



**Universidad  
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**“CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y MANGANESO EN  
SANDIAS (*Citrullus lannatus*) EXPENDIDAS DE  
FORMA AMBULATORIA Y SU RELACIÓN CON EL  
TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL PARQUE AUTOMOTOR  
EN SEIS SECTORES DEL CERCADO DE LIMA, LIMA,  
PERÚ, MAYO 2019”**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

**Bch. Dextre Menacho, Fredy Wilder**

**Bch. Vicente Luján, Rossana**

Asesor

**Q.F. Tox. Lizano Gutiérrez Jesús Víctor**

Lima – Perú

2020

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, a mis padres y a todas las personas que apoyaron este sueño, permitiendo que el gran esfuerzo de querer alcanzar una meta fuese posible.

Fredy Dextre

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos en el camino y por permitirnos concluir con nuestro objetivo.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental y habernos apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A nuestro asesor Q.F. Tox. Lizano Gutiérrez Jesús Víctor quien con sus enseñanzas, experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación.

A todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarnos como persona y profesional en la Universidad Norbert Wiener.

Br. Dextre Menacho, Fredy

Br. Vicente Lujan, Rossana

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS .....	xi
RESÚMEN.....	xii
ABSTRACTS.....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Situación problemática .....	3
1.1.1. Problema General .....	4
1.1.2. Problemas específicos.....	5
1.2. Marco teórico referencial.....	6
1.2.1. Contaminación Ambiental .....	6
1.2.2. Metales Pesados .....	8
1.2.3. “Sandía” ( <i>Citrullus lannatus</i> ) .....	11
1.2.5. Plomo .....	13
1.2.6. Manganeso.....	20
1.3. Estudios antecedentes .....	25
1.3.1. Antecedentes Internacionales.....	25
1.3.2. Antecedentes Nacionales .....	28
1.4. Importancia y justificación de la investigación .....	37
1.4.1. Justificación Teórica .....	37

1.4.2.	Justificación Práctica .....	38
1.4.3.	Justificación Metodológica .....	38
1.5.	Objetivo del estudio.....	39
1.5.1.	Objetivo General.....	39
1.5.2.	Objetivos Específicos .....	39
1.6.	Hipótesis de Investigación.....	40
1.6.1.	Hipótesis General .....	40
1.6.2.	Hipótesis específicas .....	40
<b>II.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>41</b>
2.1.	Enfoque y diseño .....	41
2.2.	Población, muestra y muestreo. (Criterios de inclusión y exclusión) .....	42
2.2.1.	Población.....	42
2.2.2.	Muestra: .....	43
2.2.3.	Muestreo: .....	44
2.3.	Variable (s) de estudio .....	45
2.3.1.	Variable Dependiente .....	45
2.3.2.	Variable Independiente.....	45
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad de instrumentos) .....	46
2.5.	Proceso de recolección de datos .....	46
2.5.1.	Autorización y coordinaciones previas para la recolección de datos.....	51
2.5.2.	Técnica operatoria.....	51
2.5.3.	Materiales, reactivos, equipos y soluciones. ....	54
2.5.4.	Procedimiento.....	55
2.6.	Métodos de análisis estadístico.....	56
2.7.	Aspectos éticos.....	56

<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
3.1. Análisis y procesamiento de datos .....	57
3.2. Análisis y Resultados Descriptivos .....	57
3.2.1. Fase descriptiva: .....	57
3.3. Análisis Inferencial .....	72
3.3.1 Fase Inferencial: .....	72
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>76</b>
4.1. Discusión .....	76
4.2. Conclusiones .....	81
4.3. Recomendaciones .....	81
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>98</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Límites Máximos Permisibles de concentración de metales pesados (Mn, As, Cd y Pb) en agua, suelo y alimentos de consumo humano. Información obtenida de (Codex, 1995; UE, 2016), La Junta de Alimentos y Nutrición del Consejo Nacional de Investigación (NRC) .....	10
<b>Tabla 2.</b> Principales fuentes de exposición al plomo de acuerdo con la OMS (2010) .....	16
<b>Tabla 3.</b> Cuadro clínico de la intoxicación con plomo.....	20
<b>Tabla 4.</b> Valores de referencia y recomendaciones de agencias internacionales con respecto a los niveles de Mn .....	24
<b>Tabla 5.</b> Muestras recolectadas en Av. Alfonso Ugarte (A. Ugarte) cruce con Av. España.....	47
<b>Tabla 6.</b> Muestras recolectadas en Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colon .....	47
<b>Tabla 7.</b> Muestras recolectadas en Av. Abancay cruce con Av. Grau .....	48
<b>Tabla 8.</b> Muestras recolectadas en Av. Abancay cruce con Parque Universitario	48
<b>Tabla 9.</b> Muestras recolectadas en Av. Abancay cruce con Jr. Ancash .....	49
<b>Tabla 10.</b> Muestras recolectadas en Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	49
<b>Tabla 11.</b> Concentraciones de Pb y Mn emitidos por LASPAF. ....	58
<b>Tabla 12.</b> Concentración de plomo (Pb) en las 36 muestras de sandías ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor, en los seis sectores bajo estudio, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019 .....	60

<b>Tabla 13.</b> Prueba de correlación según Spearman entre el nivel de concentración de plomo (Pb) en las sandías ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, expuestas al parque automotor y el número de horas de exposición en el Cercado de Lima, Lima –Perú, mayo 2019.....	65
<b>Tabla 14.</b> Concentración de manganeso (Mn) en las 36 muestras de sandías ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor, en los seis sectores bajo estudio, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019. ....	66
<b>Tabla 15.</b> Estadística de las muestras de sandías ( <i>Citrullus lannatus</i> ), que exceden los Límites Máximo Permisibles (LMP) de manganeso (ppm) en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019. ....	70
<b>Tabla 16.</b> Prueba de correlación de Spearman según valores de Concentración de manganeso (Mn) y su relación con la variable horas de exposición. ....	71
<b>Tabla 17.</b> Variables en estudio y la prueba estadística aplicada .....	73
<b>Tabla 18.</b> Significancia estadística de la concentración de plomo y manganeso (Mn) en las 36 muestras de sandías ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, según TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas) al parque automotor en los seis sectores bajo estudio del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.....	74



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Este gráfico muestra la concentración de partículas PM 2,5 en el aire (iguales o menores a 2,5 µg/m <sup>3</sup> ) en una selección de países y ciudades de América Latina. ....	8
<b>Figura 2.</b> Cercado de Lima: ciudadanos se quejan por congestión vehicular. ....	13
<b>Figura 3.</b> Modelo metabólico del plomo en el ser humano. ....	18
<b>Figura 4.</b> Esquema simple de la preparación de las muestras. ....	43
<b>Figura 5.</b> Flujograma de preparación de muestras para el análisis. ....	50
<b>Figura 6.</b> Equipo de AA. Perkin Elmer precisely AAnalyst 200 .....	53
<b>Figura 7.</b> Concentración de plomo (Pb) en las 36 muestras de sandias ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor. ....	59
<b>Figura 8.</b> Comparación de la concentración máxima de plomo de muestras de sandias ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, entre el lugar y la hora de exposición en relación al parque automotor, en los tres sectores de mayor nivel de concentración, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019. ....	61
<b>Figura 9.</b> Promedio de la concentración de plomo comparado con los límites máximo permisible. ....	64
<b>Figura 10.</b> Concentración de manganeso en las 36 muestras de sandias ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor, en los seis sectores bajo estudio, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019. ....	67
<b>Figura 11.</b> Comparación de la concentración máxima de manganeso de muestras de sandias ( <i>Citrullus lannatus</i> ) expendidas de forma ambulatoria, entre el lugar y la hora de exposición en relación al parque automotor, en los tres sectores de mayor nivel de concentración, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019. ....	68

**Figura 12.** Promedio de la concentración de manganeso comparado con los Límites Máximo Permisible. .... 69

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Operacionalización de variables .....	98
<b>Anexo 2.</b> Matriz de consistencia .....	100
<b>Anexo 3.</b> Resultados del análisis de plomo .....	105
<b>Anexo 4.</b> Resultados del análisis de manganeso .....	106
<b>Anexo 5.</b> Venta ambulatória de sandíaalrededores de la Av. Abancay.....	107
<b>Anexo 6.</b> Recolección de las 36 muestras Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España en 12 horas de exposición .....	108
<b>Anexo 7.</b> Taxonomía de “sandía” ( <i>Citrullus lannatus</i> ).....	109
<b>Anexo 8.</b> Hoja de codificación de las 36 muestras; ingreso a LASPAF .....	110

## RESÚMEN

El estudio tiene como objetivo determinar la relación que existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de plomo y manganeso en “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.

**Método:** Técnica de espectrofotometría de absorción atómica. Análisis de estudio plomo y manganeso en 36 muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) con el tiempo de exposición de 15 horas al parque automotor. Sectores de estudio: Av. Alfonso Ugarte / Av. España, Av. G. de la Vega / Paseo Colón, Av. Abancay / Av. Grau, Av. Abancay / Parque Universitario, Av. Abancay / Jr. Ancash y Av. Tacna / Av. Nicolás de Piérola. La exposición inicio a las 6:00 a.m. culminando a las a 9:00 p.m. **Resultados:** Para plomo el promedio es 5.31ppm; el 50% de la muestra superan el valor 5.68 ppm. Los datos se desvían con respecto a la media en 1.07 ppm; el valor mínimo es de 3.38 ppm y un máximo de 7.10 ppm. Para manganeso el promedio es 6.93ppm; el 50% de las muestras superan el valor 7.03 ppm. Los datos se desvían con respecto a la media en promedio de 0.065ppm; el valor mínimo es de 6.01ppm y un máximo de 8.32ppm. Se concluye que existe una correlación directa y positiva entre el tiempo de exposición del fruto al parque automotor y la concentración de plomo y manganeso, en los seis sectores del Cercado de Lima, con una significancia estadística ( $r=0,705$ ;  $p=0,000$ ), ( $r=0,761$ ;  $p=0,000$ ) respectivamente.

El 100% de las muestras, superan el límite máximo permisible,  $Pb = 0.1ppm$  y  $Mn = 0.5ppm$ , establecidos por la OMS/FAO/*Codex Alimentarius*.

**Palabras claves:** Plomo, manganeso, *Citrullus lannatus*, parque automotor, contaminación ambiental.

## ABSTRACTS

The objective of the study is to determine the relationship between the time of exposure in hours to the vehicle fleet and the concentration of lead and manganese in watermelon (*Citrullus lannatus*) sold on an outpatient basis in six sectors of Cercado de Lima, Lima - Peru, may 2019. **Method:** Atomic absorption spectrophotometry technique. Study analysis of lead and manganese in 36 samples obtained from watermelon (*Citrullus lannatus*) with the exposure time of 15 hours to the vehicle fleet. Study sectors: Av. Alfonso Ugarte / Av. España, Av. G. de la Vega / Paseo Colón, Av. Abancay / Av. Grau, Av. Abancay / University Park, Av. Abancay / Jr. Ancash and Av. Tacna / Av. Nicolás de Piérola. The exhibition started at 6:00 a.m. culminating at 9:00 p.m. **Results:** For lead the average is 5.31ppm; 50% of the sample exceed the value 5.68 ppm. The data deviate from the mean by 1.07 ppm; the minimum value is 3.38 ppm and a maximum of 7.10 ppm. For manganese the average is 6.93ppm; 50% of the samples exceed the 7.03 ppm value. The data deviate from the mean by an average of 0.065ppm; the minimum value is 6.01ppm and a maximum of 8.32ppm. It is concluded that there is a direct and positive correlation between the time of exposure of the fruit to the automobile fleet and the concentration of lead and manganese, in the six sectors of Cercado de Lima, with a statistical significance ( $r = 0.705$ ;  $p = 0.000$ ), ( $r = 0.761$ ;  $p = 0.000$ ) respectively.

100% of the samples exceed the maximum permissible limit,  $Pb = 0.1\text{ppm}$  and  $Mn = 0.5\text{ppm}$ , established by the WHO / FAO / *Codex Alimentarius*.

**Keywords:** Lead, manganese, *Citrullus lannatus*, automobile fleet, environmental pollution.

## I. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), afirma que la contaminación del aire es el mayor riesgo ambiental para la salud. Según el repositorio de salud 2019, nueve de cada diez personas respiran aire contaminado todos los días y la consecuencia es la muerte de una de nueve por la contaminación del aire.

El 24% de la carga mundial de morbilidad y un 23% de la mortalidad son atribuibles a factores medioambientales.<sup>1, 2</sup> El modelo de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) confirma que el 92% de la población mundial vive en lugares donde los niveles de calidad del aire exceden los límites fijados en las directrices de la OMS<sup>2</sup>. La OMS, estima que, a raíz de los cambios climáticos, entre el 2030 y 2050, se ocasionarán más 250,000 muertes<sup>1</sup>.

Según la Organización de las Naciones Unidas, América es el lugar que cuenta con mayor zona urbanizada a nivel mundial. Un 79% de los pobladores de América Latina y el Caribe (ALC) radica en ciudades con más de 20,000 residentes<sup>2</sup>. Representando un mayor gasto de energía, consumo de recursos, la elaboración y uso de materiales y bienes, el transporte y la movilidad, lo cual fomenta con la contaminación de la atmósfera<sup>2</sup>.

Más de 7 millones de personas fallecen prematuramente cada año por enfermedades como el cáncer, accidentes cerebrovasculares, cardiopatías y neumopatías a causa de la contaminación del aire. Alrededor del 90% de estas muertes se producen en países de ingresos bajos y medianos, dos de cada tres de estos países son de las Regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental, que presentan altos volúmenes de emisiones procedentes de la industria, el transporte y la agricultura, así como de la utilización de cocinas y combustibles sucios en los hogares<sup>1</sup>.

En el Perú, según la Comisión de Pueblos Andinos, Amazónicos, Afroperuanos, Ambiente y Ecología (CPAAAAE), existen más de 7 mil

personas afectadas por contaminación con metales pesados y otros tóxicos en las zonas de minería y de hidrocarburos. Así mismo esta comisión refiere que se han logrado ciertos avances, pero también se ha evidenciado graves omisiones del gobierno en la adopción de medidas que garanticen la salud, vida e integridad de las personas afectadas al no realizar con eficiencia una atención integral en salud por metales pesados, por la falta de identificación de la fuente de contaminación y el reconocimiento de las zonas críticas, cuya atención debe priorizarse.

En el Perú existe una falta de liderazgo y trabajo articulado entre la Presidencia de Consejo de Ministros (PCM), el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y los gobiernos regionales para conformar una Comisión Multisectorial para tener un presupuesto y definir medidas inmediatas para la atención de personas con mayores niveles de afectación por contaminación con metales pesados<sup>4</sup>.

El Plomo (Pb) y Manganeso (Mn) son unos de los metales pesados de alta toxicidad ambiental; su uso extendido ha causado una extensa contaminación ambiental y problemas de salud en muchas partes del mundo<sup>1,3</sup>. El Perú se ubica en el puesto 22 a nivel mundial como el país con mayor grado de contaminación ambiental, de acuerdo al reporte del 2018 de *World Air Quality*. Lima se ubica el tercer lugar como la ciudad de mayor congestión vehicular, sino que además se ubica como la octava ciudad más contaminada de Latino América.

Lima atraviesa por un gran problema de transporte vehicular, deficiente sistema de transporte público, mala organización de las rutas y la sobreoferta de taxis provocando que al menos 15,000 personas padezcan de enfermedades respiratorias y cardiovasculares como producto de la contaminación<sup>5</sup>.

## 1.1. Situación problemática

En el Perú los problemas de Congestión vehicular y Contaminación ambiental no tiene un abordaje integral y articulado entre el gobierno local, regional y nacional.

En el país circulan un aproximado de seis millones de autos de los cuales el 40% se encuentra en la capital<sup>5</sup>, en tal sentido, no se discuten a nivel de población general las verdaderas y principales causas del congestionamiento vehicular, las cuales se pueden agrupar en tres grupos: Ineficiente infraestructura vial, creciente parque automotor y obras inconclusas, esto hace que se convierta en un problema de Salud Pública<sup>6, 7</sup>.

*Forbes* en un trabajo conjunto con la compañía holandesa *TomTom* publicaron sobre los índices de tráfico, en la cual proporcionan estadísticas e información sobre los niveles de congestión en 403 ciudades de 56 países en la que ubican a Lima como la tercera ciudad con más congestión vehicular en el mundo con un 58%<sup>8</sup>. En los últimos cinco años, Lima registró un aumento del tráfico y congestión vehicular generando mayor contaminación sonora y ambiental. Los distritos que presentan mayor dificultad son: Surquillo, San Isidro, La Molina, Lima Cercado y el Callao<sup>10</sup>.

Tv Perú (2018), refiere en su informe que Lima presenta un tamaño inadecuado del transporte público y un inadecuado diseño y estado de las pistas a consecuencia de la falta de planificación urbana sufriendo un fenómeno de sobrepoblación<sup>11</sup>.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, afirma que el parque automotor en el país desde el 2012 ha sumado un 7%, alcanzando al 2016 a 2'661.719 automóviles transitando en el país y en la actualidad al 2019 se estima un crecimiento de 4.8%<sup>10</sup>.

Lima Metropolitana representan el 66% de automóviles que circulan en todo el país, (incluyendo Callao), de esta manera se convierte en la ciudad con mayor carga de autos circulando por sus calles (1'752.919 vehículos)<sup>10</sup>.



La Dirección de Tránsito de la Policía Nacional, determinaron en Lima Metropolitana y Callao un total de 242 zonas cruciales por mayor tránsito vehicular. Uno de los motivos del desorden vehicular en Lima es la escasez del ordenamiento en el sistema de los semáforos principalmente en las intersecciones<sup>10</sup>.

El aumento caótico del parque automotor en Cercado de Lima, genera una gran contaminación atmosférica por plomo; la fuente principal de contaminación es la combustión de las gasolinas con contenido de tetraetilo de plomo ( $C_8H_{20}Pb$ ), de 84 y 95 octanos de mayor demanda en Lima<sup>14</sup>.

Los gases de escape de un motor diésel contienen al menos 450 sustancias, muchas de las cuales son considerados tóxicas, dentro de esa lista se encuentra el plomo inorgánico y los compuestos de manganeso<sup>15</sup>.

Dentro de los compuestos de manganeso podemos citar a Tricarbonilo Metilcilopentadieneilo de Manganeso (MMT), este es un aditivo metálico similar al plomo a base de manganeso comercializado para mejorar el octanaje de la gasolina y aditivo para reducir el humo, es usado en combinación con un mínimo contenido de plomo en las gasolinas destinadas a vehículos cuya metalurgia sea antigua para garantizar su protección contra el desgaste del motor<sup>16</sup>.

El tráfico es caótico en el mundo, Lima no es exenta de este problema que trae como consecuencia un gran problema de Salud Pública, en ese sentido nos planteamos la siguiente pregunta.

### **1.1.1. Problema General**

¿Qué relación existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de plomo y manganeso, en las muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019?

### 1.1.2. Problemas específicos

¿Qué relación existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de plomo, en las muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima?

**¿Qué relación existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de manganeso, en las muestras obtenidas de sandía (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima?**

¿La concentración de plomo obtenidas en las muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/*Codex Alimentarius*?

**¿La concentración de manganeso obtenidas en las muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/*Codex Alimentarius*?**

¿La concentración de plomo y manganeso varían con el tiempo de exposición al parque automotor en las muestras obtenidas de sandias (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima?

## **1.2. Marco teórico referencial**

### **1.2.1. Contaminación Ambiental**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) lleva alertando desde hace años sobre los efectos de la contaminación ambiental en la salud de la población. Organismos internacionales como la Agencia Europea de Medio Ambiente emiten periódicamente información y advierten de que el sur de Europa será una de las zonas que sufrirá con más intensidad las consecuencias del cambio climático. Los factores ambientales y el clima son determinantes para la salud de los seres vivos<sup>18</sup>.

La exposición de la población a la contaminación del aire es ubicua e involuntaria y puede ocasionar desde efectos fisiológicos imperceptibles hasta enfermedades y muerte. La exposición a la contaminación atmosférica está presente en todos los lugares, especialmente en los sitios urbanos, y puede afectar a toda la población a lo largo del ciclo vital. Los niños son un grupo especialmente vulnerable por la inmadurez del sistema respiratorio e inmune y por las conductas propias de la edad<sup>19</sup>.

La contaminación por metales pesados es un problema que ha ido en aumento debido principalmente a actividades antrópicas. Entre las principales fuentes de contaminación se encuentra la minería, la metalurgia, la agricultura, los vehículos automotores y el aporte natural en ciertos acuíferos<sup>20</sup>.

La eliminación del plomo de la gasolina determinó una drástica reducción de la contaminación de plomo. Igualmente, se estableció la reducción del contenido de azufre en el diésel, la obligatoriedad de las revisiones técnicas vehiculares, y una disminución de la antigüedad permisible para la circulación vehicular. A pesar de ello, la OMS en 2014 reportó que Lima es la ciudad con mayor contaminación en América Latina, lo que hace pensar que estas estrategias no fueron suficientes para reducir la contaminación o que las causas procedan de otras fuentes<sup>21</sup>.

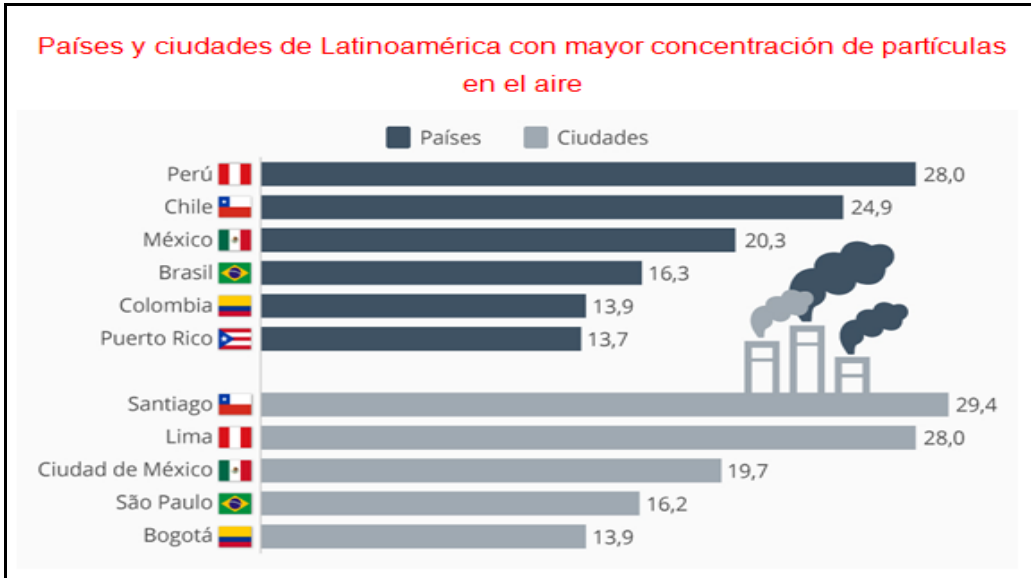
El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), mediante la Dirección de Proyectos de Desarrollo y Medio Ambiente, realiza la evaluación de las condiciones sinópticas y meteorológicas locales que influyen en el comportamiento temporal y espacial de los contaminantes atmosféricos particulados y gaseosos, medido mediante métodos de muestreo pasivo y monitoreo automático en la cuenca atmosférica de Lima – Callao<sup>22</sup>.

Las fuentes contaminantes pueden ser móviles, es decir emisiones producidas por combustibles fósiles empleados por vehículos de transporte público y privado, o fijas, aquellas que producen algunas actividades como pollerías, panaderías, industria, talleres, etc.

Dentro del Centro Histórico de Lima se puede identificar que las emisiones producidas por fuentes móviles se dan principalmente en los grandes ejes viales que lo atraviesan, especialmente las avenidas Abancay, Tacna, Wilson, Alfonso Ugarte y Grau<sup>23</sup>.

La antigüedad promedio del parque circulante de transporte público en Lima y Callao al 2018 es de 12.5 años, siendo el promedio de la flota de Lima Metropolitana de 10.98 año, y en el Callao una flota con antigüedad promedio que llega a los 15 años<sup>26</sup>.

