plomo. (2)

El plomo tiende a acumularse en el organismo humano. Inicialmente es eliminado a través de ciertos mecanismos, pero si la exposición se prolonga, la cantidad absorbida ya no se eliminará y se acumulará en distintos compartimentos.

Así es que una exposición relativamente continua causará un aumento del nivel de plomo en sangre en el curso de 2 a 6 meses. Luego este valor permanecerá constante aunque persiste la exposición, sucediendo lo mismo en distintos órganos, con excepción de los huesos y la aorta donde el nivel de plomo aumentará con la edad. (62)

El plomo es eliminado en un 75% a 80% por la orina, en un 15% por secreciones gastrointestinales y en un 5% por otras vías como son el cabello, uñas, el sudor y la leche materna. La capacidad de eliminación del riñón es limitado y además es afectado por los efectos tóxicos del plomo.

#### 6.6.3.3. Susceptibilidad del huésped

Existe una mayor sensibilidad para los efectos tóxicos del plomo en grupos e individuos. En primer lugar son más susceptibles los que padecen de anemia o de una afección renal. (65)

Se ha demostrado *que* la absorción de plomo oral es anormalmente alto en los *que* padecen de una deficiencia de hierro. (71)

Condiciones como enfermedades febriles, trastornos metabólicos procesos infecciosos y una mala condición alimenticia conducen a una mayor movilización del plomo acumulado en los diferentes órganos y tejidos. Se considera como más susceptibles también los que ya tienen antecedentes de una intoxicación plúmbica.



Pero, a pesar de esto los estudios realizados durante los últimos 15 años sugieren que son los niños menores de 6 años que constituyen el grupo de mayor riesgo dentro de la población no expuesta laboralmente.

#### 6.6.4. Niños menores de 6 años como grupo de mayor riesgo.

Las razones más importantes son:

1) Niños tienen una mayor sensibilidad al plomo que los adultos.

Un determinado nivel de plomo sanguíneo causará mayores efectos en niños que en adultos. Efectos adversos al funcionamiento del sistema nervioso central, medidas por varias pruebas de habilidad mental, suelen darse a niveles de PbS mucho más bajos que en adultos. Anteriormente se suponía que estos efectos adversos al sistema nervioso central no ocurrían en niños a niveles menores de 30 microgr Pb/dl. Actualmente hay dudas si acaso existe un nivel límite para éstos efectos. (2). Asimismo, a niveles más bajos de PbS que en adultos inicia el aumento de las protoporfirinas libres en niños.

2) Niños absorben con la alimentación más plomo por kg de peso que los adultos.

Los niños absorben más plomo por kg de peso corporal por la razón que suelen consumir más alimentos por kg de peso corporal (2). La diferencia puede ser hasta 2 a 3 veces mayor, dependiendo de la edad del niño. A la vez el volumen inhalado por kg de peso corporal, suele ser más grande debido a su mayor metabolismo.

3) Por sus hábitos de meterse objetos a la boca y algunos de comer tierra, tienen una mayor exposición al plomo que los adultos.

Durante algún período que normalmente es de 9 a 36 meses el niño investiga su ambiente mediante sus manos y boca. La cantidad de plomo ingerida a consecuencia de esa costumbre no se ha logrado medir todavía de forma directa. (2) .

Sin embargo, se estima que la cantidad de plomo ingerido podría ser del orden de 20 a 50 microgr/día, aunque resulta extremadamente difícil cuantificarlo. Todo depende de la frecuencia con la cual se llevan las manos y/o objetos a la boca, de la cantidad de plomo absorbida de manos y objetos por esa costumbre y del contenido de plomo en suelo y polvo. Algunos investigadores refieren una frecuencia de 2.4 a 6.4 veces por hora de la actividad "mano-boca" en niños. ( 2) .

Esta costumbre es considerado como un aspecto normal en el desarrollo de los niños y según descrito puede ocurrir hasta la edad de 5 a 6 años, aunque la frecuencia de esa costumbre parece depender de una serie de - factores sociales como el cuidado inadecuado de los niños, la calidad del ambiente de juego, la presencia de hermanos que fomentan el hábito etc.

La cantidad de plomo que se puede encontrar en las manos del niño ha sido registrada en varios estudios (2), y según los resultados parece que en ambientes urbanos es posible encontrar durante el juego normal 20 a 30 microgr Pb en las manos de un niño.

Cerca de fuentes industriales o en casas viejas y deterioradas donde el contenido de plomo en polvo es mayor, los niveles encontrados pueden ser más altos y hasta exceder los 100 microgr Pb /mano. Ahora solo es posible hacer un cálculo aproximado de la cantidad de plomo que pueda ser ingerido por niños con la costumbre de comer tierra y/o de meterse las manos a la boca.

Sin embargo, los datos mencionados sobre la frecuencia de ese comportamiento, y las concentraciones encontradas de plomo en la mano, sugieren que la ingestión de partículas de polvo y tierra puede ser la vía de transmisión de plomo más importante en niños menores de 6 años"

Es probable que la variación de los factores que influyen en la absorción de partículas de suelo y/o polvo sea grande a un determinado nivel de contaminación del ambiente. Pero aunque algunos de esos factores son difíciles de cuantificar es imprescindible incorporarles en el estudio de absorción de plomo ambiental en niños.

4) La capacidad de absorción del tracto gastro-intestinal es mayor en niños que en adultos.

Existe alguna evidencia que la absorción de plomo por el tracto gastrointestinal sea mayor en niños que en adultos. (62).

Estudios en animales por ejemplo han demostrado claramente que los jóvenes absorben más plomo del intestino que los animales adultos. Sin embargo, una mayor absorción no es idéntico a una mayor retención de plomo por el organismo. Según la literatura se ha demostrado que a niveles bajos de exposición la excreción de plomo también es mayor en niños que en adultos -mientras que a niveles altos de exposición los niños retienen más plomo. (2).

5) Los niños inhalan más aire por kg de peso corporal que los adultos.

Comparando un adulto en reposo con un niño de la edad de 3 años, ésta diferencia puede ser hasta de dos veces. (52). Al aumentar la edad la diferencia desaparece gradualmente. El sexo no causa ninguna diferencia en absorción de plomo hasta la adolescencia. Aparte de una mayor inhalación por kg de peso corporal, los niños suelen ser mucho más activos que los adultos.

En los E.E.U.U., se ha demostrado de forma repetida que niños de raza negra tienen niveles más altos de plomo en sangre (2). Sin embargo, más que la raza parecen ser los factores socio-económicos los determinantes de éstas diferencias ya que los niños de raza negra suelen habitar los viejos centros de las grandes ciudades, donde las viviendas deterioradas están pintadas con pintura a base de plomo.

A corto tiempo después de nacer niños de distintas razas no han presentado diferencia en los niveles de PbS y es al crecer que se ha manifestado la diferencia.

La encuesta nacional NHANES además demostró que la exposición al plomo afecta a todos los niños independiente de nivel socio-económico y raza. (5)

No obstante muchos factores secundarios que tienden a elevar la concentración de plomo en sangre a un determinado nivel de exposición como son la costumbre de pica, la deficiencia de calcio, los cuidados inadecuados del niño, parecen estar relacionados con un bajo nivel socioeconómico que a la vez determina que las personas permanecen durante mucho tiempo en áreas con una mayor contaminación ambiental.

## 6.7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

Existen medidas de prevención y control destinadas al enfermo, el huésped susceptible ya la vía de transmisión.

### 6.7.1. El Enfermo:

Al comprobarse el diagnóstico de una exposición excesiva o una intoxicación por plomo mediante manifestaciones clínicas y/o de laboratorio tomando en cuenta los aspectos epidemiológicos, se ingresará al niño en un hospital para aplicarle según la gravedad del caso su tratamiento indicado.

Un estudio ambiental e intervenciones a ese nivel tienen que ser iniciados al solo confirmarse una exposición excesiva o intoxicación por plomo.

Se recomiendan medidas tendientes a reducir la contaminación ambiental o a erradicar la fuente emisora de plomo.

Teniendo en cuenta la edad del niño y los niveles de plomo en sangre se realizará la clasificación para priorizar las medidas ambientales. Cada caso de intoxicación por plomo será notificado a nivel regional y central para su debido control.

La educación sanitaria que constituye con el monitoreo biológico una de las medidas más importantes se extenderán también al huésped susceptible.

#### 6.7.2. El Huésped Susceptible:

Es de mucha importancia asegurarles a los niños una adecuada absorción de calcio garantizando a consumo de leche.

La leche ha sido utilizada como medida de prevención en muchas industrias de plomo. (47)

No se conoce el origen de ésta práctica y probablemente ha sido una observación empírica, que debe su efectividad a una corrección en la dieta de calcio y fosfato.

Como la concentración de calcio en el intestino es un factor importante con respecto a la absorción de plomo, se supone que la leche podría disminuir la cantidad absorbida de plomo.

El garantizarles leche a niños, que constituyen el grupo de mayor riesgo para desarrollar una intoxicación plúmbica, sin duda tendrá mayor importancia que el uso en la industria, aunque fuera solamente porque los niños que están más expuestos pertenecen a los grupos de bajo nivel socioeconómico que tienden a tener deficiencias nutricionales.

Niños con una dieta baja en calcio absorberán más plomo que los niños que tienen una dieta adecuada en calcio. (47).

### 6.7.3. La vía de Transmisión:

La mejor forma de prevenir la exposición excesiva al plomo es eliminando la posibilidad que el plomo de cualquier fuente fuera trasladada a la tierra y el polvo.

Para esto se tendría que reducir el nivel de plomo en aire prácticamente a cero.

La eliminación del metal del aire implicaría el dejar de usar plomo de forma comercial, un propósito que no es alcanzable si pensamos en la gran importancia que tiene el metal para ciertos sectores de la economía.

Pero, las emisiones de polvos, humos y vapores de toda fuente industrial tendrán que ser reducidas de forma suficiente como para cumplir con las normas actuales de plomo en aire.

El contraste entre las normas de los países del Oeste y los del Este es muy llamativo en este caso, ya que la U.R.S.S., en base a sus estudios toxicológicos establecieron como norma para plomo en aire 0.7 microgr/m.3 y los promedios de concentraciones de plomo en aire en muchos países de Europa y los E.E.U.U., sobrepasan los 2 microgr/m.3. (47).

En áreas donde las concentraciones de plomo en tierra y suelo son elevadas, se proponen excavaciones a gran escala de las capas superficiales del suelo o incluso el reubicar la población para reducir la exposición al plomo de los niños.

En los E.E.U.U., se ha logrado reducir los niveles de plomo en sangre de la población disminuyendo la utilización de plomo en gasolina. (22). La utilización de plomo como aditivo en pinturas destinadas a las casas fue prohibida en 1977 por una agencia federal en los E.E.U.U., ( 15) .

## **VII MATERIAL Y METODO**

## 7.1. TIPO DE ESTUDIO

Según el problema y los objetivos planteados el estudio realizado es de tipo descriptivo-exploratorio y transversal.

Se trata de un primer nivel de investigación que permitirá sugerir hipótesis y dar bases para estudios de tipo analítico.

Se divide en dos fases. La primera es la aplicación de un método de screening con Zincprotoporfirina (ZPP) a una muestra de niños de 0 a 6 años de los Barrios Domitila Lugo, Rigüero Norte y Pedro Joaquín Chamorro, aledaños a la Fábrica de Acumuladores Willard y algunos talleres artesanales de baterías (Área Urbana) y a un mismo porcentaje de niños de 0 a 6 años de la comunidad Los Cedros (Área Rural). La segunda fase es la determinación del nivel de plomo en sangre a todos los niños de la población en estudio o sea el Área Urbana con niveles de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb.

Se utiliza un modelo epidemiológico con el nivel de plomo en sangre como variable principal y diversos otros parámetros como variables secundarios. La exposición es medida a nivel individual y se exploran determinadas características de la población en estudio relacionados al grado de exposición al plomo.

Tomando en cuenta el alto costo económico de cada análisis de plomo sanguíneo, se realiza primero un screening con Zincprotoporfirina (ZPP). Y siendo la primera vez que se utiliza ésta técnica en Nicaragua se determina el nivel de ZPP en una muestra similar de niños de la misma edad en la comunidad rural de Los Cedros, para conocer la distribución de valores de ZPP en un área con un nivel socioeconómico similar pero sin presencia de fábrica y talleres de baterías.

En algunos lugares del Área Urbana, se toman muestras de suelo, aire y agua para determinar la concentración de plomo en cada uno de estos elementos. Se realiza un muestreo similar en el Barrio José Dolores Estrada, siendo también un barrio urbano ubicado a una misma distancia de la Carretera Norte pero sin fuente industrial de plomo.



## 7.2 . UNIVERSO Y MUESTRA

### 7.2.1. Área de Estudio

Los niños a estudiar habitan viviendas ubicadas en el área limitada por una circunferencia de aproximadamente 750 metros de radio que tiene por centro a la Fábrica Willard y que incluye los Barrios Domitila Lugo, Rigüero Norte y Pedro Joaquín Chamorro.

Estos barrios están ubicados en la Zona 9, zona industrial de la capital Managua que se extiende a lo largo de la Carretera Norte a las orillas del Lago de Managua.

En la zona industrial se concentra un 60% de todas las industrias de Nicaragua aproximadamente 160 fábricas y pequeñas industrias y es a la vez lugar de vivienda de una gran parte de la población capitalina. La cercanía del Lago de Managua, considerado sumamente contaminado, la concentración de centros de producción, la deficiente situación higiénico-sanitaria, el hacinamiento que caracteriza los barrios obreros y el grado de pobreza de la población determina de forma importante la insalubridad general.

Para cumplir el tercer objetivo específico, se estudiaron únicamente para la determinación fisiológica del nivel de Zincprotoporfirine, los niños que habitan la Comunidad Los Cedros, un pueblo en el área rural de la Región III, Managua, que denominaremos en adelante Área Rural.

Para cumplir el quinto objetivo específico se estudiaron en algunos lugares del Área Urbana los niveles de plomo en suelo, aire y agua tomándose también algunas muestras en un barrio urbano sin fuente industrial pero a una misma distancia que el Área Urbana de la Carretera Norte.

### 7.2.2. Definición del Universo

El universo o población de estudio es el conjunto de todos los niños, de ambos sexos comprendidos entre las edades de 0 meses a 5 años, 11 meses, cumplidos el 1 de Junio del año 1987 y que residen actualmente en los Barrios Domitila Lugo, Rigüero Norte y Pedro Joaquín Chamorro.

Únicamente para el objetivo específico 2, se considera como universo: El conjunto de todos los niños de ambos sexos comprendidos entre las edades de 0 meses a 5 años, 11 meses, cumplidos el 1 de Junio de 1987 y que habitan actualmente en la Comunidad Los Cedros.

### 7.2.3. Unidad de muestreo-Unidad de análisis

Primera Fase: Unidad de muestreo son los niños de ambos sexos comprendidos entre la edad de 0 meses y 5 años, 11 meses cumplidos el 1 de Junio de 1987 que habitan el Área Urbana.

Constituyen la parte principal de la unidad de observación o análisis ya que en ellos se aplicaron la encuesta biológica (determinación de ZPP porcentajes de Hematocrito) y un instrumento de recolección de datos. Además fueron tomados de cada niño los datos de peso y talla, para determinar el grado de nutrición.

Otras unidades de análisis son:

-El núcleo familiar: El conjunto de personas que comparten la misma vivienda sin importar si poseen o no entre sí lazos de parentesco.

-Vivienda: El aspecto físico que habita un conjunto de personas definidas anteriormente como unidad familiar.

-El Jefe de Familia: Es la persona o son las personas a cargo del sustento económico del niño, el principal responsable del niño.

Para el segundo objetivo específico constituyen la unidad de muestreo los niños de ambos sexos de 0 meses a 5 años, 11 meses, cumplidos el 1 de Junio de 1987 que habitan el Área Rural.

En la segunda fase de la investigación la unidad de observación fue el niño de 0 meses a 5 años 11 meses, del Área Urbana con un nivel de ZPP mayor de 4.9 microgr/gr Hb. La población estuvo constituida por 215 niños.

#### 7.2.4. Tamaño total de la muestra

Considerando los objetivos y propósitos del estudio y tomando en cuenta las limitaciones materiales se plantea inicialmente aplicar los instrumentos de medición a un número más reducido de niños, o sea seleccionar una muestra más pequeña.

Sin embargo, por la muerte del niño el 24 de Mayo por intoxicación con plomo en el Área Urbana, el screening con ZPP se ejecuta como la respuesta inmediata que el MINSA da ante este problema de salud emergente y local, y se combina el objetivo principal del estudio con el objetivo de asistencia médica. En esta coyuntura se plantea tratar de examinar el universo completo; o sea 1.320 niños.

Para cumplir con el objetivo de este estudio se extrajo de forma aleatoria una muestra de 1.000 niños de dicha población, representando ésta muestra un 75%. La misma muestra se extrajo en el área rural.

Las muestras de suelo fueron obtenidas al azar en los terrenos indicados en los mapas anexos (Anexo VI-1, VI-2 ). En el Área Urbana se tomaron 11 y en el Barrio José Dolores Estrada 10 muestras de suelo. Solo en algunos de éstos mismos puntos fueron obtenidas muestras de aire y agua por limitaciones de tipo material.

#### 7.2.5. Determinación de método de selección de la muestra.

El método de selección de la muestra fue aleatorio. Se elaboró una lista con 1.320 números, correspondiendo cada uno a un niño y se seleccionaron de forma aleatoria 1.000 números, lo que corresponde con una muestra del 75%. De la misma forma se procedió en el Área Rural, donde se seleccionaron 116 niños.

Las muestras de suelo, aire y agua fueron tomadas al azar en el Área Urbana y en el Barrio José Dolores Estrada.

#### 7.2.6. Procedimientos realizados para determinación de la muestra.

En el año 1986 se realiza el primer censo de la población infantil de los barrios del Área Urbana con participación masiva de los brigadistas de salud, no siendo posible la ejecución de la investigación éste año por limitaciones materiales. Los datos del censo son actualizados con la colaboración de los brigadistas de salud del Barrio La Primavera en 1987.

### 7.3. METODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

#### 7.3.1. Métodos de recolección de información:

- Primera Fase:
- Encuesta serológica del niño objeto de estudio
  - Medición de peso y talla del niño objeto de estudio
  - Entrevista estructurada a la madre o principal responsable del niño
- Segunda Fase:
- Encuesta serológica del niño objeto de estudio
  - Observación sistemática de la vivienda
  - Determinación de la concentración de plomo en muestras de suelo, aire y agua en el Área de estudio y en el Barrio José Dolores Estrada.

### 7.3.2. La información recogida:

Para cumplir los objetivos 1 al 3, la información obtenida por encuesta serológica se refiere a la concentración de Zincprotoporfirine (ZPP) y el porcentaje de Hematocrito en sangre venosa de los 1.000 niños seleccionados en el Área Urbana y 116 en el Área Rural.

Y asimismo para cumplir el objetivo 4 de la información obtenida por encuesta serológica se refiere a la determinación del nivel de plomo sanguíneo en todos los niños con niveles de ZPP mayores de 4.9 microgr/dl.

Para conocer los factores relacionados con el grado de exposición al plomo se indagaron aspectos generales como edad, sexo, comportamiento, hábitos nutricionales del niño, así como elementos que servirán de indicadores de la situación socioeconómica del niño bajo estudio.

Con este mismo objetivo se midieron talla y peso para poder definir el grado nutricional mientras que a través de una observación regulada se observó en la segunda fase del estudio el tipo de vivienda donde el niño habita.

### 7.3.3. Estructura del formulario y diseño del mismo:

Se usaron dos instrumentos confeccionados para recoger los datos. (Anexos) Para la realización del screening (Objetivo 1 al 3 y 5) se usó el primero, en él se registraron los datos generales del niño, su dirección (barrio y manzana), edad, sexo, hábitos alimenticios, tiempo de exposición, exposición laboral de uno de sus familiares al plomo, indicadores socioeconómicos, tipo de vivienda, pintura y además el nivel de ZPP, el porcentaje de hematocrito, el peso y talla. El instrumento fue diseñado en forma estructurada conteniendo en su mayoría preguntas cerradas, des glosadas en áreas.

El segundo se usó para el cuarto objetivo específico. Se anexan - los dos formularios elaborados.

## 7.4. TECNICAS DE LABORATORIO Y DE DIAGNOSTICO EMPLEADOS

### 7.4.1. Análisis de Laboratorio:

- Nivel de Zincprotoporfirina (ZPP) en sangre: La concentración de ZPP fue determinada en el lugar y momento de extracción en una gota de sangre capilar mediante un Bell-AVIV Hematofluorimetro, calibrado en microgr ZPP/gr Hb. El promedio de dos lecturas consecutivas fue utilizado por análisis estadístico.

- Porcentaje de hematocrito en sangre:

En el mismo momento se determinó el porcentaje de hematocrito en sangre capilar, según el método de Mc Inroy y Guest .

- Nivel de plomo en sangre (PbS):

Las muestras fueron tomadas por un técnico de laboratorio. Se extrajo 5 ml de sangre venosa según método vacuntainer con tubos previamente heparinizados, libres de plomo y juntos con las agujas enviados por el mismo laboratorio en Holanda. Después de agitarlas suavemente las muestras fueron guardadas en refrigeración y enviadas en las mismas condiciones.

La concentración de PbS fue determinada por absorción atómica, utilizando un espectrofotometer Perkin Elmer, tipo 4000 y un horno de grafito Perkin Elmer tipo HGA 500.

Las muestras fueron analizadas por el Laboratorio Médico Biológico, de T.N.O., Holanda quien lleva un programa de control de calidad con varios laboratorios en Europa. Las muestras fueron analizadas en duplo utilizando el promedio de las dos mediciones por el análisis estadístico.

-Contenido de plomo en suelo, aire y agua:

Las muestras de estos elementos fueron tomadas por un higienista industrial de Canadá y fueron analizadas en el Laboratorio del Centro de Toxicología de Quebec, Canadá.

