



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DETECCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN BOVINOS
SACRIFICADOS EN RASTROS MUNICIPALES DE PUEBLA, MEXICO.**

INOS SACRIFICADOS EN RASTROS MUNICIPALES
DE PUEBLA, MEXICO. DETECCIÓN DE LA

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

PMVZ HUGO NÚÑEZ FLORES

DIRECTORES DE TESIS

M en C. FLORENCIA GARCIA SEGURA

M en C. RAYMUNDO ÁVILA BENÍTEZ

TECAMACHALCO, PUEBLA, OCTUBRE 2021.

AGRADECIMIENTOS

AL SEÑOR MI DIOS:

Por haberme dado la vida, y por ser quien me cuida, guía y ayuda en todo momento.

A MIS PADRES:

M.V.Z. Hugo Núñez Rojas.

Sra. Berenice Flores Segura.

Por haberme dado lo más valioso de la vida, su amor, apoyo y comprensión.

Por enseñarme el camino correcto con sus consejos y por siempre buscar y procurar mi felicidad.

Por brindarme su apoyo moral y económico, para culminar mi formación profesional.

A MI HERMANA:

Diana Berenice Núñez Flores.

Con el firme propósito de que nos mantengamos siempre unidos. Por alegrarme con su existencia y apoyarme siempre.

A TODOS MIS FAMILIARES:

Que de alguna u otra forma me estimularon con sus palabras de aliento y esperanza en la continuación y culminación de mi carrera como Médico Veterinario Zootecnista.

A MI DIRECTORA DE TESIS:

AL MC. Florencia García Segura

Con mi profundo afecto y sincero agradecimiento por apoyarme y ser quien dirige esta tesis.

A MI DIRECTOR DE TESIS:

AL MC. Raymundo Ávila Benítez.

Con mi profundo afecto y sincero agradecimiento por brindarme su apoyo y ser quien asesora esta tesis.

Al Medico Alberto Pérez Rosas, por mostrar su apoyo y ayudarme en todo momento en la elaboración de esta tesis.

A LAS INSTITUCIONES QUE ME FORMARON:

Preescolar. "Miguel Ángel Bonarotti"

Esc. Prim. "Manuel P. Montes"

Esc. Sec. "Técnica 75"

Esc. Prep. "2 de octubre" BUAP.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica BUAP.

Por formarme académicamente y guiarme por los caminos del estudio y superación.

GRACIAS

ABREVIATURAS

FMVZ = Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

BUAP = Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

PB= Plomo

CU= Cobre

HG= Mercurio

CM= Centímetros

OMS= Organización Mundial de la Salud

SSA= secretaria de Salud y Asistencia

N= Numero de datos

% porcentaje

et al= Colaboradores

NOM= Norma

HO= Hipótesis nula

Ha= Hipótesis alterna

KG= Kilogramo

ML= Mililitros

GR= Gramos

CP= Código postal

KM= Kilómetros

°C= Grados Celsius

NM= Nanómetros

PPM= Partes por millón

Σ = Suma total

CV= Coeficiente de variación

LMP= Límites máximos permitidos

FDA= Food drug administration

MG= Miligramos

TIF= Tipo inspección federal

α = Tipo de muestras

β = Diferentes rastros

yk= Muestras tomadas

ϵ = Error

Esc.= Escuela

Prim= Primaria

Sec= secundaria

Prep= Preparatoria

TEC4= Tecamachalco edificio 4

DOF = Diario Oficial de la Federación.

ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMEN	8
I INTRODUCCIÓN	9
II ANTECEDENTES	12
III JUSTIFICACIÓN	15
IV HIPOTESIS	16
V OBJETIVOS	17
VI MATERIAL Y METODOS	18
VII RESULTADOS	23
VIII DISCUSIÓN	35
IX CONCLUSIÓN	37
X BIBLIOGRAFÍA	38

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
CUADRO #1	20
CUADRO #2	27
CUADRO #3	28
CUADRO #4	29
CUADRO #5	30
CUADRO #6	35

ÍNDICE DE GRAFÍCAS

	PÁGINA
GRÁFICA #1	23
GRÁFICA #2	24
GRÁFICA #3	25
GRÁFICA #4	26
GRÁFICA #5	27
GRÁFICA #6	28
GRÁFICA #7	29
GRÁFICA #8	30
GRÁFICA #9	31
GRÁFICA #10	32
GRÁFICA #11	33
GRÁFICA #12	34