Las medidas tomadas por el estado y por la población como la eliminación de plomo de la gasolina, vender gasolina con 50 ppm de azufre (no con 5000 como lo era antes), mayor demanda de vehículos con tecnología a gas, entre otras, ha mejorado la situación. Pero no son suficientes ya que el panorama aún es alarmante, emisión de gases contaminantes en la capital sigue siendo execiva<sup>25</sup>.



**Figura 1. Este gráfico muestra la concentración de partículas PM 2,5 en el aire (iguales o menores a 2,5 µg/m<sup>3</sup>) en una selección de países y ciudades de América Latina.**

Fuente: 2018 *World Air Quality Report / Greenpeace*

### 1.2.2. 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 encuentre en los ecosistemas por largos periodos, ya que su degradación natural es difícil<sup>27</sup>.

Se evidencia que los metales son dañinos, pero a la vez muchos son necesarios en la alimentación y muchas veces su deficiencia o exceso conduce a problemas en la salud, los que requiere nuestro organismo son el hierro, cobalto, cobre, manganeso, molibdeno, vanadio, estroncio y zinc.

Podemos identificar dos grupos de metales pesados: Oligoelementos y Micronutrientes. Dentro del grupo que se requiere en cantidades mínimas y si excedemos cierto nivel se convierten en toxico para la salud, son: Arsenico (As), boro (B), cobalto (Co), cromo (Cr), molibdeno (Mo), manganeso (Mn), níquel (Ni), selenio (Se), Zinc. Los que no tienen función

biológica en los seres vivos y son altamente tóxicos y se acumulan en los organismos con vida, son: Cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), cobre (Cu), antimonio (Sb), bismuto (Bi). Los metales pesados en concentraciones elevadas presentan efectos tóxicos y son una amenaza ambiental<sup>29</sup>.

#### **1.2.2.1. La importancia del análisis.**

El estudio de metales pesados es de suma importancia en el ambiente y en los alimentos expendidos de forma ambulatoria, como la sandía es porque tienen una mayor toxicidad, marcada persistencia y pronta acumulación en los organismos vivos. No se pueden detectar en poco tiempo la toxicidad de los metales pesados, pero si se presenta una incidencia marcada en tiempo medio y a largo plazo. Su eliminación del medio se hace complicada ya que es el mismo organismo que los incorpora a sus tejidos. La toxicidad de los metales resulta ser proporcional a la facilidad de su absorción por los seres vivos, un metal disuelto en forma iónica puede absorberse con mayor facilidad que en forma elemental, aumentando las posibilidades de su oxidación y retención por los diversos órganos<sup>29</sup>.

#### **1.2.2.2. Contaminación con metales pesados.**

La contaminación del medio ambiente por los metales pesados son las formas más peligrosas; porque no presentan ningún tipo posible de degradación química o biológica y pueden ser bioacumulados de diversas formas (orgánicas e inorgánicas) y permanecer en los organismos por largos periodos. Los metales como el plomo, se caracterizan por su alta conductividad eléctrica, y a medida que se desplaza hacia los metales preciosos (oro, mercurio y plata), su óxido metálico se hace más estable que los hidróxidos correspondientes; además forman complejos con diferentes iones y moléculas. Su toxicidad es debido a su afinidad con el grupo amino. Al reaccionar con este grupo, se forman complejos metálicos y las enzimas pierden toda su efectividad para controlar las reacciones metabólicas<sup>29</sup>.

### 1.2.2.3. Metales pesados (plomo y manganeso) en alimentos

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por la Unión Europea y la FAO, varían de acuerdo al tipo de alimento.

Los sistemas hídricos son responsables de añadir los metales pesados (plomo y manganeso) en los alimentos, por el uso de aguas contaminadas en el riego de cultivos o por los procesos que dan lugar en la cadena alimenticia por aguas contaminadas.

En los diez últimos años, los contenidos de plomo de los productos alimenticios se redujeron sensiblemente porque aumentó la sensibilización ante el problema sanitario que puede representar el plomo y por los esfuerzos realizados para reducir la emisión de plomo en su origen<sup>31</sup>.

**Tabla 1.** Límites Máximos Permisibles de concentración de metales pesados (Mn, As, Cd y Pb) en agua, suelo y alimentos de consumo humano. Información obtenida de (Codex, 1995; UE, 2016), La Junta de Alimentos y Nutrición del Consejo Nacional de Investigación (NRC)

Alimento	Unid.	Mn	As	Cd	Pb
<b>Hortalizas</b>					
<b>de fruto</b>	mg/L	---	---	0,05	0,1
<b>(cucurbitáceas)</b>	mg/día	2-5			

### 1.2.2.4. Venta ambulatória de sandía en el Mercado de Lima

La venta ambulatória de sandía es un comercio que ha proliferado en Lima Metropolitana en los últimos años pero no es un fenómeno nuevo, estudios previos sobre el control sanitario de alimentos expendidos en la vía pública indican que los vendedores ambulantes son un elemento positivo en la economía local y este comercio constituye una fuente de trabajo de considerable importancia en el sector informal<sup>33</sup>.

### 1.2.3. “Sandía” (*Citrullus lannatus*)

La “sandía” (*Citrullus lannatus*) es un fruto no climatérico, también conocido en diferentes partes del mundo como patilla o melón de agua, es uno de los frutos de mayor tamaño de los que se conocen y pueden alcanzar hasta los 10 kg de peso<sup>34</sup>.

Es una planta perteneciente a la familia de las cucurbitáceas y al orden cucurbitales, se caracteriza principalmente por su alto contenido de agua, su pulpa es carnosa y tiene un rico sabor dulce debido a su alto contenido de fructuosa; es granulosa, acuosa y presenta un color rojo intenso o rojo claro dependiendo de la variedad<sup>35, 36,37</sup>.

#### 1.2.3.1. Taxonomía

La “sandía” pertenece a las angiospermas, encuadrándose dentro de los siguientes taxones:

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Dillenidae*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitaceae*

Género: *Citrullus*

Especie: *C. lannatus* (Thunb.) Matsum y Nakai, 1916.

Nombre vulgar: “Sandía”

Fuente: Saona. FK. Cultivo de sandía taxonomía. 2017.  
<http://agropfaciag.blogspot.com/2017/02/taxonomia.html>.



### **1.2.3.2. Valor nutricional de la “sandía”**

El principal componente cuantitativo es el agua que oscila entre 95% en “sandía”. Son pobres en proteína (1-5%) y, en general, prácticamente no tienen lípidos (<1%). Además, contiene otros carotenoides sin actividad pro vitamínica A como Licopeno<sup>40</sup>.

La “sandía” es muy apreciada por ser refrescante y rica en agua y sales. En concreto, es la fruta que mayor cantidad de agua contiene (95% de su peso), por lo que tiene un bajo contenido energético y, en general, pocos nutrientes, aunque contiene cantidades apreciables de diversas vitaminas y minerales. Lo más destacable en su composición es su contenido en carotenoides sin actividad provitamínica (Luteína y Licopeno), entre los que destaca el Licopeno, ya que se encuentra en elevada cantidad, siendo este alimento una de las principales fuentes dietéticas del fotoquímico (2.454 µg/100 g de porción comestible) <sup>40</sup>.

### **1.2.4. Parque vehicular en el Perú**

En el Perú, según el informe técnico N° 03 de marzo de 2018 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) indica el índice Nacional del Flujo Vehicular, que reporta el tráfico de vehículos ligeros y pesados en las garitas de peaje, en enero de 2018, subió en 4,1% en relación a similar mes de 2017, explicado por el mayor flujo de vehículos pesados, que se incrementó en 3,9%, como resultado de flujo de vehículos pesados de 3 a 7 ejes que aumento en 3,1%. Del mismo modo, el flujo de vehículos ligeros creció en 4,2%. En los últimos doce meses (febrero 2017 – enero 2018), el índice del flujo vehicular se expandió en 1,9%. Durante los últimos doce meses (febrero 2017 – enero 2018), el índice del flujo de vehículos pesados aumento en 1,0%. En el Perú se concentra un 66% de automóviles existentes en Lima y el Callao, siguiendo en la misma línea la Libertad y Arequipa <sup>41, 42, 43</sup>.

En la capital se nota diariamente el incremento del caos y congestión de automóviles con mayor realce en estos últimos años, esto propicia más contaminación sonora y ambiental, a este le suma el agrandamiento urbano en la capital, con una escasez en ordenamiento ya que las urbanizaciones se han levantado junto a las empresas industriales. Otros distritos que muestran similitud problemática son: San Isidro, La Molina, Lima Cercado y el Callao<sup>10</sup>.



**Figura 2. Cercado de Lima: ciudadanos se quejan por congestión vehicular.**

**Fuente:** La Republica.pe

### **1.2.5. Plomo**

El plomo (Pb) 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 (prohibido en Estados Unidos de América en 1973 y 1978 respectivamente)<sup>44</sup>.

El plomo (del latín *Plumbum*) se denomina con el símbolo "Pb", es un metal gris, blanco y maleable, presente de forma natural en la corteza terrestre.

Es un catión divalente que se une fuertemente a los grupos sulfhidrilos de las proteínas. Su uso generalizado ha tenido gran impacto en la contaminación ambiental y, en consecuencia, un incremento considerable en su exposición a la población que ha generado graves problemas de salud pública<sup>45</sup>.

Los derivados inorgánicos son poco solubles y su toxicidad es escasa. Los derivados orgánicos son los más empleados en la industria como el acetato de plomo o sal de Saturno (muy soluble y el único que produce intoxicaciones agudas por vía digestiva), el tetraetilo de plomo (antidetonante adicionando a la gasolina para aumentar su capacidad de comprensión y elevar su rendimiento), el estearato de plomo (se utiliza para aumentar la estabilidad y consistencia al plástico), y el Naftenato de plomo (componente de grasas y aceites de uso industrial)<sup>46</sup>.

#### **1.2.5.1. Fuentes de exposición al Plomo:**

##### **a. Aire de la atmósfera**

El plomo está en la atmósfera de manera natural, pero la mayor parte de los niveles elevados que se encuentran en el aire son causados por acciones humanas.

El plomo es suelto al ambiente al quemar carbón, petróleo o desechos. Antes de la prohibición del uso de gasolina con plomo, una gran parte de plomo suelto al aire en los Estados Unidos de América provenía del tubo de escape de los automóviles.

En el aire de la atmósfera el plomo puede trasladarse a grandes distancias aún más si sus partículas son muy diminutas<sup>47</sup>.

El plomo es trasladado del aire por la lluvia y partículas que descienden a la tierra o en aguas de superficie<sup>47</sup>.

## **b. Aire**

Un 50% o algo más de plomo expulsado al aire por fuentes antropogénicas provienen del parque automotor con uso de gasolina con aditivos de plomo como el tetraetilo de plomo [Pb (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>], esta sustancia es usada para incrementar el octanaje del combustible (84 y 95 octanos). Según la distancia de la fuente de contaminante las concentraciones de plomo cambian significativamente en el medio ambiente. En sitios más alejados las concentraciones bajas de plomo en el aire son del orden de 0,1µg/m<sup>3</sup>

En áreas rurales muy cercanas a ciudades se han observado concentraciones medias de 0,21µg/m<sup>3</sup>. En ciudades con actividad industrial y vehicular importante los valores fluctúan entre 1-10 µg/m<sup>3</sup>. En calles urbanas de alto tránsito los valores pueden sobrepasar los 10µg/m<sup>3</sup> y en zonas vecinas a fundiciones el aire puede llegar a contener sobre 100µg/m<sup>3</sup><sup>48</sup>.

## **c. Otros**

También son responsables de la contaminación ambiental los trabajadores o personas que están comprometidos ocupacionalmente, ya que el plomo presente en su indumentaria de trabajo contamina sus hogares y los más afectados en gran medida son los niños.

Este metal está presente en múltiples actividades de la industria tanto como elemento de la materia prima, como es el caso de las fábricas de baterías, antidetonantes para la gasolina, municiones y pigmentos para la pintura o como parte de los subproductos de la transformación, como el caso de la imprenta y de soldadura<sup>49</sup>.

**Tabla 2. Principales fuentes de exposición al plomo de acuerdo con la OMS (2010)**

<b>Procesos industriales</b>	<b>Tabaquismo/ alimentación</b>	<b>Agua potable</b>	<b>Fuentes domesticas</b>
<b>Baterías plomo-ácido, materiales de plomería, cables de revestimiento, pinturas, esmaltes y municiones, gasolina y sus aditivos, exposición ocupacional</b>	Fumadores activos Alimentos contaminados con polvo, hortalizas en suelos contaminados (como minas o fundiciones)	Sistema de plomería que contienen tuberías, accesorios o agua que ha estado en contacto con el plomo durante un periodo prolongado	Juguetes, medicinas tradicionales, cosméticos, pintura de las paredes de casas antiguas y polvo

**Fuente:** *World Health Organization, Preventing disease through healthy environments, exposure to lead: a major public health concern, 2010. <http://www.who.int/ipvpcs/features/lead.pdf>*

#### **1.2.5.2. Límites de exposición**

Límite de exposición son aquellos que no deben, en ningún caso, ser superados y a partir de los cuales debe alejarse al trabajador del puesto habitual y de la exposición en general.

Los compuestos del plomo son tóxicos y han producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y por una exposición excesiva a los mismos. El valor límite de la concentración ambiental de plomo se establece en 150 µg/m<sup>3</sup> de aire referido a 8 horas diarias y 40 semanas.

El valor límite de plumbemia se establece en 70 µg/100 ml, admitiéndose una plumbemia de 80 µg/100 ml siempre que el valor de la protoporfirina zinc (ZPP) en sangre sea inferior a 20 µg/g de hemoglobina<sup>49</sup>.

### **1.2.5.3. Toxicocinética del plomo**

#### **1.2.5.3.1. Absorción**

La absorción del plomo depende de su forma química y física y de las características fisiológicas de la persona expuesta especialmente relacionadas con la edad y el estado nutricional. La vía respiratoria es la principal vía de entrada, puede absorberse por las vías aéreas superiores y el grado de absorción depende de la proporción de polvo en forma de partículas de un tamaño menor a 5 µm y del volumen/minuto respiratorio. La absorción por la vía digestiva es de 20-30% de la dosis ingerida en adultos, pero en los niños y las embarazadas alcanzan hasta un 50%. La absorción cutánea puede absorberse sobre todo en las formas orgánicas<sup>51</sup>, como naftenato, tetraetilo, etc. También es importante destacar la mayor permeabilidad de la Barrera Hemato-Encefálica de los niños<sup>48</sup>.

#### **1.2.5.3.2. Distribución**

En el organismo humano, el plomo inorgánico no se metaboliza, se absorbe, se distribuye y se excreta directamente. La facilidad con que este metal penetra se distribuye en el organismo obedece a que emplea, entre otros, los mecanismos de transporte para la absorción de calcio, zinc, magnesio y otros, los metales requeridos por el organismo. Una vez en la sangre, el plomo se distribuye en tres compartimientos; la sangre, los tejidos blandos (riñón, médula ósea, hígado y cerebro) y el tejido mineralizado (huesos y dientes).

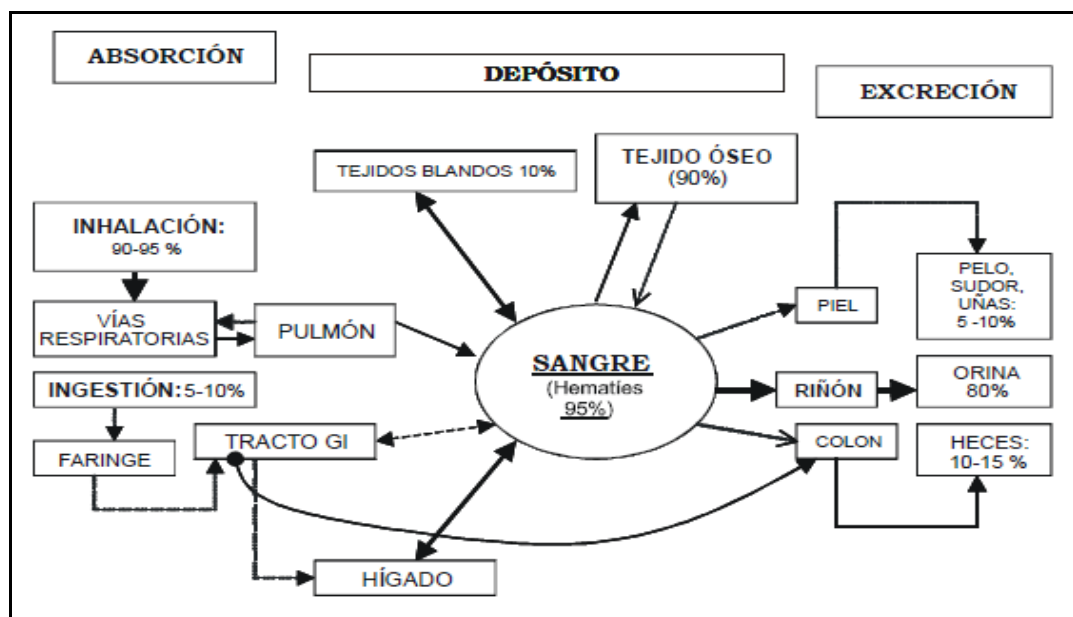
El hueso es el territorio preferente de acumulación, en sustitución del calcio. A nivel local no genera ningún problema, pero si puede ser origen de reaparición de toxicidad crónica por movilización. El tiempo de vida media del plomo en la sangre es de 25 días en el adulto, 10 meses en el niño, 40 días en los tejidos blandos, 30 días en el hueso trabecular y 10-20 años en el cortical.

El 99% del plomo en la sangre está asociado con los eritrocitos, el 1% restante está presente en el plasma, donde está disponible para ser transportado a los tejidos<sup>51</sup>.

### 1.2.5.3.3. Eliminación

El plomo se excreta fundamentalmente por vía renal (75%) y aquella fracción no absorbida se elimina por materia fecal. En menor proporción intervienen las faneras (pelos y uñas), el sudor, la leche y/o la saliva<sup>48</sup>.

La eliminación urinaria normal es de 30 µg/24 h. No está claro que proporción del plomo detectado en las heces corresponde a la parte no absorbida<sup>51</sup>.



**Figura 3. Modelo metabólico del plomo en el ser humano.**

Fuente: An Fac Med Lima 2005; 66(1). El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo.

#### **1.2.5.4. Toxicodinámica del plomo**

Se sabe que el plomo altera la expresión genética, la transducción de señales, y el sistema calcio mensajero. Los blancos del plomo son una serie de sistemas enzimáticos con grupos tiol, sobre todo dependiente del zinc. Entre los de mayor expresión clínica destacan dos enzimas que intervienen en la síntesis del grupo hemo: la delta-aminovulínico dehidrasa (ALA-D) y la ferroquetalasa.

Su inhibición por el plomo interfiere con la síntesis del hemo y se traduce en un aumento de la coproporfina urinaria y un aumento de la protoporfirina zinc eritrocitaria.

Otros sistemas enzimáticos afectados se relacionan con alteraciones en la integridad de las membranas celulares. Estos dos tipos de efecto tienen como consecuencia una Anemia Normocrómica - Normocítica que presenta un punteado basófilo característico en los hematíes<sup>51</sup>.

Como signos digestivos el paciente tiene anorexia, estreñimiento y en casos graves, dolores abdominales (cólico saturnino) y vómitos alimentarios. Es relativamente frecuente el hallazgo de alteraciones biológicas hepáticas.

Desde el punto de vista neurológico hay alteraciones en el Sistema Nervioso Central, en forma de irritabilidad alteraciones en la memoria, dificultades de concentración y cefaleas, que puede evolucionar con signos de hipertensión endocraneal, convulsiones, coma, eventualmente la muerte.



**Tabla 3. Cuadro clínico de la intoxicación con plomo**

<b>Sistema</b>	<b>Toxicidad</b>
<b>Sistema Nervioso Periférico</b>	Polineuropatía sensitivo motora
<b>Sistema Nervioso Ventral</b>	Cefaleas, fatiga, irritabilidad, depresión Hipersomnias-Insomnio, trastornos cognitivos Disminución de la Libido Encefalopatía (ataxia, delirio, coma, convulsiones)
<b>Gastrointestinal</b>	Dolor abdominal, cólico Diarrea, constipación Anorexia, pérdida de peso
<b>Sangre</b>	Anemia Microcítica – Hipocrómica
<b>Reumatología</b>	Artralgias, hiperuricemia, gota
<b>Cardiovascular</b>	Hipertensión arterial
<b>Reproductivo</b>	Oligospermia
<b>Renal</b>	Proteinuria, insuficiencia renal

**Fuente:** SRT. Superintendencia de Riesgos de Trabajo, Ministerio de Producción y Trabajo – Presidencia de la Nación, Pb. Guía de actuación y diagnóstico y enfermedades profesionales, Exposición al Plomo. Argentina; 2018.

### **1.2.6. Manganeso**

El manganeso, de símbolo químico (Mn), fue descubierto y aislado en 1774 por K.W. Scheele y J. G. Gahn. El manganeso es un elemento metálico dentro de los de transición del sistema periódico y como cualquiera de ellos tiene unas propiedades específicas<sup>53</sup>.

El manganeso es un metal de color plateado que en la naturaleza no se encuentra en forma pura, sino combinado con otros elementos como oxígeno, azufre y cloro. Se considera que la ruta más peligrosa de exposición está en el aire, ya que las partículas pueden entrar en el cuerpo a través de los pulmones y acceder directamente al cerebro por medio de la captación olfativa, evitando los mecanismos homeostáticos excretores. Se

han identificado varios factores que determinan si la exposición al manganeso es perjudicial, entre los que se encuentran: la dosis, el tiempo de exposición y el tipo de contacto que se tiene con el metal, así como la edad, el sexo, el tipo de dieta, el estilo de vida, la condición de la salud y la exposición con otras sustancias tóxicas<sup>55</sup>.

#### **1.2.6.1. Fuentes de Exposición**

La fuente de aporte permanente del manganeso para el hombre es la ingesta diaria de los alimentos. A través de esto consigue el organismo las concentraciones mínimas que requiere para satisfacer las exigencias en su metabolismo. Utilizando diversos medios (alimentos, agua, aire, etc.), puede el manganeso establecer contacto en altas concentraciones con el organismo y originar daños a la salud.

En áreas donde existe contaminación, algunas plantas industriales han sido fuentes más importantes de riesgo desde el punto de vista ambiental. Todavía se cree que los niveles naturales de manganeso en el medio espontáneamente no causan daños a la salud<sup>56</sup>.

El manganeso liberado al quemar un aditivo de la gasolina también representa una fuente de manganeso en el aire. El manganeso que llega de estas fuentes humanas puede ingresar al agua superficial, al agua subterránea y a aguas de alcantarilla.

Pequeñas partículas de manganeso además tienen la probabilidad de ser arrastradas por el agua que corre por medio de vertederos y el suelo. La cantidad de manganeso en el ambiente proveniente de la liberación o el uso de plaguicidas no se conocen<sup>57</sup>.

#### **1.2.6.2. Toxicocinética**

**Absorción.-** La principal vía de absorción es a través del tracto gastrointestinal, aunque también se produce en los pulmones después de la exposición por inhalación, por inyección intravenosa de narcóticos ilegales o por vida cutánea. La vía oral es muy importante, que por este medio se aportan las cantidades requeridas para conservar la salud (entre 2.3 y 8.8

mg), pero puede ser mucho mayor cuando se consumen alimentos o agua contaminados con altos niveles de manganeso<sup>55</sup>. En humanos, el manganeso se absorbe en el intestino delgado, acabando la mayor parte en el hígado, de donde se reparte a diferentes partes del organismo<sup>55</sup>.

**Distribución.-** El manganeso posee una vida media relativamente corta en la sangre (1.8h) y una vida media larga en los huesos (entre 8 y 9 años). Cuando se encuentra en la circulación, se acumula principalmente en el hígado (1.2-1.3 mg/kg), cerebro (0.15-0.48 mg/kg) y huesos (1 mg/kg hasta 43%). El cerebro ha sido estudiado por ser uno de los órganos blancos más importantes; con imágenes por resonancia magnética se ha establecido que en personas expuestas se acumula más manganeso en el globo pálido que en otras estructuras cerebrales, como la sustancia *nigra pars* compacta, el tálamo, el núcleo caudado, el putamen y la corteza<sup>55</sup>. En cuanto a los niveles intracelulares, se ha reportado que el manganeso afecta a la actividad mitocondrial. En una situación de sobreexposición al manganeso, éste se acumula en la región de los ganglios basales del cerebro causando un síndrome denominado manganismo<sup>55</sup>.

