



ENVIRONMENTAL HEALTH PROJECT

ACTIVITY REPORT

No. 72

Estudio de Plomo en Sangre en Población
seleccionada de Lima y el Callao
(Junio 1998 – Marzo 1999)

con Resumen Ejecutivo en Español y Inglés
(with Executive Summary in Spanish and English)

September 1999

by

Mauricio Hernández-Avila
Rocio Espinoza Laín
Luz Carbajal

Prepared for the USAID Mission to Peru
under EHP Activity No. 428-CC

Environmental Health Project
Contract No. HRN-C-03-93-00036-11, Project No. 936-5994
is sponsored by the Bureau for Global Programs, Field Support and Research
Office of Health and Nutrition
U.S. Agency for International Development
Washington, DC 20523

INDICE DE CONTENIDOS

PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO.....	iii
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO EN INGLES (EXECUTIVE SUMMARY IN ENGLISH).....	ix
RESUMEN EJECUTIVO	xv
1 INTRODUCCION.....	1
2 MÉTODOS.....	3
2.1 Población estudiada.....	3
2.2 Cuestionario	4
2.3 Antropometría	4
2.4 Medición de plomo en sangre.....	4
2.5 Mediciones de plomo en suelo, polvo y agua.....	5
2.6 Métodos estadísticos	5
3 RESULTADOS.....	7
3.1 Población infantil.....	7
3.1.1 Variables relacionadas con el comportamiento y las exposición al plomo	7
3.1.2 Exposición a tráfico vehicular	8
3.1.3 Exposición a pinturas	9
3.1.4 Variables asociadas a la residencia y la exposicion a plomo.....	9
3.1.5 Zona de almacenamiento de minerales.....	9
3.1.6 Exposición relacionada con la ocupación	9
3.1.7 Análisis multivariado	10
3.1.8 Evaluación de efectos adversos en la población infantil.....	11
3.2 Mujeres en período de posparto temprano.....	11
3.3 Resultados del muestreo en suelo y agua.....	12
4 DISCUSION.....	15
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
6 CUADROS DE RESULTADOS.....	19
7 FIGURAS.....	51

PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud, Lima, Peru

A. Administradores Principales

Ing. Jorge Villena Chávez- Director General
Ing. Juan Narciso Chávez- Director General Adjunto
Dra. Carmen Gastañaga Ruiz- Director de Evaluación de
Riesgos Ambientales y Ocupacionales.

B. Investigadores:

Dra. Rocío Espinoza Laín, MPH
Blga. Shirley Moscoso
Ing. Quim. Georgina Ortíz
Ing. Blanca Lázaro
Lic. Liliana Vigil
Lic. Luz Carbajal, MAS.

Asesores Técnicos Patrocinados por USAID

Dr. Mauricio Hernández-Avila (USAID/EHP)
Dr. Steven Wegner (USAID/EHP)
Dr. Gary Noonan (NCEH/CDC)
Patricia Billig, MPH, REHS (USAID/EHP)

Personal Profesional y Técnico que participó en la realización del Estudio

	<i>Actividad</i>
Guisella Gómez	Toma de Muestra de Sangre
Jubert Torres	Toma de Muestra de Sangre
Adela Vega	Toma de Muestra de Sangre
Rosa Ccuno	Toma de Muestra de Sangre
Milagros Abadie	Toma de Muestra de Sangre
Miriam Meza	Toma de Muestra de Sangre
Neil Azabache	Toma de Muestra de Sangre
Katusca Escudero	Análisis
Celia Niño	Análisis
Doris Perez	Análisis
Elizabeth Morales	Análisis
Elsa Zubiarte	Aplicación de Encuestas
Sonia Palomino	Aplicación de Encuestas
Rafael Huapaya	Aplicación de Encuestas
Dévora Tejada	Aplicación de Encuestas
Ivonne Loayza	Aplicación de Encuestas
Marcelino de la Cruz	Aplicación de Encuestas
Luis Sánchez	Aplicación de Encuestas
Liliana Marrufo	Aplicación de Encuestas
Rosario Alejandro	Aplicación de Encuestas
Javier Latoure	Aplicación de Encuestas
Mónica Peralta	Aplicación de Encuestas
Darleni Ascón	Aplicación de Encuestas
Edith Villanueva	Aplicación de Encuestas
Rosa Almeida	Aplicación de Encuestas
Albino Olivares	Aplicación de Encuestas
Leslie Rey	Aplicación de Encuestas
Hugo Maguiña	Aplicación de Encuestas
Inaudio Mauricio	Aplicación de Encuestas
Roberto Hernández	Lavado de Manos
José Luis Quequejana	Proyecto Plomo- Aire
Weidi Flores	Proyecto Plomo- Aire
Blanca Saldarriaga	Apoyo Logístico
Evelyn Trillo	Apoyo Logístico, Ingreso de Datos
Juan Cossio	Coordinación de Encuestas
Iris Ramos	Coordinación de Encuestas
Juan Díaz	Videos- Fotos
Sr. Arana	Téc. Transporte
Sr. Belsuzarry	Téc. Transporte

PRONOEIS, Centros de Educación Inicial, Primaria y Hospitales que participaron en el Estudio

CENTROS EDUCATIVOS	DIRECTOR
CALLAO C.E.MARIA REICHE N° 5045 C.E.I. N° 5005 C.I. N° 064 C.E. N° 5017	Sr. Julián Cueva Sra. Julia Chávez Ramirez Sra. Nidia Sánchez Sra. María Esther Palacios
COMAS C.E. N° 3059 C.E. N° 3062 PRONOEI (1) PRONOEI (2)	Sr. Wenceslao Chávez Salcedo Sr. Carlos Estrella Campos Sra. Jenny Bazán Sra. Carmen Velazco Meza
LA MOLINA C.E. N° 1207 C.E. N° 1140 C.E. N° 112	Sr. Jorge Castillo Rivera Sr. Aquiles Sotil Dianderas Sr. Juana Rosa Morales Vidalón
LINCE C.E.P. PARROQUIAL SANTA ROSA DE MERINOL C.E.P.SAN TARCISIO C.E.I. N° 05	Sra. Rosario Urbiola Ugaz Hermana Esperanza Acosta Sr. Adelaida Hurtado Gutierrez
CERCADO DE LIMA C.E. N° 1035 JOSE DEL CARMEN MARIN ARISTA	Sr. Eladio Albinagorta de la Vega
HOSPITALES	DIRECTOR
INSTITUTO MATERNO PERINATAL	Dr. Pedro Mascaro Sánchez
NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION	Dra. Edy Luz Juárez
SAN BARTOLOME	Dr. Fernando Ortega Castre
SANTA ROSA	Dr. Samaniego Campos
MARIA AUXILIADORA	Dr. Jorge Coello Vásquez
CENTRO DE SALUD PUERTO NUEVO	Dra. Gloria Terrones

AGRADECIMIENTO

Este proyecto se llevó a cabo mediante un financiamiento otorgado por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América (USAID).

Agradecemos también la participación desinteresada de los profesores, padres de familia y autoridades escolares de los PRONOEIS, Centros Educativos Inicial y Primario, así como del personal médico y de enfermería que apoyaron en la realización del presente estudio.

EXECUTIVE SUMMARY

Introduction

Lead poisoning, whether contracted through one's occupation or the environment, may alter virtually all of the human biochemical processes and organ systems. Lead can interfere with the reproductive and cardiovascular systems, the blood formation process, vitamin D function, neurological processes, and various other functions. Lead's impact on the cognitive development of young children has been of special concern in recent years. Various studies have reported that relatively small concentrations of lead in blood are associated with persistent problems in children's learning ability and school performance.

The growing recognition of lead's dangerous effects combined with the identification of lead used in gasoline as a major source of lead exposure have led to a worldwide initiative to reduce the lead content of gasoline. Since the 1920s, lead has been used as an additive in gasoline to lubricate engines and to boost octane. Although no conclusive evidence regarding the health effects of lead existed at the time, in 1970 the U.S. Environmental Protection Agency was authorized to regulate fuels and additives, and auto manufacturers were required to design vehicles that could operate with unleaded fuels. As a result of reducing lead content in gasoline, ambient air-lead levels and population blood-lead levels have decreased during the last 20 years. For example, in the United States, the reduction of lead in gasoline between 1976 to 1991 is responsible for decreasing blood-lead levels by 78%. In Mexico City, the introduction of unleaded gasoline in 1990 was associated with a decline in ambient air-lead concentrations from an annual average of 1.2 g/m³ (before the use of unleaded gasoline) to an annual average of 0.2 g/m³ in 1993. In addition, there was an estimated decline of 7.6 g/dL in the mean blood lead of children. In South Africa, reduction of the lead content of gasoline between 1984 to 1990 is reported to be associated with a significant decrease in blood-lead levels (from 9.7 g/dL to 7.2 g/dL).

In Peru, significant amounts of lead can still be found in gasoline (0.75 gram per liter); however, the impact of exposure to the population has not been documented. Available information regarding blood-lead levels in Peruvian populations is limited. A recently published study reported high blood-lead levels (mean blood lead 26.9 ug/dL) in a convenience (nonoccupational) sample of 80 adults in Lima, while other studies reported lower levels (mean 11.7 ug/dL) among a sample of 40 children, aged 1 to 4 years, living in Lima.

Recently, the Government of Peru initiated a program to eliminate lead from gasoline. As part of this program, USAID/Peru provided technical assistance to the Ministry of Health's Environmental Health Directorate (DIGESA) to develop and conduct a study that would assess blood-lead concentrations of women and children in Lima. The main objectives of this study were to assess the current levels of exposure to lead, define potential sources, and provide baseline blood-lead concentrations to monitor changes associated with the phase-out of lead in gasoline. The results are presented in this report.

Methods

Between July 1998 and January 1999, 2,510 children aged 6 months to 9 years and 814 postpartum women living in the Lima and Callao (part of the greater Lima metropolitan area) constitutional provinces were studied. The study population was selected through a sampling scheme that included government-operated schools, health centers, and public hospitals. The investigative team recruited participants from hospitals as a strategy to increase the proportion of children between the ages of 6 months and 2 years. The Ministry of Education selected the schools, which consisted of 16 educational centers (day care centers and primary schools) that received children of middle to low socioeconomic status and were located in areas of intense vehicular activity. Schools were chosen from five preselected districts in Lima and Callao. From these schools, 1,539 children were tested for blood lead. An additional 974 children and 874 women in early postpartum were tested. These participants were recruited from one health center located in Puerto Nuevo in el Callao and from the following hospitals: Daniel A Carreon, Instituto Materno Perinatal, Hospital María Auxiliadora, Hospital San Bartolomé, and Hospital Santa Rosa. Women in early postpartum were tested to obtain information regarding prenatal lead exposure and to estimate blood-lead levels at birth. Maternal blood-lead levels in early postpartum are highly correlated with lead levels in newborns.

DIGESA personnel collected all of the blood samples and were trained to collect finger stick blood samples with a protocol that minimizes external lead contamination. Blood-lead analyses were performed at the study sites using battery-powered portable anodic stripping voltameters (LeadCare portable instruments). These portable instruments are the size of a hand calculator, simple to use, require neither manual calibration nor refrigeration, and provide blood lead results within minutes. This provided an opportunity to conduct on-site counseling.

All participants provided written consent and answered a short questionnaire regarding potential sources of lead exposure. Adverse health effects of lead exposure were evaluated with questions regarding school performance and parental perception of certain behaviors of children. Information regarding weight and height was also collected and used to assess the potential effects of lead on physical growth. All participants (or their parents, in the case of children) received information and counseling regarding their blood-lead levels and written information indicating how to reduce exposure to lead.

In an area of Callao where disproportionally high blood-lead levels were documented, supplement environmental samples were also collected. Roadside surface dust and soil samples were collected as follows: first, a potential point source of exposure was identified. Then, the team designed a sampling grid to test the hypothesis that concentrations of lead in soil in each radial direction would decrease with distance from the point source. The team followed this approach to test whether a large storage area for mineral concentrates, located close to the schools observed to have the highest blood-lead levels, was an important point source of exposure. Environmental samples were subjected to ultrasonic extraction in nitric acid, and lead was determined in the DIGESA laboratory using a battery-operated portable anodic stripping voltameter with disposable electrodes (Palin test).

The bivariate relationships between blood lead and each variable of interest were examined. Because age and place of residency (Lima versus Callao) were identified as important determinants of blood lead, the data analyses adjusted for age and place of residency. Separate analyses for Lima and Callao were conducted. To determine the simultaneous effect of different predictors of blood-lead levels, the investigative team used multivariate regression models. To assess the impact of different variables in terms of the risk of having high blood-lead levels, defined as a blood-lead level over 10 ug/dL, the team used logistic regression models. For this analysis, the team transformed the blood-lead levels into an indicator variable, where the number 1 was assigned to subjects with values over 10 ug/dL and 0 was assigned to those with values less than 10 ug/dL.

Results

The 2,510 children recruited from schools, the health center, and hospitals were combined for the analysis regarding potential sources of lead exposure and health effects. Participating children had a mean age of 4.5 years (range of 6 months to 9 years). Over half of the participants were males (51%). The geometric mean blood-lead level for the total population sampled was 9.9 ug/dL (range of 1 ug/dL to 64 ug/dL). Of the children sampled, 29% had high blood-lead levels (higher than 10 ug/dL) and 9.4% had blood-lead levels higher than 20 ug/dL.

Blood-lead levels varied significantly by province. In comparison with Lima, where the team observed a mean blood-lead level of 7.1 ug/dL, Callao had a significantly higher mean blood-lead level of 15.2 ug/dL. Variation in blood-lead levels became more apparent when the team tabulated mean values according to the sampling units. High blood-lead levels were concentrated in two schools and a nearby health center, all located in Callao. The mean blood-lead level for children recruited in these institutions was 25.6 ug/dL — a level significantly higher than that observed in other children surveyed in Callao (mean level of 9.5 ug/dL) or in Lima (mean level of 7.1). A visit to the area where children with high lead levels were detected revealed that the schools were close to a shipping port and to several storage areas where numerous piles of mineral concentrates were exposed to open air. (Concentrates are fine grained and are the product of ore grinding and processing.) The storage areas covered an estimated area of 147,000 m² in the vicinity of the port in el Callao. Empresa Minera del Centro del Perú S.A. (Centromin Perú) and Minero Perú S.A. operate the storage area through a subsidiary company (Imex Callao S.A). These facilities provide temporary storage for metals, metal concentrates, and other mining products before they are shipped by sea.

The study questionnaire asked about the presence of mineral concentrate near the dwelling. Children whose parents reported the presence of these storage areas near their houses had, on average, an excess of 13 ug/dL of blood lead. Living near these areas is associated with an 18-fold increase in the risk of having high blood-lead levels (levels higher than 10 ug/dL).

Water, dust, and soil samples were also collected in the vicinity of storage areas in el Callao. All water samples analyzed were within normal limits (below 7 ppm). In contrast, the lead concentration in 42 dust samples analyzed was high. The geometric mean was 258 (range of 52 to 2859; 30% of tested samples were above the recommended value of 500 ppm). The team observed a strong inverse correlation ($r = -0.62$ $p < 0.01$) between the distance from the storage area and the concentration of lead in the dust sample. A similar pattern was observed when investigators plotted the schools in a map of the area. The mean blood-lead levels of children decreased as the distance between schools and the mineral storage areas increased.

During interviews with the parents (or guardians) of the children to be tested, information was gathered regarding behaviors that may increase the risk of lead exposure. Investigators inquired about the children's habits regarding whether they deliberately consumed soil or clay; chewed or sucked pencils, crayons, or toys; placed their hands in their mouths; and washed their hands regularly. While children who reported any behavior suggesting a high hand-to-mouth activity had higher blood-lead levels, only those who reported eating soil and chewing or sucking pencils had significantly higher blood-lead levels after adjustment for other variables. Eating soil was associated with a mean increase of 0.90 ug/dL in blood-lead concentration, and chewing or sucking pencils with an increase of 0.54 ug/dL. As expected, these practices increased the risk of high blood-lead levels: the team observed a 45% increase in high blood-lead levels for children who ate soil and a 41% increase for those who chewed or sucked pencils.

However, when investigators analyzed these factors separately for children living in Callao or Lima, they observed some differences. After adjusting for age, area of residency, and other important variables, the team found that chewing or sucking pencils remained an important factor

only for children living or attending school in Lima, while eating earth and washing hands remained significant factors for children living in Callao. Overall 12% of participants from Callao indicated that their children ate soil. In comparison with other children studied in Callao, this group had an excess of 3.7 ug/dL of lead in their blood. In contrast, children whose parents indicated frequent handwashing had lower blood-lead levels. Frequent handwashing was associated with an average reduction of 1.9 ug/dL in blood-lead levels among children living in Callao, but no significant differences were observed regarding this variable for children living in Lima.

For participants residing in Lima, exposure to vehicular traffic was associated with high blood-lead levels. During the school interview, parents were asked to grade their house location relative to high-traffic roads. Compared with children whose houses were situated in streets with low traffic, children who lived in high traffic areas had an average increase in blood-lead levels of 0.53 ug/dL. This factor accounted for a twofold increase in the risk of having high blood-lead levels.

