



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
UNAN - LEON
DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA

**Informe Final de Tesis
para optar al grado de Maestra en Epidemiología**

**Factores de Riesgo asociados a Niveles Séricos de
Plomo en Niños en dos Barrios de Managua,
Abril 2002 a Mayo 2003.**

Autoras:

Dra. Luz Marina Lozano

Lic. Damaris López Pilarte

Tutora

Dra. Aurora Aragón Benavides

PhD en Epidemiología Ocupacional

Asesor Metodológico

Dr. Juan José Amador V.

Director General Vigilancia de la Salud

Ministerio de Salud

Managua, Diciembre 2005.

INDICE

	PÁGINAS
	<i>i</i>
	<i>ii</i>
	<i>iii</i>
CAPITULO I	1
CAPITULO II	3
CAPITULO III	4
CAPITULO IV	7
CAPITULO V	8
CAPITULO VI	21
CAPITULO VII	22
CAPITULO VIII	28
CAPITULO IX	44
CAPITULO X	50
CAPITULO XI	51
CAPITULO XII	53
	56

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por darnos la sabiduría y el conocimiento para cumplir nuestras metas.

A los niños nicaragüenses que esperan de los adultos una herencia de salud y felicidad que incluye vivir y crecer en ambientes limpios y libres de contaminantes tales como el plomo.

A mi amado esposo José Antonio y a mis queridos hijos Cristhian Alexander y Josmari Rachel, por su apoyo y comprensión en el tiempo no dedicado a ellos.

Luz Marina Lozano Chavarría

A mis padres :

José H. López García y Rosa A. Pilarte por todo su amor, empeño y dedicación en mi formación en cada etapa de mi vida.

A mi Esposo :

Gonzalo Antonio García, por todo su amor, Cariño, comprensión e inspiración para seguir superándome.

Damaris de los Ángeles López Pilarte.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros sinceros agradecimientos A:

Padres y niños del área de estudio que colaboraron de manera activa en la presente investigación.

Ingeniero Miguel Balladares, por sus gestiones para el financiamiento de exámenes en los niños.

Ingeniera Maritza Obando, por la colaboración en la realización del estudio.

Personal técnico del Centro Nacional de Toxicología por su apoyo en el trabajo de campo.

Ing. William Avilés Monterrey, por el apoyo informático en el desarrollo de la investigación.

Docentes del departamento de medicina preventiva UNAN – León, por todo el apoyo brindado en el proceso de nuestra formación.

En especial a :

Dra. Aurora Aragón, nuestra tutora y maestra por toda su dedicación y valioso tiempo en todo el proceso del presente trabajo.

Dr. Juan José Amador por dedicarnos su valioso tiempo en las pocas horas de su tiempo libre.

Dr. Julio Piura López por sus valiosos aportes metodológicos.

RESUMEN

La intoxicación por plomo en los niños es un problema de Salud Pública pendiente de afrontar en Nicaragua. A pesar de que se han realizado algunas medidas tales como la eliminación del uso de plomo como antidetonante en la gasolina en Nicaragua, se siguen reportando casos de intoxicación por plomo relacionados a otras fuentes de exposición.

El objetivo del presente estudio fue identificar factores de riesgos asociados a concentraciones de plomo en sangre en niños habitantes en dos barrios de Managua así como plantear medidas para la prevención del problema.

Se realizó un estudio analítico de casos y controles anidado a partir de un estudio de corte transversal. Se realizó medición de plomo en sangre y se elaboro un cuestionario estructurado para la identificación de los factores de riesgo. Se realizaron análisis estadísticos descriptivos y analíticos.

La prevalencia de plomo en sangre en los niños fue de 54.6 por 1000 h, y la prevalencia de intoxicación por plomo fue de 15 por 1000 h. los factores de riesgos asociados fueron la distancia menor a 50 metros de fuente de exposición (OR: 13.3), hábitos de chuparse los dedos y no lavarse las manos (OR:10.72), vivienda mediana y pequeña (OR:3.75).

Se concluye que la disponibilidad de plomo en talleres artesanales donde habitan niños con hábitos de chuparse los dedos y no lavarse las manos, así como de habitar en viviendas pequeñas son factores contribuyentes para la contaminación e intoxicación por plomo en niños en Managua. Las medidas deben ser dirigidas a la prevención y eliminación de fuentes de contaminación en áreas pobladas y a remediar áreas contaminadas, considerándose necesario la implementación de monitoreo biológico en aquellos niños con factores de riesgo elevado.

I. INTRODUCCIÓN

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de un modo relativamente abundante. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre, a partir de la galena (plomo S), la cerusita (plomo CO₃) y la anglesita (Plomo SO₄)¹.

Los principales yacimientos de plomo están en Australia, Canadá, Estados Unidos y Unión Soviética. La producción mundial minera es de aproximadamente 3,300.000 ton/año; en América Latina se produce el 14% de este total, siendo los más importantes productores Perú y México. La tendencia al incremento en la producción y el consumo de plomo en América Latina ha aumentado el riesgo de exposición y de daño en la salud de la población².

La actividad humana en relación al plomo ha llevado a través de los tiempos a crecientes descargas de dicho metal hacia los diferentes componentes ambientales, aumentando y diversificando paralela y progresivamente las condiciones de exposición a niveles cada vez más altos de dicho metal en el ambiente.

La exposición al plomo y la consecuente intoxicación constituyen un problema de salud pública en todo el mundo, particularmente en los países en desarrollo. El envenenamiento por esta sustancia afecta múltiples sistemas del organismo humano, en especial el nervioso central y periférico, hematopoyético, renal, endocrino, óseo, gastrointestinal y cardiovascular¹.

El plomo no tiene ninguna función biológica en los organismos vivos, sin embargo, su utilización en diversas actividades humanas constituye una fuente de exposición para todos los grupos de edad tanto para los ocupacionalmente expuestos como para la población en general².

La intoxicación por Plomo en Nicaragua es uno de los problemas de salud ambiental existente. Las estadísticas del Ministerio de salud han reportado intoxicación y defunción en niños, sin embargo a la fecha no existen medidas adecuadas de remediación. Managua, la capital del país es la más vulnerable, debido al crecimiento desordenado que sufrió en los años 80, producto de la migración de la población del área rural al área urbana, proliferando los asentamientos humanos sin las mínimas condiciones higiénico sanitarias ³.

Como una alternativa al problema del desempleo esta población inició actividades económicas informales entre ellas la recuperación artesanal de plomo de baterías viejas. En 1989 a nivel nacional se estimaron alrededor de 200 talleres artesanales dedicados a esta actividad, los que funcionaban en casas de habitación sin las más mínimas medidas de protección y con un total desconocimiento del inminente riesgo que estos representan a la salud ³. En el 2004, según un inventario realizado por la Alcaldía de Managua en el distrito II, se encontraron 14 talleres artesanales en 10 barrios de Managua ⁴.

Otras fuentes de exposición de plomo en Managua diferente a los talleres artesanales eran dos fábricas de batería, el uso de gasolina con plomo y las pinturas de las casas. Por presiones de la población una de las fábricas fue cerrada en 1997 ⁵ y por mandato de autoridades ambientales se prohibió el uso de gasolina con plomo ⁶. Las mediciones de plomo en aire realizadas en algunos lugares de Managua, en el 2000 estuvieron en límites aceptables ⁷.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente estudio tuvo como propósito, responder a la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuáles son los factores de riesgos asociados a niveles séricos de plomo en niños \leq a 10 años de edad, en los barrios Pablo Úbeda y Jardines de Veracruz, Managua, Abril 2002 a Mayo 2003?

III. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

En 1985 una comisión regional de salud ocupacional del Ministerio de Salud llevó a cabo un estudio con 133 trabajadores de 42 talleres artesanales de batería en la ciudad de Managua, encontrándose que 64 trabajadores de esos talleres tenían altos niveles de plomo en sangre, además esta comisión detectó 16 casos de intoxicación en niños, dos de los cuales murieron por dicha causa ³.

En 1988, se realizó una investigación en los alrededores de una fábrica de batería (Willard), en la ciudad de Managua, encontrándose que los niños que vivían a una distancia menor de 250 metros de la fábrica de baterías y cerca de los talleres de reparación tenían niveles de plomo en sangre más elevados que aquellos niños que vivían en el área rural (no expuestos). Las fuentes de contaminación predominantes en este estudio fueron las fábricas de baterías, los talleres de reparación de baterías y la presencia de pintura descascarándose ³.

Se encontró que el hábito de pica, de ponerse los dedos y/u objetos en la boca, la presencia de pintura descascarándose en la vivienda del niño y la exposición ocupacional a plomo en uno de los miembros de la familia son factores de riesgo significativo. Con relación a los niveles de plomo de una muestra de 215 niños el 22% presentó un nivel de plomo en sangre mayor o igual a 20 µg/dl, 18% mayor o igual a 25 µg/dl, y 13% mayor o igual a 35 µg/dl. Tres niños tuvieron niveles arriba de 50 µg/dl ³.

El último caso grave de encefalopatía plúmbica se reportó en 1996 en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, procedente de la ciudad de Managua, al investigar la fuente de contaminación se encontró que la niña habitaba junto a un almacén de baterías y solía jugar en el sitio ⁸.

En 1997, en un estudio de seguimiento a niños del barrio Pablo Úbeda donde se encontraba la fábrica de baterías FANABASA, se encontró que entre 1994 -2000, en 53 muestras de niños con edades entre 6 meses y 5 años, en un 73% presentaron niveles de plomo superiores a 10 µg/dl y de 147 muestras de niños entre 6 a 13 años, un 36% tuvieron niveles de plomo en sangre superiores a 10 µg/dl ⁶.

En ese mismo grupo de niños se revisaron a 20 niños con niveles superiores a 10 µg/dl y se encontraron alteraciones neuropsicológicas en un 30% con disminución del coeficiente intelectual ⁹.

En la actualidad las grandes fábricas de batería no funcionan, FANABASA fue cerrada y WILLARD funciona con menor capacidad, situación que ha favorecido el incremento de talleres artesanales de batería distribuidos por toda la ciudad, incrementando el riesgo de la población de sufrir intoxicación, especialmente la población infantil que es la más vulnerable a los estragos de la contaminación e intoxicación por plomo ⁶.

La Ley general de Salud de Nicaragua, en el título VI, capítulo I del Saneamiento Ambiental, en el Arto. 69, hace mención que el saneamiento ambiental comprende la promoción, educación, mejora, control y manejo del ruido, calidad de aguas, eliminación y tratamiento de líquidos y sólidos, aire, la vigilancia sanitaria sobre factores de riesgo y adecuación a la salud del medio ambiente en todos los ámbitos de la vida y el fomento de la investigación científica en la materia ¹⁰.

Los estudios existentes en el país han relacionado la exposición a plomo como producto del funcionamiento de las grandes fábricas y muy poca con fuentes menores como los talleres artesanales, sin embargo, dada la proliferación de éstos, es necesario determinar la asociación existente entre cercanía de talleres

artesanales y los riesgos en la salud de la población, especialmente en la salud infantil.

Los resultados del presente estudio podrán ser utilizados para sensibilizar a la población nicaragüense sobre las repercusiones negativas a la salud que ocasionan estas fuentes de contaminación, así como ser base para el desarrollo de intervenciones. Estas intervenciones trascienden el marco de acción del sector salud, dado que involucra la implementación de políticas de salud urbana. Con la implementación de estas políticas, se espera contribuir a la disminución de factores de riesgo a la salud, así como mejorar la comunicación sobre los riesgos a la población y la promoción de medidas de protección. De igual manera se espera contribuir a la creación de un sistema de vigilancia ambiental sobre fuentes de contaminación en zonas urbanas que apoyen la toma de decisiones oportunas de reordenamiento territorial.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar determinantes ambientales (factores de riesgos) que están influyendo en la presencia de concentraciones séricas de plomo en niños \leq a 10 años de edad, en los barrios Pablo Úbeda y Jardines de Veracruz, Managua, 2002 - 2003.

