

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria



**“Concentración de plomo en sangre de  
Caninos (*Canis lupus familiaris*) criados en  
Talleres automotrices de Cajamarca”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

Presentada por

**Giovana del Niño Jesús Alcántara Villar**

Asesor

**Mg. M.V. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz**

**Cajamarca - Perú**

**2022**

**COPYRIGHT © 2022 por**  
**GIOVANA DEL NIÑO JESÚS ALCÁNTARA VILLAR**  
**Todos los derechos reservados**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA  
Licenciada el 13 de julio del 2018, Resolución N° 080-2018-SUNEDU/CD  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205



## CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

EL QUE SUSCRIBE DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

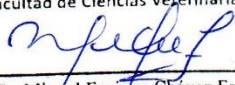
### CERTIFICA:

Que, la Tesis Titulada: **“CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE DE CANINOS (*Canis lupus familiaris*) CRIADOS EN TALLERES AUTOMOTRICES DE CAJAMARCA”**, corresponde a la Autoría del Bachiller en Medicina Veterinaria **GIOVANA DEL NIÑO JESÚS ALCÁNTARA VILLAR**, en base al reporte de originalidad bajo el Código D103153373, arrojando 22% de coincidencias; presentado por el Asesor Mg. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz, al amparo del Numeral 9, inciso 9.4 de la Directiva N°01-2020-VRI-UNC “Uso del Software Antiplagio de la UNC”, aprobado con Resolución de Consejo Universitario N°0937-2020-UNC, de fecha 25 de junio del 2020.

Se expide el presente certificado; a solicitud del interesado, para los fines que considere conveniente.

Cajamarca, 17 de noviembre del 2022



Universidad Nacional de Cajamarca  
Facultad de Ciencias Veterinarias  
  
Dr. Miguel Enrique Chávez Farro  
Director de la Unidad de Investigación



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA**  
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962  
**UNIVERSIDAD LICENCIADA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**DECANATO**

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las once con cuarenta minutos de la mañana del doce de octubre del dos mil veintiuno, se reunieron virtualmente los integrantes del Jurado Calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis Titulada: **“CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE DE CANINOS (*Canis lupus familiaris*) CRIADOS EN TALLERES AUTOMOTRICES DE CAJAMARCA”**, asesorada por el docente: Mg. M.V. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz; y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: **GIOVANA DEL NIÑO JESÚS ALCÁNTARA VILLAR**.

Acto seguido el Presidente del Jurado procedió a dar por iniciada la sustentación virtual, y para los efectos del caso se invitó a la sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del Jurado Calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes, relacionadas con el trabajo presentado.

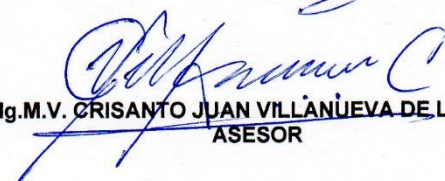
Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el Jurado Calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el Calificativo Final obtenido de: **DIECISÉIS**.

Siendo las trece horas del mismo día, el Presidente del Jurado Calificador dio por concluido el proceso de sustentación virtual.

  
Mg.M.V. FERNANDO ALBERTO OBLITAS GUAYÁN  
PRESIDENTE

  
DR. GIUSSEPE MARTÍN REYNA COTRINA  
SECRETARIO

  
DR. MIGUEL ENRIQUE CHÁVEZ FARRO  
VOCAL

  
Mg.M.V. CRISANTO JUAN VILLANUEVA DE LA CRUZ  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

*A DIOS por darme la fortaleza de seguir adelante, a mi madre y mi compañero de vida por haberme dado la ayuda, los ánimos y el apoyo necesario para poder culminar mis estudios, a mi niña que es el motor y motivo de mi vida y a mi padre que desde el cielo me ilumina en cada paso que doy.*

## AGRADECIMIENTO

*Primeramente, agradecer a DIOS, porque de su mano todo se puede conseguir en esta vida, por guiarme hacia el camino correcto y ayudarme a cumplir una meta más en mi vida a pesar de muchos obstáculos.*

*A mi madre, Olga Betty Villar Ramírez por su amor, paciencia, apoyo infinito, y consejos para seguir adelante y cumplir mis metas.*

*A Wilson Sarmiento Bances, mi compañero de vida, mi amigo, mi cómplice por sus buenos consejos, su paciencia, su apoyo incondicional y los ánimos brindados para cumplir cada meta trazada.*

*A mi pequeña Bryana Guadalupe Sarmiento Alcántara, por ser mi fortaleza y el motor y motivo para salir adelante.*

*A mi Asesor, Mg. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz, por el apoyo, consejos y ayuda brindada, para la culminación de la tesis.*

*A todas las personas que de una u otra manera me apoyaron para realizar esta tesis, mil gracias.*

*A mi jurado, por haber sido partícipes de esta tesis y ser unos excelentes docentes muchas gracias*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	2
GENERALIDADES .....	2
1.1. Planteamiento del Problema .....	2
1.2. Descripción del problema.....	3
1.3. Formulación del Problema.....	3
1.4. Justificación e Importancia.....	4
1.5. Delimitación de la Investigación .....	4
1.6. Limitaciones.....	4
1.7. Objetivo.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Bases Teóricas.....	8
CAPÍTULO III.....	21
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	21
3.1. Hipótesis.....	21
3.2. Variables .....	21
3.3. Operacionalización de Variables .....	22
CAPÍTULO IV.....	23
MARCO METODOLÓGICO .....	23
4.1. Ubicación Geográfica.....	23
4.2. Diseño de la Investigación.....	24
4.3. Métodos de Investigación.....	25
4.4. Población, muestra y unidad de análisis .....	25
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	25
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	25
4.7. Equipos y materiales.....	25
4.8. Matriz de consistencia metodológica.....	28

CAPÍTULO V.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
5.1.    Presentación de Resultados .....	29
5.2.    Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	30
CAPÍTULO VI.....	33
CONCLUSIONES .....	33
CAPÍTULO VII.....	34
SUGERENCIAS .....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS .....	39



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Residuos Peligrosos de acuerdo al CPR (NOM- 52- SEMARNAT 2005) ..	18
Tabla 2. Residuos Peligrosos de acuerdo al CPR (NOM- 52-SEMARNAT 2005) ..	19
Tabla 3. Concentración de plomo en sangre de caninos ( <i>Canis lupus familiaris</i> ) criados en talleres automotrices de Cajamarca .....	22
Tabla 4. Concentración de plomo en sangre de caninos ( <i>Canis lupus familiaris</i> ) criados en talleres automotrices de Cajamarca .....	28
Tabla 5. Concentración de Pb en sangre de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca (n = 16) .....	29

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Canino antes de la toma de muestra sanguínea .....	49
Figura 2. Caninos antes de las muestras sanguíneas.....	49
Figura 3. Ambiente del taller automotriz.....	50
Figura 4. Ambiente del taller automotriz.....	50

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Cajamarca, donde las muestras a analizar se procesaron en el Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental (CICOTOX) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) de la ciudad de Lima y en el Laboratorio de Toxicología y Farmacología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), con el objetivo de determinar la concentración de plomo en sangre de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca, estos talleres tienen la característica de eliminar parte de los residuos utilizados directamente al suelo. Para el trabajo se dispuso de 16 muestras de sangre entera, las cuales fueron tomadas directamente de la vena cefálica previa desinfección con alcohol, se utilizó tubos de ensayo con anticoagulante EDTA y se conservó a una temperatura de 4°C (tiempo de conservación 24 horas), luego fue enviado y trasladado al laboratorio CICOTOX, donde fueron procesadas por digestión ácida y se determinó la concentración de Pb, mediante espectrofotometría de absorción atómica. La concentración sanguínea de plomo en 16 muestras procesadas y analizadas fue de  $2,264 \mu\text{g/dL} \pm 1,24$ , resultado que supera los valores permisibles.

**Palabras claves:** Plomo, taller automotriz, canino.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the city of Cajamarca, where the samples to be analyzed were made in the Center for Information, Toxicological Control and Support for Environmental Management (C.I.C.O.T.O.X.) of the Faculty of Pharmacy and Biochemistry of the National University. Mayor de San Marcos (U.N.M.S.M.) of the city of Lima and in the Veterinary Toxicology and Pharmacology laboratory of the Faculty of Veterinary Sciences of the National University of Cajamarca (U.N.C.), with the objective of determining the concentration of lead in the blood of canines Raised in automotive workshops in the city of Cajamarca, these workshops have the characteristic of disposing of part of the waste used directly to the ground. For the work, 16 whole blood samples were available, which were taken directly from the cephalic vein after disinfection with alcohol, test tubes with E.D.T.A. anticoagulant were produced and stored at a temperature of 4°C (storage time 24 hours), then it was sent and transferred to the C.I.C.O.T.O.X. laboratory, where they were processed by acid digestion and the concentration of Pb was prolonged by means of atomic absorption spectrophotometry. The blood concentration of lead in 16 processed and analyzed samples was  $2,264 \mu\text{g/dL} \pm 1,24$ , a result that exceeds the permissible values, therefore.

