

EXPOSICION A PLOMO TETRAETILO DE LOS BOMBEROS DE LAS ESTACIONES DE GASOLINA EN MEDELLIN COLOMBIA 1990

*Marta Lucía Toro R.**
*María Eugenia Rodríguez G.***
*Germán Giraldo Salinas****
*Luis Gabriel Agudelo Viara*****

Resumen

Con el fin de medir los efectos que sobre la salud genera la exposición ocupacional al plomo orgánico (tetraetilo) usado como sustancia antidetonante y adicionado a la gasolina. Se estudió una población de 60 trabajadores (isleros-bomberos) despachadores de gasolina en 25 estaciones de servicio de Medellín, a los cuales se les realizó: determinación de plomo en sangre y orina por espectrofotometría de absorción atómica, zinc-protoporfirina por hematofluorómetro, hemoglobina y hematócrito, y examen médico; estos resultados se analizaron buscando su correlación con el tiempo de exposición, el que osciló entre cuatro meses y veinte años.

* Enfermera especialista en salud ocupacional, Facultad Nacional de Salud Pública Universidad de Antioquia. Profesora Facultad Enfermería Universidad de Antioquia.

** Enfermera especialista en salud ocupacional, Facultad Nacional de Salud Pública Universidad de Antioquia. Asesora.

*** Médico especialista en salud ocupacional, Facultad Nacional de Salud Pública Universidad de Antioquia. Servicio Seccional de Antioquia.

**** Docente, Departamento de Matemáticas, Facultad Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Antioquia.

Se utilizaron pruebas estadísticas de regresión y correlación, análisis de varianza y análisis de clouster.

Palabras claves:

Tetraetilo de plomo

Exposición ocupacional

Trabajo

Enfermedad

Salud ocupacional

Población expuesta

Exposición ocupacional al plomo tetraetilo

El plomo y sus diversos compuestos se usan en innumerables industrias siendo las más importantes: pigmentos, baterías y productos químicos, como antidetonantes en la gasolina, empleados desde hace 50 años aproximadamente.

Las gasolinas que contienen este antidetonante se denominan alklicas o plomadas. La máxima cantidad de tetraetilo que puede agregársele a un combustible es de 3 cc por galón debido a la extrema toxicidad del tetraetilo (27); en Colombia el promedio de tetraetilo de plomo en la gasolina importada durante el segundo semestre de 1989 fue de 1,0 cc/galón cifra utilizada para el cálculo del tetraetilo de plomo en la mezcla. (10)

El tetraetilo de plomo es un compuesto orgánico, aceitoso, soluble en lípidos; a temperatura ambiente es líquido, con gran facilidad de evaporación lo que hace que se encuentre concentrada en el ambiente, de fácil absorción por la piel y el tracto respiratorio; es irritante, incoloro y de olor agradable. En cualquier puesto de trabajo donde se manipule plomo tetraetilo existe un riesgo potencial de toxicidad que es preciso valorar. Inevitablemente los trabajadores dedicados a su manejo están expuestos.

Para valorar la importancia de los efectos tóxicos del plomo procedente de la gasolina, es clara la conveniencia de dividir a la población expuesta en dos grupos: (7)

a. Población expuesta a niveles altos durante un período largo de tiempo

En este grupo encontramos principalmente a las personas expuestas a las emisiones del tráfico por su ocupación laboral, como por ejemplo: policías

de tráfico, inspectores de coches, taxistas, motoristas, mensajeros, guardas de parqueaderos, empleados de gasolineras, etc.

b. Población no específicamente expuesta

Representa la mayor parte de la población urbana o que reside cerca de una vía de gran circulación.

En general, en este grupo los niveles de plomo en la sangre debido al plomo de la gasolina son menores o comparables al absorbido en la ingestión de alimentos, pero, en cualquier caso es un factor de no poca importancia que se adiciona a la absorción de plomo debida a otras causas. Por otra parte, debido a que alcanza una gran parte de la población se convierte en problema de salud pública.