Objetivos específicos

1. Describir características sociodemográficas de niños sujetos de estudio en dos barrios de Managua.
2. Identificar distribución geográfica y condiciones de seguridad de los talleres de plomo, ubicados en el área de estudio.
3. Determinar niveles de contaminación por plomo en superficies del suelo en talleres artesanales de baterías y sus alrededores en los barrios seleccionados.
4. Determinar factores asociados a concentraciones séricas de plomo en los niños sujetos de estudio.

V. MARCO DE REFERENCIA

El plomo es un metal existente en la naturaleza y se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo. Grandes concentraciones han entrado al ambiente a través de actividades humanas como la minería, procesos industriales y combustión de gasolina, producción de acumuladores, así como aditivos en pinturas, soldaduras, elaboración de cerámica, algunos cosméticos y medicina tradicional ¹.

El agua potable distribuida a través de tuberías soldadas como plomo puede contener niveles elevados del mismo ¹¹.

La intoxicación por plomo en los niños es un problema de salud muy serio que concierne a todos los países en el mundo.

El plomo puede ingresar al organismo humano por ingestión e inhalación y en el caso de plomo orgánico también puede ingresar por piel indemne. Después de ingresar al cuerpo el plomo es distribuido a órganos tales como riñón, hígado, cerebro y huesos ¹².

El plomo se acumula en dientes y huesos donde permanece por mucho tiempo. El plomo actúa uniéndose a grupos sulfhídricos de proteínas alterando la función celular ¹³.

Epidemiología de la intoxicación por plomo en niños

La historia de la intoxicación por plomo inicia con los relatos descritos en Grecia y Roma, continuando con los tratados médicos de Paracelso describiendo la enfermedad de los mineros del siglo 16 y los escritos médicos de Ramazzini en el siglo 18 ¹⁴.

En la década de 1980, el pediatra J. Lockhart en Australia describió los primeros casos de intoxicación en niños relacionados a la ingesta de pintura con plomo de las paredes de los hogares. En 1910 el Dr. Kenneth D. Blackfan de Baltimore hizo importantes observaciones sobre la intoxicación por plomo en niños ¹⁴.

En la década de los ochenta el Centro para el Control y Prevención de las Enfermedades (CDC) de los EE. UU, realizó diferentes estudios epidemiológicos caracterizando los efectos de la salud, ocasionados por el plomo ¹⁵.

Basados en dichos estudios en los últimos 30 años, el CDC ha modificado la cifra de los niveles de plomo en sangre en la cual ocurre la intoxicación por plomo pasando de los 60 µg/dl en sangre completa en los años sesenta, a los 30 µg/dl en 1975, a los 25 µg/dl en 1985. Desde 1991, el nivel considerado seguro se redujo a 10µg/dl ¹⁵.

Por la reducción de plomo en las gasolinas a partir de 1976 el promedio de plomo en sangre de niños norteamericanos bajó a 4-6 µg/dl ¹⁶.

En los EE UU datos del NHANES III (The National Health and Nutrition Examination Surveys), indican que 1.7 millones de niños están intoxicados con plomo ¹⁷.

En París en 1987 se realizó una investigación en 82 niños que habitaban en edificios viejos, encontrando que el 9% tenían niveles superiores a 25 µg/dl. Posteriormente la investigación se extendió a varias ciudades de Francia encontrando que los niños de 1 – 6 años son los de mayor riesgo, el 26% tenían niveles de plomo arriba de 15 µg/dl ¹⁴.

En Nicaragua no existen datos de prevalencia de la intoxicación por plomo en población infantil. Los datos encontrados por Barten en 1987, con relación a los

niveles de plomo en una muestra de 215 niños mostraron que el 22% presentaron un nivel de plomo en sangre mayor o igual a 20 µg/dl ³.

Morales (1997) reportó un 73% con niveles superiores a 10 µg/dl en niños de 6 meses a 5 años, y un 36% con niveles superiores a 10 µg/dl en niños de 6 años a 13 años ⁶.

Fuentes de exposición de plomo

Según el origen de la fuente de exposición pueden definirse de la siguiente manera:

Industrial:

El plomo se usa en gran número de procesos industriales siendo especialmente peligrosos los procesos a altas temperaturas. El uso de plomo está directamente influenciado por el crecimiento de la industria automotriz, ya que la principal fuente de consumo es la fabricación de baterías ².

En Nicaragua en la actualidad no existen fábricas funcionando, pero si existieron, considerándose que las áreas donde funcionaron pueden estar contaminadas. La manufactura de acumuladores eléctricos (baterías), es responsable del mayor consumo de plomo ².

En muchos países, entre ellos el nuestro, existe una industria paralela de recuperación de baterías, lo que implica el desmontaje de las mismas para recuperar las piezas de plomo, la fundición del metal y la fabricación de nuevas piezas.²

El minio se usa en la fabricación de vidrio y el cristal y para pintura antioxidante.

Varios óxidos de plomo se usan en la fabricación de esmaltes o barnices para terminación de cerámicas o de recubrimiento a utensilios de cerámica. La mezcla con otros componentes del esmalte y la aplicación a pistola representa un gran riesgo ¹⁸ aunque en Nicaragua no se utiliza pigmentos a base de plomo en la fabricación de cerámicas.

En la industria del plástico se usa el estearato de plomo como estabilizador de resinas a partir de cloruro de vinilo. Es un polvo muy fino, que persiste mucho tiempo suspendido en el aire, y por tanto significa un alto riesgo de inhalación ¹³. También se utiliza en la industria del cable ^{17, 18}. En Nicaragua está registrado el plomo para la fabricación de terminales eléctricas. Otra fuente de exposición son todos los desechos de equipos eléctricos que contienen plomo.

En algunos países todavía se utiliza el arseniato de plomo como funguicida en las viñas ¹⁹, donde el fumigador además del riesgo del arsénico, tiene la exposición del plomo. En Nicaragua no se encuentran registrados plaguicidas a base de plomo.

El plomo metálico resultante de la degradación del tetraetilo de plomo en la gasolina, se acumula en los motores, exponiendo así a los trabajadores de talleres mecánicos y ocasiona contaminación ambiental, aunque en Nicaragua ya no se utiliza este tipo de combustible ⁷.

Doméstica:

Los alimentos y agua contaminados son otra fuente importante. Consumir alimentos ácidos en cerámicas donde se han usado pigmentos de plomo puede liberar grandes cantidades de plomo ², plomo en cosméticos, en medicina tradicional y en algunos juguetes. Los alimentos ácidos, jugos de frutas o vegetales en vinagre, por ejemplo, liberan el bióxido de plomo de los esmaltes que recubren vajillas de cerámica mal terminadas. En estos casos, el plomo puede ser

ingerido en importantes cantidades ^{2, 17, 18}. Otra fuente de exposición en el hogar es consumir vegetales cultivados cerca de fuentes industriales. No se conocen datos en Nicaragua de mediciones de plomo en alimentos y agua.

El empleo de cañerías de agua potables como puesta a tierra de aparatos eléctricos es una causa de elevación del contenido de plomo en el agua potable. La normativa de agua potable en Nicaragua no contempla la realización de análisis de plomo ^{1, 19}.

La pintura con minio de paredes internas de recipientes metálicos destinados a contener agua o alimentos han sido fuente de intoxicación. El plomo en las pinturas de casas fue una de las principales fuentes en EE UU. La pintura con plomo es principal fuente de intoxicación infantil, ya que en la medida en que la pintura se deteriora o cae, el piso y el polvo de las casas se contaminan, penetrando posteriormente al organismo de los niños cuando estos se llevan las manos a la boca ¹. Antes de 1955 gran parte de la pintura blanca para casas tenía 50% de plomo y 50% de aceite de linaza. En 1955 los fabricantes adoptaron, voluntariamente, la norma del 1% de contenido de plomo, y por ley en 1977 se redujo a 0.06% ¹⁵. En Nicaragua no existen regulaciones del contenido de plomo en las pinturas.

El hábito de pica, también fue la causa de intoxicación en los casos descritos en niños en París en 1987 ¹⁴. En Nicaragua, el estudio de Barten (1987) se encontró como factor de riesgo el hábito de pica ³.

Otra fuente incluye el polvo que llevan en sus ropas a sus hogares personas que laboran con plomo ²⁰, en Nicaragua la posibilidad de contaminación puede existir, puesto que las personas llevan a su casa la ropa utilizada en el trabajo. En el país no se encontró reportes sobre mediciones de plomo realizadas a vestimentas de personas que realizan actividades con plomo.

Ambiental:

En centros urbanos, cobra importancia la presencia del plomo proveniente de la combustión de automóviles. Se ha estimado que un automóvil que utiliza nafta tetraetilada (1.5 g/lit) libera a la atmósfera alrededor de 2.5kg de plomo cada año ².

La extracción, refinación y fundición de plomo son las principales fuentes de emisión al ambiente. Las fundiciones de plomo son bien conocidas por crear problemas de contaminación en áreas locales. La emisión puede cubrir áreas considerables dependiendo del tamaño y altura de las chimeneas, la topografía del lugar, etc. Se ha descrito contaminación del aire hasta 5 Km. alrededor de una fundición en Estados Unidos ¹².

Las fundiciones secundarias de plomo (chatarra) son comparativamente menos numerosas, pero están frecuentemente situadas cerca de poblaciones. Varios estudios han mostrado que la contaminación en áreas circundantes ha sido suficientemente severa como para producir contaminación en quienes viven en ella ¹⁷.

En un estudio de dos fundiciones de plomo en El Paso (Texas, EUA) y en Kelloggs (Idaho, EUA) se encontró que el 55% y el 99% respectivamente de los niños que residían en un radio de 1.600 metros de la fundición, presentaban concentraciones elevadas de plomo sanguíneo de 40 o más µg/dl. Los valores biológicos presentaban una correlación inversamente proporcional con la distancia entre residencia y fundición, junto a una correlación directamente proporcional con el grado de contaminación ambiental. Los niños eran víctimas por inhalación e ingestión involuntaria de partículas de plomo que las fundiciones depositan en el aire, suelo y polvo ²¹.

En Managua los talleres de recuperación de plomo se describen como “lugares muy pequeños”, con piso de tierra, donde los residuos son apilados, sin ninguna limpieza periódica y donde la fundición de plomo es realizada de manera artesanal³.

Los suelos no contaminados tienen concentraciones de plomo inferiores a 50 ppm, los que si están contaminados exceden los 250 ppm. Las zonas próximas a las minas de plomo, a las industrias que emplean este metal y a las fundiciones, pueden tener niveles de contaminación hasta 60000 ppm^{1,2, 22}.

El polvo en los hogares, jardines o lugares alrededor de vías traficadas e industrias que trabajan con este metal pueden tener un alto contenido de plomo. En los niños pequeños que viven alrededor de fuentes de exposición su carga de plomo puede ser adquirida por ingesta del suelo contaminado²³. En un estudio realizado en Perú en una zona cercana a un almacenamiento de minerales, en 41 muestras de suelo el promedio de plomo fue de 542 µg/g. La concentración de plomo en el suelo disminuye significativamente ($p < 0.01$) conforme aumenta la distancia del punto de muestreo a los sitios de almacenamiento de minerales²².

Los niños pueden ingerirlo además por su presencia en otros materiales, como en el caso de pinturas con contenido de plomo, utilizadas en el recubrimiento de inmuebles y juguetes¹³. En Nicaragua no existen regulaciones relacionadas al material del cual se realizan los juguetes o la pintura de recubrimiento que pueden tener los mismos.