**Keywords:** Lead, automotive workshop, canine.

## INTRODUCCIÓN

Las numerosas características de los metales han dado lugar a su uso en un gran número de actividades industriales destacando entre ellas la minería, las industrias de transformación, fundiciones y metalurgia en general. No obstante, este uso conlleva a una amplia gama de peligros potenciales para la salud de los trabajadores y los animales que viven en los talleres sobre todo automotrices, pudiendo tener además un impacto ambiental considerable <sup>1</sup>.

Los depósitos usados en talleres automotrices acumulan en su composición plomo (Pb), ácido, aceites, grasas, gasolina, petróleo, etc. Y algunas de las piezas de uso automotriz, los cuales son considerados residuos peligrosos. Los cambios de lubricantes y las reparaciones realizadas a vehículos generan una gran cantidad de aceites y autopartes usados cuyo manejo presenta riesgos para la salud pública y el medio ambiente si se manejan y eliminan de modo inadecuado <sup>2</sup>. Los caninos no están ajenos a este problema ya que comparten el mismo medio ambiente con sus propietarios. En estos talleres automotrices se pudo observar que algunos comparten el ambiente con taller de planchado y pintura por lo que esto hace que aumente la probabilidad de riesgo a la contaminación de sustancias tóxicas tanto para los caninos como para los trabajadores.

Es por estas razones que se realizó el presente trabajo de investigación, para determinar la concentración de Pb en sangre de caninos que cohabitan en los talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca. Los niveles de Pb encontrados en los caninos, podrían constituir un excelente indicador de la exposición a plomo al que los trabajadores estarían constantemente expuestos a este material peligroso.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. Planteamiento del Problema

Los metales pesados son tóxicos ambientales muy peligrosos, encontrándose en los ecosistemas por largos periodos. Dentro de ellos tenemos al cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (pb), mercurio (Hg) y níquel (Ni); los cuales, incluso en bajas concentraciones son nocivos para la salud de animales <sup>1</sup>.

El plomo es un agente frecuente en el envenenamiento de animales domésticos, y pueden encontrarse en pinturas, cañerías, cemento, herbicidas, consumo de pasturas y aguas contaminadas <sup>3</sup>. El plomo tiene efectos agudos y crónicos en la salud, puede ocasionar daños neurológicos, cardiovasculares, renales, gastrointestinales, hematológicos y tiene efectos en la reproducción. La exposición aguda a altos niveles puede causar vómitos, diarrea, convulsiones, coma, e incluso la muerte; mientras que la exposición crónica tiene efectos en la sangre, sistema nervioso central (SNC), presión arterial, riñones y metabolismo de la vitamina D <sup>4</sup>. Los caninos jóvenes aumentan la probabilidad de intoxicarse con plomo, debido a conductas de pica, exploración del medio a través de la boca y peso corporal, en comparación con los adultos <sup>5</sup>.

Un taller automotriz realiza actividades que generan residuos peligrosos que si no se manejan adecuadamente pueden contaminar el medio ambiente <sup>6</sup>. Durante el siglo pasado, las emisiones de plomo al medio ambiente han causado contaminación considerable, principalmente debido a emisiones del plomo en gasolina, usada en talleres automotrices para el lavado de piezas <sup>7</sup>.

Con respecto a los valores normales de plomo en sangre en el perro, se tienen diferentes referencias: Según Peterson y Talcott <sup>8</sup> Valores < 0,0025 ppm, son considerados niveles normales. Según Bueno *et al* <sup>9</sup>, valores < 0,004 ppm. Bernardini <sup>10</sup>, considera niveles normales de plomo en sangre a valores < 0,006 ppm. Según Birchard y Sherding <sup>11</sup>, valores  $\geq$  0,0035 ppm se consideran muy sospechosos; mientras valores iguales o superiores a 0,006 ppm son considerados diagnósticos de un problema de afección al organismo en donde se detecte.

## **1.2. Descripción del problema**

En Perú, se tiene referencia de un solo trabajo de investigación, realizado en el departamento de Lima, en 20 caninos que vivían en talleres automotrices de la ciudad, en el cual se detectó una concentración promedio de plomo en sangre de 0,037 ppm, evidenciando niveles muy superiores a los considerados normales <sup>6</sup>. No existen reportes de niveles de plomo en la sangre de caninos en el departamento de Cajamarca, sin embargo, la población canina que vive en talleres automotrices es numerosa, por lo que resulta muy importante la realización de un trabajo de investigación que aborde dicha problemática.

## **1.3. Formulación del Problema**

¿Cuál es la concentración de plomo en sangre de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca?

#### **1.4. Justificación e Importancia**

La justificación de la investigación radica en la importancia de la intoxicación por plomo en caninos, además de que no existen estudios sobre el tema en la ciudad de Cajamarca. Con el presente estudio se tiene una referencia que servirá para entender la relevancia del problema de intoxicación por plomo en caninos, además de servir para el desarrollo de futuras investigaciones.

#### **1.5. Delimitación de la Investigación**

El presente trabajo de investigación abarca la temática de concentración de plomo sanguíneo, se llevó a cabo en el mes de agosto de 2019, en la ciudad de Cajamarca, la unidad de análisis fueron caninos que vivían en talleres automotrices de la ciudad.

#### **1.6. Limitaciones**

Las limitaciones encontradas en el trabajo de investigación fueron que los propietarios de los caninos accedieran a la toma de muestras de sangre. Otra limitación fue el transporte de las muestras hasta la ciudad de Lima para el análisis en el Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental (CICOTOX) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

#### **1.7. Objetivo**

Determinar la concentración de plomo en sangre de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Internacionales

En la ciudad de Toluca – México, se realizaron muestreos de perros en clínicas veterinarias; obteniendo 300 muestras sanguíneas. Cada una de las muestras fue procesada por digestión ácida, procediendo a la determinación de Pb, mediante espectrofotometría de absorción atómica. Del total de muestras recolectadas solamente en 8 se encontraron cantidades detectables a Pb y en 292 muestras la concentración encontrada fue menor al límite mínimo (cantidad mínima detectable de 0,005 ppm). Las cantidades detectadas estuvieron en un rango de 0,0599 – 0,1060 ppm que fue el valor mínimo y el máximo respectivamente; con un valor promedio de las concentraciones de  $0,0858 \pm 0,1370$ . La toxicidad del Pb está en relación tanto de la dosis como del tiempo de exposición, por lo que se debe garantizar la detección temprana y el control de la fuente de exposición para minimizar las consecuencias sobre la salud de las mascotas <sup>12</sup>.

En el noreste de España, buscaron determinar el nivel de exposición a metales pesados en caninos, comparando hábitats rurales y urbanos, considerando dieta, edad y sexo. Mediante Espectrofotometría de Masa fueron analizadas muestras de hígado y riñón de 57 caninos entre 6 meses y 18 años de edad. La concentración promedio de plomo en hígado fue de 0,057 ppm significativamente más alta que en riñones 0,023 ppm. En

este estudio los niveles de plomo no fueron afectados por el hábitat, sexo, ni edad, sino más bien por el tipo de alimento. Caninos alimentados con dietas comerciales (enlatados), presentaron niveles más altos que aquellos que fueron alimentados con comida casera <sup>13</sup>.

En España se ha realizado un estudio donde se analizan las causas de intoxicación en animales domésticos durante el período comprendido entre 1988 y 1998. Aquí tenemos el caso clínico de Kira, esta perrita presentaba signos de deshidratación y taquicardia sin arritmia, pues este canino vivía en un almacén donde se trabajaba el reciclaje de plomo y cobre. Se decide entonces enviar una muestra de suero al laboratorio para la determinación de estos dos metales pesados, dichos resultados confirmaron la intoxicación por plomo. Se plantearon entonces dos opciones de tratamiento: EDTA cálcico disódico ó D-Penicilamina. Los propietarios optaron por la segunda opción, que evitaba desplazamientos e inyecciones al poderse efectuar por vía oral. Se hospitalizó 24 horas a Kira para estabilizarla mediante fluidoterapia, tratamiento sintomático e inicio de la terapia específica con D-Penicilamina (Cupripen<sup>®</sup>). El tratamiento prescrito fue de 40 mg/kg/día (1 cápsula de Cupripen<sup>®</sup>, cada 8 h) durante una semana. Se interrumpía 5 días y si no había efectos indeseables, se administraba una segunda tanda a una dosis de 54 mg/kg/día (1 cápsula de Cupripen<sup>®</sup>, cada 6 horas) durante una semana. Se les recomendó acompañar el medicamento de zumo de fruta para favorecer su absorción. A los 6 días de iniciado el tratamiento, la mejoría era manifiesta. Habían desaparecido la anorexia, los vómitos y las heces

eran más compactas. No había presentado convulsiones. Al terminar la segunda tanda de tratamiento, la perra había ganado peso, su estado general era bueno y no había presentado efectos secundarios. Se planteó descansar 5 días y repetir el tratamiento durante una semana más a razón de 1 cápsula cada 6 horas. A los 10 días de terminado este último tratamiento, se efectuó una visita de control que evidenció el correcto estado del animal. Se extrajo sangre para efectuar un hemograma, un perfil bioquímico de control (Ca corregida, Fosfatasa Alcalina, GGT, ALT, AST) y una determinación de plomo en sangre. Se recomendó entonces al propietario prolongar el tratamiento durante 2 semanas seguidas a razón de una cápsula cada 6 horas. El hemograma mostró únicamente una trombocitosis poco relevante, el perfil bioquímico era correcto y el plomo estaba en 104 ug/dl. Seguía pues muy por encima de su valor normal, pero la mejoría clínica experimentada por el paciente era importante. Al cabo de 2 meses, la perra evolucionaba muy satisfactoriamente, lo cual impidió que los propietarios accediesen a realizar una nueva determinación de la plumbemia. Dos meses más tarde, Kira estaba totalmente recuperada <sup>14</sup>.