Metabolismo

La enorme facilidad de evaporación del tetraetilo de plomo permite que penetre en el organismo por vía respiratoria y se absorba.

También puede penetrar fácilmente a través de la piel y ser absorbido gracias a su gran liposolubilidad, produciendo además dermatitis de tipo irritativo agudo, que fácilmente se cronifica. Los efectos más serios son los relacionados con el sistema nervioso central y el sistema renal. Los efectos en la síntesis del grupo Hemo son menos evidentes puesto que éste no se une a los glóbulos rojos.

La acción tóxica producida por el tetraetilo de plomo es causada por sus derivados trialquílicos. El tetraetilo comienza transformándose en trietilo a dietilo y parcialmente en plomo inorgánico. Por los usos que tiene el alquil plomo, los efectos pueden darse de modo agudo; en este caso los síntomas que aparecen a las pocas horas de exposición, son graves, con delirio, comportamiento sicótico, alucinaciones, convulsiones terminando en coma.

En las exposiciones intensas pero repetidas pueden aparecer a las dos o tres semanas del inicio de la exposición, con pérdida del apetito, vómito, diarrea y sabor metálico en la boca.

Se consideran signos de alarma de la exposición ocupacional: la disminución de la memoria, alteraciones del carácter, insomnio, trastornos digestivos o del ritmo cardiaco; casi nunca aparecen manifestaciones de cólico, parálisis periférica ni otros síntomas del saturnismo, tales como la anemia y el estreñimiento. (7, 9, 16, 22, 23, 25)

La eliminación del plomo del organismo se realiza principalmente por la orina y el tracto gastrointestinal. Muy poco se sabe de las vías de excreción como sudor, exfoliación cutánea y pérdida del cabello.

Detección de efectos biológicos

En todo puesto de trabajo donde se manipule plomo y sus compuestos existe un riesgo de toxicidad que es preciso valorar. Esta valoración se realiza por estudios ambientales de los puestos de trabajo; control médico de la población expuesta y la detección de los efectos biológicos.

Estos últimos se determinan a partir de pruebas de laboratorio que cuantifican los efectos del plomo sobre el organismo.

Indicadores de absorción

Plomo en sangre

El plomo en sangre refleja un equilibrio dinámico entre la absorción, distribución, almacenamiento y eliminación.

Independientemente de la exposición al plomo, varios factores pueden alterar los valores de plumbemia. El primero a considerar es la cantidad de eritrocitos circulantes, puesto que más del 90% del plomo en la sangre está ligado a estas células; la anemia, de cualquier origen puede perjudicar el análisis, porque conduce a resultados inferiores al del plomo absorbido; en cuanto a la policitemia está llevada a una estimación falsamente elevada del valor de plomo en sangre.

Los niveles de concentración de plomo encontrados normalmente en la población varían entre 10 y 35 ug/100ml (microgramos por mililitros) de sangre, con una media de 17,32 ug/100ml (miligramos por milímetro). Los

valores para adultos no opcionalmente expuestos son habitualmente menores de 20 ug/100ml de sangre. (9) Los niveles de riesgo (9) para la exposición al plomo tomados de la serie Vigilancia 8 Plomo; OPS/OMS presentan grado de riesgo:

Normal	< 10	ug/100ml
Aceptable	40-80	ug/100ml
Excesivo	80-120	ug/100ml
Peligroso	> 120	ug/100ml

El límite de tolerancia biológico (LTB) de plomo en sangre es de 40 ug/100ml para hombres adultos y de 30 ug/100ml para mujeres en edad fértil (OMS 1980), de 25 ug/100ml para niños. (9)

Plomo en orina

El valor del plomo eliminado espontáneamente por la orina puede ser considerado como un índice biológico en los casos de exposición al metal; sin embargo, este valor no refleja con exactitud la cantidad de metal acumulado en el organismo.