Comportamiento Ambiental de plomo

Agua

Solubilidad en el agua: los compuestos de plomo solubles en agua se adsorben con menor afinidad a los suelos y por lo tanto, son rápidamente transportados desde el suelo hasta los cuerpos de agua superficial y/o profunda. Los

compuestos menos solubles se podrán encontrar en suelos, sedimentos y en partículas en suspensión de cuerpos de agua ^{1,2,22}.

Otro factor que afecta la solubilidad del plomo es el pH del agua, a un pH > 5.4 la solubilidad del plomo es de 30ug/dl en agua dura (alto contenido de sales disueltas) y de 500 ug/dl en agua blanda (con bajo contenido de sales disueltas). Este metal forma complejos de baja solubilidad con aniones como los hidróxidos, carbonatos, sulfatos y fosfatos ^{1,2,22}.

Aire

El plomo no se degrada, sin embargo compuestos de plomo pueden ser transformados por la luz solar, el aire y el agua. Cuando se libera al aire de industrias o al quemar combustibles o basuras permanece en el aire cerca de 10 días ²².

Las partículas > de 2.5 micras se depositan cerca de la fuente, por ejemplo la originada por combustión de combustible en automotor se puede depositar a 26 metros de las zonas de alto tráfico vehicular, pero partículas menores se depositarán a distancias mayores ².

Suelo

La interacción del plomo con el suelo depende del pH del suelo y de la presencia de elementos quelantes como algunos iones y algunos elementos orgánicos. A un pH mayor a cinco y en un suelo con mas de cinco por ciento de materia orgánica, el plomo se secuestra en los primeros cinco centímetros del suelo. Al mismo pH en suelos con menor carga orgánica, el plomo puede inmovilizarse por la interacción con iones fosfatos y carbonatos. A pH ácido, el plomo se solubiliza y puede entonces lixiviarse contaminando acuíferos o puede ser captado por las plantas. Otro factor que favorecería la lixiviación sería que la concentración de plomo fuese mayor que el poder amortiguador del suelo ².

Cadena alimentaria

El plomo no se biomagnifica pero si puede bioconcentrarse en organismos acuáticos y terrestres que se encuentren en zonas contaminadas ^{1,22}.

Otros factores que influyen en el destino del plomo

El índice de precipitación pluvial es importante dado que se ha demostrado que el plomo se remueve de la atmósfera por deposición húmeda. La temperatura fría facilita las inversiones térmicas y con ellas se incrementa la concentración del plomo en aire. La dirección de los vientos podría llevar a plomo a zonas habitadas. La fuerza de los vientos provoca tolvaneras que llevarían partículas de suelo contaminado al interior de las residencias ^{2, 22}.

Valores de Referencia ^{1, 2}:

Medio ambiental	Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Agua ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Suelo (mg/kg)	Polvo (mg/kg)
Valores de referencia	1.0	10.0	250	Basal del lugar. Se mide en un lugar donde no hay contaminación.

Efectos a la salud

La toxicidad del plomo se desarrolla por la afinidad que tiene este por los grupos sulfídrilos de las enzimas, uniéndose en forma irreversible, afectando su función.

En niveles elevados en sangre ($70 \mu\text{g}/\text{dl}$), el plomo puede ocasionar encefalopatía y la muerte. El plomo afecta sistema nervioso central y periférico, riñones y la síntesis de glóbulos rojos principalmente. La Agencia de Registro de Enfermedades y Sustancias Tóxicas en base a los estudios revisados elaboro un diagrama de los efectos de acuerdo al nivel de plomo en sangre; con niveles

debajo de 10 µg/dl se ha observado transferencia placentaria, disminución de crecimiento, disminución de audición y disminución de coeficiente intelectual; entre 10 -20 µg/dl hay disminución del metabolismo de vitamina D, aumento de protoporfirina eritrocitaria; con 20 µg/dl disminución de velocidad de conducción nerviosa, con 30 µg/dl se observa disminución del metabolismo D, a 40 µg/dl disminución de la síntesis de la hemoglobina, entre 50 a 100 µg/dl se observa cólico abdominal, anemia franca, nefropatía, encefalopatía y con niveles de 100 – 150 µg/dl muerte ^{1,22}.

En diversos estudios se ha encontrado asociación entre los niveles de plomo y desempeño intelectual de los niños, en un estudio se encontró un aumento del 4-16% de niños con deficiencias graves (CI inferior a 80). En otros estudios por cada incremento de 10µg/dl, la media de CI disminuía de cuatro a siete puntos ¹⁶.

Los puntajes del cociente de la escala de Desarrollo Infantil, fueron significativamente más bajos en aquellos niños que tuvieron niveles de plomo sanguíneo en cordón umbilical superiores a los 10 µg/dl (media 14 µg/dl) ¹⁶.

Las exposiciones a plomo durante los dos primeros años de vida representan un riesgo de retrasos constantes en el desarrollo, así como de deficiencias en las funciones cognitivas. También se han observado una mala coordinación visual motora ^{1, 16}.

Susceptibilidad en niños

Se ha demostrado la asociación de plomo en sangre con déficit del coeficiente intelectual, trastornos del comportamiento, retardo en el crecimiento y alteraciones de audición ¹⁶.

Los niños son más susceptibles a los efectos del plomo, en los niños pequeños opuestos a los niños mayores y a los adultos, puede acontecer acumulación

prenatal aumentando la carga corporal. El plomo atraviesa fácilmente la barrera placentaria. El feto es mayormente susceptible entre la semana 3 a la 6, pero permanece vulnerable todo el embarazo. Las alteraciones neurológicas producidas en el feto pueden ser irreversible ^{1, 2, 16, 19}.

Debido a sus altos requerimientos secundarios a su alta tasa metabólica, mayor actividad física y estado de crecimiento, los niños pequeños inhalan de dos a tres veces más poluentes por unidad de peso corporal que los adultos. El 30 –37 del plomo que ingreso al tracto respiratorio es absorbido ^{2, 12, 13}.

La ingesta de agua y alimentos es mayor en los niños. La absorción intestinal en los niños puede ser hasta el 50% de lo que ingreso al tracto gastrointestinal. La ingesta de suelo contaminado es un factor de riesgo importante. Se ha estimado una absorción del 30% al ingerir suelos contaminados ^{11, 13}.

En una investigación en niños británicos de 12-72 meses, se observó que el 78% de ellos se colocaban los objetos en la boca y el 35% habían ingerido y que esa prevalencia disminuía con mayor edad ¹⁴.

La excreción urinaria de plomo es mucho mayor en niños que en adultos, pero se deposita mas en hueso trabeculado aumentando su biodisponibilidad ^{11, 12, 13}.

El porcentaje de absorción intestinal de plomo es inversamente relacionado a la ingesta de calcio, hierro, fósforo y zinc ^{11, 12, 13}.

Factores relacionados a intoxicación con plomo en niños.

Se han realizado diferentes estudios que relacionan la intoxicación por plomo en niños y los factores determinantes. Entre los factores que se mencionan se encuentran la edad; comenzando al año de vida, con un pico mayor entre los 18 y

24 meses, decreciendo hasta la adolescencia ²⁴. Esto se asocia a la mayor tasa metabólica del niño, al ingreso del plomo en proporción que en los adultos y a su natural comportamiento de llevarse todo a la boca.

En un estudio en México en niños de 6 – 12 años, se encontraron los siguientes factores relacionados a nivel de plomo: niños que asisten a escuelas públicas, edad entre 6-8 años, cursando primer o segundo grado de primaria, utilización de cerámica vidriada en la preparación de alimentos sus hogares y la existencia de diferentes talleres contaminantes cerca de sus domicilios. Los factores encontrados que predicen las concentraciones de plomo en sangre son: tener entre seis y ocho años de edad, la ocupación de la madre, la utilización de cerámica vidriada ($p=0.225$), la cercanía de diferentes talleres contaminantes ($p=0.01$) y cursar el segundo grado de primaria ²⁵.

Otro estudio en 1993, en México en 113 niños de edades de entre 3 a 7 años se determinaron los siguientes factores predictores de las concentraciones de plomo en sangre: uso de cazuelas y ollas de barro vidriado para cocinar arroz y guardar alimentos respectivamente ($p=0.0000$). El riesgo atribuible de esta población por emplear cazuelas de barro fue de 81% ²⁶.

Un estudio realizado en Cuba (2003) en niños entre 3 a 8 años, los factores asociados al nivel de plomo en sangre fueron los siguientes: no lavarse las manos antes de ingerir alimentos, ($p=0.045$), jugar con juguetes de plomo ($p=0.028$), llevarse los juguetes a la boca ($p=0.012$) y comer tierra ($p=0.0038$) ²⁷.

En estudios realizados en Libia e Indonesia, reportaron como factores asociados la presencia de fuentes cercanas a las viviendas y convivir con personas fumadoras ^{28, 29}.

Medidas preventivas

Las estrategias dirigidas a disminuir o erradicar la intoxicación por plomo en niños han ido encaminadas en disminuir la exposición. La estrategia se basa en primer lugar en la prevención primaria con disminución de la exposición a plomo ^{30, 31}.

La segunda actividad ha consistido en identificar a los niños con intoxicación mediante exámenes de laboratorio dirigido a los grupos de riesgo. Basándose en los cuidados médicos y ambientales necesarios ^{1, 15}.

Las políticas de salud pública favorecen establecer las medidas de prevención primaria sobre la prevención secundaria, dado el menor costo que implica prevenir la intoxicación que tratarla ^{30, 31}.

Las medidas más exitosas han sido disminuir la concentración de plomo en las pinturas y no usar plomo como antidetonante en gasolina, así mismo eliminar el uso de plomo en pinturas para interiores, juguetes y muebles ¹.

Existen organismos en EE.UU. como la agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Comisión de Seguridad de Productos de consumo que constantemente producen folletos informativos para la población en general. Los programas de prevención de intoxicación por plomo se encuentran diseminados en todo el país ¹.

El Centro de Salud y Medio Ambiente dependiente del CDC, tiene como objetivo el desarrollo de programas en el ámbito internacional para reducir la intoxicación a escala mundial. Este organismo en conjunto con la OPS y la OMS tiene como meta para el año 2011, la eliminación de la intoxicación por plomo en la infancia ³².

VI. HIPÓTESIS

Los niños que habitan cerca de talleres artesanales y fábricas de batería tienen mayor riesgo de contaminación con plomo.

¹VII. DISEÑO METODOLOGICO

Tipo de estudio:

Este es un estudio de casos y controles, seleccionando como casos (n= 33) a los niños que se encontraron con presencia de plomo en sangre y los controles (n= 66) a los niños sin plomo en sangre.

Universo Área de estudio:

De un universo (604) de niños hasta 10 años de edad, que habitan en un radio de 200 metros alrededor de tres talleres y una fábrica de baterías inactiva en los barrios Pablo Úbeda y anexo Jardines de Veracruz para el año 2002 y 2003, se seleccionaron los casos tomando como criterio el la presencia de plomo. El grupo de control fue seleccionado de niños de igual edad con residencia permanente en el área de estudio pero con resultado de plomo negativo (dos controles por cada caso seleccionado).

Para controlar los posibles sesgos se incluyen solamente los casos nuevos diagnosticados en el tamizaje del 2002.

Conformación del Grupo de Casos.

Definición de caso: niño menor o igual a 10 años de edad, independientemente del sexo con resultado positivo de plomo en sangre y que habite en un radio de 0 a 200 metros alrededor de la fuente, en la zona de estudio.

¹ Piura López, Julio. Introducción a la Metodología de la investigación, 4ta. Ed. Managua, Nicaragua CIES – UNAN. 2000. (publicación científica del Centro de investigaciones y estudios de la salud).

2. Perea-Milla López, Emilio. Estudios de Casos y Controles. En: Metodología de investigación y escritura científica en clínica. Burgos, Rafael. EASP, Granada España. 1996.