Es indispensable la detección temprana en ellos con biomarcadores como la dentina de los dientes de leche, que proporcionan información fiable sobre el desarrollo de las exposiciones a manganeso<sup>55</sup>.

**Metabolismo.-** El manganeso activa muchas enzimas que intervienen en los procesos metabólicos y sólo se necesita en muy pequeñas cantidades en el cuerpo humano lo que es necesario para las proteínas y el metabolismo de las grasas, para que el sistema nervioso e inmunológico sea saludable y para la regulación del azúcar en la sangre. Para estos el manganeso es a la vez un elemento traza esencial y, en dosis más altas, un metal tóxico. La Neurotoxicidad es el efecto más adverso del exceso de manganeso ingerido, pero la Hepatotoxicidad, la toxicidad pulmonar y la toxicidad de manganeso reproductiva y del desarrollo también son relevantes en el ser humano<sup>53</sup>. En contraste, la toxicidad crónica de

manganeso, que afecta principalmente el sistema nervioso central, es más frecuente<sup>53</sup>.

**Excreción.-** La principal vía de eliminación es por la materia fecal y en menor proporción por la orina, leche materna y sudor<sup>55</sup>. De 95 a 98% del manganeso que es absorbido, se elimina a través de la bilis, las heces y a través de la orina se elimina un 3%<sup>55</sup>.

### **1.2.6.3. Toxicodinámica**

En la superficie capilar del cerebro se localizan los receptores de la transferrina, por medio de endocitosis ingresan el complejo manganeso-transferrina. Debido a sus diferentes estados de oxidación el manganeso potencialmente puede promover reacciones de óxido reducción, generando así Especies Reactivas de Oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés), las ROS promueven la oxidación e inactivación de la dopamina. La dopamina es un neurotransmisor relacionado con la función motora y cognitiva por lo que su inactivación genera una alteración en su función<sup>56</sup>.

**Signos y síntomas.-** Los indicios por intoxicación con manganeso son alucinaciones, olvidos y perjuicios en los nervios. El manganeso puede provocar Parkinson, embolia de los pulmones y bronquitis. Cuando los hombres se exponen al manganeso por un extenso tiempo el daño puede llegar a ser sustancial. Un trastorno que es causado por el manganeso tiene los siguientes síntomas: esquizofrenia, depresión, debilidad de músculos, cefaleas e insomnio.

El Manganeso es un elemento fundamental para la salud de los humanos la carencia de este puede además provocar los siguientes efectos sobre la salud<sup>56</sup>.

Engordar, intolerancia a la glucosa, coágulos de sangre, problemas de la piel, bajos niveles de colesterol, desorden del esqueleto, defectos de nacimiento, cambios en el color del pelo, síntomas neurológicos.

#### 1.2.6.4. Toxicidad y efectos sobre la Salud

La toma de manganeso por los humanos mayoritariamente tiene lugar a través de la comida, como son las espinacas, el té y las hierbas. Las comidas que contienen las más altas concentraciones son los granos y arroz, las semillas de soja, huevos, frutos secos, aceite de oliva, judías verdes y ostras. Luego de ser absorbido en el cuerpo humano el manganeso va a ser transportado por medio de la sangre al hígado, los riñones, el páncreas y las glándulas endocrinas. Los efectos del manganeso en su mayoría ocurren en el tracto respiratorio y el cerebro.

**Tabla 4. Valores de referencia y recomendaciones de agencias internacionales con respecto a los niveles de Mn**

Regulación	Concentración de Mn	Especificaciones
<b>FBN/IOM</b>	2.3 mg/día (ingesta)	Recomendaciones para hombres (adultos)
<b>EPA</b>	1.8 mg/día (ingesta) 1 mg/l durante 1-10 días 0,3 mg/l (agua potable)	Recomendaciones para mujeres (adultas). No produce efectos adversos en niños. Limite recomendable.
<b>FDA</b>	<0.05 mg/l (agua embotellada)	Limite permisible
<b>OSHA*</b>	5 mg/m <sup>3</sup> (aire)	Límite legal en el aire durante una jornada de trabajo de 8 h
<b>NOM-127-SSA1-1994</b>	0,15 mg/l (agua potable)	Limite permisible

\*Personas ocupacionalmente expuestas.

FNB/IOM: *Food and Nutrition Board/Institute of Medicine*; EPA: *Environmental Protection Agency*; OSHA Administración de Seguridad y Salud Ocupacional; NOM-127-SSA1-1994: Norma Oficial Mexicana "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"<sup>58</sup>.

**Fuente:** Rev Esp Méd Quir. 2017; 22:71-5. Efectos tóxicos del manganeso. <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2017/rmq172d.pdf>

### 1.3. Estudios antecedentes

#### 1.3.1. Antecedentes Internacionales

En el año 2016, Quintana R. y Salvatierra H. En el estudio titulado “Determinación de metales a través del método de absorción atómica en plantas de la especie *Datura arborea* en la provincia de Tungurahua (Las Viñas), en el periodo de enero a junio 2015”, el objetivo del estudio fue determinar metales a través del método de absorción atómica en plantas de la especie *Datura arborea*, en la provincia de Tungurahua (las viñas), en el periodo de enero a junio del 2015. Obteniéndose los siguientes resultados; que las plantas portan gran concentración de metales tóxicos como cloruros, calcio, fósforo, hierro, magnesio, manganeso, potasio, cromo, plomo que al ser combinados con la escopolamina resultan perjudiciales para la salud<sup>61</sup>.

En el año 2017, Castro R. En el estudio realizado en Ecuador titulado “Contaminación por metales pesados cadmio y plomo en agua. Sedimento y en mejillón *Mytella guyanensis*” (LAMARCK, 1819) en los puentes 5 de Junio y Perimetral. (Estero Salado, GUAYAQUIL –Ecuador)”, el objetivo del estudio fue cuantificar las concentraciones de Pb en agua, estas muestras se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica de llama, encontrándose para Pb altas concentraciones  $2,30 \pm 0,79$  ppm y  $4,18 \pm 1,97$  en Pt y Pe, superando los límites máximos permisibles según *Codex Alimentarius* para consumo humano. Se concluye que Pb presenta concentraciones altas en agua y sedimento en el Estero Salado (Puente 5 de Junio y Perimetral) <sup>60</sup>.

Aydin Turkyilmaz, Hakan Sevik, Mehmet Cetin, Elnaji A. Ahmaida Saleh en un trabajo de investigación realizado en Turquía en el año 2017. “Changes in Heavy Metal Accumulation Depending on Traffic Density in Some Landscape Plants”. El Objetivo de estudio es determinar la variación de diferentes concentraciones de metales pesados, dependiendo de la densidad del tráfico, utilizando plantas de paisaje, se toman muestras de

áreas con diferentes niveles de densidad de tráfico. Nuestros resultados muestran que la acumulación de metales pesados difiere según la especie de planta y la densidad de tráfico. En áreas de tráfico intenso, se midieron las mayores cantidades de Cu, Ni y Fe en *Prunus cerasifera* siendo 148,253 ppb y 127,593 ppb en alto y bajo tránsito respectivamente; de Ca, Mg en *Ailanthus altissima* fue de 2,89 ppm 0,610ppm respectivamente; Mn en *Eleagnus angustifolia* la concentración máxima en esta especie fue de 7.315 ppm y; de Cr y Zn en *Elaeagnus angustifolia*; y de Pb en *Tilia tomentosa* fue de obteniendo 17,106 ppb<sup>62</sup>.

Satian D. en su trabajo de Investigación realizada en el año 2019 “Determinación de plomo y cadmio en el hollín impregnado en aceras y bordillos de las estaciones de la Metrovía”. Utilizando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica obtuvo muestras de hollín y de las aceras aledañas de los pasadizos de diferentes puntos de la ciudad de Quito Ecuador obteniendo resultados con un promedio de 1,69 y 157,75 mg/kg de cadmio y plomo respectivamente, en la ciudad. El promedio de cadmio y plomo para el norte fue de: 2,20 y 178 mg/kg, y para la zona centro fue de 1,18 y 137,50 mg/kg, respectivamente. Concluyendo que existen altos índices de contaminación por metales pesados en la ciudad, basándose en los Límites Máximos Permisibles establecidos. También, refieren que la causa de esta contaminación por estos metales pesados es debido a serios problemas de congestión vehicular e inseguridad por ello surge la demanda de un mejorado sistema de transporte urbano y la problemática de las emisiones vehiculares donde se encuentran una diversidad de contaminantes.

Resaltan que el sistema masivo creado como Metrovía que consiste en una red de transporte de buses articulados que usan como combustible el diésel premium, éstos se conectan en varias paradas y estaciones, forman puntos de entrada y salida de usuarios, lugares en donde los buses se estacionan momentáneamente para seguir con su recorrido y consecuente se crea un foco de contaminación urbano<sup>64</sup>.

En una investigación realizada en el año 2020 por Burak A., Cetin M., Erdem R., Sevik H., Cometen H. “The Usability of Scotch Pine (*Pinus sylvestris*) as a Biomonitor for Traffic-Originated Heavy Metal Concentrations in Turkey”. El objetivo de esta investigación está basado en utilizar plantas como bioindicadores y la acumulación de metales pesados y los cambios en la atmosfera. La planta que utilizaron para medir las concentraciones de metales pesados fue *Pinus sylvestris* que se encuentran a lo largo de la ruta Ankara – Estambul. Los metales de estudio fueron Ni con resultados de 4,44ppb en áreas de no tráfico y 10,74 ppm en zonas de alto tránsito; Cr con resultados de 16,59 ppm en poco tránsito y 23,71 ppm en alto tránsito y para Zn se obtuvo 49,7 ppm en tránsito alto. Concluyen que la especie ofrece datos relevantes sobre la contaminación del parque automotor<sup>63</sup>.

Hernández A. en un estudio realizado en 2015, “Concentración de aire urbano y depósito de manganeso y Caracterización físico – química de partículas que lo contienen”. El objetivo de esta Tesis Doctoral es la determinación del origen, los niveles en aire (totales y bioaccesibles) y las tasas de deposición de los principales metales y metaloides contenidos en el PM<sub>10</sub> muestreado en la Bahía de Santander (Cantabria), un área urbano-industrial influida por varias actividades antropogénicas, principalmente por una planta de fabricación de aleaciones de Mn situada en la zona sur de la mencionada bahía. Además, el presente trabajo también incluye la evaluación de las características físico-químicas de las partículas relacionadas con la actividad de la dicha planta, así como la realización de un análisis del riesgo sobre la salud, basado en la metodología de la U.S.EPA, para la población expuesta a las emisiones de esta actividad. Los resultados de esta campaña han puesto de manifiesto el elevado nivel de Mn en aire (231,80 ng·m<sup>-3</sup>) al que está expuesta la población de la zona sur de la Bahía de Santander, de acuerdo al criterio de la OMS (>150 ng·m<sup>-3</sup>)<sup>82</sup>



### 1.3.2. Antecedentes Nacionales

En el año 2018, Atachagua S. y Gonzales L. En un estudio realizado en Lima, Perú titulado: “Determinación de Plomo y Arsénico en desayunos expendidos en puesto de venta ambulatorio en el Cercado de Lima periodo Junio – Julio del 2017”. El estudio se realizó con el objetivo de determinar la presencia de plomo y arsénico en un vaso de quinua y de tortillas de verdura utilizando la Espectrofotometría de Absorción Atómica como técnica metodológica, obteniéndose los resultados siguientes: En cuanto al plomo en un vaso de quinua un promedio de 13,29 ppb y en la tortilla de verduras fue de 12,05 ppb. En cuanto a arsénico en análisis realizados no fueron detectadas la presencia de este metal. Los resultados del estudio indican que las muestras de vaso con quinua y pan con tortilla de verduras no superan los límites máximos permisibles dados por *Codex Alimentarius*<sup>66</sup>.

En el año 2016, Ramírez M. Realizó un estudio en la ciudad de Oyón, Perú titulado: “Bioadsorción de Cobre, Cadmio y Manganeso con cáscara de naranja de las aguas de la laguna de Colquicocha”. El objetivo del estudio fue demostrar la capacidad de bioadsorción de la cáscara de naranja. Se consiguió una reducción de hasta 3,682 ppm para el manganeso total, cadmio 0.042 ppm y 0,02 ppb para cobre. La reducción de manganeso con cáscara de naranja en las aguas de la laguna Colquicocha fue de hasta 3,68 mg/L, lo cual representa una reducción del 53,97% con respecto a la concentración inicial. En conclusión, el estudio demuestra que la bioadsorción puede ser utilizada como un método de tratamiento para la remediación de la laguna de Colquicocha<sup>66</sup>.

En el año 2016, Pumayauli G. Realizó un estudio en la ciudad de Lima, titulado “Estudio comparativo de metales arsénico, manganeso y plomo de bolsas filtrantes de té verde y té negro comercializados en mercados y supermercados de Lima Metropolitana, 2017”. Este estudio se realizó con el objetivo de comparar la concentración de arsénico, manganeso y plomo en

bolsas filtrantes de té verde y té negro. El método analítico empleado fue Espectrofotometría de Absorción Atómica asociada a horno grafito e hidruros. Los resultados que se obtuvieron para arsénico son 0,013 mg/kg. Manganeso 0,48 mg/kg y plomo 0,35 mg/kg. Se concluye que el 100 de muestras para arsénico no supera el valor permitido por el mercado común del sur (MERCOSUR: 0,60 mg/kg). Para plomo se determinó que el 10% de las muestras no superan valor permitido por el Mercado Común del Sur (MERCOSUR: 0,60 mg/kg) y el 70% de las muestras para manganeso no superan valor permitido por el estudio realizado en Noruega y Polonia (0,60 mg/kg), por lo que se concluye que las muestras analizadas presentan concentraciones que no superan los límites máximos permisibles de normas internacionales<sup>67</sup>.

En el año 2018, Olaya R. y Vargas A. Realizaron un estudio en la ciudad de Lima, titulado “Presencia de contaminantes metálicos en sedimentos depositados en las hojas de los árboles y salud de los trabajadores ambulantes de la avenida Manco Cápac en el distrito de la Victoria”. El objetivo del estudio fue determinar la presencia de contaminantes metálicos en sedimentos depositados en las hojas de árboles influye en la salud de los trabajadores ambulantes de la Av. Manco Cápac en el distrito de la Victoria. La técnica analítica que se utilizó fue la Absorción Atómica por Flama. Se obtuvieron los resultados siguientes: Para plomo 357,44 mg/kg, cadmio 20,0 mg/kg y manganeso 47,71 mg/kg. Por lo que se concluye que los valores de plomo y manganeso superan los límites establecidos como riesgo para la salud humana por la Regulación Mexicana y la OMS (200 mg/kg y 0,4mg/kg) respectivamente, mientras que el valor de cadmio está en el límite máximo establecido como riesgo de Salud humana según Regulación Mexicana (20 mg/kg)<sup>57</sup>.

En el año 2014, Huanri J. realizó un estudio en la ciudad de Lima, titulado “Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopía de absorción atómica en Lima

Metropolitana”. El objetivo del estudio fue determinar las concentraciones trazas de arsénico y plomo en jugo de caña de venta ambulatoria. La técnica analítica que se utilizó para la determinación fue Espectroscopia de Absorción Atómica. Las muestras fueron recolectadas en 5 distritos más populosos en Lima Metropolitana: El Agustino, El Rímac, Lima Cercado, La Victoria, San Juan de Lurigancho, de los cuales se seleccionaron las avenidas más congestionadas y con alta carga de contaminación de aire y de suelos, que está relacionado con la mayor afluencia peatonal y vehicular según la gerencia de transporte urbano de la Municipalidad de Lima Metropolitana, a su vez las muestras se recolectaron en dos horarios, la primer recolecta se hizo a las 10:00 am y después a las 6:00 pm. Los resultados fueron los siguientes. En el caso del plomo se obtuvo una media de 446.10 ppb ( $\mu\text{g/L}$ ). En la determinación de plomo el análisis de muestra tomada a las 10:00 am el promedio de concentración fue de 363.61 ppb ( $\mu\text{g/L}$ ) con una desviación estándar de  $\sigma=275.29$  y a las 6:00 pm fue de 513.59 ppb ( $\mu\text{g/L}$ ) con una desviación estándar de  $\sigma=340.63$ . Para plomo los límites superan a los valores máximos permisibles que según OMS, FAO y *Codex Alimentarius* es 100 ppb y a su vez se concluye que las concentraciones de plomo aumentan mientras mayor sea el tiempo de exposiciones al medio ambiente<sup>48</sup>.

En otro trabajo de investigación realizada por Asto U. en el año 2019 realizada en el distrito de San Juan de Miraflores enfocada a la contaminación por plomo y el medio ambiente urbano rural donde compara los límites máximo permisibles de plomo establecidos por Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo (ECA suelo) fijados por el Ministerio de Ambiente además investiga las fuentes principales de contaminación del suelo del distrito en mención y sus consecuencias para la salud de la población; la metodología utilizada fue la espectrofotometría de absorción atómica obteniendo resultados de 140 ppm de plomo y como máximo de 366 ppm en diferentes puntos del distrito de San Juan de Miraflores. Concluyen que la posible contaminación por plomo en el distrito está relacionada al parque automotor, sobre todo del servicio de “mototaxis” y los

desechos provenientes de servicio mecánico donde realizan trabajos en plena vía pública, a la vez los investigadores realizaron charlas sobre el cuidado de la ingesta de alimentos contaminados por este metal y la debida higiene que debe imperar en los vecinos del distrito<sup>68</sup>.

En un trabajo de investigación realizada en Lambayeque en el año 2019 por García C. para obtener el grado de Dr. en Ciencias Ambientales denominada “Propuesta de gestión para mitigar la emisión de contaminantes originado por fuentes móviles en ruta en Chiclayo” y que es de nuestro interés citarlo porque ello demuestra la interacción de contaminantes por el parque automotor con el medio ambiente y por ende alimentos que son expendidos de manera ambulatoria. Los objetivos de estudio por parte de García C. fueron analizar los contaminantes atmosféricos generados por vehículos automotores, gases de invernadero y contaminantes tóxicos como el plomo y compararlos con los límites máximos permisibles. La metodología utilizada fue por espectrofotometría de absorción atómica; donde obtiene resultados por emisiones de contaminación por plomo de hasta 180 ppm y concluye que fuentes móviles que más contaminan son las motocicletas (52,4 %), seguido de buses (28,6 %) y taxi colectivos en (10,7 %) y que la prospección está en crecimiento según se incremente el parque automotor<sup>69</sup>.

En Cuzco en el año 2017, Vara M. realizó una investigación referida a la Contaminación Atmosférica con material particulado en la Ciudad del Cuzco” donde su objetivo es determinar la calidad del aire respirable, niveles de metales pesados como arsénico, plomo en diferentes lugares de la ciudad. Donde para la determinación de la concentración de arsénico y plomo utilizó la metodología de Espectrofotometría de Absorción Atómica y la toma de muestra utilizó filtros los cuales se valoraron por espectrofotometría. Como resultados de la investigación se determinó la calidad de aire de la ciudad del Cuzco y dentro de los contaminantes de metales pesados como plomo de  $0,0064 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio de

diferentes puntos como Estación Limacpampa, Estación de la Av. La Cultura y la Estación de la Calle Ayacucho; concluye que el comportamiento de estos metales es de alta peligrosidad para los seres humanos, también refiere que la presencia de metales pesados como el plomo, arsénico, hierro y aluminio, zinc, níquel, cromo son de origen antrópico como el parque automotor y hacen anotación que el comportamiento de estos metales pesados tienden a almacenarse en el organismo y lesionar o impedir la formación de moléculas orgánicas necesarias para el organismo<sup>70</sup>.

En una investigación realizada por De La Cruz M. en Huancayo en el año 2015, titulada “Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo”. Con el objetivo de determinar las severas problemáticas que comprometen la salud alimentaria y salud pública a nivel local y global. Abordan problemas específicos sobre la exposición de metales pesados como plomo, mercurio y cadmio y otros contaminantes como monóxido de carbono, dióxido de azufre, en el ambiente y en los alimentos como fuente de contaminación y exposición. Se utilizó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica en la determinación de metales pesados donde se determinó la concentración de plomo 0,80 microgramos por metro cúbico y hacen referencia que el límite máximo permisible por los estándares de calidad como es la OMS es de 0,50 microgramos a la vez concluyen que los medios de transporte son contaminantes primarios ya que son agentes que emiten de forma directa a la atmósfera y al ambiente así además concluyen que la contaminación por este tipo de contaminante es 6,30 % más de lo permisible que el valor según OMS y la concentración de contaminantes del aire en la ciudad de Huancayo generado por los vehículos de motores a gas y de otros hidrocarburos superan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire siendo 2,704,92 toneladas de contaminantes por año<sup>71</sup>.

La autora, Caycho M. en su trabajo de investigación referida “Elaboración de un plan de alerta ambiental preventiva en la calidad del aire (dióxido de azufre y plomo) en la ciudad de La Oroya” realizada en el año 2018, donde

en su planteamiento del problema resalta la necesidad de concientizar y seguir reglas estrictas a los marcos normativos vigentes que no se están vigilando rigurosamente y que están contribuyendo a la contaminación atmosférica con consecuencias lamentables en la población a la vez mencionan estudios realizados por La Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria – DIGESA, donde revelan que la contaminación de fuentes fijas la constituye la fundición y las refinerías actualmente perteneciente a Doe Run, en cuanto a fuentes móviles de contaminación urbana la conforman vehículos (autos, combis, micros, microbuses y camiones) en las principales avenidas y calles de La Oroya. En el 2014 DIGESA ha determinado la presencia de contaminantes atmosféricos relacionados a parámetros químico como son Dióxido de azufre y el plomo. En un periodo de evaluación de plomo la concentración máxima fue de 27,53 microgramos por metro cúbico, valor que supera en 17,5 veces al estándar trimestral que es de 1,5 microgramos por metro cúbico según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). En el 2011 MINAN señaló que la mayor contaminación del aire en el país se debe al incremento del parque automotor sobre todo en Lima y Callao señalando las causas principales el deficiente sistema de transporte urbano, mala organización de rutas y la sobre oferta de taxi y sobre población de motos rurales como “Mototaxi”. Se encontró un valor de 5,76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  cuando el límite máximo permisible es de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  según EPA con criterios de calidad del aire están para plomo en 2 microgramos por metro cúbico en 24 horas<sup>72</sup>.

En otra investigación realizada por Bellido J. en el distrito del Agustino en el año 2018 denominada “Niveles de plomo en los suelos de la urbanización Primavera del distrito de El Agustino”. Con el objetivo de cuantificar el aporte de plomo en el suelo proveniente de la contaminación sólido sedimentable y aire a la vez compararlas con parámetros y normativas nacionales e internacionales, el método empleado fue la espectrofotometría de absorción atómica obteniendo los resultados alarmantes de 104,2 mg/kg superando en

14 puntos el valor guía establecido por la OMS que es de 25 mg/kg. Haciendo anotación que las emisiones se deben a las emisiones vehiculares y a las industrias aledañas sobre todo que la zona de muestreo está cerca a la “Vía de Evitamiento”; señalan además que en las visitas de campo se pudo evidenciar presencia de niños realizando actividades recreativas así como vendedores ambulantes, constituyendo grupos de riesgo al estar expuestos a la contaminación por plomo, tanto aérea como a la ingestión de plomo de la mano hacia la boca, por esa razón estas zonas dentro de la Urbanización Primavera constituyen el Área de Potencial Interés<sup>73</sup>.

Guzmán D. en su trabajo de Investigación realizada el año 2015 en el Cercado de Lima sobre “Determinación cuantitativa de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima marzo - julio del 2015” con el principal objetivo de analizar las muestras de zumo de naranja de alto contenido de vitamina C y si estos contenían metales pesados. Las muestras fueron analizadas con la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica. Se analizaron 25 muestras de diferentes puntos del Cercado de Lima, a la vez se tuvieron que comparar con reglamentos de organizaciones internacionales debido que el Perú no contempla en la Norma Técnica Peruana. Los resultados obtenidos para plomo una concentración media de 0,3321 ppm valor mínimo 0,17 ppm y valor máximo 0,62 ppm; asimismo las concentraciones de cadmio: media 0,1456 ppm, valor mínimo 0,02 ppm y valor máximo 0,26 ppm. Valores que superan el rango de concentración permitidos por las entidades de referencia. De acuerdo a los resultados concluyen que las muestras de zumos de naranja (*Citrus sinensis*) presentan concentraciones elevadas de plomo y cadmio<sup>74</sup>.