Por lo tanto en exposiciones ocurridas tiempo atrás la determinación de plomo en orina puede ser totalmente normal; por esto no es prudente utilizar este parámetro cuando se necesita establecer si un individuo podrá o no reanudar su trabajo después de un período de alejamiento por intoxicación.

Los niveles de plomo considerados normales en orina son < 80 ug/l con un valor habitual de 30 ug/l.

El límite de tolerancia biológico (LTB): 150 ug/g creatinina.

Los niveles de riesgo son (9):

Normal	< 80	ug/l
Aceptable	80-150	ug/l
Excesivo	150-250	ug/l
Peligroso	> 250	ug/l

Indicadores de efecto

Zinc-protoporfirina

Una de las pruebas más sensibles y menos costosa es la zinc-protoporfirina (ZPP). El valor de la ZPP va a estar directamente relacionado con el valor de plomo en sangre que la persona haya tenido en un período de tiempo que oscila entre 120 y 130 días, que es la vida media del hematie, ya que el plomo inhibe la ferroquelatasa o hemosintetasa eritrocitaria, evitando la incorporación del ion hierro a la protoporfirina IX, deteniéndose la síntesis del hemo; acumulándose la protoporfirina en el eritrocito, pero no de forma libre sino bajo la forma de complejo con el zinc-protoporfirina.

Algunos factores que pueden variar el resultado de la ZPP son, la anemia por deficiencia de hierro, la porfiria y la bilirrubinemia aumentada que puede dar falsos positivos. (22, 24)

El valor normal encontrado en el organismo humano de ZPP es igual a 2,5-3,0 ug/gr Hb. (9)

El valor límite de tolerancia biológico (LTB) de 12,5 ug/gr Hb. (9)

El límite biológico aconsejado por la Conferencia gubernamental americana de higienistas industriales y biólogos LTB fue: 100 ug/100ml de sangre (para 1989 a 1990).

El control de la exposición ocupacional al plomo es complejo, dadas las características específicas de los indicadores biológicos utilizados en cuanto a su significado e interpretación. Se requiere de un conocimiento de las circunstancias de exposición, tipo de compuesto presente en el ambiente, condiciones individuales del trabajador, adecuado control de calidad de los métodos de medición y una permanente información entre los diferentes profesionales del área de la salud ocupacional.

Metodología

Se utilizó un estudio epidemiológico descriptivo de corte, mediante el cual se registraron las cifras de plomo, encontradas a partir del examen de san-

gre y orina y se clasificaron según niveles de exposición. Se trata a su vez de un estudio de tipo inferencial por cuanto el análisis estadístico permitió inferir los resultados a la población de bomberos del área metropolitana de Medellín.

El universo de la investigación corresponde a 110 estaciones de servicio de distribución de los derivados del petróleo (gasolina), situadas en el área metropolitana de Medellín.

La población objeto de estudio fue de 25 estaciones seleccionadas basándose en los siguientes parámetros:

- Pertenecer a la Asociación de Distribuidores de Combustibles Fendipetróleo de Antioquia, que agrupa 77 estaciones.
- Estar situadas en el área metropolitana de Medellín.
- Tener un promedio de ventas de 100.000 a 200.000 galones de gasolina por mes.
- Condiciones de higiene y seguridad similares.
- Jornada laboral correspondiente a 48 horas semanales.
- Las estaciones deben tener adscritos sus empleados al ISS.

Se realizó un censo de despachadores de gasolina (bomberos) dando como resultado una población de 183 bomberos distribuidos en 25 estaciones.

Se denomina bombero o islero al trabajador cuyo oficio consiste en atender al público en general abasteciendo de gasolina sus vehículos; su puesto de trabajo como tal (isla) está conformada por surtidores de gasolina los cuales funcionan automáticamente, motivo por el cual el trabajador debe mantenerse en estado de alerta lo que implica control sobre la máquina. Durante su tarea está expuesto permanentemente a los vapores y derrames de gasolina, que contiene tetraetilo de plomo.