Criterios de inclusión:

Autorización de los padres a participar en el estudio.

Resultado de plomo en sangre positivo

Niño menor o igual a 10 años de edad, independientemente del sexo.

Ubicación de la vivienda en un radio de 0 a 200 metros alrededor de la fuente.

Residencia permanente en la zona del estudio

Conformación del Grupo Control.

Definición de control: niño hasta 10 años, independientemente del sexo, que habite en la zona de estudio, sin presencia de plomo en sangre y que habite en un radio de 0 a 200 metros alrededor de la fuente, en la zona de estudio.

Criterios de inclusión

Autorización de los padres.

Edad menor o igual a 10 años de edad, independientemente del sexo.

Resultado de plomo en sangre negativo

Ubicación de la vivienda en un radio de 0 a 200 metros alrededor de la fuente.

Residir de forma permanente en la zona del estudio

Criterios de exclusión para casos y controles

No autorización de los padres,

Niño (a) s mayores de 10 años,

Residencia de forma irregular en la zona del estudio o residencia menor de 3 meses.

Ubicación de la vivienda en un radio > 200 metros de la fuente de exposición.

Pilotaje

El instrumento de recolección de datos fue probado inicialmente en cinco casos y cinco controles del barrio Pablo Úbeda no incluidos en el estudio. Posterior a este

procedimiento se revisó con expertos en el tema para sus aportes y sugerencias, siendo corregido para su posterior aplicación.

Obtención de información:

Inicialmente se levantó un censo poblacional de las viviendas y sus habitantes, las cuales se graficaron en un mapa para una mejor localización al momento de realizar las visitas a las viviendas, talleres y fábrica. Se llevaron fichas de invitación a los padres de familia para participar en el estudio además de solicitar autorización por escrito del padre o tutor de los niños.

Una vez obtenida la información básica de identificación y los resultados de laboratorio, se procedió a realizar entrevistas en el domicilio de padres, madres o tutores de los niños seleccionados y propietarios de talleres artesanales. Esto permitió seleccionar los casos y asignar dos controles por caso, según los criterios de selección antes mencionados. También se realizaron observaciones de los ambientes de trabajo.

Muestra de sangre:

Se recolectó una muestra de sangre venosa de los niños seleccionados en sus casas de habitación, para medición de niveles de plomo en sangre, por técnicos especialistas del Centro Nacional de Referencia del MINSA Central. Las muestras fueron remitidas al Laboratorio de la “Dirección de Química Sanitaria” del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia del Ministerio de Salud. Este laboratorio participa mensualmente en Controles de Calidad Externo para plomo en sangre con el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos (código # 5611). La muestra fue procesada con espectrofotometría de absorción atómica a llama y el resultado se expresa en $\mu\text{g}/\text{dl}$, el límite de detección de la prueba es de $0.1\mu\text{g}/\text{dl}$.

Para efectos de clasificación de los casos con Plumbemia para intoxicación con plomo se tomó como límite permitido, el valor usado por el Centro de Control y Prevención de enfermedades de los EE.UU. (10 $\mu\text{g}/\text{dl}$).

Los niños con niveles mayores a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ fueron referidos a la consulta externa de toxicología del hospital infantil “La Mascota”, donde actualmente se les está dando seguimiento.

Muestra de suelo:

Se tomó una muestra de la superficie del suelo con una profundidad no mayor a 10 centímetros, utilizando material estéril para su recolección. El procesamiento fue realizado con la técnica de espectrofotometría de absorción atómica a llama, por especialistas del Laboratorio de Química Analítica de la Universidad Nacional Agraria, el resultado se expresa en ppm (mg/kg).

Para la determinación de contaminación de plomo en suelo, se toman niveles por encima de 250 ppm.

Aspectos Éticos:

Los padres de los niños seleccionados fueron visitados para obtener su autorización por escrito. Posteriormente fueron citados al Centro Nacional de Toxicología para entrega de resultados de sus hijos y explicación de los mismos. Los niños con resultados superiores a 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ fueron referidos al Hospital La Mascota.

Análisis de los datos

Los datos encontrados fueron procesados en Epi Info 6.04 (MS-DOS), construyéndose una hoja de captura, una base de datos y usando para el análisis estadísticos y cruce de variables los programas Analysis y StatCalc, también se

hizo uso de Arcview para el análisis de los datos georeferenciados recopilados en el área de estudio, para lo cual se utilizó GPS Garmin de 12 canales.

Las estadísticas descriptivas utilizadas fueron el promedio, mediana, rango, desviación estándar, proporciones y razones. Cruce de variables se hizo con casos y controles. Dentro de las estadísticas analíticas, se estimó la fuerza de asociación entre el efecto y las variables o factores estudiados, mediante la razón de productos cruzados OR, intervalos de confianza de dicha medida con un 95% de confianza. El nivel de significancia estadística tomado como referencia para aceptar los resultados con diferencias estadísticamente significativa es de 0.05 ó menos.

Se elaboraron mapas de puntos en ambos Barrios con la localización de las áreas de mayor afectación por contaminación de plomo.

Variables de análisis

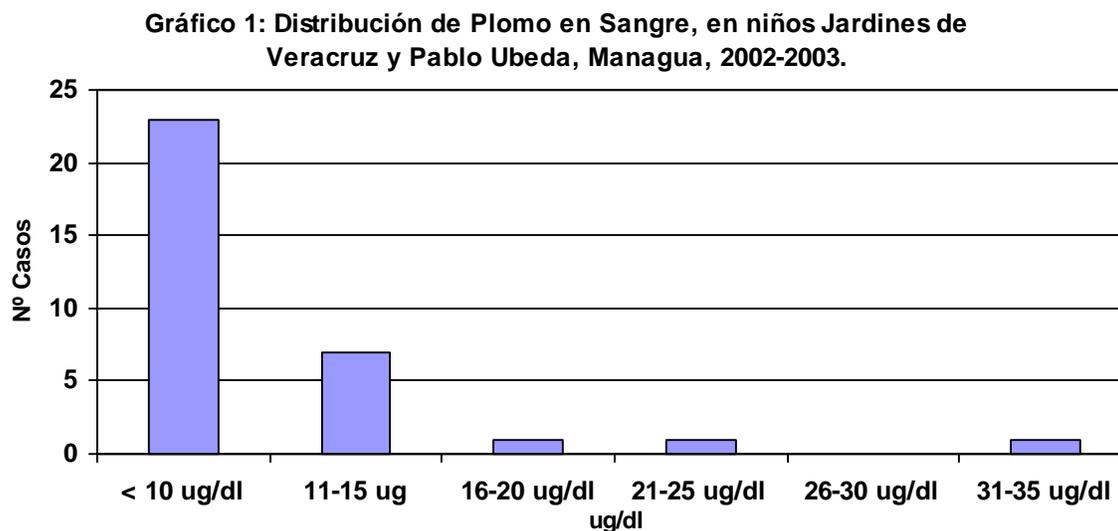
Condición de los niños	/ Variables sociodemográficas del niño / Ocupación de los padres / Niveles de plomo en sangre
Condiciones de seguridad en talleres	/ Tiempo de funcionamiento / Ubicación del taller / Tipo de trabajo / Actividad realizada en talleres / Disposición final de residuos / Niveles de plomo en suelo
Determinantes ambientales	/ Presencia de talleres de Batería / Distancia de la fuente / Tiempo de residir en la zona / Permanencia del hogar / Hábitos del niño (a) / Tamaño de vivienda / Piso de vivienda

Para la caracterización de los talleres se establecieron rangos de cumplimiento de normas de seguridad mínima para talleres artesanales.

- Equipos de protección como máscaras, guantes, protectores faciales.
- Equipos de extracción de gases para fundición del plomo.
- Área de descontaminación en caso de accidentes.
- Material absorbente en el caso de derrames.
- Señalización de áreas peligrosas.
- Piso impermeable.
- Polines para el ordenamiento de desechos.
- Manejo de Desechos líquidos (ácido sulfúrico).
- Monitoreo biológico de los trabajadores.
- Hojas de seguridad de los productos que manipulan.

VIII. RESULTADOS

Del total de 99 niños \leq a 10 años de edad se encontraron un total de 33 casos de los cuales 17 eran procedentes del Barrio Pablo Úbeda y 16 casos procedentes del Anexo Jardines de Veracruz, viviendo en un radio de 200 metros alrededor de la fuente en los dos barrios. Esto representó una prevalencia de Plumbemia (presencia de Pb en sangre) de 55 por 1000 habitantes. Tres de cada 10 casos tuvieron concentraciones de plomo en sangre superiores al criterio establecido por el CDC ($10 \mu\text{g}/\text{dl}$), representando una prevalencia de intoxicación (nivel de plomo mayor de $10 \mu\text{g}/\text{dl}$) de 16.5 por 1000 habitantes ($10/33$). El rango de las concentraciones de plomo en sangre en los casos encontrados fue de 4 a $35 \mu\text{g}/\text{dl}$, con una media aritmética de $9.8 \mu\text{g}/\text{dl}$ y una desviación estándar (DE) de 6.1.



La frecuencia de intoxicación por plomo en sangre fue ligeramente superior en las niñas (58%), pero el promedio de plomo en sangre fue mayor en niños que niñas $16.5 \mu\text{g}/\text{dl}$ versus $14 \mu\text{g}/\text{dl}$. En cuanto al sexo de los niños casos en el grupo de 5 a 10 años se encontró que por cada niña hay dos niños con plumbemia.

Según procedencia de los niños casos habitantes en el Barrio Jardines de Veracruz, los niveles de Plumbemia oscilaron en rangos de entre 4–35 $\mu\text{g}/\text{dl}$, con un promedio de 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y una mediana de 7.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$, en el barrio Pablo Úbeda, los rangos oscilaron entre 4–22 $\mu\text{g}/\text{dl}$, con un promedio de 9.7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y una mediana de 9 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

Características sociodemográficas de los niños (casos y controles)

Casos

Según procedencia de los niños casos, se encontró que el 48% habitan en el Barrio Jardines de Veracruz y el 53% en el barrio Pablo Úbeda. En cuanto a la edad, ésta osciló entre 2 meses y 10 años, con un promedio de 5.8 años y una mediana de 7.0. El grupo de edad con mayor número de casos fue el de 5-10 años que significó 60% de los niños en ese grupo de edad (20/33). En cuanto al sexo el 58% (19/33) correspondió al sexo femenino, con una relación niño-niña 1:1.3 Con respecto a la escolaridad de los niños, el 58% (19/33) estaban cursando algún grado de la educación primaria, el 15% (5/33) estaba en preescolar y el 27% (9/33) no había iniciado la escuela. El 13% (3/24) de los niños casos había repetido grado. En cuanto al estado nutricional se encontró que el 42% de los niños presentaban algún grado de desnutrición. En relación a la ocupación de la madre en los niños casos, el 49% se dedicaba a la labor domestica, el 23% se desempeñaban como técnicas en áreas específicas, el 11% como profesionales, 11% a otras actividades y el 6% comerciantes. En cuanto a la ocupación de los padres, se encontró que un 27% laboraba como conductor (taxistas) actividad que los exponen a contaminación ambiental, 24% se dedica a actividades directas e indirectas relacionadas al uso de plomo (Ver tabla No. 1).

Controles

Según procedencia de los niños controles el 48% habitan en el Barrio Jardines de Veracruz y el 52% en el barrio Pablo Úbeda. La edad de los controles osciló entre 3 meses y 10 años, con un promedio de 5.5 años, una mediana de 5, en cuanto al sexo estuvo distribuido en 50% para cada uno. Con respecto a la escolaridad de los niños controles el 55% (35/66) estaban cursando algún grado de la educación primaria, el 17% (12/66) estaba en preescolar y el 29% (19/66) no había iniciado la escuela. El 32% (15/47) había repetido grado. En cuanto al estado nutricional se encontró que el 38% presentaba algún grado de desnutrición. En relación a la ocupación de la madre en los controles el 65% se dedicaba a la labor domestica del hogar, el 12% eran técnicas en áreas específicas, el 4.6% profesionales, 11% comerciantes y el 7% se dedicaban a actividades varias clasificadas como otros. En cuanto a la ocupación de los padres, se encontró que un 26% tienen labor de conductor (taxistas) actividad que los exponen a contaminación ambiental, 11% se dedica a actividades directas e indirectas relacionadas al uso de plomo (Ver tabla No. 1).