### **2.1.2. Nacionales**

En el año 2015 se realizó un estudio en el distrito de Comas, en el departamento de Lima, con el fin de determinar las concentraciones sanguíneas de plomo en los caninos que vivían en talleres de mecánica automotriz. Se obtuvieron muestras de 20 caninos. Se determinó la concentración de plomo mediante espectrofotometría de absorción

atómica. La concentración encontrada en promedio fue de 0,037 ppm (3,7  $\mu\text{g/dL}$ ), siendo 0,018 ppm (1,8  $\mu\text{g/dL}$ ) el valor mínimo y 0,114 ppm (11,4  $\mu\text{g/dL}$ ) el máximo <sup>6</sup>.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Metales Pesados**

Los metales pesados son tóxicos ambientales muy peligrosos. Sus características más comunes son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad, todo lo cual hace que se encuentren en los ecosistemas por largos periodos, ya que su degradación natural es difícil. Se define a los metales pesados como elementos de elevado peso atómico, potencialmente tóxicos, que se emplean en procesos industriales, tales como el cadmio (Cd), el cobre (Cu), el plomo (Pb), el mercurio (Hg) y el níquel (Ni) que, incluso en bajas concentraciones, pueden ser nocivos para las plantas y los animales. Los metales pesados tienen una densidad mayor a 4,5  $\text{g/cm}^3$  <sup>1</sup>.

### **2.2.2. Plomo**

El plomo es un agente frecuente de envenenamiento en los animales domésticos. Los diversos compuestos de plomo (carbonato, sulfato, cromato, arseniato, etc.) forman parte de varios elementos y sustancias a los cuales los animales pueden tener acceso, como por ejemplo pinturas, cañerías, cemento, herbicidas, y también puede deberse al consumo de pasturas y aguas contaminadas <sup>3</sup>.

El plomo es un metal grisáceo, maleable y uno de los primeros en ser usados por el hombre. Evidencia hay que ya era conocido en Asia Menor oriental allá por el año 4000 AC <sup>15</sup>.

El plomo es un metal, brillante en las superficies recientes, muy blando que se puede rayar con la uña, muy maleable y es el menos tenaz de todos los metales, posee gran densidad y punto de fusión bajo <sup>16</sup>.

El Plomo es un metal no esencial, altamente tóxico para el ser humano, que afecta a diversos órganos y tejidos. Su presencia en el organismo es atribuida a la contaminación ambiental, debido principalmente a sus usos como aditivo en combustibles y en pinturas. También puede estar presente en cañerías de agua, baterías, juguetes, artículos escolares, cerámicos, imprentas y diversas actividades industriales <sup>17</sup>.

El plomo es un contaminante ambiental, conocido por causar efectos adversos tanto a la salud humana como a los animales, con exposiciones a largo plazo aún a dosis bajas. El plomo no tiene ninguna función biológica en los organismos vivos; sin embargo, su utilización en diversas actividades constituye una fuente de exposición para las personas y los animales que están expuestos <sup>18</sup>.

El plomo es tóxico aún a muy bajos niveles de exposición y tiene efectos agudos y crónicos en la salud. Se trata de una sustancia tóxica que puede causar daños en el sistema de múltiples órganos, sean neurológicos, cardiovasculares, renales, gastrointestinales, hematológicos y efectos en la reproducción. La exposición a corto plazo a altos niveles de plomo

puede causar vómitos, diarrea, convulsiones, coma e incluso la muerte. La exposición crónica al plomo da lugar a efectos en la sangre, sistema nervioso central (SNC), presión arterial, los riñones y el metabolismo de la vitamina D <sup>4</sup>.

El plomo es un metal pesado cuya presencia en niveles elevados genera una serie de efectos nocivos para la salud, cuyos niveles de concentración van en aumento día a día como consecuencia de la contaminación medioambiental. La población económicamente activa (PEA) no está exenta de exponerse a este contaminante como consecuencia de actividades industriales, extractivas, domésticas, consumo de alimentos, etc. Resulta por lo tanto necesario implementar políticas de medición periódica de los niveles de plomo en sangre en población económicamente activa expuesta a riesgo de plomo, por ser el principal indicador biológico de exposición medioambiental a este contaminante y una herramienta de apoyo a la población laboral en riesgo. El plomo es considerado, desde hace décadas, uno de los contaminantes ambientales más importantes; es un tóxico acumulativo, por lo que se le vincula con enfermedades crónicas. Los principales mecanismos de acción tóxica del plomo se vinculan a la inhibición de 4 enzimas sulfhídricas cuya manifestación más importante es la alteración de los procesos hematopoyéticos y neurotóxicos <sup>16</sup>.

El plomo es uno de los metales contaminantes de nuestro ambiente, causante de una variedad de efectos tóxicos en el organismo, correlacionables según los niveles sanguíneos. La exposición a plomo

inorgánico ya sea por vía pulmonar o digestiva durante los primeros años de vida, puede producir daños duraderos en la función cerebral. En etapas tempranas de la vida existe una mayor capacidad de absorción de plomo y más susceptibilidad a sus efectos tóxicos debido a la densidad de las conexiones sinápticas cerebrales que se están llevando a cabo. Se ha demostrado que niveles séricos entre 5 y 9  $\mu\text{g/dL}$  dan como resultado reducción del coeficiente intelectual, disminución de la agudeza auditiva, retraso del desarrollo psicomotor y disminución del crecimiento, valores entre 10  $\mu\text{g/dL}$  hasta 70  $\mu\text{g/dL}$  producen anemia, disminución del metabolismo de la vitamina D y disminución de la velocidad de conducción nerviosa periférica y niveles superiores a 70  $\mu\text{g/dL}$  producen nefropatía, encefalopatía, coma y la muerte <sup>19</sup>.

El plomo inorgánico no se metaboliza, sino que se absorbe, se distribuye y se excreta directamente <sup>20</sup>.

El saturnismo en perros suele afectar a animales jóvenes, sobre todo aquellos que tienen menos de un año de edad. Las dos vías básicas de entrada de plomo son el aparato digestivo, que es la ruta más común, y el aparato respiratorio. En los alvéolos respiratorios el 50% del plomo pasa directamente a sangre. No hay datos del porcentaje de plomo absorbido en el tracto gastrointestinal. La presencia de plomo en hígado, riñón, SNC y médula ósea causa la mayoría de signos de esta intoxicación <sup>14</sup>.

La toxicidad del Pb está en relación tanto de la dosis como del tiempo de exposición <sup>10</sup>.

### 2.2.2.1. Toxicocinética del Plomo

Absorción: El plomo puede ingresar en el organismo por vía respiratoria, digestiva o cutánea. La absorción por vía respiratoria depende del tamaño de las partículas, la ventilación pulmonar y la solubilidad del compuesto. Por esta vía se inhalan vapores, polvos y humos de polvo. Aquellas partículas inferiores a 1  $\mu\text{m}$  penetran hasta el alveolo. Por vía digestiva sólo se absorbe un 10% del plomo ingerido, siendo eliminado el 90% restante por las heces. También influye aquí la solubilidad del compuesto, y de forma especial e inversamente proporcional, la riqueza de calcio y potasio en la dieta. La vía cutánea suele ser exclusiva de los derivados orgánicos (naftenato, tetraetilato, etc.) <sup>21</sup>.

El Pb una vez en el torrente sanguíneo, se acumula dentro de los glóbulos rojos, donde interfiere en la síntesis del grupo hemo, ocasionando anemia. Luego de aproximadamente un mes, se redistribuye a diferentes órganos y tejidos, generando alteraciones en el sistema nervioso, hematopoyético, cardiovascular, reproductivo y renal. Finalmente, se deposita en tejidos duros como huesos, uñas y dientes, donde puede permanecer acumulado durante toda la vida. Cabe destacar que el Pb es teratógeno, porque atraviesa con facilidad la barrera placentaria, encontrándose concentraciones comparables del metal en la sangre de la madre y del recién nacido <sup>17</sup>.

La exposición al plomo puede afectar adversamente a los sistemas nervioso, inmunológico, reproductivo y cardiovascular. La absorción depende de tránsito gastrointestinal, estado nutricional y edad; se produce



principalmente por medio de los sistemas respiratorio y gastrointestinal; es mayor si hay deficiencias de hierro o calcio, en dietas ricas en grasas y durante los primeros años de vida (cuando es de 40 a 50%, mientras que en la edad adulta es de 10%). Luego de la absorción 99% se retiene en la sangre entre 30 y 35 días; durante las siguientes 4 a 6 semanas se dispersa a otros sitios como hígado, riñón, médula ósea y sistema nervioso central. Después de 1 a 2 meses se difunde a los huesos donde es inerte y no tóxico <sup>22</sup>.