Dávila C. en su trabajo de Investigación realizada en el distrito de los Olivos en el año 2017, titulada “Determinación de plomo y cadmio en jugos de naranjas (*Citrus sinenses*) expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los Olivos- Periodo octubre 2016 – enero 2017. La metodología

utilizada fue la espectrofotometría de absorción atómica. Las muestras en mención fueron comparadas con los límites máximos permisibles MERCOSUR y la Unión Europea. Los resultados obtenidos fueron 0,144 ppm y 0,305 ppm para cadmio y plomo respectivamente. Concluyen además que la contaminación atmosférica es la principal causa de contaminación de los alimentos expendidos de forma ambulatoria y el parque automotor en la zona es el principal móvil contaminante<sup>75</sup>.

Quispe D. en su investigación realizada en Lima Norte en el año 2017, titulada “Determinación Cuantitativa de plomo en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de venta ambulatoria en Lima Norte por Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito, 2017” las muestras analizadas fueron comparadas con el reglamento de límite máximo permitido según la Comunidad Europea, el método utilizado para la determinación de plomo fue por Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito. Los resultados obtenidos en el análisis fueron comparados con los valores de referencia de contenido máximo permitido para plomo según la Comunidad Europea, debido a que en el Perú no existe una norma técnica establecida para el jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Dando como resultados, concentración de plomo en muestras de jugo de caña de azúcar M1-10 am (1.72 mg/kg), M1-6 pm (0.4 mg/kg); M2-10 am (0.24 mg/kg) M2-6 pm (0.73 mg/kg); M3 -10 am( 1.01 mg/kg) M3-6 pm(0.84 mg/kg); M4- 10 am ( 2.59 mg/kg ) M4-6 pm (1.21 mg/kg); M5-10 am(3.54 mg/kg) M5-6 pm (1.10 mg/kg); M6-10 am (0.76 mg/kg) M6-6 pm(0.81mg/kg); M7-10 am (2.25 mg/kg) M7-6 pm (4.98 mg/kg; M8-10am(1.58 mg/kg) M8-6 pm (1.51 mg/kg); M9-10 am (3.14 mg/kg) M9-6 pm(1.10 mg/kg; M10-10 am (1.34 mg/kg) M10-6pm (0.53 mg/kg); M11-10 am (0.03 mg/kg) M11-6 pm (0.21 mg/kg). Concluyendo que la concentración de plomo en jugo de caña de azúcar de venta ambulatoria en Lima Norte sobrepasó los límites máximos permisibles de la Comunidad Europea en zumos de frutas que es de 0.05 mg/kg. El 14 por ciento habiéndose



encontrado 3 muestras superior a 0,6 mg/día, dosis que se acumula en el organismo y puede provocar una intoxicación<sup>76</sup>.

En su trabajo de Investigación Alarcón C. En Ayacucho del 2017 realizó una tesis titulada "Contaminación con plomo en los expendedores de gasolina del distrito de Ayacucho, 2017. Con el objetivo de determinar la contaminación con plomo de las manos de los expendedores de gasolina en las distintas estaciones de servicios (grifos formales del distrito de Ayacucho). Para recolectar la muestra se utilizó el hisopado de manos con solución de ácido nítrico al 5% para poder capturar el analito plomo (Pb) y determinar la concentración utilizando la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito. También se realizaron las pruebas de penetración dérmica en un grupo de colaboradores (04) como prueba inducida. Los resultados obtenidos en los expendedores de gasolina que laboran más de 6 horas al día indican niveles de concentración de plomo en sus manos que están fluctúan de 2,88 ppm a 5,02 ppm. Mientras que, para las pruebas inducidas en el grupo de colaboradores realizados en dos tiempos, utilizando la adición de 1 mL de gasolina (84, 90, 95 y 97 octanos) en ambas manos, se hallaron en el tiempo inicial niveles de plomo variante que fluctúan entre 6,64 ppm a 10,81 ppm y después de una hora de aplicación los niveles de plomo descendieron entre 3,39 ppm y 9,20 ppm, resultados que evidencian la penetración dérmica de plomo que fluctúan de 0,002  $\mu\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{h}$  a 0,023  $\mu\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{h}$  (mg de plomo absorbido por área de piel y por tiempo de exposición). La Investigadora llega a la conclusión de que, los expendedores de gasolina que laboran prolongadamente tendrán mayores niveles de concentración de plomo con mayores probabilidades de incrementar en las muestras de los voluntarios que después de una hora las concentraciones de plomo serán menores por existir la de penetración dérmica, tal como se demuestra en los resultados del experimento controlado en los colaboradores<sup>77</sup>.

## 1.4. Importancia y justificación de la investigación

### 1.4.1. Justificación Teórica

Esta investigación se realizó con el propósito de aportar al conocimiento existente, una información confiable y más precisa sobre los niveles de concentración de metales pesados como plomo y manganeso en los alimentos expuestos en forma ambulatoria al consumidor, en lugares de alto flujo vehicular y en horas de mayor exposición de contaminación ambiental que afecta la salud pública en el Cercado de Lima.

Los resultados obtenidos coadyuvan en fomentar propuestas para ser incorporado como conocimiento a las ciencias de la Salud y Medio Ambiente, ya que se estaría demostrando que los niveles de concentración de Pb y Mn en los sectores bajo estudio superan los límites máximo permisibles establecidas como estándar por la OMS, FAO, *Codex Alimentarius*. Por otro lado el conocimiento adquirido fomentará la prevención de la toxicidad aguda o crónica y su manifestación clínica por estos elementos.

Prevención de enfermedades como insuficiencia renal y hepática, encefalopatía y síntomas gastrointestinales así mismo contribuir en la disminución de toxicidad crónica que comprometen al sistema hematopoyético, nervioso y reproductor afectando más a poblaciones vulnerables como el niño y madres gestantes.

A pesar de que la concentración máxima de compuestos de plomo orgánico (alquilos) en las gasolinas está sujeta a restricciones legales en muchos países y a limitaciones de los fabricantes con apoyo gubernamental en otros. En muchas jurisdicciones se ha prohibido su uso por completo. Vemos que en el Perú aún se sigue comercializando por la demanda que existe. En cuanto al Manganeso algunas de sus sales se utilizan como fertilizantes y como secantes para el aceite de linaza, en la fabricación de vidrio, como decolorantes de textiles y en el curtido de pieles. El Metil ciclopentadienilo Tricarbonilo (MMT) se ha utilizado como aditivo del *fuel-oil*, como inhibidor de humos y como antidetonante en gasolinas.

#### **1.4.2. Justificación Práctica**

A través de esta investigación se explica la relación entre los niveles de concentración de plomo y manganeso en los alimentos como el fruto de sandía, que es el objeto del presente estudio, expuesto en forma ambulatoria; y las horas de exposición al parque automotor de alto flujo vehicular en los sectores del Cercado de Lima, lo que estaría causando toxicidad aguda o crónica y su manifestación clínica de enfermedades como insuficiencia renal y hepática, encefalopatía y síntomas gastrointestinales.

Oportunidad para la toma de decisiones eficientes, por parte de los gobiernos regionales y locales, que permitan establecer normas a favor de la Salud y Medio Ambiente, contribuyendo así en la disminución de toxicidad crónica que comprometen la salud de la población en general.

#### **1.4.3. Justificación Metodológica**

La presente investigación, demuestra que el monitoreo de la concentración de plomo y manganeso en las muestras de sandía expendidas en forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, en horas de alto flujo vehicular en el intervalo de tiempo de 6 a.m. a 9: 00p.m, encontró resultados más precisos de contaminación vehicular permitiendo la evaluación de la concentración de ambos elementos en forma acumulativa.

El estudio se basó en la distribución de seis muestras en seis sectores, que fueron medidos con el Espectrómetro de Absorción Atómica (EAA) en llama, que a la fecha es la técnica más ampliamente utilizada para determinar elementos metálicos y metaloides.

Esta técnica ofrece grandes beneficios, como el de costo que es relativamente bajo, pudiéndose aplicar a una gran variedad de muestras.

## 1.5. Objetivo del estudio

### 1.5.1. Objetivo General

Determinar la relación que existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de plomo y manganeso, en las muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de plomo y su relación con el tiempo de exposición en horas al parque automotor en muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima
- Determinar la concentración de manganeso y su relación con el tiempo de exposición en horas al parque automotor en muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima.
- Comparar la concentración de plomo obtenidas en las muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, con el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/*Codex Alimentarius*.
- Comparar la concentración de manganeso obtenidas en las muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, con el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/ *Codex Alimentarius*.
- Determinar la concentración de manganeso y plomo en “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria en relación con el lugar y flujo de tránsito del parque automotor en seis sectores del Cercado de Lima.

## 1.6. Hipótesis de Investigación

### 1.6.1. Hipótesis General

H<sub>0</sub>: No existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de manganeso y plomo, en las muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.

H<sub>a</sub>: Existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de plomo y manganeso, en las muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.

### 1.6.2. Hipótesis específicas

H<sub>a1</sub>: Existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de plomo, en las muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima.

**H<sub>a2</sub>: Existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de manganeso, en las muestras obtenidas de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima.**

H<sub>a3</sub>: La concentración de plomo obtenidas en las muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, superan el límite máximo permisible establecidos por OMS/FAO/ *Codex Alimentarius*.

**H<sub>a4</sub>: La concentración de manganeso obtenidas en las muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, superan el límite máximo permisible establecidos por OMS/FAO/ *Codex Alimentarius*.**

H<sub>a5</sub>: La concentración de plomo y manganeso en las muestras obtenidas de “sandias” (*Citrullus lannatus*) expendidas en forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, varían en relación con el lugar y flujo de transito del parque automotor en seis sectores del Cercado de Lima.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Enfoque y diseño

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que hace referencia al estudio de las concentraciones de dos elementos a partir de análisis de cantidades, es decir involucra un proceso de estudio numérico que tiene que ver con fundamentos estadísticos.

#### Nivel de Investigación

**Correlacional:** Toda vez que la presente investigación está indicada para determinar el grado de relación y semejanza que pueda existir entre dos o más variables que a la vez esta relación podría ser positiva o negativa.

#### Tipo de Investigación

**Cuantitativa, descriptivo, observacional, Cuasi-experimental**

**La metodología cuantitativa:** Utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

**Descriptivo.** - Se basa en situaciones, actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, objetos y procesos conocidos, se describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés.

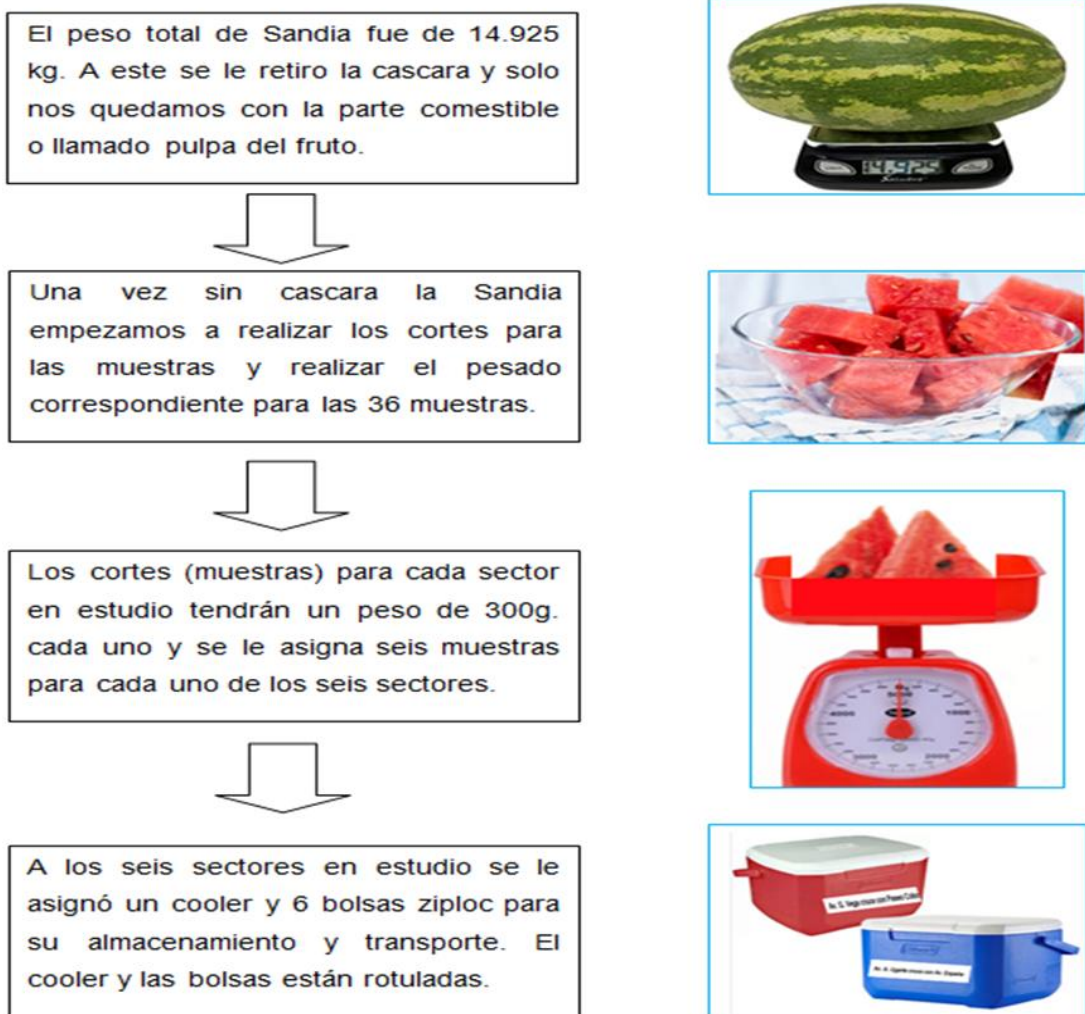
**Observacional.** - Es observacional ya que tendrá una medición a partir de las concentraciones de plomo y manganeso, en los que no hay intervención por parte del investigador, este se limitará a medir las variables que define en el estudio.

**Investigación cuasi-experimental.** - Por medio de este tipo de investigación podemos aproximarnos a los resultados de una investigación experimental en situaciones en las que no es posible el control y manipulación absolutos de las variables.

## **2.2. Población, muestra y muestreo. (Criterios de inclusión y exclusión)**

### **2.2.1. Población**

La “sandía” (*Citrullus lannatus*) con concentraciones de manganeso y plomo procedente del fundo Sacramento, ubicado en el distrito de Chincha Baja, uno de los once distritos peruanos que forman la provincia de Chincha del departamento de Ica. El peso total del fruto fue de 14,925 Kg, del cual se realizaron 36 cortes (muestras)



**Figura 4. Esquema simple de la preparación de las muestras**

### 2.2.2. Muestra:

Total, de 36 cortes (muestras), cuyo peso por muestra fue de 300gr.

#### Criterios de inclusión:

- Todos los cortes de muestras de "sandía" en buen estado (*Citrullus lannatus*) realizados en una superficie liza (tabla de vidrio).
- Todos los cortes de muestras sin cáscara del fruto.
- Todos los cortes de muestras únicamente de la pulpa del fruto y semillas.



**Criterios de exclusión:**

- Todos los cortes que no pesen 300 g
- No se consideró el epicarpio (cáscara) de la “sandía” (*Citrullus lannatus*).

**2.2.3. Muestreo:**

Se consideró un total de 6 sectores estratégicos ubicados en Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España, Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón, Av. Abancay cruce con Av. Grau, Av. Abancay cruce con Parque Universitario, Av. Abancay cruce con Jr. Ancash y Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola de alto flujo vehicular del Cercado de Lima.

Dichos sectores fueron elegidos según fuente de estudio y/o reportes realizados por la Dirección Ejecutiva del Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior-Cámara de Comercio, Dirección de Tránsito de la Policía Nacional y ONG Luz Ámbar.

La exposición del fruto al parque automotor en el Cercado de Lima se realizó en un solo día del mes de mayo del año 2019 por un total de 15h.

Las muestras se recopilaron en bolsas con sello hermético tipo *ziploc*, rotulando en cada bolsa el N° de muestra, hora y sector de exposición bajo estudio.

A cada sector se asignó un contenedor de 10 kg denominado *cooler* con las condiciones acordes para la conservación e hidratación de las muestras, las cuales fueron trasladadas al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) / UALM, para su análisis y evaluación de concentración de plomo y manganeso.

## 2.3. Variable (s) de estudio

### 2.3.1. Variable Dependiente

- Concentración de manganeso y plomo.

**Definición Conceptual (plomo).** - Cantidad de sustancia tóxica, dañina para la salud humana al acumularse por periodos largos de tiempo y entrar en el cuerpo a través de los alimentos, agua y aire.

**Definición Conceptual (manganeso).** - Cantidad de sustancia necesaria para la supervivencia de los seres vivos, pero tóxico en elevadas concentraciones.

**Definición Operacional.** - Peso de plomo y manganeso expresada en ppm encontrada en todas las muestras de sandía (*Citrullus lannatus*).

### 2.3.2. Variable Independiente

- Tiempo de exposición de “sandía” (*Citrullus lannatus*).

**Definición Conceptual.** - Fruto expuesto (“sandía”, parte comestible) al medio ambiente por 15 horas, sin medidas de protección y a condiciones del medio en horas de alto flujo vehicular y peatonal en seis sectores del Cercado de Lima.

**Definición Operacional.** - Las 36 muestras de “sandía” expuestas en seis sectores del Cercado de Lima, asignadas 6 muestras para cada sector.

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad de instrumentos)**

Observación Experimental, para este fin se asignó un recurso humano para cada uno de los 6 sectores elegidos, con la responsabilidad de exponer y registrar los 5 cortes de muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) en cada uno de ellos, con hora de inicio de monitoreo de exposición 6:00 a.m. culminando 9:00 p.m.; el total de cortes de muestras distribuidas fue de un total de  $n= 36$ , los cuales fueron recolectadas de la siguiente manera: 9:a.m, 12:00 m., 3:00 p.m., 6:00 p.m. y 9:00 p.m.

#### **2.5. Proceso de recolección de datos**

La exposición del fruto al parque automotor del Cercado de Lima se realizó en un solo día del mes de mayo del año 2019 por un total de 15h.

Se asignó un recurso humano (R.H.) para cada uno de los 6 sectores elegidos, con la responsabilidad de exponer 5 cortes de muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) en cada uno de ellos, con hora de inicio de monitoreo de exposición a las 6:00 a.m. culminando a las a 9:00 p.m.; el total de cortes de muestras distribuidas fue de  $n= 36$ .

**Tabla 5. Muestras recolectadas en Av. Alfonso Ugarte (A. Ugarte) cruce con Av. España**

<b>Código</b>	<b>Lugar</b>	<b>Horas expuestas</b>
<b>M1AU/E00</b>	Av. A. Ugarte cruce con Av. España	00:00
<b>M2AU/E03</b>	Av. A. Ugarte cruce con Av. España	03:00
<b>M3AU/E06</b>	Av. A. Ugarte cruce con Av. España	06:00
<b>M4AU/E09</b>	Av. A. Ugarte cruce con Av. España	09:00
<b>M5AU7E12</b>	Av. A. Ugarte cruce con Av. España	12:00
<b>M6AU/E15</b>	Av. A. Ugarte cruce con Av. España	15:00

**Tabla 6. Muestras recolectadas en Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colon**

<b>Código</b>	<b>Lugar</b>	<b>Horas expuestas</b>
<b>M1GV/PC00</b>	Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón	00:00
<b>M2GV/PC03</b>	Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón	03:00
<b>M3GV/PC06</b>	Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón	06:00
<b>M4GV/PC09</b>	Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón	09:00
<b>M5GV/PC12</b>	Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón	12:00
<b>M6GV/PC15</b>	Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón	15:00

**Tabla 1 Muestras recolectadas en Av. Abancay cruce con Av. Grau**

<b>Código</b>	<b>Lugar</b>	<b>Horas expuestas</b>
<b>M1A/G00</b>	Av. Abancay cruce con Av. Grau	00:00
<b>M2A/G03</b>	Av. Abancay cruce con Av. Grau	03:00
<b>M3A/G06</b>	Av. Abancay cruce con Av. Grau	06:00
<b>M4A/G09</b>	Av. Abancay cruce con Av. Grau	09:00
<b>M5A/G12</b>	Av. Abancay cruce con Av. Grau	12:00
<b>M6A/G15</b>	Av. Abancay cruce con Av. Grau	15:00

**Tabla 2. Muestras recolectadas en Av. Abancay cruce con Parque Universitario**

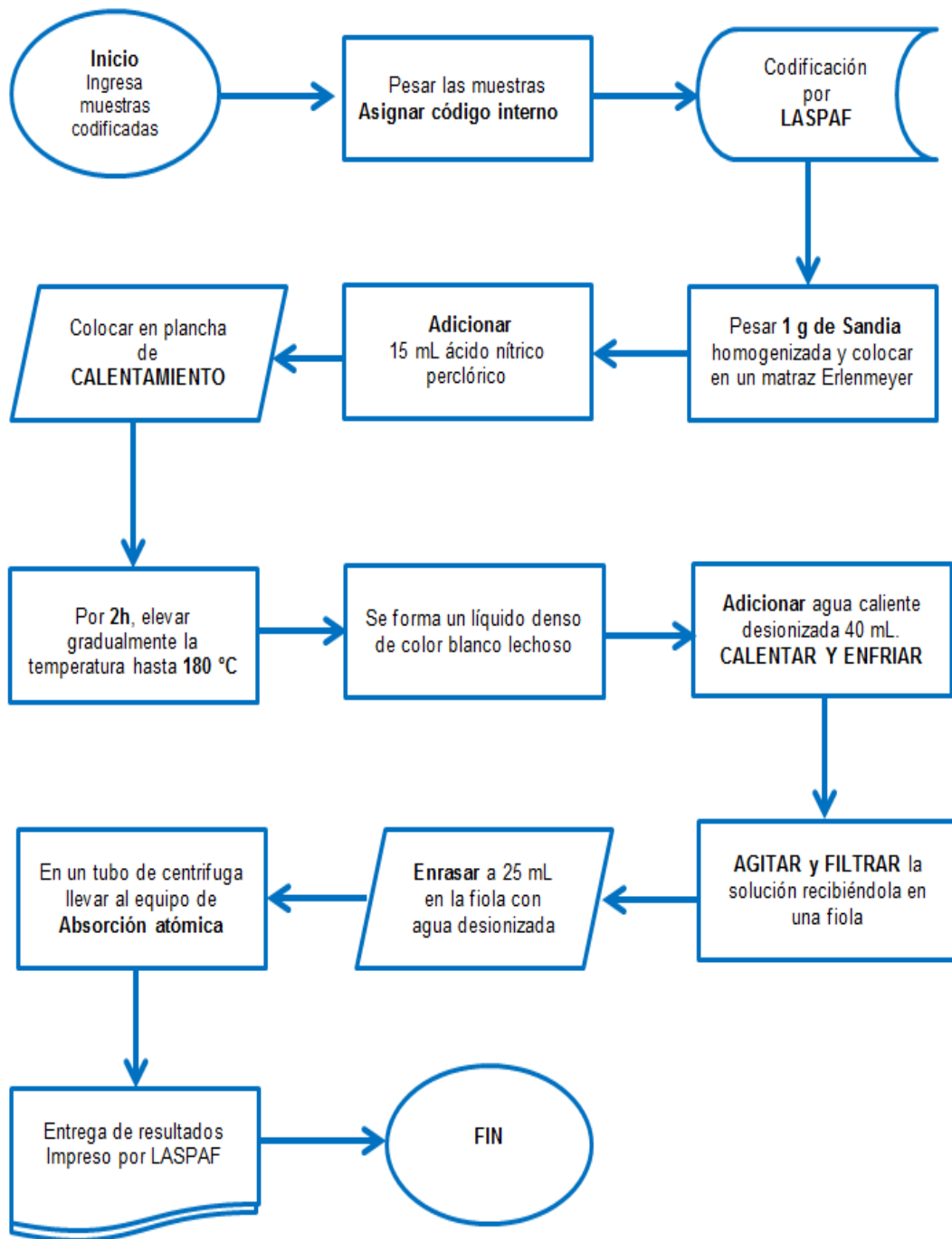
<b>Código</b>	<b>Lugar</b>	<b>Horas expuestas</b>
<b>M1A/PU00</b>	Av. Abancay cruce con Parque Universitario	00:00
<b>M2A/PU03</b>	Av. Abancay cruce con Parque Universitario	03:00
<b>M3A/PU06</b>	Av. Abancay cruce con Parque Universitario	06:00
<b>M4A/PU09</b>	Av. Abancay cruce con Parque Universitario	09:00
<b>M5A/PU12</b>	Av. Abancay cruce con Parque Universitario	12:00
<b>M6A/PU15</b>	Av. Abancay cruce con Parque Universitario	15:00

**Tabla 3. Muestras recolectadas en Av. Abancay cruce con Jr. Ancash**

<b>Código</b>	<b>Lugar</b>	<b>Horas expuestas</b>
<b>M1A/JA00</b>	Av. Abancay cruce con Jr. Ancash	00:00
<b>M1A/JA03</b>	Av. Abancay cruce con Jr. Ancash	03:00
<b>M1A/JA06</b>	Av. Abancay cruce con Jr. Ancash	06:00
<b>M1A/JA09</b>	Av. Abancay cruce con Jr. Ancash	09:00
<b>M1A/JA12</b>	Av. Abancay cruce con Jr. Ancash	12:00
<b>M1A/JA15</b>	Av. Abancay cruce con Jr. Ancash	15:00

**Tabla 40. Muestras recolectadas en Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola**

<b>Código</b>	<b>Lugar</b>	<b>Horas expuestas</b>
<b>M1T/NP00</b>	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	00:00
<b>M2T/NP03</b>	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	03:00
<b>M3T/NP06</b>	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	06:00
<b>M4T/NP09</b>	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	09:00
<b>M5T/NP12</b>	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	12:00
<b>M6T/NP15</b>	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	15:00

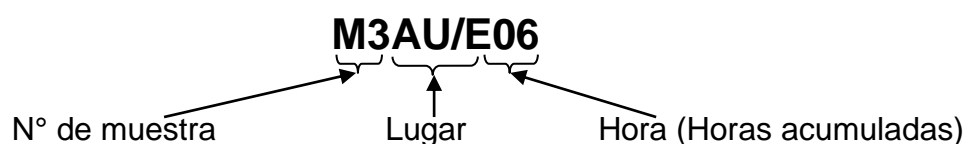


**Figura 5. Flujograma de preparación de muestras para el análisis**

### 2.5.1. Autorización y coordinaciones previas para la recolección de datos

Las coordinaciones para la recolección de datos se realizaron directamente con el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) / UALM, estas coordinaciones fueron básicamente para la conservación de la muestra, el peso y la identificación de la misma para su análisis de concentración de plomo y manganeso. Para el peso de cada una de las muestras, el jefe del laboratorio indica de 250 a 300 g. en cuanto a la conservación manifiesta tener las muestras lo más hidratado posible, para cumplir esta recomendación se contó con los contenedores de 10kg denominados *cooler*, con hielo en gel para cada sector. Finalmente, para la identificación de cada muestra se rotulo cada una de las 36 muestras, donde se brinda la información del número de muestra, lugar y hora de recolección.