Las muestras de suelo se obtuvieron sacando en 3 a 4 puntos dentro de una superficie de 1 m.2 la capa superior ó sea hasta una profundidad de 2 a 5 cm del suelo. Cada muestra de suelo fue tamisada sobre un filtro de malla 32, luego 10 mg del polvo fueron digeridos en 1 ml. de ácido nítrico concentrado y determinada por absorción atómica, realizándose la graduación con cantidades conocidas de plomo en ácido nítrico al 5%.

Las muestras de aire se tomaron con bombas de tipo GILIAN y la muestra digerida en ácido fue leída por absorción atómica.

Las muestras de agua fueron tomadas en la superficie del líquido contenido en distintos barriles de almacenamiento. Las muestras diluidas fueron leídas por absorción atómica.

#### 7.4.2. Valoración nutricional:

- Se emplearon un infantómetro y una balanza pediátrica, un tallímetro y una balanza de adultos. Para los niños menores de 2 años y para los de 2 a 5 años y 11 meses se utilizaron dos tablas distintas, ambas autorizadas por la Dirección Materno Infantil del MINSA, para ser bajadas a partir del año 1988 a todos los Centros de Salud y Hospitales del país.

Para los niños menores de 2 años se trabajó con un tabla que fue derivada de la Tabla N.C.H.S., y adaptada de acuerdo a las condiciones de Nicaragua partiendo del indicador peso por edad utilizando una tabla por sexo. Se clasifica según cuatro curvas, y dependiendo el percentil que es clasificado, se indicará si el niño es desnutrido, en riesgo, normal o con sobrepeso.

Para los niños mayores de 2 años se utilizó la gráfica de Navarro y McNab, que ya se está utilizando en el mayoría de los países de Centroamérica. Esta gráfica indica, en un momento determinado si un niño está o no desnutrido, mediante la relación peso para talla, ayudando a adecuar y verificar sí el déficit es agudo o crónico.

La gráfica consta de tres colores: verde que indica buen estado nutricional, amarillo que indica desnutrición leve o riesgo y el color rojo que indica desnutrición aguda. (72).

## 7.5. PERIODO EN QUE SE REALIZA EL ESTUDIO

Fase I: 15 de Junio al 2 de Julio 1987

(Screening con Zincprotoporfirina, determinación de porcentaje de hematocrito, medición de peso y talla, aplicación de encuesta en Área Urbana) y (Screening con Zincprotoporfirina, determinación de porcentajes de hematocrito en Área Rural).

Fase II: 31 de Agosto al 20 de Noviembre de 1987

(Determinación de nivel de plomo en sangre en 215 niños con valores de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb y visita a vivienda que habita el niño).

12 al 17 de Noviembre de 1987

Determinación de contenido de plomo en muestras de suelo, aire y agua en algunos lugares del Área Urbana y del Barrio José Dolores Estrada.

## 7.6 PROCEDIMIENTOS

Para la realización del screening se integra un equipo formado por: 4 Técnicos de Laboratorio (Laboratorio Central), 2 Nutricioncitas (Departamento Regional de Nutrición) 2 Trabajadores Sociales y una Educadora Popular (Centro de Salud Silvia Ferrufino).

- Se envían 10 muestras de control al Laboratorio MBL, TNO en Holanda, realizándose además Hemoglobina y plomo en sangre. Los resultados de Zpp coincidieron con los encontrados en Managua, teniendo un gran porcentaje de los mismos valores altos sin embargo, la concentración de plomo en sangre estaba elevada en una pequeña parte de las muestras.



- Por lo que se decide realizar la determinación de las concentraciones de plomo, ZPP y hemoglobina en sangre en una muestra piloto de *B7* niños seleccionados de forma aleatoria para indicar los valores de ZPP que se consideran niveles más probables de toxicidad para estos niños.

La relación encontrada entre PbS y ZPP se ve reflejada en la gráfica 1. (Anexo IV) .

En base a las mediciones se llega a la siguiente conclusión:

Al tomar como límite crítico para PbS 30 microgr/dl y para ZPP 5 microgr/gr Hb, la gráfica nos indica que en 32 muestras con ZPP menor de 5 microgr/gr Hb el nivel de plomo en sangre es menor de 30 microgr/dl y que por lo tanto el screening con ZPP aceptando éstos límites críticos permite excluir un 37% de los niños de una determinación de plomo en sangre.

En 17 muestras que representan un 19% los niveles de ZPP y PbS son mayores que los límites críticos.

El alto número de 38 muestras falsas positivas (44%) con un nivel de ZPP mayor de 4.9 microgr/gr Hb y niveles de PbS menores de 30 microgr/ dl probablemente es influenciado por la baja concentración de Hemoglobina en 12 de ellas.

Como dicho anteriormente esto puede ser causa de un aumento en el nivel de ZPP. Al considerar este grupo representativo para la población expuesta al plomo, se puede a través del screening con ZPP excluir un 37% de los niños de exámenes posteriores. ( 73 ).

Se realiza la toma de muestras de sangre venosa para la determinación de PbS en 215 niños con valores mayores de 4.9 microgr ZPP/gr Hb.

El trabajo se realiza de 6:00 a 8:00 a.m., por limitaciones de tiempo del Técnico del Laboratorio.

Aprovechando la posibilidad que se presenta con la venida a Nicaragua de un Higienista Industrial de Canadá, para asistir al coloquio Internacional de Ciencias de la Salud, se toman en algunos lugares del Área Urbana y del Barrio José Dolores Estrada, escogidos al azar muestras de suelo, aire y agua. Limitaciones de orden material impiden la toma de una misma cantidad de muestras de aire y agua, que de suelo.

Recomendado por el Responsable del Departamento de Higiene Ocupacional del MINSA, se procede en estos momentos a tomar al azar algunas muestras de pintura de vivienda y barriles de agua en el Área urbana, para determinar el nivel de plomo de las mismas. Las muestras fueron tomadas por un Técnico del Laboratorio del Centro Nacional de Higiene y Epidemiología, donde fueron analizadas según el mismo método descrito anteriormente por análisis de muestras de suelo.

Una vez recogidos los datos en las encuestas diseñadas al efecto se hizo la revisión de las mismas para realizar correcciones y luego pasar a la etapa de procesamiento de la información, para lo cual se diseñó un programa de computación electrónica usando la máquina PC Láser XT.

El análisis de los datos se procedió a realizar mediante el uso de tablas, gráficos y comentarios sobre los resultados.

Para análisis estadístico se utilizan las pruebas estadísticas de Chi-cuadrado y Z de diferencia de proporciones.

## **VIII VARIABLES**

## 8. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

### 8.1. Variable Principal

El grado de exposición al plomo.

### 8.2. Variable Secundaria

- La distancia de la vivienda a la Fábrica Willard, la distancia de la vivienda a otras fuentes y la dirección del viento como factores aditivos de la exposición individual al plomo ambiental.

- La edad, el sexo, la situación socio-económica, el grado nutricional, el vínculo laboral, tipo de vivienda, el tiempo de exposición y ciertos hábitos como el geofagismo, pica, el consumo de alimentos específicos que son factores que varían la exposición individual.

- El nivel de plomo en suelo, el nivel de plomo en aire, el nivel de plomo en agua y la pintura.

8.3. El grado de exposición al plomo es la variable principal o dependiente de éste estudio y que entenderemos como un nivel de Zincprotoporfirina (ZPP) mayor de 4.9 microgr ZPP/ gr Hb y un nivel de plomo en sangre (PbS) mayor o igual a 30 microgr Pb/dl. Los indicadores son el nivel de Zincprotoporfirina (ZPP) y de plomo en sangre (PbS). La unidad de medida para ZPP es microgr /gr Hb y para FbS microgr /dl. La escala utilizada es la siguiente:

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| ZFP: menor de 2.5 microgr ZPP/gr Hb | BAJA                  |
| de 2.5 a 4.9 microgr ZPP/gr Hb      | MODERADA              |
| mayor de 4.9 microgr ZPP/gr Hb      | ELEVADO               |
| PBS: menor de 30 microgr Pb/dl      | BAJA                  |
| de 30 a 55 microgr Pb/dl            | NIVEL DE EXPOSICION   |
| mayor de 55 microgr Pb/dl           | NIVEL DE INTOXICACIÓN |

8.4. La variable distancia vivienda a la Fábrica Willard es la distancia medida en metros entre la vivienda que habita el niño y la Fábrica de Acumuladores Willard, tomando como escala (Mapa Anexo III) la distancia de 0 hasta 250 mts (círculo I), la distancia de 250 hasta 500 mts (círculo II) y la distancia mayor de 500 mts (círculo III y las manzanas 17,18,29 y 33).

En cuanto a la distancia de la vivienda a otras fuentes de plomo ambiental como taller artesanal de reparación de baterías o de fundición de desechos de plomo, también es medida en metros utilizando como escala: Cerca de otra fuente (la ubicación de la vivienda en la manzana 11,13,15, 17,24,25,27,28,29,30,31,33 del Barrio Domitila Lugo) y alejado.

Para la variable dirección del viento se diferencia la dirección norte oeste sur (Cuadrante I Mapa Anexo II) como dirección predominante y las otras direcciones de menor influencia.

8.5. Como factores *que* hacen variar la exposición individual se estudiaron el sexo; la edad, agrupado de la siguiente manera de 0 a 11 meses, de 1 a 2 años, de 3 a 4 años y de 5 a 6 años; el tiempo de exposición expresado en años.

Para analizar la situación socioeconómica se estudiaron algunos sub-variables, como la capacidad económica tomando como indicador la posesión de aparatos eléctricos que no sirven para iluminación; el nivel cultural tomando como indicador el nivel de educación de la responsable principal del niño y con la escala de analfabeta, alfabetizada, nivel primaria y otra; y por último la condición higiénico-sanitaria de la vivienda con los siguientes indicadores y su escala:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| -Tipo de piso            | Tierra/Artificial                       |
| -Tipo de techo           | Zinc o Nicalit /cartón o latas          |
| -Abastecimiento de agua  | Lago/Pozo/Tubería/otra                  |
| -Disposición de excretas | Aire Libre/Letrina/Sanitario/Otra       |
| -Sistema de drenaje      | Entubado/a flor de tierra/Otro          |
| -Hacinamiento            | Menos de 6 personas/de 6 a 10/Más de 10 |

La situación socioeconómica fue clasificada en base a éstos subvariables como regular, mínima y mala.

El grado nutricional fue definido como la condición operacional según edad y sexo en base a la relación peso/talla aplicando la tabla del NCHS para niños menores de 2 años y la tabla de Navarro y McNab por niños mayores e igual á 2 años. El indicador es la relación peso/talla por edad con la escala de 1. sobrepeso y normal 2. riesgo y 3. desnutrido.

Para analizar el comportamiento se indagó sobre el hábito de comer tierra o sea geofagismo y el hábito de llevarse objetos y/o manos a la boca llamado pica. Se utilizó la siguiente escala: 1. nunca, 2. a veces, 3. a menudo.

Para analizar la variable vínculo laboral se indagó sobre la realización de un trabajo con riesgo de exposición al plomo por algún miembro de la unidad familiar. Al afirmarlo se preguntó sobre el tipo de trabajo realizado (directo con plomo, de orden administrativo o de servicios) y el lugar (Fábrica Willard, Taller de Baterías, quemadora de desechos u otros).

En cuanto a la variable alimentos se analizaron los siguientes aspectos: el consumo de leche, el consumo de enlatados, el consumo de verduras cultivadas en el área y el uso de vajilla de barro embarnizado cocido.

Según el tipo de vivienda se facilitará la penetración del plomo en el ambiente (aire, polvo) al interior de la vivienda, mientras que el tipo de piso variará la absorción oral por niños pequeños.

Se estudiaron los siguientes aspectos: 1. El tipo de calle frente a la casa (tierra/asfaltada), 2. El material de las paredes (minifalda/cartón o latas), 3. Piso interior (tierra/artificial).

8.5. El nivel de plomo en tierra se expresa en microgr Pb/gr utilizándose la siguiente escala:

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| 10 a 30 microgr Pb/gr      | NATURAL |
| 31- 200 microgr Pb/gr      | NORMAL  |
| mayor de 200 microgr Pb/gr | ELEVADO |

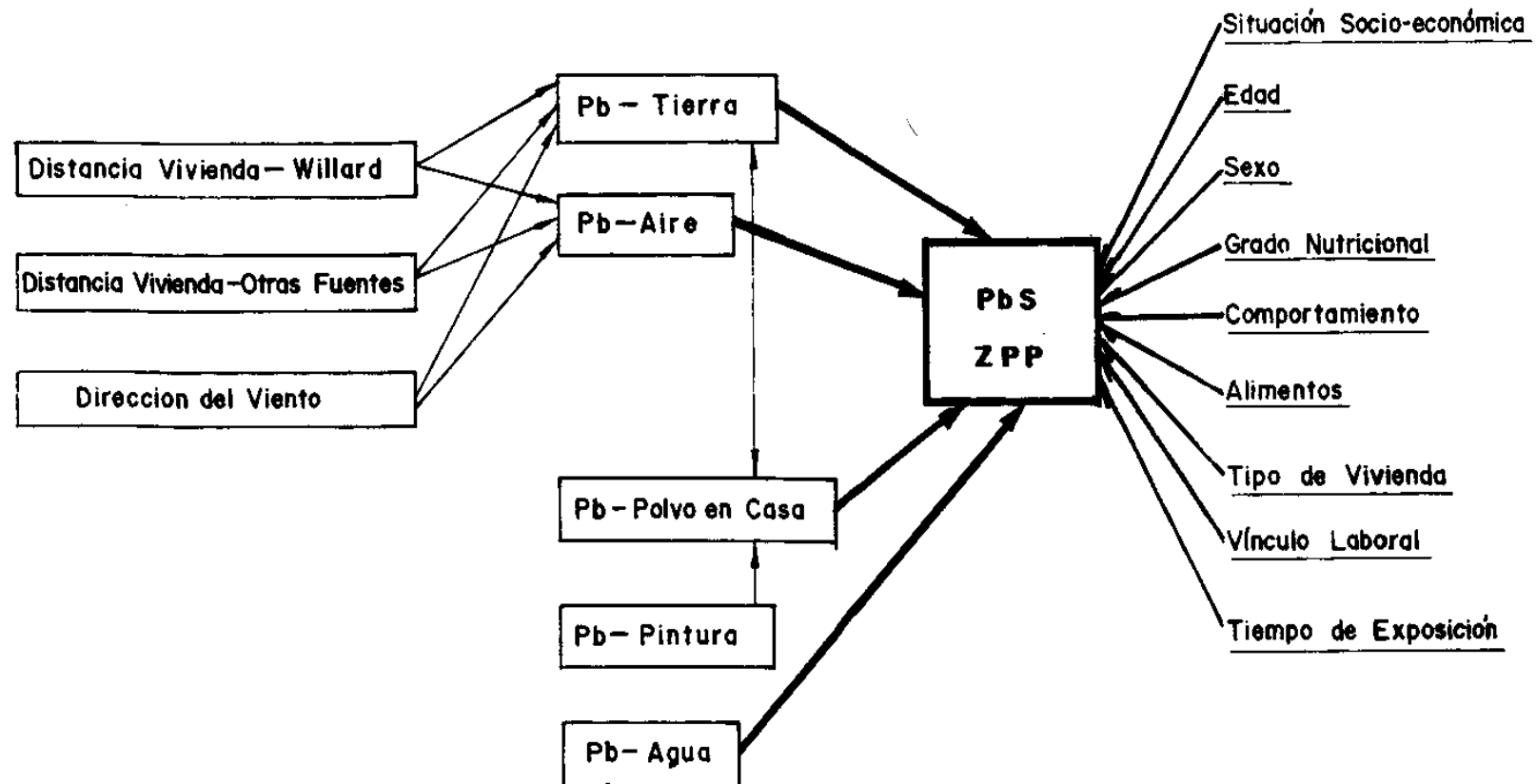
El nivel de plomo en aire se expresa en microgr Pb/m.<sup>3</sup> con la siguiente escala:

|  |         |
|--|---------|
| menor de 0.15 microgr Pb/m. <sup>3</sup> | NATURAL |
| 0.15 a 1.5 microgr Pb/m. <sup>3</sup>    | NORMAL  |
| mayor de 1.5 microgr Pb/m. <sup>3</sup>  | ELEVADO |

El nivel de plomo en agua se expresa en microgr Pb/l utilizándose la siguiente escala:

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| menor de 50 microgr Pb/l. | ACEPTABLE |
| mayor de 50 microgr Pb/l. | ELEVADO   |

En cuanto a la variable pintura se investigó sobre el estado de la pintura de las paredes interiores y exteriores de la vivienda tomando como escala: 1. Nunca pintada, 2. pintura en buen estado, 3. pintura en mal estado o descascarándose.

**ESQUEMA I. SISTEMA DE VARIABLES**



## **IX. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADO**

### 9.1. Consideraciones Generales

Esta investigación realizó en su primera fase la aplicación de un método de screening con Zincprotoporfirine a una muestra del 75% de niños de 0 a 6 años de los Barrios Domitila Lugo, Rigüero Norte y Pedro Joaquín Chamorro, aledaños a la Fábrica de Acumuladores Willard y algunos talleres artesanales de baterías (Área Urbana) y a un mismo porcentaje de niños de 0 a 6 años de la Comunidad Los Cedros (Área Rural), Managua, Región III.

En relación al Área Urbana, el 61% de los niños son residentes del Barrio Domitila Lugo, el 18% del Barrio Rigüero Norte y el 21% del Reparto Pedro Joaquín Chamorro. El 52% son del sexo masculino y el 48% del sexo femenino. Los menores de 1 año son el 15% de la muestra. En cuanto al Área Rural, el 49% de los niños son del sexo masculino y el 51% son del sexo femenino. Los menores de 1 años son el 15% de la muestra.

La segunda fase de la investigación es la determinación del nivel de plomo en sangre a todos los niños del Área Urbana con niveles de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb. La población estuvo constituida por 215 niños.

### 9.2. Resultados

**CUADRO N° 1**  
**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE GRUPOS DE EDAD POR AREA**  
 Managua, 1987

| AREA   | GRUPOS DE EDAD |    |            |    |            |    |            |    | TOTAL |     |
|--------|----------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|-------|-----|
|        | 0 - 11 Meses   |    | 1 - 2 Años |    | 3 - 4 Años |    | 5 - 6 Años |    |       |     |
|        | No.            | %  | No.        | %  | No.        | %  | No.        | %  | No.   | %   |
| URBANA | 148            | 15 | 293        | 29 | 312        | 31 | 247        | 25 | 1000  | 100 |
| RURAL  | 18             | 15 | 40         | 35 | 32         | 28 | 26         | 22 | 116   | 100 |

Fuente: Anexo I.

CUADRO N° 2  
 DISTRIBUCION DE LOS PORCENTAJES DE HEMATOCRITOS POR AREA  
 Managua 1987

| A R E A     | P O R C E N T A J E S D E H E M A T O C R I T O S |   |         |    |             |    | T O T A L |     |
|-------------|---|---|---------|----|-------------|----|-----------|-----|
|             | M U Y B A J O                                     |   | B A J O |    | N O R M A L |    | N o.      | %   |
|             | No.   | % | No.     | %  | No.         | %  |           |     |
| U R B A N A | 51  | 5 | 439     | 44 | 510         | 51 | 1000      | 100 |
| R U R A L   | 3   | 3 | 48      | 41 | 65          | 56 | 116       | 100 |

Fuente: Anexo I

Leyenda: Muy Bajo = 30 %

Bajo 30 - 34 %

Normal = 35 %

CUADRO N° 2  
DISTRIBUCION DE LOS PORCENTAJES DE HEMATOCRITOS POR AREA  
Managua 1987

| A R E A     | P O R C E N T A J E S D E H E M A T O C R I T O S |   |         |    |             |    | T O T A L |     |
|-------------|---|---|---------|----|-------------|----|-----------|-----|
|             | M U Y B A J O                                     |   | B A J O |    | N O R M A L |    | N o.      | %   |
|             | No.   | % | No.     | %  | No.         | %  |           |     |
| U R B A N A | 51  | 5 | 439     | 44 | 510         | 51 | 1,000     | 100 |
| R U R A L   | 3   | 3 | 48      | 41 | 65          | 56 | 116       | 100 |

Fuente: Anexo I

Leyenda: Muy Bajo  $\leq$  30 %  
Bajo 30 - 34 %  
Normal  $\geq$  35 %

CUADRO N° 3  
**DISTRIBUCION DE LOS NIVELES DE ZINCPROTOPORFIRINE\***  
**POR AREA**  
 Managua 1987

| A R E A     | N I V E L   D E   Z P P |    |                      |    |                      |    | T O T A L |     |
|-------------|-------------------------|----|----------------------|----|----------------------|----|-----------|-----|
|             | < 2.5                   |    | 2.5 — 4.9            |    | ≥ 5.0                |    | No.       | %   |
|             | No.                     | %  | No.                  | %  | No.                  | %  |           |     |
| U R B A N A | 216                     | 22 | 569                  | 57 | 215                  | 21 | 1,000     | 100 |
| R U R A L   | 70                      | 60 | 39                   | 34 | 7                    | 6  | 116       | 100 |
|             | Zc = 8.08, p ≤ 0.001    |    | Zc = 5.06, p ≤ 0.001 |    | Zc = 6.05, p ≤ 0.001 |    |           |     |

Fuente: Anexo I

\* Expresado en Microgr. ZPP/gr. Hb.