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar en total 248 muestras ($n= 248$) de hígado, riñón, músculo y sangre de bovinos para abasto de cuatro rastros municipales de Puebla (San Pedro Cholula, Tehuacán, Tecamachalco y Atlixco). Se utilizó un aparato de espectrofotometría de luz visible marca Thermoscientific modelo Génesis 10 vis para detectar la concentración de Pb (plomo). Las muestras utilizadas se identificaron con nombre de la localidad. Para el análisis de las muestras se tomaron en cuenta las indicaciones de la NOM-004-ZOO-1994 (Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos). Y también tomamos en cuenta las indicaciones de la modificación a la NOM-004-ZOO-1994 (Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado, riñón y musculo de bovinos, equinos, porcinos, ovinos, aves, caprinos y cérvidos). Para la extracción de Pb se utilizó ácido nítrico al 65% y agua destilada como diluyente. Se preparó una muestra blanco utilizando sólo ácido nítrico para obtener la absorbancia a una longitud de onda de 546 nm y posteriormente se obtuvo la lectura de todas las muestras; al realizar el análisis estadístico, se encontró diferencias en las muestras en cuanto a la presencia de plomo en hígado. Riñón, sangre y musculo $P (< 0.05)$ así como los diferentes rastros ubicados en Atlixco, San Pedro cholula. Tehuacán y Tecamachalco $P (< 0.05)$. En la NOM-004-ZOO-1994 no está normalizado el límite máximo permitido de Pb, porque no está regulado para rastros municipales.

Palabras clave: Plomo, hígado, riñón, sangre y músculo.

I INTRODUCCIÓN

Se nombra “metal pesado” a los elementos químicos que tienen un peso atómico entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg), y que presentan un peso superior a 4 g/cm⁻³

(A. Burns, 1996).

El Plomo es un metal pesado de color gris, sabor ligeramente dulce, no es soluble en agua y altamente tóxico, que desde inicios de la civilización ha sido usado porque no se oxida y por su capacidad anticorrosiva, sirve como aditivo en la manufactura de productos comerciales como pinturas, tintes, soldaduras para envases metálicos de comestibles, como estabilizante en la elaboración de algunos tipos de plástico, como antidetonante en algunos tipos de combustible, pero principalmente en la formación de la capa vidriosa de ciertos objetos de barro, cerámica y piezas de alfarería. (Yucra et al. 2008).

Varios estudios han demostrado el efecto oxidante del plomo en diferentes órganos (cerebro, hígado, riñón), tejidos y sistemas tanto en humanos como en animales de experimentación. Atraviesa barrera placentaria con efectos sobre el desarrollo del embrión y la función reproductiva. (Yucra et al. 2008).

El Pb tiene efectos tóxicos en muchos órganos, sistemas y procesos fisiológicos, incluyendo el desarrollo de la línea roja hemática, los riñones, el sistema cardiovascular, el aparato reproductor y posiblemente el aspecto de mayor gravedad, es en el desarrollo del sistema nervioso central. La naturaleza de las manifestaciones de toxicidad depende no sólo de la magnitud de la exposición sino también de las características de la persona o animal expuestos; la toxicidad del Pb es más crítica para el feto en desarrollo (Sanin & Gonzales, 1998).

Los niños son especialmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo, pueden tener consecuencias graves y permanentes en la salud, afectando en particular al desarrollo del cerebro y del sistema nervioso y esto puede llegar a causar daños graves o incluso la muerte.

Los animales ingieren el plomo de forma natural, se absorbe y se excreta lentamente por bilis, leche y orina, depositándose en tejidos como hígado y riñón en casos crónicos. Metales acumulados en el ganado pueden ser transmitidos a personas que consumen la carne y convertirse en un peligro para la Salud Pública. De todos los tejidos animales, el riñón y el hígado constituyen sitios orgánicos vulnerables a la bioacumulación de metales tóxicos como el Pb, (*Blanco-Penedo et al., 2006*).

Los signos son de carácter neurológico a pesar de que la cantidad de plomo que se deposita a nivel nervioso es muy poca (*Martínez et al. 1999*).

El plomo afecta a la salud humana, se distribuye por el organismo hasta llegar al cerebro, hígado, riñones y huesos, se aloja principalmente en dientes y huesos donde se va acumulando con el paso del tiempo. Para evaluar el grado de exposición en humanos se mide la concentración de plomo en sangre (*Organización Mundial de la Salud, OMS 2018*).

El plomo presente en los huesos es liberado hacia la sangre durante el embarazo y se convierte en una fuente de exposición para el feto, no hay un nivel de exposición al plomo que pueda considerarse seguro.

Las personas pueden exponerse al plomo en su trabajo o en su entorno, principalmente a través de:

Inhalación de partículas de plomo generadas por materiales que contienen este metal (por ejemplo, durante actividades de fundición, reciclaje en condiciones no aptas o decapado de pintura con plomo, o al usar gasolina con plomo).

Ingestión de polvo, agua o alimentos contaminados (por ejemplo, agua canalizada a través de tuberías de plomo o alimentos envasados en recipientes con esmalte de plomo o soldados con este metal) (Corzo & Velásquez, 2014).

Las especies químicas no degradables (metales pesados), una vez arrojados al medio ambiente, sólo pueden distribuirse entre los entornos aire, agua y suelo, a veces cambiando su estado de oxidación, o incorporarse a los seres vivos. (Revista MVZ Córdoba, 2011).

El plomo no cumple ninguna función importante en los humanos, la exposición a los compuestos de plomo en cualquiera de sus formas constituye un riesgo para la salud ya sea que se ingiera en alimentos, agua, polvo o tierra contaminados con plomo, o se respire, a través de polvos o vapores emitidos por industrias, fundidoras, refinerías, vehículos automotores, etcétera. (Diario Oficial de la Federación, DOF 2014).