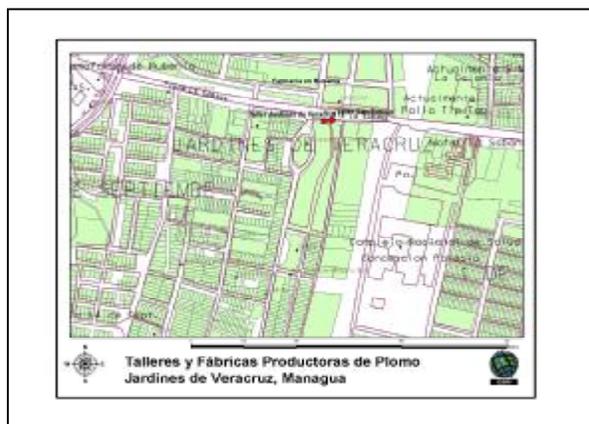
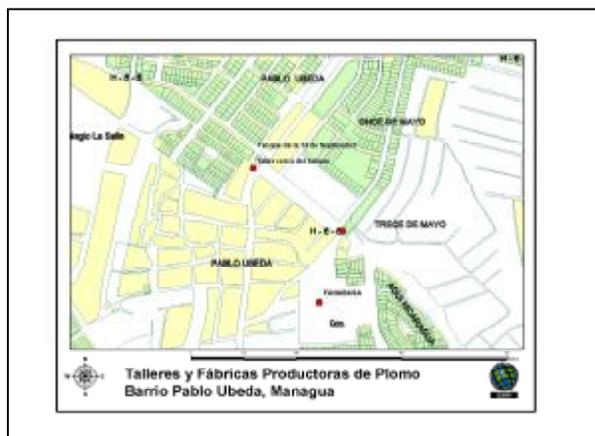
Tabla No. 1
 Características Sociodemográficas de los niños(as) asociadas a niveles séricos de plomo en barrios del Municipio de Managua, 2002-2003.

Características	Casos		Controles		Total	
	N = 33		n = 66		n = 99	
	No.	%	No.	%	No.	%
Grupos de Edades						
< 1 año	2	6	4	6	6	6
1 – 4 años	11	33	22	33	33	31
5 – 10 años	20	61	40	61	60	63
TOTAL	33	100	66	100	99	100
Media	5.8		5.5			
Mediana	7.0		5.5			
Sexo						
Femenino	19	58	33	50	52	59
Masculino	14	42	33	50	47	41
TOTAL	33	100	66	100	99	100
Relación- niño-niña					1.1:1	
Escolaridad						
Ninguna	9	27	19	29	28	28
Pre escolar	5	15	12	18	17	17
Primaria	19	58	35	53	54	55
TOTAL	33	100	66	100	99	100
Grado repetido	3	13	15	32	18	25
Estado Nutricional						
Normal	19	58	41	62	60	61
Desnutrición leve	10	30	21	32	31	31
Desnut. Moderada	4	12	4	6	8	8
TOTAL	33	100	66	100	99	100
Ocupación / Madre						
Ama de casa	17	52	44	67	61	62
Técnica	8	24	7	11	15	15
Profesional	2	6	2	3	4	4
Otros	6	18	13	19	19	19
TOTAL	33	100	66	100	99	100
Ocupación / Padre						
Conductor	9	27	17	26	26	26
Soldador (T.Batería)	8	24	7	11	15	15
Profesional	2	6	3	5	5	5
Otros	11	33	32	48	43	44
Desempleados	3	9	7	10	10	10
TOTAL	33	100	66	100	99	100

Fuente: Entrevista a la madre y expedientes clínicos.

Distribución geográfica y condiciones de seguridad de los talleres

En relación al número y condiciones de seguridad de los talleres, se encontró la presencia de tres talleres artesanales y a 50 metros del taller en el Barrio Pablo Úbeda la infraestructura de una fábrica dedicada a la producción de baterías (FANABASA), la cual se encuentra inactiva desde 1992, sin embargo, en la actualidad los predios de la misma sirven de albergue a familias con problemas habitacionales además de ser lugar de recreación para los niños vecinos del sector. (Imagen de mapa 1 y 2).



Como se puede apreciar en la tabla 2, el cumplimiento de las normas mínimas de seguridad en estos talleres no existe, constituyendo un riesgo de contaminación por estas fuentes emisoras de plomo para la población circundante, dado que los mismos se ubican en los barrios y peor aún en el caso que el taller forma parte de la vivienda o en áreas públicas.

Tabla 2: Número y condiciones de seguridad de talleres artesanales, barrios Pablo Úbeda y Anexo Jardines de Veracruz, Managua, 2002.

Actividad	Pablo Úbeda		Anexo Jardines Veracruz	
	Fabrica	Taller 1	Taller 2	Taller 3
Tiempo de funcionamiento		3 años	2 años	20 años
Tamaño		10 mts ²	20 mts ²	20 mts ²
Ubicación		Contiguo a vivienda	Contiguo a vivienda	Dentro de la vivienda
Paredes		Bloque	Lata y madera	Concreto
Ventilación		Adecuada	Adecuada	Inadecuada
Piso		Embaldosado	Embaldosado	Embaldosado
Patio		Tierra	Tierra	Tierra
Actividad		Fundición Plomo Elabora .Bornes Placas	Fundición Plomo Elabora .Bornes Placas Carga de batería	Fundición Plomo Elabora Bornes Placas Carga de batería
Tipo trabajo		Manual	Manual	Manual
Medios de protección		Ninguno	Ninguno	Ninguno
No. Trabajador		3	5	3
Baterías reactivadas		20 semanal	20 semanal	20 semanal
Barras obtenidas en fundición		12 semanal	20 semanal	20 semanal
Material almacenado		Cajas de baterías y placas	Cajas de baterías y placas	Cajas de baterías y placas
Disposición de material sólido.		En el patio	En el patio	En el patio
Disposición de residuos líquidos.		En la calle	En la calle	En la calle

Fuente: Ficha de entrevista e inspección al taller.

La mayoría de los talleres tienen en el patio materiales que ya no utilizan como cajas y placas, (imagen de foto 2).

Foto No. 1 Baterías en mal estado



Foto No. 2. Celdas, con borde metálico de plomo



Otro elemento importante de mencionar, es que el 100% de los propietarios de estos talleres mencionaron como principal actividad el proceso de recuperación de plomo (10 barras semanales promedio), actividad que realizan a cielo abierto, con horario de lunes a sábado, de 8 a.m. a las 5 p.m. (imagen de foto 3 y 4).



De los tres talleres identificados al momento del estudio solo uno manifestó contar con permiso de funcionamiento por la alcaldía, pero el permiso mostrado no es específicamente como taller de batería sino como taller de mecánica automotriz. Sin embargo de forma general los tres propietarios mencionan que su principal actividad es la fundición de partes de plomo al aire libre y que los residuos líquidos de ácido sulfúrico son tirados a la calle.

Otro factor agravante en el impacto en salud de los niños es que los talleres forman parte de la vivienda provocando una exposición permanente de sus habitantes. Evidenciado por la alta incidencia de plumbemia encontrada en la población estudiada 55 por 1000 hab.

Si consideramos el inventario de actividad que realizó la Alcaldía de Managua en el 2003, se estima que pueden existir en este momento de 130-150 establecimientos que realizan trabajos artesanales de recuperación de plomo de baterías, por lo común en patios de viviendas, sin ninguna señal o identificación

externa, causando un impacto en la salud y ambiente que desconocemos en la actualidad su dimensión.

Niveles de contaminación de plomo en suelo

En relación a los niveles de plomo en suelo, los resultados mostrados en la tabla 3, solamente el 15% (3 muestras) se encuentran dentro de límites permisibles, (< 250 ppm), en el 85% (17 muestras) se encontraron con niveles por encima de los valores permisibles, siendo estas 9/10 en el área del Pablo Úbeda y 8/10 de Jardines de Veracruz.

Los niveles más elevado de plomo en suelo, se encontraron en el centro de FANABASA y en el centro de los tres talleres artesanales de la zona de estudio, el único valor permisible en la zona del Pablo Úbeda se encontró a 100 metros sur, en relación a las muestras de suelo tomadas en Jardines de Veracruz los valores permisibles se encontraron a 100 metros norte y sur respectivamente. El nivel de plomo encontrado en el centro de FANABASA excedía 274 veces el valor tomado como permisible (250 ppm), en relación al taller 1 el valor excedía 209 veces, el taller 2 excedía 197 y el taller en 82 veces.

Tabla 3: Niveles de plomo en suelo, talleres artesanales, barrios Pablo Úbeda y Anexo Jardines de Veracruz, Managua, 2002.

Área de toma de muestra	Valores permisibles (< 250 ppm)			
	Pablo Úbeda		Anexo Jardines Veracruz	
	Fabrica	Taller 1	Taller 2	Taller 3
Centro	68615 ppm*	52251 ppm	49291.86	20510 ppm
50 mts. N	34789 ppm			326 ppm
50 mts. S	3192 ppm			619 ppm
50 mts. E	5451 ppm		2599 ppm	
50 mts. O	23284 ppm		1096 ppm	
100 mts. N	5199 ppm			192.55 ppm
100 mts. S	87 ppm			174 ppm
100 mts. E	738 ppm		2238 ppm	
100 mts. O	4140 ppm		22124 ppm	

Fuente: Resultados de laboratorio.
Ppm: parte por millón (1mg de plomo / Kg. de suelo)

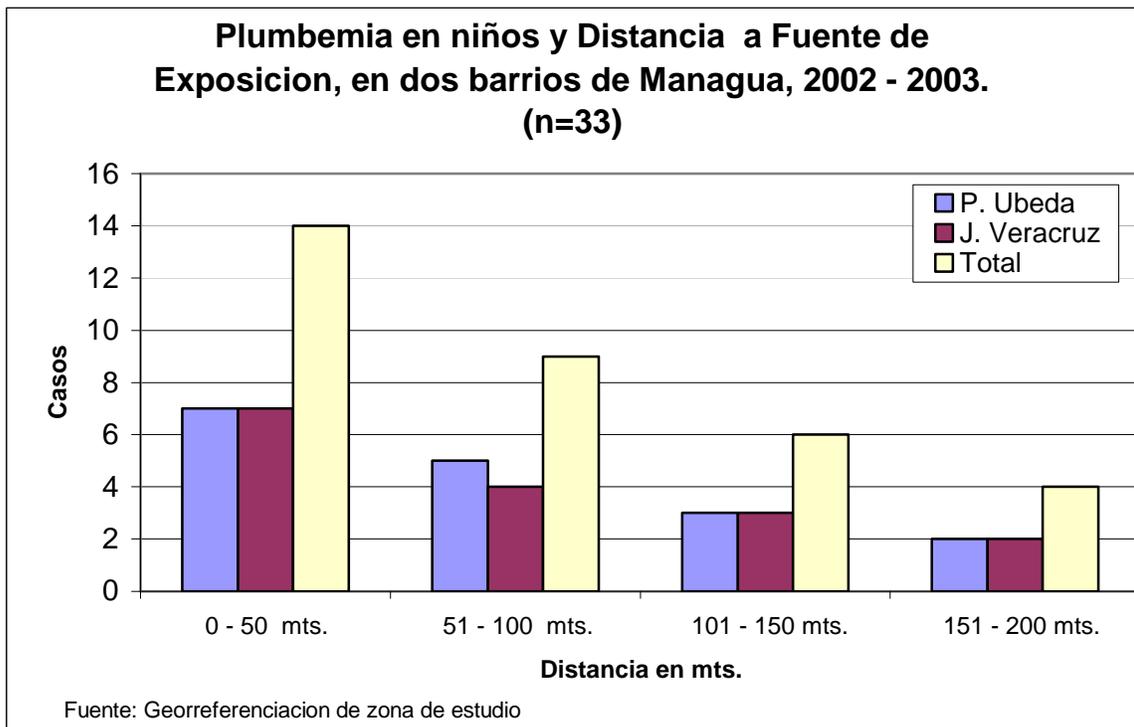
Es importante mencionar que los niveles de plomo más altos se encontraron en los sitios de ubicación de los talleres, disminuyendo conforme aumentaba la distancia, (imagen de mapa 3 y 4).