Variable relevante

Como variable relevante en este estudio se tomó el tiempo de exposición de los bomberos, al plomo contenido en la gasolina.

Se establecieron rangos para el tiempo de exposición, a partir de cuatro meses hasta veinte años (la acumulación del tetraetilo sólo puede ser medida inicialmente a partir del cuarto mes de exposición).

Se realizó examen físico, análisis de proceso de trabajo y toma de muestras de sangre venosa y orina a 60 trabajadores del sexo masculino, cuyas edades oscilaban entre 17 y 49 años, considerando el tiempo de exposición al factor de riesgo en 25 estaciones de gasolina localizadas en el área metropolitana de Medellín.

En el laboratorio de salud ocupacional del ISS se procesó plomo en sangre y zinc-protoporfirina; en el laboratorio central del ISS hemoglobina y hematócrito y en el laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia plomo en orina.

Análisis estadístico

Se utilizó análisis de regresión y correlación para establecer una relación causal entre las determinaciones cuantitativas de plomo en sangre, plomo en orina, zinc-protoporfirina, hemoglobina-hematócrito, hábito de fumar y el tiempo de exposición al factor de riesgo; análisis de varianza a dos vías, buscando niveles de diferencia significativa en el cruce de la variable independiente, tiempo de exposición al factor de riesgo con las variables dependientes, hábito de fumar, plomo en sangre y orina y niveles de zinc-protoporfirina.

Hallazgos

Al estudiar la población de 60 trabajadores vinculados a las bombas de gasolina del área metropolitana de Medellín con el fin de evaluar su exposición al plomo tetraetilo, se encontró un grupo entre 17 y 49 años de edad y un tiempo de exposición al factor de riesgo en el oficio entre cuatro meses y veinte años.

La concentración media de plomo en sangre de los bomberos analizados fue de 17,32 $\mu\text{g}/100\text{ml}$. Este valor encontrado para las condiciones estudiadas y con los niveles de plomo tetraetilo actuales, sugiere un riesgo limitado de intoxicación. Estos hallazgos de plomo en sangre se compararon según lo expuesto por Corey German (9) en la serie de Vigilancia 8 y según Berman. (2)

A partir de la clasificación de Corey se encontró un solo trabajador con cifras entre 35-70 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ considerado *expuesto ocupacional* que requiere vigilancia a partir de una evaluación de los indicadores biológicos cada tres meses hasta que se normalicen. Según la clasificación de Berman el 25% de los trabajadores ocupó la clase II para concentraciones entre 20-60 $\mu\text{g}/100\text{ml}$. Catalogado por el autor como presaturismo. Para este porcentaje de trabajadores deberá establecerse medidas de prevención. Se propone control trimestral de los indicadores biológicos y control inmediato del sitio de trabajo.

La literatura sugiere que la intoxicación por plomo se asocia con (anemia) disminución de hemoglobina y hematócrito; en la población estudiada se encontró una media de hemoglobina de 16,9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y hematócrito de 50,45; valores normales.

La concentración media de zinc-protoporfirina fue de 32,73 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ para la población estudiada, nivel considerado como normal (Corey, (9)). Al analizar estos resultados y compararlos con la clasificación elaborada por Moncada S. y Roig J. (7) se encontró que el 16,7% de los trabajadores se ubican en el nivel II de exposición correspondiente a 40-85 $\mu\text{g}/100\text{ml}$; los cuales requieren control trimestral de indicadores biológicos y control ambiental en el lugar de trabajo.

La media de plomo en orina en esta población fue de 12,47 $\mu\text{g}/1$ para una densidad urinaria de 1020 considerado un valor normal. Estos hallazgos de plomo en orina fueron comparados con la clasificación sugerida por Agotzi y G. Batista (7) los cuales consideran que individuos con cifras menores de 110 $\mu\text{g}/1$ d/1020 se consideran normales, por lo tanto los trabajadores de la población de estudio se ubican en este rango (véase anexo).