La absorción por inhalación de partículas y polvo es eficiente; cerca del 35% del total del plomo inhalado se deposita en las vías aéreas. Por acción de cilios, parte de las partículas no depositadas pasan al esófago y se absorben parcialmente en el tracto gastrointestinal. Aquellas que alcanzan los alveolos, son absorbidas y llegan a la sangre <sup>8,23</sup>.

Distribución y metabolismo: La mayor parte del Pb absorbido por el intestino pasa por la circulación portal al hígado, donde se deposita en su mayoría y se excretan gradualmente al intestino por la bilis. Una pequeña cantidad pasa a la circulación general parte de ella se excreta por los riñones. El Pb absorbido es transportado por los eritrocitos a todos los tejidos, pero se acumula de preferencia en los huesos (60%) y en el hígado (25%); el riñón, el cerebro y la médula espinal son también importantes sitios de acumulación del metal <sup>24</sup>.

El hígado y los riñones son los principales órganos blancos para la distribución del plomo, en la intoxicación por plomo. Los hepatocitos y las células epiteliales tubulares renales son principalmente afectados, y

los cambios podrían resultar en un aumento de las enzimas hepáticas y una disfunción tubular renal con glucosuria y proteinuria. En ambos órganos, se pueden ver histológicamente cuerpos de inclusión intranucleares, siendo un signo patognomónico <sup>25,26</sup>.

Eliminación: El Pb se excreta fundamentalmente por vía biliar, siendo escasa la excreción por vía urinaria. Existe transferencia al feto a través de la placenta, por lo que es posible que la muerte fetal y aborto formen parte del cuadro clínico en la intoxicación por Pb. Se excreta también a través de la leche en la lactación. La eliminación es muy lenta e interesa órganos diversos según la especie considerada. En condiciones naturales, es decir, no alteradas por la terapia, en el perro y el gato la eliminación por vía renal es muy escasa <sup>24</sup>.

Aquellas fracciones no absorbidas se eliminan por las heces. En menor proporción intervienen las fáneras (pelos y uñas), el sudor, la leche y/o la saliva <sup>21</sup>.

#### **2.2.2.2. Mecanismo de acción del Plomo**

El plomo tiene gran afinidad por los grupos sulfhidrilo, en especial por las enzimas dependientes de zinc. El mecanismo de acción es complejo; en primer lugar, parece ser que el plomo interfiere con el metabolismo del calcio, sobre todo cuando el metal está en concentraciones bajas, el plomo altera el calcio de las siguientes formas <sup>27</sup>.

- a) Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.
- b) Activa la proteinquinasa C, una enzima que depende del calcio y que interviene en múltiples procesos intracelulares.
- c) Se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio, ésta es una proteína reguladora importante.
- d) Inhibe la bomba de Na-K-ATPasa, lo que aumenta el calcio intracelular.
- e) Esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular, lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad.

A nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa, hay inclusiones intranucleares en los túbulos renales, produce una tubulopatía, que en estadios más avanzados llega a atrofia tubular y fibrosis sin compromiso glomerular, caracterizándose por una proteinuria selectiva. Varias funciones del sistema nervioso central están comprometidas, principalmente porque el plomo altera en muchos pasos el metabolismo y función del calcio como explicamos previamente <sup>27</sup>.

El plomo se acumula en el espacio endoneural de los nervios periféricos causando edema, aumento de la presión en dicho espacio y finalmente daño axonal. El plomo depositado en el hueso es importante por tres razones <sup>27</sup>:

- a) En el hueso se realiza la medición más significativa de exposición acumulada al plomo.
- b) El hueso es reservorio del plomo (95% del plomo corporal total está en el tejido óseo) y puede aumentar en sangre cuando existan procesos fisiológicos o patológicos que provoquen resorción ósea como embarazo, lactancia, hipertiroidismo, inmovilización, sepsis, etc.
- c) También es órgano blanco, ya que el plomo altera el desarrollo óseo.

La vida media en sangre y otros tejidos blandos es cercana a un mes, sin embargo, esta se prolonga a 20-27 años en compartimentos óseos <sup>23,28,29</sup>.

### **2.2.2.3. Factores de riesgo en la contaminación por plomo**

Según Castro y Sobrado <sup>30</sup>, se consideran los siguientes factores:

- Tiempo de exposición.
- Vía de entrada al organismo.
- Condición nutricional, edad y estado de salud del canino.
- Raza y sexo

Los caninos jóvenes, incrementan sus factores de riesgo a intoxicación por plomo debido a conductas de pica, exploración del medio a través de la boca y peso corporal, en comparación con los adultos <sup>5</sup>.

Durante el siglo pasado, las emisiones del plomo al medio ambiente han causado contaminación considerable, principalmente debido a las

emisiones del plomo de la gasolina, combustible que usan los talleres automotrices para el lavado de piezas de carros <sup>7</sup>.

#### **2.2.2.4. Niveles de plomo en sangre**

Los valores “normales” en el perro y el gato son hasta el momento objeto de controversia. Algunos autores establecen la concentración de Pb en sangre indica sólo que ha habido intoxicación, pero no es indicativa ni de la duración, ni de la entidad <sup>31</sup>.

Según Peterson y Talcott <sup>8</sup> Valores < 0,0025 ppm, son considerados como niveles normales de plomo en sangre.

Según Bueno *et al* <sup>9</sup>, valores < 0,004 ppm, son considerados como niveles normales de plomo en sangre.

Bernardini <sup>10</sup>, considera niveles normales de plomo en sangre a valores < 0,006 ppm.

Según Birchard y Sherding <sup>11</sup>, valores  $\geq$  0,0035 ppm se consideran muy sospechosos; mientras valores iguales o superiores a 0,006 ppm son considerados diagnósticos de un problema de afección al organismo en donde se detecte.

#### **2.2.2.5. Plomo en talleres automotrices**

Un taller automotriz realiza actividades que generan residuos peligrosos que si no se manejan adecuadamente pueden contaminar al ambiente, por ejemplo, un filtro de aceite usado, contamina un millón de litros de agua

potable, además de que crea una capa superficial sobre los cuerpos receptores de agua de más de 8 000 m<sup>2</sup>, y por tanto, a falta de oxígeno, provoca la muerte de las especies que allí habitan y causa la proliferación de fauna, flora y microorganismos nocivos a la salud <sup>6</sup>.

### 2.2.3. Residuos peligrosos típicos generados en una agencia automotriz

En la siguiente tabla se presentan los residuos peligrosos que se genera en una agencia automotriz, en las diferentes áreas, incluyendo las características físicas, químicas o biológicas que hacen a un residuo peligroso de acuerdo al Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005 <sup>2</sup>.

**Tabla 1. Residuos Peligrosos de acuerdo al CPR (NOM- 52- SEMARNAT 2005)**

TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICA F.Q.B.
Aceite usado	Tóxico – Inflamable
Filtros de aceites usados	Tóxico – Inflamable
Filtros de gasolina usados	Tóxico – Inflamable
Trapos o estopas impregnados de aceite.	Tóxico – Inflamable
Recipientes vacíos que contuvieron aceite, anticongelante, líquido de frenos, aerosoles.	Tóxico
Desengrasante contaminado utilizado para el lavado de piezas	Inflamable
Baterías usadas	Corrosivo
Botes vacíos que contuvieron pinturas, base solvente (thinner).	Tóxico – Inflamable

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>CARACTERÍSTICA F.Q.B.</b>
Trapos, estopas o papel impregnadas con solvente o pintura base cromo o plomo.	Tóxico – Inflamable
Filtros usados de cabinas de pintura o cabinas de preparación.	Tóxico – Inflamable
Solventes sucios provenientes del lavado de pistolas neumáticas de aplicación de pintura.	Tóxico – Inflamable

**Tabla 2. Residuos Peligrosos de acuerdo al CPR (NOM- 52- SEMARNAT 2005)**

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>CARACTERÍSTICA F.Q.B.</b>
Botes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes durante operaciones de aplicación de pintura en instalaciones, pisos y estructuras.	Tóxico – Inflamable
Trapos o estopas impregnadas con solvente.	Tóxico – Inflamable
Lámparas fluorescentes fundidas no ecológicas.	Tóxico
Balastros usados	Tóxico

La alta concentración de plomo en sangre trae como consecuencia una anemia y hemoglobinuria, también afecta a las hembras en estado de gestación ya que este metal atraviesa la barrera placentaria aumentando los abortos espontáneos, también atraviesa la barrera hematoencefálica produciendo cáncer en los animales; por lo general este metal produce daños en el organismo en los animales jóvenes ya que estos son los más

vulnerables por lo cual presentan signos como diarrea, dolor abdominal, anorexia, cólico y signos en el Sistema Nervioso Central (SNC) como depresión, ataxia, sordera, ceguera, histeria y convulsiones de corta duración. También podría observarse parálisis laríngea y faríngea, Las intoxicaciones con Pb alteran el metabolismo cerebral y conducen a la formación de edema en cerebro, cambios hipóxicos y por último (si no es tratada) necrosis cerebral <sup>12</sup>.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Intoxicación por plomo:** Proceso patológico que se presenta cuando el animal está expuesto a pinturas, soldaduras, trozos de tuberías, u otros objetos que contengan el metal. El proceso cursa con signos de encefalopatía y disfunción gastrointestinal. Pueden predominar signos nerviosos en casos agudos y los gastrointestinales en exposiciones prolongadas <sup>32</sup>.
- **Espectrofotometría de absorción atómica:** Es una técnica instrumental en la que los átomos presentes en un compuesto absorben parte de la radiación, dato que mide el detector, el cual posteriormente es transformado en una concentración. De acuerdo con la medición de la cantidad de luz absorbida, se puede hacer una determinación cuantitativa de la cantidad del analito <sup>33</sup>.