In addition to the above-mentioned variables, the father's occupation was a risk factor for high blood lead among the children studied. If the father had an occupation related to lead exposure and his working clothes were cleaned at home, the child was three times more likely to have a high blood-lead level. However, this finding should be interpreted with caution because of the small percentage of children exposed to this risk factor. This type of potential exposure was reported in less than 1% of the children sampled.

Blood samples were also collected from 874 postpartum women at five public hospitals. Participating women had a mean age of 25 years (SD=6.1). Approximately 80% were married and 86% reported having completed elementary school or a higher level of education. Participants reported a mean parity of 1.9 (SD 1.3). Their mean blood-lead level was 3.5 ug/dL (range of 0.2 ug/dL to 28.2 ug/dL), and 2.4% (n=21) had blood-lead levels higher than 10 ug/dL. Blood-lead levels varied by hospital (see Table 1). Investigators observed a statistically significant difference between women recruited in the Daniel A Carreon Hospital and the rest of participants. Other variables such as length of time living in Lima and smoking during pregnancy were significantly related to blood-lead levels. Women who had lived longer in Lima had higher blood-lead levels. Similarly, women who had a history of smoking during pregnancy also had higher blood-lead levels. Other variables such as exposure to traffic activity, time spent outdoors, husband's occupation, and type of transportation used were not significantly associated with the women's blood-lead levels. It is important to mention, however, that women who indicated the presence of mineral storage areas near their house (n=2) had blood-lead levels nearly two times higher than other participants.

Discussion

Results of this study are important in several ways. They provide valuable information regarding population blood-lead levels and their determinants, and they also illustrate the application of new, portable, and easy-to-use technology to assess blood-lead levels in the context of a large epidemiological study. Using these methods to assess population blood-lead levels may constitute a cost-effective alternative for countries that do not have the funds or technical expertise to develop laboratory facilities for blood-lead testing based on atomic absorption. The use of this new technology will also facilitate targeted screening of selected populations at a low cost.

As expected, this study confirms the ubiquitous exposure to lead among children living in Callao and Lima. The investigative team observed a mean blood-lead level of 7.1 ug/dL for children living or attending school in Lima. This level may be considered moderately high, especially for an average. However, it is important to note that the observed mean blood-lead level was lower than previous studies have suggested. This discrepancy may be attributed to differences in the sample selection and to the small number of subjects included in previously reported studies. Although study findings were not derived from a strictly representative sample of the universe of children potentially eligible

in Lima, the team believes they adequately represent the blood-lead level of children attending public schools and those whose families seek care in the selected hospitals. The team selected schools preferentially, choosing those that were located close to a heavy traffic area and that received children from low to medium socioeconomic levels; therefore, it is likely that the results may provide a slight overestimation of the blood-lead levels of children living in Lima.

Compared with children in Lima, children living in Callao or attending school in this area had slightly higher blood-lead levels. Children recruited in this area had a mean blood-lead level of 9.1 ug/dL; this difference is explained by the influence of additional sources of lead exposure documented for this area.

Blood-lead levels observed in Lima and Callao are similar to those reported from other Latin American cities where leaded gasoline is used. Recently published studies conducted in Nicaragua and Uruguay report population mean blood-lead levels of 7.4 ug/dL and 9.5 ug/dL, respectively. The relatively moderate to high blood-lead levels observed for Lima and Callao suggest that the strategies aimed at reducing the use of leaded gasoline may have a timely impact by preventing a more overt exposure to lead and its adverse consequences for future generations. However, results of this study also emphasize the importance of implementing a comprehensive strategy for lead control, as opposed to a strategy that relies solely on the elimination of leaded gasoline to reduce lead exposure.

The study uncovered other potential sources of lead exposure that require attention. For example, findings suggested that the habit of chewing or sucking pencils might be associated with an increased risk of high blood-lead levels (higher than 10 ug/dL). The public health significance of this finding will require the collection of additional information. One plausible explanation for this increase in risk is that paint used to coat the pencils may contain lead chromates. Lead chromates have low bioavailability, which is consistent with the small increase in blood-lead levels observed among the children studied who reportedly chewed or sucked pencils. Reports from other countries that have observed similar associations and subsequently documented the high content of lead chromates in pencils further support this hypothesis. Paint used to decorate pencils may not be specifically regulated by standards that exist to protect children from lead exposure. In many countries, for example, pencils fall under the regulations issued for office materials and not under the regulations covering toys or materials that may come in contact with children. However, any conclusion at this point is premature. Current data do not make it possible to discriminate between the above-mentioned hypothesis and the fact that children who have the habit of chewing and sucking pencils may have an increase in blood-lead levels simply because they ingest more dust. Further investigations will be needed to directly assess lead content in pencils.

Results of this study highlight the need for educational interventions focused on simple hygiene practices, such as handwashing, and for information regarding sources of lead. In Callao, children whose parents or guardians reported that they frequently washed their hands had close to a 2 ug/dL reduction in their mean blood-lead levels compared to other children in the same area. Community-based interventions to increase awareness of the routes of lead exposure in children and to modify hygiene practices can have important beneficial effects, especially if water availability increases at schools and in communities in Callao. Furthermore, medical chelation treatment is contraindicated if lead sources are not controlled. Even after aggressive chelation therapy, if treated children are returned to their contaminated environments, blood-lead concentration will rapidly increase, creating the potential for acute toxicity. This suggests that in the short run, community-based programs may be the only available risk-free intervention to protect children in the affected area of Callao.

Another important finding is the documented lead exposure resulting from mining activities. This finding is significant in that mining constitutes an important source of revenue for the country and it is likely that similar mining-related exposure to heavy metals may be occurring in other areas

of Peru. In Callao, in the vicinity of the port area, the large areas dedicated to the storage of mineral concentrates constitute an important point source. Children attending nearby schools have alarmingly high blood-lead levels. In addition, environmental samples taken from the area suggest a point source pattern, which is consistent with the hypothesis that lead exposure originated from the storage areas.

The study also documented some of the effects of lead. The team observed an inverse relationship between school performance and blood-lead levels. Children with higher lead levels were more likely to have poor grades and to repeat a grade in school. An inverse relationship between anthropometry (growth measures) and blood-lead levels was also documented. These effects are similar to those reported in other populations with similar levels of exposure.

Recommendations

This study is the first step in an effort to assess population blood-lead levels among urban children in Peru. Future activities to evaluate changes in blood-lead levels associated with reductions in the use of leaded gasoline should include periodic blood-lead testing of the schoolchildren who participated in this study. Because other lead sources were identified in Callao, future studies to assess changes in blood-lead levels associated with leaded gasoline phase-out should include only schools located in Lima, where results are not likely to be influenced by other sources.

The high, localized blood-lead levels observed in Callao will require special attention. Several follow-up activities are recommended:

- Take actions to better clarify and control sources of lead contamination
- Determine the public health impact of the problem by expanding the blood-lead survey to include dwellers of the affected areas and workers involved in handling mineral concentrates
- Decrease exposure by supporting the development of a child lead exposure-reduction program, which implements community educational programs to reduce exposure and uses nutritional supplements to reduce lead absorption

RESUMEN EJECUTIVO

Introducción

La sólida evidencia científica de que el plomo compromete el desarrollo intelectual de los niños ha propiciado el impulso de una iniciativa internacional para disminuir y eliminar el contenido de plomo de la gasolina.

Recientemente, el gobierno peruano ha suscrito acuerdos internacionales que incluyen la eliminación del plomo en la gasolina. En apoyo a estos acuerdos, el Ministerio de Salud, por medio de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), realizó una encuesta sobre los niveles de plomo en sangre y sus determinantes. El objetivo principal del estudio fue el de establecer los niveles basales de exposición a plomo en una población previamente identificada, para posteriormente evaluar los cambios en los niveles de plomo en sangre asociados con el retiro del metal de la gasolina.

En este informe se presentan los resultados de una encuesta sobre niveles de plomo en sangre hecha entre población infantil y mujeres en edad reproductiva posparto temprano de Lima y el Callao, Perú, durante 1998 y 1999.

Métodos

Se estudiaron 2 510 niños de 6 meses a 9 años de edad y 814 mujeres en período de posparto temprano. La población estudiada se seleccionó mediante un muestreo realizado en centros escolares y hospitales públicos. Se incluyeron 15 centros educativos de enseñanza inicial y primaria, ubicados en cinco distritos de Lima y el Callao y un centro de salud localizado en Puerto Nuevo en el Callao, así como los siguientes hospitales: Daniel A. Carrión, Instituto Materno Perinatal, María Auxiliadora, San Bartolomé y Santa Rosa.

La muestra de sangre se obtuvo mediante punción dactilar, y las mediciones se realizaron utilizando voltametría anódica portátil. Todas las muestras se procesaron en material libre de plomo, con especial cuidado para evitar la contaminación externa, y en todos los participantes se realizó un lavado de la zona de donde se obtuvo la muestra de sangre, supervisado por personal de DIGESA.

Los participantes respondieron a un breve cuestionario sobre aspectos relacionados con la exposición a plomo. También se evaluaron posibles efectos adversos del plomo en relación con el crecimiento físico y el comportamiento, así como con el rendimiento escolar. Únicamente se incluyeron en el estudio aquellos participantes que dieron su autorización escrita; todos los sujetos del estudio recibieron información sobre sus niveles de plomo en sangre y material educativo acerca de cómo disminuir la exposición a este metal.

Los resultados de la encuesta se complementaron con un estudio ambiental sobre las concentraciones de plomo en el suelo; este estudio se realizó únicamente en una zona del Callao, donde se detectaron concentraciones muy altas de plomo en sangre.

La información recolectada se analizó en conjunto y por separado para Lima y el Callao. En una primera etapa se identificaron los predictores importantes de plomo en sangre, para lo cual se realizaron análisis bivariados. Posteriormente, se aplicaron modelos multivariados, donde el efecto de las diferentes variables se evaluó de manera conjunta. Los niveles de plomo en sangre se analizaron en escala continua, y las pruebas de significancia estadística se realizaron utilizando la transformación del logaritmo natural. También se evaluó la asociación de las variables estudiadas en relación con el riesgo de tener valores de plomo por arriba de los 10 g/dl ó 20 g/dl. Para este análisis se utilizaron modelos de regresión logística.

Resultados

La edad promedio de las mujeres en edad reproductiva que participaron en el estudio fue de 25.5 años, con una desviación estándar (DE) de 6.2; el 6.2% declararon tener 17 o menos años, y el promedio de hijos notificado fue de 1.9 (DE = 1.3). De las mujeres, el 80% vivían en unión libre con su pareja (convivientes) o estaban casadas. En cuanto al nivel educativo, el 86% de las participantes refirieron tener estudios superiores a los de primaria completa. El promedio de plomo en sangre en las participantes fue de 3.4 (DE = 2.4), y el 2.4% (n = 21) presentaron niveles por encima de los 10 g/dl.

Para la población infantil, el promedio de edad fue de 4.5 años (DE = 2.5), y el de plomo en sangre, de 9.9 g/dl (DE = 9.2; media geométrica = 7.6 g/dl). Del total de participantes, el 29 y el 9.4% presentaron niveles de plomo en sangre por arriba de los 10 y los 20 g/dl, respectivamente.

Se observaron diferencias importantes en los niveles de plomo en sangre entre la muestra de los distritos seleccionados para el estudio; las cifras más altas se registraron para los habitantes de la Provincia Constitucional del Callao, encontrándose en los niños seleccionados de las escuelas María Reiche y Guadalupe, así como del centro de salud de Puerto Nuevo, en el Callao, niveles de plomo en sangre significativamente más altos que en el resto de la población estudiada en esta zona. En este grupo de niños, se observó un promedio de plomo en sangre de 25.6 g/dl (DE = 14.6), mientras que para el resto de la población estudiada la media fue de 7.1 g/dl (DE = 5.1). Un estudio más detallado de la zona del Callao evidenció que las escuelas antes mencionadas, así como el centro de salud de Puerto Nuevo, se ubican cerca de una extensa área de almacenamiento de concentrados de minerales; cabe resaltar esto, ya que la exposición a la presencia o no de depósitos de minerales en áreas cercanas a la escuela o a la casa marcaron diferencias muy importantes, siendo ésta un exceso de 13 g/dl en comparación con la población que no señaló vivir cerca de una zona de almacenamiento de concentrados de minerales. Al evaluar el impacto de esta variable como predictor de niveles altos de plomo en sangre (>10 g/dl), se observó que la presencia de depósitos de minerales en las áreas cercanas a la vivienda aumenta 18 veces el riesgo de alcanzar valores elevados. El estudio de plomo en suelo documentó que las concentraciones del metal disminuían conforme aumentaba la distancia entre el sitio de muestreo y la zona de almacenamiento de concentrados de minerales.

Otras variables relacionadas con los niveles elevados de plomo en sangre fueron el hábito de comer tierra, que se asoció con un incremento del 64% en el riesgo de presentar valores por arriba de los 10 g/dl, y el de morder o chupar lápices, que se asoció con un aumento del 37%. Para los participantes reclutados en Lima, el riesgo de presentar niveles altos de plomo en sangre (>10 g/dl) se relaciona con la exposición al tráfico vehicular. Vivir en una calle con mediano tráfico se asoció con un incremento marginalmente significativo del 34%, mientras que vivir en una zona de alto tráfico vehicular se asoció con un incremento del 100%. La ocupación del padre en actividades relacionadas con plomo también resultó ser un factor asociado con concentraciones altas de plomo en sangre.

En relación con los efectos adversos del plomo en el crecimiento, observamos asociaciones inversas entre el peso y la talla, por un lado, y las concentraciones de plomo en sangre, por el otro. Los niños con niveles altos de plomo en sangre presentaron un déficit de 1 cm en la talla por cada 10 g/dl. Respecto a los patrones de comportamiento y rendimiento escolar, se observó una asociación inversa: el 8.6% del total de la población estudiada señalaron haber reprobado algún año escolar. Los niveles elevados de plomo en sangre se asociaron significativamente con el riesgo de obtener bajas calificaciones en la escuela; ajustando por las diferencias en edad, sexo y zona de residencia, el riesgo de reprobar un año fue tres veces mayor para los niños cuyos niveles de plomo se encontraron por encima de los 20 g/dl [razón de productos cruzados (RPC) 3.16, IC95% 1.41-7.08].

Discusión

Los resultados de este estudio son significativos, ya que documentan las diferentes fuentes de exposición a plomo para la población estudiada. Si bien es cierto, por un lado, que confirman que el plomo utilizado en la gasolina es una fuente importante que afecta casi de manera universal a la población de estudio, por otro también documentan la existencia de otras fuentes cuyo control podría traer importantes beneficios para algunos sectores de la población que se encuentran mayormente expuestos a éstas. Particularmente, el presente estudio documenta el impacto que tienen sobre la salud, la exposición frente a los depósitos de almacenamiento de minerales ubicados en el Callao y la urgente necesidad de llevar a cabo acciones de control en esta área y en otras del país donde se realizan actividades económicas similares. Igualmente, se exploran otras fuentes de exposición como el hábito de llevarse a la boca los lápices y la plastilina; los resultados indican que la eliminación del plomo de la gasolina podría prevenir exposiciones importantes como las observadas en otras grandes ciudades del mundo.

Conclusiones y recomendaciones

El presente estudio representa una primera evaluación de los niveles de exposición a plomo en sangre en la población urbana de Lima y el Callao. Si bien los resultados no indican niveles alarmantes de exposición sí sugieren que la eliminación del plomo de la gasolina tendrá un impacto muy importante en la salud de la población.

Con relación al objetivo inicial de la investigación, el cual se refiere a la determinación basal de exposición, en estudios futuros se deberá repetir la encuesta utilizando los mismos procedimientos, en los mismos centros educativos y, de preferencia, en los mismos meses del año. Adicionalmente, a fin de evaluar los cambios frente a la implantación de medidas normativas que regulen la presencia o no de plomo en las gasolinas, se recomienda incluir únicamente escuelas ubicadas en Lima. Utilizando la información disponible, se ha estimado que se requiere una muestra de 500 niños para detectar una disminución de 1 g/dl con un poder y significancia estadística adecuados.

Respecto a las otras fuentes identificadas, como el hábito de llevarse a la boca los lápices y las plastilinas, se deberá ampliar el estudio con el fin de obtener información sobre los niveles de plomo en estos objetos. Asimismo, será pertinente revisar a detalle los aspectos normativos por los cuales se rige la concentración de materiales tóxicos en éstos, con miras a llevar a cabo cambios en la legislación vigente orientados a proteger a la población infantil.

En cuanto a los niveles observados en el Callao, y en particular en el área de almacenamiento de los concentrados de minerales, se recomienda iniciar acciones a la brevedad para identificar las fuentes de exposición, establecer responsabilidades y lograr un manejo de riesgo multisectorial con participación de los diferentes grupos interesados. También se deberá ampliar el estudio, con el fin de mejor delimitar la población expuesta a esta fuente y poder así ofrecer intervenciones adecuadas, ya sean educativas o terapéuticas, a través de programas que permitan mejorar el estado nutricional de los niños de esta zona u ofrecer tratamiento médico para los casos con niveles de plomo en sangre que lo requieran.

En el corto plazo, sin embargo, se requiere poner en marcha un programa comunitario con la finalidad de mejorar las prácticas higiénicas en la población (lavado correcto de manos, entre otras) y el acceso al agua potable. La información sobre vías de exposición y de entrada de plomo al organismo será sin duda un elemento importante a incluir.