Ejemplo: Muestra 3, Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España, horas acumuladas 06h.



### 2.5.2. Técnica operatoria

Espectrofotometría de absorción atómica de llama (FAAS). - La FAAS es probablemente la técnica más ampliamente utilizada para el análisis de metales en alimentos debido a su simplicidad, alto rendimiento de muestras y el costo relativamente bajo de su instrumentación. Permite la determinación de la mayoría de los elementos traza en los alimentos en el rango de mg/kg con una precisión de 0,3-1% (a absorbancias > 0,1-0,2) y una exactitud de aproximadamente 0,5-5%<sup>66</sup>.



### **2.5.2.1. Espectrometría de Absorción Atómica de Llama (FAAS).**

Técnica de naturaleza física que nos permite determinar cualitativamente y cuantitativamente para el análisis de trazas de metales pesados. Es la rama del análisis instrumental en el cual un elemento es atomizado en forma tal que permite la observación, selección y medida de su espectro de absorción<sup>79</sup>.

#### **Fundamento del método (AA)**

Se basa en la atomización del analito, las partículas integrantes de un material (átomos, iones o moléculas) absorberán radiación electromagnética provocando que pasen del estado fundamental a uno o más estados excitados de superior energía, al ser este un estado inestable, las partículas regresan a su configuración inicial, emitiendo una radiación de una determinada frecuencia. La radiación absorbida o emitida se puede caracterizar adecuadamente mediante espectros. La cantidad de luz absorbida después de pasar a través de la llama determina la cantidad de analito existente en la muestra<sup>80, 81</sup>.

La espectroscopia de absorción atómica en llama (FAAS) es una técnica que se basa en la absorción específica de radiación por átomos no excitados. Es un método de elección para el análisis elemental de soluciones y específicamente para la determinación de trazas de metales en muestras líquidas. La sensibilidad de esta técnica es tan elevada que permite determinar elementos diferentes a concentraciones de 1ppm o menores. En los átomos las transiciones de los electrones de las capas externas corresponden a la absorción o emisión de radiación electromagnética en la región UV-VIS del espectro. En FAAS los átomos no excitados de un elemento absorben radiación a partir de una fuente externa siempre que se cumpla que la radiación absorbida corresponde exactamente a la energía necesaria para que tenga lugar una transición del átomo del elemento problema desde el estado fundamental a otro estado

excitado de mayor energía. La diferencia de energía entre el estado final y el inicial nos da las líneas de absorción<sup>82</sup>.

### **Principio de digestión de tejidos vegetales por vía húmeda**

La digestión vía húmeda es realizada mediante el ataque con ácidos fuertes. Los ácidos más utilizados son el ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) y el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) cuya relación es de 1:5 respectivamente. La muestra es tratada con la mezcla acida fría para permitir al ácido nítrico oxidar al material orgánico altamente activo. Luego la muestra es digerida en plancha a  $180\text{ }^\circ\text{C}$  para permitir la completa oxidación del material orgánico. También, esta digestión permite la determinación de elementos tales como el azufre el cual se pierde por volatilización durante la calcinación (digestión vía seca)



**Figura 6. Equipo de AA. Perkin Elmer precisely AAnalyst 200**

**Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Facultad de Agronomía – Departamento Académico de Suelos. LASPAF. “DIGESTIÓN DE TEJIDOS VEGETALES POR VÍA HÚMEDA” Doc. Código: ME-LF-002.**

### **2.5.3 Materiales, reactivos, equipos y soluciones.**

#### **Materiales**

- Matraz Erlenmeyer de 125mL.
- Fiolas de 25, 50 y 1000 mL.
- Balón de base plana.
- Tubos de centrifuga de 50mL.
- Dispensador para ácidos.
- Embudo.
- Soporte para embudos.
- Papel filtro de transito lento (*Whatman* N° 42).
- Balanza de precisión de 0.01 g.
- Campana extractora.
- Plancha de calentamiento.

#### **2.5.3.1. Reactivos y soluciones**

- Ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ).
- Ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).
- Agua desionizada.
- Solución estándar de Pb y Mn 1000mg/L
- Solución nítrica-perclórica: mezclar 500 mL de ácido nítrico y 100 mL de ácido perclórico.

### 2.5.3.2. Equipos

- Equipo de absorción atómica **Perkin Elmer** *precisely AAnalyst 200*
- Estufa de secado *Heratherm Convección Forzada* – CIC CT.
- Inyector automático. *Auto sampler ASC-6100*
- Plancha de calentamiento. Marca *Schott*. Modelo CERAN.
- Computadora PC AOC
- Balanza analítica de precisión. Marca *OHAUS*. Modelo *Adventurer*.

### 2.5.4. Procedimiento

- a) Recepción de muestras codificadas y/o rotuladas.
- b) Pesar las muestras y asignar un código a cada muestra.
- c) Se toma 1 g de muestra de sandía homogenizada y se coloca dentro de un matraz Erlenmeyer.
- d) Adicionar 15 mL de solución nítrica - perclórica.
- e) Colocar sobre la plancha de calentamiento y elevar gradualmente la temperatura hasta 180 °C.
- f) Dejar en digestión aproximadamente 2 h, se forma un líquido denso de color blanco lechoso.
- g) Agregar 40 mL de agua desionizada caliente. Calentar y enfriar.
- h) Agitar y filtrar la solución recibéndola en una fiola, enrasar a 25 mL con agua desionizada y transferir a un tubo de centrifuga.
- i) Llevar al equipo de absorción atómica para realizar la lectura.
- j) La calibración del equipo se realiza de forma automática con diluciones de los estándares: *Std 1*, *Std 2* y *Std 3*, respectivamente.

Pb: 1.0 ppm, 2.0 ppm y 3.0 ppm; Mn: 2.0 ppm, 4.0 ppm y 6.0 ppm.

## **2.6. Métodos de análisis estadístico**

La información se sistematizó haciendo uso del software estadístico SPSS Vs 24,0 para su posterior procesamiento según objetivos planteados en la investigación. Los resultados inferenciales para medir la relación entre las variables fueron obtenidos aplicando el estadístico de prueba de Correlación de Spearman.

Para evaluar los resultados descriptivos respecto a los valores de concentración de plomo y manganeso y el tiempo de exposición, en comparación con los valores permisibles según OMS/FAO/*Codex Alimentarius* se hizo uso de las medidas de tendencia central como media y mediana, desviación, valor mínimo y valor máximo.

## **2.7. Aspectos éticos**

La investigación se realizó gracias a que no hay Políticas Públicas bien definidas con respecto a la contaminación ambiental por metales pesados en el Cercado de Lima por esta razón nos es factible estudiar el fenómeno en cuestión y contamos con recursos necesarios para su realización y tenemos la capacidad para realizarlo. Se cumplió con los principios éticos ya que se evitó en todo momento el acceso directo de toda persona u otro ser vivo a las muestras expuestas en el medio ambiente.

Las muestras se recolectaron siguiendo las pautas estrictamente indicadas por el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) sin realizar manipulaciones causales y/o intencionales, garantizando la veracidad de los resultados y la confiabilidad de los datos emitidos por la institución.

Finalmente, se respetaron los derechos de autoría de las investigaciones precedentes a los cuales fue necesario recurrir para la elaboración del marco teórico, haciendo mención en las citas bibliográficas de la presente tesis.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Análisis y procesamiento de datos**

Para mostrar los resultados obtenidos, se trabajó con tablas de frecuencias de una entrada y doble entrada, porcentajes y gráficos de barras, elementos que ayudaron a ver descripciones y posible relación entre las variables de estudio y según el resultado de significancia de la prueba de normalidad se utilizó la prueba de correlación Rho de Spearman.

#### **3.2. Análisis y Resultados Descriptivos**

##### **3.2.1. Fase descriptiva:**

La fase descriptiva según Sánchez y Reyes (2015) se refiere a la presentación de manera resumida de la totalidad de observaciones hechas, como resultado de una experiencia realizada.

El análisis descriptivo de los datos de la presente tesis se realizó haciendo uso del software estadístico SPSS Vs 24,0, a través del cual se obtuvo resultados con tablas de frecuencias de una entrada y doble entrada, porcentajes y gráficos de barras, elementos que ayudaron a ver descripciones y posible relación entre las variables de estudio, estadísticos asociadas a la concentración de plomo (Pb) y manganeso (Mn), y/o variables.

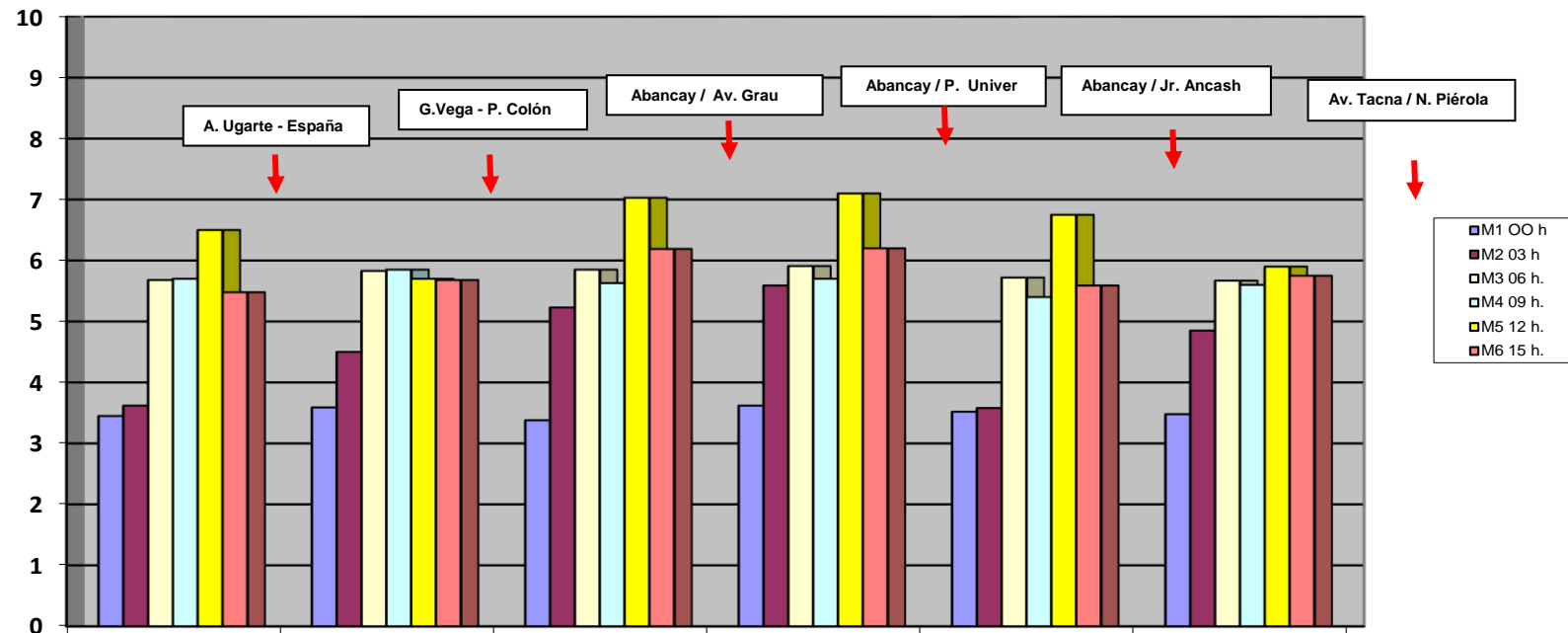
Se evaluó los niveles de Concentración con los Límites Máximo Permisibles establecidos por la OMS/FAO/*Codex Alimentarius* en muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*), ubicadas en seis sectores del Cercado de Lima como:

**Tabla 51. Concentraciones de Pb y Mn emitidos por LASPAF.**

Nº	Código	Lugar de exposición	Distrito	Horas Ex	[Pb] ppm	[Mn] ppm
1	M1AU/E00	Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	Cercado de Lima	00:00	3.45	6.40
2	M2AU/E03	Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	Cercado de Lima	03:00	3.62	6.45
3	M3AU/E06	Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	Cercado de Lima	06:00	5.68	7.32
4	M4AU/E09	Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	Cercado de Lima	09:00	5.70	7.67
5	M5AU/E12	Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	Cercado de Lima	12:00	6.50	6.50
6	M6AU/E15	Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	Cercado de Lima	15:00	5.48	6.48
7	M1GV/PC00	Av. Garcilaso de la Vega cruce P. Colón.	Cercado de Lima	00:00	3.59	6.53
8	M2GV/PC03	Av. Garcilaso de la Vega cruce P. Colón.	Cercado de Lima	03:00	4.50	6.93
9	M3GV/PC06	Av. Garcilaso de la Vega cruce P. Colón.	Cercado de Lima	06:00	5.83	7.35
10	M4GV/PC09	Av. Garcilaso de la Vega cruce P. Colón.	Cercado de Lima	09:00	5.85	7.45
11	M5GV/PC12	Av. Garcilaso de la Vega cruce P. Colón.	Cercado de Lima	12:00	5.70	6.90
12	M6GV/PC15	Av. Garcilaso de la Vega cruce P. Colón.	Cercado de Lima	15:00	5.68	6.67
13	M1A/G00	Av. Abancay cruce con Av. Grau	Cercado de Lima	00:00	3.38	6.47
14	M2A/G03	Av. Abancay cruce con Av. Grau	Cercado de Lima	03:00	5.23	7.22
15	M3A/G06	Av. Abancay cruce con Av. Grau	Cercado de Lima	06:00	5.85	7.27
16	M4A/G09	Av. Abancay cruce con Av. Grau	Cercado de Lima	09:00	5.63	7.60
17	M5A/G12	Av. Abancay cruce con Av. Grau	Cercado de Lima	12:00	7.03	7.10
18	M6A/G15	Av. Abancay cruce con Av. Grau	Cercado de Lima	15:00	6.19	7.08
19	M1A/PU00	Av. Abancay cruce con Pq. Universitario	Cercado de Lima	00:00	3.62	6.15
20	M2A/PU03	Av. Abancay cruce con Pq. Universitario	Cercado de Lima	03:00	5.59	7.17
21	M3A/PU06	Av. Abancay cruce con Pq. Universitario	Cercado de Lima	06:00	5.91	7.70
22	M4A/PU09	Av. Abancay cruce con Pq. Universitario	Cercado de Lima	09:00	5.70	7.80
23	M5A/PU12	Av. Abancay cruce con Pq. Universitario	Cercado de Lima	12:00	7.10	7.03
24	M6A/PU15	Av. Abancay cruce con Pq. Universitario	Cercado de Lima	15:00	6.20	7.20
25	M1A/JA00	Av. Abancay cruce con Jirón Ancash	Cercado de Lima	00:00	3.52	6.18
26	M2A/JA03	Av. Abancay cruce con Jirón Ancash	Cercado de Lima	03:00	3.58	7.38
27	M3A/JA06	Av. Abancay cruce con Jirón Ancash	Cercado de Lima	06:00	5.72	7.05
28	M4A/JA09	Av. Abancay cruce con Jirón Ancash	Cercado de Lima	09:00	5.40	7.58
29	M5A/JA12	Av. Abancay cruce con Jirón Ancash	Cercado de Lima	12:00	6.75	6.75
30	M6A/JA15	Av. Abancay cruce con Jirón Ancash	Cercado de Lima	15:00	5.59	7.12
31	M1T/NP00	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás Piérola	Cercado de Lima	00:00	3.48	6.10
32	M2T/NP03	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás Piérola	Cercado de Lima	03:00	4.85	6.01
33	M3T/NP06	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás Piérola	Cercado de Lima	06:00	5.67	7.00
34	M4T/NP09	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás Piérola	Cercado de Lima	09:00	5.60	7.50
35	M5T/NP12	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás Piérola	Cercado de Lima	12:00	5.90	5.90
36	M6T/NP15	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás Piérola	Cercado de Lima	15:00	5.75	6.59

Datos y Resultados de la concentración de plomo y manganeso en sandías (*Citrullus lannatus*) expandidas de forma ambulatoria y el tiempo (h) de exposición al parque automotor en Seis sectores del Cercado de Lima, Lima-Perú, mayo 2019.

**Figura 7. Concentración de plomo (Pb) en las 36 muestras de sandias (*Citrullus lannatus*) expandidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor.**



**A. Ugarte-España, (G. Vega / P. Colón, Abancay / Av. Grau, Abancay / P. Univer., Abancay / Jr. Ancash, Av. Tacna / N. Piérola. Comentario: En la presente figura se observa que las columnas en amarillo representan las altas concentraciones de plomo además ocurre a las 6 pm con una exposición de 12 horas.**



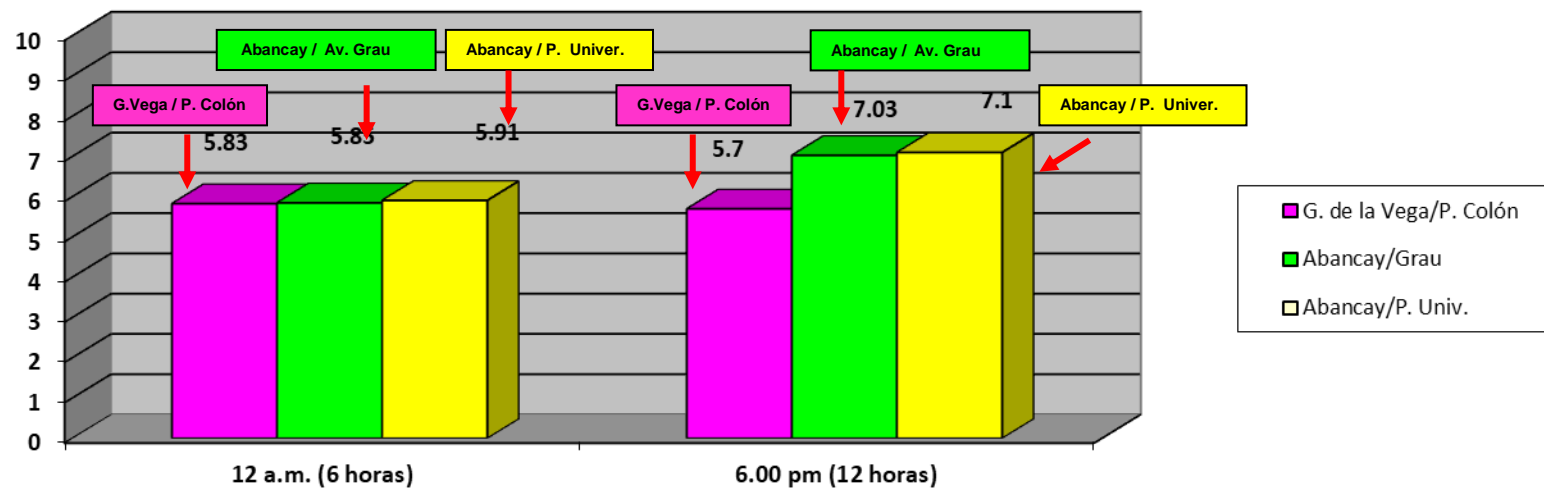
**Tabla 62. Concentración de plomo (Pb) en las 36 muestras de sandias (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor, en los seis sectores bajo estudio, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019**

Sectores de Exposición / Cercado de Lima	Pb (ppm)					
	Horas de Exposición					
	0 horas 06:00 a.m.	3 horas 09:00 a.m.	6 horas 12:00 m.	9 horas 03:00 p.m.	12 horas 06:00 p.m.	15 horas 09:00 p.m.
Av. Alfonso Ugarte / Av. España	3.45	3.62	5.68	5.70	6.50	5.48
Av. Garcilaso de la Vega / Paseo Colón	3.59	4.50	5.83	5.85	5.70	5.68
Av. Abancay / Av. Grau	3.38	5.23	5.85	5.63	7.03	6.19
Av. Abancay / Parque Universitario	3.62	5.59	5.91	5.70	7.10	6.20
Av. Abancay / Jr. Ancash	3.52	3.58	5.72	5.40	6.75	5.59
Av. Tacna / Av. Nicolás de Piérola	3.48	4.85	5.67	5.60	5.90	5.75

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) / UALM.