## **CAPÍTULO III**

### **PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

La concentración de plomo encontrada en los caninos que viven en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca, es mayor o igual a los valores normales reportados.

#### **3.2. Variables**

- a) La concentración de plomo en sangre de los caninos

### 3.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 3. Concentración de plomo en sangre de caninos (*Canis lupus familiaris*) criados en talleres automotrices de Cajamarca**

Concentración de plomo en sangre de caninos ( <i>Canis lupus familiaris</i> ) criados en talleres automotrices de Cajamarca						
Hipótesis	Definición conceptual de las variables	Definición operacional de las variables				
		Variable	Definición teórica de la variable	Tipo Estadístico	Escala	Instrumento de recolección de datos
La concentración de plomo encontrada en los caninos que viven en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca, es mayor o igual a los valores normales reportados.	Niveles de plomo encontrados en la sangre.	Concentración de plomo en sangre	La cantidad de plomo encontrado en la sangre	Cuantitativa continua	Nominal	Espectrofotometría de absorción atómica

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Cajamarca, donde se realizó la toma de las 16 muestras de sangre entera en algunos talleres automotrices de esta ciudad; las mismas que fueron enviadas el mismo día a la ciudad de Lima para ser entregadas al Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental (CICOTOX) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), ubicado en el Jr. Puno N° 1002 (La Victoria) de la ciudad de Lima - Perú.

##### 4.1.1. Características geográficas y meteorológicas\*

- Altitud : 2,750 msnm.
- Latitud : 7°10'03" S.
- Clima : Templado a seco.
- Longitud : 78°29'35" W.
- Precipitación Pluvial : 795 mm<sup>3</sup>
- Temperatura Promedio Anual : 13,0°C.
- Humedad Relativa Promedio Anual : 68,92%.

---

\*Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – Estación Agro meteorológica “AUGUSTO WEBERBAUER” – 2019.

## **4.2. Diseño de la Investigación**

### **4.2.1. Toma y envío de muestras**

Para el presente trabajo se dispuso de 16 muestras de sangre entera de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca, que tienen la característica de eliminar parte de los residuos utilizados directamente al suelo, en la cual conviven los caninos que se consideran guardianes de los talleres. No se tomó en cuenta la edad, raza o sexo; éstos animales permanecen las 24 horas del día en dichos talleres, las muestras fueron tomadas directamente de la vena cefálica previa desinfección con alcohol, se utilizó una aguja de 21G, tubos de ensayo con anticoagulante EDTA, en la cual se depositó 5 mL de sangre y se conservó a una temperatura de 4°C, luego fue enviada y trasladada al laboratorio CICOTOX de la UNMSM de la ciudad de Lima para la determinación de Pb.

### **4.2.2. Fundamento del método de determinación de Pb**

La sangre se diluye con un tensoactivo para facilitar su hemólisis. La cuantificación del plomo presente se efectúa por espectrofotometría de absorción atómica a 283,3 nm, utilizando cámara de grafito con plataforma de L'vov y modificación de matriz (9.1), frente a una curva de patrones acuosos. La ficha técnica del método de cámara de grafito en la determinación de plomo sanguíneo por espectrofotometría de absorción atómica se detalla en el Anexo 1.

#### **4.3. Métodos de Investigación**

Es una investigación no experimental, transversal y descriptiva. Es transversal porque se tomó la muestra de sangre hasta completar los 16 caninos para determinar la concentración de plomo.

#### **4.4. Población, muestra y unidad de análisis**

##### **4.4.1. Población**

La población son los caninos de la ciudad de Cajamarca, criados en talleres automotrices.

##### **4.4.2. Muestra**

Se seleccionó por conveniencia una muestra de 16 caninos criados en diferentes talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca.

##### **4.4.3. Unidad de Análisis**

La unidad de análisis es la sangre (suero sanguíneo) de cada uno de los 16 caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

Se anotaron los resultados en la Ficha clínica de cada canino.

#### **4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

Se realizó un Test de Shapiro Wilk, con el objeto de determinar la normalidad o no de los resultados y observar el grado de dispersión existente en las muestras, mediante el cálculo de la media, la desviación estándar, intervalo de confianza y el coeficiente de variación.

#### **4.7. Equipos y materiales**

##### **4.7.1. Material biológico**

16 caninos, sin distinción de edad, raza o sexo, todos ellos habitan en los talleres automotrices día y noche.

#### **4.7.2. Material para la obtención de la muestra**

- Tubos con anticoagulante EDTA
- Guantes descartables de látex
- Agujas hipodérmicas 21G×1”
- Alcohol de 90°
- Algodón

#### **4.7.3. Materiales de laboratorio**

- Tubos de polietileno
- Cubiletes desechables de poliestireno
- Tubos de grafito pirolizados
- Agitador homogenizador
- Pipetas automáticas y dosificadores

#### **4.7.4. Equipos de laboratorio**

- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Cámara de grafito
- Estufa
- Centrífuga
- Refrigeradora

#### **4.7.5. Reactivos**

- Agua destilada o desionizada
- Octil-fenoxi-polietoxietanol (Tritón X-100)
- Dihidrógeno fosfato (V) de amonio (NH<sub>4</sub>) H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>
- Pirrolidinditiocarbamato de amonio (APDC)
- Triclorometano (Cloroformo)
- Nitrato de plomo (II)

- Disolución de Pirrolidinditiocarbamato de amonio de 10 g/l
- Disolución de Tritón X-100 al 0,1% (V/V)
- Disolución patrón de plomo de 1 000  $\mu\text{g/ml}$
- Modificador de matriz

## 4.8. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 4. Concentración de plomo en sangre de caninos (*Canis lupus familiaris*) criados en talleres automotrices de Cajamarca

Concentración de plomo en sangre de caninos ( <i>Canis lupus familiaris</i> ) criados en talleres automotrices de Cajamarca						
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Fuente o instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
<p><b>Pregunta General</b> ¿Cuál es la concentración de plomo en sangre de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar la concentración de plomo en sangre de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La concentración de plomo encontrada en los caninos que viven en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca, es mayor o igual a los valores normales reportados.</p>	<p>Concentración de plomo en sangre.</p>	<p>Espectrofotometría de absorción atómica. Ficha clínica.</p>	<p>Para el desarrollo del estudio se recolectó muestras de sangre, enviado y se trasladó al laboratorio CICOTOX de la UNMSM de la ciudad de Lima para la determinación de Pb. La cuantificación de plomo presente se efectúa por espectrofotometría de absorción atómica a 283,3 nm</p>	<p>La población en estudio son los caninos del distrito de Cajamarca que viven en talleres automotrices, la muestra es la sangre son 16 caninos.</p>



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Presentación de Resultados

**Tabla 5. Concentración de Pb en sangre de caninos criados en talleres automotrices de la ciudad de Cajamarca (n = 16)**

N°	Nombre Canino	Concentración de plomo ( $\mu\text{g/dL}$ )	Concentración de plomo (ppm)
1	Veneca	0,427	0,00427
2	Angus	0,843	0,00843
3	Doki	1,120	0,0112
4	Apolo	1,197	0,01197
5	Canela	1,357	0,01357
6	Shado	1,417	0,01417
7	Rayo	1,775	0,01775
8	Eva	1,839	0,01839
9	Muñeca	2,385	0,02385
10	Peluza	2,484	0,02484
11	Sasha	2,531	0,02531
12	Tomas	2,686	0,02686
13	Chama	3,480	0,03480
14	Lucas	4,161	0,04161
15	Luna	4,173	0,04173
16	Boby	4,348	0,04348
	$\bar{x}$	2,264	0,02264
	D.E.	1,24	0,0124
	C.V.	54%	

$\bar{x}$ : Promedio

DE: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variación

## 5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

En la tabla 03, se observa los resultados de las concentraciones de plomo en sangre de los caninos criados en talleres automotrices las cuales son muy variadas, oscilando desde 0,427  $\mu\text{g/dL}$  (0,00427 ppm) hasta 4,348  $\mu\text{g/dL}$  (0,04348 ppm). El promedio de concentración de plomo encontrado fue de 2,264  $\mu\text{g/dL}$  con un desvío estándar de 1,24, que es el grado de dispersión en relación a la media, esta dispersión se ve reflejada en el coeficiente de variación (54%), valor elevado que nos indica una elevada dispersión, esto queda demostrado con los valores observados de mínimo y máximo y el rango, sin embargo, tras realizar el test de Shapiro-Wilk, se determinó que los datos tenían a una distribución normal.