**CUADRO N°4** RELACION ENTRE LA DISTANCIA DE LA VIVIENDA A LA FABRICA Y LOS NIVELES DE PbS.\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua, 1987

| DISTANCIA VIVIENDA A FABRICA | N I V E L D E PbS |             |           |            |              |            |
|------------------------------|-------------------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|
|                              | < 30              |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |            |
|                              | No.               | %           | No.       | %          | No.          | %          |
| <250 mts.                    | 96                | 91.4        | 9         | 8.6        | 105          | 100        |
| 250 — 500 mts.               | 425               | 97.3        | 12        | 2.7        | 437          | 100        |
| > 500 mts.                   | 447               | 97.6        | 11        | 2.4        | 458          | 100        |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>968</b>        | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1.000</b> | <b>100</b> |

\* Expresado en Microgr./dl

$\chi^2 = 11.01305$   $p = 0.0041$   $gl = 2$

Fuente: Anexo I, II

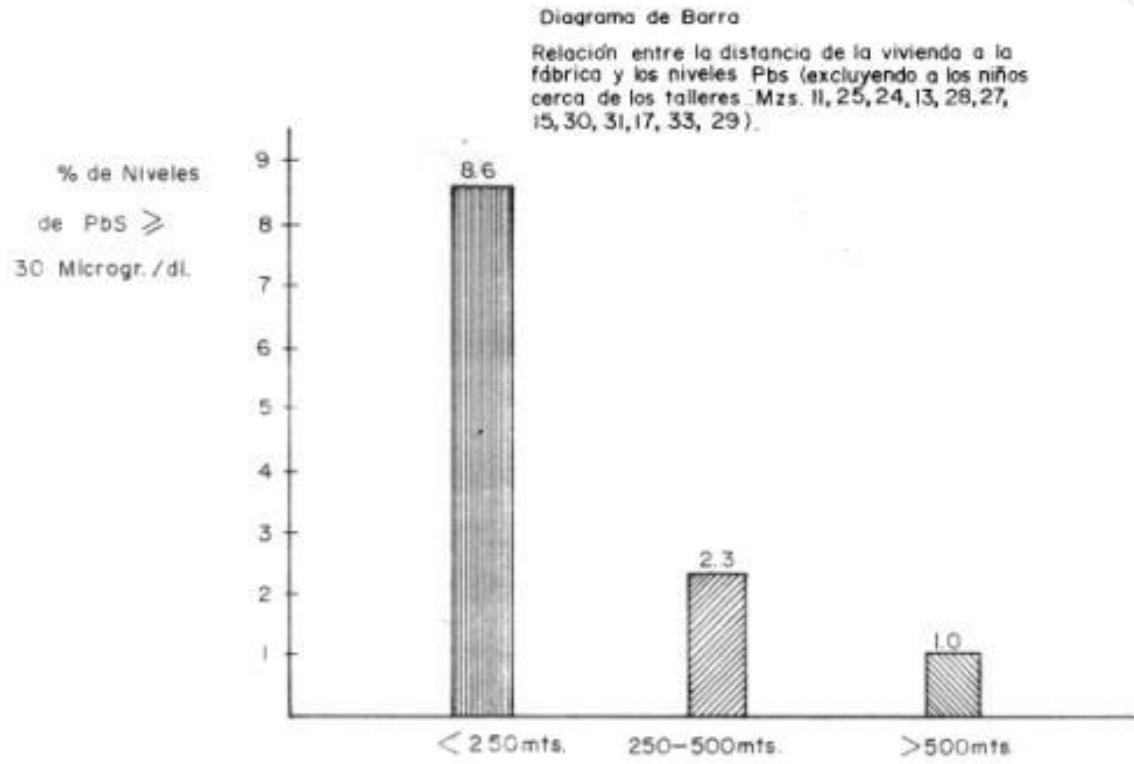
**CUADRO N° 5** RELACION ENTRE LA DISTANCIA DE LA VIVIENDA A LA FABRICA Y LOS NIVELES Pbs\* (EXCLUYENDO A LOS NIÑOS CERCA DE LOS TALLERES: Mzs.: II, 25, 24, 13, 28, 27, 15, 30, 31, 17, 33, 29.)

Managua, 1987

| DISTANCIA<br>VIVIENDA A<br>FABRICA | NIVEL DE Pbs |             |           |            |            |            |
|------------------------------------|--------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|
|                                    | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL      |            |
|                                    | No.          | %           | No.       | %          | No.        | %          |
| < 250mts.                          | 96           | 91.4        | 9         | 8.6        | 105        | 100        |
| 250— 500 mts.                      | 337          | 97.7        | 8         | 2.3        | 345        | 100        |
| > 500mts.                          | 309          | 99.0        | 3         | 1.0        | 312        | 100        |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>742</b>   | <b>97.4</b> | <b>20</b> | <b>2.6</b> | <b>762</b> | <b>100</b> |

\* Expresado en Microgr./dl  $\chi^2 = 18.03156$   $p=0.0001$   $gl = 2$   
 Fuente: Anexo I, II





**CUADRO N° 6** RELACION ENTRE LA DISTANCIA DE LA VIVIENDA A OTRAS FUENTES Y LOS NIVELES DE PbS\* EN UNA MUESTRA DE 1000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987

| DISTANCIA VIVIENDA A OTRAS FUENTES | NIVEL DE PbS |      |      |     |       |     |
|------------------------------------|--------------|------|------|-----|-------|-----|
|                                    | < 30         |      | ≥ 30 |     | TOTAL |     |
|                                    | No.          | %    | No.  | %   | No.   | %   |
| LEJOS DE TALLER                    | 742          | 97.4 | 20   | 2.6 | 762   | 100 |
| CERCA DE TALLER                    | 226          | 95.0 | 12   | 5.0 | 238   | 100 |
| <b>TOTAL</b>                       | 968          | 96.8 | 32   | 3.2 | 1,000 | 100 |
|                                    |              |      |      |     |       |     |

\* En Microgr./dl

$$\chi^2 = 3.42124 \quad p = 0.0644$$

Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N° 7** RELACION ENTRE LA DIRECCION DEL VIENTO \*  
Y LOS NIVELES DE Pbs. EN UNA MUESTRA DE  
1,000 NIÑOS DE AREA URBANA.  
Managua 1987

| CUADRANTE    | NIVEL DE Pbs |             |           |            |              |             |
|--------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|
|              | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |             |
|              | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %           |
| I            | 362          | 98.6        | 5         | 1.4        | 367          | 100         |
| II           | 388          | 97.0        | 12        | 3.0        | 400          | 100         |
| III          | 164          | 95.3        | 8         | 4.7        | 172          | 100         |
| IV           | 54           | 88.5        | 7         | 11.5       | 61           | 100         |
| <b>TOTAL</b> | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100.</b> |

\* Expresado en Cuadrante  $\chi^2 = 18.70776$   $p = 0.0003$   $gl = 3$   
Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N° 8** RELACION ENTRE LOS NIVELES DE PbS\* y la EDAD EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA.  
Managua 1987

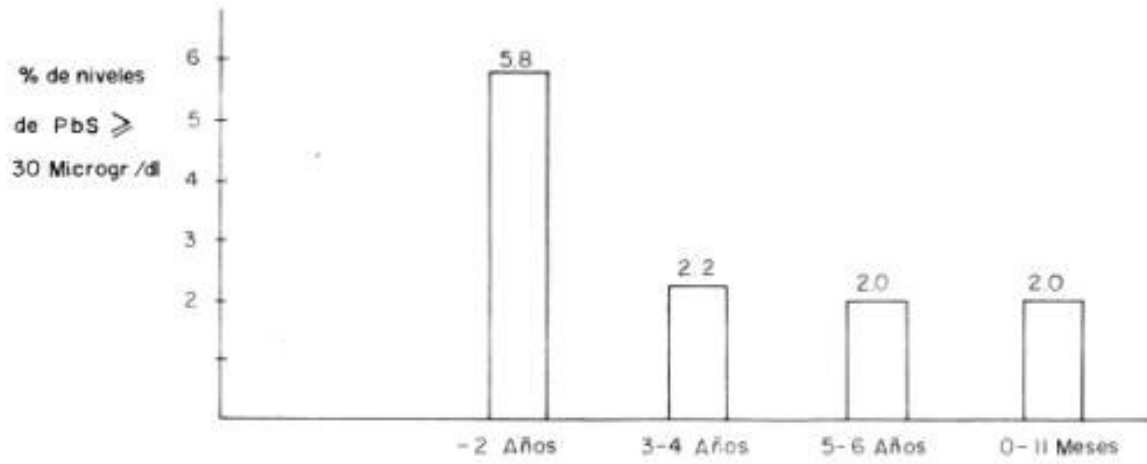
| E D A D          | N I V E L   D E   P b S |      |      |     |           |     |
|------------------|-------------------------|------|------|-----|-----------|-----|
|                  | < 30                    |      | ≥ 30 |     | T O T A L |     |
|                  | No.                     | %    | No.  | %   | No.       | %   |
| 0 — 11 meses     | 145                     | 98.0 | 3    | 2.0 | 148       | 100 |
| 1 — 2 Años       | 276                     | 94.2 | 17   | 5.8 | 293       | 100 |
| 3 — 4 Años       | 305                     | 97.8 | 7    | 2.2 | 312       | 100 |
| 5 — 6 Años       | 242                     | 98.0 | 5    | 2.0 | 247       | 100 |
| <b>T O T A L</b> | 968                     | 96.8 | 32   | 3.2 | 1,000     | 100 |

\* Expresado en microgr./dl.  
Fuente: Anexo I, II

$$\chi^2 = 9.08525 \quad p = 0.0282 \quad gl = 3$$

**DIAGRAMA DE BARRA II**

Relación entre los niveles de PbS y la edad en una muestra de 1,000 niños de área urbana



**CUADRO N° 9** RELACION ENTRE EL SEXO Y LOS NIVELES DE Pbs\*  
EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA

Managua, 1987

| SEXO         | NIVEL DE Pbs |             |           |            |              |            |
|--------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|
|              | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |            |
|              | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %          |
| FEMENINO     | 469          | 97.7        | 11        | 2.3        | 480          | 100        |
| MASCULINO    | 499          | 96.0        | 21        | 4.0        | 520          | 100        |
| <b>TOTAL</b> | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100</b> |

\* Expresado en microgr./dl.  
Fuente: Anexo I, II

$$\chi^2 = 2.45869 \quad p = 0.1169 \quad gl = 1$$

**CUADRO N° 10 RELACION ENTRE LA SITUACION SOCIO-ECONOMICA  
Y LOS NIVELES DE Pbs\* EN UNA MUESTRA DE  
1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987**

| SITUACION<br>SOCIO-ECONOMICA | NIVEL DE Pbs. |             |           |            |              |             |
|------------------------------|---------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|
|                              | < 30          |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |             |
|                              | No.           | %           | No.       | %          | No.          | %           |
| REGULAR                      | 664           | 97.8        | 15        | 2.2        | 679          | 100         |
| MINIMO Y MALO                | 304           | 94.7        | 17        | 5.3        | 321          | 100         |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>968</b>    | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100.</b> |

Expresado en Microgr./dl.  $\chi^2 = 6.70458$   $p = 0.0096$   $gl = 1$

Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N° II RELACION ENTRE EXISTENCIA DE GEOFAGISMO  
Y LOS NIVELES DE Pbs\* EN UNA MUESTRA  
DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987**

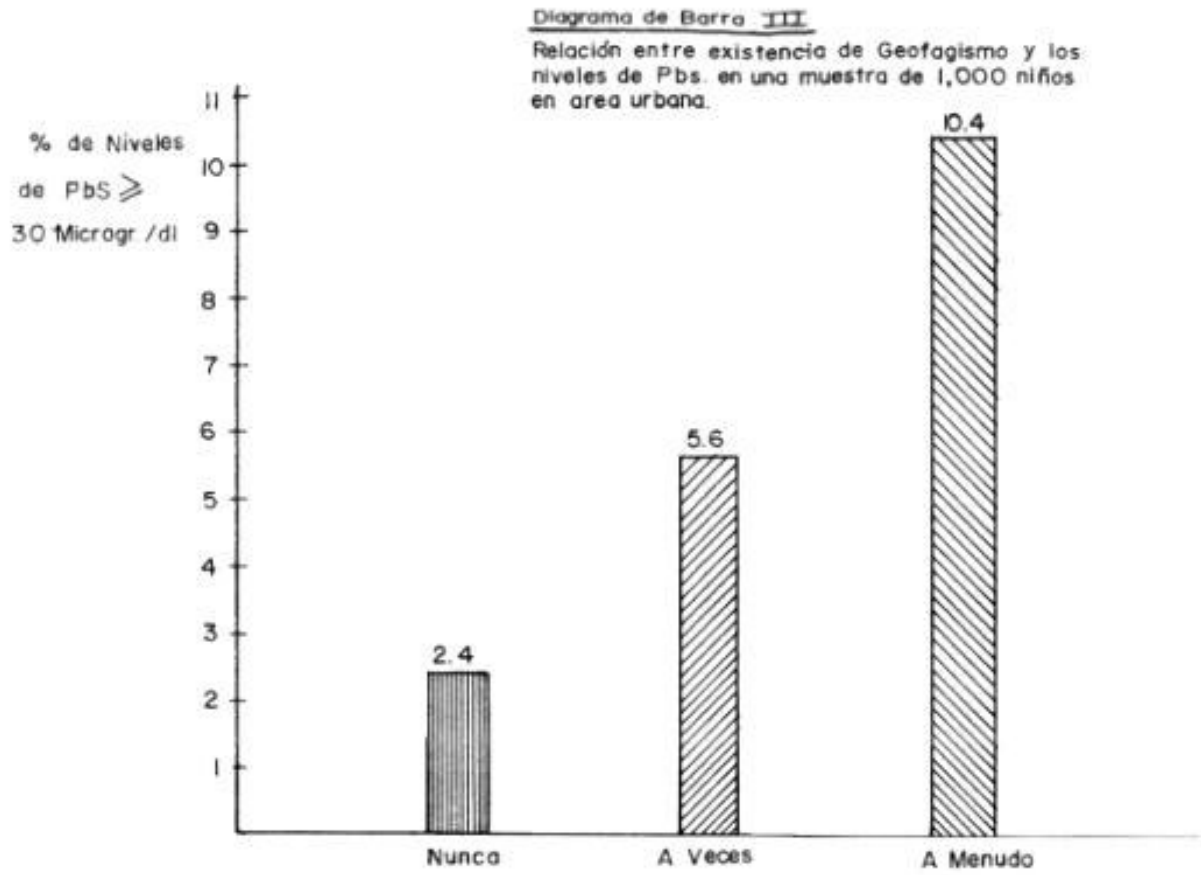
| GEOFAGISMO   | NIVEL DE Pbs |             |           |            |              |            |
|--------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|
|              | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |            |
|              | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %          |
| NUNCA        | 823          | 97.6        | 20        | 2.4        | 843          | 100        |
| A VECES      | 85           | 94.4        | 5         | 5.6        | 90           | 100        |
| A MENUDO     | 60           | 89.6        | 7         | 10.4       | 67           | 100        |
| <b>TOTAL</b> | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100</b> |

\* En Microgr./dl.

$$\chi^2 = 14.83784 \quad p = 0.0006 \quad gl = 2$$

Fuente: Anexo I, II





**CUADRO N° 12** RELACION ENTRE LA EXISTENCIA DE PICA Y LOS NIVELES DE Pbs.\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA.

Managua 1987

| P I C A   | N I V E L   D E   P b s |      |      |     |           |     |
|-----------|-------------------------|------|------|-----|-----------|-----|
|           | < 30                    |      | ≥ 30 |     | T O T A L |     |
|           | No.                     | %    | No.  | %   | No.       | %   |
| NUNCA     | 262                     | 99.2 | 2    | .8  | 264       | 100 |
| A VECES   | 183                     | 95.3 | 9    | 4.7 | 192       | 100 |
| A MENUDO  | 523                     | 96.1 | 21   | 3.9 | 544       | 100 |
| T O T A L | 968                     | 96.8 | 32   | 3.2 | 1,000     | 100 |

\* En Microgr./dl.

$\chi^2 = 722134$   $p = 0.0270$  gl. 2

Fuente: Anexo I, II

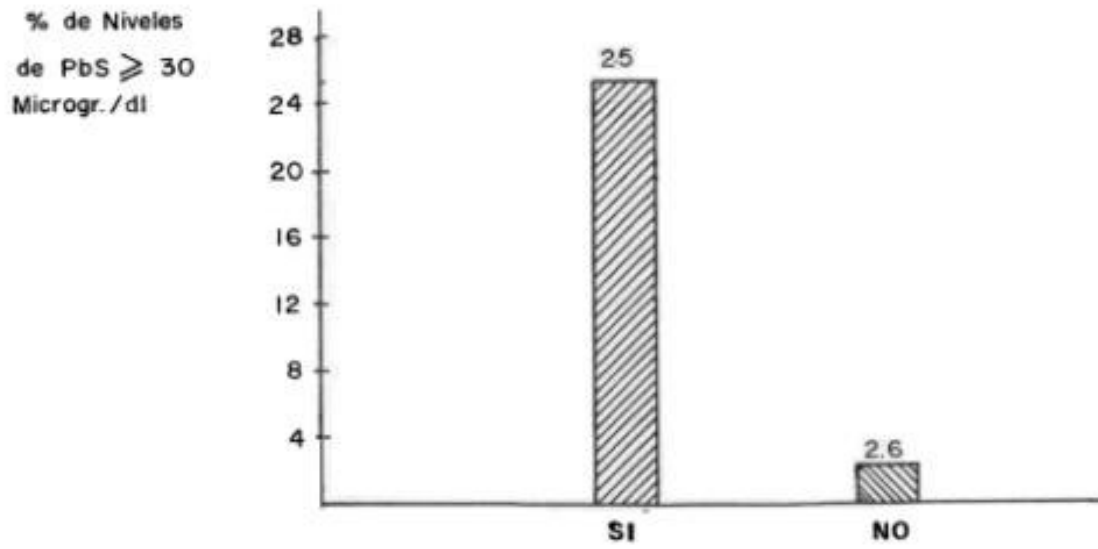
**CUADRO N° 13** RELACION ENTRE EL VINCULO LABORAL Y LOS NIVELES DE PbS.\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987

| VINCULO LABORAL | NIVEL DE PbS |      |      |     |       |     |
|-----------------|--------------|------|------|-----|-------|-----|
|                 | < 30         |      | ≥ 30 |     | TOTAL |     |
|                 | No.          | %    | No.  | %   | No.   | %   |
| SI              | 21           | 75.  | 7    | 25  | 28    | 100 |
| NO              | 947          | 97.4 | 25   | 2.6 | 972   | 100 |
| <b>TOTAL</b>    | 968          | 96.8 | 32   | 3.2 | 1,000 | 100 |
|                 |              |      |      |     |       |     |

\* Expresado en Microgr./dl.  $\chi^2 = 44.19564$  P = 0.0000 gl =  
Fuente: Anexo I, II

Diagrama de Barra: IV

Relación entre el vínculo laboral y los niveles de Pbs en una muestra de 1,000 niños de área urbana.