El control de residuos tóxicos como el Pb, se establece con el objetivo de asegurar a los ciudadanos el suministro de alimentos sanos e inocuos, ya que el consumo de alimentos contaminados de origen animal involucra varios riesgos para la salud, que dependen de la presencia y magnitud de los residuos nocivos. (Diario Oficial de la Federación, DOF 1996).

El objetivo del presente trabajo fue conocer la detección de la concentración de plomo en bovinos sacrificados en cuatro rastros municipales de Puebla (Atlixco, San Pedro Cholula, Tecamachalco y Tehuacán) por las posibles afectaciones debido a las emisiones provocadas por el volcán Popocatepetl y por la contaminación de agua de riego procedente de la presa de Valsequillo, para poder ofrecer alimentos cárnicos seguros para los consumidores.

II ANTECEDENTES

Poma en el año 2008, menciona que el plomo es un metal altamente toxico, es resistente a la corrosión y peligroso para la salud de los humanos. Distintos estudios han demostrado el efecto del plomo sobre diferentes órganos, tejidos y sistemas tanto en humanos como en animales.

García en 2017, indica que el plomo ingerido en alimentos tiene efectos sobre la función reproductiva y celular, así como su participación en el efecto de estrés oxidativo tanto en cerebro como en hígado y riñón, además de tener acción en procesos fisiológicos, órganos y sistemas.

García, 2005, realizó investigación sobre la concentración de Pb en carne, hígado y riñón de bovinos en tres rastros Municipales de Puebla (Tecamachalco, Tehuacán y Tepeaca) para conocer si a través de muestreos de diferentes años el comportamiento ha sido distinto demostrándose resultados superiores a los indicados en la normatividad.

García *et al*, en el año 2014, analizó 42 muestras de hígado riñón y carne de bovinos para abasto en San Martín Texmelucan y Tehuacán, Puebla, utilizando espectrofotometría de luz visible para detectar la concentración de Pb (plomo), el espectrofotómetro utilizado fue Thermoscientific modelo Génesis 10 vis. Las muestras se identificaron con nombre del dueño, domicilio, fecha, edad y sexo de los animales. Para el análisis de las muestras se tomaron en cuenta las indicaciones de la NOM-004-ZOO-1994 (Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos), para la extracción de Pb se utilizó ácido nítrico al 65% y agua destilada como diluyente. Se preparó una muestra blanco utilizando sólo ácido nítrico para obtener la absorbancia y posteriormente se obtuvo la lectura de las muestras en el Laboratorio de Inocuidad alimentaria Facultad de Medicina Veterinaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

González-Montaña en el año 2009, menciona que está demostrado que metales como el plomo, cadmio, arsénico o mercurio, además de ejercer efectos tóxicos, pueden transferirse y ser un factor de riesgo de intoxicación en la Salud Pública. Algunos efectos negativos en el hombre, pueden ser daños a nivel del sistema nervioso, en la función hepática y renal, en el sistema músculo-esquelético, alteraciones mutagénicas, efectos carcinogénicos e inmunológicos, específicamente en la población infantil que es más sensible a dichos efectos.

González-Montaña en 2009, dice que es sabido que el incremento intenso y constante de las actividades hechas por el hombre, incluyendo las industriales, ha favorecido la producción y emisión de sustancias contaminantes hacia los ecosistemas, facilitando la entrada de sustancias tóxicas en la cadena trófica. El contenido y residuos de algunos elementos en leche y carne del ganado bovino es un importante indicador directo del grado de contaminación. También es un indicador indirecto de las condiciones ambientales locales o periféricas, como el suelo, agua, aire y vegetación de la zona donde se localiza el ganado bovino.

El uso más importante del plomo es como aditivo en el combustible, aunque también se utiliza en fabricación de baterías automotrices y carretillas de carga de uso industrial, así como para incorporarlo en los cristales de monitores de computadoras y pantallas de televisión con la función de absorber radiaciones perjudiciales, en aceites para autos, en protección en techos de edificios, en joyería, en latas de conserva, en tintes para el cabello, en grifos, también en pigmentos, pinturas, insecticidas, lubricantes, cosmetología, aleaciones, cerámicas, municiones, soldaduras, cubierta de cables, tuberías, armamento, radiación atómica, etc. (*Vahter et al., 2007*).

La contaminación de los alimentos por metales pesados es uno de los temas de mayor importancia a nivel mundial, debido a que estos metales no son biodegradables y tienden a acumularse en los tejidos animales, estableciéndose una cadena acumulativa que eleva peligrosamente su concentración, lo que constituye un riesgo para la salud. (*Bustamante et al 2016.*)

En un estudio hecho por Bustamante *et al* en el año 2016. determinó, por espectroscopia de absorción atómica, la concentración de Cd, Pb, Mo y Zn en hígado, músculo, piel, riñón y sangre de ganado bovino criado extensivamente cerca de explotaciones petroleras, sacrificados en los municipios de Barrancabermeja y Yondó (Magdalena medio) y en el municipio de Tibú (Región del Catatumbo - Norte de Santander).