Factores asociados a concentraciones séricas de plomo en los niños.

Los factores de riesgo que presentaron asociación en este estudio fueron: distancia de la fuente, hábitos del niño, tiempo de residencia, tamaño de la vivienda, piso y permanencia en la vivienda.

Al relacionar la presencia de las fuentes y niveles de plumbemia en los niños casos, se encontró que el 42% (14/33) de los casos se ubicaban a una distancia menor o igual a 50 metros, de ellos el 57% (8/14) presentaron niveles tóxicos de plomo en sangre (mayor de 10 µg/dl).



El riesgo calculado con relación a la distancia en un análisis de tendencia lineal confirma que a la distancia de “0 a 50 metros” de la fuente de exposición el riesgo es 13 veces más que a una distancia de 151 – 200 metros, para la distancia de 51 a 100 metros con respecto a la distancia de 151 – 200 metros, se obtuvo un OR de 2.7 y para la distancia de 101 a 150 metros el OR fue de 1.1 (Ver tabla No.4).

Tabla No. 4

Distancia de fuentes de exposición y su relación a niveles séricos de plomo en niños en dos barrios de Managua (Análisis de tendencia lineal) Abril 2002 - 2003.

Distancia	Plomo en sangre		Total	OR	IC	p
	Si	No				
151-200 mts	4	19	23	1.0	2.56 - 33.4	0.00006
101-150 mts	6	26	32	1.1		
51-100 mts	9	16	25	2.7		
0 – 50 mts	14	5	19	13.3		
Total	33	66	99			

Fuente: Ficha de recolección de la información
IC= Intervalo de confianza 95%

Los OR por barrio a una distancia de 50 metros fueron de 24 para el Pablo Úbeda y 6.67 para Jardines de Veracruz.

En cuanto al hábito de pica en los niños, se encontraron los siguientes resultados, “come tierra” (OR 1.41); “chupan dedos” (OR 1.07) y “comen uñas” (OR 0.73), los resultados reflejan que la variable mas fuerte y directa que contribuyen en la contaminación e intoxicación por plomo fue “chupa dedo”, la variable “lavado de manos” fue encontrada con un (OR 0.94) lo que demuestra que los buenos hábitos de higiene son elementos protectores para la salud. (ver tabla No.5).

Tabla No. 5

Conducta de los niños y su relación con niveles séricos de plomo en dos barrios de Managua, Abril 2002-2003.

Conducta	Plomo en sangre		TOTAL	OR	*IC	p
	Si	No				
Come Tierra						
Si	6	9	15	1.41	0.39 – 4.93	0.5
No	27	57	84			
Total	33	66	99			
Chupa dedo						
Si	20	39	59	1.07	0.42-2.73	0.9
No	13	27	40			
Total	33	66	99			
Come uña						
Si	13	31	44	0.73	0.29 -1.86	0.5
No	20	35	55			
Total	33	66	99			
Lava manos						
Si	18	37	55	0.94	0.37 – 2.39	0.8
No	15	29	44			
Total	33	66	99			

Fuente: Ficha de recolección de la información
IC= Intervalo de confianza 95%

Al analizar hábitos de los niños casos por separado se encontró que el 86% (13/15) que no se lavaban la manos tenían el habito de chuparse los dedos, de ellos el 50% presentaba niveles tóxicos de plomo en sangre, al establecer asociación entre los casos y los controles, se encontró que los niños que no se lavaron las manos pero que si se chuparon los dedos, tenían 10 veces mas riesgo que los que no tenían este hábito. (Ver tabla N° 6).

Tabla No. 6

Relación niños con Plumbemia que no se lavan las manos y se chupan los dedos y Plumbemia en dos barrios de Managua, Abril 2002-2003.

Conducta	Casos		TOTAL	OR	*IC	p
	Si	No				
Chupa dedo y no se lava las manos				10.7	2.63 – 41.8	0.0001
Si	13	4	17			
No	20	62	82			
Total	33	66	99			

Fuente: Ficha de recolección de la información
IC= Intervalo de confianza 95%,.

Al analizar el factor (comer tierra) según barrio, se encontró que los niños residentes en el barrio Pablo Úbeda, tenían 3.43 veces más posibilidades de presentar plumbemia que los niños residentes en Jardines de Veracruz. El resto de los hábitos no fueron estadísticamente significativos, según orden anteriormente descrito, los OR fueron 1.1, 0.96 y 0.89, 0.7 y 0.49.

En relación al “tiempo de residir en la zona”, se encontró que a mayor tiempo de exposición mayor riesgo de contaminación, el OR calculado para la variable más de 3 años de vivir el barrio fue de 2.1. (Ver tabla No.7).

Tabla No. 7

Tiempo de residencia de los niños en la zona y su relación con niveles séricos de plomo en niños en dos barrios de Managua, 2002 - 2003.

Tiempo	Plomo en sangre		Total	OR	IC	p
	Si	No				
Mas de 3 años						
Si	19	26	45	2.1	0.78 - 5.0	0.1
No	14	40	54			
Total	33	66	99			

Fuente: Ficha de recolección de la información
IC= Intervalo de confianza 95%

En relación a la distribución por barrio el mayor OR (2.75) se obtuvo en el barrio Pablo Úbeda, para Jardines de Veracruz el OR fue de 1.2.

Del total de casos de niños con Plumbemia a una distancia menor a 50 metros, se destaca que el 100% de ellos tienen más de 1 año de residir en la zona. De los controles solamente 5 de los que habitan a menos de 50 metros tienen más de un año de residir en la zona.

En relación a la variable "tamaño de la vivienda", se encontró que para la categoría de vivienda mediana y pequeña con respecto a vivienda grande, el OR fue de 3.75, (Ver tabla No.8).

Según barrio, se encontró que el riesgo en los niños que habitan en vivienda mediana y pequeña en el barrio Pablo Úbeda fue de OR (4.1) y para Jardines de Veracruz OR de 3.66.

Tabla No. 8

Tamaño de vivienda y su relación con niveles séricos de plomo en niños en dos barrios de Managua, 2002-2003.

Tamaño Vivienda	Plomo en sangre		Total	OR	IC	p
	Si	No				
Mediana /Pequeña	30	48	78	3.75	1.0 – 17.0	0.03
Grande	3	18	21			
Total	33	66	99			

Fuente: Ficha de recolección de la información
IC= Intervalo de confianza 95%

En relación a la variable piso de la vivienda, el que presento asociación fue “piso de tierra” con un OR de 1.41, los restantes “piso de ladrillo” y “piso de cemento” no fueron estadísticamente significativos (Ver tabla No. 9).

Según barrio, se encontró que el barrio Pablo Úbeda presenta mayor riesgo con un OR de 3.83, sin embargo para Jardines de Veracruz la asociación se presentó con el piso de ladrillo con un OR de 2.35.

Tabla No. 9

Piso de vivienda y su relación con niveles de plomo en sangre en niños En dos barrios de Managua, 2002-2003.

Característica	Plomo en sangre		TOTAL	OR	*IC	P
	SI	NO				
Piso de tierra				1.41	0.5 - 3.8	0.4
	12	19	44			
	21	47	55			
Total	33	66	99			

Fuente: Ficha de recolección de la información
IC= Intervalo de confianza 95%

En relación a la variable permanencia en el hogar, se encontró que los niños que permanecían más de 12 horas en el hogar, tenían mayor riesgo (OR de 1.44) que los que permanecían menor tiempo. (Ver tabla No.10).

Tabla No. 10

Permanencia en la vivienda y su relación con niveles séricos de plomo
En niños de dos barrios de Managua, 2002-2003.

Permanencia	Plomo en sangre		TOTAL	OR	*IC	p
	Si	No				
> 12 horas	18	30	48	1.44	0.6 – 3.6	0.4
< 12 horas	15	36	51			
Total	33	66	99			

Fuente: Ficha de recolección de la información
IC= Intervalo de confianza 95%

Analizando la misma variable según barrio, el Pablo Úbeda presento un mayor (OR de 1.6), para Jardines de Veracruz el OR fue de 1.3.

IX. DISCUSIÓN

La principal contribución de este estudio es la identificación de fuentes de exposición a plomo en los barrios y de factores riesgos determinantes para las concentraciones de plomo en sangre en esta población infantil, siendo estos distancia de la fuente, habito de chuparse los dedos y no lavarse las manos, tamaño de vivienda y permanencia en la vivienda. Factores que pueden ser modificables mediante el desarrollo de intervenciones en salud pública para la prevención de contaminación e intoxicación por plomo.

Un elemento muy importante y considerado en el estudio como principal contribuyente en la contaminación e intoxicación por plomo fue la distancia entre la fuente de contaminación y la vivienda del niño ²⁹ .

Las características sociodemográficas de los niños en los dos barrios estudiados fueron similares, difiriendo solamente en el tipo de fuente de contaminación en el Barrio Pablo Úbeda en el que además de la presencia de talleres artesanales se encontró la infraestructura de una fabrica inactiva de baterías (FANABASA), siendo estos predios los que registraron los niveles mas altos de contaminación en suelo, en Jardines de Veracruz las fuentes de contaminación son los talleres artesanales los cuales al igual que el Pablo Úbeda están funcionando con la liberación de plomo al aire libre y posterior depósito en suelo.

La presencia de fuentes contaminantes de plomo se consideraron como las responsables de los niveles de contaminación en suelo detectada en las áreas de estudio atribuyéndose a ello la prevalencia del 16.5% de intoxicación por plomo encontrada en los niños (concentraciones de plomo en sangre superiores a 10 µg/dl), prevalencia mayor que la encontrada en países desarrollados ²⁹, los que han disminuido estos niveles debido a la eliminación del plomo en la gasolina, pintura y la prohibición de soldaduras de plomo en envases de alimentos.

EL promedio de valores de plomo en sangre encontrados se ubicaron en niveles considerados permisibles (9.8 $\mu\text{g}/\text{dl}$) ^{1, 15}. Los niveles de plomo reportado en países en desarrollo van desde 1.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ hasta superiores a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en Sudáfrica y Bangladesh. Nuwayfid reporto un promedio de nivel de plomo en 66.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en niños de 1-3 años en Libia ²⁸.

A pesar de que el nivel promedio encontrado en el presente estudio está en los límites permisibles, este mismo es alto en comparación a los resultados de países en desarrollo, así mismo dicho nivel no puede ser considerado seguro ya que los estudios realizados han encontrado que a esos niveles hay daño a nivel neurológico con alteraciones en el comportamiento y alteraciones en el aprendizaje ¹.

A pesar de que en Nicaragua ya no se utiliza plomo en gasolina ni soldaduras de plomo para envases de alimentos, los talleres artesanales y los suelos contaminados son al igual que en otros países en desarrollo fuentes importantes de exposición ^{2, 17, 22}.