**CUADRO N°14** RELACION ENTRE EL GRADO DE NUTRICION  
Y LOS NIVELES DE PbS.\* EN UNA MUESTRA  
DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987

| GRADO<br>NUTRICIONAL | NIVEL DE PbS |      |      |     |       |     |
|----------------------|--------------|------|------|-----|-------|-----|
|                      | < 30         |      | ≥ 30 |     | TOTAL |     |
|                      | No.          | %    | No.  | %   | No.   | %   |
| NORMAL               | 568          | 98.8 | 7    | 1.2 | 575   | 100 |
| RIESGO               | 268          | 94.4 | 16   | 5.6 | 284   | 100 |
| DESNUTRIDOS          | 132          | 93.6 | 9    | 6.4 | 141   | 100 |
| <b>TOTAL</b>         | 968          | 96.8 | 32   | 3.2 | 1,000 | 100 |

\* Expresado en Microgr./dl.  $\chi^2 = 17.33903$   $p = 0.0002$   $gl = 2$

Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N° 15** RELACION ENTRE EL TIPO DE PISO Y LOS NIVELES DE PbS.\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987

| P I S O      | N I V E L   D E   P b S |      |     |     |           |     |
|--------------|-------------------------|------|-----|-----|-----------|-----|
|              | 30                      |      | 30  |     | T O T A L |     |
|              | No.                     | %    | No. | %   | No.       | %   |
| TIERRA       | 206                     | 94.1 | 13  | 5.9 | 219       | 100 |
| ARTIFICIAL   | 762                     | 97.6 | 19  | 2.4 | 781       | 100 |
| <b>TOTAL</b> | 968                     | 96.8 | 32  | 3.2 | 1,000     | 100 |
|              |                         |      |     |     |           |     |

\* Expresado en Microgr./dl.  $\chi^2 = 6.77678$   $p = 0.0092$   $gl = 1$

Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N° 16** RELACION ENTRE EL TIPO DE CALLE Y LOS NIVELES DE Pbs\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA

Managua 1987

| TIPO DE CALLE   | NIVEL DE Pbs |             |           |            |              |             |
|-----------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|
|                 | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |             |
|                 | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %           |
| TIERRA          | 734          | 96.5        | 27        | 3.5        | 761          | 100         |
| ADOQUIN/ASFALTO | 234          | 97.9        | 5         | 2.1        | 239          | 100         |
| <b>TOTAL</b>    | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100.</b> |

\* En Microgr./dl  $\chi^2 = 1.24460$   $p = 0.2646$   $gl = 1$

Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N°17 RELACION ENTRE EL MATERIAL DE LAS PAREDES  
Y LOS NIVELES DE Pbs.\* EN UNA MUESTRA DE  
1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987**

| PAREDES      | NIVELES DE Pbs |             |           |            |              |            |
|--------------|----------------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|
|              | < 30           |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |            |
|              | No.            | %           | No.       | %          | Nº           | %          |
| MINIFALDA    | 935            | 96.9        | 30        | 3.1        | 965          | 100.       |
| CARTON/LATAS | 33             | 94.3        | 2         | 5.7        | 35           | 100        |
| <b>TOTAL</b> | <b>968</b>     | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100</b> |
|              |                |             |           |            |              |            |

\* Expresado en Microgr. /dl.  $\chi^2$  0.74019 P = 0.3896 gl = 1

Fuente: Anexo I, II



**CUADRO N°18** RELACION ENTRE EL ESTADO DE LA PINTURA AL EXTERIOR DE LA VIVIENDA Y LOS NIVELES DE PbS \* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987

| ESTADO DE PINTURA EXTERNA | NIVEL DE PbS |      |      |     |       |     |
|---------------------------|--------------|------|------|-----|-------|-----|
|                           | < 30         |      | ≥ 30 |     | TOTAL |     |
|                           | No.          | %    | No.  | %   | No.   | %   |
| NO HAY                    | 442          | 98.0 | 9    | 2.0 | 451   | 100 |
| NUEVA                     | 274          | 99.6 | 1    | .4  | 275   | 100 |
| MAL ESTADO                | 252          | 92.0 | 22   | 8.0 | 274   | 100 |
| <b>TOTAL</b>              | 968          | 96.8 | 32   | 3.2 | 1,000 | 100 |

\* Expresado en Microgr./dl.  $\chi^2 = 29.88316$   $p = 0.0000$   $gl = 2$

Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N°19** RELACION ENTRE EL ESTADO DE LA PINTURA AL INTERIOR DE LA VIVIENDA Y LOS NIVELES DE PbS\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA  
Managua 1987

| ESTADO DE PINTURA INTERNA | NIVEL DE PbS |             |           |            |              |            |
|---------------------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|
|                           | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |            |
|                           | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %          |
| NO HAY                    | 434          | 97.5        | 11        | 2.5        | 445          | 100        |
| NUEVA                     | 288          | 100.0       |           |            | 288          | 100        |
| MAL ESTADO                | 246          | 92.1        | 21        | 7.9        | 267          | 100        |
| <b>TOTAL</b>              | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100</b> |

Expresado en Microgr./dl       $\chi^2 = 29.04169$        $p = 0.0000$        $gl = 2$   
Fuente: Anexo I, II

**CUADRO N° 20** CONCENTRACIONES DE PLOMO  
EN PINTURA. AREA URBANA  
Managua 1987

| MUESTRAS | ORIGEN        | Pb EN PINTURA<br>(gr/kgr.) |
|----------|---------------|----------------------------|
| 1        | PARED EXTERNA | 1.9                        |
| 2        | PARED EXTERNA | 11.6                       |
| 3        | PARED INTERNA | 6.6                        |
| 4        | CAMA NIÑO     | 0.2                        |
| 5        | BARRIL AGUA   | 0.3                        |

Fuente: Laboratorio Central de Higiene  
y Epidemiología MINSA

**CUADRO N° 21** CONCENTRACIONES DE PLOMO ENCONTRADAS EN SUELO, AIRE Y AGUA EN AREA URBANA.

Managua 1987

|        | Pb en Suelo<br>( $\mu\text{gr}/\text{gr}$ ) | Pb en Aire<br>( $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ ) | Pb en Agua<br>( $\mu\text{gr}/\text{lt}$ ) |
|--------|---|---|--|
| CASA 1 | 36  | < 1.79                                      |  |
| CASA 2 | 128   | < 1.55                                      |  |
| CASA 3 | 10  | < 1.49                                      |  |
| CASA 4 | 1,069<br>579                                | < 2.0                                       | Barril Abierto<br>190                      |
|        |   |   | Agua Potable<br>53                         |
|        |   |   | Barril Cerrado<br>28                       |
| CASA 5 | 7,035<br>393                                |   |  |
| CASA 6 | 37<br>29                                    | < 1.39                                      | Barril Abierto<br>80                       |
| CASA 7 | 813<br>1,478                                | < 1.32                                      |  |

**CUADRO N° 22** CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELO, AIRE Y AGUA  
EN B. JOSE DOLORES ESTRADA

Managua 1987

|                              | Pb en Suelo<br>( $\mu\text{gr}/\text{gr}$ ) | Pb en Aire<br>( $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ ) | Pb en Agua<br>( $\mu\text{gr}/\text{lt}$ ) |
|------------------------------|---|---|--|
| CASA A                       | 14, 11                                      | <1.69                                       |  |
| CASA B                       | 76, 6, 7, 6                                 | <1.56                                       | Agua Potable<br>48                         |
| CASA C<br>(Cerca de Carret.) | 13, 9, 17, 16                               |   |  |

### 9.3. Análisis por Objetivos

#### 9.3.1 Objetivo específico No.3

(Considerando que los objetivos específicos Nos. 1 y 2 conducen al objetivo específico No.3, se inicia el análisis con éste objetivo).

En el Cuadro No. 1 que representa la distribución porcentual de edades por área se observa una distribución similar en el Área Urbana y en el Área Rural, encontrándose un 15% de niños menores de 1 año en ambas áreas, un 29% y un 35% respectivamente en el grupo de 1 a 2 años, un 31% y un 28% en el grupo de 3 a 4 años y en el grupo de 5 a 6 años un 25% y un 22%.

Y en el Cuadro No.2 se evidencia que los porcentajes de casos de acuerdo a diferentes porcentajes de hematocrito en los dos grupos de estudio mantienen de igual forma semejantes valores, encontrándose un 5% con porcentaje muy bajo de hematocrito en el Área Urbana y un 3% en el Área Rural, asimismo un 44% con porcentaje bajo en el Área Urbana y un 41% en el Área Rural, y un 51% con porcentaje normal en el Área Urbana y un 56% con un porcentaje normal en el Área Rural.

Lo que nos lleva a considerar que las diferencias reflejadas en el Cuadro No.3 en la distribución de valores de ZPP pueden estar vinculados con la exposición ambiental al plomo y no con otras anomalías médicas como la anemia deficiencia de hierro que también causa alteraciones en los valores de este examen.

En el Cuadro No.3 se puede apreciar que en el Área Urbana existe un 21% de niños con niveles de ZPP mayores o igual a 5 microgr/gr Hb, lo que es el valor considerado para nuestra muestra de estudio como límite crítico de posible exposición excesiva al plomo, y mientras que en el Área Rural solamente se va apreciar un 6%.

Se aplicó la prueba estadística Z de diferencia de proporciones según la cual los niveles de ZFF mayores de o igual a 5.0 microgr/gr hb son más altos en el Área Urbana que en la Rural siendo estadísticamente significativo con p menor de 0.001.

### 9.3.2. Objetivo específico No.4

En relación a los resultados de las 215 determinaciones de niveles de plomo en sangre: En 32 muestras el nivel de PbS sobrepasa los 30 microgr/dl y en 17 muestras los 40 microgr/dl. Dos muestras presentan un nivel de plomo en sangre mayor de 55 microgr/dl, lo que se considera ya un nivel de intoxicación que requiere tratamiento con quelantes de forma inmediata. El rango de los valores de PbS mayores de 30 microgr/dl varía de 30.6 a 61.9 microgr/dl con un valor promedio de 40.3 microgr/dl. En 183 muestras el nivel de PbS era menor de 30 microgr/dl. De inmediato al conocer estos resultados fueron tomadas algunas medidas de emergencia para reducir el riesgo de una intoxicación con plomo. O sea fueron referidos al Hospital "Manuel de Jesús Rivera" en Managua, los niños con niveles de PbS mayor de 55 microgr/dl para terapia con quelantes y en cuanto a los niños con niveles de exposición (25-55 microgr/dl) para evaluación mediante un test de provocación con Ca-Edta.

En base a las conclusiones del estudio piloto de 87 niños realizada por el Laboratorio de T.N.O. (73), se puede asumir que los 785 niños con niveles de ZPP menores de 5.0 microgr/gr Hb también tendrán un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl. Lo que nos permite asumir que de la muestra de 1.000 niños de 0 a 6 años del Área Urbana un 3.2% de los niños presentan un nivel de PbS mayor de o igual a 30 microgr/dl y un 96.8% de los niños un nivel menor de 30 microgr/dl.

En los Mapas Anexo V se observa la distribución geográfica de los niveles de plomo en sangre. Están ubicados según manzana y cuadrante los 32 niños con niveles de PbS mayores o igual a 30 microgr/dl, representados cada uno por el símbolo "x".

En el Barrio Domitila Lugo se encontró la mayoría de 29 niños: En la Manzana 1 ubicada a escasos metros de la Fábrica de Acumuladores Willard, 9 niños; en la Manzana 4 a una distancia aproximada de 300 a 350 metros, 7 niños; en la Manzana 10, 1 niño. Luego en el mismo Barrio pero cercanos a los talleres artesanales de reparación de baterías se encuentran en la manzana 31, 6 niños, en la manzana 30, 1 niño; en la manzana 13, 1 niño; en la manzana 24, 4 niños.

En el Cuadrante I se encontraron 2 niños del Barrio Rigüero Norte en el sector 3, y 1 niño del Reparto P.J. Chamorro en la Manzana H3.

En el Mapa Anexo V-II los niños con niveles de PbS menores de 30 microgr/dl están representados por el símbolo “▲”. Y aunque se trata más ampliamente adelante, en el Mapa se refleja claramente que a mayor distancia de la fuente industrial disminuye la prevalencia de niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl, con excepción del área cercana a los talleres artesanales de reparación de baterías en el Cuadrante II.

### 9.3.3. Objetivo específico No.5

Para cumplir con el quinto objetivo específico y poder relacionar una serie de variables considerados relevantes y medibles con los recursos disponibles se le aplicó una encuesta a la madre o el primer responsable del niño, se realizó la visita a la vivienda y se tomaron datos de peso/talla de cada niño cuyos resultados están representados en los Cuadros Nos. 4 al 21.

#### DISTANCIA VIVIENDA A LA FABRICA WILLARD

En el Cuadro No.4 se observa que a una distancia aproximada de 0 a 250 metros hay un 8.6% de niños con niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl, a una distancia de 250 a 500 metros un 2.7%, y a una distancia mayor de 500 metros, un 2.4%, lo que evidencia que a menor distancia de la Fábrica de Acumuladores Willard es mayor la exposición ambiental a plomo.

Según la prueba del Chi Cuadrado las diferencias son estadísticamente significativas con un nivel de confianza de 0.004.

El promedio del nivel de plomo en sangre de los 9 niños con PbS mayor de o igual a 30 microgr/dl y que viven a una distancia menor de 250 metros es 41.1 microgr/dl, habiendo 5 (5%) niños con niveles de PbS mayor de 40 microgr/dl y el niño (1%) con nivel de intoxicación o sea PbS mayor de 55 microgr/dl.



Asimismo, el promedio del PbS de los 12 niños con PbS mayor de o igual a 30 microgr/dl y que viven a una distancia de 250 a 500 metros es de 42.8 microgr/dl, habiendo 8 niños (2%) con niveles mayores de 40 microgr/dl y 2 niños (0.5%) con nivel de intoxicación.

A una distancia mayor de 500 metros, el promedio de los 11 niños con PbS mayor de 30 microgr/dl es de 36.9 microgr/dl, habiendo 4 niños (0.9%) con nivel de PbS mayor de 40 microgr/dl y ninguno con PbS mayor de 55 microgr/dl.

Al excluirse los niños que viven cerca de los talleres artesanales de baterías o sea los niños de las manzanas: 11,13, 15,17, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 33, que se encuentran principalmente a una distancia mayor de 500 metros del centro fabril se acentúa aún más ésta diferencia reflejado en el Cuadro No.5.

A una distancia aproximada de 0 a 250 metros de la Fábrica Willard se encuentra un 8.6% a una distancia de 250 a 500 metros un 2.3% y a una distancia mayor de 500 metros sólo un 1.0% de niños con niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl. Las diferencias son estadísticamente significativas con un nivel de confianza de 0.0001.

#### DISTANCIA VIVIENDA-OTRAS FUENTES

En el Cuadro No.6 se observa que un 5% de los niños que viven cerca de los talleres artesanales tienen niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl, mientras que de los niños que viven alejados de éstas fuentes de contaminación es sólo un 2.6%

Las diferencias sin embargo, no son estadísticamente significativas teniendo un p mayor de 0.05 según la prueba del Chi Cuadrado.

### DIRECCION DEL VIENTO

En cuanto a la dirección del viento, siendo la dirección norte-oeste-sur representado por el Cuadrante I la que predomina (Servicio de Meteorología del Aeropuerto A.C. Sandino), se observa en el Cuadro No.7 que en el Cuadrante I se encuentran solo un 1.4% de los niños con niveles de exposición. Mientras que se encontró un 3.0% en el Cuadrante II, un 4.7% en el Cuadrante III y un 11.5% en el Cuadrante IV, siendo éstos todos cuadrantes con menor influencia del viento. Las diferencias encontradas según la prueba del Chi Cuadrado son estadísticamente significativas con un nivel de confianza de 0.0003.

### EDAD

En el Cuadro No.8 se evidencia que el mayor porcentaje de niños con nivel de exposición al plomo se encuentra en el grupo de edad de 1 a 2 años, lo que es de acuerdo con datos de otras investigaciones (17). Se encontró un 2.0% de los niños con niveles mayores de 30 microgr/dl en el grupo de edad de 0 a 11 meses, un 5.8% en el grupo de edad de 1 a 2 años, un 2.2% en el grupo de edad de 3 a 4 años y un 2.0% en el grupo de edad de 5 a 6 años. Estas diferencias según la prueba del Chi Cuadrado son estadísticamente significativas ( $p=0.0282$ ).

### SEXO

En el Cuadro No.9 se observa que un 2.3% de los niños con niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl son del sexo femenino y un 4.0% del sexo masculino.

Esta diferencia leve a favor del sexo masculino sin embargo, no tiene significancia estadística ( $X^2= 2.45869$ ,  $p=0.1169$ ).

## SITUACION SOCIO-ECONOMICA

En base a los subvariables educación de la madre o principal responsable del niño, hacinamiento, servicios sanitarios, drenaje, tipo de piso y tipo de techo, se clasificó la situación socio-económica del núcleo familiar como regular, mínima y mala. Ya que no aportaban información para la clasificación no se utilizaron las subvariables abastecimiento de agua y posesión de equipos eléctricos. La escala se redujo en regular, mínima y mala, agrupando éstas últimas ya que no diferenciaban mucho entre sí. En el Cuadro No. 10 se evidencia que un 5.3% de los niños que refieren una situación socio-económica mala y mínima, presentaban un nivel de PbS mayor de 6 igual a 30 microgr/dl, mientras que de los niños con una situación socio-económica clasificada como regular, un 2.2% presentó un nivel de exposición al plomo.

Las diferencias encontradas son estadísticamente significativas según la prueba del Chi Cuadrado con un nivel de confianza igual a 0.0096.

## GEOFAGISMO

En cuanto al hábito de geofagismo se evidencia en el Cuadro No,11 que de los niños cuya madre o principal responsable refiere que comen "a menudo" tierra, un 10.4% tienen niveles de exposición. Mientras que en el caso de los niños que "nunca" comen tierra este porcentaje es 2.4% y de los que acostumbran hacerlo "a veces" es un 5.6%.

Estas diferencias son muy significativas según la prueba estadística del Chi Cuadrado con un nivel de confianza de 0.0006.

## PICA

Asimismo en el Cuadro No.12 se observa que los niños de los cuales la madre refiere que no presentan el hábito de pica sólo un 0.8% tienen un nivel de PbS mayor de o igual a 30 microgr/dl. Al contrario de los niños que suelen meterse "a veces" o "a menudo" las manos y/u objetos a la boca, son respectivamente un 4.7% y un 3.9%.

Las diferencias encontradas son estadísticamente significativas según la prueba del Chi Cuadrado ( $X^2=7.22134$ , p-O. 0270)

### VINCULO LABORAL

En cuanto al vínculo laboral o sea la realización de un trabajo con riesgo de exposición al plomo por un miembro de la unidad familiar a la cual pertenece el niño, se evidencia claramente que los niños donde se confirmó la existencia de tal vínculo, tienen mayor probabilidad de exposición al plomo que los niños donde no existe éste vínculo.

En el Cuadro No .13 se observa que de los niños que conviven con un trabajador expuesto al plomo un 25% tienen un nivel de PbS mayor de o igual a 30 microgr/dl, mientras que de los niños que no refieren "el vínculo laboral" es sólo un 2.6%. Se aplicó la prueba del Chi Cuadrado y las diferencias observadas son estadísticamente muy significativas con un nivel de confianza de 0.0000.

### GRADO NUTRICIONAL

En cuanto a las diferencias en grado nutricional resulta que los niños con un grado nutricional caracterizado como "normal" , tienen menor probabilidad de exposición al plomo que los niños con un grado nutricional de "riesgo" o "desnutrido". En el Cuadro No.14 se observa que de los niños con grado nutricional "normal" un 1.2% presentó nivel de exposición al plomo, de los niños clasificados como "riesgo" era un 5.6% y de los niños clasificados como "desnutridos" era un 6.4%.

Las diferencias encontradas son estadísticamente significativas habiéndose aplicado la prueba del Chi Cuadrado( $X^2=17.33903$ ,  $p=0.0002$ ).

### TIPO PISO

El Cuadro No.15 indica que de los niños que habitan una vivienda con piso de tierra un 5.9% presentaron un nivel de PbS mayor de o igual a 30 microgr/dl y de los que viven en una vivienda con piso artificial es un 2.4%.

Las diferencias observadas son estadísticamente significativas con un nivel de confianza de 0.0092.

### MATERIAL CALLE

En cuanto al material de la calle, se observa en el Cuadro No .16 una leve diferencia entre el grupo de niños que viven en una calle asfaltada y otro grupo que viven en una calle de tierra. De los niños cuya vivienda se encuentra en una calle asfaltada un 2.1% presentaron niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl y de los cuya vivienda se encuentra en una calle de tierra es un 3.5%.

Sin embargo, según la prueba estadística del Chi cuadrado éstas diferencias no son significativas (nivel de confianza =0.246).

Otra característica estructural de la vivienda que podría influenciar en la contaminación del ambiente donde permanece el niño, especialmente los mas pequeños, es el material de las paredes.

### MATERIAL PAREDES:

En el Cuadro No .17 se observa que de los niños que habitan una casa con paredes de "cartón" y latas" que se suponen son las más permeables por el polvo de la calle, un 5.7% presentaron un nivel de PbS mayor o igual a 30 microgr/dl, mientras que de los niños que habitan una vivienda con paredes llamados de tipo "minifalda" es un 3.1% Sin embargo, la diferencia leve encontrada no es estadísticamente significativa ( $X^2=0.74019$ ,  $P=0.3896$ ) .

### PINTURA EXTERNA:

En el Cuadro No. 18 se evidencia claramente que los niños que habitan viviendas cuyas paredes externas tienen pinturas en mal estado o sea ya descascarándose, tienen mayor probabilidad de exposición al plomo que los niños que habitan viviendas cuyas paredes no están pintadas del todo con pintura nueva. Del primer grupo un 8.0% presentaron niveles de PbS mayores de o igual 30 microgr/dl, en cambio del segundo grupo fue un 0.4% (pintura nueva) y un 2.0% (sin pinturas). Las diferencias estadísticamente son muy significativas habiéndose aplicado la prueba del Chi Cuadrado ( $X^2=29.883.1$ ,  $p=0.00000$ ).

### PINTURA INTERNA

Asimismo, sucede con la pintura en las paredes al interior de la vivienda.

En el Cuadro No. 19, se observa que de los niños que habitan casas con pintura internas en mal estado un 7.9% presentaron un nivel de exposición al plomo. En cambio de los niños que referían no tener pintadas las paredes internas de la casa era un 2.5%, mientras que ninguno de los niños con pintura nueva al interior de la vivienda tenían un nivel de PbS mayor de o igual 30 microgr/dl. También estas diferencias resultaron ser estadísticamente muy significativas con un  $X^2= 29.04169$  y un  $p=0.00000$ .

### NIVEL DE PLOMO EN PINTURA

En el Cuadro No.20 se observan los niveles de plomo en pintura encontrado en cinco muestras tomadas al azar en el Área Urbana. Las primeras 4 muestras de pintura acrílica, aplicada en superficies de paredes y en la cama de un niño. La quinta muestra es de pintura a base de aceite encontrada en el interior de barril para recolección de agua.

### NIVEL DE PLOMO EN SUELO, AIRE Y AGUA EN AREA URBANA

En los Cuadros Nos. 21 y 22 se observan los resultados de algunas muestras de aire, suelo y agua tomadas en el Área de Estudio y en el Barrio José Dolores Estrada.

En el Área Urbana se tomaron 11 muestras de suelo en 7 distintos puntos geográficos cuyo rango varía de 10 a 7035 microgr/gr y con un promedio de 1.056 micgr/gr. Los valores más altos se encuentran (Mapa Anexo VI) en la manzana 4 situada a una distancia de 300 metros de la fábrica Willard (7.035 microgr/gr), en la manzana 1 frente a la Fábrica (579 microgr/gr; 1.069 microgr/gr) y por último en la manzana 31 cercana a donde fue el taller artesanal donde falleció un niño en el mes de Mayo 1987 (1.478 microgr/gr; 813 microgr/gr).

En cuanto al nivel de plomo en aire, es necesario recalcar que la contaminación del aire por polvo es considerable ya que pocas calles son asfaltadas y que el viento al momento de tomar las muestras aumentó aún más la cantidad de polvo.

Se tomaron 6 muestras de aire en distintos puntos geográficos con un promedio de 1.59 microgr/m<sup>3</sup>.

Cabe señalar que los equipos utilizados para efectuar las pruebas están diseñados para la evaluación del medio industrial donde se encuentran niveles de contaminación mucho más altos.

Las concentraciones de plomo en aire con una excepción fueron siempre inferiores de los límites detectables por los instrumentos utilizados.

La única excepción constituyó la muestra tomada alrededor de la casa 0.4 frente al centro fabril que dio como resultado un nivel de plomo en aire de 2.0 microgr/m<sup>3</sup>.

En el Área Urbana se tomaron 4 muestras de agua, 2 de las cuales provenían de barriles que se mantenían sin cubierto (80 y 190 microgr/l), 1 de un barril cerrado (28 microgr/l), y 1 de agua potable de la llave (53 microgr/l).