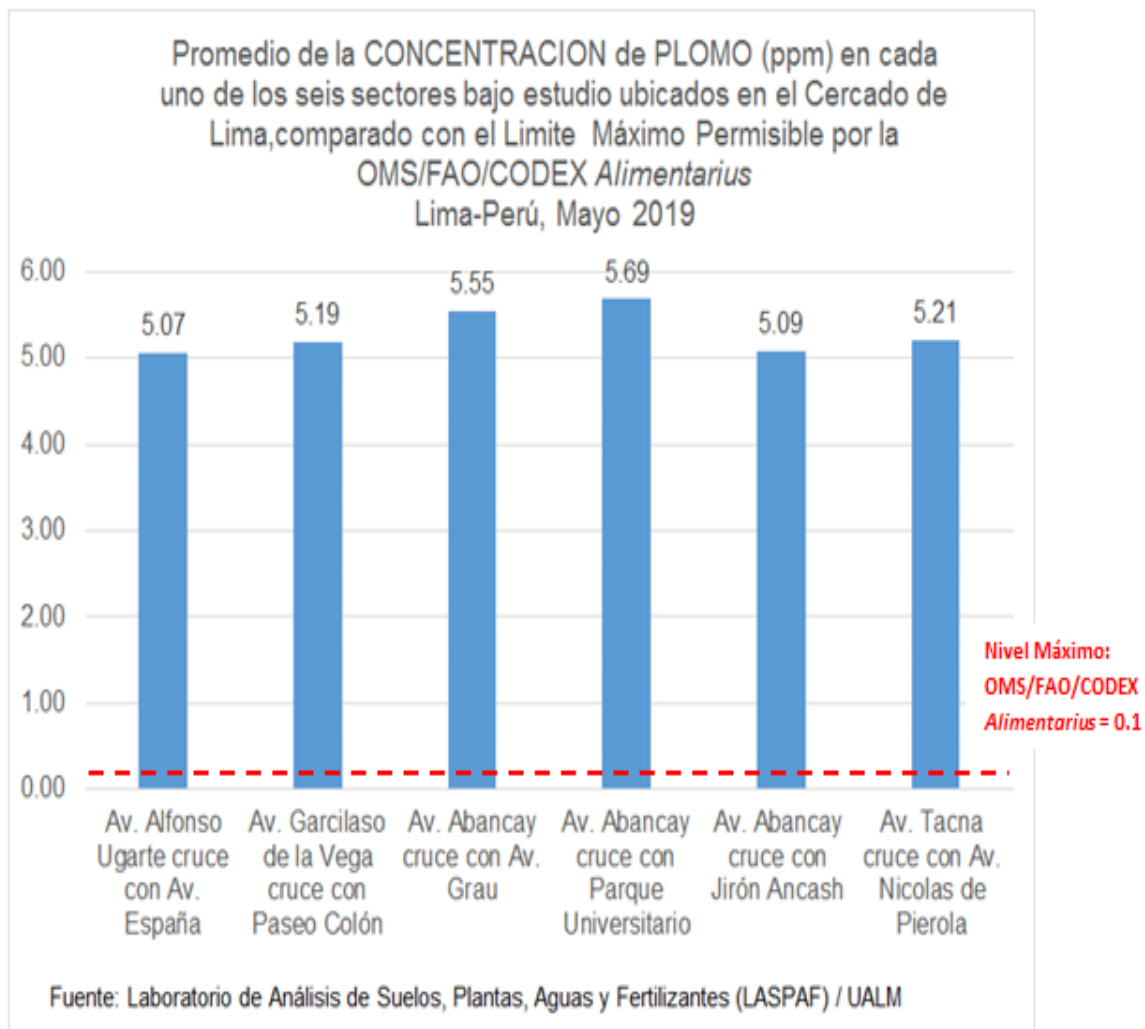
**Comentario:** en la presenta tabla podemos observar que se exponen las concentraciones de plomo de los lugares de exposición en relación a las horas y a la vez se observa que las horas de mayor nivel de plomo están entre las 12:00 del mediodía (a seis horas de exposición) y las 6 de la tarde (siendo a las 12 horas de exposición)

**Figura 8. Comparación de la concentración máxima de plomo de muestras de sandias (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria, entre el lugar y la hora de exposición en relación al parque automotor, en los tres sectores de mayor nivel de concentración, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.**



**Comentario:** En la siguiente figura podemos observar las máximas concentraciones de plomo y que están en relación al lugar de exposición y la hora pico de tránsito. Entonces podemos visualizar que a las 12 am y las 6 pm se encontraron altos índices de plomo siendo las horas de mayor congestión vehicular debido que los vehículos llámese combis, colectivos esperan a los pasajeros causando así la congestión y por ende mayor contaminación.

**Figura 9. Promedio de la concentración de plomo comparado con los límites máximo permisible.**



**Tabla 13. Prueba de correlación según Spearman entre el nivel de concentración de plomo (Pb) en las sandías (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria, expuestas al parque automotor y el número de horas de exposición en el Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.**

			Valores de Concentración de Plomo (Pb)	Horas de Exposición
<b>Rho de Spearman</b>		Coefficiente de	1,000	,705**
		de		
	Valores de	correlación		
	Concentración	Sig.	.	,000
	de Plomo (Pb)	(bilateral)		
		N	36	36
		Coefficiente de	,705**	1,000
		de		
Horas de	correlación			
Exposición	Sig.	,000	.	
	(bilateral)			
	N	36	36	

**\*\*.** La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Prueba de correlación según Spearman entre el nivel de concentración de plomo en la “sandía” (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria, al parque automotor y el número de horas de exposición, en el Cercado de Lima, Lima –Perú, mayo 2019.

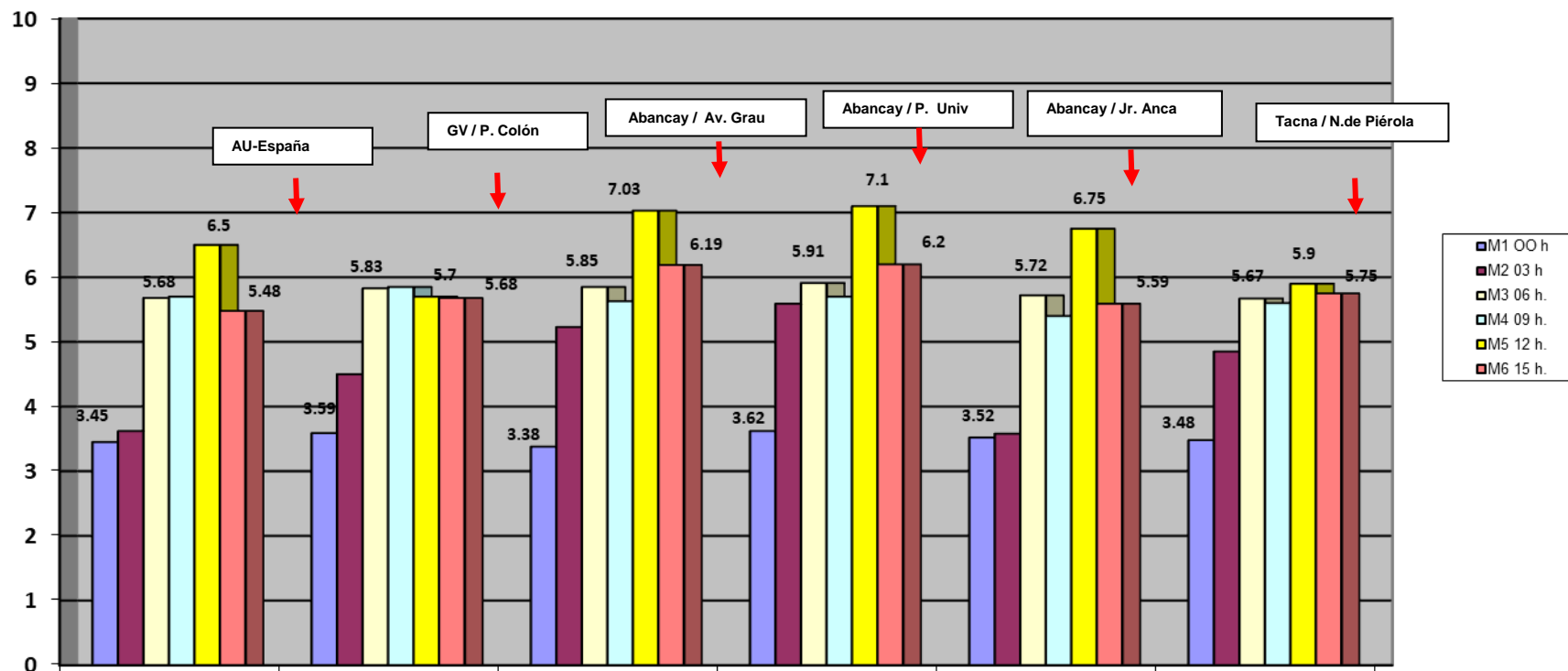
**Comentario:** “Como se muestra en la tabla N° 13, la variable valores de concentración de plomo (Pb) está relacionada directa y positivamente con la variable horas de exposición, según la correlación de Spearman de  $r=0.705$  representando este resultado como alta con una significancia estadística de  $p=0.000$  siendo menor que 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; es decir existe relación directa y positiva entre los valores de concentración de plomo y las horas de exposición en las sandías (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria, expuestas al parque automotor en el Cercado de Lima, a un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia del 5%”.

**Tabla 14. Concentración de manganeso (Mn) en las 36 muestras de sandías (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor, en los seis sectores bajo estudio, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.**

Sectores de Exposición / Cercado de Lima	Mn (ppm)					
	Horas de Exposición					
	0 horas 06:00 a.m.	3 horas 09:00 a.m.	6 horas 12:00 m.	9 horas 03:00 p.m.	12 horas 06:00 p.m.	15 horas 09:00 p.m.
Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	6.40	6.45	7.32	7.67	6.50	6.48
Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón.	6.53	6.93	7.35	7.45	6.90	6.67
Av. Abancay cruce con Av. Grau.	6.47	7.22	7.27	7.60	7.10	7.08
Av. Abancay cruce con Parque Universitario.	6.15	7.17	7.70	7.80	7.03	7.20
Av. Abancay cruce con Jirón Ancash.	6.18	7.38	7.05	7.58	6.75	7.12
Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	6.10	6.01	7.00	7.50	5.90	6.59

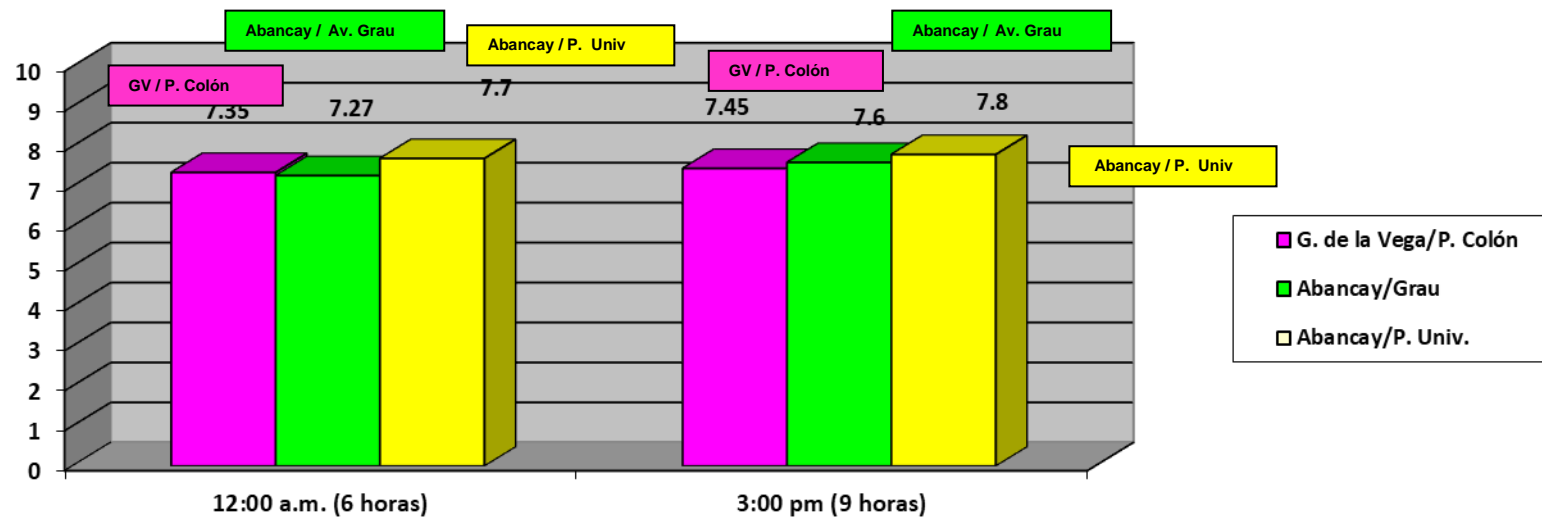
Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) / UALM.

Figura 10. Concentración de manganeso en las 36 muestras de sandias (*Citrullus lannatus*) expandidas de forma ambulatoria, según el tiempo de exposición (horas) al parque automotor, en los seis sectores bajo estudio, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.



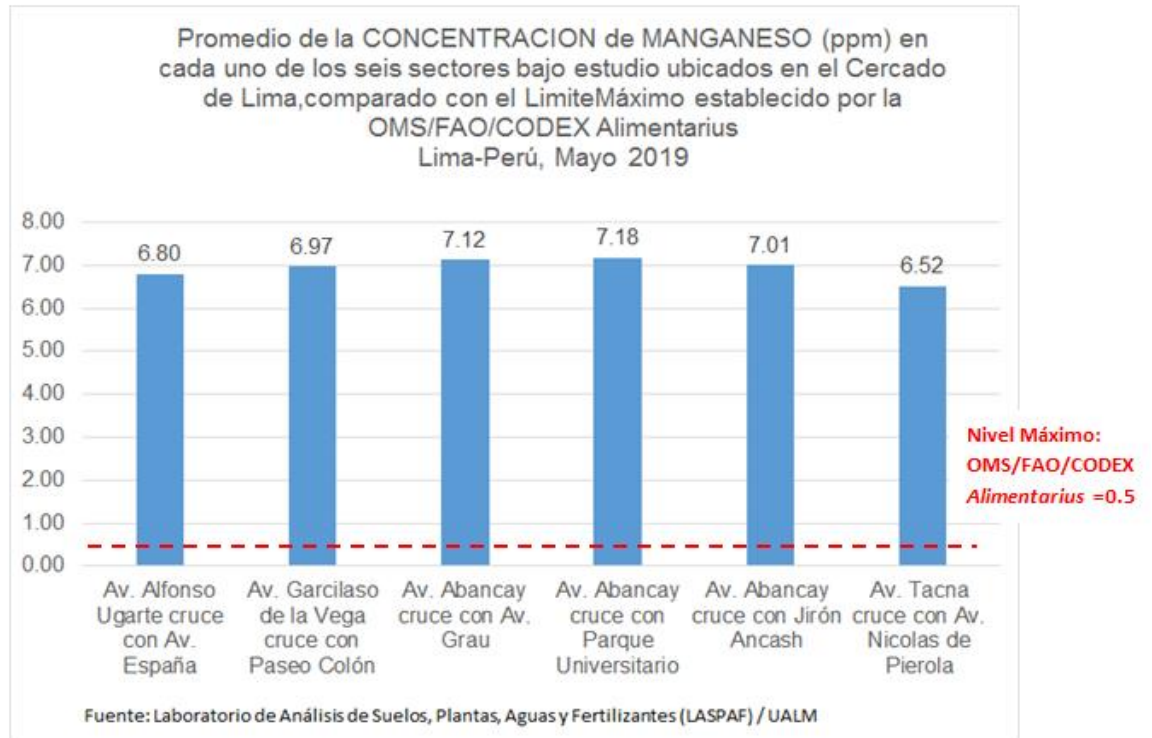
AU-España, GV / P. Colón, Abancay / Av. Grau, Av. Abancay cruce con Parque Universitario (Abancay / P. Univ.), Av. Abancay cruce con Jirón Ancash (Abancay / Jr. Anca), A. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola (Tacna / N. de Piérola).

**Figura 11. Comparación de la concentración máxima de manganeso de muestras de sandias (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatória, entre el lugar y la hora de exposición en relación al parque automotor, en los tres sectores de mayor nivel de concentración, del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.**



**Comentario:** En la siguiente figura podemos observar las máximas concentraciones de manganeso y que están en relación al lugar de exposición y la hora pico de tránsito. Entonces podemos visualizar que a las 12:00 am y las 3:00 pm se encontraron altos índices de manganeso siendo las horas de mayor congestión vehicular debido que los vehículos llámese combis, colectivos esperan a los pasajeros causando así la congestión y por ende mayor contaminación.

**Figura 12. Promedio de la concentración de manganeso comparado con los Límites Máximo Permisible.**





**Tabla 15. Estadística de las muestras de sandías (*Citrullus lannatus*), que exceden los Límites Máximo Permisibles (LMP) de manganeso (ppm) en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019.**

Referencia de la muestra en exposición / Cercado de Lima	Determinación	Resultados		(*) P-value < 0.05	Límite Máximo Permisible (LMP) = 0.5	
		n	Promedio		Exceden	No Exceden
Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España.	Mn (ppm)	6	6.80 (**)	0.105 > 0.05	SI	-
Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón.	Mn (ppm)	6	6.97 (**)	0.111 > 0.05	SI	-
Av. Abancay cruce con Av. Grau.	Mn (ppm)	6	7.12 (**)	0.056 > 0.05	SI	-
Av. Abancay cruce con Parque Universitario.	Mn (ppm)	6	7.18 (**)	0.143 > 0.05	SI	-
Av. Abancay cruce con Jirón Ancash.	Mn (ppm)	6	7.01 (**)	0.172 > 0.05	SI	-
Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola	Mn (ppm)	6	6.52 (**)	0.186 > 0.05	SI	-

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) UALM.

(\*\*): Límite Máximo establecidos por la OMS/FAO/Codex Alimentarius: Pb=0.5 (ppm)

(\*): P-value < 0.05, el valor estadísticamente significativo, a un nivel de confianza del 95% y significancia 5%.

En la Tabla N° 15 se observa que el promedio del 100% de las muestras de cada uno de los seis sectores bajo estudio ubicados en el Cercado de Lima, superan el Límite Máximo Permisible (LMP) = 0.5, establecido por la OMS/FAO/Codex Alimentarius. Es decir el promedio de manganeso en el sector Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España es 6.80 ( $p = 0.105 > 0.05$ ), Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón es 6.97 ( $p = 0.111 > 0.05$ ), Av. Abancay cruce con Av. Grau es 7.12 ( $p = 0.056 > 0.05$ ), Av. Abancay cruce con Parque Universitario es 7.18 ( $p = 0.143 > 0.05$ ), Av. Abancay cruce con Jirón Ancash es 7.01 ( $p = 0.172 > 0.05$ ) y Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola 6.52 ( $p = 0.186 > 0.05$ ).

**Tabla 16. Prueba de correlación de Spearman según valores de Concentración de manganeso (Mn) y su relación con la variable horas de exposición.**

			<b>Valores de concentración de manganeso (Mn)</b>	<b>Horas de exposición</b>
<b>Rho de Spearman</b>	Valores de Concentración de Manganeso (Mn)	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	1,000	,761**
		N	36	36
		Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	,761**	1,000
	Horas de Exposición	N	36	36
		Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	,000	.
		N	36	36

**\*\*.** La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

“Como se muestra en la tabla N° 16, la variable **Valores de Concentración de manganeso (Mn)** está relacionada directa y positivamente con la variable **Horas de Exposición**, según la correlación de Spearman de  $r = 0.761$  representando este resultado como **Alta** con una significancia estadística de  $p = 0.000$  siendo menor que 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; es decir existe relación directa y positiva entre los valores de concentración de manganeso (Mn) y las horas de exposición en las sandías (*Citrullus lannatus*) expuestas de forma ambulatoria, expuestas al parque automotor en el Cercado de Lima, a un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia del 5%”.

### **3.3. Análisis Inferencial**

#### **3.3.1 Fase Inferencial:**

La fase inferencial según Sánchez y Reyes (2015) permite al investigador encontrar significancia estadística en sus resultados. Para decidir la prueba estadística más apropiada con el fin de medir la asociación o relación entre las variables en estudio según hipótesis y objetivos trazados en la presente Tesis, se optó por someter a las variables a la prueba de Normalidad de Kolmogorov Smirnov.

Visto que las variables de interés no presentan comportamiento de distribución normal, se procedió a docimar la hipótesis general y las específicas, mediante coeficiente de correlación Rho de Spearman, utilizando el software estadístico SPSS Vs 24,0 a través del cual se obtuvo como resultados, las correlaciones existentes entre las variables de estudio.

La hipótesis planteada para determinar el comportamiento de distribución Normal de las variables en estudio, como son los resultados de la concentración de plomo (Pb) y manganeso (Mg) en sandía (*Citrullus lannatus*) expandidas de forma ambulatoria y el tiempo en horas de exposición al parque automotor en seis sectores del Cercado de Lima, se realizó haciendo uso de la prueba no paramétrica de Kolmogorov Smirnov:

H<sub>0</sub>: Las puntuaciones de la variable tienen distribución normal.

H<sub>1</sub>: Las puntuaciones de la variable difieren de una distribución normal.

**Tabla 17. Variables en estudio y la prueba estadística aplicada**

<b>Variables en Estudio</b>	<b>Estadístico de Kolmogorov-Smirnov</b>	<b>n</b>	<b>p-value</b>
<b>Concentración de Plomo (Pb)</b>	0.11	36	0.041 < 0.05(*)
<b>Concentración de Manganeso (Mn)</b>	0.14	36	0.032 < 0.05(*)
<b>Tiempo en horas de exposición</b>	0.12	6	0.019 < 0.05(*)

**(\*): Si Valor p –value <  $\alpha$ : 0,05 se rechaza H0.**

“Dado que  $p < \alpha$ : se rechaza H0, para cada una de las variables en estudio, concluyéndose que las puntuaciones no presentan un comportamiento de Distribución Normal. En consecuencia, el análisis inferencial de los datos de la presente investigación se realizó utilizando el software estadístico SPSS Vs 24,0 a través del cual se obtuvo como resultados, las correlaciones existentes entre las variables de estudio mediante el Coeficiente de correlación de Spearman”.

Tabla 18. Significancia estadística de la concentración de plomo y manganeso (Mn) en las 36 muestras de sandías (*Citrullus lannatus*) expendidas de forma ambulatoria, según TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas) al parque automotor en los seis sectores bajo estudio del Cercado de Lima, Lima – Perú, mayo 2019

Referencia de las muestras en TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas) / Cercado de Lima	Determinación	Resultados			(**) Límite Máximo Permissible (LMP)	
		n	Promedio de concentración / horas	(*): P-value < 0.05	Exceden	No Exceden
Lima - Cercado	Pb (ppm)	6	3.54 (**)	0.145>0.05	SI	-
	Mn (ppm)	6	6.31 (**)	0.105>0.05	SI	-
	Pb (ppm)	6	4.65 (**)	0.251>0.05	SI	-
	Mn (ppm)	6	6.86 (**)	0.111>0.05	SI	-
	Pb (ppm)	6	5.70 (**)	0.071>0.05	SI	-
	Mn (ppm)	6	7.28 (**)	0.056>0.05	SI	-
	Pb (ppm)	6	5.64 (**)	0.063>0.05	SI	-
	Mn (ppm)	6	7.60 (**)	0.089>0.05	SI	-
	Pb (ppm)	6	6.53 (**)	0.213>0.05	SI	-
	Mn (ppm)	6	6.70 (**)	0.060>0.05	SI	-
	Pb (ppm)	6	5.81 (**)	0.056>0.05	SI	-
	Mn (ppm)	6	6.56 (**)	0.081>0.05	SI	-

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) / UALM. (\*\*): Límite Máximo establecidos por la OMS/FAO/Codex Alimentarius: Pb=0.1 ppm; Mn=0.5 ppm (\*) P-value < 0.05, el valor estadísticamente significativo, a un nivel de confianza del 95% y significancia 5%.

En la Tabla N° 18 se observa que existe una significancia estadística de la variación del promedio de concentración de plomo (Pb) y manganeso (Mn) según horas acumuladas de exposición al parque automotor de las muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*).

Se concluye que, en el total de las muestras bajo estudio, la concentración de plomo y manganeso según horas acumuladas superan el límite máximo permisible de Pb = 0.1 y Mn = 0.5, a un nivel de confianza del 95% y de significancia del 5%.