Actualmente, el tratamiento médico no es recomendable por varias razones, siendo la más importante la de aumentar el riesgo de desarrollar toxicidad aguda por plomo si no se retira la

persona de la fuente de exposición. Se ha observado que los niños que reciben tratamiento médico y regresan a vivir a su ambiente habitual, contaminado con plomo, recuperan rápidamente los niveles presentados previos al tratamiento; este incremento agudo en las concentraciones de plomo en sangre puede tener efectos adversos.

1 INTRODUCCIÓN

El plomo no tiene función alguna en el cuerpo humano; sin embargo, en la actualidad la mayor parte de la población mundial tiene alguna cantidad detectable de este metal en el organismo. Esto se debe principalmente a que el plomo se ha utilizado con frecuencia en diferentes procesos industriales o en la fabricación de productos usados por amplios sectores de la población, como son las pinturas, las tuberías, las cerámicas y las baterías, o bien como antidetonante en la gasolina para vehículos del parque automotor.

Se han identificado diversas fuentes y vías de exposición al plomo (figura 1), las cuales varían en importancia de acuerdo a las características de las diferentes poblaciones. Para los habitantes de áreas urbanas, la utilización de gasolina con plomo es sin duda la fuente más importante de exposición. Durante el proceso de combustión que se lleva a cabo en los vehículos que utilizan gasolina con plomo, se emiten partículas muy pequeñas que contienen el metal. Estas permanecen por tiempos prolongados en la atmósfera y, al ser inhaladas, el plomo que contienen ingresa al organismo. Otras fuentes de exposición incluyen la pintura con plomo, utilizada en los hogares para recubrir paredes o estructuras exteriores, o la utilizada para decorar juguetes y lápices; los niños pequeños muerden y chupan con frecuencia los juguetes y los lápices, lo que los pone en riesgo de exposición. En el hogar, las paredes recubiertas con pintura que contiene plomo pueden deteriorarse y desprenderse en pequeños pedazos al piso. Los niños al gatear entran en contacto con éstos y los pueden ingerir al llevarse las manos contaminadas a la boca.

Otra fuente importante son los alimentos contaminados con plomo al momento de ser preparados o almacenados en recipiente de cerámica de fabricación artesanal (de baja temperatura), a la cual se le agrega un barniz con plomo, o bien aquéllos almacenados en latas selladas con soldadura de plomo. Asimismo, el agua también puede ser una fuente importante de exposición a plomo, principalmente cuando se transporta en tuberías de plomo o con soldadura del mismo.

Existen también fuentes ocupacionales que pueden ser de magnitudes más importantes pero que afectan a grupos pequeños de trabajadores y sus familias; entre éstas se destacan el reciclaje casero de baterías, la fabricación de artesanías, las imprentas que aún utilizan el linotipo, los talleres de reparación de radiadores y las fábricas de baterías, entre otras. Los riesgos asociados con estas exposiciones pueden ser transferidos a las familias de los trabajadores cuando éstos llevan su ropa de trabajo para el lavado en el hogar.

Otras fuentes de importancia considerable son las relacionadas con la minería o la recuperación industrial de plomo. Las emisiones ocasionadas por estas fuentes pueden también representar un riesgo para la población que habita en áreas cercanas a los puntos de emisión o a los lugares donde se acumulan productos de desecho.

La exposición prácticamente universal al plomo llevó a varios especialistas a realizar estudios para determinar los posibles efectos adversos que puede ocasionar este metal en la salud al entrar en contacto con el organismo, de tal modo que a lo largo de las últimas décadas se han documentado un sinnúmero de efectos.

El plomo puede interferir con casi todas las funciones del organismo, y su efecto y la alteración de los órganos involucrados varían según la dosis de exposición (figura 2). Sin embargo, el daño que ha generado mayor preocupación en los últimos tiempos es el de la disminución de la capacidad intelectual, lo que se ha asociado en diversos estudios con la exposición al plomo durante las primeras etapas de la vida, ya sea en la etapa prenatal o durante los dos primeros años. Investigaciones epidemiológicas recientes sugieren que los niveles de plomo en sangre, aun cuando

sean bajos, están asociados con una disminución en la inteligencia del niño y no solamente con problemas neuroconductuales o motores, como antes se pensaba.

Estimaciones del impacto del metal sobre el desarrollo intelectual de los niños indican que por cada microgramo de plomo en sangre se presenta una disminución de 0.25 puntos en el coeficiente intelectual (CI). Esta disminución puede parecer pequeña a nivel individual; sin embargo, en el ámbito poblacional es importante. Una población expuesta a plomo con una media de 20 g/dl tendría un aumento del 68% de individuos con niveles de CI bajos (menores de 65 puntos) y una disminución del 42% de sujetos con CI sobresalientes (mayores de 135).

Dado que no existe un tratamiento seguro para combatir los daños asociados con la intoxicación crónica por plomo y puesto que los daños ocasionados parecen ser irreversibles, la eliminación de las fuentes potenciales representa actualmente la medida de control más eficaz. En el Perú, el gobierno ha decidido aplicar una serie de medidas para reducir la exposición al plomo ambiental, y es muy probable que de este modo disminuyan los riesgos asociados con la intoxicación por este metal. Sin embargo, no se cuenta con información preliminar que permita evaluar la magnitud del problema.

En este informe se presentan los resultados de una encuesta realizada en el Perú sobre los niveles de plomo en sangre entre población infantil y mujeres en edad reproductiva posparto temprano de Lima y el Callao durante 1998 y 1999.

Los objetivos del estudio fueron:

- a) Determinar las concentraciones de plomo en sangre en un grupo seleccionado a fin de contar con un nivel basal y poder evaluar los cambios en dichas concentraciones asociadas con diferentes intervenciones, y
- b) Identificar los factores ambientales y socioeconómicos que influyen en los niveles de plomo en sangre.

2 MÉTODOS

2.1 Población estudiada

En el estudio se incluyeron niños de 6 meses a 9 años de edad y mujeres en período de posparto temprano, y se seleccionaron utilizando dos estrategias de reclutamiento:

La primera consistió en elegir a 1 539 niños de 2 a 9 años de edad, registrados en 15 centros educativos de enseñanza inicial y primaria de cinco distritos de Lima y en la Provincia Constitucional del Callao. El Ministerio de Educación seleccionó los centros educativos que formaron parte del estudio, teniendo en cuenta los siguientes criterios: que estuvieran situados cerca de zonas comerciales o residenciales de intenso tráfico vehicular, o de alguna zona industrial, y que los niños inscritos en ellos fueran en su mayoría de un nivel socioeconómico medio-bajo.

Mediante la segunda estrategia se reclutaron 974 niños, de 6 meses a 2 años de edad, que acudían al centro de salud ubicado en Puerto Nuevo, en el Callao ($n = 127$) o a la consulta del niño sano ($n = 847$) en los siguientes hospitales: Daniel A. Carrión, Instituto Materno Perinatal, María Auxiliadora, San Bartolomé y Santa Rosa. Finalmente, se seleccionaron 874 mujeres en período de posparto temprano que se atendían en los hospitales antes mencionados.

El personal del equipo de investigación visitó los centros escolares seleccionados y organizó juntas informativas con los directores, maestros y padres de familia para dar a conocer los objetivos del estudio y explicar la forma en que éste se llevaría a cabo, así como para motivar a la participación. Para apoyar esta fase de sensibilización, a cada profesor se le proveyó de información escrita y de cuentos infantiles sobre el tema. Además, se emitió una circular informativa para que los niños la entregaran a sus padres. Una vez que se acordaba la participación del centro educativo, se seleccionaba una fecha para la toma de muestra y la aplicación de los cuestionarios. En el estudio se incluyeron únicamente aquellos niños que tenían autorización expresa de sus padres para participar. Una vez completado el procedimiento, los niños recibieron una “sorpresa” con dulces, calcomanías y un globo para agradecer su colaboración.

La toma de la muestra sanguínea y la medición de plomo en sangre se realizaron en los centros educativos con equipos de voltimetría anódica portátil (Lead Care). Los padres o personas responsables del cuidado de los niños acudieron a estos centros, donde se les aplicó un breve cuestionario que contenía preguntas orientadas a evaluar las exposiciones potenciales a plomo y sus posibles efectos adversos en el comportamiento y el rendimiento escolar de los niños. Paralelamente, se obtuvo el peso y la talla de los menores. Antes de tomar la muestra de sangre capilar, se llevó a los niños a lavarse las manos en las instalaciones de la escuela, bajo la supervisión de personal previamente entrenado. Una vez terminado el lavado de manos, los niños recibían la instrucción de mantener las manos en posición de “rezo” (es decir, juntando las manos, con los codos flexionados) y de no tocar absolutamente nada. Los niños eran conducidos por personal del equipo de investigación al área designada para la toma de la muestra de sangre capilar. Previamente, los niños recibían una pequeña explicación de los procedimientos que se seguirían. Para la toma de la muestra, se desinfectaba y limpiaba la zona de la yema del dedo anular. Una vez obtenida la primera gota de sangre, ésta se desechaba; la segunda gota se recuperaba en un tubo capilar con anticoagulante y se utilizaba para realizar la medición. Se emplearon lancetas automáticas y descartables para cada niño.

Todos los participantes recibieron sus resultados por parte del médico del proyecto, quien les daba una explicación sobre los niveles de plomo encontrados y sobre cómo disminuir la exposición al metal. Los niños que presentaron niveles por arriba de los 20 g/dl fueron citados para

repetir la medición por medio de punción venosa y hacer el análisis de plomo mediante absorción atómica.

La selección de los hospitales se realizó considerando el distrito de ubicación y los de influencia de cada uno, teniendo en cuenta que los distritos de procedencia incluyeran aquéllos en los que estaban situados los planteles escolares elegidos y que la muestra se ampliara hacia otros distritos.

Los hospitales seleccionados recibieron una visita del equipo de investigación durante la cual se explicó al personal directivo las características del proyecto y las necesidades en términos de espacio y procedimientos. Todas las muestras se tomaron dentro de los hospitales siguiendo el protocolo desarrollado para los centros escolares; igualmente, sólo se estudió a aquellos niños cuyos padres dieron la autorización escrita para su participación.

Para el caso de las puérperas, de igual manera se trabajó con aquéllas que habían otorgado su autorización firmada. El encuestador sensibilizaba a la participante y luego aplicaba el cuestionario correspondiente, obteniendo la muestra de sangre capilar previo lavado y desinfección de la yema del dedo anular. Finalmente, los resultados, luego de ser procesados, se entregaban al médico para que los remitiera a cada madre e hiciera los comentarios correspondientes en caso de ser necesario. Todos los participantes en el estudio recibieron material educativo acerca de cómo disminuir la exposición al plomo.

2.2 Cuestionario

Para obtener información sobre las posibles fuentes de exposición al plomo, se aplicó un cuestionario (encuesta) breve tanto a la población infantil como también a la de mujeres de posparto temprano en los respectivos centros de muestreo. En el caso de los niños, se aplicó mediante entrevista directa con los padres o la persona responsable del cuidado de éstos. La duración de cada entrevista fue de 10 a 15 minutos aproximadamente. El cuestionario que se aplicó para los niños contenía una serie de preguntas que indagaban sobre hábitos del niño, exposición al tráfico vehicular, ocupación de los padres y características de la vivienda y del área de ubicación de la misma. El cuestionario aplicado a las madres posparto temprano consideraba preguntas correspondientes a la exposición a plomo durante la gestación o exposiciones anteriores (por causa laboral, hábitos nutricionales o hábitos nocivos, entre otras), características de la vivienda, saneamiento básico e historia reproductiva. En el apéndice I se presenta una copia de los formatos utilizados.

2.3 Antropometría

En los centros educativos se obtuvo el peso y la talla de los niños participantes utilizando balanzas con precisión de 100 g y un tallímetro con precisión de 1 cm. Por razones de procedimiento, los niños se pesaron y midieron con zapatos y ropa ligera.

2.4 Medición de plomo en sangre

Para realizar las mediciones de plomo en sangre se utilizó sangre capilar, y las concentraciones de plomo se determinaron mediante voltametría anódica, con los instrumentos Lead Care, cuya sensibilidad es adecuada para medir concentraciones de plomo en sangre de entre 1.4 y 65 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Todo el material que se utilizó para el estudio se mantuvo libre de plomo, con el fin de minimizar la contaminación externa; el personal de campo utilizó guantes, y la obtención de la muestra de sangre y la medición se realizaron sobre una mesa con una cubierta libre de plomo. Como muestra se utilizaron 50 μl de sangre obtenida mediante punción en el dedo anular de los sujetos, la que se

colocaba en tubos capilares heparinizados previamente estandarizados. La muestra se mezcló con el reactivo y posteriormente se realizó la medición. Todas las mediciones se hicieron a temperatura ambiente en los primeros treinta minutos después de la toma de la muestra

2.5 Mediciones de plomo en suelo, polvo y agua

Los resultados de un pequeño estudio piloto indicaron que las concentraciones de plomo en suelo en el área cercana a las zonas de almacenamiento de minerales en el Callao eran altas. Con el fin de evaluar si dichas concentraciones variaban de acuerdo a la distancia que había entre las distintas zonas y las áreas de almacenamiento de concentrados de minerales, se realizó un muestreo de suelos en el Callao. Para localizar dichas zonas, se utilizó un mapa del área. Adicionalmente, se realizó también una estratificación de la misma de acuerdo a la distancia existente respecto a los centros de almacenamiento y luego se hizo un muestreo sistemático aleatorio a partir del cual se seleccionaron puntos geográficos situados a diferentes distancias de los centros de almacenamiento. Posteriormente, se identificaron los puntos seleccionados y se tomó una muestra ambiental.

Las muestras de plomo se obtuvieron recuperando polvo de una superficie de un pie cuadrado (900 cm²), con toallas húmedas libres del metal. Las muestras de suelo se obtuvieron de la superficie sin rebasar los 2 cm de profundidad. Las concentraciones de plomo se determinaron mediante voltametría anódica, con los instrumentos PalinTest.

Adicionalmente, se obtuvo un número limitado de muestras de agua en las casas de la zona cercana al área de almacenamiento de minerales.

2.6 Métodos estadísticos

Se realizaron análisis univariados para todas las variables, con el fin de detectar y corregir valores fuera de rango y errores de digitación; posteriormente, para explorar las diferencias entre las distintas variables estudiadas, se utilizaron modelos bivariados y multivariados.

Puesto que la edad y la zona de residencia resultaron ser predictores importantes de las concentraciones de plomo en sangre, la asociación entre las diferentes variables se evaluó ajustando por diferencias en edad y zona de residencia. El ajuste estadístico se realizó incluyendo estas variables en los modelos de regresión o estratificando la muestra; para este último procedimiento, se aplicaron análisis por separado para Lima y el Callao.

Una vez identificados los predictores importantes de plomo en sangre, se realizaron análisis multivariados, donde el efecto de las diferentes variables se evaluó de manera conjunta. Los niveles de plomo en sangre se analizaron en escala continua; para las pruebas de significancia estadística, se utilizó la transformación del logaritmo natural con el fin de normalizar la distribución de las concentraciones de plomo en sangre.

También se evaluó la asociación de las variables estudiadas con el riesgo de tener valores de plomo por arriba de los 10 g/dl ó 20 g/dl. Para este análisis, la variable de medición se transformó en una variable indicadora y se utilizaron modelos de regresión logística.

Los datos se analizaron utilizando los paquetes estadísticos Epi Info y Stata 5.0.

3 RESULTADOS

Durante el período comprendido entre julio de 1998 y marzo de 1999, se estudiaron 2 510 niños y 874 mujeres en período de posparto temprano en Lima y el Callao. En la figura 3 se presenta la distribución de los sitios de muestreo de acuerdo al distrito y los promedios de plomo en sangre observados. A continuación se describen los principales resultados para cada grupo.

3.1 Población infantil

El promedio de edad de los participantes fue de 4.5 años, con una desviación estándar (DE) de 2.5 años. De la muestra, el 51% estudiada correspondió al sexo masculino. En la totalidad de la población de estudio, el promedio de plomo en sangre fue de 9.9 g/dl (DE = 9.2; media geométrica = 7.6 g/dl). Del total de participantes, el 29 y el 9.4% presentaron niveles de plomo en sangre por arriba de los 10 y 20 g/dl, respectivamente.

Los valores mostraron un incremento conforme avanzaba la edad de tal manera que las cifras más bajas se observaron en el grupo de menores de seis meses y alcanzaron su máximo en el grupo de entre 16 y 20 meses. Entre los niños de mayor edad, estos valores se mantuvieron casi sin cambios, en niveles ligeramente superiores a los 7 g/dl (cuadro 1, figura 4).

Se observaron diferencias importantes en los niveles de plomo en sangre entre las áreas de estudio (cuadro 2, figura 5), y las cifras más altas se registraron en la Provincia Constitucional del Callao (cuadro 2). Por lo que respecta a las diferencias entre zonas, resalta también una importante variabilidad en los niveles de plomo en sangre según centros de reclutamiento, ya que, por ejemplo, los niños seleccionados de las escuelas María Reiche y Guadalupe, así como del centro de salud de Puerto Nuevo, en el Callao, presentaron niveles de plomo en sangre significativamente más altos que el resto de la población estudiada en esa zona (cuadro 3, figura 6). El valor promedio para este grupo de niños fue de 25.6 g/dl de plomo (DE = 14.6; media geométrica = 21.2), mientras que para el resto de la población estudiada fue de 7.1 g/dl (DE = 5.1; media geométrica = 6.1) y 9.6 g/dl (DE = 6.2; media geométrica = 8.1) en Lima y el Callao, respectivamente. Un estudio más detallado de la zona del Callao reveló que los centros donde se detectaron los niveles más altos de plomo en sangre se encuentran en una sección del puerto donde existen extensas áreas destinadas al almacenamiento temporal de minerales de importación y exportación.