A partir del examen físico y anamnesis se buscaron signos y síntomas de intoxicación y datos de hipertensión. Los resultados fueron:

Ningún trabajador presentó *ribete de Burton*, sólo el 30% relató irritabilidad como síntoma frecuente y el 5% cefalea; más del 90% de los trabajadores no presentan ni insomnio, ni mareo, ni dolores abdominales. Sólo el 15% relató dolores musculares difusos y el 2% sabor metálico.

En cuanto a la presión arterial sólo cuatro trabajadores presentaron cifras altas en una sola toma.

Otros hallazgos fueron:

Dermatitis en el 1,5% y pterigio bilateral en el 15% de los trabajadores.

Al cruzar la variable plomo con el tiempo de exposición, edad, hábito de fumar y lavado de manos con gasolina, no se halló significancia estadística lo que indica que las cifras de plomo en orina de esta población no difieren cuando se relacionan con estas variables. Se observa una leve tendencia a aumentar el plomo en la orina en el último rango de exposición (15-20 años). En este mismo sentido se observa una tendencia no significativa a medida que la edad aumenta y cuando el lavado de manos con gasolina se hace más frecuente.

Las determinaciones de zinc-protoporfirina en la población no difieren por rangos de exposición, por grupo étnico, por hábito de fumar o por el lavado de manos con gasolina. No se encontró significancia estadística. Sin embargo aparece una tendencia (no significativa) a aumentar las cifras de zinc-protoporfirina en el rango de los ex fumadores y a medida que el lavado de manos con gasolina se hace más frecuente; no se halló significancia estadística entre las determinaciones de plomo en sangre por rangos de exposición, grupo étnico y lavado de manos con gasolina. Sólo se observa una tendencia no significativa a aumentar las cifras de plomo en el último grupo étnico, a medida que aumenta el tiempo de exposición, el hábito de fumar y el lavado de manos con gasolina.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio se pueden inferir a toda la población del área de Medellín que labora bajo unas condiciones similares de horario, concentraciones de tetraetilo de plomo en la gasolina, instalación locativa y salario entre otros.

Por lo tanto en cualquier puesto de trabajo donde se manipule plomo o sus compuestos, existe un riesgo potencial de toxicidad que es preciso valorar.

Las condiciones de higiene del sitio de trabajo no son óptimas puesto que ningún sitio posee agua caliente ni casilleros que permitan separar la ropa de calle y la ropa de trabajo.

Las instalaciones sanitarias en su mayoría son deficientes, sin dotación de artículos de aseo personal.

Para ninguno de los trabajadores se presta el servicio del lavado de uniformes, situación que obliga a los bomberos a trasladar hasta la casa la ropa contaminada.

Los riesgos sicosociales de esta población deberán ser tenidos en cuenta puesto que el trabajador debe permanecer en estado de alerta durante su jornada laboral generando desgaste por estrés, ya que la situación social por la que atraviesa el país tiene como blanco para atracos las estaciones de gasolina.

Las rotaciones de turnos y la jornada nocturna incide en el desempeño de la vida familiar y social del trabajador.

A partir de los resultados de plomo en sangre sólo se encontró un trabajador que puede ser considerado como expuesto ocupacional y 25% catalogados con presencia de presaturismo.

Los hallazgos de hemoglobina y hematocritos en toda la población son considerados dentro de las cifras normales.

El 16,7% de los trabajadores se ubican en el nivel II de exposición cuando se analizan los hallazgos de ZPP; para estos bomberos se definen controles biológicos y ambientales.

Según las cifras encontradas de plomo en orina toda la población puede considerarse dentro de los rangos de normalidad.

La anamnesis y el examen físico no revelaron signos ni síntomas compatibles con intoxicación.