El coeficiente de variación (54%) elevado en este estudio, podría deberse a que algunos de estos caninos, están expuestos mucho más tiempo que otros a los contaminantes; la toxicidad del Pb está en relación tanto de la dosis como del tiempo de exposición, por lo que se debe garantizar la detección temprana y el control de la fuente de exposición para minimizar las consecuencias sobre la salud de las mascotas, tal como lo manifiesta Valladares <sup>12</sup>.

El 100% de las concentraciones halladas en sangre entera de los caninos en estudio sobrepasan lo indicado por Peterson y Talcott <sup>8</sup>, quienes indican que niveles  $<0,0025\text{ppm}$  (0,25 $\mu\text{g/dL}$ ) de plomo en sangre son considerados normales.

El promedio de concentración de plomo es menor al reportado por Silva en el 2015 <sup>6</sup>, quien reportó una concentración de 3,7  $\mu\text{g/dL}$ , en su estudio realizado a 20 caninos que vivían en talleres automotrices del distrito de Comas en el

departamento de Lima. A su vez, Valladares *et al*<sup>12</sup>, en su trabajo de investigación de Plomo en sangre de caninos en la ciudad de Toluca – México, también encontró ciertos niveles elevados de este metal. También Silva<sup>6</sup>, manifiesta haber encontrado niveles de plomo en sangre en un rango de 0,018 a 0,114 ppm, en perros criados en talleres automotrices en la ciudad de Lima. Estos datos corroboran que sí existen niveles que sobrepasan los mínimos indicados por Peterson y Talcott<sup>8</sup> en sangre de perros que están en contacto con diversos contaminantes que se encuentran en los talleres de reparación automotriz.

Los resultados obtenidos indicarían una sobreexposición a este metal, aunados a la ausencia de programas de capacitación y campañas de sensibilización sobre los efectos que en la salud desencadena la exposición a este metal, pueden indicar que los propietarios de estos animales no están conscientes del peligro al que están expuestos, lo cual puede estar relacionado a las inapropiadas medidas de higiene (limpieza del lugar en donde se alojan los perros, de los utensilios en donde se les proporciona agua y alimento, entre otros), y exposición al Pb en el medio ambiente, lo que implica un problema no solo para los animales sino para la sociedad en general, tal como lo manifiesta Gonzales *et al*<sup>18</sup>, el plomo es un contaminante ambiental, conocido por causar efectos adversos para la salud, aún a dosis bajas, no tiene ninguna función biológica en los organismos vivos; sin embargo, su utilización en diversas actividades constituye una fuente de exposición para las personas y los animales que están expuestos.

La variación de los resultados y la elevada concentración de plomo en sangre de estos caninos podría deberse a las condiciones en las que se encuentran los talleres automotrices en donde algunos tienen más higiene que otros. Otro factor

sería el tiempo de exposición a los diversos contaminantes que contienen plomo y la vía de entrada al organismo, tal como manifiesta Castro y Sobrado <sup>30</sup>. Así mismo, algunos de estos talleres automotrices comparten el ambiente con taller de planchado y pintura, lo cual hace que este ambiente sea mucho más tóxico tanto para los animales como para los trabajadores, ya que a parte de los contaminantes del taller automotriz también estarían los contaminantes del taller de planchado y pintura, por lo que esa podría ser otra fuente de contaminación por plomo.

Algunos de estos caninos no permanecen las 24 horas en dichos talleres, estos salen a echarse en la puerta de entrada, otros en cambio se encuentran amarrados por la simple razón de evitar que muerdan a los clientes debido a su temperamento. Hay talleres que cuentan con un ambiente mucho más grande que otros, lo cual facilitaría a los que son más pequeños a una contaminación más propensa, por lo que, siendo el espacio más reducido, habría más acumulación de contaminantes tóxicos. Es decir, el tamaño del taller también podría influenciar en la contaminación por plomo.

Es importante tener en cuenta que cuando los niveles de plomo sobrepasan lo permitido se producen problemas como anemia, alteraciones del sistema nervioso, hematopoyético, cardiovascular, reproductivo y renal, además ser teratógeno <sup>17,22</sup>. Teniendo en cuenta que los niveles de plomo encontrados en la mayoría de los caninos del presente estudio sobrepasan por mucho los niveles mínimos, es probable que estos caninos padezcan alguna patología asociada a la toxicidad por plomo.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

La concentración sanguínea de plomo en 16 muestras procesadas y analizadas fue de  $2,264 \mu\text{g/dL} \pm 1,24$ , resultado que supera los valores permisibles.

## **CAPÍTULO VII**

### **SUGERENCIAS**

Ante la falta de estudios sobre las concentraciones de plomo en sangre en caninos de la ciudad de Cajamarca, se sugiere realizar más investigaciones en talleres que tengan además planchado y pintura. Además, de programas de concientización hacia la población que traten la importancia del problema de intoxicación por plomo en animales.

## REFERENCIAS

1. Rodríguez D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan*. 2017;21(12):3372–85.
2. SEMARNAT. Norma oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos. *Diario Oficial de la Federación*. 2005.
3. Vivas J.A. Toxicología veterinaria. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 2008;
4. Carvajal S., Rodríguez D., Peñuela G. Determinación de los niveles de cadmio en leches crudas usando un biosensor amperométrico. *Rev Lasallista Investig*. 2012;9(1).
5. Gracia R.C., Snodgrass W.R. Lead toxicity and chelation therapy. *American journal of health-system pharmacy*. 2007;64(1):45–53.
6. Silva J.R. Concentración sanguínea de plomo en caninos (*Canis lupus familiaris*) criados en talleres automotrices del distrito de Comas. 2015.
7. Järup L. Hazards of heavy metal contamination. *Br Med Bull*. 2003;68(1):167–82.
8. Peterson M.E., Talcott P.A. *Small animal toxicology*. Elsevier Health Sciences; 2013.
9. Bueno C., Sánchez A., Armenta A., González E. Contenido de plomo y manganeso en despachadores de gasolina. *Bioquímica*. 2005;30(2):41–6.
10. Bernardini M. Envenenamiento por plomo en el perro y el gato. *Anuario AAMeFe* [Internet]. 1996 [citado 2022 Jun 20]; Disponible en: <http://www.aamefe.org/saturnismo.html>.
11. Birchard S., Sherding R. *Manual clínico de pequeñas especies*. México DF. McGrawHill, Interamericana; 1996.

12. Valladares- B., Peña S.D., Zamora J.L., Velázquez V., Ortega C., Zaragoza A. Determinación de plomo en sangre de perros de la ciudad de Toluca, México. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria. 2014;15(4):1–10.
13. López M., Miranda M., García P., Cantero F., Hernández J., Benedito J.L. Use of dogs as indicators of metal exposure in rural and urban habitats in NW Spain. Science of the Total Environment. 2007;372(2–3):668–75.
14. Tusell J., Prandi D., Ruiz R. Intoxicación por plomo en el perro: Caso clínico. Clínica Veterinaria de Pequeños Animales. 2001;21(1):37–42.
15. Ramírez A.V. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. In: Anales de la Facultad de Medicina. UNMSM. Facultad de Medicina; 2005. p. 57–70.
16. Paúcar R. Determinación de niveles de plomo en sangre en población económicamente activa en la ciudad de Lima. Universidad de Piura [Internet]. 2015 Apr 3 [citado 2022 Aug 21]; Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2783>
17. Fontana D., Lascano V., Solá N., Martínez S.A., Virgolini M.B., Mazzieri M.R. Intoxicación por plomo y su tratamiento farmacológico. Revista de Salud Pública [Internet]. 2013 [citado 2022 Aug 21];49–59. Disponible en: [http://www.saludpublica.fcm.unc.edu.ar/sites/default/files/RSP13\\_1\\_08\\_art5.pdf](http://www.saludpublica.fcm.unc.edu.ar/sites/default/files/RSP13_1_08_art5.pdf)
18. González E., González E., Bedolla C., Arrollo E.L., Manzanares E. Niveles de plomo en sangre y factores de riesgo por envenenamiento de plomo en niños mexicanos. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. 2008;(43):114–9.
19. Ochoa M.C., Rivera M.F., de Díaz I.C., Hesse H. Efectos de la intoxicación por plomo en niños escolares. 134 REVISTA MEDICA HONDUREÑA-VOL 66-No 4-1998. 1998;66(4–1998):135.



20. Lauwerys R.R. Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales. Masson París; 1994.
21. Raraz E.A. Determinación química toxicológica de plomo y cadmio en agua para consumo humano proveniente de los reservorios de la zona de San Juan Pampa– distrito de Yanacancha–Pasco. 2015.
22. Azcona M.I., Ramírez R., Vicente G. Efectos tóxicos del plomo. Revista de especialidades médico-quirúrgicas. 2015;20(1):72–7.
23. Corey O.G., Galvao L.A.C. Plomo. In: Plomo. 1989. p. 103.
24. Escalona A., Hurtado C., Martínez Y. Toxicología Veterinaria. 2016.
25. Knight T.E., Kent M., Junk J.E. Succimer for treatment of lead toxicosis in two cats. JOURNAL-AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. 2001;218(12):1946–8.
26. Knight T.E., Kumar M.S.A. Lead toxicosis in cats a review. J Feline Med Surg. 2003;5(5):249–55.
27. Valdivia M. Intoxicación por plomo. Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna. 2005;18(1):22–7.
28. Nordberg G. Metales: propiedades químicas y toxicidad. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. 2012. 2001;76.
29. Council National Research. Mineral tolerance of animals. National Academies Press; 2005.
30. Castro C., Sobrado F. Detección y cuantificación de plomo en muestras de sangre venosa de escolares de 12 a 17 años de la urbanización La Primavera del distrito del Agustino mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Farmacia y Bioquímica. 2010.