Los niños seleccionados de tres escuelas cercanas a los almacenes de minerales representaron el 12% de la muestra (n = 314). Al excluir a este grupo, el promedio de plomo en sangre en la población estudiada fue de 7.7 g/dl (DE = 5.1; media geométrica 6.5), y el 21% y el 2.7% de la población presentaron niveles por encima de los 10 y 20 g/dl, respectivamente.

3.1.1 Variables relacionadas con el comportamiento y la exposición al plomo

Con el fin de evaluar la exposición ambiental a plomo asociada con patrones de comportamiento del tipo mano-boca, se realizaron algunas preguntas a los padres o a la persona responsable del cuidado de los niños. Las preguntas interrogaban sobre la frecuencia con la que el niño comía tierra, chupaba o mordía lápices, o bien se llevaba cuentos, juguetes, plastilina o crayolas a la boca (cuadro 4).

De las variables investigadas, el hábito de comer tierra o de chupar o morder los lápices, las crayolas o la plastilina se asoció con un incremento estadísticamente significativo en los niveles de plomo en sangre (cuadro 4). En contraste, morder o chupar juguetes con frecuencia se asoció de

manera inversa con dichos niveles. De las personas entrevistadas, el 12% contestaron afirmativamente que el participante tenía el hábito de comer tierra con cierta frecuencia, de tal modo que en este grupo se observó un exceso de 2.3 g/dl de plomo en sangre. De igual forma, los participantes que refirieron el contacto con plastilina presentaron niveles más elevados de plomo en sangre (exceso de 2.2 g/dl). Al considerar simultáneamente los comportamientos anteriormente descritos y ajustar las diferencias en los niveles de plomo en sangre según el lugar de residencia y la edad (cuadro 5), únicamente los hábitos de comer tierra y plastilina permanecieron como predictores estadísticamente significativos de los niveles de plomo en sangre; el primero se asocia con un incremento de 1.1 g/dl, y el segundo con un incremento de 1.6 g/dl.

Por otro lado, los resultados del análisis estratificado según residencia en el Callao o en Lima sugieren diferencias en cuanto a la importancia de los distintos predictores estudiados (cuadro 5). Para la población de estudio con residencia en la zona del Callao, el predictor más importante de plomo en sangre fue el antecedente de comer tierra. En comparación con los participantes que no mostraron este hábito, aquéllos que lo refirieron presentaron un exceso de 5.6 g/dl de plomo en sangre. Para los participantes de Lima, ajustando por edad y sexo, los predictores importantes de plomo en sangre fueron morder o chupar lápices (exceso de 0.7 g/dl) y llevarse a la boca plastilina (exceso de 1.48 g/dl).

Al analizar, ajustando por edad y sexo, las variables asociadas con el riesgo de presentar niveles de plomo en sangre por arriba de los 10 g/dl, los resultados fueron similares a los anteriormente descritos. Para la totalidad de la muestra estudiada, comer tierra se asoció con un aumento del 64% (RPC 1.64, IC95% 1.25-2.16) en el riesgo de presentar valores por arriba de los 10 g/dl, mientras que morder o chupar lápices se asoció con un incremento del 37% (RPC 1.37, IC95% 1.14-1.65). En particular, para los niños residentes del Callao comer tierra se asoció con un aumento del 92% (RPC 1.92, IC95% 1.25-3.06) en el riesgo de presentar niveles altos de plomo. Para los niños estudiados en Lima, por su parte, morder o chupar los lápices se asoció con un incremento del 60% (RPC 1.60, IC95% 1.21- 2.10).

3.1.2 Exposición a tráfico vehicular

Los resultados respecto a las variables asociadas con la exposición de los participantes al tráfico vehicular se resumen en los cuadros 6 y 7. Se indagó sobre el tipo de transporte utilizado por el participante para asistir a la escuela, los tiempos de espera y la ubicación de la vivienda.

En comparación con el hábito de usar otros medios de transporte, caminar a la escuela se asoció con un incremento en los niveles de plomo en sangre. Ajustando por diferencias en edad y sexo, y al analizar la totalidad de la población estudiada, se observó un exceso de plomo en sangre de 2.2 g/dl asociado con el hecho de ir caminando a la escuela. Cuando se realizó el análisis por separado para el Callao y Lima, se detectaron excesos de 2.0 y 0.61 g/dl, respectivamente.

Por otro lado, al analizar de manera simultánea el efecto de las diferentes variables mediante modelos de regresión, se apreciaron diferencias según la zona de residencia. Para la población estudiada en el Callao, la variable con mayor poder predictivo fue el tipo de calle donde se ubica la vivienda (cuadro 7). Sin embargo, estos resultados están distorsionados por el hecho de que la mayor parte de los participantes (53%) que habitan en la zona cercana a los depósitos de minerales refirieron que su casa se encuentra ubicada en un pasaje. Para los residentes de Lima, los predictores más importantes fueron ir caminando a la escuela y la intensidad del tráfico vehicular en la zona donde se ubica la vivienda. En comparación con los participantes que refirieron habitar en una zona de bajo tránsito vehicular, aquéllos que notificaron vivir en una de mediano o alto tráfico mostraron incrementos significativos en los niveles de plomo en sangre de 0.8 g/dl y 0.97 g/dl, respectivamente. Al estimar el riesgo de presentar valores altos de plomo en sangre (>10 g/dl), vivir en una calle con mediano tráfico se asoció con un incremento marginalmente significativo del 34%

(RPC 1.34, IC95% 0.93-1.94), mientras que vivir en una casa situada en una zona de alto tráfico vehicular se asoció con un incremento del 100% en el riesgo de tener niveles altos de plomo en sangre (RPC 2.01, IC95%, 1.45-2.77)

3.1.3 Exposición a pinturas

En el cuadro 8 se presentan los niveles de plomo en sangre según variables que indican la exposición reciente a pintura. Los resultados observados no sugieren que ésta sea una fuente importante de plomo para la población estudiada.

3.1.4 Variables asociadas a la residencia y la exposición a plomo

En los cuadros 9 y 10 se presentan resultados en relación con la fuente de agua y la presencia de pequeñas industrias relacionadas con el manejo de plomo en las áreas cercanas a la vivienda.

La proporción de sujetos que identificó alguna de estas industrias fue reducida: el 5.3% de la población estudiada indicó la presencia de imprentas; el 2.4%, de fundidoras de metales; el 4.2%, de talleres de reparación de acumuladores, y el 7.3%, de depósitos de minerales.

Una vez consideradas las diferencias por edad y sexo, los resultados para toda la muestra sugieren que los predictores importantes de las concentraciones de plomo en sangre son la fuente del agua y la presencia de depósitos de minerales en la cercanía de la vivienda. De la muestra estudiada, el 81% refirieron obtener el agua directamente de la vivienda y, en comparación con los sujetos que conseguían agua mediante otros sistemas de abastecimiento, presentaron niveles de plomo en sangre significativamente más bajos que aquéllos que obtenían el agua ya sea de cilindros, de un solo caño para todo el barrio o de una fuente ubicada fuera de la casa (cuadro 10).

3.1.5 Zona de almacenamiento de minerales

En cuanto a la presencia de minerales, se observaron diferencias muy importantes. En comparación con la población que no mencionó la existencia de depósitos en las áreas cercanas al hogar, el grupo que sí las refirió presentó un exceso de 13 g/dl en las concentraciones de plomo en sangre. Al evaluar el impacto de esta variable como predictor de niveles altos de plomo en sangre (>10 g/dl), se observó que la presencia de depósitos de minerales en las áreas cercanas a la vivienda aumenta 18 veces el riesgo de alcanzar valores elevados (RPC 18.38, IC95% 11.18-30.22). Los resultados fueron similares al estratificar la muestra de acuerdo al área de residencia. La presencia de minerales aumentó 22 veces el riesgo para los residentes de Lima (RPC 22.9, IC95% 2.40-217.9) y 8.5 veces para los habitantes del Callao (RPC 8.49, IC95% 5.0-14.40). Sin embargo, únicamente el 0.5% de los residentes de Lima notificó la presencia de depósitos de minerales en la cercanía de la vivienda, razón por la cual los resultados para esta zona deben interpretarse con cautela.

3.1.6 Exposición relacionada con la ocupación

El antecedente referido por los participantes respecto a la ocupación del padre o de otra persona en la vivienda se detectó como un predictor importante de los niveles de plomo en sangre. En comparación con el grupo cuyos padres no trabajaban en actividades relacionadas con el metal, aquellos que señalaron tener este antecedente presentaron un exceso de plomo en sangre de casi 2.7 g/dl, el cual se hizo más evidente para el subgrupo integrado por sujetos cuyos padres lavaban su ropa de trabajo en casa. Para este último grupo se registró un incremento de casi 5 g/dl de plomo en sangre (cuadro 11), exceso que persistió aún después de ajustar por edad y sexo y estratificar de acuerdo a la zona de residencia (cuadro 12).

3.1.7 Análisis multivariado

En una segunda estrategia analítica, consideramos el efecto de los diferentes predictores de los niveles de plomo en sangre de manera simultánea en modelos de regresión múltiple. Los resultados con las variables asociadas de manera significativa con las concentraciones de plomo en sangre se presentan en los cuadros 13-15.

Para toda la muestra, los predictores con significancia estadística en los modelos de regresión múltiple fueron el sexo, la edad, comer tierra, morder o chupar lápices, la ocupación del padre en algo relacionado con plomo y la zona de residencia (cuadro 13).

Los valores promedio de plomo en sangre variaron de acuerdo al género. Las niñas presentaron niveles de plomo más bajos (diferencia de medias, 0.49 g/dl). La edad se observa como un predictor importante de los niveles de plomo en sangre, pues al ajustar por otros predictores se observó una relación curvilínea entre los niveles de plomo en sangre y esta variable. Las concentraciones más altas se observaron en el grupo de 17 a 24 meses de edad y disminuyeron paulatinamente conforme aumentó la edad. Otras variables asociadas significativamente con los niveles de plomo en sangre fueron los hábitos de comer tierra y morder o chupar lápices; ambos se asociaron con incrementos de 0.9 y 0.5 g/dl, respectivamente. En términos del riesgo de presentar valores por encima de los 10 g/dl de plomo en sangre, se observó un incremento del 45% para el hábito de comer tierra y del 41% para el de morder o chupar los lápices. El antecedente de tener un padre trabajando en ocupaciones relacionadas con el manejo de plomo incrementó cinco veces el riesgo de presentar niveles elevados de plomo en sangre (RPC 5.5, IC95% 1.38-6.93).

En los modelos multivariados se evidenció la importancia de factores ambientales como la intensidad del tráfico vehicular en la calle donde está situada la vivienda, la zona de residencia y el hecho de vivir cerca de zonas donde se almacenan concentrados de minerales. En comparación con los participantes cuya vivienda se ubicaba en una zona de bajo tránsito, aquéllos cuya vivienda se encontraba en zonas de alto tráfico tuvieron un exceso de plomo en sangre de 1.78 g/dl.

En comparación con los sujetos que fueron reclutados en Lima, aquéllos que se estudiaron en el Callao presentaron un exceso de plomo en sangre de 1.37 g/dl, o bien de 9.0 g/dl cuando la zona de residencia se encontraba en áreas cercanas a los centros de almacenamiento de minerales. Respecto a toda la muestra, los participantes que señalaron habitar cerca de los depósitos de minerales presentaron un exceso de 6.2 g/dl. Cuando evaluamos el efecto de estas variables en el riesgo de tener niveles altos de plomo (>10 g/dl), observamos que vivir cerca de la zona donde se ubican los depósitos de minerales incrementaba 24 veces en el riesgo de presentar valores altos (RPC 24.1, IC95% 16.4-35.64).

Los predictores importantes de plomo en sangre identificados en el análisis estratificado para las zonas del Callao y Lima fueron similares a los observados para toda la muestra (cuadros 14 y 15). Sin embargo, al realizar el análisis estratificado se evidenció la importancia de la variable lavado de manos frecuente para la zona del Callao y la intensidad del tráfico vehicular para la población estudiada en Lima. Entre los niños que se lavaban las manos frecuentemente en la zona del Callao, se observaron niveles de plomo en sangre significativamente menores (de casi 2.0 g/dl). La variable intensidad de tráfico vehicular se evidenció como un predictor importante de las concentraciones de plomo en sangre para el subgrupo de Lima; en comparación con los niños que viven en casas ubicadas en zonas de bajo tránsito vehicular, aquéllos que refirieron alto tráfico presentaron un exceso de plomo en sangre de 0.5 g/dl, lo que corresponde a un incremento de casi dos veces en el riesgo de alcanzar valores por encima de los 10 g/dl (cuadro15).

3.1.8 Evaluación de efectos adversos en la población infantil

El estudio en población infantil incluyó una evaluación antropométrica. Se tomaron las mediciones de peso y talla a un grupo de los niños seleccionados de los centros escolares, lo que correspondió al 61% de la muestra ($n = 1\ 537$). Los promedios de peso y talla fueron de 22.7 kg y 116 cm, respectivamente, indicadores que presentaron una relación inversa con los niveles de plomo en sangre (cuadro 16). Una vez controladas las diferencias por edad, sexo y distrito de residencia, los niños estudiados mostraron un decremento de 340 g en el peso y de 1.0 cm en la talla por cada 10 g/dl de plomo en sangre. Estos efectos fueron más evidentes para la población estudiada en el Callao (cuadro 16); entre los sujetos que se estudiaron en Lima, aunque se detectaron pequeños decrementos, éstos no alcanzaron significancia estadística.

También se indagó sobre patrones de comportamiento y rendimiento escolar; los resultados obtenidos en relación con estas variables se resumen en los cuadros 17 y 18. En general, se observó una asociación inversa entre el rendimiento escolar y los niveles de plomo en sangre. En comparación con los niños que tenían buenas calificaciones, los que obtuvieron bajas calificaciones presentaron niveles de plomo significativamente más altos (exceso de 3.8 g/dl). Estas diferencias se acentuaron cuando la muestra se estratificó según zona de residencia (cuadro 18), mientras que para los niños estudiados en Lima las diferencias fueron mínimas (los promedios de plomo en sangre entre los niños de altas y bajas evaluaciones difirieron en 0.58 g/dl). Para los niños estudiados en el Callao fueron muy importantes. En esta última zona, la diferencia entre los niños con buenas notas y los que tenían bajas calificaciones fue de 8.7 g/dl de plomo en sangre; el 8.6% del total de la población estudiada ($n = 77$) señaló haber reprobado algún año escolar. Los niveles elevados de plomo en sangre, por consiguiente, se asociaron significativamente con el riesgo de reprobado algún año escolar. Ajustando por las diferencias en edad, sexo y zona de residencia, el riesgo de reprobado un año fue tres veces mayor para los niños cuyos niveles de plomo se encontraron por encima de los 20 g/dl (RPC 3.16, IC 95% 1.41-7.08). Al estratificar la población estudiada según la zona de residencia, la asociación entre los niveles altos de plomo en sangre y haber reprobado un año escolar se hizo más evidente para los niños del Callao; en esta zona, el riesgo aumentó casi siete veces entre los niños con niveles de plomo en sangre por arriba de los 20 g/dl (RPC 6.84, IC95% 3.35, 13.96).

Según la percepción de los padres o de la persona responsable del niño sobre si éste se distrae fácilmente o es hiperactivo, también se observaron diferencias en los niveles de plomo en sangre. Los niños que se refirieron como hiperactivos o distraídos – lo que correspondió al 51 y al 35% de la población, respectivamente – presentaron niveles más altos de plomo en sangre que el resto de la población estudiada (cuadro 18). Considerando diferencias por edad, sexo y distrito de residencia, los niños con niveles de plomo por arriba de los 20 g/dl tuvieron un riesgo de 1.7 veces mayor de ser percibidos como hiperactivos (RPC 1.75, IC95% 1.22-2.52) y de 1.5 veces mayor de ser percibidos como niños que se distraen mucho (RPC 1.56, IC95% 1.08-2.24).

3.2 Mujeres en período de posparto temprano

Durante el período de estudio, se reclutó un total de 874 participantes: el 23% en el Hospital Daniel A. Carrión, el 23% en el Instituto Materno Perinatal, el 23% en el Hospital San Bartolomé, el 22% en el Hospital Santa Rosa y el 8% en el Hospital María Auxiliadora. Las características de la población estudiada se describen en el cuadro 19. La edad promedio de las participantes fue de 25.5 años (DE = 6.2); el 6.2% declaró tener 17 o menos años, y el promedio de hijos notificado fue de 1.9 (DE = 1.3). El 80% manifestaron vivir en unión libre con su pareja o estar casada. En cuanto al nivel educativo, el 86% de las participantes refirieron tener estudios superiores a los de primaria completa.