Sólo cuatro trabajadores presentaron cifras compatibles con hipertensión.

En el 15% de la población estudiada se encontró pterigio bilateral.

El 37% de los trabajadores se catalogaron como fumadores, actitud que no abandonan mientras están desempeñando su oficio. Esta situación conlleva a posibles accidentes en el puesto de trabajo.

Ninguna de las estaciones de servicio visitadas tiene programas de salud ocupacional para esta población trabajadora.

Recomendaciones

El concepto básico al tratar con el riesgo potencial de cualquier material; es que la seriedad del riesgo depende de dos factores: la toxicidad del material y las condiciones reales de exposición a él. El peligro radica en la posibilidad de que bajo circunstancias de exposición dadas, un material produzca un efecto adverso sobre la salud.

1. Prevención del riesgo de inhalación del plomo

Como en toda prevención higiénica, los objetivos por conseguir deberían ser tres.

– Sustitución del producto

Entendemos como tal, cambiar el plomo tetraetilo en las gasolinas por otro antidetonante o utilizar gasolinas de mejor octanaje.

– Disminución de la concentración ambiental

Para conseguir este objetivo, van a tener que reforzarse la mayoría de las medidas técnicas por adoptar. Estas medidas perseguirán en todo momento, dos principios básicos: evitar la emisión de contaminante al ambiente (polvo, humos, etc.) y en su defecto, evitar la dispersión del mismo aire.

En los equipos de distribución de la gasolina se evitarán al máximo las fugas.

Instruir al bombero acerca del llenado del tanque para evitar así el derrame del producto y su posterior inhalación.

La ropa de trabajo, cuando se utilice, debe ser preferentemente de fibras que no retengan polvo, se evitarán pliegues, bolsillos, bocamangas, etc. donde éste pueda depositarse; la limpieza la efectuará la empresa y se utilizarán casilleros separados para la ropa de trabajo y la de calle.

– Disminución del tiempo de exposición

Cuando se trata de procesos de corta duración, esporádicos o que afectan a un número de operarios pequeño, dentro de la plantilla de la empresa, puede resultar factible y a la vez muy eficaz, establecer turnos rotativos de trabajo, ya que al disminuir el tiempo de exposición, se disminuye proporcionalmente, el riesgo existente.

2. Prevención del riesgo de ingestión del plomo

El riesgo de ingestión, puede ser muy importante. En estos casos la única prevención posible se basa en una adecuada mentalización de la población expuesta, en la línea de que tan sólo una estricta observación de reglas de higiene personal podrá evitar el riesgo existente. Para ello, será necesario establecer la prohibición (y lógicamente, su cumplimiento) de fumar, ingerir algún tipo de alimento y bebida en los puestos de trabajo. Deberá efectuarse lavado de manos antes de cada comida, así mismo, deberá ducharse al término de la jornada laboral.

3. Prevención del riesgo de absorción por la piel

- Evitar las fugas y los derrames que puedan entrar en contacto con la piel.
- Evitar el lavado de manos con gasolina.
- Si el contacto con la gasolina se presenta, ésta deberá ser removida de la piel lo antes posible. Esto generalmente implica la instalación de lavamanos cercanos y la suficiente provisión de jabón y toallas. Debe evitarse el uso de jabones ásperos ya que ellos pueden causar dermatitis.

El uso de cremas para la protección de la piel debe seguir al lavado de la misma con el fin de mantener su hidratación normal. Una mezcla de aceite de oliva y lanolina en partes iguales, puede ser útil.

A la hora del almuerzo y al terminar su trabajo, los trabajadores deben lavarse con jabón y agua tibia para retirar la mugre y los aceites. Para desarrollar el lavado necesario el empleador debe proveer las facilidades. Esto significa suficientes lavamanos, agua caliente, limpiadores de la piel, toallas, etc. Para disminuir el contacto con los aceites se usarán delantales protectores para el cuerpo y los brazos.