31. Ettinger S.J., Feldman E.C. Tratado de medicina interna veterinaria: enfermedades del perro y el gato. 2007 [citado 2022 Aug 22]; Disponible en: [https://books.google.com/books/about/Tratado\\_de\\_medicina\\_interna\\_veterinaria.html?hl=es&id=sgv9GAAACAAJ](https://books.google.com/books/about/Tratado_de_medicina_interna_veterinaria.html?hl=es&id=sgv9GAAACAAJ)
32. Chacón R.B., Sánchez J., Redondo A.J., Rodríguez J., Cuenca R., Seró M.C.M. Intoxicación aguda por plomo en el perro: Caso clínico. Acta Vet Brno. 1989;3(3):53–6.
33. Pérez E., Carlina D., Rodríguez A. Cuantificación por absorción atómica de Cu, Fe y Zn en alcohol destilado y agus. Vol. 10. 2018.

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### **Determinación de plomo en sangre - Método de cámara de grafito Espectrofotometría de absorción atómica.**

#### **FICHA TÉCNICA**

- 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN:** Este método especifica el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la determinación de plomo (N° CAS 7439-92-1) en sangre por espectrofotometría de absorción atómica, en un intervalo de concentración de 5 a 100 µg de Pb/100 mL de sangre (0,24 a 4,82 µmol/litro) aplicable al seguimiento de poblaciones laborales potencialmente expuestas a plomo metálico y sus compuestos iónicos.

La interferencia espectral provocada por la absorción inespecífica, que tiene lugar a la longitud de onda de trabajo, hace necesario el uso de un sistema corrector de la radiación de fondo.

- 2. FUNDAMENTO DEL MÉTODO:** Las muestras de sangre se recogen en tubos de polietileno conteniendo EDTA-K2 (sal dipotásica del ácido etilendiaminotetracético) como anticoagulante.

La sangre se diluye con un tensoactivo para facilitar su hemólisis. La cuantificación del plomo presente se efectúa por espectrofotometría de absorción atómica a 283,3 nm, utilizando cámara de grafito con plataforma de L'vov y modificación de matriz (9.1), frente a una curva de patrones acuosos.

- 3. REACTIVOS:** Durante el análisis, se utilizarán únicamente reactivos "para análisis":

### **3.1. Agua destilada o desionizada**

El agua será de grado 2 de pureza como mínimo, de acuerdo con ISO 3696 (9.6). El contenido en plomo será menor de 0,01 µg/mL.

### **3.2. Octil-fenoxi-polietoxietanol (Tritón X-100)**

### **3.3. Dihidrógeno fosfato (V) de amonio (NH<sub>4</sub>) H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>**

### **3.4. Pirrolidinditiocarbamato de amonio (APDC)**

### **3.5. Triclorometano (Cloroformo).**

*PRECAUCIÓN.* SUSTANCIA NOCIVA. Frases (R): 20, Frases (S): 2-24/25.

Real Decreto 2216/1985 (9.5). (2)

### **3.6. Nitrato de plomo (II)**

*PRECAUCIÓN.* SUSTANCIA NOCIVA. Frases (R) 20/22-23; Frases (S):

13-20/21. Real Decreto 2216/1985 (9.5). (2)

### **3.7. Disolución de Pirrolidinditiocarbamato de amonio de 10 g/l**

Se pesa 1 g de APDC (3.4) y se disuelve en agua (3.1) completando hasta 100 mL.

### **3.8. Disolución de Tritón X-100 al 0,1% (V/V)**

Se depositan 0,5 mL de Tritón X-100 (3.2) en un matraz aforado de 500 mL y se completa este volumen con agua (3.1)

### **3.9. Disolución patrón de plomo de 1 000 µg/ml.**

Se seca nitrato de plomo (II) a 120°C durante 4 horas y se deja enfriar en desecador. Se pesan 1,598 g y se disuelven en ácido nítrico a 1% (V/V) hasta completar 1 litro de disolución.

### **3.10. Modificador de matriz**

Se disuelven 5 g de dihidrógeno fosfato (V) de amonio (3.4) en la disolución de Tritón X-100 al 0,1% (V/V) (véase 3.8) hasta completar 500 mL (9.1).

Se vierte esta disolución en un embudo de decantación de 1 litro de capacidad, se añade 1 mL de la disolución de APDC de 10 g/L (3.7) y se agita vigorosamente. Se añaden 20 ml de cloroformo y se agita de nuevo para extraer las trazas metálicas que pueda aportar el dihidrógeno fosfato (V) de amonio. Se deja decantar y se elimina la fase orgánica. Esta operación ha de repetirse las veces que sean necesarias para eliminar las trazas de plomo (generalmente 2 ó 3).

La disolución así preparada se conservará en botella de vidrio o polipropileno para su posterior utilización.

## **4. APARATOS Y MATERIAL:**

### **4.1. Tubos de polietileno**

Tubos de polietileno de 5 mL, exentos de plomo, conteniendo EDTA-K2 (sal dipotásica de ácido etilendiaminotetracético) como anticoagulante.

### **4.2. Cubiletes desechables de poliestireno**

Cubiletes desechables de poliestireno, de fondo cónico, de 2 mL de capacidad.

#### **4.3. Tubos de grafito pirolizados**

Tubos de grafito pirolizados, de 28 mm de longitud y 6 mm de diámetro interno, con plataforma de L'vov (9.1 y 9.2).

#### **4.4. Agitador homogeneizador**

Agitador homogeneizador para las muestras de sangre.

#### **4.5. Pipetas automáticas y dosificadores**

Pipetas automáticas y dosificadores que cumplan los requisitos recogidos en ISO 8655 (9.7).

#### **4.6. Material de vidrio**

Material de vidrio de borosilicato 3.3 de acuerdo con ISO 3585 (9.8).

#### **4.7. Cámara de grafito**

Cámara de grafito capaz de satisfacer el programa de análisis propuesto en 6.4.2.

#### **4.8. Espectrofotómetro de absorción atómica**

Espectrofotómetro de absorción atómica equipado con lámpara de plomo y corrector de absorción inespecífica.

### **5. TOMA DE MUESTRAS**

La muestra de sangre venosa extraída con jeringa de polietileno o poliestireno se recoge en tubos de polietileno de 5 mL conteniendo EDTA-K2 como anticoagulante, mezclándola cuidadosamente. Las muestras se conservarán a 4°C hasta el momento del análisis.

## **6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS**

### **6.1. Limpieza de material**

**6.1.1.** Todo el material de vidrio utilizado en el análisis después de su lavado con un detergente, debe mantenerse sumergido varios minutos en ácido nítrico al 50% (V/V) y ser después cuidadosamente enjuagado con agua (3.1).

**6.1.2.** Los tubos de grafito nuevos y los usados, tras un período fuera de uso, deben acondicionarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

**6.1.3.** Las ventanas de cuarzo de la cámara de grafito deben limpiarse periódicamente para eliminar las salpicaduras que sobre ellas se depositan.

**6.1.4.** Los conos de plástico para las micropipetas y los cubiletes de poliestireno deben mantenerse en sus bolsas de origen hasta el momento de su uso, para evitar cualquier contaminación.

### **6.2. Preparación de la muestra**

**6.2.1.** La sangre se homogeneiza perfectamente en un agitador (4.4) una vez alcanzada la temperatura ambiente.

**6.2.2.** Se pipetea 600  $\mu$ l del modificador de matriz preparado según 3.10, en un cubilete de fondo cónico (4.2).

**6.2.3.** Se añaden 50  $\mu$ l de sangre con pipeta automática y con el mismo cono de plástico utilizado se remueve el contenido del cubilete hasta conseguir una completa homogeneización. La muestra así preparada está lista para su introducción directa en el horno de grafito.

### **6.3. Preparación de patrones y curva de calibración**

**6.3.1.** Disoluciones de trabajo. A partir de la disolución patrón de plomo de 1,000  $\mu\text{g/mL}$  (3.9) y con las diluciones pertinentes se preparan las disoluciones de trabajo de 0,2; 0,4; y 0,8  $\mu\text{l}$  de Pb por mL de agua (3.1)

**6.3.2.** Se pipetea 600  $\mu\text{l}$  de modificador de matriz (3.10) en los cubiletes de fondo cónico (4.2) en los cuales se van a preparar los patrones.

**6.3.3.** Se añaden 50  $\mu\text{l}$  de cada una de las disoluciones de trabajo preparadas según 6.3.1 a los cubiletes que contienen modificador de matriz (6.3.2) y se agita el contenido del cubilete tal como se indicó para las muestras.