El promedio de plomo en sangre en las participantes fue de 3.5 (DE = 4.4), y el 2.4% ($n = 21$) presentó concentraciones por encima de los 10 g/dl. Los niveles de plomo en sangre variaron de manera significativa según el hospital de selección (cuadro 20). Las participantes reclutadas en el

hospital Daniel A. Carrión presentaron los valores más altos (4.1 g/dl), mientras que las mujeres estudiadas en el Hospital María Auxiliadora mostraron los niveles más bajos (2.76 g/dl).

No observamos ninguna asociación entre los niveles de plomo en sangre y la edad de las participantes. En contraste, el tiempo de residencia en Lima o el Callao se asoció de manera positiva con dichos niveles (cuadro 21), pues éstos resultaron mayores entre las mujeres que llevaban más tiempo viviendo en las dos áreas de estudio. En comparación con las mujeres que señalaron haber llegado recientemente a la ciudad, aquéllas que refirieron un tiempo de residencia superior a 10 años presentaron un exceso de plomo en sangre de casi 1.0 g/dl.

El 1.7% de las participantes declararon haber fumado durante el embarazo y, en comparación con las no fumadoras, presentaron niveles de plomo significativamente más elevados; los promedios de plomo en sangre observados fueron de 3.4 g/dl y 5.5 g/dl para las no fumadoras y fumadoras, respectivamente.

El resto de las variables estudiadas no se asoció significativamente con los niveles de plomo en sangre; los resultados se presentan en los cuadros 21-28. Sin embargo, conviene indicar que las participantes que mencionan la existencia de depósitos de almacenamiento de concentrados de minerales cerca de sus hogares también presentaron niveles más altos de plomo en sangre que el resto. Dos participantes con residencia en el Callao contestaron afirmativamente a la presencia de depósitos de concentrados de minerales cerca de su hogar; la concentración promedio de plomo en sangre en estas mujeres fue de 6.55 g/dl, cifra que equivale al doble de la observada en el resto de la población estudiada.

3.3 Resultados del muestreo en suelo y agua

Se realizaron 46 muestras de suelo; el promedio y la distribución de los valores de plomo en sangre según centros de reclutamiento se presentan en la figura 6. Se observó una correlación inversa significativa entre la distancia que guardaban las zonas de muestreo respecto a los centros de almacenamiento y las concentraciones de plomo en suelo. Todas las muestras de agua mostraron niveles inferiores a los 7 ppb. Los resultados se resumen en la figura 7.

4 DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio son importantes en varios aspectos que deben ser considerados. En primer término, los niveles de plomo en sangre observados, en especial entre la población estudiada en Lima (7.1 g/dl para niños y de 3.3 g/dl para mujeres en edad reproductiva) indican que las concentraciones de plomo en sangre no son alarmantes. Los niveles de exposición encontrados son ligeramente altos y están dentro de lo que podría considerarse como aceptable, o sea, dentro del límite que actualmente recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de 10 g/dl. Los resultados sugieren que si las acciones para eliminar el plomo de la gasolina se llevaran a cabo hoy en día, se lograría prevenir una exposición masiva al metal, como la que se ha observado en otras grandes ciudades.

Si bien es cierto que la principal fuente de exposición para la población de estudio es el plomo que se encuentra en la atmósfera debido a la gasolina utilizada, los resultados también indican la existencia de otras fuentes importantes de exposición que pueden generar diferenciales muy significativos. Sin embargo, en comparación con el plomo derivado de la utilización de la gasolina, el proveniente de otras fuentes afecta proporcionalmente a un número más reducido de habitantes en las zonas estudiadas. Esto se evidenció para la población estudiada en el Callao, donde se observó que, para la población que habita en el área cercana a los depósitos de almacenamiento de concentrados de minerales, los niveles fueron muy altos (25.6 g/dl); los observados para el resto de la zona fueron considerablemente menores (9.5 g/dl).

A partir de este estudio se identificó una zona de focalización del Callao en donde los niños estudiados presentaron niveles de plomo considerablemente más altos que el resto de la población que participó en el estudio. Los resultados sugieren que la fuente de exposición al plomo en esta área de estudio son los depósitos de almacenamiento de concentrados de minerales y de empaque ubicados en la zona portuaria. En ese lugar se manejan grandes cantidades de minerales y productos mineros: se reciben distintos minerales de exportación para su distribución a la zona portuaria, así como de importación para su distribución al interior del país.

Diversas fuentes de información sugieren que el plomo contenido en los concentrados de minerales que se manejan en los depósitos de almacenamiento serían el origen de la exposición a plomo de los habitantes del lugar. Los resultados de la encuesta realizada a la población infantil indicaron que niños con niveles elevados de plomo en sangre (niveles superiores a los 20 g/dl) se presentaron con mayor frecuencia en la zona cercana a las áreas de almacenamiento de los concentrados. Los valores altos de plomo en sangre fueron 66 veces más frecuentes en los niños estudiados en esta zona que en el resto de Lima o el Callao. El antecedente de acudir a alguna escuela cercana a los depósitos de almacenamiento de concentrados de minerales aumentó considerablemente el riesgo de tener niveles altos de plomo en sangre. Además, se observó que los promedios de plomo en sangre entre los niños de las diferentes escuelas estudiadas en el Callao disminuían conforme aumentaba la distancia entre la escuela y la zona donde se ubican los depósitos de almacenamiento de los concentrados. En los niños que acuden a la escuela más cercana a estos depósitos, se registró una media de plomo en sangre de 40.7 g/dl, mientras que para los de la escuela que se encontraban más distante a éstos la media fue de 7.5 g/dl.

Otra fuente de información que apunta hacia los depósitos de concentrados como el origen de la exposición a plomo en la zona del Callao se deriva de los datos de muestreo ambiental. La observación de que la concentración de plomo en suelo disminuye conforme aumenta la distancia entre el sitio de muestreo y la zona en donde se encuentran los depósitos de concentrados de

minerales sugiere que el origen de la contaminación está en el área de almacenamiento de los concentrados.

Durante una visita a una de las zonas de almacenamiento de concentrados de minerales se pudo observar que éstos se encuentran organizados en montículos de varios metros de alto, permaneciendo al descubierto la mayor parte del tiempo. Por acción del viento, las partículas de estos montículos pueden ser desplazadas hasta cientos de metros a la redonda, dependiendo esto de las condiciones ambientales y atmosféricas, así como de la forma en que se manipulan los concentrados durante su empaque o transporte del puerto al almacén o viceversa. Es pertinente mencionar que aun cuando los concentrados minerales que circulan por la zona de almacenamiento portuario no son propiamente de plomo, sí contienen concentraciones altas de este metal según algunos exámenes realizados en el Centro de Prevención y Control de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos. El plomo se extrae de manera conjunta con otros metales; de hecho, en una muestra tomada de los concentrados identificados en la zona del Callao se encontró un contenido de plomo sumamente elevado (mayor de 10 000 ppm).

Dado que las partículas que conforman los concentrados son relativamente grandes, éstas no se desplazan a grandes distancias y, por las condiciones ambientales que prevalecen en el área así como por el manejo que se hace de los materiales, tienden a depositarse en las escuelas y las zonas de viviendas o residenciales que se encuentren en los alrededores de los centros de almacenamiento. Los resultados de los monitoreos ambientales realizados por la DIGESA en la escuela más cercana a la zona de los depósitos de almacenamiento revelaron concentraciones muy elevadas de plomo en las partículas suspendidas totales, y las registradas en toda la zona del Callao fueron 10 veces más altas que el valor recomendado por la OMS. Otro monitoreo ambiental en un punto un poco más distante registró concentraciones menores, pero aún muy por encima de los valores recomendados por la OMS, que son de 1.5 g/m³.

La presencia de estos centros de almacenamiento explicaría las altas concentraciones de plomo encontradas en los suelos cercanos y en los niños que habitan en esta zona. Los niños, al realizar sus actividades normales de juego o al esperar un vehículo por mucho tiempo en esa zona, quedan expuestos a los polvos contaminados con plomo. De esta manera, el polvo contaminado con plomo se convierte en una fuente de exposición crónica al metal, y ello contribuye a elevar las concentraciones de plomo en sangre a niveles muy superiores a los observados en otras zonas de Lima y el Callao.

Además de la alta exposición a plomo que sufren los niños de esta zona, se debe tomar en cuenta que éstos son de escasos recursos económicos y condiciones sociales particulares y que las zonas de Puerto Nuevo, Chacaritas y Ciudadela Chalaca principalmente tienen viviendas en precarias condiciones higiénico-sanitarias. Esto, aunado a la pobreza y bajo ingreso económico en las familias, en su mayoría pescadores o trabajadores temporales, hace que sea posible que sufran algún grado de desnutrición, y en particular que su dieta habitual sea deficiente en calcio, cinc y hierro; esto es importante, ya que se ha documentado que estas deficiencias aumentan la absorción y toxicidad de plomo en el organismo. Es probable que la combinación de las deficiencias nutricionales y la alta exposición al plomo actúen en conjunto, ya que los niveles de plomo en sangre observados son considerablemente más altos en comparación con lo que se podría explicar por la simple exposición ambiental.

Otra fuente de exposición identificada como importante fue el hábito de morder y chupar lápices o juguetes o de comer tierra o llevarse y chuparse los dedos constantemente, así como comerse las uñas. Este hallazgo concuerda con los resultados de otros estudios realizados en diversos países. Puesto que los lápices utilizados por los niños pueden contener pintura con plomo, se deben llevar a cabo acciones para verificar este aspecto en el país. La normatividad que ampara estos productos es ambigua, ya que éstos pueden ser considerados ya sea como material de oficina o juguetes. El hábito de comer tierra puede evitarse, y los programas de higiene que estimulan el

lavado de manos pueden ser intervenciones importantes para disminuir esta fuente de exposición tanto en el hogar como en las escuelas, y en especial en la zona residencial cercana a los depósitos donde se concentran minerales o sus productos. En esa área, los niños cuyos padres refirieron que éstos tenían el hábito de comer tierra frecuentemente presentaron un exceso de plomo en sangre de 5 g/dl. Un programa educativo para disminuir la ingesta accidental o intencional de tierra podría tener importantes beneficios para la población infantil de esta zona. Sería recomendable dotar a esas zonas de agua potable permanentemente y de tener un programa que controle la calidad de la misma, a fin de permitir un lavado constante de las manos de los niños y de esta manera disminuir la exposición al plomo.

Otras fuentes importantes que se identificaron en el estudio se relacionan con la exposición al tráfico vehicular. Si bien es cierto la mayor parte del transporte público es a petróleo, también existe gran cantidad de vehículos que trabajan con gasolina de 84 octanos con alto contenido de plomo. Las variables asociadas con ello evidenciaron su importancia principalmente en relación con la población estudiada en Lima, pues ésta no está expuesta a otras fuentes como las encontradas en el Callao.

Adicionalmente, se documentó que la ocupación del padre puede ser una fuente importante de plomo, lo que coincide con lo notificado para otras poblaciones. Los padres pueden llevar consigo el riesgo de exposición cuando llevan a lavar las ropas de trabajo sucias y los zapatos a casa. En la población estudiada, el 3.7% de los padres señalaron trabajar en actividades relacionadas con el plomo. Los niveles de plomo en sangre en los niños cuyos padres están ocupacionalmente expuestos al metal y lavan sus ropas en casa fueron mayores. Sin embargo, estas diferencias deben ser interpretadas con cautela, ya que se trata de un tamaño de muestra limitado ($n = 38$).

Los resultados de nuestro estudio documentaron efectos importantes de la exposición a plomo en el crecimiento y el rendimiento escolar. Estos efectos se hicieron más evidentes en la zona con mayor exposición, lo que sugiere la necesidad de intensificar los mecanismos de control, tanto de las emisiones de plomo relacionadas con la utilización de gasolina como de las provenientes de otras fuentes.

Los niveles de plomo en sangre encontrados en el grupo muestreado de mujeres en período de posparto temprano resultaron bajos. La media en la población estudiada fue de 3.5 g/dl. Los valores más altos se observaron en el Hospital Daniel A. Carrión, ubicado en el Callao y que atiende población de esa área geográfica en su mayoría. Dado que el plomo cruza libremente la barrera placentaria, los niveles de plomo en sangre materna pueden ser utilizados como un indicador de los que presentan los neonatos. La correlación entre los niveles de plomo en cordón umbilical y los de sangre materna al momento del parto es muy alta. Los valores observados permiten suponer que los niños en Lima nacen con una concentración de plomo en sangre relativamente baja y que ésta aumenta durante los primeros años de vida debido a las diferentes fuentes de exposición con las que entran en contacto.

Es importante mencionar que nuestro estudio tiene algunas limitaciones relacionadas con el hecho de que está basado en una muestra que no es estrictamente representativa de Lima o el Callao. Esto obedece a que el objetivo principal del estudio fue el de contar con un nivel basal de plomo en sangre en una población identificada que permitiera vigilar los cambios en las concentraciones de plomo en sangre relacionados con el retiro del metal de la gasolina. De acuerdo a los criterios de selección establecidos para conformar la muestra, se eligieron centros escolares de nivel socioeconómico medio-bajo, en su mayoría colegios estatales ubicados en zonas de alto tránsito vehicular, por lo que es posible que las concentraciones de plomo en sangre observadas en nuestro estudio sean superiores a las que se observarían en una muestra estrictamente representativa de la población de Lima, dada la diversidad de condiciones socioeconómicas y ambientales que pueden existir en los distritos de Lima y el Callao.

Otra limitación en términos de la generalización de nuestros resultados es el hecho de que el estudio de escolares excluye a la población no escolarizada, a niños de la calle y a menores que por alguna razón no asisten a la escuela. Igualmente, nuestros resultados no son extrapolables hacia el sector de la población que acude a centros escolares privados. Es probable que los niveles de exposición en estos últimos centros sean menores a los observados; sin embargo, se requieren estudios adicionales para poder caracterizar adecuadamente este grupo de la población infantil.

Sin embargo, pese a que nuestro estudio no se basa en una muestra estrictamente representativa, no identificamos sesgos de selección que pudieran alterar los resultados; por esta razón consideramos que éstos reflejan adecuadamente los niveles actuales de plomo en sangre en la población escolar y de mujeres en el posparto temprano en Lima y el Callao.

Nuestro estudio se hizo a partir de la medición de plomo en sangre capilar. La principal dificultad de las investigaciones realizadas con este tipo de técnica radica en evitar la contaminación de la muestra de sangre con plomo presente en el ambiente externo, principalmente con el que se encuentra en las manos (tanto del participante como del entrevistador) o en el material utilizado para la toma de las muestras; por este motivo se cuidó mucho este aspecto. Para la toma de muestra de sangre y manejo de los equipos de medición se contó con el entrenamiento y la estandarización de expertos internacionales. Además, todo el material de laboratorio que se utilizó se mantuvo libre de plomo, y se puso especial cuidado en el manejo de las muestras para evitar la contaminación externa y, sobre todo, en el lavado riguroso de las manos de los participantes.

La contaminación ambiental en el Perú se presenta como un problema emergente de salud pública que afecta a más de 8 millones de personas en las diferentes áreas urbanas del país. Puesto que está ampliamente distribuido en el medio ambiente, el plomo aún persiste como una barrera importante para el desarrollo pleno de las capacidades intelectuales de los niños que crecen en zonas urbanas. Investigaciones epidemiológicas recientes sugieren que los niveles de plomo en sangre, aun cuando sean bajos (como los observados en nuestro estudio), están asociados con una disminución en la inteligencia. Por esta razón, nuestros resultados sugieren la necesidad de intensificar las actividades de control iniciadas para reducir la utilización de plomo en la gasolina, así como de ampliarlas para lograr un control adecuado de las diferentes fuentes adicionales de exposición a plomo identificadas en nuestro estudio.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos de este estudio representan la primera evaluación poblacional de los niveles de exposición a plomo en zonas urbanas de Lima y el Callao. Si bien los resultados no indican niveles alarmantes de exposición, sí sugieren que la eliminación del plomo de la gasolina tendrá un impacto importante para prevenir que en un futuro cercano se alcancen los altos niveles de exposición observados en otras grandes ciudades de la región.

Con relación al objetivo inicial del estudio referido a la determinación del nivel basal de exposición a plomo para, en un segundo término, detectar cambios en las concentraciones de plomo en sangre debido a la eliminación del plomo de la gasolina, consideramos que en estudios futuros se deberá repetir la encuesta utilizando los mismos procedimientos, en las mismas escuelas y, de preferencia, en los mismos meses del año. Se recomienda incluir únicamente escuelas ubicadas en Lima; la razón para esta recomendación se debe a que muy probablemente se realizarán intervenciones en el Callao a fin de controlar la fuente actual de exposición. La presencia de dos intervenciones paralelas dificultaría la estimación del efecto atribuible a la eliminación del plomo de la gasolina. Sin embargo, dado que es posible suponer que las intervenciones en el Callao no tendrán impacto alguno en las concentraciones de plomo en sangre en los habitantes de Lima – es decir, son independientes – las variaciones en éstas podrán reflejar de manera adecuada los cambios relacionados con la disminución de la concentración de plomo en la gasolina. Utilizando la información disponible, se ha estimado que se requiere un tamaño de muestra de 500 niños para detectar una disminución de 1 g/dl con un poder y significancia estadística adecuados.

Con relación a las otras fuentes de exposición identificadas en el presente estudio como importantes, como lo son los lápices y las plastilinas, se deberá ampliar el estudio con el fin de obtener información sobre los niveles de plomo en estos objetos.