Debe aconsejarse a los operarios tomar una ducha al final de la jornada de trabajo para remover de la piel todas las partículas de aceite o combustible.

Debe estimularse el uso de ropas de trabajo limpias y evitar el contacto de las mismas con las impregnadas de aceite y combustibles.

4. Prevención médica

La prevención médica será complementaria de la prevención técnica y ambiental.

La prevención primaria: persigue disminuir la exposición al tóxico hasta niveles que no produzcan efectos nocivos. Pero paralelamente a las medidas técnicas ambientales para reducir la contaminación por plomo del ambiente de trabajo, va a ser preciso que efectuemos un control médico de los trabajadores expuestos para poder detectar con rapidez cualquier tras-

tomo de salud que se pueda producir. A esto llamamos detección precoz y es de gran utilidad para impedir que los primeros trastornos biológicos leves —que suelen pasar totalmente inadvertidos por el trabajador que los padece—, puedan llegar a transformarse en francas alteraciones de salud. En líneas generales, la estrategia de prevención médica se basa en:

Detección de los efectos biológicos precoces. Como ya hemos dicho anteriormente, existe una serie de trastornos biológicos que aparecen con anterioridad a que el trabajador afectado note la más mínima alteración de salud. Para esta detección precoz se debe realizar exámenes periódicos de laboratorio, se quiere la determinación de zinc-protoporfirina.

5. Revisiones médicas periódicas

Como mínimo, cada trabajador deberá ser sometido a una revisión médica al año. Dicha revisión debe ser un *chequeo* de alteraciones de salud provocadas por los riesgos concretos a que cada trabajador está sometido en su puesto de trabajo. Esto quiere decir que la revisión hay que hacerla adaptándola a unos riesgos específicos en cada caso. En los trabajadores expuestos a plomo, habrá que mirar con especial cuidado el estado de su aparato digestivo, renal, presión arterial y aparato cardiocirculatorio, sistema nervioso y análisis completo de sangre y orina.

Anexo

Resumen de hallazgos de las variables cuantitativas

Variable	ZPP	Pb-S	Pb-U	Hb	Hto
Tamaño muestra	60	60	60	60	60
Media	32,73	17,32	12,47	16,93	50,45
Varianza	98,40	37,06	80,63	1,25	8,52
Desviación estándar	9,91	6,08	8,97	1,12	2,91
Error estándar	1,28	0,78	1,15	0,14	0,37
Valor mínimo	19	7,59	1	14,10	45
Valor máximo	64	38,57	49,73	19,8	58

ZPP: zinc-protoporfirina en ug/dl

Pb-S: plomo en sangre en ug/dl

Pb-U: plomo en orina en ug/D.1020

Hb: hemoglobina en g/100 ml

Hto: hematócrito en porcentaje

Bibliografía

1. ACOSTA H., Luis. *Manual de técnicas de la investigación*. Medellín. ASBIARPI, 1970.
2. ALVES B., María A.; TERRA NELCINDO, N. Determinação do chumbo no sangue por espectrofotometria de absorção atômica, em individuos que operam na distribuição de gasolina, em Santa Maria. RS. São Paulo. *Revista Brasileira de Saude Ocupacional* No. 42. Vol. 11. 1983.
3. BERNAL, Olga B. *Manual sobre presentación de tesis de grado*. Medellín. UPB. 1981.
4. BIOMEDICAL INCORPORATED. *Manual automatic hematofluorometer ZPP meter model 205*. New Jersey. USA. 1982.
5. BUSCHINELLI, Jose. Utilização de indicadores biológicos em controle médico de trabalhadores expostos a riscos ocupacionais. São Paulo. *Revista Brasileira de Saude Ocupacional* No. 58. Vol. 15, abril. 1987.
6. CALDERON F., Luis I. *Detección precoz del saturnismo profesional: la ZPP eritrocitaria*. Madrid. Mapfre seguridad No. 32. 1978.