Los resultados obtenidos se compararon con los límites máximos permitidos establecidos por la U.E (Unión Europea), y el codex alimentarius debido a que en Colombia no hay una normatividad establecida para este fin.

III JUSTIFICACIÓN

Una de las misiones del Médico Veterinario es la inocuidad de los alimentos de origen animal, para evitar las enfermedades transmisibles por alimentos y en este caso por cárnicos de animales con concentraciones superiores a la normatividad.

Esta investigación contribuye a conocer el grado de contaminación química por Pb en cuatro rastros supervisados por la SSA (secretaría de Salud y Asistencia) en el estado de Puebla, México.

La contaminación de plomo en los animales no es fácil de observar en la inspección ante mortem, pero depende de la concentración en la que esté presente. Por ello es necesario hacer muestreos en animales sacrificados en rastros municipales mediante uso de laboratorio.

Es importante detectar la concentración de plomo en bovinos sacrificados en el estado de Puebla con la finalidad de ofrecer alimentos cárnicos seguros para los consumidores de esta carne y así ofrecer a los ciudadanos suministro de alimentos de origen animal sanos e inocuos.

Se eligieron los rastros municipales de San Pedro Cholula y Atlixco debido a la cercanía al volcán Popocatepetl y por las emisiones provocadas por el mismo, y Tecamachalco y Tehuacán por las aguas de riego procedentes de la presa de Valsequillo.

IV HIPÓTESIS

Ho: No hay presencia de Pb en la carne de bovinos sacrificados en los rastros municipales en estudio.

Ha: Si hay presencia de Pb en la carne de bovinos sacrificados en los rastros municipales estudiados.

V OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Detectar la concentración de plomo en bovinos sacrificados de los siguientes rastros municipales de Puebla, México.

5.2 Objetivos específicos

Detectar la concentración de Pb en bovinos sacrificados en los rastros municipales de San Pedro Cholula, Tehuacán, Tecamachalco y Atlixco.

VI MATERIAL Y METODOS

6.1 Localización del área de estudio

El muestreo inició en los rastros de Atlixco y San Pedro Cholula y posteriormente en los rastros de Tecamachalco y Tehuacán (En Tecamachalco fueron los jueves y en Tehuacán los lunes, porque es el día con mayor sacrificio de animales).

El clima en Atlixco generalmente es cálido y templado, presenta una temperatura promedio de 18°C, con una longitud de 97°26'03', latitud de 10°54'31' y una altitud de 1,834 metros sobre el nivel del mar (*INEGI,2018*).

En San Pedro Cholula el clima es de 19° con una longitud de 98°18'27', latitud de 19°03'44' y una altitud de 2,141 metros sobre el nivel del mar (*INEGI,2018*).

En el municipio de Tecamachalco el clima es de 18°, con una longitud de 97°43'42', latitud de 18°53'04' y una altitud de 2,036 metros sobre el nivel del mar (*INEGI, 2018*).

En Tehuacán el clima es de 18° con una longitud de 97°23'31', una latitud de 18°27'43' y una altitud de 1,628 metros sobre el nivel del mar (*INEGI,2018*).

6.2 Metodología del estudio

Las actividades que se realizaron fueron las siguientes:

Se solicitó el permiso del administrador y el encargado de cada rastro municipal para que ellos conocieran el trabajo realizado.

Se realizó un conteo en el corral de recepción de animales, y de ese número total de animales en forma aleatoria se seleccionaron los bovinos criados y engordados en los municipios mencionados que serían muestreados; por ejemplo, si había 24 animales se escogían aproximadamente la mitad, pero de modo aleatorio.

Cuando se inició el sacrificio se esperó a los animales seleccionados para comenzar la recolección de muestras, iniciando con la recolección de sangre, la cual de acuerdo con el método de sacrificio después de la insensibilización del bovino, el encargado desangra al animal realizando la punción de vena yugular y posteriormente se tomaron 120 ml de sangre.

Las muestras de hígado y riñón se tomaron después del eviscerado, cuando el medico encargado de esa área las inspeccionó.

En el caso de la muestra de músculo, se realizó cuando la canal estaba lista para ser entregada y se obtuvieron 100g. del músculo gran dorsal externo. Las muestras después de ser recolectadas, (100g. de músculo, riñón, hígado y 120ml. de sangre) de bovinos, se congelaron, etiquetaron y trasladaron en una hielera para poder utilizarlas posteriormente en el laboratorio.

6.3 Material

Para el análisis de las muestras se utilizó el espectrofotómetro de luz visible para detectar la concentración de Pb (plomo). El espectrofotómetro utilizado fue Thermoscientific modelo Génesis 10 vis.

Cuadro 1. Materiales utilizados.