Asimismo, se deberá estudiar a detalle los aspectos normativos por los cuales se rige la concentración de materiales tóxicos en estos objetos, con el fin de realizar los cambios necesarios en la legislación vigente y proteger a los niños que pudieran entrar en contacto directo con estos instrumentos.

Con relación a los niveles observados en el Callao y en particular en el área de depósitos de almacenamiento de concentrados de minerales, se recomienda iniciar acciones a la brevedad posible a fin de poder identificar mejor la(s) fuente(s) de exposición, establecer responsabilidades y lograr un manejo de riesgo multisectorial con participación de los diferentes grupos interesados. También se deberá ampliar el estudio con el fin de mejor delimitar la población expuesta a esta fuente y poder ofrecer intervenciones adecuadas, ya sean educativas o terapéuticas, al mejorar el estado nutricional de los niños de esta zona u ofrecer tratamiento médico para los casos con niveles de plomo en sangre que requieran de esta intervención.

6 CUADROS DE RESULTADOS

Cuadro 1. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según grupo de edad.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Grupo de edad (meses)	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
1-6	6	2.5	1.3	1.9	1.7	3.0	0.0	0.0
7-12	167	6.9	5.9	5.6	3.1	8.9	15.6	3.0
13-16	181	7.1	6.6	5.3	3.2	7.7	16.6	5.5
17-24	135	11.3	9.9	8.4	4.6	14.1	38.5	13.3
24-36	243	10.5	10.2	7.1	4.2	12.0	32.5	12.3
37-48	266	9.9	8.7	7.2	4.9	11.8	31.6	9.0
49-50	296	10.5	7.8	8.0	5.5	11.9	34.5	11.1
51-62	296	9.4	7.5	7.1	5.1	10.3	26.0	6.8
63-74	250	9.8	8.1	7.5	5.4	10.5	28.4	7.6
75-86	227	11.4	10.4	7.7	5.5	11.7	33.9	11.5
87-98	235	11.3	11.8	7.2	5.0	11.4	30.2	11.9
99-110	205	11.1	11.5	7.4	5.0	11.3	29.3	11.2

n=Número de participantes
 Media= Media aritmética
 DE=Desviación estándar
 p-25=Valor límite del percentil 25
 p-50=mediana
 p-75=Valor límite del percentil 75
 PS>10=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 10 ug/dL
 PS>20=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 20 ug/dL

Cuadro 2. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según distrito de Residencia.
Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Distrito de residencia	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
CALLAO	584	9.6	6.2	8.0	5.4	11.7	33.4	6.3
CALLAO, alrededor de los Depósitos de minerales	314	25.6	14.7	22.3	13.9	35.2	85.7	56.7
CERCADO	140	9.3	3.9	8.4	6.7	11.0	35.0	0.7
COMAS	343	7.7	4.2	6.9	5.4	8.9	16.9	1.5
LA MOLINA	219	6.0	2.7	5.2	4.0	7.1	7.8	0.0
LIMA	383	6.5	4.2	5.6	3.4	8.5	15.9	1.3
LINCE	282	7.6	3.7	6.5	5.2	8.9	17.7	1.1
PUEBLO LIBRE	206	6.6	7.0	4.9	3.0	7.7	14.6	3.4
S.J. MIRAFLORES	39	5.3	7.0	3.2	2.3	5.3	7.7	5.1
TOTAL	2510							

n=Número de participantes
Media= Media aritmética
DE=Desviación estándar
p-25=Valor límite del percentil 25
p-50=mediana
p-75=Valor límite del percentil 75
PS>10=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 10 ug/dL
PS>20=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 20 ug/dL

Cuadro 3. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según centro de reclutamiento.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99

Centro de reclutamiento	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
Centro Escolar 3062	119	6.6	2.7	6.0	5.0	7.6	9.2	0.0
Centro Escolar 5017	75	7.5	4.3	6.1	4.7	9.0	17.3	1.3
Centro Escolar 1140	44	5.5	2.9	4.7	3.8	6.2	9.1	0.0
Centro Escolar 1207	72	5.8	2.9	5.1	3.8	6.9	6.9	0.0
Centro Escolar 3059	141	7.4	3.0	7.1	5.3	8.9	17.0	0.7
Centro Escolar 5005	166	8.6	4.4	7.7	5.4	10.3	27.7	2.4
Centro Escolar Maria Reich	68	40.7	13.0	38.3	31.5	50.2	100	98.5
Centro de Salud Puerto Nuevo	127	26.7	12.0	23.5	18.8	35.2	92.1	67.7
Centro Escolar Guadalupe	119	15.9	9.8	13.1	9.4	19.4	70.6	21.0
Centro Escolar 005	198	8.3	4.1	7.2	5.5	9.5	24.2	1.5
CentroEscolar 112	103	6.2	2.6	5.5	4.4	7.4	7.8	0.0
Centro Escolar 64	130	13.9	8.0	11.9	8.1	17.0	62.3	16.9
Centro Escolar Marin Arista	138	9.4	3.9	8.4	6.8	11.0	35.5	0.7
Centro Escolar Pronei Chavez	60	10.5	7.4	8.9	6.9	11.1	35.0	6.7
Centro Escolar Pronei Belen	22	6.8	2.2	6.2	5.4	8.0	9.1	0.0
Centro Escolar San Tarcicio	84	5.9	1.8	5.6	4.6	6.9	2.4	0.0
Hospital MA	40	5.3	6.9	3.2	2.3	5.4	7.5	5.0
Hospital IMP	185	6.7	4.3	5.8	3.5	8.9	18.9	1.1
Hospital DAC	213	8.4	5.6	6.9	4.9	10.4	25.8	4.7
Hospital SB	200	6.4	4.1	5.4	3.5	8.2	13.0	1.5
Hospital SR	206	6.6	7.0	4.9	3.0	7.7	14.6	3.4

n=Número de participantes
 Media= Media aritmética
 DE=Desviación estándar
 p-25=Valor límite del percentil 25
 p-50=mediana
 p-75=Valor límite del percentil 75
 PS>10=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 10 ug/dL
 PS>20=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 20 ug/dL

Cuadro 4. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según hábitos reportados en la población estudiada.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Variable Investigada	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
Se ha fijado si el niño come tierra frecuentemente?								
No	2161	9.7*	8.9	7.0	4.9	10.7	27.9	8.6
Si	309	12.0	10.9	8.1	5.2	14.5	38.2	15.2
Se ha fijado si el niño muerde o chupa los lápices frecuentemente?								
No	1575	9.5*	9.0	6.8	4.6	10.3	25.8	8.9
Si	925	10.9	9.6	7.8	5.4	12.1	35.0	10.5
Se ha fijado si el niño se lleva cuentos o libros a la boca con frecuencia?								
No	2189	10.1	9.3	7.2	5.0	11.0	29.3	9.3
Si	312	9.6	9.1	6.6	4.1	11.0	28.8	10.6
Se ha fijado si el niño se lleva plastilina a la boca con frecuencia?								
No	2365	9.9*	9.1	7.1	4.9	10.9	28.7	9.1
Si	138	12.1	10.7	8.4	5.5	14.9	37.7	15.9
Se ha fijado si el niño muerde o chupa las crayolas frecuentemente?								
No	2280	9.9*	9.2	7.0	4.9	10.9	28.5	9.2
Si	223	11.5	10.1	8.1	5.5	14.9	35.9	12.6
Se ha fijado si el niño frecuentemente muerde o se lleva a la boca juguetes?								
No	1578	10.3*	9.6	7.3	5.1	11.2	29.7	9.8
Si	927	9.5	8.6	6.9	4.4	10.9	28.4	9.1
Se ha fijado si el niño se lleva a la boca los dedos frecuentemente?								
No	791	10.3	9.9	7.2	5.1	10.7	28.1	9.6
Si	1713	9.9	8.9	7.1	4.8	11.2	29.8	9.5

n=Número de participantes

Media= Media aritmética

DE=Desviación estándar

p-25=Valor límite del percentil 25

p-50=mediana

p-75=Valor límite del percentil 75

PS>10=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 10 ug/dL

PS>20=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 20 ug/dL

* p<0.05 Prueba estadística para diferencia de medias

Cuadro 5. Diferencias en los niveles de plomo en sangre según diferentes comportamientos estudiados. Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Variable investigada	Toda la muestra(1) (ug/dL)	El Callao(2) (ug/dL)	Lima(2) (ug/dL)
Come tierra	1.24(0.37, 2.11)*	5.60(3.01,8.20)*	0.84(0.14,1.54)*
Chupa o muerde los lápices	0.31(-0.26,0.88)	0.85(-0.84,2.55)	0.80(0.33,1.27)*
Se lleva a la boca cuentos	0.24(-0.61,1.09)	2.79(-0.10,6.05)	0.30(-0.34,0.94)
Se lleva a la boca plastilina	1.60(0.39,2.81)*	2.14(-1.35,5.64)	1.60(0.66,2.67)*
Chupa o muerde crayolas	1.14(0.16,2.11)*	1.25(-1.59,4.10)	1.15(0.34,1.95)*
Se lleva a la boca juguetes	0.25(-0.39,0.89)	0.40(-1.54,2.36)	0.33(-0.18,0.86)
Se lleva a la boca los dedos	-0.20(-0.81,0.40)	0.60(-1.16,2.38)	-0.14(-0.65,0.36)
Modelos multivariados(3)			
Tierra	1.14 (0.27, 2.01)*	5.6(3.0,8.2)*	-
Plastilina	1.52(0.29, 2.75)*	-	-
Lápices	-	-	0.70(0.22,1.18)*
Plastilina	-	-	1.48(0.46, 2.50)*
1Diferencia de medias ajustadas por edad y área de residencia 2Diferencia de medias ajustada por edad 3 Predictores significativos en los modelos multivariados *p<0.05			

Cuadro 6. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según diferentes variables relacionadas con el tráfico vehicular. Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Variable	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
Que medio de transporte utiliza mas frecuentemente								
Micro/ómnibus	253	9.2	6.8	7.1	5.0	10.8	28.1	6.7
Auto	69	7.6	4.3	6.9	4.7	9.1	21.7	1.4
Mototaxi	29	8.9	7.1	6.6	5.8	8.8	13.8	3.4
A pie	708	12.3	11.7	8.0	5.6	12.9	35.7	14.3
Cuanto tiempo espera en la calle el transporte								
menos de 10 minutos	154	9.1	7.1	7.2	5.3	9.7	24.0	5.8
10-15 minutos	96	9.5	6.9	7.4	5.0	11.6	31.2	8.3
16-30 minutos	7	6.7	2.3	6.0	5.4	8.9	14.3	0.0
Mas de 30 minutos	29	7.5	3.9	7.1	4.7	9.3	24.1	0.0
El trafico donde vive es								
Alto	952	10.4	9.4	7.6	5.0	11.6	33.0	9.3
Medio	630	8.6	7.0	6.7	4.6	9.7	23.7	5.7
Bajo	923	10.6	10.2	7.0	5.0	11.5	29.0	12.1
La casa donde vive se encuentra en una/un								
Avenida	761	9.7	8.7	7.3	4.8	10.9	29.2	8.8
Pasaje	520	14.5	13.4	9.1	5.5	19.4	44.6	24.0
Cruce de avenidas principales	76	9.7	7.8	7.1	5.2	10.6	26.3	7.9
Calle	1101	8.0	6.0	6.6	4.7	9.2	21.3	3.0
Carretera	12	9.5	4.6	8.2	5.6	12.3	41.7	0.0
N=Número de participantes Media= Media aritmética DE=Desviación estándar p-25=Valor límite del percentil 25 p-50=mediana p-75=Valor límite del percentil 75 PS>10=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 10 ug/dL PS>20=Porcentaje de participantes con niveles de plomo mayores a 20 ug/dL								

Cuadro 7. Diferencias en los niveles de plomo en sangre según diferentes variables relacionadas con el tráfico vehicular.

Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

	Toda la muestra(1) (ug/dL)	El Callao(2) (ug/dL)	Lima(2) (ug/dL)
Como se transporta a la escuela:			
A pie vs. otros medios	2.28(1.24, 3.33)	2.09(-1.01, 5.20)	0.71(0.17, 1.25)
Cuanto tiempo espera en la calle el transporte			
menos de 10 minutos	referencia	Referencia	Referencia
10-15 minutos	-0.04(-1.47, 1.39)	0.12(-4.54, 4.79)	0.41(-0.51, 1.34)
16-30 minutos	-1.34(-5.62, 2.92)	-10.24(-30.41, 9.92)	0.05(-2.48, 2.59)
Mas de 30 minutos	-1.87(-4.11, 0.36)	-4.19(-11.74, 3.34)	-0.56(-2.02, 0.88)
El trafico donde vive es			
Medio	-0.10(-0.82, 0.60)	-4.61(-6.80, -2.41)	0.30(-0.26, 0.87)
alto	0.53(-0.10, 1.16)	-1.88(-3.74, -0.02)	0.96(0.44, 1.48)
Avenida	0.68(0.03, 1.33)	4.94(3.01, 6.87)	0.11(-0.40, 0.63)
Pasaje	1.86(1.09, 2.63)	11.0 (9.17, 12.0)	0.07(-0.58, 0.73)
Cruce de avenidas principales	1.94(0.31, 3.57)	5.41(0.09, 10.7)	0.58(-0.67, 1.83)
Calle	referencia	Referencia	referencia
Carretera	1.60(-2.36, 5.57)	3.03(-7.38, 13.4)	-0.51(-3.92, 2.88)
Modelos multivariados(3)			
A pie vs otros	2.44(1.39, 3.48)	-	0.61(0.07, 1.15)
Menos de 10 minutos	referencia		Referencia
10-15 minutos			
16-30 minutos			
Mas de 30 minutos			
Medio			0.81(0.13, 1.49)
Alto			0.97(0.36, 1.58)
La casa donde vive se encuentra en una/un			
Avenida	1.10(-0.01, 2.23)	4.94(3.01, 6.87)	
Pasaje	3.36(2.34, 4.97)	11.0 (9.17, 12.0)	
Cruce de avenidas principales	0.65(-2.2, 3.52)	5.41(0.09, 10.7)	
Calle	Referencia	Referencia	
Carretera	3.43(-2.83, 9.70)	3.03(-7.38, 13.4)	
1Diferencia de medias ajustadas por edad y área de residencia 2Diferencia de medias ajustada por edad 3 Predictores significativos en los modelos multivariados *p<0.05			

Cuadro 8. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según diferentes variables relacionadas con la exposición reciente a pinturas.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
Pinto su casa durante el ultimo ano?								
No	2076	9.7	8.9	7.0	4.9	10.8	27.6	8.5
Si	269	10.5	9.5	8.0	4.7	11.8	36.1	9.7
Utilizo pintura de aceite o vinilica								
No	2076	9.7	8.9	7.0	4.9	10.8	27.6	8.5
Si	269	10.5	9.5	8.0	4.7	11.8	36.1	9.7
Se ha fijado si el niño frecuentemente come pedacitos de pintura?								
No	2371	10.0	9.2	7.2	4.9	11.0	29.1	9.4
Si	132	10.4	10.3	6.8	4.8	11.5	29.5	10.6

Cuadro 9. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según diferentes variables relacionadas con la vivienda.
Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
De donde obtiene el agua								
De un solo cano para todo el barrio	98	14.6	12.0	10.6	6.2	19.4	52.0	22.4
Cilindros de agua	294	8.9	9.3	6.0	4.6	8.9	18.4	7.8
Fuera de la casa pero dentro del edificio	62	11.2	10.9	8.1	5.6	11.7	35.5	6.5
Dentro de la casa	2037	9.9	9.0	7.2	4.9	11.1	29.5	9.3
Por su casa existe en la misma manzana, o en un perímetro próximo a tres cuadras existe:								
Imprenta								
No	1971	10.7	9.9	7.6	5.0	11.8	32.3	11.2
Si	112	9.7	7.5	7.6	5.2	10.9	30.4	7.1
Fundición de metales								
No	2033	10.6	9.7	7.5	5.0	11.7	32.1	10.7
Si	50	13.6	13.1	7.9	5.6	18.9	36.0	24.0
Taller de reparación de acumuladores								
No	1997	10.7	9.8	7.5	5.0	11.8	32.2	11.1
Si	89	10.9	9.4	8.5	6.0	11.1	30.3	9.0
Depósitos de minerales								
No	1929	9.4	7.9	7.2	5.0	10.7	27.8	7.6
Si	152	26.4	15.9	22.1	14.6	34.8	87.5	54.6

Cuadro 10. Diferencias en los niveles de plomo en sangre según diferentes variables relacionadas con el tráfico vehicular.

Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

	Toda la muestra(1) (ug/dL)	El Callao(2) (ug/dL)	Lima(2) (ug/dL)
De donde obtiene el agua			
De un solo cano para todo el barrio	-1.71(-3.17, 0.26)	6.25(2.76, 9.74)	-0.76(-2.32, 0.78)
Cilindros de agua	-0.15 (-1.02, 0.71)	6.25(2.76, 9.74)	-0.91(-1.54, -0.28)
Fuera de la casa pero dentro del edificio	1.86(0.08, 3.63)	0.84(-5.01, 6.71)	2.16(0.78, 3.53)
Dentro de la casa	Referencia	Referencia	Referencia
Imprenta			
Si	-0.03(-1.44, 1.38)	-0.19(-5.26, 4.87)	0.65(-0.35, 1.66)
Fundición de metales			
Si	1.96 (-0.11, 4.03)	4.83(-0.34, 10.0)	-0.93 (-2.75, 0.88)
Taller de reparación de acumuladores			
Si	1.29(-0.28, 2.87)	-4.29 (-9.25, 0.66)	2.69(1.51, 3.86)
Depósitos de minerales			
Si	8.37 (7.06, 9.68)	13.29(11.14, 15.44)	14.04(10.06, 18.02)
Modelos multivariados(3)			
De donde obtiene el agua			
De un solo cano para todo el barrio	2.61(-0.43, 5.65)	-1.96(-3.50, -0.37)	-0.63(-2.52, 1.25)
Cilindros de agua	6.30(2.80, 9.81)	0.13 (-0.84, 1.10)	-0.83(-1.52, -0.14)
Fuera de la casa pero dentro del edificio	2.72(-2.98, 8.43)	2.10 (0.21, 3.98)	1.77(0.36-3.18)
Dentro de la casa	Referencia	Referencia	Referencia
Taller de reparación de acumuladores			
Si	-	1.61(0.03, 3.19)	2.97(1.78, 4.17)
Depósitos de minerales			
Si	13.09(10.94,15.24)	8.39(7.08, 9.70)	13.94(10.01-17.88)
1Diferencia de medias ajustadas por edad y área de residencia 2Diferencia de medias ajustada por edad 3 Predictores significativos en los modelos multivariados *p<0.05			

Cuadro 11. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según diferentes variables relacionadas con la ocupación del padre y de alguna otra persona que habita regularmente en la vivienda.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Ocupación relacionada con la exposición a plomo	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
No	2476	10.0	9.2	7.1	4.9	11.0	29.0	9.4
Si	75	12.7	9.7	9.4	3.9	16.4	44.1	14.7
Lava en casa la ropa de trabajo?								
No tiene exposición ocupacional al plomo	2476	10.0	9.2	7.1	4.9	11.0	28.9	9.4
No Lava	20	9.5	8.5	5.9	3.7	12.4	35.0	15.0
Si Lava	20	14.4	12.9	9.9	6.8	16.7	50.0	20.0

Cuadro 12. Diferencias en los niveles de plomo en sangre según diferentes variables relacionadas con la ocupación del padre u otra personas que habitan regularmente en la vivienda.
Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Ocupación relacionada con la exposición a plomo	Toda la muestra(1) (ug/dL)	El Callao(2) (ug/dL)	Lima(2) (ug/dL)
Ocupación	2.26 (-0.10, 4.63)	1.64 (-5.05, 8.35)	1.14 (-0.88, 3.16)
No lava	-0.004(-3.08, 3.08)	1.80 (-7.63, 11.25)	-1.29 (-3.78, 1.20)
Si lava	3.91(0.83, 7.00)	2.85 (-5.46, 11.16)	4.26 (1.55, 6.97)

Cuadro 13. Modelos multivariados para los predictores de plomo en sangre.
Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Variable	Riesgo de tener niveles de plomo en sangre > 10 ug/dL.*			Diferencia de medias**		
	RPC	IC 95%		RPC	IC 95%	
Sexo	0.80	0.64	1.01	-.4957	-.855	-.013
17-24	4.65	2.55	8.47	2.233	1.2	3.19
24-36	3.07	1.78	5.30	1.75	.936	2.56
37-48	3.00	1.76	5.08	1.666	.882	2.45
49-50	3.20	1.97	5.42	2.377	1.63	3.11
51-62	1.95	1.16	3.29	1.639	.90	2.37
63-74	2.21	1.30	3.76	1.565	.799	2.33
75-86	2.15	1.23	3.74	1.425	.624	2.22
87-98	1.27	0.72	2.24	.7497	-.031	1.53
99-110	1.70	0.96	3.00	1.095	.291	1.89
Come tierra	1.45	1.02	2.06	.9023	.316	1.48
Muerde o chupa lápices	1.41	1.12	1.78	.5485	.170	0.92
Cerca de su casa hay depósitos de minerales	5.58	3.21	9.70	6.207	5.43	6.97
Ocupación relacionada con la exposición a plomo	3.10	1.38	6.93	2.049	.544	3.55
CALLAO	2.10	1.63	2.70	1.375	.940	1.81
CALLAO, alrededor de los Depósitos de minerales	24.1	16.4	35.64	9.082	8.49	9.66
Tráficos medio	1.02	0.75	1.39	-	-	-
Trafico alto	1.37	1.05	1.78	-	-	-
Constante	-	-	-	5.756	4.99	6.51
*Estimado mediante regresión logística						
** Estimado mediante regresión lineal						
RPC Razón de productos cruzados						

Cuadro 14. Modelos multivariados para los predictores de plomo en sangre para la población seleccionada en el Callao.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

	Riesgo de tener niveles de plomo en sangre > 10 ug/dL.*			Diferencia de medias**		
	RPC	IC 95%		RPC	IC 95%	
Sexo	1.18	0.86	1.61	0.87	-0.23	1.98
17-24	4.02	1.52	10.67	3.96	0.74	7.17
24-36	2.46	1.11	5.45	4.08	1.29	6.88
37-48	1.47	0.72	3.03	0.20	-2.39	2.79
49-50	1.69	0.84	3.41	2.32	-0.19	4.83
51-62	1.43	0.69	2.95	-0.02	-2.61	2.57
63-74	1.18	0.58	2.42	0.56	-2.03	3.14
75-86	1.28	0.64	2.56	0.21	-2.29	2.70
87-98	1.05	0.52	2.14	-1.10	-3.61	1.42
99-110	0.90	0.44	1.84	-1.28	-3.83	1.27
Come tierra	2.38	1.39	4.06	3.73	1.96	5.49
Muerde o chupa lápices	1.27	0.92	1.74	1.08	-0.03	2.19
Depósitos de minerales cerca de la casa	8.31	4.89	14.12	9.79	8.36	11.22
Ocupación relacionada con plomo	6.49	1.39	30.28	6.91	2.66	11.16
Siempre lava las manos	0.68	0.47	1.0	-1.92	-3.25	-0.59
Constante				7.63	5.11	10.16
*Estimado mediante regresión logística						
** Estimado mediante regresión lineal						
RPC Razón de productos cruzados						

Cuadro 15. Modelos multivariados para los predictores de plomo en sangre para la población seleccionada en Lima.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

	Riesgo de tener niveles de plomo en sangre > 10 ug/dL.*			Diferencia de medias**		
	RPC	IC 95%		RPC	IC 95%	
Sexo	0.91	0.67	1.23	-0.32	-0.67	0.04
17-24	3.52	1.65	7.52	1.39	0.50	2.29
24-36	2.46	1.23	4.92	1.01	0.27	1.76
37-48	2.58	1.30	5.11	1.46	0.72	2.19
49-50	2.31	1.19	4.49	1.97	1.28	2.66
51-62	1.27	0.63	2.53	1.44	0.78	2.10
63-74	2.36	1.20	4.66	1.64	0.93	2.35
75-86	2.29	1.07	4.90	1.89	1.08	2.70
87-98	1.26	0.57	2.77	1.17	0.41	1.93
99-110	2.54	1.21	5.31	1.89	1.09	2.68
Come tierra	1.39	0.88	2.18	0.60	0.03	1.18
Muerde o chupa lápices	1.75	1.28	2.39	0.75	0.37	1.13
Depósitos de minerales cerca de la casa	16.39	1.74	154.59	5.12	2.04	8.20
Ocupación relacionada con plomo	1.33	0.40	4.39	0.55	-1.00	2.10
Trafico alto	2.00	1.39	2.88	0.53	0.12	0.95
Tráficos medio	1.32	0.86	2.01	0.09	-0.37	0.55
Constante				5.13	4.35	5.92
*Estimado mediante regresión logística						
** Estimado mediante regresión lineal						
RPC Razón de productos cruzados						

Cuadro 16. Medias de peso y talla y su relación con plomo en sangre.

			Toda la muestra (decremento por 10 ug/dL de plomo en sangre)*	El Callao (decremento por 10 ug/dL de plomo en sangre)	Lima (decremento por 10 ug/dL de plomo en sangre)
	n	Media (DS)	Beta (IC 95%)	Beta (IC 95%)	Beta (IC 95%)
Peso (kg.)	1533	22.7(6.20)	0.34(0.11, 0.58)	0.55(0.29, 0.80)	0.02(-0.65, 0.61)
Talla (cm.)	1537	116.6(13.0)	1.07(0.66, 1.48)	1.00 (0.73, -1.44)	0.58(-0.30, 1.46)
Decremento estimado usando modelos de regresion lineal. Las variables incluidas fueron edad (11 grupos), sexo y distrito de residencia (6 grupos).					

Cuadro17. Distribución de los niveles de plomo en sangre y porcentajes de participantes con valores superiores a los 10 y 20 ug/dL según diferentes variables relacionadas con el desempeño escolar y comportamiento.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Notas escolares	n	Media (ug/dL)	DE	Mediana (ug/dL)	p25 (ug/dL)	p75 (ug/dL)	pbs10 (%)	pbs20 (%)
Bajas	62	13.4	12.3	8.7	6.8	13.0	41.9	17.7
Regular	510	11.6	11.0	7.7	5.5	12.7	35.5	11.6
Buenas	898	9.6	7.9	7.4	5.4	10.6	27.6	6.8
Reprobado								
No	867	10.1	9.2	7.3	5.3	10.7	28.4	8.1
Si	77	18.7	17.7	10.9	6.3	27.1	50.6	32.5
Distrae								
Poco	735	9.9	9.0	7.0	5.0	11.0	29.5	8.8
Regular	856	9.0	8.5	6.7	4.5	10.0	24.9	7.0
Mucho	866	10.7	9.8	7.7	5.1	11.7	31.4	11.0
Hiperactivo								
Bajo	392	9.7	8.7	6.9	4.8	11.0	29.8	8.4
Regular	812	9.1	8.5	6.6	4.7	10.1	25.6	6.5
Alto	1259	10.4	9.6	7.5	5.0	11.4	30.2	10.7

Cuadro 18. Diferencias en los niveles de plomo en sangre según diferentes variables relacionadas el desempeño escolar y el comportamiento.
Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

VARIABLES ESTUDIADAS	Toda la muestra(1) (ug/dL)	El Callao(2) (ug/dL)	Lima(2) (ug/dL)
Buenas	referencia	referencia	Referencia
Regulares	1.08(0.29, 1.87)	2.60(0.35, 4.85)	0.48(-0.05, 1.01)
Malas	1.53(-0.32, 3.39)	8.74(3.21, 14.26)	0.58(-0.64, 1.81)
Reprobado	4.18(2.31, 6.06)	14.93(10.52, 19.34)	0.25(-0.89 1.41)
Distrae	0.50(0.16, 0.84)	1.43(0.42, 2.43)	0.17(-0.11, 0.45)
Hiperactivo	0.62(0.25, 1.00)	1.80(0.72, 2.88)	0.31(0.01, 0.63)

Cuadro19. Distribución según edad, estado civil y grado de instrucción de las participantes en el estudio. Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Grupos de edad	n	%
12 a 14	4	0.4
15 a 19	144	16.5
20 a 24	288	33.1
25 a 29	208	23.8
30 a 34	144	16.5
35 a 39	64	7.3
40 a mas	20	2.4
Estado Civil		
Casada	230	26.3
Conviviente	468	53.6
Soltera	169	19.4
Viuda	4	0.5
Divorciada	2	0.2
Grado de Instrucción		
Analfabeta	9	1.1
Primaria Incompleta	39	4.5
Primaria Completa	77	8.8
Secundaria	546	62.6
Superior Técnico	134	15.3
Superior Universidad	67	7.7

Cuadro20. Distribución de los niveles de plomo en sangre según hospital de procedencia de las participantes en el estudio. Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

	Casos	Media	DE	Min	Max	%Pb > 10
Hospital						
Santa Rosa	199	2.6	1.5	0.7	12.0	0.50
Maria Auxiliadora	67	2.7	1.7	0.7	9.0	0.00
San Bartolomé	203	3.6	2.9	0.2	24.3	4.43
Inst. Mat. Perinat	203	3.8	2.0	0.8	13.2	1.97
Daniel A. Carrión	202	4.1	2.9	0.9	28.7	3.47

Cuadro21. Distribución de los niveles de plomo en sangre según el tiempo de residencia en Lima de las participantes en el estudio. Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-99.

Tiempo en años	Casos	Media	DE	Min	Max
0 a 5	136	2.9	1.4	0.8	8.6
6 a 10	92	3.1	1.8	0.5	11.3
Más de 10	208	3.9	3.0	0.7	28.7
Toda la Vida	434	3.5	2.3	0.2	24.3

Cuadro 22. Distribución de niveles de plomo en sangre en mujeres en edad reproductiva según grupos de edad.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y el Callao, Perú 1998-99

	Casos	Media	DE	Min	Max
12 a 14	4	3,75	1,97	2,0	6,2
15 a 19	144	3,18	1,88	0,5	13,2
20 a 24	288	3,46	2,54	0,2	24,3
25 a 29	208	3,42	2,72	0,7	28,7
30 a 34	144	3,74	2,24	0,7	12,0
35 a 39	64	3,39	2,11	0,7	10,8
40 a mas	20	3,52	2,13	1,0	9,0

Cuadro 23. Distribución de niveles de plomo en sangre en mujeres en edad reproductiva según grado de Instrucción.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y el Callao, Perú 1998-99

	Casos	Media	DE	Min	Max
Analfabeta	9	2,78	1,33	1,2	5,2
Primaria Incompleta	39	3,83	2,38	0,7	10,7
Primaria Completa	77	3,62	3,5	0,9	28,7
Secundaria	546	3,45	2,07	0,2	14,1
Superior Técnico	134	3,45	2,77	0,7	24,3
Superior Universidad	67	3,13	2,58	1,0	17,5

Cuadro 24 Distribución de niveles de plomo en sangre en mujeres en edad reproductiva según estado civil.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y el Callao, Perú 1998-99

	Casos	Media	DE	Min	Max
Casada	230	3,28	2,12	0,7	17,5
Conviviente	468	3,57	2,42	0,5	24,3
Soltera	169	3,34	2,72	0,2	28,7
Viuda	4	2,85	0,99	1,5	3,7
Divorciada	2	4,10	0,14	4,0	4,2

Cuadro 25 Distribucion de niveles de plomo en sangre en mujeres en edad reproductiva según de donde obtiene el agua.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y el Callao, Perú 1998-99

	Casos	Media	DE	Min	Max
De un solo caño	39	3,95	3,12	1,0	17,5
De cilindros de agua	89	4,17	3,73	0,7	28,7
Fuera de casa/dentro edif.	24	2,76	1,58	0,9	8,6
Dentro de la casa	690	3,36	2,15	0,2	24,3
De pozo	32	3,32	1,89	1,1	10,1

Cuadro 26 Distribucion de niveles de plomo en sangre en mujeres en edad reproductiva según tráfico vehicular que transita por su casa.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-1999

	Casos	Media	DE	Min	Max
Alto	314	3,60	2,72	0,2	28,7
Medio	243	3,34	2,30	0,7	24,3
Bajo	314	3,37	2,11	0,5	14,1

Cuadro 27. Distribucion de niveles de plomo en sangre en mujeres en edad reproductiva según tipo de transporte que utiliza frecuentemente
 Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-1999

	Casos	Media	DE	Min	Max
Micro/omnibus	662	3,50	2,44	0,5	28,7
Auto/taxi,colectivo	158	3,32	2,41	0,2	24,3
Mototaxi	18	3,15	1,73	1,0	7,3
A pie	31	3,13	1,86	1,3	8,6

Cuadro 28 Distribucion de niveles de plomo en sangre en mujeres en edad reproductiva
Según tiempo (min) que espera en la calle.

Encuesta de niveles de plomo en sangre. Lima Metropolitana y El Callao, Perú 1998-1999

	Casos	Media	DE	Min	Max
0 a 5	152	3,32	2,00	1,0	13,2
5 a 10	287	3,58	2,98	0,2	28,7
10 a 15	315	3,36	2,17	0,7	14,0
Más de 15	107	3,54	1,87	0,8	10,2

7 FIGURAS

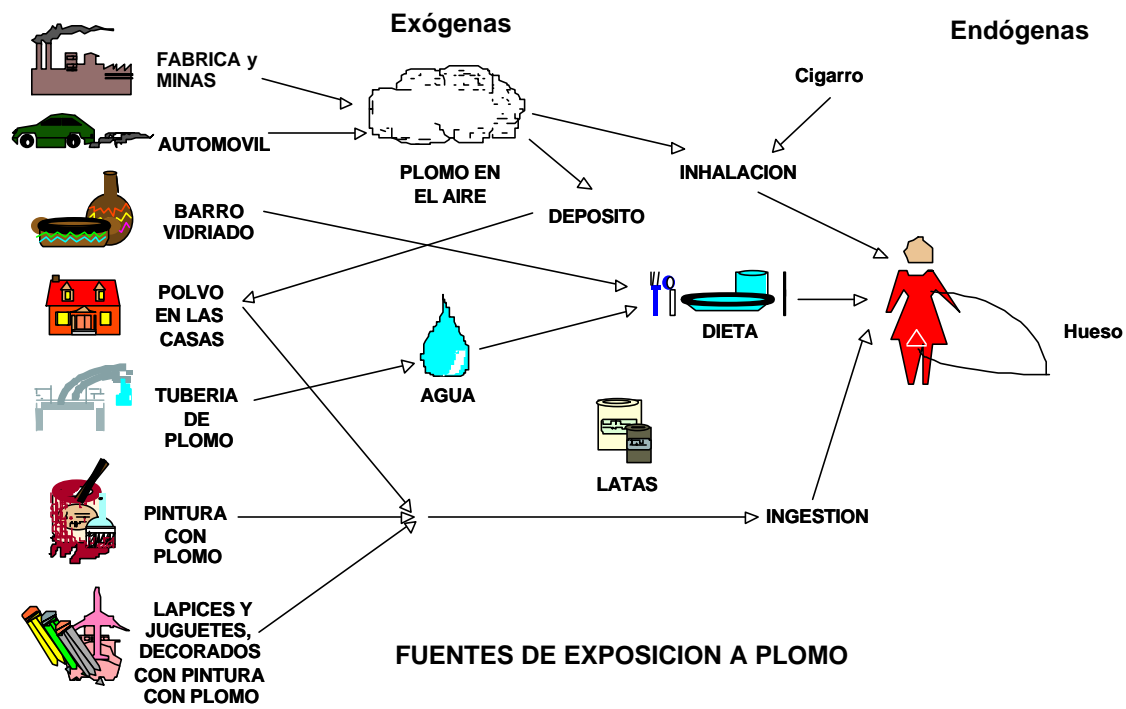


Figura 1. Fuentes de exposición a plomo.