Factores de riesgo

La presencia de estos factores fueron determinantes para que el 30% de los niños rebasara el criterio establecido por el CDC 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ^{1, 15}. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en otros estudios, donde la cercanía a una fuente de exposición es un factor importante para la contaminación por inhalación o por ingestión de plomo depositado en el polvo y el suelo ^{22, 29}. Posiblemente el polvo que se levanta de suelos contaminados distribuye la contaminación a través del aire sobre los utensilios y juguetes con los que los niños están en contacto ^{1, 2, 3, 22}.

En cuanto a la conducta de los niños de llevar objetos a la boca tiene relevancia en los niños menores de 5 años ³², donde se encontró asociación en el hábito de

comer tierra, con un OR de 1.41, sin embargo, no podemos afirmar que no exista asociación con otros hábitos estudiados puesto que nuestros informantes fueron las madres quienes pudieron modificar su respuesta al considerar que con una respuesta afirmativa al factor estarían admitiendo una educación inadecuada en los hábitos de los niños.

En estudios similares se ha observado que el riesgo de tener plomo en sangre se incrementa en casi cuatro veces al comer tierra, no lavarse las manos o chupar los juguetes. Aguilar y col, igualmente Barten en 1988 encontró un incremento en el nivel de plomo en niños con pica ^{3,27}.

Con respecto al tamaño de la vivienda se encontró que el riesgo de presentar plomo en sangre a niveles mayor 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ se incrementa 3 – 4 veces mas en los niños que habitan en viviendas pequeñas y medianas que los que viven en viviendas grandes, resultados similares a los encontrados por Aguilar y colaboradores ²⁷.

Con relación al piso de la vivienda se encontró que el piso de tierra, es un factor de riesgo con OR de 1.41, esto podría asociarse a que el plomo se adhiere a partículas del suelo y permanece mucho tiempo en él. Maisonet, 1997 encontró como factor protector la remediación del suelo del patio contaminado donde juegan los niños ²¹. El piso de ladrillo y cemento podría ser un factor de menor exposición por haber menos contacto directo con el suelo y por la frecuente limpieza de los pisos de ladrillo que moviliza el polvo de estos, habiendo teóricamente menor exposición.

Sin embargo en este estudio, el tener piso de tierra pareció no influir mucho en la presencia de plomo en sangre en los niños estudiados. Esto podría deberse a que a pesar de tener plomo en el suelo y tener contacto con el mismo no necesariamente implica mayor absorción si se logra que los niños no lo ingieran,

ya que por contacto dérmico esta sustancia no se absorbe. ¹ Una limitante para esta afirmación es que no logramos determinar el nivel de plomo en polvo y suelo dentro de los hogares de los sujetos estudiados.

En cuanto a la permanencia en el hogar, aunque los resultados obtenidos no reflejan una asociación fuerte entre permanecer en la casa de habitación y el nivel de plomo en sangre, esto no debe tomarse como resultado final puesto que una de las limitaciones de este estudio fue que solamente se realizaron mediciones de plomo en sangre en los niños y el muestreo ambiental se realizó en los talleres y sus alrededores. Lo ideal hubiese sido medir plomo en polvo del interior del hogar y ver su relación.

Se podría considerar que los niños pequeños que permanecen más tiempo dentro de los hogares tienen más exposición pero esta afirmación no se correspondió con los resultados donde no encontramos asociación entre el nivel de plomo y la permanencia en el hogar, esto podría ser por que la contaminación se da en los lugares abiertos del hogar como es el patio o la calle. Estos hallazgos son consistentes con los encontrados por Haynes et al ³¹, quien no encontró asociación significativa en el control del polvo y los niveles arriba de 100 µg/dl pero si lo encontró para valores superiores a 150 y 200 µg/dl.

Es posible que la permanencia prolongada en hogares cercanos a fuentes de exposición aumente el riesgo de contaminación e intoxicación, puesto que los niños no se mantienen exclusivamente dentro de la casa, si no que ellos juegan en el patio o calles vecinas donde entran en contacto con el suelo contaminado o aire contaminado. Dejamos abierta la posibilidad de realizar investigaciones sobre contaminación ambiental de plomo, que incluya mediciones, en suelo de calles y patios de casas, así mismo la medición de plomo en polvo acumulado en los hogares y medición de plomo en aire.

Con relación al tiempo de residencia, la mayoría de los niños, nacieron en esos lugares, y han mantenido un nivel de exposición permanente, por lo que no podemos asegurar que los niños que no presentaron ningún nivel de plomo en sangre, no han tenido o tienen una intoxicación crónica por plomo, debido a que el único marcador biológico que fue medido fue plomo en sangre y este mide exposición reciente y no la carga corporal total, por lo que es necesario el desarrollo de investigaciones más dirigidas que incluyan otras técnicas diagnósticas que permitan conocer con mayor exactitud la magnitud de problema e investigar los efectos a la salud puedan haber ocasionado ^{12, 14,15}.

Finalmente basados en las observaciones en los talleres artesanales podemos referir que un factor importante en la exposición de la población y la subsecuentes intoxicación principalmente en la población infantil es la ausencia de condiciones de seguridad en los talleres por lo que debe definirse junto a otras autoridades competentes la finalización de las actividades contaminantes y peligrosas para la salud, y plantear la reubicación de estos talleres y en lo posible eliminar este tipo de actividad artesanal.

En primer lugar debe priorizarse la eliminación de fuentes de contaminación, realizar proyectos de remediación de esas mismas áreas contaminadas, y realizar campañas de educación a la comunidad para la prevención de la intoxicación por plomo evitando la ingesta de agua, alimentos y suelos contaminados mejorando los hábitos de higiene, así mismo, informar sobre medidas nutricionales en los niños afectados ³¹.

Los resultados del presente estudio demuestran los niveles de contaminación ambiental y grados de intoxicación que están provocando estas fuentes en la población infantil lo cual justifica la necesidad a corto plazo de priorizar y establecer un programa de vigilancia para la Prevención de Intoxicación por plomo, lo cual permitiría encausar en medidas coherente y sumar esfuerzos en

compromisos que diferentes países del mundo han adquirido para erradicar la intoxicación por plomo para el año 2020 ^{30, 31, 32}.

X. CONCLUSIONES

- La fuentes de exposición encontradas fueron principalmente ambientales evidenciada por la presencia de talleres artesanales de baterías y suelos contaminados con altos niveles de plomo.
- La exposición para-ocupacional se presentó en menor porcentaje.
- Los niños que habitan cerca de talleres artesanales recuperadores de plomo o áreas contaminadas y aquellos cuyos padres trabajan o manipulan plomo, deben ser considerados en nuestro medio como de alto riesgo de exposición.
- Los hábitos inadecuados de no lavarse las manos y chuparse los dedos, así como de habitar en viviendas pequeñas o medianas son factores contribuyentes para la contaminación e intoxicación por plomo en los niños.
- Esta información nos lleva a inferir que no solamente es necesario clausurar o detener la labor artesanal de recuperación de plomo, si no que se debe realizar posterior a esto tareas de limpieza y remediación ambiental, para garantizar que la población que habita en esas zonas no continúe exponiéndose e inclusive intoxicándose.

XI. RECOMENDACIONES

- Presentar resultados del estudio a autoridades de Alcaldía, MARENA y MINSA, para que conozcan el riesgo a la salud que provoca la exposición a plomo derivadas de actividades artesanales.
- Implementar a corto plazo un programa de salud ambiental orientado a las medidas de prevención y control en las zonas donde se localizan los talleres artesanales, las mismas deben incluir acciones ambientales de infraestructura y delimitación de actividades a fin de evitar los riesgos a la salud y el ambiente.
- Promover a nivel de las instituciones involucradas en el problema la conformación de una comisión para el abordaje integral de esta situación, con un enfoque preventivo y de remediación en el área afectada.
- Establecer Sistemas de Vigilancia Epidemiológica de la exposición por plomo y de la intoxicación que incluya monitoreo biológico.
- Establecer sistemas de vigilancia ambiental que monitoree la presencia de plomo en aire, suelo, agua de consumo humano e inclusive alimentos.
- Para conocer la magnitud del problema, se deben realizar investigaciones a nivel nacional monitoreos biológicos y determinar la prevalencia de la intoxicación por plomo en la población infantil nicaragüense.

- Implementar estrategias de comunicación de riesgo dirigida a todos los actores involucrados y la población en general para conocer los peligros de la intoxicación por plomo y las medidas a realizar para prevenirlas.
- Dar continuidad al manejo médico de los niños con niveles de plomo superiores a 10 µg/dl.
- En el caso de la Fábrica FANABASA que presenta altos niveles de contaminación buscar alternativas de remediación con la participación de las autoridades ambientales locales e internacionales.

XII. VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

1. ATSDR's Toxicological Profiles on CD-ROM. Versión 3:1 2000.
2. Díaz Barriga F y Corey G. Evaluación del riesgo por la exposición a plomo. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. CEPIS/OPS, Perú – 1999.
3. Francoise Barten. 1992. Environmental Lead Exposure of Children in Managua, Nicaragua: An urban health problem.
4. Informe final de consultoría. Inventario de actividad económica y generación de residuos en la ciudad de Managua. CIEMA – UNI, 2003.
5. Cáceres R, Amaya R. Determinación del impacto ambiental del plomo en el suelo en los talleres artesanales que reciclan baterías de plomo ácidos para vehículos en barrios del distrito II de la ciudad de Managua. UNAN Managua. Departamento de Química. 2004.
6. Morales C, Gauss E. A community-Initiated study of blood lead levels of Nicaraguan Children near a battery factory. Am J Public Health. 1998;88:1843-1845.
7. Memorias Proyecto Aire – Puro 1993-2002. Agencia Suiza para el desarrollo y Cooperación.
8. Memoria Taller Latinoamericano Envenenamiento de niños por plomo. Evaluación, Prevención y Tratamiento. Mayo 2001.
9. Roxelin J. Tesis Monográfica. Alteraciones neuropsicologicas en niños con niveles de plomo elevados de Plomo. Managua 2000.
10. Ley General de Salud de Nicaragua, Ministerio de Salud, 2003.
11. Córdoba Darío. Toxicología. Manual Moderno. 4ta. Edición 2000.
12. Goldfrank Lewis. Toxicologic Emergencias. Appleton & Lange. Fifth Edition. 1994.
13. Gossel Thomas, Bricker J Douglas. Principles of Clinical Toxicology. Third Ed. Raven Press, 1994.

14. Fassin Didier, Naudé Anne-Jeanne. Plumbism reinvented : Childhood Lead Poisoning in France, 1985-1990. Am J Pub Health, Nov 2004; 94, (11):1854-63.
15. United States Center of Disease Control. Preventing Lead Poisoning in young children. A statement by the Center of Disease. Atlanta: Department of Health and Human Services, 1991.
16. McConnell R, Romieu I, Hernández M, Intoxicación por plomo: de la detección a la prevención primaria. Salud Pública de México Vol.37, No. 3, mayo-junio de 1995.
17. Ascione I. Intoxicación por plomo en pediatría. Arch Pediatric Urug 2001:72(2): 133-138.
18. Chantiri J y col. Niveles de plomo en mujeres y niños alfareros. Revista médica de la Universidad Veracruzana. Vol. 3 Num 1. Enero – Junio 2003.
19. Environmental Health Criteria 165, Inorganic Lead, OMS 1995.
20. Jiménez C, Romieu y col. Factores de exposición ambiental y concentraciones de plomo en niños de la ciudad de México. Noviembre-Diciembre de 1993. Vol. 35 No.6.
21. Maisonet M, Bove FJ, Kaye WE. A case control-study to determine risk factors for elevated blood lead levels in children, Idaho. Toxicol Ind. Health.1997 Jan-Feb;13(1):67-72.
22. Environmental Health Project. Activity Report No. 104. Estudio para determinar las Fuentes de exposición a plomo en la provincia constitucional del Callao, Perú, Junio 2000.
23. Corey G. y Galvao L.A. Plomo. Serie Vigilancia 8. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Metepec, México, 1989.
24. Hernberg S. Lead Poisoning in a Historical Perspective. Am. J. Ind. Med. 38:244-254, 2000.
25. Jiménez Gutiérrez C, Ramírez Sánchez AL, Palazuelos – Rendón E, Muñoz – Quiles I. Exposición a Plomo en niños de 6 a 12 años de edad. Salud Pública Méx. 1999; 41 supl 2:s72-s81.