## **IV. DISCUSIÓN**

### **4.1. Discusión**

La presencia de Pb y Mn, en el medio ambiente, en valores no permisibles, generan una intoxicación crónica y constituye un problema de Salud Pública y sobre todo en la ciudad de Lima donde el parque automotor que es en su mayoría el mayor contaminante de estos metales pesados a la vez es materia de estudio por nuestra parte donde se observa un alto grado de concentración, dicho esto, en nuestra investigación en la tabla N° 11 podemos observar todas las concentraciones de plomo y manganeso, desde la hora cero, siendo la concentración mínima de 3,38 ppm y 6,10 ppm respectivamente para plomo y manganeso halladas en los seis lugares de análisis y que esta asciende según mayor exposición en el ambiente y todo debido a las emisiones del parque automotor, conclusión en base a una comparación con un estudio realizado por Huanri J. en el año 2014 realizado en el Cercado de Lima y otros distritos de nuestra capital hallaron concentraciones de plomo en el suelo de hasta 210 ppm y concluye que dicha contaminación se debe a que nuestro parque automotor se encuentra en una situación de abandono de mantenimiento por parte de sus propietarios, a pesar que la ley exige el paso de revisiones técnicas, además hallaron otros elementos tóxicos y cancerígenos, a la vez manifiestan que esta contaminación influyen otros elementos como el tráfico de nuestra capital donde observaron que los vehículos que transitan por el Cercado de Lima lo hacen a una velocidad de 15 kilómetros por hora y también mencionan al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) que en sus registros tienen mediciones efectuadas donde estiman que el 80% de la contaminación atmosférica tiene como fuente principal al parque automotor. Así mismo se sustenta la base de contaminación de nuestra investigación en otro trabajo de investigación realizado por Mendez J. en el año 2017 donde el objetivo de su investigación se centra en la contaminación del medio ambiente en el Cercado de Lima por el parque automotor y su

correlación a enfermedades de diversos trabajadores, como comerciantes ambulantes que laboran en el centro histórico de Lima y que manifiestan tener diversas enfermedades, es de esperarse toda vez que la contaminación por parte del parque automotor es alta. Realizaron un exhaustivo análisis de las enfermedades de los trabajadores ambulantes donde concluyen que enfermedades sufridas por los antes mencionados son: dolores de cabeza, insomnio, dolores musculares, calambres, falta de apetito, anemia, asma, alergia, rinitis, faringitis y se presume que son causados por contaminantes de gases tóxicos y de metales pesados que se liberan del parque automotor y responsabilizan a la gestión Municipal toda vez que implica hacer cumplir las normas legislativas para reducir el impacto ambiental por la contaminación del aire, además refieren hallar diferentes contaminantes como dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno monóxido de carbono, diversos metales pesados por el uso de la gasolina de 84 y 90 octanos con contenido de plomo y contaminantes de partículas de polvo atmosférico de hasta 110 ppm.

En la tabla N°12 se muestra las concentraciones de plomo en los seis lugares de muestreo según tiempo de exposición donde se puede observar que la cantidad de plomo va en aumento en base a mayor exposición a la vez podemos observar que es dependiente de la hora del tráfico que se desarrolla en los lugares de toma de muestra; se observa que a las 6 horas de exposición aproximadamente a las 12 del mediodía las concentraciones son altas; por ejemplo en la Av. Abancay con Parque Universitario la concentración más alta a comparación de los otros lugares de muestreo es de 5,91 ppm, seguido de Av. Abancay con cruce Av. Grau que se reporta una concentración de 5,85 ppm, luego sigue Av. Garcilaso de la Vega con cruce Paseo Colón que se encontró 5,83 ppm. También se observa el mismo comportamiento de igual manera en la tabla 12 que la concentraciones inclusive más altas están a las 12 horas de la toma de muestra y siendo las 6:00 horas de la noche con concentraciones de 7,10 ppm para Av. Abancay y parque Universitario, 7,03 ppm para Av. Abancay con Av. Grau y 5,70 ppm para Av. Garcilaso de la vega con Paseo Colón



respectivamente, por lo hallado podemos mencionar que la creciente concentración está relacionada de forma dependiente al tráfico y ésta a la vez al lugar de suceso; la base fundamental de nuestro comentario se basa en un trabajo realizado por Aydin Turkyilmaz en Turkia, el año 2020 donde realizó un estudio sobre la concentración de metales pesados en relación con la contaminación del parque automotor dependiente de la densidad del tráfico y para ello utilizó diversas plantas como biomonitores. En su investigación reportó que la planta utilizada para determinar las concentraciones de plomo fue *Tilia tomentosa* utilizando un hisopado de la superficie de las hojas, halló concentraciones de 8,821 ppb, 11,52 ppb y 14,75 ppb., para baja densidad, media densidad y alta densidad de tráfico respectivamente.

De igual manera otro estudio similar lo realizó Satian M. en la Ciudad de Guayaquil en el 2019 donde determinaron presencia de plomo y cadmio tomando muestras de las barandillas y aceras de diferentes puntos de la Ciudad obteniendo resultados con un promedio de 137,50 mg/kg para plomo concluyendo que existen altos índices de contaminación por metales pesados en la ciudad, basándose en los límites máximo permisibles establecidos, además refieren que la causa de esta contaminación es debido a los problemas de congestión vehicular.

Otro dato interesante nos muestra la investigación de Dávila C. realizada en el distrito de Los Olivos en el año 2017 donde determinó la concentración de plomo y cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en diversos paraderos del distrito en mención concluyendo que existe altas concentraciones de plomo y cadmio siendo 0,305 ppm y 0,144 ppm respectivamente a la vez que realizaron la comparación con los Límites Máximos Permitidos por Mercosur y la Comunidad Europea además refieren que la causa de contaminación es debida al parque automotor de la zona; como se observa los datos de las otras investigaciones y la de nuestra investigación reflejan similitud de altas concentraciones de metales pesados y todas ellas causadas por el parque automotor siendo el común

de todas a las llamadas “mototaxis”. Y ello refleja las enfermedades que presentan muchos trabajadores ambulantes; por ultimo citaremos a Quispe D. quien realizó una investigación similar en Lima Norte en el año 2017 donde analizó muestras de jugo de caña de azúcar que fueron expandidas de forma ambulatoria donde la mayor concentración de plomo fue de 2,25 mg/kg y un dato curioso es la hora de muestreo, donde la mayor concentración se reporta a las 10.00 am a diferencia de nuestras tomas de muestras; además comentan que la mayor cantidad de vehículos que circulan por esta parte de Lima Norte son las “mototaxi” a comparación de nuestro trabajo en el Centro de Lima poca es participación como movilidad de “mototaxi”, pero la congestión del parque automotor es crítico.

En la Tabla 12 podemos observar las concentraciones mínimas y máximas de concentración de plomo en los seis sectores, a la vez se observa que desde incluso la hora cero de análisis de la toma de muestra de “sandía” para plomo las concentraciones supera el Límite Máximo Permissible así también como la acumulación de este metal pesado a diferencia del trabajo realizado por Atachagua S. y Gonzales L. donde analizaron muestras de plomo en desayunos a base de quinua y tortillas de verdura que eran expandidos de forma ambulatoria y reportan resultados promedio de 13,29 ppb para la quinua y 12,05 ppb. para la tortilla y que no superan los Límites Máximo Permissibles por el *Codex Alimentarius*, haciendo nuestro análisis comparativo al trabajo antes mencionado referimos que nosotros realizamos la toma de muestra en diferentes tiempos de exposición desde un inicio cero hasta 15 horas de exposición, diferentes lugares de exposición mientras que Atachagua S. y Gonzales L. realizaron la toma de muestra en un solo momento dado y con exposición a corto plazo lo cual no refleja si la contaminación está relacionada con la influencia del parque automotor.

En cuanto a las concentraciones de manganeso podemos observar en la en la tabla 14 podemos observar las concentraciones mínimas y máximas de concentración de manganeso en los seis sectores, a la vez se observa que desde incluso la hora cero de análisis de la toma de muestra de sandía es

de 6,10 ppm un máximo de 7,80 ppm, concentraciones que supera el Límite Máximo Permisible así también como la acumulación de este metal pesado; así mismo en otro estudio realizado por Pumayauli G. sobre té verde filtrante demostró que muchos productos como el nuestro se encuentran contaminados por presencia de estos metales, en contraste a los resultados de manganeso en las bolsitas filtrantes de té fueron 0,48 mg/kg lo que no supera los Límites Máximos Permisibles (MERCOSUR 0,60 mg/kg). Pero en el trabajo realizado por Olaya R. y Vargas A. donde analizaron muestras de manganeso en sedimentos depositados en las hojas de los árboles de la Av. Manco Cápac en el distrito de La Victoria hallando concentraciones de 47,71 mg/kg concluyendo que superan los LMP establecidos por la Regulación Mexicana y la OMS que es de 0,4 mg/kg.

Esto constituye una exposición tóxica de compuestos de manganeso como organometálicos (metilciclopentadienil manganeso-tricarbonilo) el cual se adiciona a la gasolina para aumentar el octanaje, en su trabajo realizado por Hernández A. en su investigación encontró presencia elevada de manganeso en el aire de la Ciudad de Bahía de Santander según la OMS debe estar ( $159 \text{ ng/m}^{-3}$ ) pero en la presente investigación fue de  $231,80 \text{ ng/m}^{-3}$  superando los límites según la OMS.

A la vez mencionan que la presencia de manganeso en las proximidades de una planta de fabricación de manganeso es alta pero también en largas distancias a ella. Otro factor asociado a la presencia de manganeso es el tráfico rodado lo que representa un 38,3% de la contaminación en el aire., a la vez hacen referencia que la presencia de manganeso está también en el desgaste de ruedas y neumáticos y en lubricantes utilizados en el parque automotor<sup>84</sup>.

## 4.2. Conclusiones

- Se concluye que existe relación entre el parque automotor y nivel de concentración elevada de plomo en muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) y es dependiente de las horas de exposición en los seis sectores del Cercado de Lima.
- Se concluye que existe relación entre el parque automotor y nivel de concentración elevada de manganeso en muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) y es dependiente de las horas de exposición en los seis sectores del Cercado de Lima.
- Se concluye que el 100% de las muestras superan el Límite Máximo Permisible de plomo en muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) según *Codex Alimentarius*.
- Se concluye que el 100% de las muestras superan el Límite Máximo Permisible de manganeso en muestras de “sandía” (*Citrullus lannatus*) según *Codex Alimentarius*.
- Se concluye que las altas concentraciones de plomo y manganeso en “sandía” (*Citrullus lannatus*) guardan relación con el lugar y el flujo de tránsito en los seis sectores del Cercado de Lima.

## 4.3. Recomendaciones

- Realizar estudios sistemáticos, científicos y complementarios que midan el nivel de toxicidad en los alimentos expendidos de forma ambulatoria sobre todo en lugares con alto flujo vehicular y alta contaminación ambiental por metales pesados como plomo y manganeso, ya que la presencia de estos afecta a la salud pública. Estudios que apliquen instrumentos de espectrofotometría de mayor precisión, sensibilidad y especificidad en el de Cercado de Lima.

- Realizar monitoreo y detección de contaminantes de metales pesados sobre el estado de toxicidad y su magnitud en alimentos expendidos en forma ambulancia, para trazar mapas de concentración de estos contaminantes y favorecer los planes de acción conducentes a tareas de mitigación y remediación. Es importante atender puntos estratégicos del Cercado de Lima, como los circundantes con Av. Abancay, entre otros para que los gobiernos regionales y locales puedan tomar medidas preventivas y decisiones de mejora.
- Implementar información, educación y cultura a través de charlas educativas, capacitaciones y /o técnicas, al comerciante o proveedor y al consumidor como a la población en su conjunto, acerca de los efectos y daños que producen el consumo de estos alimentos expuestos sobre todo en zonas con alto flujo vehicular y en horas con picos altos de contaminación a la vez solicitar a las autoridades pertinentes un mayor control y orden en cuanto a la venta ambulancia de alimentos frescos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS, Organización Mundial de la Salud, Diez cuestiones de salud que la OMS abordara este año [Internet]. Ginebra: OMS; 2018 [Actualizado octubre de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencies/ten-threats-to-global-health-in-2019>
2. OPS, Organización Panamericana de la Salud, Contaminación del Aire Ambiental [Internet]. Washington: OPS; 2014 [Actualizado Setiembre de 2016, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es)
3. OMS, Organización Mundial de la Salud, Diez sustancias químicas que constituyen una preocupación para la salud pública [Internet]. Ginebra: OMS; 2019 [Actualizado octubre de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/chemicals\\_phc/es/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/es/)
4. SPDA, Actualidad Ambiental, Perú: Existen más de 7 mil personas afectadas por contaminación con metales pesados [Internet]. Perú: SPDA; 2019 [Actualizado Julio de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.actualidadambiental.pe/peru-existen-mas-de-7-mil-personas-afectadas-por-contaminacion-con-metales-pesados/>
5. Gestión, Lima, es la octava ciudad más contaminada de América Latina [Internet]. Lima: Gestión; 2019 [Actualizado 9 de junio de 2019, citado el 30 de Setiembre 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/lima-octava-ciudad-contaminada-america-latina-269614-noticia/>

6. Todoautos, 12 Distritos con mayor congestión vehicular en Lima [Internet]. Lima: Todoautos; 2019 [Actualizado abril de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: <http://www.todoautos.com.pe/portal/autos/200-especiales/12778-12-districtos-con-congestion-vehicular>
7. VeMás, Pensamos Ciudad, Trafico o congestión vehicular en el Perú [Internet]. Lima: VeMás; 2019 [Actualizado junio de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.ve-mas.com/noticias/trafico-o-congestion-vehicunn bmlar-en-el-peru/>
8. Gestión, Lima entre las ciudades con el peor congestionamiento vehicular: ¿Qué ocupa en el ranking? [Internet]. Lima: Gestión; 2017, 2018 [Actualizado junio de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/tendencias/lima-ciudades-peor-trafico-269483-noticia/>
9. Ipsos, La Lima que no vemos [Internet]. Lima: El Comercio; abril 2019 [Actualizado abril de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.ipsos.com/es-pe/la-lima-que-no-vemos>
10. La Cámara, Comercio Exterior, Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar [Internet]. Lima: La Cámara; febrero 2018 [Actualizado febrero de 2018, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: [https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r816\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r816_3/comercio%20exterior.pdf)
11. Publicaciones Económica, La congestión vehicular de Lima: cuando y donde menos lo esperas [Internet]. Lima: Publicaciones Económica; marzo 2019 [Actualizado Setiembre de 2019, citado el 29 de Setiembre

2019]. Disponible en: <http://www.economica.pe/articulos/1222-la-congestion-vehicular-de-lima-cuando-y-donde-menos-lo-esperas>

12. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Flujo Vehicular por Unidades de Peaje, Informe Técnico [Internet]. Lima: INEI; 2019 [Actualizado Octubre 2019; citado 08 Noviembre 2019]. Disponible en: <http://m.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/flujo-vehicular/1/#list>
13. Gestión, Parque automotor se renueva en 6% al año, cuando debería hacerlo en 10% [Internet]. Lima: Gestión; 2019 [Actualizado 16 de marzo de 2019, citado el 09 de octubre 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/parque-automotor-renueva-6-ano-deberia-hacerlo-10-261551-noticia/>
14. ALICIA, Acceso libre a Información Científica para la Innovación, Contaminación atmosférica por Plomo en el Cercado de Lima Metropolitana [Internet]. Lima; ALICIA; 1997 [Actualizado Setiembre de 2019, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_5f1c4530ca58a4be85b9522b365f6306](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_5f1c4530ca58a4be85b9522b365f6306)
15. Peralta M. Eliminación de contaminantes de gases de escape de motores diesel: Estabilidad de catalizadores [Internet]. Santa Fe, Argentina: Universidad Nacional del Litoral; 2010 [citado 01 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/12?locale-attribute=es>.
16. Encala F, Ñauta P. Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire [Internet]. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2010 [citado 01 de noviembre de 2019]. Disponible en:



<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6115/1/UPS-CT001690.pdf>

17. Defensoría del Pueblo, Nota de Prensa N° 263/OCII/DP2017 [Internet]. Lima: Defensoría del Pueblo, 2017 [Actualizado Setiembre de 2017, citado el 29 de Setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/NP-263--17.pdf>
18. Martín R, Sánchez M. Impacto de la contaminación ambiental en las consultas pediátricas de Atención Primaria: estudio ecológico. An Pediatr (Barc). 2017 jun [Citado 10 de enero 2019]; 89(2): 80-85. Disponible en: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403317302886](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403317302886)
19. Ubilla C, Yohannessen K. Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. REV. MED. CLIN. CONDES. 2017. [Citado 12 de enero 2019]; 28(1): 111-118. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864017300214>
20. Covarrubias S, Peña J. Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de Fitorremediación. Rev. Int. Contaminación Ambiental. 2017. [Citado 22 de febrero 2019]; 33: 7-21. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2017.33.esp01.01>
21. Tapia V, Carbajal L, Vásquez V, Espinoza R, Vásquez-Velásquez C, Steenland K, et al. Reordenamiento vehicular y contaminación ambiental por material particulado (2,5 y 10), dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en Lima Metropolitana, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2018 Julio. [Citado 05 de febrero 2019]; 35(2): 190-7.

Disponible en:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342018000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200003)

22. SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [Internet]. Lima: SENAMHI; 2018 [Citado 30 de diciembre 2018]. El Estándar de Calidad Ambiental (ECA); [aprox. 5 pantallas]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03\\_estadisticas-ambientales-feb2018.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03_estadisticas-ambientales-feb2018.pdf)
23. Municipalidad de Lima, Diagnostico del Centro Histórico de Lima [Internet]. Lima: PLANCHL; 2017 [Actualizado diciembre 2017, citado el 9 de noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.imp.gob.pe/images/Plan%20Maestro%20del%20Centro%20Historico/II.%20Di%C3%A1gnostico/01%20Di%C3%A1gnostico/DIAGNOSTICO.pdf>
24. Tello L, Jave J, Guerrero J. Análisis de cuantificación de Plomo en suelos de parques recreacionales de la ciudad de Lima – Perú. Ecol. apl. (Perú). 2018 febrero. [Citado 22 de diciembre 2018]; 17(1): 1-12. Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/1168>
25. Saavedra J. Análisis de nuevos escenarios de emisión de Contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2014.
26. Gestión, Antigüedad del parque de transporte público en Lima y Callao es de 12.5 años [Internet]. Lima: Gestión; 2018 [Actualizado 12 de Setiembre de 2018, citado el 9 de noviembre 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/antiguedad-parque-transporte-publico-lima-callao-12-5-anos-244201-noticia/>

27. Rodríguez D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. MEDISAN [Internet]. 2017 dic [Citado 11 de noviembre 2018]; 21(12): 3372-3385. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192017001200012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001200012)
28. Londoño-Franco L, Londoño-Muñoz P, Muñoz-García F. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial [Internet] 2016 dic. [Citado 11 de enero 2019]; 14(2): 145-153. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
29. Afan K, Flores V. Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito de Hualgayoc, Cajamarca – octubre 2017. [Tesis]. Universidad Norbert Wiener; 2018.
30. Reyes Y, Vergara I, Torres O, Díaz M, González E. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo [Internet] 2016 jun. [Citado 01 de abril 2019]; 16(2): 66-77. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet/ContaminacionPorMetalesPesados-6096110.pdf>
31. González S. Determinación cuantitativa de Plomo, Cadmio y Mercurio en huevos de gallina de venta en mercados populares del cono norte de Lima – Perú. [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015.
32. Buenas prácticas de higiene en la preparación y venta de los alimentos en la vía pública en américa latina y el caribe. FAO La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [en línea].

2009. [Citado 05 de abril 2019]. Disponible en:  
[https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/Manual BP Higiene ma  
nufactura.pdf](https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/Manual_BP_Higiene_manufactura.pdf)

33. Siclla R. La gestión de alimentos y bebidas en los establecimientos de comida ambulatoria [Internet]. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres; 2014 [citado el 30 de abril de 2019]. Disponible en:  
[http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2342/1/siclla\\_r.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2342/1/siclla_r.pdf)
34. Gonzales L. Implementación de un cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) como aporte al fortalecimiento de la cadena agrícola en el corregimiento la india, departamento de Santander [Internet]. Yopal, Colombia: Universidad de la Salle; 2017 [citado 22 de Marzo 2019]. Disponible en:  
[http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21329/46132073\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21329/46132073_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
35. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Producción Nacional. Informe Técnico INEI. Lima: INEI; 2018. Informe Técnico N°03. Disponible en:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03\\_produccion-nacional-ene2018.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03_produccion-nacional-ene2018.pdf)
36. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Variación de los Indicadores de Precios de la Economía. Informe Técnico INEI. Lima: INEI; 2019. Informe Técnico N°02. Disponible en:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-de-precios\\_final.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-de-precios_final.pdf)
37. Panta S. Niveles de Fertilización potásica en la producción y calidad de sandía (*Citrullus lannatus*) cv. 'BLACKFIRE'. Universidad Nacional Agraria la Molina. 2015.

38. Soto F, Soto J. Rendimiento y Calidad de Once Híbridos de sandía (*Citrullus lannatus*) Bajo las Condiciones de la Molina. [Tesis]. Universidad Nacional Agraria la Molina. 2017.
39. Agraria, pe. Agencia Agraria de Noticias, Crece la Exportación de sandias y ya supera envíos de todo el 2017 [Internet]. Lima: Agraria.pe; 2017 [Actualizado diciembre 2018, citado el 29 de setiembre 2019]. Disponible en: <http://agraria.pe/noticia.php?url=crece-la-exportacion-de-sandias-y-ya-supera-envios-de-todo-e&id=18043>
40. Nuevas Evas, Enciclopedia de Nutrición, sandía: 10 Propiedades Medicinales, Beneficios y Valor Nutricional [Internet]. Lima: Blog; 2019 [Actualizado marzo 2019, citado el 29 de setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.nuevasevas.com/blog/289-sandia-10-propiedades-medicinales-beneficios-valor-nutricional#4-mejora-la-salud-del-corazon-bl0dSVSLKf9O>
41. Comunidad Andina. SG de 848, Informe Anual, Parque Vehicular en la Comunidad 2008 – 2017 [Internet]. Lima: Comunidad Andina; 2017 [Actualizado 13 de diciembre de 2018, citado el 10 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/DEstadisticos/SGD E848.pdf>
42. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Informe Técnico N° 3, Flujo Vehicular por Unidades de Peaje, 2018 [Internet]. Lima: INEI; [Actualizado marzo 2018, citado 15 octubre 2019]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03\\_flujo-vehicular-ene2018.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03_flujo-vehicular-ene2018.pdf)
43. Fontana D, Lascano V, Solá N, Martínez S, Virgolini M, Mazziere M. Intoxicación por plomo y su tratamiento farmacológico. Revista de Salud Pública [Internet] 2013 abr. [Citado 11 de mayo 2019]; 17(1): 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)

44. Azcona-Cruz M, Ramírez R, Vicente-Flores G. Efectos tóxicos del plomo. Rev Esp Méd Quir [Internet] 2015 Ene. [Citado 22 de marzo 2019]; 20(1): 72-77. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2015/rmq151l.pdf>
45. Rodríguez-Fuentes T. Comportamiento del plomo sérico en niños expuestos de la ciudad de Camagüey. Rev. AMC [Internet] 2019 Feb [Citado 30 de abril 2019]; 23(1): 64-74. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552019000100064](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552019000100064)
46. Raraz E. Determinación Químico Toxicológica de plomo y cadmio en agua para consumo humano proveniente de los reservorios de la zona de San Juan Pampa – distrito de Yanacocha – Pasco. [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2015.
47. Huanri E. Determinación de Plomo y Arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana. [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2014.
48. Azcona-Cruz M, Ramirez y Ayala R, Vicente-Flores G. Efectos tóxicos del plomo. Rev. Esp. Med Quir 2015, 20:72-77.
49. Díaz A. Alteraciones Neurológicas por Exposición a Plomo en Trabajadores de Procesos de Fundición, Soacha, 2009. [Tesis]. Bogotá: Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología, Universidad Nacional de Colombia; 2011.
50. Ramírez Augusto V. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. An. Fac. med. [Internet]. 2005 Mar [citado 2019 oct. 12]; 66(1): 57-70. Disponible en:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-55832005000100009&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832005000100009&lng=es)

51. OMS. Organización Mundial de la Salud [sede web]. Washington: OMS; 2017 [actualizado año 2018; acceso 20 marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
52. SRT. Superintendencia de Riesgos de Trabajo, Ministerio de Producción y Trabajo – Presidencia de la Nación, Pb. Guía de actuación y diagnóstico y enfermedades profesionales, Exposición al Plomo [Internet]. Argentina; 2018 [Actualizado enero de 2018, citado el 01 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia\\_de\\_actuacion\\_y\\_diagnostico\\_-\\_exposicion\\_al\\_plomo.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_actuacion_y_diagnostico_-_exposicion_al_plomo.pdf)
53. D. Gómez M, V. Sotés. El Manganeso y la Viticultura. En: Reunión de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Madrid; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; 3 de abril de 2014.p. 5-6.
54. Ramírez y Ayala R, Azcona-Cruz M. Efectos tóxicos del manganeso. Rev Esp Méd Quir. [Internet] 2016 ago. [Citado 29 de marzo 2019]; 22(7): 1-5. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2017/rmq172d.pdf>
55. Cedano K, Requena L. Estudio toxicológico de los niveles de concentración de Cadmio, Manganeso y Plomo, en sangre y/u orina en personas expuestas en las avs. Abancay y Alfonso Ugarte de la ciudad de Lima. [Tesis]. Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2007.
56. Olaya R, Vargas A. Presencia de contaminantes metálicos en sedimentos depositados en las hojas de los árboles y salud de los

trabajadores ambulantes de la avenida Manco Cápac en el distrito de la Victoria. [Tesis]. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2018.