En el Barrio José Dolores Estrada se tomaron 10 muestras de suelo alrededor de 3 distintos puntos geográficos, que varían en un rango de 6-76 microgr/gr y con un promedio de 17.5 microgr/gr. Se tomaron 2 muestras de aire cuyos resultados fueron menores de 1.69 y de 1.56 microgr/m<sup>3</sup>.

Se tomó una muestra de agua con un nivel de plomo de 48 microgr/l.

Considerándose de menor importancia en esta investigación por las cifras que aportan para la interpretación de los resultados y formulación de conclusiones fueron ubicadas en los Anexos las tablas, que siguen.

En la .Tabla Anexo VII se observa que de los niños que vivieron durante un período de 2 a 6 años en el Área Urbana un 3.0% presentaron niveles de exposición al plomo, y de los niños que tienen menos de 2 años de vivir en el Área es un 3.6%. Las diferencias además de ser mínimas, no tienen significancia estadística habiéndose aplicado la prueba del Chi Cuadrado, ( $X^2=0.23417$ ,  $p=0.6284$ ).

En cuanto a la variable Alimentos en la Tabla Anexo VIII-1, se observa que de los niños que consumen comida enlatada un 4.0% tienen niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl, y de los niños que no suelen consumir comida en latas es un 2.8%.

Las diferencias no son estadísticamente significativas según la prueba del Chi Cuadrado. ( $X^2 = 1.10227$ ,  $p = 0.2938$ ).

Sin embargo, en estudios realizados anteriormente en Nicaragua se han encontrado en algunas ocasiones altas concentraciones de plomo en comida enlatada, procedente de otros países (Dirección de Higiene, Minsa).

En la Tabla Anexo VIII-2, se observa que de los niños que suelen consumir leche un 4.0% tienen niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl, y de los niños que no consumen este alimento es un 1.6%. Las diferencias observadas no tienen significancia estadística según la prueba del Chi Cuadrado ( $X^2 = 4.03069$ ,  $p = 0.0447$ ).

En la Tabla Anexo VIII-3, se refleja que de los niños que suelen consumir verduras cultivadas en el área, que podrían constituir un posible vehículo de transmisión de plomo del ambiente al niño, un 2.9% presentó niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl, mientras que de los niños que no consumen verduras cultivadas en el Área es un 3.5%.

Además ésta diferencia leve no tiene significancia estadística aplicándose la prueba del Chi Cuadrado ( $x^2 = 0.22814$ ,  $p = 0.6329$ ).

Y por último en la Tabla Anexo VIII-4, en cuanto al uso de vajilla de barro embarnizado para preparar alimentos, de los 47 niños que ocupan vajilla de barro un 2.1% tienen niveles de exposición al plomo, y de los 921 niños que no lo ocupan es un 3.3%.

Sin embargo, esta diferencia estadísticamente no es significativa según la prueba del Chi Cuadrado ( $X^2 = 0.20297$ ,  $p = 0.6523$ ).



#### 9.4. DISCUSION

En el caso de una exposición al plomo un aumento de protoporfirinas libres, indica que la síntesis del heme está siendo afectada, aunque todavía no exista disminución del nivel de Hemoglobina. La síntesis del heme puede ocurrir también en otros tejidos como pe. el hígado, el riñón, el sistemas nervioso, así que un aumento de protoporfirinas libres puede ir acompañado de una afectación del heme en otra parte del organismo. (31) Además se reconoce que la concentración de protoporfirinas libres .es un mejor indicador de la concentración real de plomo en los tejidos blandos del organismo que el nivel de plomo en sangre. (C.D.C.) y como un aumento en Zincprotoporfirina si no es provocado por una deficiencia de hierro refleja de forma más fiel el riesgo de la exposición al plomo para la salud que el nivel de plomo en sangre, se recomienda incluirlo en la estimación del riesgo.

El método. de screening con Zincprotoporfirina es un método de diagnóstico con una gran sensibilidad pero poco específico, ya que el número de falsos positivos varía con la prevalencia de anemia ferripriva y requiere la determinación de otros indicadores a la par. En el caso de este estudio por falta de recursos no se pudo realizar la determinación del nivel de Hemoglobina, ni de otro indicador más específico para poder descartar una deficiencia de hierro en aquellos niños con niveles de ZPP elevados.

Sin embargo, asumiendo que la anemia por deficiencia de hierro se distribuye independiente de los factores de riesgo de plomo y que se encontró una distribución similar de porcentajes de hematocrito en el Área Urbana y el Área Rural, las diferencias en la distribución de los valores de Zincprotoporfirine (ZPP) en ambas poblaciones, pueden estar vinculadas con la exposición ambiental al plomo y no con una anemia por deficiencia de hierro. (Dr. Pineda-INCAP). Lo que pudiera considerarse debido a que el Área Urbana es la que presenta un centro industrial y varios talleres artesanales contaminadores de plomo, que consideramos en este estudio como las fuentes fundamentales de plomo.

Algunos autores consideran como límite crítico para población no- expuesta laboralmente el valor de 2.5 microgr/gr Hb (63t 76). Al analizar nuestros resultados se evidencia claramente que el Área Rural donde solamente existe como posible fuente contaminadora los gases emitidos por los vehículos que trafican la Carretera Vieja a León, el 59% de los niños presentan niveles menores de 2.5 microgr ZPP/gr Hb, mientras que en el Área de una mayor exposición solamente un 22% se encuentra en este rango.

El dilema entre la limitación de recursos para poder determinar el nivel de PbS a un mayor número de niños y la obligación por ética - médica de darles prioridad, a aquellos niños que presentaban los niveles de ZPP más elevados, fue motivo de la determinación del nivel de PbS en los 215 niños con niveles de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb. (El rango fue de 5.00-28.30 microgr ZPP/gr Hb y el valor promedio de 7.8 microgr ZPP/gr Hb).

Esta decisión fue apoyada por los resultados del estudio piloto realizado por el Instituto de Investigaciones T.N.O. de Holanda (73).

De los 215 niños con valores de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb sólo 32 niños (15%) presentaban niveles de PbS mayores de o igual a 30 mcrogr/dl. De los 183 (85%) "falsos positivos" un 68% (125) tenían porcentajes de hematocrito menores de 35% lo que aunque no es indicador absoluto puede dar un índice de la prevalencia de anemia ferripriva en este grupo, causa de la elevación del nivel de ZPP. y ya que este estudio se realiza en un país subdesarrollado con altos índices de parasitismo y desnutrición en los niños, se sobre entiende que se encontrarán altos porcentajes de niveles elevados de Zincprotoporfirine que no están relacionados con una exposición al plomo.

En base a las conclusiones del estudio piloto de 87 niños realizada por T.N.O. (73), se puede asumir que los 785 niños con niveles de ZPP menores de 5.0 microgr/gr Hb tendrán también un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl. Lo que nos permite asumir que de la muestra de 1.000 niños (70%) menores de 6 años del Área Urbana un 3.2% presentan un nivel de PbS mayor de o igual a.30 microgr/dl y un 96.8% de los niños un nivel menor de 30 microgr/dl.

Los datos del estudio NHANES realizada en los E.E.U.U. indican que un 22% de las personas de 6 meses a 74 años de edad tenían niveles de PbS menor de 10 microgr/dl, y 1.9% tenían niveles de PbS mayor a 30 microgr/dl. En el grupo de edad de 6 meses a 5 años sin embargo, la prevalencia de niveles elevados o sea mayores de 40 microgr/dl era mayor (4%) que esperado anteriormente en base a otros estudios. Landrigan et. al. encontraron que un 55% de los niños de 1 a 4 años que vivían a una distancia de 1.6 km de una fundición en Kellog, Idaho tenían niveles de plomo en sangre que variaban de 40 a 59 microgr/dl.

En cuanto a la estimación del riesgo de exposición al plomo para la población del Área Urbana según los percentiles normados por la C.E.E. (4) es imposible efectuarlo ya que no se realizó la determinación del nivel de plomo en sangre en más que los 215 niños, que por su forma de selección no se pueden considerar un grupo representativo de ésta población.

Sin. embargo, si comparamos los niveles de PbS encontrados con los niveles relacionados con daño al sistema nervioso, por lo menos 17 niños sobrepasan el nivel de 40 microgr Pb/dl. y en una población no expuesta laboralmente el nivel de plomo en sangre muy pocas veces excede el valor de 40 microgr/dl. Esta situación es aún más grave si consideramos que las secuelas debidas a la intoxicación por plomo en humanos están relacionados con la madurez del sistema nervioso central al momento de la exposición y que el mayor desarrollo del sistema nervioso ocurre en un niño durante los primeros cuatro años de vida.

Molina et. al. reportan en su estudio de niños que forman parte de familias que trabajan cerámica que "el saturnismo en niños con niveles de PbS mayor a 40 microgr/dl fue un factor contribuyente a un desarrollo mental retardado.

Por otro lado Piomelli et. al. estimaron en un estudio de 2.004 niños en Nueva York, el nivel límite de plomo en sangre para lo cual ocurre un aumento en las protoporfirinas libres siendo éste aumento uno de los primeros efectos biológicos. Concluyeron que a un nivel de PbS de 15-18 microgr/dl, un nivel demasiado fácil considerado como "normal" la síntesis del heme ya está siendo afectado con repercusiones para el sistema nervioso.

En relación a la distancia de la vivienda a la Fábrica de Acumuladores se observó que de los niños que habitan más cerca de la fundición un mayor porcentaje tenía niveles elevados de PbS que de los que vivían a mayor distancia. Las diferencias fueron leves en cifras absolutas, probablemente debido a la precisión del análisis, el tamaño de la muestra, etc.

Zielhuis encontró que al aumentar la distancia de la vivienda con la fuente de emisión de plomo la prevalencia de los niveles de plomo en sangre mayores de 25 microgr/dl aumentaba (31).

Es conocido que fuentes fijas de emisión de plomo pueden producir zona concentradas de contaminación en especial cuando las condiciones climáticas *pe.* poca velocidad del viento, clima seco minimizan la dispersión de partículas de plomo en el aire (15). Sin embargo, en este estudio el impacto de la fuente industrial es menos impresionante que reportado de fuentes de emisión de plomo en otros países lo que probablemente se debe a la poca cantidad de plomo emitida por la industria.

En menor grado se reproduce este esquema en el caso de los niños que vi en cerca de los talleres artesanales de baterías. Cuando se llevó a cabo este estudio se acababa de desmantelar el taller artesanal ubicado en la manzana 33 la orilla del Lago, donde en el mes de Mayo 1987 falleció el niño de 4 años.

En este taller se realizaban las actividades en un cuarto con una superficie de  $4 \times 4 \text{m}^2$  y que a la vez era vivienda de la familia. Las paredes estaban construidas con cajas viejas de baterías y donde se encontraba aparte del horno de fundición, una cama y una mesa. El patio y los alrededores inmediatos de la casa/taller estaban muy contaminados con desechos de baterías. Además de este taller había otro funcionando en la manzana 28, a escasos 30 metros de una escuela, primaria y la población tenía conocimiento de otro taller clandestino en la manzana 24.

En relación a la influencia de la dirección del viento los resultados nos llevan a concluir que el viento no tiene papel determinante en la exposición al plomo de niños menores de 6 años en este estudio. Se explica tomando en cuenta los resultados de análisis de algunas muestras de aire, que no fueron muy elevados, y por el hecho que la inhalación de partículas de plomo suspendidas en el aire, suele ser la vía de transmisión menos importante en niños, aunque la deposición de las partículas de plomo en el aire puede ser responsable de altas concentraciones de plomo en el polvo que ingieren los niños. (15)

Yankel et. al. observaron en sus muchas veces citado estudio que los niveles de plomo en sangre fueron principalmente influenciados por 5 variables: La concentración de plomo en aire, la concentración de plomo en suelo, la edad del niño, la cantidad de polvo encontrada en su casa y la ocupación de sus padres, considerando esta última variable como indicador del nivel socio-económico. Concluyeron, que una estrategia de control ambiental tenía que llevar medidas sobre el aire, y el suelo y que tanto niveles de plomo en suelo mayores de 1.000 ppm como niveles de plomo en aire mayores de  $2.0 \text{ microgr/m}^3$  -un promedio de 30 días son inaceptables. (17).

En este estudio las variables estadísticamente más significativas son: la edad del niño, la existencia de hábitos como geofagismo, la situación socio-económica, el vínculo laboral de uno de los familiares, el estado de la pintura al interior y exterior de la vivienda. Ya que no fue objetivo realizar un estudio ambiental exhaustivo sino un pequeño muestreo en algunos lugares, es imposible sacar conclusiones definitivas sobre la importancia de los niveles de plomo en suelo, aire y agua.

Sin embargo, por los altos niveles de plomo en suelo encontrados en algunos lugares del Área Urbana y la significancia del hábito de geofagismo, se puede asumir que en este estudio igual como en el realizado por Yankel et. al. en "Silver Valley" los niveles de plomo en suelo serán significativos.

En relación a la edad encontramos en este estudio que el mayor porcentaje de niños con nivel de exposición al plomo se encuentran en el grupo de edad de 1 a 2 años, 11 meses. La variable edad tiende a modificar el nivel de plomo en sangre en niños, y para evaluar los riesgos para la salud de una exposición a metales pesados, para una población se recomienda estudiar los niños y en especial los más pequeños. Varios estudios epidemiológicos han demostrado que el aumento en la concentración de plomo en sangre es mayor en niños de 1 a 3 años. que en niños de mayor edad. (16,31)

Los niveles de PbS bajan generalmente con la edad, y este descenso está relacionado con una disminución en la actividad "mano-boca."

Una excepción en cuanto a ésta tendencia constituyen los menores de un año, como en este grupo de edad influye una movilidad reducida y consecuente un acceso más limitado al plomo. Yankel. et. al. observaron en un estudio en niños de la. 9 años aledaños a una fundición de plomo los niveles de PbS más altos en niños de 2 a 4 años. (17)

Según la literatura una diferencia por sexo en cuanto a la exposición al plomo se presenta hasta en la adolescencia, cuando los niveles de PbS en niños de sexo masculino empiezan a elevarse de forma. rápida.

El estudio NHANES realizado en los E.E.U.U., indica un "valor pico" de PbS para los niños de 2 a 3 años, seguido por un descenso hasta la temprana adolescencia cuando en los niños de sexo masculino empieza a elevarse nuevamente el nivel de PbS. (5)

En relación al tiempo de exposición, Cavalleri et al. (36) reportaron que los niños de mayor edad que sufrieron una exposición al tóxico durante un período de tiempo más largo no presentaron niveles de PbS más elevados, lo que confirma el hecho que la concentración de plomo en sangre es un indicador de una exposición reciente.

Han sido realizados un gran número de estudios epidemiológicos en los cuales se reporta que el nivel de PbS en niños está relacionado al nivel de contaminación con plomo de su ambiente. La fuente de contaminación muchas veces es una fundición de plomo, un familiar expuesto ocupacionalmente, un área urbana con mucho tráfico, pintura en casas deterioradas, o un nivel natural muy elevado de plomo en el suelo.

Generalmente se realizan mediciones de los niveles de PbS en los niños y de la contaminación ambiental (concentraciones de plomo en aire, suelo, agua, etc). y la conclusión de casi todos los estudios es de que los niños que viven en las áreas más contaminadas tienen niveles de PbS más elevados y que la vía de transmisión por inhalación no logra explicarlo todo.

Estrechamente relacionados con la edad son los hábitos de geofagismo .y de llevarse frecuentemente manos u objetos a la boca, de la cual el último hasta cierta medida es uno de sus hábitos normales de exploración del ambiente. La mayor absorción oral de plomo por niños es a través de alimentos y bebidas. (74), pero la ingestión del plomo en suelo y polvo con las manos sucias ha sido reconocido como otra vía muy importante de transmisión en niños pequeños, aún más importante que la inhalación. (47)

Al solo observar su conducta durante el juego ésta suposición parece muy lógica, y además fue descrita ya desde principio de este siglo por Gibson. (7)

Por esa razón los niños pequeños que viven cerca de fuentes de emisión de plomo tienen que ser considerados como grupo de riesgo tanto por la inhalación de partículas de plomo y por la ingestión directa de plomo depositado en suelo y polvo. Los resultados de este estudio indican que los niños que suelen comer tierra y ponerse manos sucias y/u objetos a la boca tenían niveles de PbS más elevados que los niños cuyas madres negaron éstos hábitos. La poca diferencia observada entre los niños que presentaban "a veces" o "a menudo" pica, probablemente es debido a la manera poca precisa de formular la pregunta.

En el estudio de Zielhuis et. al. (31) se estudió la influencia de un contacto excesivo con el suelo en niños que habitan a una distancia menor de 2 km. de la fuente industrial. Los niños cuyas madres afirmaron la pregunta "su niño suele ponerse las manos sucias a la boca?" un 38% tenía niveles de PbS más elevados que los niños cuyas madres lo negaron.

Barltrop (18) y Yankel et. al. (17) observaron en niños una asociación entre las concentraciones de plomo en sangre, suelo, y polvo, habiéndose encontrado previamente altas concentraciones de plomo en el suelo alrededor de la fundición.

Sayre et. al. (10) observaron en niños de 6 meses a 6 años una relación entre los niveles de PbS y las concentraciones de plomo en polvo recogido de sus manos y del interior de la casa.

En relación a la situación socio-económica en este estudio se encontró un mayor porcentaje de niños con niveles de PbS elevados entre los clasificados con una situación socio-económica mala y mínima que entre los con una situación socio-económica clasificada como regular. Las diferencias tienen significancia estadística. Estos resultados corresponden con los de otros estudios. Zielhuis et. al. (31) observaron los más altos niveles de PbS en niños de un bajo nivel socio-económico, habiendo definido éste por la ocupación de los padres.



En esta investigación donde fueron estudiados 108 niños a diferente distancia de una fundición de plomo en Holanda, se encontró que a menor distancia de la fuente industrial aumentaba el porcentaje de niños con un bajo nivel socio-económico.

Un efecto similar fue observado por Landrigan et. al. (16) Yankel et . al. (17) en niños que viven aledaños a una fundición de plomo. Indica que la situación socio-económica es una variable importante ya tomar en cuenta en el momento de definir el grupo de mayor riesgo.

Otra variable muy significativa en este estudio es el "vínculo laboral". De los 7 niños que tienen éste vínculo laboral y niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl sus madres refieren que en 4 casos se trata de trabajadores de la Fábrica Willard y en 3 casos de talleres artesanales; que todos realizan un trabajo directo con plomo y no de tipo administrativo o de servicios. Los valores de PbS de estos 7 niños varían en el rango de 31,4 a 47,1 microgr/ dl con un promedio de 39,2 microgr Pb/dl.

La exposición se produce generalmente por el polvo con plomo que el familiar expuesto laboralmente lleva a casa en sus cabellos, ropa, piel, zapatos e incluso vehículo. La exposición del niño a éste metal tóxico tiende a aumentarse al encontrarse ubicado el lugar de trabajo cerca o incluso ubicado en la misma vivienda.

Dolcourt et. al. describieron una aumentada absorción de plomo por niños de trabajadores expuestos al metal. Además reportaron de 2 casos (13) en North-Carolina, E.E.U.U. con exposición elevada al plomo por la fundición artesanal del metal en la misma vivienda. En ambos casos los niños absorbieron una gran cantidad de plomo y uno de ellos desarrolló una encefalopatía. Baker et. al. (12) concluyeron en su estudio realizado en Tennessee, E.E.U.U., que habiendo uno de los padres que trabajaba con plomo, el nivel de PbS de sus niños estaba fuertemente asociado con la concentración de plomo en el polvo de la casa.

En los 91 niños examinados 38 de ellos (41.8%) tenían niveles de PbS mayores de 30microgr/dl y 10 de ellos tenían niveles mayores de 80 microgr/dl. Schutz et. al. (39) reportan en cambio en su estudio realizado en Suecia, que de los 14 niños con padres trabajando en una fundición de plomo los niños de sexo masculino presentaban un promedio de PbS, de 7,4 microgr/dl y las niñas un promedio de 5,4 microgr/dl y no encontraron diferencia significativa con otros niños del estudio.

Es importante al evaluar cualquier enfermedad posiblemente tóxica en un niño tomar en cuenta la ocupación de los familiares y realizarse que aunque la cantidad de plomo fundido es mucho menor, los talleres más pequeños son potencialmente los más peligrosos y por ser temporales es difícil lograr controlarlos.

En relación al estado de la pintura al interior y exterior de la vivienda, aunque en este estudio no fueron considerados como la fuente principal de contaminación del ambiente con plomo resultaron ser variables muy significativas. Los resultados de las muestras de pintura tomadas en Managua y determinadas por el Laboratorio Central de Higiene y Epidemiología no indican niveles de plomo excesivamente elevados, pero si mayores que el nivel recomendado. La pintura a base de plomo (15) continúa siendo la principal fuente de exposición al plomo y de intoxicación plúmbica sintomática de los niños en los E.E.U.U. En especial son niños que habitan los viejos centros deteriorados de las grandes ciudades, que desarrollan la intoxicación por plomo comiéndose partículas de pinturas (47). Por lo general la intoxicación plúmbica por pintura ocurre en niños menores de 6 años.

Se ha realizado un gran número de estudios epidemiológicos de niveles de PbS en niños considerados como grupo de riesgo en distintas ciudades. Lin Fu (1972) resumió gran parte de estos datos y por lo menos un 20% de las mediciones de PbS son mayor de 40 microgr/dl concluyendo que en términos absolutos la situación es caracterizada como muy grave. Desde 1977 la pintura utilizada al interior de las viviendas no puede por regulación contener más de 0.006% de plomo. En el pasado algunas pinturas utilizadas al interior de las viviendas contenían más del 50% de plomo.

Las variables tipo de piso, calle y material de paredes de alguna forma inciden en la cantidad de polvo en el ambiente del niño, aunque en este estudio no se encontraron diferencias significativas más que por el tipo de piso.