Muestreo	Laboratorio inocuidad	Laboratorio bacteriología
Botas de hule	Mortero y pistilo	Tubos de ensaye
Bata	Colador y brocha	Pipeta Pasteur de transferencia y pipeta de 1ml
Guantes de látex	Cajas Petri	Matraz y papel filtro
Cubrebocas	Bata, cofias y cubrebocas	Probeta graduada 100ml y gradillas
Cofias	Balanza digital	Ácido nítrico y agua destilada
Bolsas de plástico de ½ kg.	Incubadora de laboratorio	1g de muestra procesada
Hielera	Campana de extracción	Cubeta de laboratorio
Cuchillos	Bolsas de papel	Bata
Bisturí	Cinta adhesiva y plumón indeleble	Cubrebocas y guantes de látex

6.4 Procesamiento de muestras

Después del muestreo en los rastros municipales de Atlixco, San Pedro Cholula, Tecamachalco y Tehuacán se realizó el procesamiento de muestras.

Se trabajó en el laboratorio de inocuidad Tec-4 de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la BUAP (Carretera Tecamachalco-Cañada Morelos Km. 7.5, El Salado, CP.75460 Tecamachalco, Pue.).

Se leyeron los instructivos de los equipos que ocupamos en el laboratorio como: incubadora, báscula analítica y campana extractora, después se realizó el corte delgado de las muestras de hígado, riñón y músculo, depositándose en cajas Petri; se realizó el vaciado de la sangre en las cajas, y se introdujeron a la incubadora, a una temperatura de 60 °C y se dejaron de 48-72 horas para eliminar la humedad. Al estar la incubadora encendida, se prendió la campana extractora para que los fuertes olores que desprendían las muestras deshidratadas no quedaran dentro del laboratorio; se procedió a moler las muestras, para obtener 2 gr. utilizando la báscula analítica, se envasaron en bolsas de papel para evitar la humedad.

Los 2 gr. de polvo de cada muestra se colocó en tubos de ensaye, se agregó 12 ml de agua destilada y 3 ml. de ácido nítrico, se dejaron reposar 15 minutos.

Posteriormente se filtró el líquido del tubo, utilizando papel filtro, se vertió la mezcla y se etiquetó este tubo con los mismos datos del tubo anterior y se dejó unos minutos para que la muestra no llevara sedimentos, se tomó 1 ml, con una pipeta Pasteur de transferencia, y se depositó en una cubeta de laboratorio, estas cubetas se metieron en el espectrofotómetro de luz visible Thermoscientific modelo Génesis 10 vis a 450nm-0.000 A.

Para detectar la concentración de (Pb) plomo mediante la emisión de luz, de cada muestra se hicieron 2 lecturas para corroborar resultados.

Los rastros elegidos fueron cuatro: Tecamachalco, Tehuacán, Atlixco y Cholula. No siempre se sacrifican la misma cantidad de animales, siendo: Tecamachalco n= 13, Tehuacán n = 15, Atlixco n = 20 y Cholula n= 14.

El modelo utilizado fue el siguiente: $Y_{ijk} = \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon$

Donde:

α_i corresponde al tipo de muestras: sangre, músculo, hígado y riñón.

β_j corresponde a los diferentes rastros: Tehuacán Tecamachalco, Cholula y Atlixco.

γ_k corresponde a las muestras tomadas en cada uno de los animales.

ε corresponde al error.

Se buscó la presencia de este metal en las muestras analizadas, utilizando la estadística descriptiva, posteriormente se compararon localidades y muestras por medio de χ^2 .

Se obtuvo un total de 248 muestras producto de 62 animales x 4 tomas en cada uno de ellos =248 datos mostrados en diferentes gráficas y cuadros. Para algunos rastros el número de muestras es más grande que en otros, esto debido a que la afluencia de animales es menor debido a la región, cabe mencionar que se acudió más de una vez a cada rastro para tomar las muestras.

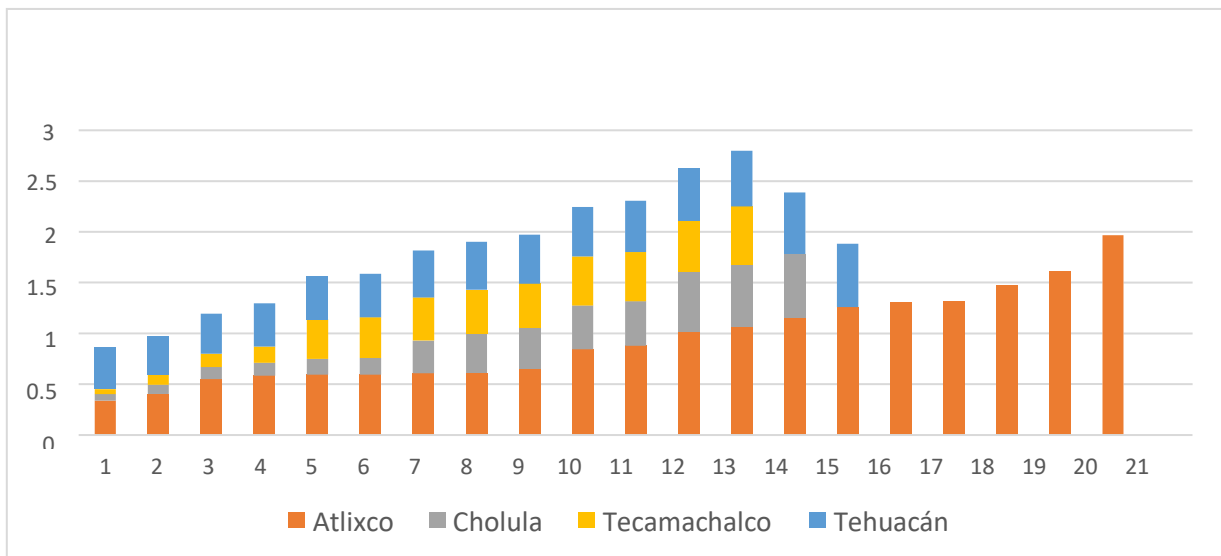
Esta investigación se hizo en el periodo de 02 de enero de 2020 a 02 de Julio de 2020.