57. Ramírez y Ayala R, Azcona-Cruz M. Efectos tóxicos del manganeso. Rev Esp Méd Quir. [Internet] 2016 ago. [Citado 29 de marzo 2019]; 22(7): 1-5. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2017/rmq172d.pdf>
58. Guerrero B. Determinación de elementos traza (Pb, Cd, Cu, Mn, Zn, Fe, Ca, Mg, Hg y As) en alimentos: champiñones, polenta, garbanzos y maíz mediante espectroscopia de absorción atómica. [Tesis]. Valdivia (Chile): Universidad Austral de Chile; 2011.
59. Olivares S. et. Al. “Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba. Rev. Int. Contam. Ambient [revista en la Internet]. 2013 nov. [Citado 2019 Jun 12]; 29(4): 285-294. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992013000400006&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000400006&lng=es).
60. Castro R. Contaminación por metales pesados cadmio y plomo en agua, sedimento y en mejillón *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) en los puentes 5 de junio y perimetral (Estero Salado, Guayaquil Ecuador) [Tesis]. Guayaquil (Ecuador): Universidad de Guayaquil. 2017.
61. Quintana L, Salvatierra H. Determinación de metales a través del método de absorción atómica en plantas de la especie DATURA ARBÓREA, en la provincia de Tungurahua (Las Viñas), en el periodo de enero a junio del 2015. [Tesis]. Universidad Nacional de Chimborazo – Ecuador. 2016.
62. Aydin Turkyilmaz, Hakan Sevik, Mehmet Cetin, Elnaji A. Ahmaida Saleh. “Changes in Heavy Metal Accumulation Depending on Traffic Density in Some Landscape Plants”. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 27, No. 5 (2018), 2277-2284 consultado el 15 de enero del 2020. Disponible en:



[https://www.researchgate.net/profile/Mehmet\\_Cetin6/publication/324507634\\_Changes\\_in\\_Heavy\\_Metal\\_Accumulation\\_Dependig\\_on\\_Traffic\\_Density\\_in\\_Some\\_Landscape\\_Plants/links/5b314c120f7e9b0df5cb806d/Changes-in-Heavy-Metal-Accumulation-Depending-on-Traffic-Density-in-Some-Landscape-Plants.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mehmet_Cetin6/publication/324507634_Changes_in_Heavy_Metal_Accumulation_Dependig_on_Traffic_Density_in_Some_Landscape_Plants/links/5b314c120f7e9b0df5cb806d/Changes-in-Heavy-Metal-Accumulation-Depending-on-Traffic-Density-in-Some-Landscape-Plants.pdf)

63. Burak Aricak. The Usability of Scotch Pine (*Pinus sylvestris*) as a Biomonitor for Traffic-Originated Heavy Metal Concentrations in Turkey. [https://pdfs.semanticscholar.org/e72a/5bcc72424ec0ba4139f75f4cfd78da4c31a8.pdf?\\_ga=2.48102116.237273251.1590033742-1838133511.1590033742](https://pdfs.semanticscholar.org/e72a/5bcc72424ec0ba4139f75f4cfd78da4c31a8.pdf?_ga=2.48102116.237273251.1590033742-1838133511.1590033742). Pol. J. Environ. Stud. Vol. 29, No. 2 (2020), 1051-1057
64. Satian D. "Determinación de plomo y cadmio en el hollín impregnado en aceras y bordillos de las estaciones de la Metrovía". Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Consultado el 15 febrero del 2019. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39721/1/TESIS%20SATIAN%202019.pdf>
65. Atachagua S, Gonzales L. Determinación de Plomo y Arsénico en desayunos expendidos en puestos de venta ambulatoria en Cercado de Lima periodo junio - julio del 2017 [Tesis]. Universidad Norbert Wiener. 2018.
66. Ramírez M. Bioadsorción de Cobre, Cadmio y Manganeso con cascara de naranja de las aguas de la Laguna Colquiocha [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. 2016.
67. Pumayauli G. Estudio comparativo de metales Arsénico, Manganeso y Plomo de bolsas filtrantes de té verde y te negro comercializados en mercados y supermercados de Lima Metropolitana, 2017 [Tesis]. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2017.

68. Asto U. "Riesgo en la salud por niveles de plomo en suelo del Distrito de San Juan de Miraflores. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica de Lima Sur. Villa el Salvador. Perú.2019. Consultado el 15 de febrero del 2020. Disponible en: <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/405>
69. García C. "Propuesta de gestión para mitigar la emisión de contaminantes originado por fuentes móviles en ruta en Chiclayo". Tesis de Grado. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque – Perú. 2019. Consultado el 21 de enero del 2020. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/5347/BC-%203964%20GARCIA%20TORRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
70. Vara M. "Contaminación Atmosférica con material particulado en la Ciudad del Cuzco y su comportamiento – 2016". Tesis de Grado. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Perú. 2017. Consultado el 13 febrero del 2020. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4426>
71. De La Cruz M. "Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la Ciudad de Huancayo". Tesis de Grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú. 2015. Consultado el 25 febrero del 2020. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1484/Tesis%20Marcial%20De%20la%20Cruz%20Lezama.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

72. Caycho M. "Elaboración de un plan de alerta ambiental preventiva en la calidad del aire (dióxido de azufre y plomo) en la Ciudad de La Oroya". Tesis de Grado. Universidad Nacional Federico Villareal. Perú. 2018. Consultado el 01 marzo del 2020. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2316>
73. Bellido J. "Niveles de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera del Distrito de El Agustino". Tesis de Grado. Universidad Nacional Federico Villareal. Perú. 2018. Consultado el 04 marzo del 2020. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2251>
74. Guzmán D. "Determinación cuantitativa de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima marzo - julio del 2015" Tesis de Grado. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Perú. 2015. Consultado el 05 marzo del 2020. Disponible en <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1231>
75. Dávila C. "Determinación de plomo y cadmio en jugos de naranjas (*Citrus Sinenses*) expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los Olivos - Periodo octubre 2016 – enero 2017". Tesis de Grado. Universidad Privada Norbert Wiener. Perú. 2017. Consultado el 06 marzo del 2020. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/531>
76. Quispe D. "Determinación cuantitativa de plomo en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de venta ambulatoria en Lima Norte por Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito, 2017". Tesis de Grado. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Perú. 2017. Consultado el 06 marzo del 2020. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1698/TESES%20QUISPE%20PALPA%20DENNY%20MARITZA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

77. Alarcón C. “Contaminación con plomo en los expendedores de gasolina del Distrito de Ayacucho, 2017”. Tesis de Grado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Perú. Consultado el 24 de enero del 2020. Disponible en: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3413/TESIS%20Q503\\_Ala.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3413/TESIS%20Q503_Ala.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
78. Kastenmayer P. “Análisis de minerales y elementos traza en alimentos [Internet]. 2006 [citado el 16 enero 2019]. Cap. 20, 271-294 Disponible en: <http://www.fao.org/3/AH833S22.htm> (acceso 16/01/2019)
79. Torres F. Comercio Informal Ambulatorio y sus efectos en el deterioro del Espacio Público de la Avenida España del distrito de Trujillo, 2017 [Tesis]. Trujillo (Perú): Universidad Cesar Vallejo. 2017.
80. Madueño F, García M. Determinación de metales pesados (Plomo y Cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) de mercados de Lima Metropolitana. Ciencia e Investigación [Internet] 2018 set. [Citado 15 junio 2019]; 21(2): 19-24. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/15852/13628>
81. Velásquez M. “Determinación de Arsénico, Cadmio y Plomo en barras de chocolate adquiridas en el centro comercial polvos azules de Lima Metropolitana en el periodo enero – febrero 2016”. [Tesis]. Universidad Wiener. 2017.
82. Hernández A. “Concentración de aire urbano y depósito de manganeso y Caracterización físico – química de partículas que lo contienen”. Tesis de Grado. Universidad de Cantabria. 2015. Consultado el 15 de marzo del 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=264425>

## ANEXOS

### Anexo 1. Operacionalización de variables

#### OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**“Concentración de Plomo y Manganeso en Sandías (*Citrullus Lanatus*) expendidas de forma ambulatoria y su relación con el tiempo de exposición al parque automotor en seis sectores del Cercado de Lima, Lima, Perú 2019”**

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	TIPO DE VARIABLE
Concentración de <b>Pb</b> y <b>Mn</b>	Concentración de Pb	Cantidad de sustancia toxica, dañina para la salud humana al acumularse por periodos largos y entrar en el cuerpo a través de los alimentos, agua y aire.	<b>Seis sectores</b> del Cercado de Lima: Considerados lugares con alto grado de contaminación por parte del parque automotor. Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España, Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón, Av. Abancay cruce con Av. Grau, Av. Abancay cruce con Parque Universitario, Av. Abancay cruce con Jr. Ancash y Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola.	ppm/ mg/Kg	LMP:OMS/ FAO/ CODEX <i>Alimentarius</i> s=0.1	Variable Cuantitativa Continua
	Concentración de Mn	Cantidad de sustancia necesaria para la supervivencia de la humanidad pero toxico en elevadas concentraciones.			LMP:OMS/ FAO/ CODEX <i>Alimentarius</i> s=0.5	

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	TIPO DE VARIABLE
Tiempo de exposición de Sandía ( <i>Citrullus Lanatus</i> )	Horas de Exposición	Fruto expuesto (Sandía, parte comestible) al medio ambiente por 15 horas, sin medidas de protección y a condiciones del medio en horas de alto flujo vehicular y peatonal en seis sectores del Cercado de Lima.	Seis Tiempos de Exposición en Horas acumulativas. Con hora de Inicio: 6:00 a.m. Final: 9:00 p.m.	Horas (h)	<p><b>Cero</b> hora de exposición (6:00a.m)</p> <p><b>Tres</b> horas de exposición (6:00a.m. - 9:00a.m.)</p> <p><b>Seis</b> horas de exposición (6:00a.m. - 12:00 m.)</p> <p><b>Nueve</b> horas de exposición (6:00a.m. - 3:00p.m.)</p> <p><b>Doce</b> horas de exposición (6:00a.m. - 6:00p.m.)</p> <p><b>Quince</b> horas de exposición (6:00a.m. - 9:00p.m.)</p>	Variable Cualitativa Ordinal

## Anexo 2. Matriz de consistencia

**ALUMNOS** : DEXTRE MENACHO, Fredy - VICENTE LUJAN, Rossana

**ASESOR** : Q.F. Tox. LIZANO GUTIERREZ, Jesús Víctor

**TEMA** : CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y MANGANESO EN SANDIAS (*Citrullus lannatus*) EXPENDIDAS DE FORMA AMBULATORIA Y SU RELACIÓN CON EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL PARQUE AUTOMOTOR EN SEIS SECTORES DEL CERCADO DE LIMA, LIMA, PERÚ 2019.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p><b>General:</b>  <b>PG:</b>            ¿Qué relación existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de Pb y Mn, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, Mayo Año 2019?</p> <p><b>Específicos:</b>  <b>PE 1:</b> ¿Qué relación existe entre el tiempo de exposición</p>	<p><b>General:</b>  <b>OG:</b>            Determinar la relación que existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de Pb y Mn, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, Mayo Año 2019</p> <p><b>Específicos:</b>  <b>OE1:</b> Precisar la relación que existe entre el tiempo</p>	<p><b>General:</b>  <b>HG:</b>  <b>Ha:</b> Existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de Pb y Mn, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, Mayo Año 2019.</p> <p><b>HO:</b> No existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y la concentración de Pb y Mn, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>)</p>	<p><b>Variable Independiente:</b>            Tiempo de exposición de Sandía (<i>Citrullus lannatus</i>)</p> <p><b>Indicadores:</b>            Seis Tiempos de Exposición en Horas acumulativas. Con hora de Inicio: 6:00a.m. Final: 9:00p.m.</p> <p>-Cero hora de exposición ( 6:00a.m)</p>

<p>en horas al parque automotor y los valores de concentración de Pb, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima?</p> <p><b>PE 2:</b> ¿Qué relación existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de Mn, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima?</p> <p><b>PE 3:</b> ¿La concentración de Pb obtenidas en las muestras de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/CODEX <i>Alimentarius</i>?</p>	<p>de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de Pb, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima.</p> <p><b>OE 2:</b> Definir la relación que existe entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de Mn, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima.</p> <p><b>OE 3:</b> Definir la concentración de Pb obtenidas en las muestras de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de</p>	<p>expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, Lima – Perú, Mayo Año 2019.</p> <p><b>Específicos:</b>  <b>HE1:</b> Existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de Pb, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima.  <b>HE2:</b> Existe relación entre el tiempo de exposición en horas al parque automotor y los valores de concentración de Mn, en las muestras obtenidas de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas de forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima.  <b>HE3:</b> Ha3: La concentración de Pb obtenidas en las muestras de Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria, en seis</p>	<p>-Tres horas de exposición (6:00a.m. - 9:00a.m.)  - Seis horas de exposición (6:00a.m. - 12:00 m.)  - Nueve horas de exposición (6:00a.m. - 3:00p.m.)  - Doce horas de exposición (6:00a.m. - 6:00p.m.)  - Quince horas de exposición (6:00a.m. - 9:00p.m.)</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Concentración de Pb y Mn.</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Concentración de plomo en cada uno de los seis sectores del Cercado de Lima: Considerados lugares con alto grado de contaminación por parte del parque</p>
--	---	---	---




<p><b>PE 4:</b> ¿La concentración de Mn obtenidas en las muestras de Sandía (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/CODEX <i>Alimentarius</i>?</p> <p><b>PE 5:</b> ¿La concentración de Pb y Mn varían con el tiempo de exposición al parque automotor en las muestras obtenidas de Sandías (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima?</p>	<p>Lima, que superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/CODEX <i>Alimentarius</i>.</p> <p><b>OE 4:</b> Definir la concentración de Mn obtenidas en las muestras de Sandía (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, que superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/CODEX <i>Alimentarius</i>.</p> <p><b>OE 5:</b> Precisar las concentración de Pb y Mn en las muestras obtenidas de Sandías (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, que varían con el tiempo de exposición al parque automotor.</p>	<p>sectores del Cercado de Lima, superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/CODEX <i>Alimentarius</i>.</p> <p><b>HE4:</b> La concentración de Mn obtenidas en las muestras de Sandía (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria, en seis sectores del Cercado de Lima, superan el Límite Máximo Permisible establecidos por OMS/FAO/CODEX <i>Alimentarius</i>.</p> <p><b>HE5:</b> La concentración de Pb y Mn en las muestras obtenidas de Sandías (<i>Citrullus lannatus</i>) expendidas en forma ambulatoria en seis sectores del Cercado de Lima, varían con el tiempo de exposición al parque automotor.</p>	<p>automotor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España</li> <li>- Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colón</li> <li>- Av. Abancay cruce con Av. Grau</li> <li>- Av. Abancay cruce con Parque Universitario</li> <li>- Av. Abancay cruce con Jr. Ancash</li> <li>- Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola.</li> </ul>
---	---	---	--


DISEÑO METODOLÓGICO	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>- Nivel: Correlacional</p> <p>- Tipo de Investigación: Cuantitativa, descriptivo, observacional, Cuasi- experimental</p>	<p>Población: La Sandía (<i>Citrullus lannatus</i>) procedente de del fundo Sacramento, ubicado en el distrito de Chincha Baja, uno de los once distritos peruanos que forman la provincia de Chincha del departamento de Ica. El peso total del fruto fue de 14,925 Kg, del cual se realizaron 36 cortes (muestras).</p> <p><b>Criterios de Inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Todos los cortes de muestras de Sandía (<i>Citrullus lannatus</i>) realizados en una superficie liza (tabla de vidrio).</li> <li>-Todos los cortes de muestras sin cascara del fruto.</li> <li>-Todos los cortes de muestras únicamente de la pulpa del fruto y semillas.</li> <li>-Todos los cortes de muestras de 300 g de peso obtenidos con una balanza de uso doméstico.</li> </ul> <p><b>Criterios de Exclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Todos los cortes que no pesen 300 g</li> </ul>	<p>Técnica:</p> <p>La información se sistematizo haciendo uso del software estadístico SPSS Vs 24,0 para su posterior procesamiento según objetivos planteados en la investigación.</p> <p>Los resultados inferenciales para medir la relación entre las variables fueron obtenidos aplicando el estadístico de prueba de Correlación de Sperman.</p> <p>Para evaluar los resultados descriptivos respecto a los valores de concentración de Pb, Mn y el tiempo de exposición, en comparación con los valores permisibles según OMS/FAO/CODEX <i>Alimentarius</i> se hizo uso de las medidas de tendencia central como media y mediana, desviación, valor mínimo y valor máximo.</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Espectrofotómetro de absorción atómica con llama.</p>

	<p>-No se consideró el epicarpio (Cascara) de la Sandia (<i>Citrullus Inanatus</i>).</p> <p><b>Tamaño de muestra:</b></p> <p>Total 36 cortes (muestras), cuyo peso por muestra fue de 300g.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>Para medir la concentración de Pb y Mn en Sandia (<i>Citrullus lannatus</i>) se consideró un total de 6 sectores estratégicos ubicados en Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España, Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo Colon, Av. Abancay cruce con Av. Grau, Av. Abancay cruce con Parque Universitario, Av. Abancay cruce con Jr. Ancash y Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola.</p>	
--	--	--

### Anexo 3. Resultados del análisis de plomo



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



#### INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : FREDY DEXTRE MENACHO  
 PROCEDENCIA : LIMA  
 MUESTRA : PULPA DE SANDIA  
 REFERENCIA : H.R. 68222  
 BOLETA : 2958  
 FECHA : 20/05/2019

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
2260	M1AU/E00	3.45
2261	M2AU/E03	3.62
2262	M3AU/E06	5.68
2263	M4AU/E09	5.70
2264	M5AU/E12	6.50
2265	M6AU/E15	5.48
2266	M1GV/PC00	3.59
2267	M2GV/PC03	4.50
2268	M3GV/PC06	5.53
2269	M4GV/PC09	5.85
2270	M5GV/PC12	5.70
2271	M6GV/PC15	5.68
2272	M1A/G00	3.38
2273	M2A/G03	5.23
2274	M3A/G06	5.85
2275	M4A/G09	5.63
2276	M5A/G12	7.03
2277	M6A/G15	6.19
2278	M1A/PU00	3.62
2279	M2A/PU03	5.59
2280	M3A/PU06	5.91
2281	M4A/PU09	5.70
2282	M5A/PU12	7.10
2283	M6A/PU15	6.20
2284	M1A/JA00	3.52
2285	M2A/JA03	3.58
2286	M3A/JA06	5.72
2287	M4A/JA09	5.40
2288	M5A/JA12	6.75
2289	M6A/JA15	5.59

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 319-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



#### INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : FREDY DEXTRE MENACHO  
 PROCEDENCIA : LIMA  
 MUESTRA : PULPA DE SANDIA  
 REFERENCIA : H.R. 68222  
 BOLETA : 2958  
 FECHA : 20/05/2019



N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
2290	M1T/NP00	3.48
2291	M2T/NP03	4.85
2292	M3T/NP06	5.67
2293	M4T/NP09	5.60
2294	M5T/NP12	5.90
2295	M6T/NP15	5.75



*Luis Torrealba*  
 Dr. Sady García Bendezu  
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 319-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

### Anexo 4. Resultados del análisis de manganeso




**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES  


**INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL EN FOLIAR**

SOLICITANTE : FREDY DEXTRE MENACHO  
 PROCEDENCIA : LIMA  
 MUESTRA : PULPA DE SANDIA  
 REFERENCIA : H.R. 68222  
 BOLETA : 2958  
 FECHA : 20/05/2019

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Mn ppm
2296	M1AU/E00	6.40
2297	M2AU/E03	6.45
2298	M3AU/E06	7.32
2299	M4AU/E09	7.67
2300	M5AU/E12	6.50
2301	M6AU/E15	6.48
2302	M1GV/PC00	6.53
2303	M2GV/PC03	6.93
2304	M3GV/PC06	7.35
2305	M4GV/PC09	7.45
2306	M5GV/PC12	6.90
2307	M6GV/PC15	6.67
2308	M1A/G00	6.47
2309	M2A/G03	7.22
2310	M3A/G06	7.27
2311	M4A/G09	7.60
2312	M5A/G12	7.10
2313	M6A/G15	7.08
2314	M1A/PU00	6.15
2315	M2A/PU03	7.17
2316	M3A/PU06	7.70
2317	M4A/PU09	7.80
2318	M5A/PU12	7.03
2319	M6A/PU15	7.20
2320	M1A/JA00	6.18
2321	M2A/JA03	7.38
2322	M3A/JA06	7.05
2323	M4A/JA09	7.58
2324	M5A/JA12	6.75
2325	M6A/JA15	7.12


Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 319-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES  


**INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL EN FOLIAR**

SOLICITANTE : FREDY DEXTRE MENACHO  
 PROCEDENCIA : LIMA  
 MUESTRA : PULPA DE SANDIA  
 REFERENCIA : H.R. 68222  
 BOLETA : 2958  
 FECHA : 20/05/2019

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Mn ppm
2326	M1T/NP00	6.10
2327	M2T/NP03	6.01
2328	M3T/NP06	7.00
2329	M4T/NP09	7.50
2330	M5T/NP12	5.90
2331	M6T/NP15	6.99


 Dr. Sady García-Benzedú  
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 319-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



**Anexo 5. Venta ambulatoria de sandía en los alrededores de la Av. Abancay**



**Anexo 6. Recolección de las 36 muestras. Ejemplo Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España en 12 horas de exposición**






## Anexo 7. Taxonomía de “sandía” (*Citrullus lannatus*)


El que emite la presente, da constancia de que el material vegetal presentado por Fredy Dextre, consistente en frutos pepónide, corresponde a la siguiente clasificación taxonómica según el Sistema de Cronquist, 1981:

División: MAGNOLIOPHYTA  
Clase: MAGNOLIOPSIDA  
Subclase: DILLENIDAE  
Orden: CUCURBITALES  
Familia: CUCURBITACEAE  
Género: *Citrullus*  
Especie: *C. lannatus* (Thunb.) Matsum y Nakai, 1916.  
Nombre vulgar: “Sandía”

Esto se determinó en base al análisis de la morfología reproductiva de la planta.  
Se expide este documento al interesado para los fines que estimen convenientes.

Lima, 02 de Noviembre del 2019



  
Dr. Manuel Marín Bravo.

DNI N° 09409211

C.B.P. 5115



## Anexo 8. Hoja de codificación de las 36 muestras; ingreso a LASPAF

N° Muestras	Código	Lugar
01	M1AU/E00	
02	M2AU/E03	
03	M3AU/E06	Av. Alfonso Ugarte cruce con Av. España
04	M4AU/E09	
05	M5AU/E12	
06	M6AU/E15	
07	M1GV/PC00	
08	M2GV/PC03	
09	M3GV/PC06	Av. Garcilaso de la Vega cruce con Paseo
10	M4GV/PC09	Colon
11	M5GV/PC12	
12	M6GV/PC15	
13	M1A/G00	
14	M2A/G03	
15	M3A/G06	Av. Abancay cruce con Av. Grau
16	M4A/G09	
17	M5A/G12	
18	M6A/G15	
19	M1A/PU00	
20	M2A/PU03	
21	M3A/PU06	
22	M4A/PU09	Av. Abancay cruce con Parque Universitario
23	M5A/PU12	
24	M6A/PU15	
25	M1A/JA00	
26	M2A/JA03	
27	M3A/JA06	
28	M4A/JA09	Av. Abancay cruce con Jr. Ancash
29	M5A/JA12	
30	M6A/JA15	
31	M1T/NP00	
32	M2T/NP03	
33	M3T/NP06	Av. Tacna cruce con Av. Nicolás de Piérola
34	M4T/NP09	
35	M5T/NP12	
36	M6T/NP15	