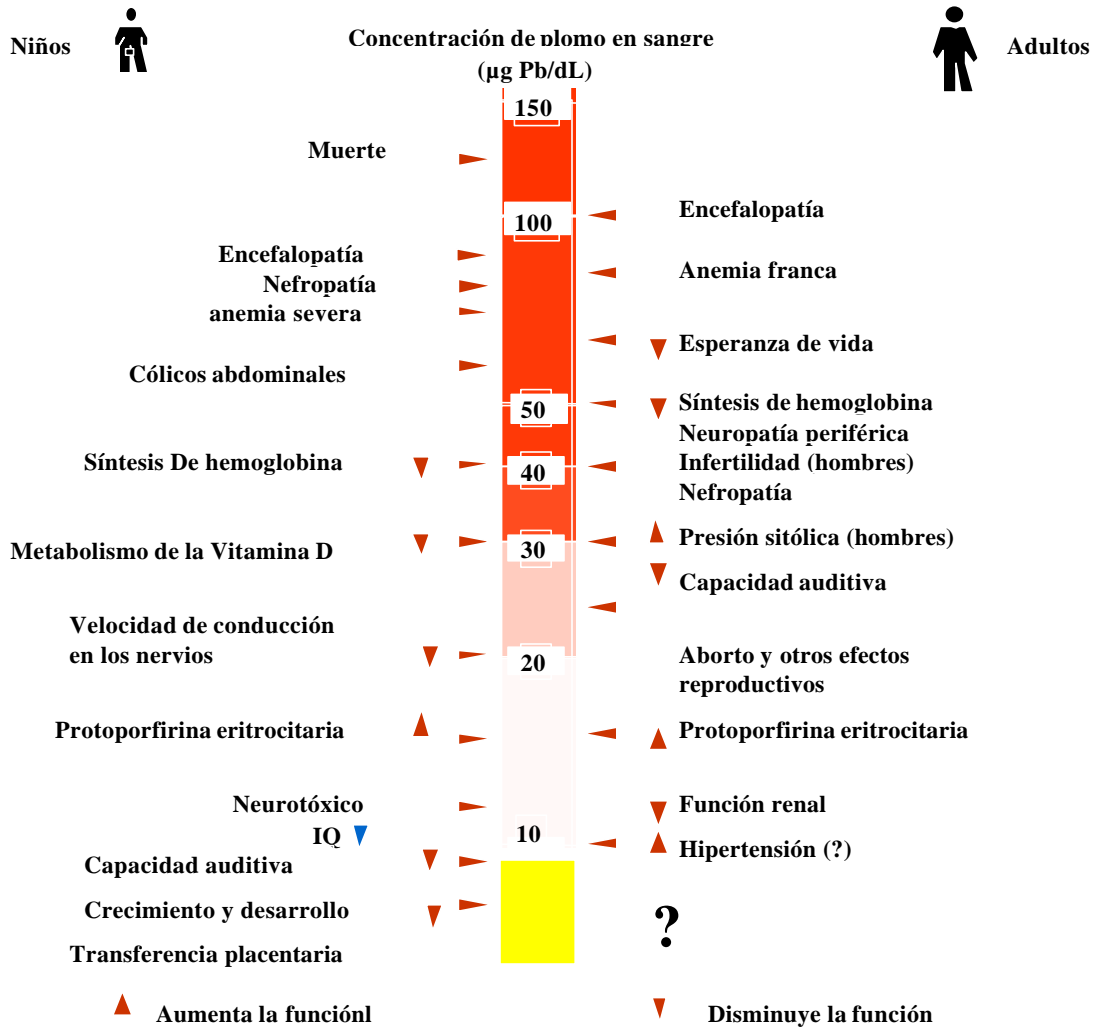


Figura 2. Efectos del plomo sobre la salud

Distribución geográfica de la población estudiada.

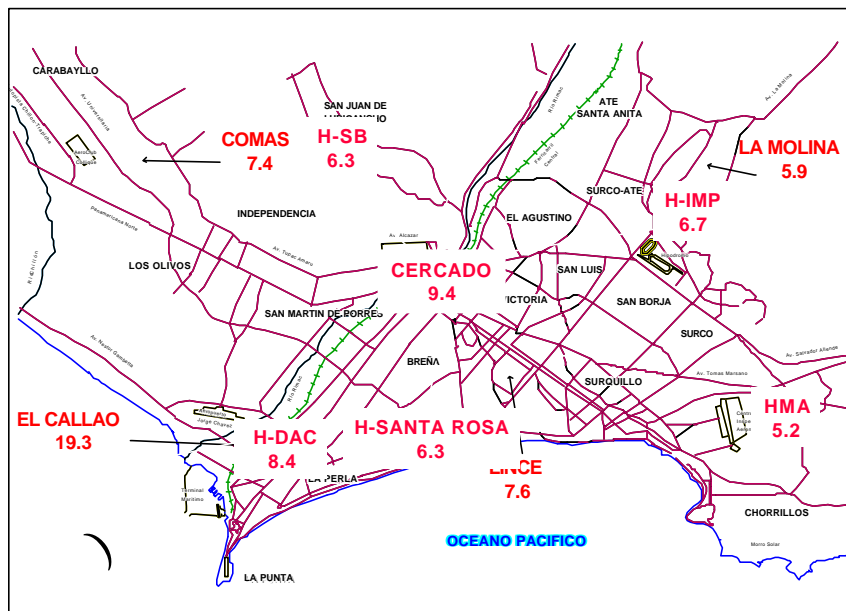


Figura 3. Distribución geográfica y promedios de plomo en sangre (ug/dL) de las diferentes zonas estudiadas.

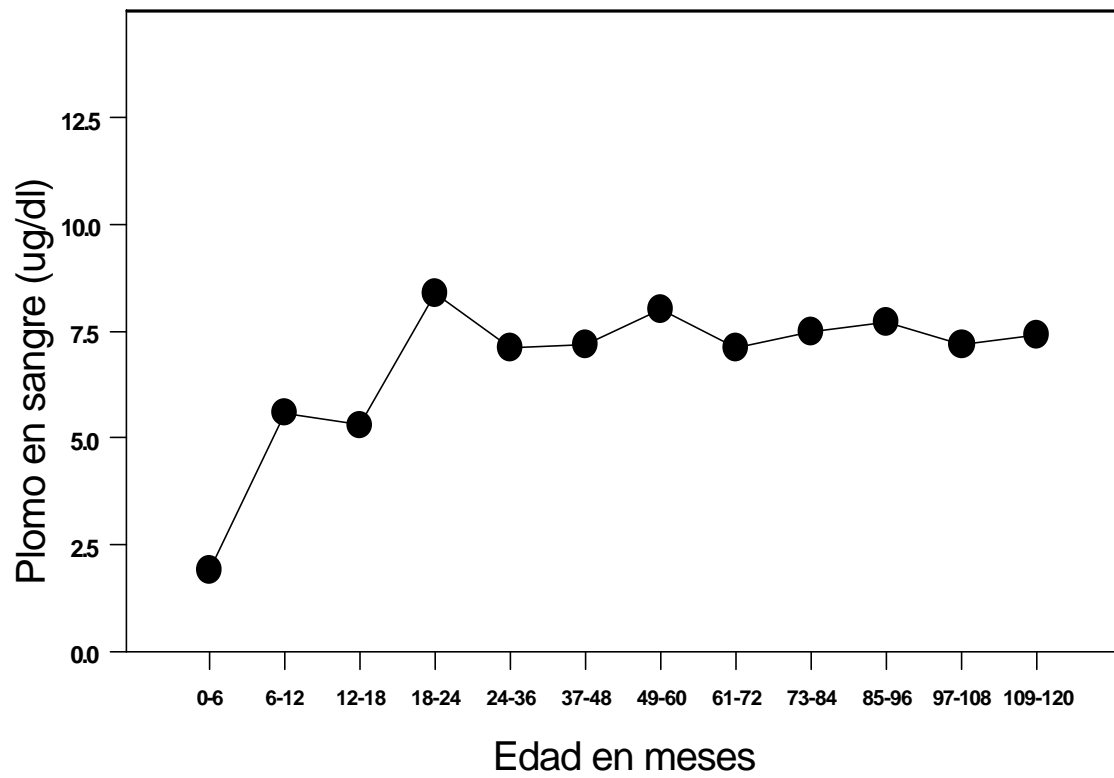


Figura 4. Distribución de los niveles de plomo en sangre según la edad. Los puntos corresponden a la mediana.

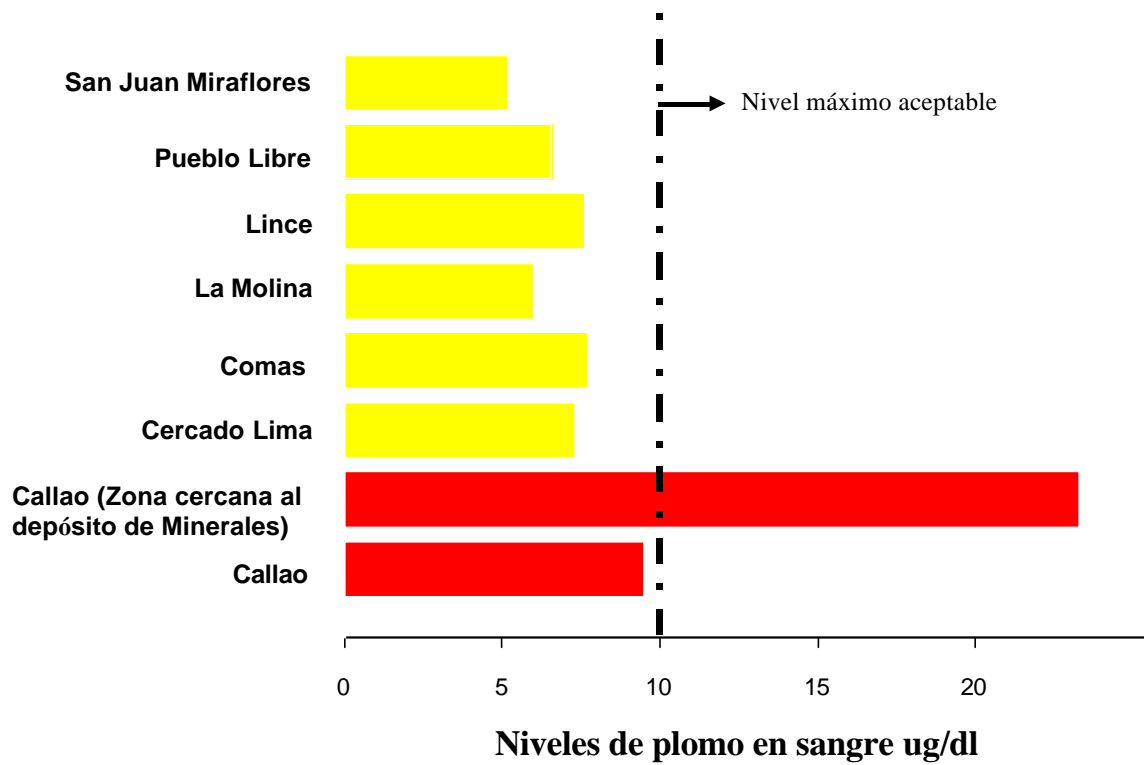


Figura 5. Niveles de plomo en sangre en población infantil de acuerdo al sitio de muestreo. Lima Metropolitana y Callao, 1998-1999.

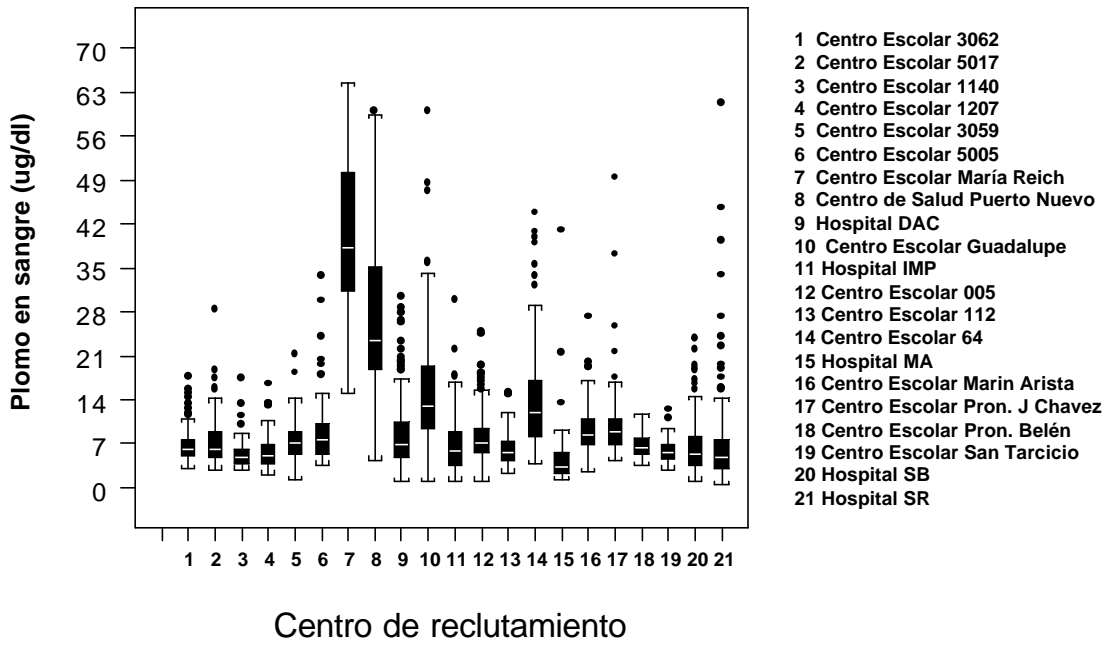


Figura 6. Distribución de los niveles de plomo en sangre según centros de reclutamiento

Distribución según distancia a los depósitos

Análisis descriptivo

Muestras:	46
Valor mínimo:	52
Percentil-25:	98
Media:	542
Mediana:	214
Percentil-75:	623
Valor máximo:	2859

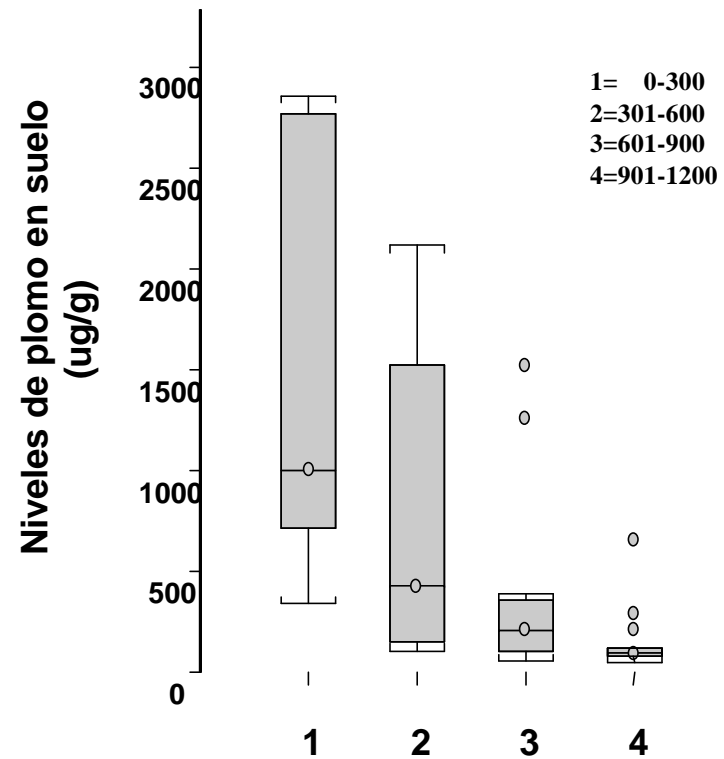


Figura 7. Distribución de los valores de plomo en suelo según la distancia de los depósitos de minerales