La comparación se hace a partir de la estimación de la media poblacional de cada uno de los rastros, el análisis fue de acuerdo con cada rastro para poder comparar si influye la región de la que fueron tomadas, para el análisis se utilizó el programa estadístico Statistical Package for the Social Science (SPSS) VERSIÓN 24.

VII RESULTADOS

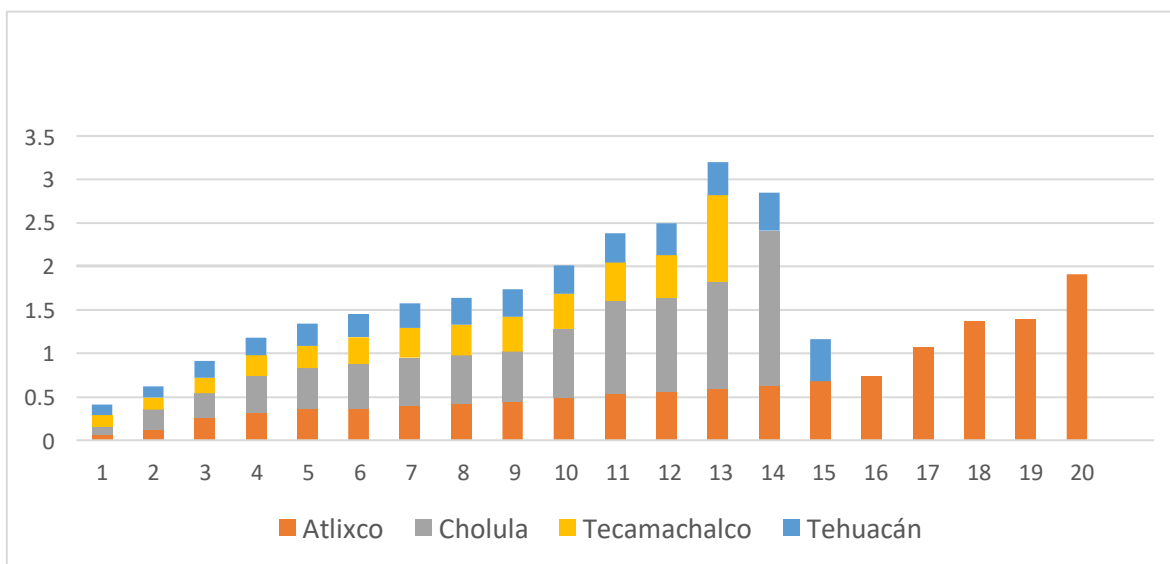
A continuación, se analiza la presencia de plomo de cada una de las cuatro zonas elegidas para determinar la presencia de este metal.

En la gráfica (1), se muestra en la columna número 20 el rastro municipal de Atlixco con una concentración de plomo en sangre de 1.967 Ppm y en la columna número 1 la menor cantidad de plomo en sangre se encuentra en el rastro de Tecamachalco con una concentración de 0.05 Ppm.



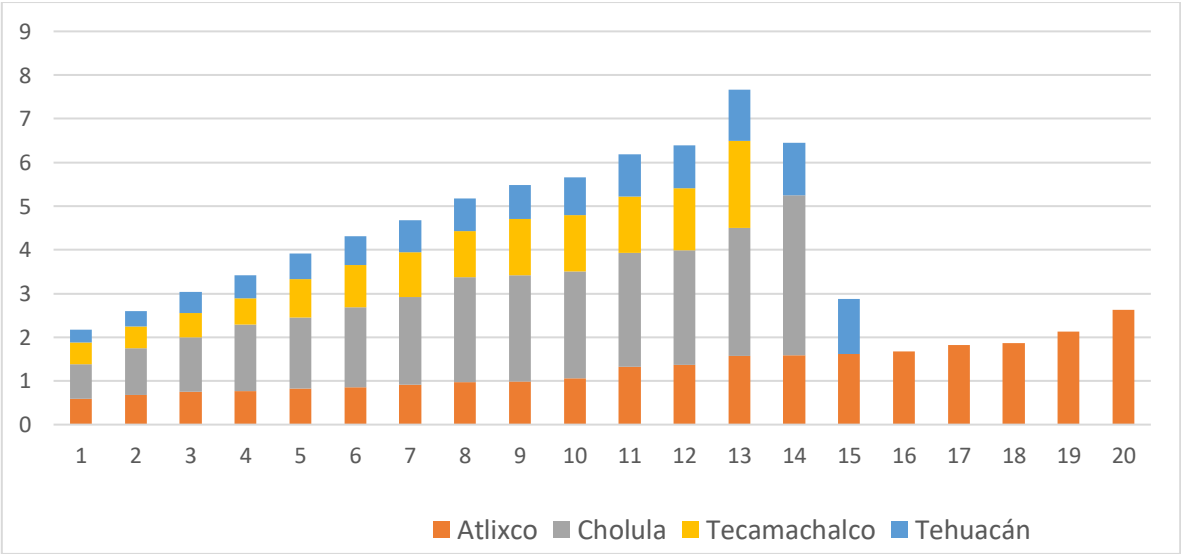
Gráfica 1. Cantidad de plomo en sangre por rastro.