Suelo y polvo que contienen plomo son por lo general una fuente importante de exposición al plomo en niños. Las partículas de plomo en aire depositadas en suelo y polvo provienen de fuentes industriales y de vehículos. En cuanto al polvo al interior de la casa se reconocen 3 fuentes de plomo: 1) La sedimentación de pintura descascarada, 2) La deposición de partículas ( "fall-out " ) emitidas por fuentes industriales cercanas a la casa y 3) Emisiones de vehículos. Las actividades industriales pueden contribuir al plomo en el polvo de la vivienda de forma directa (emisión de partículas de plomo) y de forma indirecta por los trabajadores que llevan el polvillo del plomo a su casa.

En el suelo el plomo tiende a permanecer en las capas superficiales, pero muchos suelos están contaminados hasta mayor profundidad.

Bartrop (18) reportó como promedio del nivel de PbS 20,7 microgr/ dl en 29 niños de 2 a 3 años relacionados con una concentración promedio de 420 mg/kg de Pb en el suelo. En cambio un grupo de 43 niños de la misma edad presentaron un promedio de 23,8 microgr/dl con una concentración promedio de 3.390 mg/kg de Pb en suelo, lo que sugiere un aumento en el nivel de PbS de 3,1 microgr/dl con un aumento de Pb en suelo de 420 a 3.390 mg/kg.

En relación a los resultados del muestreo ambiental, se debe recalcar el escaso número de muestras tomadas en relación a la gran superficie cubierta por el Área Urbana o sea por los Barrios Domitila Lugo, Rigüero Norte y Pedro Joaquín Chamorro. En cuanto a la importancia de errores típicos encontrados, la literatura indica que este tipo de muestreo presenta generalmente resultados dispersos. Factores tales como el viento, la lluvia, la circulación de vehículos y de peatones, contribuyen fácilmente a aumentar las desviaciones a nivel de los resultados. (Duggan)

Con todas estas limitaciones, es evidente al comparar los resultados del Área Urbana con los del Barrio José Dolores Estrada, que existe una diferencia en relación a la contaminación del suelo.

El promedio de valores de Pb-suelo del Área Urbana es 1.055 microgr/gr, mientras que en el Barrio José Dolores Estrada el promedio es de 17.5 microgr/gr. Esta diferencia es estadísticamente significativa.

En el Área Urbana podemos señalar tres fuentes potenciales de contaminación del ambiente con plomo. En relación a la producida por el tráfico de vehículos, esto puede producir una contaminación del suelo hasta niveles que varían de 600 a 2.800 microgr/gr. Todo nivel que sobrepasa los 3.000 a 4.000 microgr/gr debe interpretarse como una contaminación que no proviene solamente de vehículos. En estos casos la contaminación del ambiente es producto de las otras fuentes potenciales de plomo: las cuales son la fuente industrial, los talleres artesanales y la degradación de la pintura de la casa.

Considerando que en la zona industrial de Managua un tráfico intenso de vehículos solamente se observa en la Carretera Norte que pasa a una misma distancia del Barrio José Dolores Estrada y no por las calles en su mayoría no-asfaltadas de los barrios mismos, que además en nuestro país no se produce un tráfico de vehículos tan intenso como en los países industrializados donde sí la emisión de plomo por fuente móviles es muy grande, podemos asumir que la mayor contaminación del Área Urbana es por las fuentes mencionadas anteriormente.

La contaminación del aire y del agua con plomo parecen de poca importancia en comparación de la contaminación del suelo.

En resumen podemos concluir que la exposición de los niños menores de 6 años del Área Urbana es un problema multivariado con los efectos de varias fuentes de plomo mediatizadas por distintos factores. Los niños del Área Urbana están expuestos al plomo de varias fuentes transmitido mediante vehículos como el aire, el polvo, suelo y agua.

El plomo en el aire proviene de fuentes fijas como la Fábrica de Acumuladores Willard y los talleres artesanales y de fuentes móviles como el tráfico de vehículos en la Carretera Norte. El plomo en el agua proviene posiblemente de la tubería, el sistema de distribución y almacenamiento (barriles destapados). En adición a la exposición a éstas fuentes existen una serie de factores que hacen variar la exposición individualmente. Algunos niños, como resultado de una actuación normal por su etapa de desarrollo pueden absorber una gran cantidad de plomo comiéndose pedacitos de pintura, tierra y polvo contaminado, chupando objetos, etc,. Otros estarán más expuestos por la contaminación de su casa por el polvo de plomo llevado a casa por algún familiar expuesto laboralmente al plomo o sencillamente porque su casa permite una mayor penetración de polvo contaminado con plomo, o porque la - situación socio-económica interfiere pe, en los hábitos higiénicos.

## **X CONCLUSIONES**

- 1) Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de valores de Zincprotoporfirine en los niños encuestados del Área Urbana y Rural.
- 2) Considerando que se encontró una distribución similar de porcentajes de hematocrito en los niños encuestados de ambas áreas, las diferencias en la distribución de valores de ZPP pueden reflejar diferentes grados de exposición ambiental al plomo.
- 3) De los 215 niños con valores de ZPP mayores de 4.9 microgr/gr Hb, un 15% presentó un nivel de plomo en sangre mayor de o igual a 30 microgr/dl (verdaderos positivos) y un 85% un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl (falsos positivos).
- 4) Se encontró en un 3.2% de los niños encuestados del Área Urbana un nivel de plomo en sangre mayor o igual a 30 microgr/dl y en un 96.8% un nivel de PbS menor de 30 microgr/dl.
- 5) El grupo de mayor riesgo lo constituyen los niños de 1 a 3 años.
- 6) Se encontró una asociación estadística entre los niveles de exposición al plomo y algunos factores de riesgo como son el hábito de geofagismo, una mala situación socioeconómica, una distancia menor de 250 metros de la vivienda a la Fábrica de Acumuladores, un bajo grado nutricional, la exposición laboral al plomo de algún familiar y el mal estado de la pintura de la vivienda del niño.
- 7) Se encontraron en algunos lugares que corresponden a los donde se concentra un mayor porcentaje de niños con niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl altas concentraciones de plomo en suelo, lo que pudiera relacionarse con las principales fuentes de emisión de plomo que son la Fábrica de Acumuladores Willard y los talleres artesanales de producción de baterías.

## **XI RECOMENDACIONES**



- 1) Ingresar de forma inmediata en el Hospital Infantil "Manuel de Jesús Rivera" a los 2 niños con niveles de intoxicación (PbS mayor de 55 microgr/dl) para su debido tratamiento.
- 2) Hospitalizar de forma planificada los 30 niños con niveles de PbS mayores de 25 microgr/dl para estudio (test de provocación con Ca-EDTA) y si fuese necesario tratamiento.
- 3) Estudiar los niveles de plomo en sangre de las embarazadas residentes en los barrios aledaños a la Fábrica de Acumuladores Willard y si es necesario determinar los niveles de plomo en sangre de cordón umbilical de los recién nacidos para poder definir intoxicaciones neonatales congénitas.
- 4) Realizar un estudio ambiental (determinaciones de plomo en aire, suelo, polvo y agua) para conocer la fuente de contaminación de estos niños afectados y definir las medidas a tomar al respecto.
- 5) En espera de los resultados del estudio ambiental y en base a las altas concentraciones encontradas de plomo en suelo, aplicar como medida de control parcial la pavimentación con métodos húmedos de las calles de los Barrios Domitila Lugo, Rigüero Norte y Pedro Joaquín Chamorro.
- 6) Desarrollar campaña de educación sanitaria a la población expuesta con el apoyo de los brigadistas de salud para que conozcan ésta problemática y enfatizando las medidas de prevención y control.
- 7) Determinar los niveles de plomo en sangre de 150 niños con niveles de ZPP menores de 5.0 microgr/gr Hb para conocer la relación entre los niveles de Zincprotoporfirine y plomo en sangre en niños en Nicaragua.
- 8) Aplicar test de inteligencia en niños con valores de PbS superiores a 25 microgr/dl para conocer los efectos del plomo sobre el sistema nervioso central en estos niños.

- 9) Elaborar de forma inmediata las normas de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de los niños con diagnóstico de exposición a ó intoxicación con plomo.
- 10) Realizar los esfuerzos para dotar al Centro de Higiene y Epidemiología de los medios y técnicas de laboratorio necesarios para realizar el monitoreo continuo de los niños expuestos y diagnosticados como intoxicación con plomo.
- 11) Implementar las medidas tendientes para efectuar un control activo de los pacientes egresados de los hospitales con diagnóstico de intoxicación con plomo, dentro de éstos deberá desempeñar un papel primordial el nivel de atención primaria.
- 12) Continuar desarrollando estudios epidemiológicos alrededor de la exposición excesiva al plomo que nos ayuden a conocer mejor ésta problemática en Nicaragua.
- 13) Definir en base a una relación de niveles de plomo en sangre y ZPP de población laboral e infantil el límite máximo permisible de plomo en ambiente para Nicaragua.
- 14) Promover la formulación de un programa con objetivos específicos para la prevención y control de la intoxicación con plomo para la población nicaragüense.
- 15) Analizar la posibilidad de una reubicación de acuerdo a la zonificación industrial de Managua de las fuentes industriales emisoras de plomo y de los talleres artesanales de baterías, una vez que éstas últimas estén agrupadas en una Cooperativa.

## **XII BIBLIOGRAFIA**

## 12.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) Lin-Fun J.S.: Historical perspective on health effects of lead, Mahaffey (ed) Dietary and Environ. Health 1985 Elsevier Science Publishers Holanda, 2: 43-65.
- 2) Brunekreef B.: The relationship between environmental lead and blood lead in children, a study in environmental epidemiology, Dpto. of Environmental Health Agricultural University of Wageningen, Holanda 1985.
- 3) Rostron C.: Are we at risk from Lead, Part I-II, Information Section, Fd. Chem. Toxic. Inglaterra 1982; 20: 617-681/967-970.
- 4) Zielhuis R.L.: Biological exposure limits: The fetus and EEC politics, Coronel Laboratory Universidad de Amsterdam, Holanda 1985.
- 5) Mahaffey K.R., Annet J.L., Roberts J., Murphy R.S.: National Estimates Blood Lead Levels: United States, 1976-1980, New England Journal of Medicine; E.E.U.U. 1982; 307: 573-579.
- 6) Informes del Departamento Regional de Salud Ocupacional del MINSA, Managua: 1984-1986.
- 7) Nriagu J.O.: Historical perspective on the contamination of food and water with lead, Mahaffey (ed) 1985 Elseviers Science Publ. Holanda, 1: 1-43.
- 8) Lewis J.: Lead poisoning, a historical perspective, EPA Journal, E.E.U.U. 11 (4): 15-19.
- 9) Schwartz J., Angle C., Pitcher H.: Relationship between Child Blood Lead Levels and Stature, Pediatrics E.E.U.U. 1986; 77 (3): 281-288.
- 10) Sayre J.S., Charney E., Vostal J., Pless B.I.: House and Hand Dust as a Potential Source of Childhood Lead exposure, Am. J. Dis. Child E.E.U.U. 1974; 127: 167-170.

- 11) Timpo A. E., Min J.S., Casalino M.B., Yuceoglu A.M.: Congenital lead Intoxication, Brief Clinical and Laboratory Observations E.E.U.U. 1979; 94 (5): 765-767.
- 12) Baker F., Folland D., Taylor T., Frank M., Peterson W., Lovejoy G., Cox D., Houseworth J., Landrigan F.: Lead Poisoning in Children of Lead Workers, Home Contamination with Industrial Dust, New England Journal of Medicine E.E.U.U. 1977; 3: 260-261.
- 13) Dolcourt J. L., Hamrick H.J., O'Tuama L. A., Wooten J., Barker E. L.: Increased Lead Burden in Children of Battery Workers: Asymptomatic Exposure Resulting from Contaminating Work Clothing, Pediatrics E.E.U.U. 1978; 62 (4): 563-565.
- 14) Watson W. N., Witherell E., Giguere G. C.: Increased Lead Absorption in Children of Workers in a Lead Storage Battery Plant, Journal of Occupational Medicine E.E.U.U. 1978; 20: 11 759-761.
- 15) Centers of Disease Control: Preventing Lead Poisoning in Young Children, A Statement by the Centers For Disease Control, E.E.U.U. 1985.
- 16) Landrigan P.J ., Baker E. L.: Exposure of children to heavy metals from smelters: epidemiology and toxic consequences, Environmental Research 1981 25: 204-224.
- 17) Yankel A. J., Von Lindern I. H., Walter S. D.: The Silver Valley Lead Study: The relationship between Childhood Blood Lead Levels and Environmental Exposure, Journal of the Air Pollution Assoc. 1977; 27 (8): 763-767.
- 18) Barltrop D. : Significance of lead contaminated soils and dusts for human populations, Archives Industrial Hygiene and Toxicology 1975; 26: 81-96.
- 19) Singh N., Donovan C.M., Hanshaw J. B.: Neonatal lead intoxication in a prenatally exposed infant, Brief C1inica1 and Laboratory Observations E.E.U.U. 1978; 93 (6): 1019-1021.

- 20) Qazi Q. H., Madahar C., Yuceoglu A. M.: Temporary increase in Chromosome Breakage in an Infant Prenatally exposed to lead, *Hum. Genetics E.E.U.U.* 1980; 53: 201-203.
- 21) Dolcourt J. L., Finch C., Coleman G. D., Klimas A. J., Milar C.,: Hazard of Lead Exposure in the Home from recycled Automobile Storage Batteries, *Pediatrics E.E.U.U.* 1981; 68 (2): 225-229.
- 22) Annest J. L., Pirkle J. L., Makuc D., Neese J. W., Bayse D. D., Kovar M. G.: Chronological Trend in Blood Lead Levels between 1976 and 1980, *New England Journal of Medicine E.E.U.U.* 1983; 308: 1373-1374.
- 23) Rosmanith J., Schroder A., Einbrodt H. J., Ehm W.: Investigation of children living in a industrial area polluted by lead and zinc, *Umwelthgiene* 1975; 9/75: 266-271.
- 24) Roels H., Buchet J. P., Lauwerys R., Hubermont G., Bruaux P., Claeys Thoreau F., Lafontaine A., Van Overschelde J.,: Impact of Air Pollution by Lead on the Heme Biosynthetic Pathway in School-Age Children, *Archives of Environmental Health* 1976; 310-316.
- 25) Roberts T. M., Gizyn W., Hutchinson T.c.: Lead contamination of air, soil, vegetation and people in the vicinity of secondary lead smelters, *Trace Subst. Environmental Health* 1974; 8: 155-156.
- 26) Schmitt., Phillion J. J., Larsen A., Harnadek M., Lync,: Surface soil as a potential source of lead exposure for young children, *Can Med. Association* 1979; 121: 1474-1478.
- 27) Wagner V., Wagnerova M., Wokounova D.: Correlations between blood lead concentrations and some blood protein levels in children residing in lead polluted and control areas, *Journal Hygiene Epidem. Microbiology Inmunol* 1981; 25: 97-112.

- 28) Seppalainen A., Hernberg S., Kock E.: Relationship between Blood Lead Levels and Nerve Conduction Velocities, *Neurotoxicology E.E.U.U.* 1979; 1: 313-332.
- 29) Hanninen H., Mantece P., Heckberg S., Seppalainen A., Koch E.; Subjective symptoms in Low Level Exposure to Lead, *Neurotoxicology Finlandia* 1979; 1: 333-347.
- 30) Charalampos G., Mavroidis K. Th., Papadopoulou D. Z., Michalodimitrakis D. N., Salamalikis L. X., Gounaris A. K., Varonos D. D. : Environmental Lead Pollution in Greece, *Am. Ind. Hyg. Assoc. Journal* 1982; 43 (10): 796-798.
- 31) Zielhuis R. L., del Castillo P., Herber R. F. M., Wibowo A. A. E., Salle H. J. A.: Concentrations of Lead and Other Metals in Blood of Two and Three Year-Old Children Living Near a Secondary Smelter, *Int. Archives Occup. Environm. Health Holanda* 1979; 42: 231-239.
- 32) Brunekreef B., Wibowo A. A. E., Lebrecht E., Boley J. S. M., Biersteker K. : Epidemiologie van loodopname door jonge kinderen in de omgeving van een industriële bron te Arnhem, *T. Soc. Geneeskunde Holanda* 1981; 2: 35-41.
- 33) Zuidema H., Pel H. J., Postma G.: Aardappellood, *Ned T. Soc. Geneeskunde Holanda* 1978; 56: 660-664.
- 34) Ligeon A.J ., Huisman C. H., Zielhuis R. L.: Gehaltes aan lood in bloed van 4-6 jarige Nederlandse Kinderen, *T. Soc. Geneeskunde Holanda* 1981; 17: 600- 608.
- 35) Ligeon A. J., Van Schijndel A. M., Salle J. A., Wibowo A. A. E. : Zuigelingen. voeding, haemsynthese en lood, *T. Soc. Geneeskunde Holanda* 1981; 22: 823-826.
- 36) Cavalleri A., Baruffini A., Minoia C., Bianco L. : Biological response of Children to low Levels of Inorganic Lead, *Environmental Research E.U.* - 1981; 25: 415-423.

- 37) Forni A., Sciame A.,: Chromosome and Biochemical Studies in Women Occupationally Exposed to lead, Archives of Environmental Health 1980; 36 (3): 139-144.
- 38) Campbell B. C., Bairds A. W.,: Lead Poisoning in a group of demolition workers, British Journal of Industrial Medicine Inglaterra 1977; 34: 298- 304.
- 39) Schutz A., Ranstam A., Skerfving S., Tejning S.,: Blood-Lead Levels in School Children in Relation to Industrial Emission and automobile Exhausts, AMBIO 1984; 13 (2): 115-117.
- 40) Popovac D., Graziano J., Seamna C.,: Elevated blood lead in a population near a lead smelter in Kosovo, Yugoslavia, Arch, of Environm. Health, 1982; 37: 19-23.
- 41) Gallego Gándara de F.N.A., Azevedo F. A.,: Niveles de plomo y actividad de la Acido D-aminolevulinicodehidratase en Sangre de la población de San Pablo (Brasil) División de Toxicología, CETSB Brasil, 1980.
- 42) Henao S., Baena S., Puerta J., Arteaga J.,: Determinaciones ambientales de plomo inorgánico en la Fábrica de Baterías de Medellín-Colombia FABA y efectos en los trabajadores expuestos. Colombia 1970.
- 43) Higiene del Medio, Tomo III, Dirección de Higiene, Cuba, MINSAP 1984; 96: 886-887.
- 44) Lee B. K.: Occupational Lead Exposure of storage Battery Workers in Korea, British Journal of Industrial medicine 1982; 39: 283-289.
- 45) Molina G., Zúniga M. A., Cárdenas A., Medina A. R., Solís P., Solís Cámara P.,: Alteraciones psicológicas en niños expuestos a ambientes domésticos ricos en plomo, Bol. de la Oficina San. Panamericana, 1983; 62,94 (3): 239-247.
- 46) Piomelli S., Corash L., Beigel Corash M., Seaman C., Mushak. P., Glover B., Padgett R.,: Blood lead concentrations in a Remote Himalaya Population. Science 1980; 210: 1135-1137.



- 47) Waldron H. A., Stofen D.: Subclinical Lead Foisoning, Academic press, 1974.
- 48) Piomelli S., Seaman C., Zullow D., Curran A.,: Treshold for lead damage to heme synthesis in urban children, Proc. Natl. Acad. Scie. E.E.U.U. 1982; 79: 3335-3339.
- 49) Paguaga C. E., Barrera R. A.: El Saturnismo en la Fábrica Nacional de Baterías, Estado Actual y Medidas de Control, Jornada Científica de Salud, Región III, 18-19 de Septiembre de 1984, Nicaragua.
- 50) Arnold S., Heyer N.: Informe sobre dos plantas de baterías de plomo, Willard y Fanabasa, Abril 1986, MINSAs, Managua, Nic.
- 51) Coz Sánchez J. R., Candelario González J., Saballos R., Ramírez P.: Presentación de un caso de encefalopatía plúmbica, Jornada Científica Médica Cubana de Managua, 1986.
- 52) Behrman R. E., Vaughan V. C. , Nelson W. E.: Nelson Tratado de Pediatría, 12a. edición, Interamericana S.A. México D. F. 1986.
- 53) Rosen J. F.,: Metabolic and Cellular Effects of Lead: A guide to low level lead toxicity in children, Mahaffey (ed) Dietary and Environmental Lead; Human Health effects, 1985 Elseviers Science Publishers Holanda 6: 157-185.
- 54) Sorrell M., Rosen J.,: Interactions of Lead, Calcium, Vitamin D, and Nutrition in Lead-burdened children, Archives of Environmental Health, E.E.U.U. 1976: 160-164.
- 55) Moore M. R., Goldberg A.,: Health Implications of the hematopoetic effects of lead, Mahaffey (ed) 1985 Elseviers Sc. Publ. Holanda 9: 261-315.
- 56) Goyer R. A.,: Renal Changes Associated with Lead Exposure, Mahaffey (ed) Dietary and Environmental Lead: Human Health Effects, 1985, Elseviers Sc. Publ. Holanda, 10: 315-339.