7. CASTEJON, Jordi et al. *Quaderns de salut i treball* No. 5. El Plomo. Barcelona, Litof S.A. 1986.
8. COCHRAN, William G. Estimación del tamaño de la muestra con datos continuos (pp. 143-144). México. *Técnicas de muestreo*. Ed. Continental. 1985.
9. COREY, German O. Luis A. C. GALVAO. Plomo. *Serie Vigilancia 8*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud PS-OMS. México. 1989.
10. EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS ECOPETROL. Comunicación Fax No. 4637. *Contenido de tetraetilo de plomo en la gasolina*. Colombia. Marzo 2. 1990.
11. ESSO COLOMBIANA S.A. *Características de la gasolina*. Servicio de asesorías técnicas. 1983 Asesorías Técnicas. 1983.
12. GACHARNA, Guillermo; RUIZ, Felipe y otros. Prevalencia de plomo corporal y correlación clínico-epidemiológica en trabajadores de dos industrias en sus contactos. Bogotá. *Boletín Investigaciones* Vol. 2 No. 8. Septiembre 1981.
13. GOMES, Edgard. Levantamento preliminar de doenças profissionais em postos de gasolina e alcool no municipio de São Paulo. *Revista Brasileira de Saude Ocupacional* Vol. 9 No. 36, oct. 1981.
14. HENAO H., Samuel. *Qué debemos conocer los trabajadores sobre el plomo*. Bogotá, ISS. 1984.
15. HURTADO, León R. et al. Aplicabilidad y validez de un cuestionario para evaluar el efecto del plomo sobre las referencias de salud. La Habana. *Revista Cubana de higiene y epidemiología* No. 23 abril, 1985.
16. HUMTER, Donald. *Enfermedades laborales*. 6a. edición. Barcelona 1985.
17. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. *Normas técnicas para el petróleo y sus derivados*. Bogotá 1984.
18. LOURIVAL, Larini et al. Chumbo expoxica e efeitos tóxicos. São Paulo. *Revista Brasileira de Saude Ocupacional* No. 37. Vol. 10. Enero-marzo 1982.
19. NAVARRO M., Jairo. *Forma práctica de hacer una tesis*. Bogotá, Ed. Diana Marcela 1989.
20. NOTICIAS DE SEGURIDAD. *Plomo*. Vol. 6, 7, 8. Jun.-agos. 1978.
21. OLIVEIRA, Darlove; PEREIRA, Carlos. Dossagem da zincoprotoporfirina por hematofluorometria-um metodo simples e eficaz para o controle biológico do saturnismo. São Paulo. *Revista Brasileira de Saude Ocupacional* No. 9. Vol. 36. 1981.

22. OPS; OMS. *Criterios de salud ambiental 3. Plomo*. México. 1977.
23. PEREZ, Ramón. El papel de la ZPP en la detección y diagnóstico del saturnismo. *Documento técnico*. Madrid, Barcelona Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1983.
24. REGIS DA SILVA, Normando. Papel dos indicadores biológicos na avaliacao da exposição ocupacional ao chumbo. São Paulo. *Revista Brasileira de Saude Ocupacional* No. 58. Vol. 15. 1987.
25. SVEN HERNBERG, M. D. *Lead and its compounds*. The Chemical Occupationnal Enviroment. Cap. 36. Scand. J. Envir and Healt 1979. 5 (4) 336-344.
26. S. QUER-BROSSA. Toxicología industrial. Ed. Salvat 1983. *Toxic and hazardouz industrial chemical safety manual*. For handling and disposal with toxicity and hazar data (pp. 508-9-12-13). 1989.
27. VILLALBI R., Juan et al. Control de trabajadores expuestos al plomo. Barcelona. Servicio de Higiene y Seguridad del Trabajo. *Medicina y Seguridad del Trabajo*. 1981. 29 (115) 105-108.