En la gráfica (2), se muestra en la columna número 14 el rastro municipal de Cholula con una mayor concentración de plomo en músculo de 1.781 Ppm y la menor cantidad de plomo en músculo en la columna numero 1 el rastro de Atlixco con una concentración de plomo de 0.063Ppm.



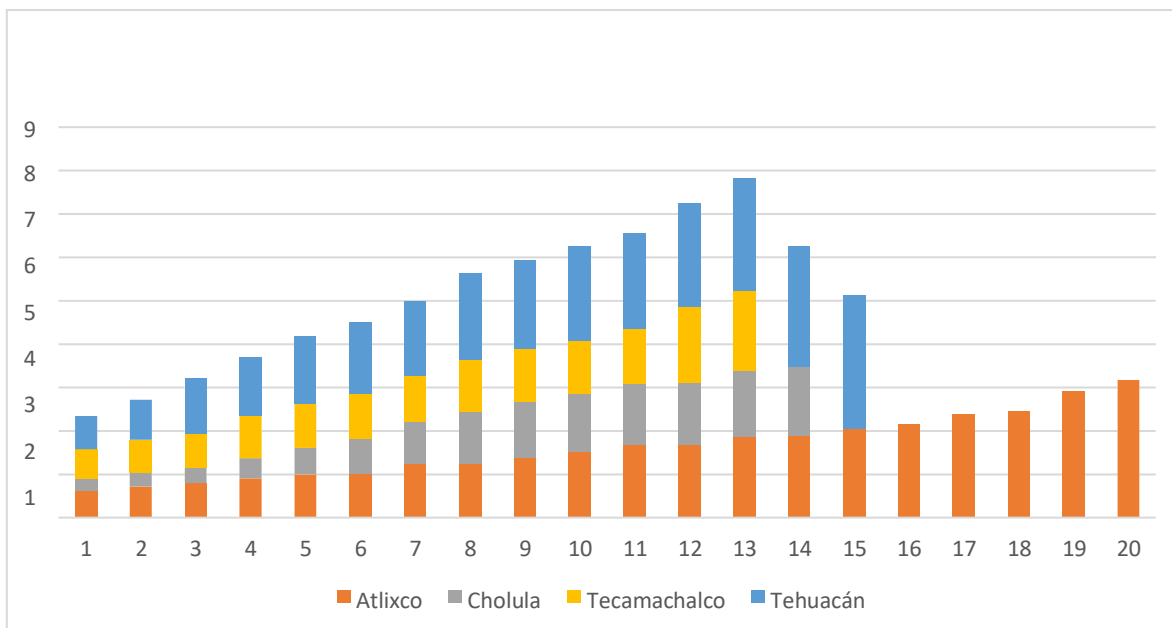
Gráfica 2. Cantidad de Plomo en músculo por rastro.

En la gráfica (3), se muestra en la columna número 14 el rastro municipal de Cholula con una concentración de plomo en riñón de 3.657 Ppm Y la menor cantidad de plomo en la columna número 1 en el rastro de Tehuacán con una concentración de plomo de 0.303 Ppm.



Gráfica 3. Cantidad de Plomo en riñón por rastro.

En la gráfica (4), se muestra en la columna número 20 el rastro municipal de Atlixco con una concentración de Plomo en hígado de 3.176 Ppm y la menor cantidad de plomo en la columna número 1 en el rastro de Cholula con una concentración de 0.272 Ppm.