- 57) NFAN, National Filter Analysis Network (database): Annual average of lead from NFAN as of September 1982. Research Triangle Park, NC: U. S. Environmental Protection Agency, 1982.
- 58) Maenhout W., Zoller W. H., Duce R. A., Hoffman G. L.: Concentration and size distribution of particulate trace elements in the south polar atmosphere, 1979, *J. Geophys. Res.* 84: 2421-2431.
- 59) Davidson C. I., Grinnon T. C., Nasta M. A.: Airborne lead and other elements derived from local fires in the Himalayas, 1981b, *Science (Washington D.C)* 214: 1344-1346.
- 60) Gulson B. L., Tiller K. G., Mizon K. L., Merry R. M.: Use of lead isotopes to identify the source of lead contamination near Adelaide, South Australia, 1981, *Environm. Scie. Technolog.* 15: 691-696.
- 61) Erunekreef E., Landbouwwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Gezondheidsleer, Wageningen 1988.
- 62) Zielhuis E. L., Wibowo A. A. E.: De gezondheidkundige betekenis van het loodgehalte in bloed, *Ned. Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde Holanda* 1978; 122 (2): 793-799.
- 63) Zwennis W. C. M.: Blootstelling aan lood, *MBL T. N. O. Holanda* 1980.
- 64) Schmidt N. A.: Porfyrienen, *Wetenschappelijke Info* 1987; 7 (14): 8-12.
- 65) Bloemen J.E.M.: Gezondheidsbewaking bij expositie aan anorganisch lood, *Holanda* 1978; 20-27.
- 66) Lilis R., Valciukas J. A., et al: Assessment of Lead Health Hazards in a Body Shop of an Automobile Assembly Plant, *Am. J. of Ind. Medicine* 1982; 3: 33-51.

- 67) Zwennis W.C.M., Franssen A., Kouwenberg J.,: The relation between Zincprotoporphyrine, Inorganic Lead And Hemoglobin in Blood of Industrial Workers exposed to Lead, MBL T.N.O., Sec. Int. Congress on Toxicology Brussel 1980.
- 68) Manual AVIV Hematofluorimetro, model ZPP meter, Lakewood E.E.U.U. 1987.
- 69) Piamelli S., Rasen J.F., Chisalm J.J., Graeff J.W.,: Management af Childhaad Lead Paisaning, The Journal af Pediatrics, E.E.U.U. 1984; 105 (4): 523-532.
- 70) Hiscock S.A.,: Efectos ambientales y medios de control en la industria del plomo, el zinc y el cadmio: Experiencia y puntos de vista. Ind . y Medio Ambiente 1984.7 (3): 15-18.
- 71) Watson W.S., Hume R., Moore M.R.,: Oral absorption of lead and iron, The Lancet Inglaterra 1980; Agosto 2: 236-237.
- 72) Dirección General de Atención Médica, Dirección Materno-Infantil: más de Crecimiento y Desarrollo, MINSA, Nicaragua 1986.
- 73) Zwennis W.C.M.,: Report on a Visit to the Ministry of Health and the National Institute of Hygiene and Epidemiology in Managua Nicaragua, September 7-11,1987; 7-11.
- 74) Duggan M.J.,: Contribution of lead in Dust to Children's Blood leadt Environmental Health Perspective, Inglaterra 1983; 50: 371-381.
- 75) Bornschein R.L., Succop P., Dietrich K.N., Clark C., Que Hee S., Ha mmon P.B.,: The Influence of Social and Environmental Factors on Dust Lead, Hand lead and Blood Levels in Young Children, Environmental Research 1985, E.E.U.U.; 38: 108-118.

76) Zielhuis R.L., Wibowo A.A.: Periodiek onderzoek van loodwerkers, T. Soc. Geneeskunde 1978; 56: 676-681.

77) Mahaffey K.R.: Blood lead Levels and Dietary calcium Intake in 1 to 11 year old children The Second National health and Nutrition Examination Survey, 1976 to 1980, Pediatrics E.E.U.U. 1986; 78 (2): 257-262.

## 12.2. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) Barltrop D.,: Transfer of lead to the human foetus, Blackwell Scientific Publications, Oxford 1969: 135-151.
- 2) Barrera R.,: Saturnismo en Nicaragua, Informe del Equipo Regional de Atención Integral al Trabajador, Nicaragua 1984.
- 3) Bellinger D., Leviton A., Wateraux C., Neeleman H., Rabinowitz M.,: Longitudinal Analyses of Prenatal and Postnatal Lead Exposure and-Early Cognitive Development, New England Journal of Medicine E.E.U.U. 1987; 316: 1037-1043.
- 4) Beloian A.M.,: Model system for use of dietary survey data to determine lead exposure from food, Mahaffey (ed) Dietary and Environmental Lead: human health effects, 1985 Elsevier Science Publishers, Amsterdam; 5: 109-151.
- 5) Blumberg W.E., Eisinger J., Lamola A.A., : Calibration of the Hematofluorimeter for Diagnosis of Chronic Lead Intoxicacion and Iron-Deficiency Anemia, Bell laboratories, E.E.U.U. 1987.
- 6) Boyd S.D., Wasserman G.S., Green V.A., Wise G.W., Roberts D., Williams J.,: Lead arsenate Ingestion in Eight Children, Clinical Toxicology E.E.U.U. 1981; 18 (4): 489-491.
- 7) Brunekreef B., Veenstra S., Biersteker K., Boley J.,: Lead Uptake of 1 to. 3 Year Old Children Living in the Vicinity of a Secondary Lead Smelter in Arnhem, Holanda, Environmental Resarch E.U. 1981; 25: 441-448.
- 8) Chavalit.nitikui C., Levin L.,: A Laboratory Evaluation of Wipe testing Based on Lead Oxide Surface contamination, American Industrial Hygiene Ass. Journal 1984; 45 (5): 311-317.

- 9) Charney E., Kessler B., Farfell M., Jackson D.,: Childhood Lead Poisoning, a Controlled Trial of :the Effect of Dust-Control Measures on Blood Levels, New Engl. Journal of medicine, E.U. 1983; 309: 1089- 1093.
- 10) Cooper C.,: Occupational Lead Exposure: Are we at Risk., J. Occup. Medicine 1980; 129-131.
- 11) Davis M.J., Svensgaard D.J. : Vol. 1987; 329: 297-300.
- 12) Duggan M.J., Inskip M.L.: Childhood Exposure to Lead in Surface Dust and Soil: A Community Health Problem, Public Health Rev., Israel 1985; 13: 1-54.
- 13) Eisinger J.,: Biochemistry and Measurement of Environmental Lead Intoxication, New Jersey, Bell Laboratories, Murray Hill, 1974.
- 14) Eisinger J., Blumberg W.E.,: Environmental Intoxicants and their Fundamental Interactions, Bell Laboratories, Murray Hill, N.Y., 1979.
- 15) Elias R.W. ,: Lead Exposures in the Human Environment, Mahaffey (ed) Dietary and Environmentallead: human health effects 1985 Elsevier Science Publisher B.V., Holanda: 4: 79-89.
- 16) Fraser D., Suslow L.,: Los Peligros que representa el plomo y cómo Departamento de Seguridad Social, Union Int. VAW, 1979.
- 17) Gijssels J.,: Als het Lood om je hoofd is verdween, EPO Hoboken, Bélgica, 1979.
- 18) Goldstein B.: Health and the Leald Phasedown, EPA Journal E.E.U.U., 1985; 11 (4): 9-12.

- 19) Grandjean P, Arnving E., Beckmann J.,: Psychological Dysfunctions in lead exposed workers, *Scand. J. Work Environ and Health* 1978; 4: 295- 303.
- 20) Groffman D.M., Wood R.,: Revision of a Field method for the Determination of Total Airborne Lead, *Analyst RFA* 1971; 96: 140-144.
- 21) Hiscock, S.A.: Efectos ambientales y medios de control en la industria del plomo, el zinc y el cadmio: experiencias y puntos de vista, *Industria y Medio Ambiente* 1984; 7 (3): 15-19.
- 22) ILZRO: Lead Environmental Research, Int. Lead Zinc Research Organization Inc. 1984; 4.
- 23) Karacie V., Pripie-Majic D., Telisman S.,: The relationship between Zincprotoporphyrin (ZPP) and "Free" Eryocyte Protoporphyrin (FEP) in Lead Exposed Individuals, *Int. Arch. Occup. Environ Health* 1980; 47: 165-177.
- 24) Koller L.D.: Immunological effects of Lead, Mahaffey (ed) *Dietary and Environ Lead: human health effects*, 1985 Elsevier Science Publishers, 11: 339-353.
- 25) Lamola A.A.,: Effect of hemolysis and Ageing of blood Samples on Hematofluorimeter Readings, Newark E.E.U.U. 1976.
- 26) Landrigan Ph., Froines J.R., Mahaffey K.R.,: Body lead Burden: a summary of epidemiological data on its relation to environmental sources and toxic effects, Mahaffey (ed) *Dietary and Environ Health* 1985 Elseviers Science Publishers, Holanda, 14: 421-452.
- 27) Levine, R.J., Morre R.M., McLaren G.D., Barthell W., Landrigan P.J.: Occupational lead Poisoning, Animal Deaths, and Environmental Contamination at a Scrap Smelter, *AJPH* 1976; 66 (6): 548-552.

- 28) Mahaffey K.R., Rosen J.F., Chesney R.W., Peeler J.T., Smith C.M., Deluca H.F.: Association between age, blood lead concentration, and serum 1,25 dihydroxycholecalciferol levels in children, Am. Journal of Clinical Nutrition E.E.U.U. 1982; 35: 13137-1331.
- 29) Mahaffey K.R.: Factors modifying susceptibility to lead toxicity, Mahaffey (ed) Dietary and Environ, Lead: human health effects 1985. Elseviers Science Publ. Holanda, 13: 374-415.
- 30) Mielke H.W., Anderson J.C., Berry K.J., Mielke P., Chaney R.L., Leech M.: Lead Concentrations in Innercity soils as a factor in the Child Lead Problem, AJPH 1983; 73 (1): 1366-1369.
- 31) Mensink J., Frencken R.: Milieukundige evaluatie van de looduitstoot van een loodsmeltbedrijf te Arnhem Holanda, 1978 University of Wageningen Holanda.
- 32) Mielke H.W., Balke B., Burroughs S., Hassinger N.: Urban Lead Levels in Minneapolis: The Case of the Hmong Children, Environmental research - 1984; 34: 64-76.
- 33) Milar C.R., Mushak P.: Lead Contaminated Housedust: Hazard, Measurement and Decontamination, Environm. Research 1979: 143-152.
- 34) Nichols A.L.: The Lead Phasedown: how society gains, EPA Journal, E.E.U.U. 1985; 11 (4) 7-9.
- 35) Odenbro A., Greenberg N., Vroegh K., Bederka J., Kilstrom J.E.: Functional Disturbances in Lead exposed children, Ambio 1983.
- 36) O.P.S.: Plomo, Criterios de Salud Ambiental, Fublicación Científica, No.388, 1979.



- 37) Rabinowitz M.B., Needleman H.L.: Temporary trends in the Lead Concentrations of Umbilical cord Blood, *Science E.E.U.U.* 1982; 216: 1429-1431.
- 38) Rabinowitz M., Leviton A., Needleman H., Bellinger D., Wateraux C.: Environmental Correlates of infant Blood Lead Levels in Boston, *Environmental Research 1985 E.E.U.U.*; 38: 96-107.
- 39) Roberts J. Mahaffey K., Annett J.L. : Blood lead levels in general population Mahaffey (ed) *Dietary and Environmental lead: human health effects 1985 Elseviers Science Pub. Holanda*; 12: 355-373.
- 40) Rosen J.F., Chesney R.W., Hamstra A., Deluca H.F., Mahaffey K.R.; in 1,25 Dihydroxyvitamin D in Children with Increased lead Absorption, *New England Journal of Medicine* 1980, *E.E.U.U.* 302: 1128-1131.
- 41) Ryu J.E., Ziegler E.E., Fomon, J. : Maternal Lead Exposure and Blood Lead concentration *in* Infancy, *Journal of Pediatrics E.E.U.U.* 1978; 93 (3): 476-478.
- 42) Ryu J.E., Ziegler E.E. , Nelson S.E., Fomon S.J.: Dietary and Environmental Exposure to lead and blood lead during early infancy, Mahaffey (ed) *Dietary and Environ Lead: human Health effects 1985 Elseviers Science Publ. Holanda*; 7: 187-21.
- 43) Saenger P., Markowitz M.E., Rasen J.F.: Depressed excretion of 6 $\beta$ -Hydroxycortisol in Lead toxic Children, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism E.E.U.U.* 1984; 58 (2): 363-367.
- 44) Schwartz J.: The Link between Lead in People and Lead in Gas, *EPA Journal E.E.U.U.* 1985; 11 (4): 12-13.
- 45) Schwartz J., Otto D.: Blood Lead, Hearing Thresholds and Neurobehavioral Development in Children and Youth, *Archives of Environmental Health E.E.U.U.* 1987; 42 (2): 153-160.

- 46) Spivey G.H., Baloh R.W., Brown P.C., Browdy B.L. et. al.: Subclinical Effects of Chronic Increased Lead Absorption-A Prospective Study: III Neurologic Findings at Follow-up Examination, *Journal of Occupational Medicine* E.E.U.U. 1980; 22 (9): 607-612.
- 47) Valciukas, J.A., Lilis R., Petrocci M.: An Integrative Index of Biological Effects of Lead, *Am Journal of Industrial Medicine*, E.E.U.U. 1981; 2: 261-272.
- 48) Vostal J., Taves E., Sayre J.W., Charney E.: Lead Analysis of House Dust: A Method for the Detection of Another Source of lead exposure in Inner city Children, *Environmental health perspectives* E.E.U.U. 1974; 91-97.

## **XIII ANEXOS**

ANEXO IFORMATO NUMERO I

C.I.E.S. - MINSA

## I. DATOS GENERALES

NOMBRE \_\_\_\_\_

APELLIDOS DIRECCION \_\_\_\_\_

NUMERO-MANZANA \_\_\_\_\_

BARRIO: Domitila L \_\_\_\_\_ Riguero N \_\_\_\_\_ Pedro J. Chamorro \_\_\_\_\_

SEXO: Femenino 1

Masculino 2

EDAD: De 0 - 11 m 1

De 1 - 2 años 2

De 3 - 4 años 3

3 De 5 6 años 4

Fecha de Nacimiento \_\_\_\_\_

## II. TIEMPO DE EXPOSICION

2.1. Pregunta: Cuánto tiempo tiene el niño de vivir en ésta dirección?

Menos de dos años 1

De 2- 6 años 2

Ignora 3

2.2. Pregunta: Y en la dirección anterior si también era dentro de la misma zona (Bo. Domitila Lugo, Riguero Norte, P.J. CH.)?

Menos de dos años 1

De 2- 6 años 2

Ignora 3

### III. COMPORTAMIENTO

#### 3.1. Pregunta: Tiene el niño el hábito de comer tierra?

|          |   |
|----------|---|
| Nunca    | 1 |
| A veces  | 2 |
| A menudo | 3 |
| Ignora   | 4 |

#### 3.2. Pregunta: Lleva el niño sus manos u objetos a la boca?

|          |   |
|----------|---|
| Nunca    | 1 |
| A veces  | 2 |
| A menudo | 3 |
| Ignora   | 4 |

### IV. ALIMENTOS

#### 4.1. Pregunta: Consume el niño comida enlatada?

|        |   |
|--------|---|
| Sí     | 1 |
| No     | 2 |
| Ignora | 3 |

#### 4.2. Pregunta: Toma el niño leche?

|        |   |
|--------|---|
| Sí     | 1 |
| No     | 2 |
| Ignora | 3 |

#### 4.3. Pregunta: Come el niño verduras de huertas en el área?

|        |   |
|--------|---|
| Sí     | 1 |
| No     | 2 |
| Ignora | 3 |

#### 4.4. Pregunta: Se ocupa vajilla de barro cocido o de cerámica barnizada?

|        |   |
|--------|---|
| Sí     | 1 |
| No     | 2 |
| Ignora | 3 |

## V. VINCULO LABORAL

5.1. Pregunta: Existen personas en la casa donde vive el niño que trabajan con plomo?

Sí 1

No 2

Ignora 3

5.2. Pregunta: Cuántas personas son? Consignar número. Si no hay O si ignora 9.5.3. Pregunta: Dónde trabaja?

Fábrica Willard 1

Taller de Baterías 2

Quemadora de desechos 3

Otros \_\_\_\_\_ 4

Ignora 5

5.4. Pregunta: Qué clase de trabajo es?

Directo con plomo 1

Administración 2

Servicios (comedor, lavandería, limpieza) 3

Se ignora 4

Otros \_\_\_\_\_ 5

## VI. SITUACIÓN ECONOMICA

6.1. Pregunta: Tienen aparatos eléctricos que no sean para iluminación?

Sí 1

No 2

Ignora 3

6.2. Pregunta:Cuál es su educación?

No sabe leer, ni escribir 1

Alfabetizado 2

Nivel primario 3

Otros \_\_\_\_\_ 4

6.2. Pregunta: Cuántas personas comparten la casa donde vive el niño? Consignar número, Si ignora O. \_\_\_\_\_

6.3. Pregunta: Cómo es el piso de la vivienda?

De tierra 1

Artificial (Cemento/Ladrillos) 2

Otros \_\_\_\_\_ 3

6.4. Pregunta: Qué tipo de techo tiene la vivienda?

Zinc o Nicalit 1

Cartón o Latas 2

Otros 3

6.6. Pregunta: De dónde toma el agua?

De lago 1

Pozo 2

Tubería 3

Otros \_\_\_\_\_ 4

6.7. Pregunta: Qué tipo de servicios sanitarios tienen?

Sanitario 1

Letrina 2

Al aire libre 3

Otros \_\_\_\_\_ 4

6.8. Pregunta: Qué tipo de drenaje tiene?

A flor de tierra 1

Entubado 2

Otros \_\_\_\_\_ 3

## VII TIPO DE VIVIENDA

7.1. Pregunta: Cuál es el material de la calle frente a la casa?

Tierra 1

Adoquín o asfalto 2

Otro \_\_\_\_\_ 3

7.2. Pregunta: De qué material son las paredes exteriores de casa?

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Minifalda (bloques/madera) | 1 |
| Cartón y Latas             | 2 |
| Otro _____                 | 3 |

#### VIII. PINTURA

8.1. Pregunta: Cómo es el estado de la pintura de paredes exteriores?

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| No hay                      | 1 |
| Nueva                       | 2 |
| Mal estado/descascaramiento | 3 |

8.2. Pregunta: Cómo es el estado de la pintura de paredes interiores?

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| No hay                      | 1 |
| Nueva                       | 2 |
| Mal estado/descascaramiento | 3 |