**6.3.4.** Blanco de reactivos. Corresponde a la adición de 50  $\mu\text{l}$  de agua destilada (3.1) a 600  $\mu\text{l}$  de modificador de matriz. Su lectura se restará de la obtenida para patrones y muestras antes de construir la curva de calibración.

**6.3.5.** Curva de calibración. De las lecturas, en área de pico, obtenidas para los patrones preparados según 6.3.2 y que corresponderán finalmente a concentraciones de 0,2; 0,4; y 0,8  $\mu\text{l Pb/mL}$  de sangre, se resta la lectura, en área de pico también, obtenida para el blanco de reactivos definido según 6.3.4.

Se representan los valores corregidos de área de pico frente a sus correspondientes concentraciones, obteniéndose así la curva área de pico-concentración.



Las concentraciones propuestas para los patrones son orientativas. Los patrones deben cubrir el intervalo de concentración de las muestras a analizar y a su vez encontrarse dentro de la región lineal de la gráfica de calibración.

## 6.4 Determinación

### *NOTA - MEDIDA DE SEGURIDAD*

No debe mirarse directamente al tubo de grafito durante el proceso de atomización para evitar posibles lesiones oculares debidas a radiación.

**6.4.1.** Se introducen 10 µl de patrones y muestras, preparados como se indicó en 6.2 y 6.3, en el horno de grafito con una pipeta automática o bien con un inductor automático si se dispone de él.

**6.4.2.** El análisis se efectuará con un programa de temperaturas y tiempos (9.4) lo más similar posible al siguiente:

<b>Etapa</b>	<b>Temp(°C)</b>	<b>Rampa</b>	<b>Isoterma</b>	<b>Especificaciones</b>
<b>1</b>	110	10	10	Secado
<b>2</b>	200	10	10	Secado
<b>3</b>	800	10	10	Mineralización
<b>4</b>	850	5	5	Mineralización
<b>5</b>	1700	0	3	(int. flujo) atomización
<b>6</b>	2600	1	3	Limpieza
<b>7</b>	20	1	4	Recuperación

- 6.4.3.** Se mide el área del pico registrado, durante la etapa de atomización, a 283,3 nm. Es imprescindible utilizar corrección de la absorción no específica. Las determinaciones de muestras y patrones deben efectuarse al menos por duplicado.
- 6.4.4.** El elevado número de variables que intervienen en la determinación y la dificultad en controlarlas todas ellas de forma precisa y continua, hace necesaria la introducción de muestras de sangre de concentración conocida entre las muestras reales.
- 6.4.5.** Es importante en orden a obtener unos resultados reproducibles, asegurarse del buen estado de conservación de los contactores de grafito (cilindros), limpiándolos periódicamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante y cambiándolos cuando su grado de deterioro así lo aconseje.

## **7. CÁLCULOS**

### **7.1. Determinación de la concentración de plomo en la curva de calibración.**

La concentración de plomo en sangre de cada muestra, expresada en microgramos por mililitro, se determina directamente por interpolación de la lectura obtenida, restado el blanco 6.3.4, en la curva de calibración.

### **7.2. Determinación de la concentración de plomo presente en la muestra.**

Los resultados, expresados en microgramos de plomo por cien mililitros de sangre, se obtienen mediante la siguiente expresión:  $C = c \times 100$

Donde

C es la concentración de Pb en  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  de sangre.

c es la concentración de Pb en  $\mu\text{l}/\text{ml}$  leída en la curva de calibración.

*NOTA.* -Si el resultado quiere expresarse en micromoles por litro de sangre  $\mu\text{mol}/\text{L}$  se divide el resultado calculado en  $\mu\text{g Pb}/100\text{ mL}$  entre 20,72.

## ANEXO 2

## Test de Normalidad de Shapiro\_ Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Concentración de plomo $\mu\text{g/dL}$	0,931	16	0,249

\*. This is a lower bound of the true significance.

## a. Lilliefors Significance Correction

El promedio de concentración de plomo ( $\mu\text{g/dL}$ ) es de 2,264 de 16 muestras con un desvío estándar de 1,24, que es el grado de dispersión en relación a la media, esta dispersión se ve reflejado en el coeficiente de variación (54%) valor elevado, lo que nos indica una elevada dispersión, esto queda demostrado con los valores observados de mínimo y máximo y el rango.

Promedio de concentración de plomo ( $\mu\text{g/dL}$ )

Promedio ( $\mu\text{g/dL}$ )	2,264 $\pm$ 1.24
Mínimo	0,427
Máximo	4,348
Rango	3,921
N	16

**ANEXO 3****Fotografías de la tesis**

**Figura 1. Canino antes de la toma de muestra sanguínea.**



**Figura 2. Caninos antes de las muestras sanguíneas.**



**Figura 3. Ambiente del taller automotriz.**



**Figura 4. Ambiente del taller automotriz**

## ANEXO 4

## Resultados de la tesis



Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Universidad del Perú. Decana de América  
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX

N°	90788	-	90797
----	-------	---	-------

## PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Bach. Giovana del Niño Jesús Alcántara Villar

TESIS: Concentración de plomo en sangre de caninos (*Canis lupus familiaris*) criados en talleres automotrices de Cajamarca

FECHA DE RECEPCIÓN: 29 de Agosto de 2019 HORA: 02:30 p.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 03 de Septiembre de 2019 HORA: 08:50 a.m.

FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 10 de Septiembre de 2019 HORA: 01:25 p.m.

MÉTODO: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

N° ANÁLISIS	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
90788	Canela	Taller N° 1	Cuantificación de Plomo en Sangre	1.357 µg/dL
90789	Apolo	Taller N° 2	Cuantificación de Plomo en Sangre	1.197 µg/dL
90790	Eva	Taller N° 2	Cuantificación de Plomo en Sangre	1.839 µg/dL
90791	Peluza	Taller N° 3	Cuantificación de Plomo en Sangre	2.484 µg/dL
90792	Tomás	Taller N° 3	Cuantificación de Plomo en Sangre	2.686 µg/dL
90793	Doki	Taller N° 4	Cuantificación de Plomo en Sangre	1.120 µg/dL
90794	Sasha	Taller N° 4	Cuantificación de Plomo en Sangre	2.531 µg/dL
90795	Muñeca	Taller N° 5	Cuantificación de Plomo en Sangre	2.385 µg/dL
90796	Luna	Taller N° 6	Cuantificación de Plomo en Sangre	4.173 µg/dL
90797	Boby	Taller N° 7	Cuantificación de Plomo en Sangre	4.348 µg/dL

Lima, 10 de Septiembre de 2019

  
Director de CICOTOX  
Dr. José A. Apóstegua Infantes  
Esp. Toxicología & Química Legal  
C.Q.F.P. N° 06538  
R.N.E. 240  
D.N.I. N° 09359857



  
Dra. Mercedes Figueroa Vargas  
C.Q.F.P. 18579

## RECOGE RESULTADO

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

D.N.I: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

IMPORTANTE: Cualquier reclamo se atenderá en un plazo máximo de 30 días de recepcionado el resultado

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"  
Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú Teléfonos: (511) 328-7700 Ap. Postal 4539 – Lima 1  
E-mail: cicotex.farmacia@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX



N°	90798	-	90803
----	-------	---	-------

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO**

SOLICITANTE: Bach. Giovana del Niño Jesús Alcántara Villar

TESIS: Concentración de plomo en sangre de caninos (*Canis lupus familiaris*) criados en talleres automotrices de Cajamarca

FECHA DE RECEPCIÓN: 29 de Agosto de 2019 HORA: 02:30 p.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 03 de Septiembre de 2019 HORA: 08:50 a.m.

FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 10 de Septiembre de 2019 HORA: 01:25 p.m.

MÉTODO: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

N° ANÁLISIS	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
90798	Lucas	Taller N° 8	Cuantificación de Plomo en Sangre	4.161 µg/dL
90799	Shado	Taller N° 8	Cuantificación de Plomo en Sangre	1.417 µg/dL
90800	Angus	Taller N° 9	Cuantificación de Plomo en Sangre	0.843 µg/dL
90801	Veneca	Taller N° 10	Cuantificación de Plomo en Sangre	0.427 µg/dL
90802	Chama	Taller N° 10	Cuantificación de Plomo en Sangre	3.480 µg/dL
90803	Rayo	Taller N° 10	Cuantificación de Plomo en Sangre	1.775 µg/dL

Lima, 10 de Septiembre de 2019

  
 Director de CICOTOX  
 Dr. José V. Apesteigua Infantes  
 Esp. Toxicología & Química Legal  
 C.Q.F.P. N° 06538  
 R.N.E. 240  
 D.N.I. N° 09359857



  
 Dña. AMÉRICA FIGUEROA VARGAS  
 C.Q.F.P. 18579

**RECOGE RESULTADO**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_  
 D.N.I: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

IMPORTANTE: Cualquier reclamo se atenderá en un plazo máximo de 30 días de recepcionado el resultado

**"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓNICO"**

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú Teléfonos: (511) 328-7700 Ap. Postal 4539 - Lima 1

E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe

http://farmacia.unmsm.edu.pe