26. Meneses Fernando y Col. Niveles de Plomo en sangre y factores de exposición en niños del Estado de Morelos, México. Salud Pública. Mex 2003;45 supl 2:S203-S208.
27. Aguilar J. y col. Niveles de plomo en sangre y factores asociados, en niños del Municipio del Centro de la Habana. Rev. Cubana Hig Epidemiol, 2003;41(2).
28. Nuwayhid I. et al. Blood lead concentration in 1-3 year old lebanese children: a cross – sectional study. Environmental Health: a global access science source 2003.
29. R. Albalak et al./ Blood lead levels and risk factors for lead poisoning among children in Yakarta, Indonesia. The Science of the total environment 3001(2003) 75-85.
30. Brown MJ. Costs and Benefits of enforcing housing policies to prevent lead childhood poisoning. Med Decis Making. 2002 Nov-Dec;22(6):482-92.
31. Haynes Hp et all. Dorchester Lead-safe Yard project: a pilot program to demonstrate low-cost, on site techniques to reduce exposure to lead – contaminated soil. J Urban Health. 2001 Mar;78(1):199-211.
32. Red Global de Ambientes Infantiles Saludables. www.who.int/heca/lead

XII. ANEXOS

Anexo I

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

Variable	Definición	Indicador	Valor
Objetivo Especifico 1: Para identificar número y condiciones de seguridad de los talleres de plomo, ubicados en dichos barrios, se estudian los siguientes aspectos:			
Número de talleres	Cantidad de talleres identificados en el área de estudio.	Nº de talleres	
Estructura y condiciones básicas del taller	Tipo de material del cual esta constituido el piso. Tipo de material con el cual esta construida la pares.	Según lo observado por el entrevistador. Según lo observado por el entrevistador	Tierra Cemento Ladrillo Madera Concreto Minifalda
Actividad laboral que se realizan en el taller	Toda actividad que conlleve la manipulación de plomo.	Según lo manifestado por dueño del taller y observado por el encuestador.	Fundición Soldadura
Como realizan las actividades	Referida al tipo de procesamiento para la utilización y recuperación de plomo.	Según lo manifestado por dueño del taller y observado por el encuestador.	Como realizan las actividades
Presencia de materiales almacenados	Todo material que conlleve la presencia de plomo.	Según lo manifestado por dueño del taller y observado por el encuestador.	Presencia de materiales almacenados
Disposición final de los desechos	Referida a la ubicación y tratamiento dado a los materiales no útiles.	Según lo manifestado por dueño del taller y observado por el encuestador.	Disposición final de los desechos
Objetivo Especifico 2: Para identificar distribución geográfica y niveles de contaminación por plomo en las superficies del suelo, se incluyen los siguientes aspectos:			
Fuente de exposición a plomo.	Presencia de talleres de batería artesanales y fabricas inactivas.	Inspección en el sitio de estudio	SI NO
Plomo en suelo	Cantidad de plomo encontrado en suelo examinado	Resultado > 250 ppm	Ppm
Objetivo Especifico 3: Para identificar distribución geográfica de niños menores 0 a 10 años de edad con contaminación con plomo en los dos barrios objeto de estudio, se incluyen los siguientes aspectos:			
Edad	Periodo de tiempo vivido desde el nacimiento hasta el momento de la encuesta.	Edad indicada por el entrevistado.	1 día – 11 m, 29 d. 1 – 4 años 5 – 10 años
Fuente de exposición a plomo.	Presencia de talleres de batería artesanales y fabricas inactivas.	Inspección en el sitio de estudio	SI NO
Plumbemia	Presencia de plomo en sangre.	Resultado >1 µg/dl	µg/dl

Variable	Definición	Indicador	Valor
Objetivo Específico 4: Para determinar factores de riesgo relacionados con las concentraciones de plomo en sangre en los niños objeto de estudio, se analizan los siguientes aspectos:			
Tiempo de existencia de la fuente exposición	Periodo de tiempo de existencia y funcionamiento de la fuente de exposición	Tiempo indicado por el dueño del taller	< 1 año 1 – 3 años > 3 años
Distancia de la fuente de exposición	Distancia encontrada entre el hogar y la fuente de exposición	Cantidad de metros registrados por el encuestador.	0 – 50 mts. 51 – 100 mts. 101 – 150 mts. 151 – 200 mts.
Tiempo de exposición	Periodo de tiempo de residir en el área de estudio	Tiempo indicado por la madre.	< 1 año 1 – 3 años > 3 años
Tiempo de permanencia en el hogar	Tiempo que el niño permanece en el hogar	Tiempo indicado por la madre.	< 12 horas > 12 horas
Actividad laboral relacionada a plomo	Cualquier actividad laboral que conlleve la manipulación de plomo	Según respuesta de la madre.	SI NO
Hábitos y comportamiento del niño.	Acciones que pueden llevar a la ingesta de material contaminado con plomo, tales como pica, no lavarse las manos, chupa dedos y come uñas.	Según respuesta de la madre.	SI NO
Características de la vivienda en relación: Piso	Tipo de material del cual esta constituido el piso.	Según lo observado por el entrevistador.	Tierra Cemento Ladrillo
Paredes.	Tipo de material con el cual esta construida la pares.	Según lo observado por el entrevistador	Madera Concreto Minifalda

Anexo II

AUTORIZACIÓN

Casa No. _____

Yo, _____ autorizo la participación de mi hijo/a _____ en el muestreo de plomo en sangre que esta realizando el Ministerio de Salud en el área del Pablo Úbeda, como parte del Estudios de Exposición a plomo en niños menores de 10 años, en el período Mayo 2002 a Mayo 2003.

Firma: _____

Anexo III

INVITACIÓN

Casa No. _____

Señor Padre de Familia

Por este medio le invitamos a que su hijo
_____ participe en el muestreo de plomo
en sangre que se llevara a cabo el día Martes 30 de abril en la
biblioteca del barrio Pablo Úbeda (casa de doña Fátima) a partir de
las 8 a.m hasta las 2 p.m.

Esperando su puntual asistencia

Le saluda

Dra. Luz Marina Lozano, MINSA
Lic. Damaris López P. MINSA

Anexo IV

Ficha No. 1 de recolección de datos de niños seleccionados.

Ubicación

Área de estudio:

Jardines de Veracruz: _____ Pablo Úbeda ____ Casa No. _____

Fecha de la entrevista: _____

Encuestador: _____

Datos generales

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha de nacimiento: __/__/__

Sexo: F__ M__

Dirección: _____

Escolaridad: ninguna ____ preescolar ____ primaria ____ especifique nivel o grado: ____

Ha repetido grado: ____ razón: _____

Antecedentes personales patológicos: _____, _____, _____

Antecedentes

familiares: _____, _____, _____

Tiempo de exposición

Estancia en el barrio: <1año ____ 1-3 años ____ 3.1-6 años ____ >6años ____

Horas de estancia en el hogar: < 12 horas __ 12-18 horas __ >18 horas __ todo el día __

Distancia de la fuente al hogar

Distancia: _____ (en metros aproximadamente)

Tipo de trabajo de los miembros del hogar:

Que tipo de trabajo realiza:

Padre: _____

Madre _____

Otros miembros de la familia _____, _____, _____

Tipo de comportamiento del niño:

Come tierra: Si ____ No____

Se lava las manos antes de comer: Si ____ No____

Se chupa el dedo o se mete objetos a la boca: Si ____ No____

Se come las uñas: Si ____ No____

Tipo de casa:

Tamaño: pequeña____, mediana____, grande____,

Número de habitantes: _____

Pared: madera____concreto____ mitad madera/mitad concreto____

plástico__cartón__ Otros materiales: __ cuales_____

Piso: ladrillo__ tierra____ cemento____ otros materiales: _____ cuales

Techo: zinc__ teja__ nicalit____ madera____ plástico____ otros____
cuales_____

Servicios básicos: agua potable: Si:___ No:___ (si la respuesta es No, de donde toman agua?)

luz eléctrica: Si:___ No:___ desechos: tren de aseo____, enterrada____,
quemada__

otros____, cuales_____

Laboratorio:

Nivel de plomo en sangre:_____ug/dl

Examen médico : talla:_____ Peso: _____ , Estado nutricional_____.

Anexo V

Ficha No. 2

Datos de censo poblacional

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Escolaridad: _____

Años de estancia: _____

Casa:

Paredes: _____

Techo: _____

Piso : _____

Servicios Básicos:

Agua: _____

Luz: _____

Basura: _____

Anexo VI
Ficha N° 3 - Recolección de Información en Talleres Artesenales

I. Características del Taller o Fábrica

I- Datos Generales

Ficha No. _____

Área de Salud _____

Barrio: _____

Nombre del

dueño: _____

Nombre del Taller _____

Dirección: _____

Lugar: casa de habitación () local específico ()

No. De personas que laboran: _____ años de funcionamiento taller: _____

No. De niños menores de 10 años que habiten taller: _____

II. Características del local

Techo: _____

Piso: _____

Paredes: _____

Patio: tierra () embaldosado () otro () cual: _____

Agua potable: ___ Luz: ___ Ventilación: ___

III Actividades del Taller

Actividad que realiza: _____

Cantidad de plomo recuperado a diario: _____

Cantidad de baterías reactivadas diariamente: _____

Otro tipo de actividad que se realice: _____

Tiene material almacenado : _____ Que tipo: _____

IV. Entorno del Taller

No. De casas alrededor taller (200 mts.): _____

Lugares públicos cercanos: _____ Qué tipo: _____

Nivel de plomo en suelo: _____ ppm.

Persona que llena ficha: _____

Anexo VII

Fórmulas de OR y X^2 más variables de estudio

Factor	Concentraciones Séricas de Plomo	
	Casos (Si)	Controles (No)
Si	A	b
No	C	d

$$OR = ad / bc$$

$$X^2 = \text{Sumatoria (observado - Esperado)}^2 / \text{Esperado}$$

Variables del Niño (a)

- Edad
- Sexo
- Escolaridad
- Plumbemia
- Estado nutricional
- Ocupación de los padres
- Distancia de la fuente

Variables de los talleres

- Ubicación del taller
- N° de talleres por barrio
- Infraestructura
- Piso del taller
- Piso del patio
- Espacio del taller
- Tipo de trabajo
- Actividad laboral
- Medios de protección
- Tiempo de existencia del taller
- Número de personas trabajando
- Barras obtenidas en fundición
- Baterías reactivadas
- Material almacenados

Variable Ubicación de Fuentes – Niveles de contaminación

- Ubicación de fuentes
- Niveles de plomo en suelo
- Tiempo de existencia del taller
- Autorización de funcionamiento
- Monitoreo biológico de los trabajadores
- Disposición final de los desechos sólidos
- Disposición final de desechos líquidos
- Protección de suelo
- Material absorbente en caso de derrame
- Área de descontaminación en caso de accidente
- Implementación de medidas de higiene y seguridad

Variable Factores de Riesgo

- Tiempo de residencia en la zona
- Tamaño de la vivienda
- Piso de la vivienda
- Permanencia en el hogar
- Hábitos y comportamiento del niño
- Actividad laboral de los padre relacionada a plomo

Las variables antes mencionadas y otras de información se abordaron en un cuestionario que fue aplicado durante una entrevista a nuestros encuestados en la residencia reportada.