#### IX. DISTANCIA VIVIENDA-OTRAS FUENTES

9.1. Pregunta: Qué distancia existe entre la vivienda y otra fuente de plomo, como Taller de Baterías o quemadora?

Consignar número, si no hay 0, si ignora \* mts: \_\_\_\_\_

Fecha de llenado \_\_\_\_\_ Persona quién lleno? \_\_\_\_\_

LABORATORIO: ZPP \_\_\_\_\_ Hematocrito \_\_\_\_\_

GRADO NUTRICIONAL: Peso \_\_\_\_\_ Talla \_\_\_\_\_

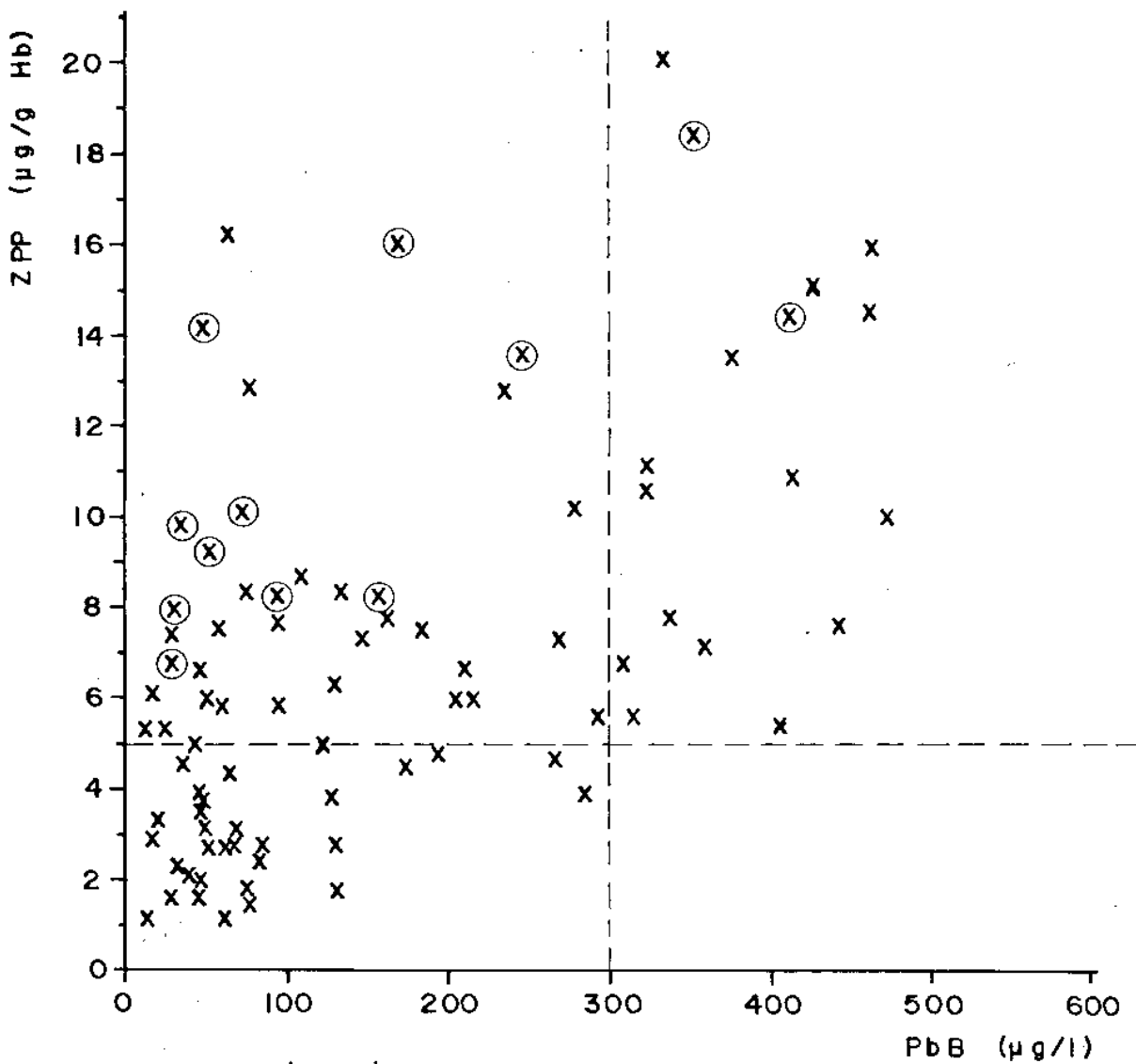




ANEXO IV

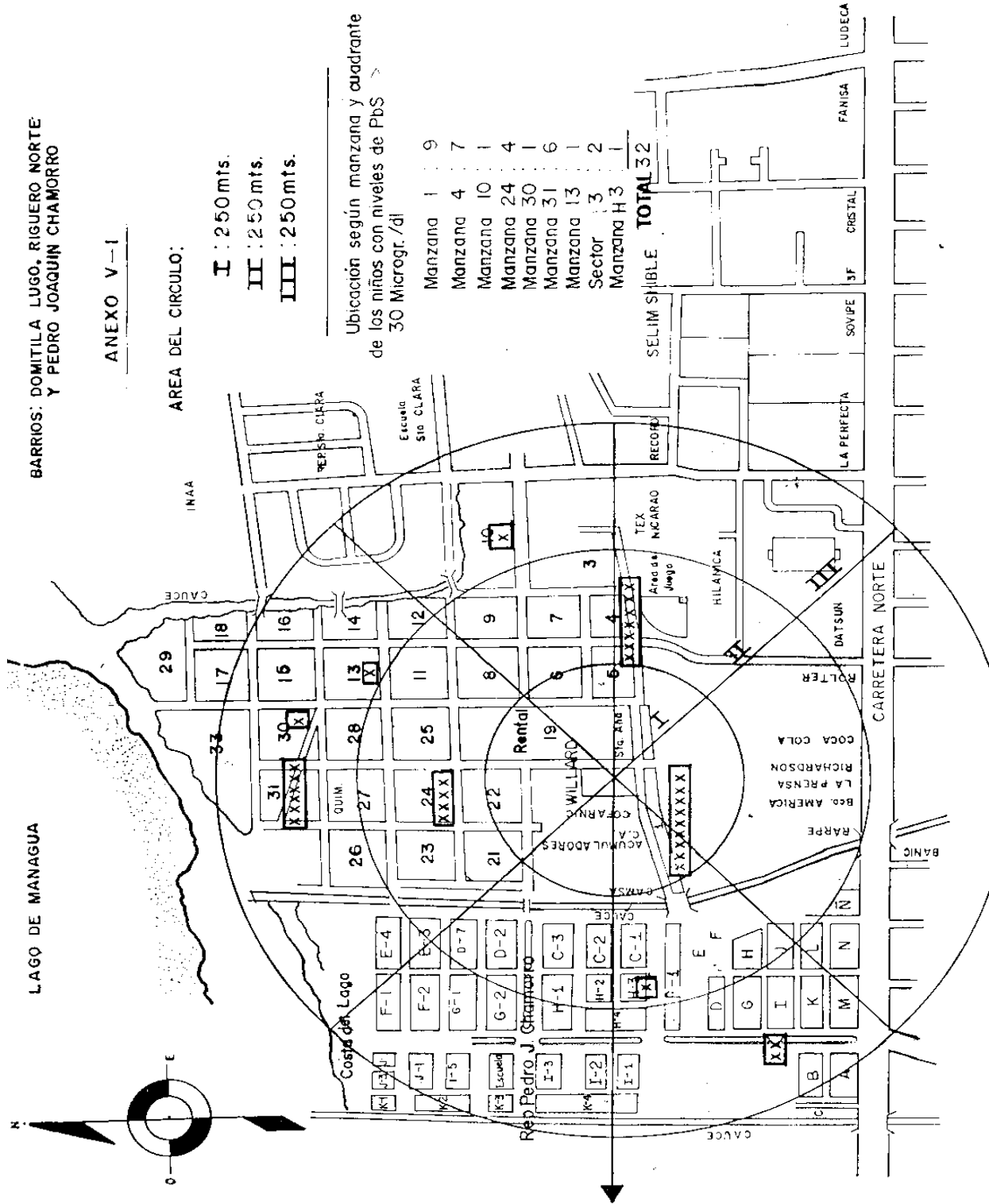
GRAFICO 1

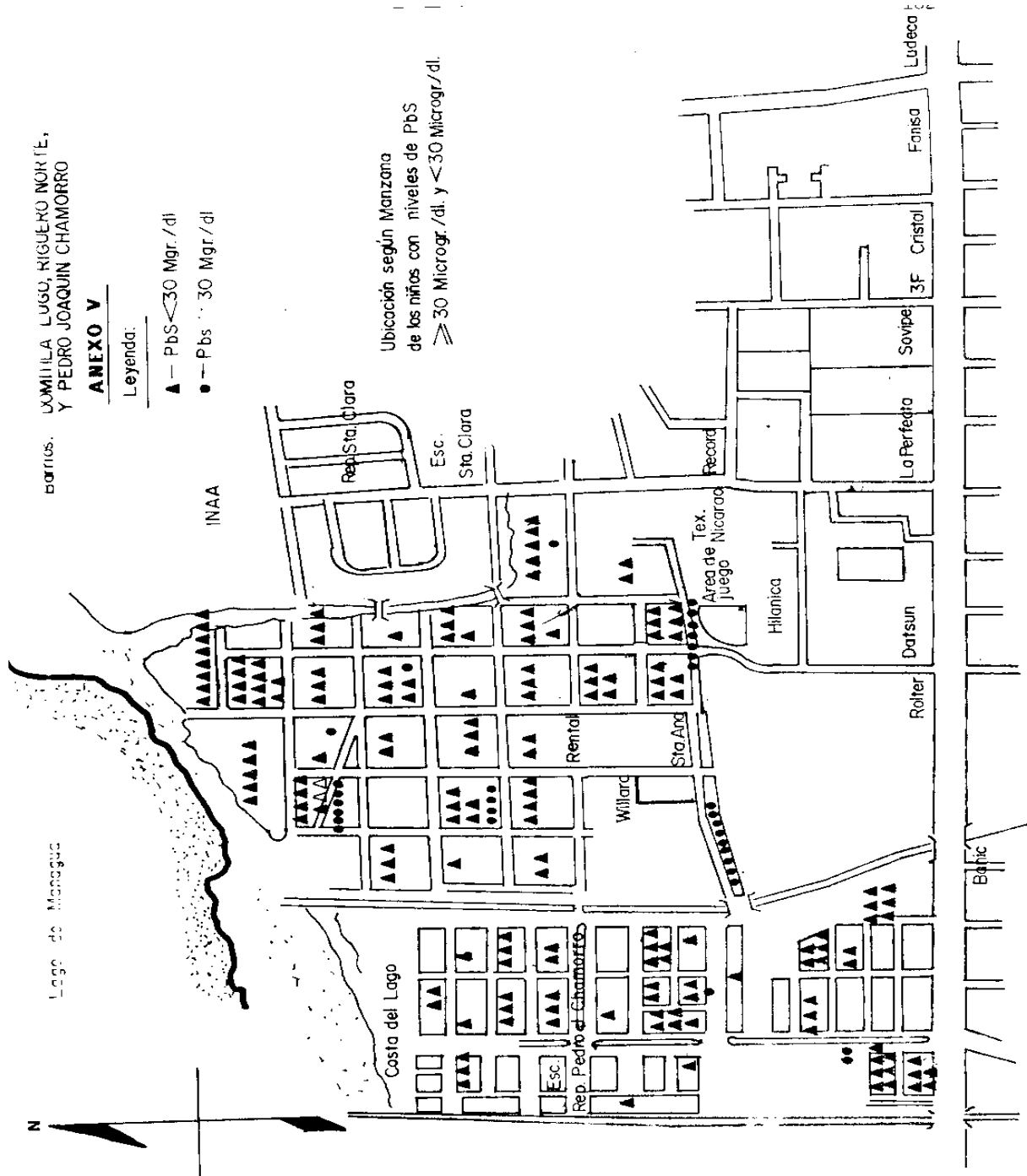
Relación entre las concentraciones de plomo en sangre, expresados en microgramos /l. y zinc. protoporfirina en sangre (microgramo/g Hb) de 87 niños. Managua, Nic. - 1987

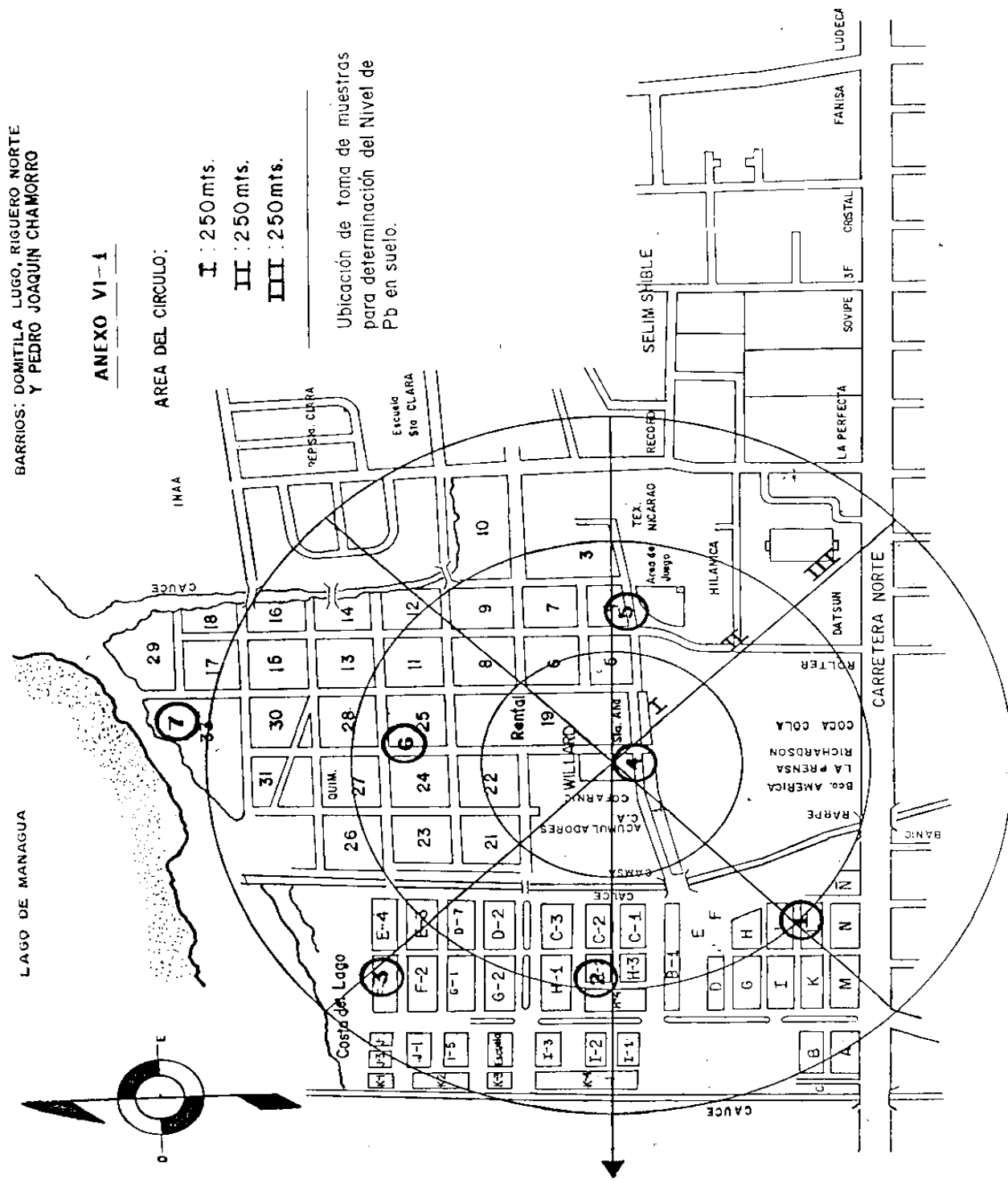


Leyenda:

(X) Muestra con un valor Hb 5.9 mmol/l.







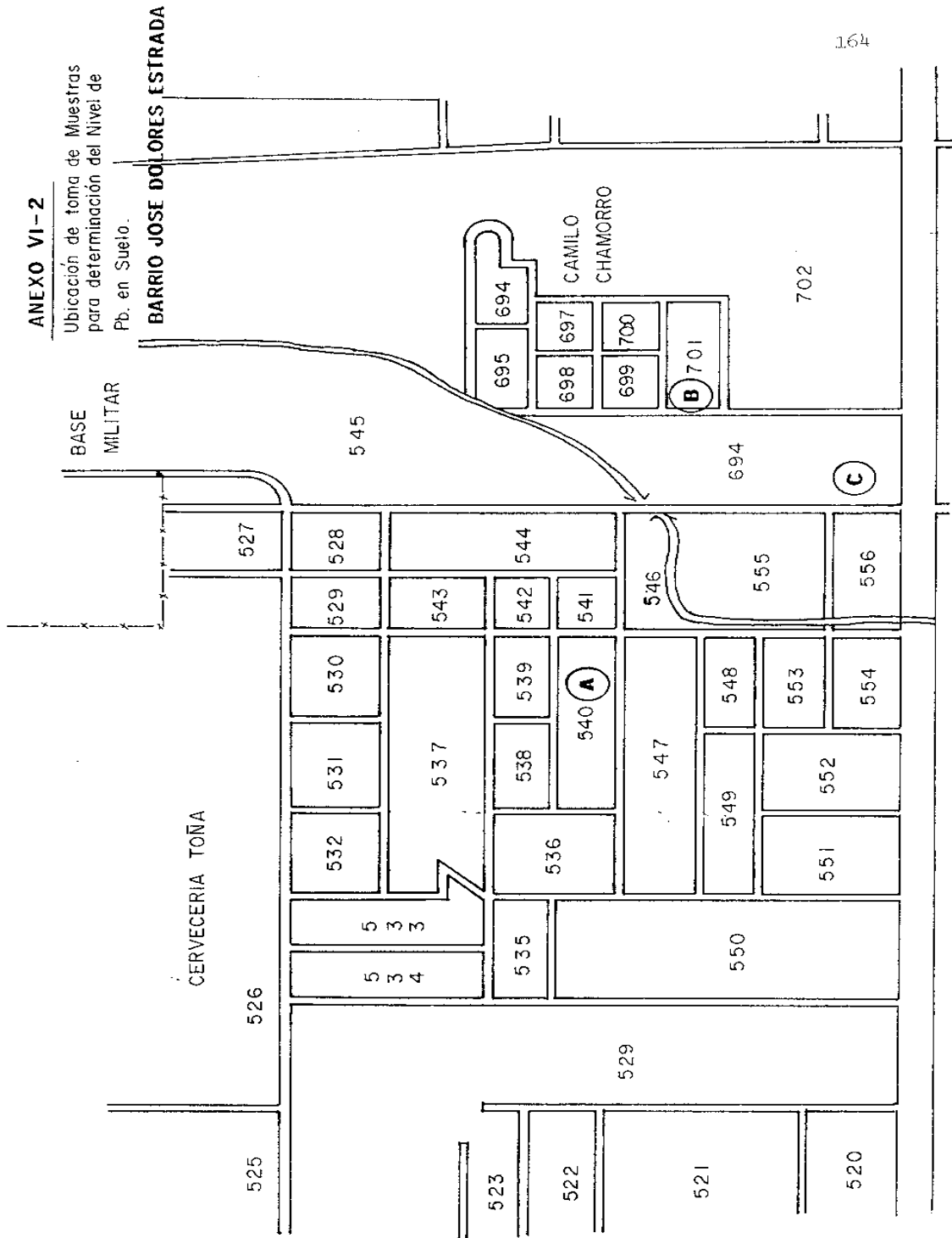
BARRIOS: DOMITILA LUGO, RIGUERO NORTE Y PEDRO JOAQUIN CHAMORRO

ANEXO VI-1

AREA DEL CIRCULO:

- I : 250mts.
- II : 250mts.
- III : 250mts.

Ubicación de toma de muestras para determinación del Nivel de Pb en suelo.



**ANEXO VII RELACION ENTRE LOS NIVELES DE PbS\* Y EL TIEMPO DE EXPOSICION EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA**

Managua, 1987

| TIEMPO DE EXPOSICION | NIVEL DE PbS |             |           |            |              |             |
|----------------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|
|                      | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |             |
|                      | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %           |
| 2 Años               | 294          | 96.4        | 11        | 3.6        | 305          | 100         |
| 2 - 6 Años           | 674          | 97.0        | 21        | 3.0        | 695          | 100         |
| <b>TOTAL</b>         | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100.</b> |

\*En Microgr./dl  $\chi^2 = 0.23417$   $p = 0.6284$   $gI = 1$

**ANEXO VIII-1 RELACION ENTRE EL CONSUMO DE COMIDA ENLATADA Y EL NIVEL DE PbS\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA**

Managua, 1987

| CONSUMO DE ENLATADOS | NIVEL DE PbS |             |           |            |              |             |
|----------------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|
|                      | ' < 30       |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |             |
|                      | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %           |
| SI                   | 308          | 96.0        | 13        | 4.0        | 321          | 100         |
| NO                   | 660          | 97.2        | 19        | 2.8        | 679          | 100         |
| <b>TOTAL</b>         | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100.</b> |

\* En Microgr./dl  $\chi^2 = 1.10227$   $p = 0.2938$   $gl=1$



ANEXO VIII-2 RELACION ENTRE EL CONSUMO DE LECHE Y EL Pbs\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA.

Managua, 1987

| CONSUMO DE LECHE | NIVEL DE Pbs |      |      |     |       |      |
|------------------|--------------|------|------|-----|-------|------|
|                  | < 30         |      | ≥ 30 |     | TOTAL |      |
|                  | No.          | %    | No.  | %   | No.   | %    |
| SI               | 654          | 96.0 | 27   | 4.0 | 681   | 100  |
| NO               | 314          | 98.4 | 5    | 1.6 | 319   | 100  |
| TOTAL            | 968          | 96.8 | 32   | 3.2 | 1,000 | 100. |

En Microgr. /dl       $X^2 = 4.03069$        $p = 0.0447$        $gl = 1$

**ANEXO VIII-3 RELACION ENTRE EL CONSUMO DE VERDURAS CULTIVADAS EN AREA DE EXPOSICION Y EL NIVEL DE PbS\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA.**

Managua, 1987

| CONSUMO DE VERDURAS | NIVEL DE PbS |             |           |            |              |             |
|---------------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|
|                     | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |             |
|                     | No.          | %           | No.       | %          | No.          | %           |
| SI                  | 465          | 97.1        | 14        | 2.9        | 479          | 100         |
| NO                  | 503          | 96.5        | 18        | 3.5        | 521          | 100         |
| <b>TOTAL</b>        | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100.</b> |

\* En Microgr /dl  $\chi^2 = 0.22814$   $p = 0.6329$   $g| = 1$

**ANEXO VIII -- 4 RELACION ENTRE EL USO DE VAJILLA DE BARRO Y EL NIVEL DE PbS\* EN UNA MUESTRA DE 1,000 NIÑOS DE AREA URBANA**

Managua 1987

| USO DE VAJILLA DE BARRO | NIVEL DE PbS |             |           |            |              |             |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|
|                         | < 30         |             | ≥ 30      |            | TOTAL        |             |
|                         |              |             |           |            |              |             |
| SI                      | 47           | 97.9        | 1         | 21         | 48           | 100         |
| NO                      | 921          | 96.7        | 31        | 3.3        | 952          | 100         |
| <b>TOTAL</b>            | <b>968</b>   | <b>96.8</b> | <b>32</b> | <b>3.2</b> | <b>1,000</b> | <b>100.</b> |

En Microgr. / dl  $\chi^2 = 0.20297$   $p = 0.6523$   $gl = 1$

## FE DE ERRATAS

1. Página 2, regla 24: "prevenible" debe ser "prevenibles".
2. Página 14, regla 13: "En el aire" debe ser "En el área".
3. Página 16, regla 8: "A pesar de todo" debe ser "A pesar de todos".
4. Página 18, regla 24: "(19.0 mcg/dl) en un grupo control, debe ser, " (19.0 mcg/dl en un grupo control).
5. Página 19, regla 22: "C.E.C." debe ser "C.E.E."
6. Página 41, regla 14: "hemo. " debe ser "heme".
7. Página 58, regla 8: "manos sucias la falta" debe ser "manos sucias y la falta".
8. Página 69, regla 22: "el aspecto físico" debe ser "el espacio físico".
9. Página 71, regla 10: "este año" debe ser "en este año".
10. Página 74, regla 19: "un tabla" debe ser "una tabla" .
11. Página 74, regla 26: "el mayoría" debe ser "la mayoría".
12. Página 113, regla 4: "2 niños (0.5 %)" debe ser "1 niño ( 0.2% )."
13. Página 114, regla 16: "un 2.3 % de..... masculino. "debe ser "un 2.3% de los niños del sexo femenino y un 4.0% del sexo masculino tienen niveles de PbS mayores de o igual a 30 microgr/dl".
14. Página 117, regla 9: "3 mcg/dl" debe ser "30 mcg/dl".
15. Página 121, regla 5: "el sistemas" debe ser "el sistema".
16. Página 122, regla 6: "el 59 %" debe ser "el 60 %".
17. Página 123, regla 4: "niños (70%)" debe ser "niños (75%)".
18. Página 123. regla 11: "mayores de 40 mcg/dl" debe ser "mayores de 30 mcg/dl".
19. Página 124, regla 13: "al aumentar la distancia" debe ser "al disminuir la distancia".
20. Página 133. regla 6: " individualmente" debe ser " individualmente".

Por un error involuntario se omitió colocar el número de página 146, habiéndola sustituido por el número de página 147. Y ya habiendo sido reproducidas en su totalidad.