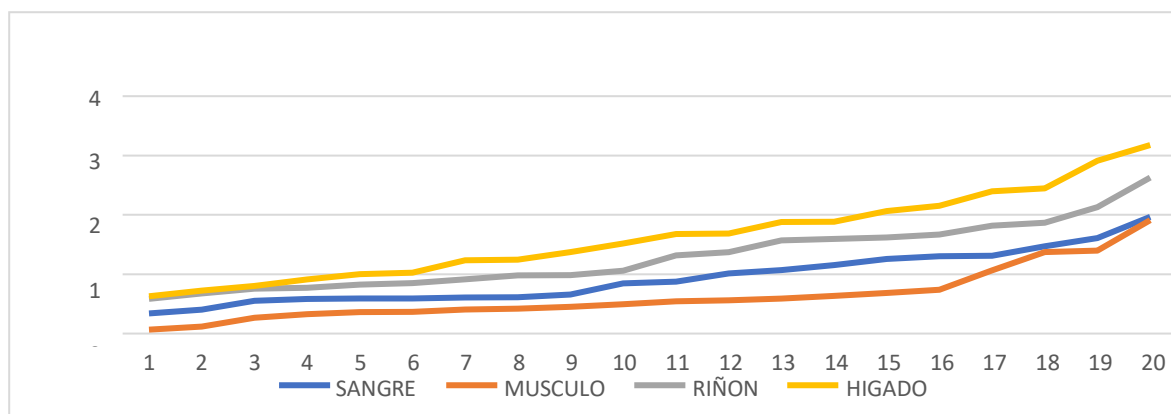


Gráfica 4. Cantidad de plomo en hígado por rastro.

En el cuadro número 2 observamos los datos tomados del rastro de Atlixco, Puebla, $n =$ al número de datos tomados que fueron 20, de sangre, musculo, riñón e hígado, sumamos la cantidad de pb en las diferentes muestras, observamos que en hígado hay mayor cantidad de Pb (32.706) y la menor en musculo (12.731) en las muestras tomadas se presenta un intervalo para hígado de (3,176) como máximo y (0.626) como mínimo, con una media de 1.635 ± 0.729 .

Cuadro 2. Datos tomados del rastro de Atlixco, Puebla.

Rastro Atlixco	n	Σ	V.Max	V. Min	Media $\pm$ DE	(CV) Coeficiente de Variación
Sangre	20	18.817	1.967	0.338	0.941 ± 0.440	46.75
Músculo	20	12.731	1.910	0.063	0.637 ± 0.465	72.99
Riñón	20	25.992	2.869	0.586	1.300 ± 0.552	42.46
Hígado	20	32.706	3.176	0.626	1.635 ± 0.729	44.59



Gráfica 5. Plomo en diferentes órganos de bovinos en la comunidad de Atlixco, Puebla.

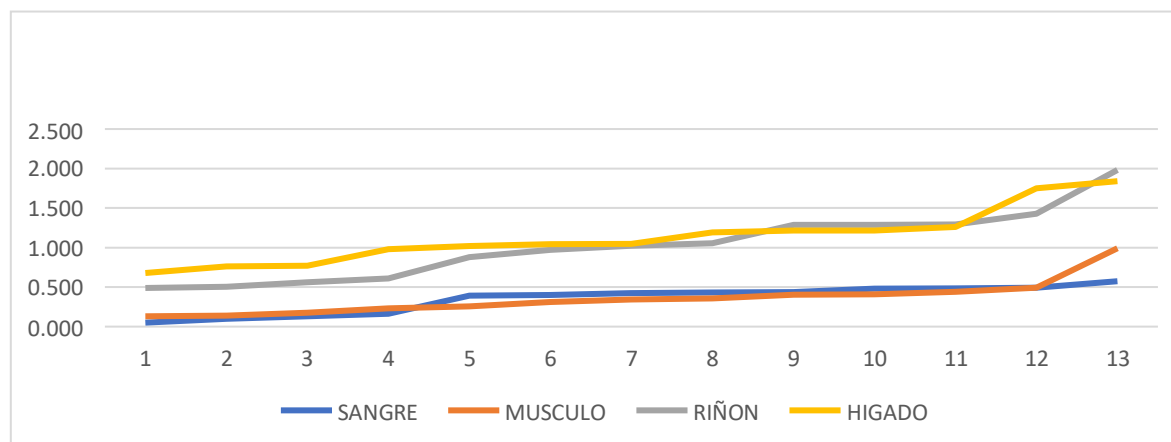
En el rastro municipal de Atlixco, Puebla, la mayor concentración de plomo es en hígado.

Valor de $n = 20$ 1.635 ± 0.729 CV 44.59.

En el cuadro número 3 observamos los datos tomados del rastro de Tecamachalco, Puebla, la cantidad de muestras utilizadas son 13 (n=13) de sangre, musculo, riñón e hígado, se hizo la suma de todas las muestras encontrando con mayor concentración de Pb en riñón (13.368) y con menor concentración de Pb a Sangre (4.558). En las muestras tomadas se muestra un intervalo máximo en riñón de (1,982) y un mínimo de (0.488), con una media de 1.028 ± 0.418 .

Cuadro 3. Datos tomados del rastro de Tecamachalco, Puebla.

Rastro Teca.	n	Σ	V.Max	V. Min	Media $\pm$ DE	(CV) Coeficiente de Variación
Sangre	13	4.558	0.574	0.05	0.351 ± 0.168	47.86
Músculo	13	4.669	0.991	0.13	0.359 ± 0.214	59.61
Riñón	13	13.368	1.982	0.488	1.028 ± 0.418	40.66
Hígado	13	12.774	1.84	0.678	1.136 ± 0.333	29.31



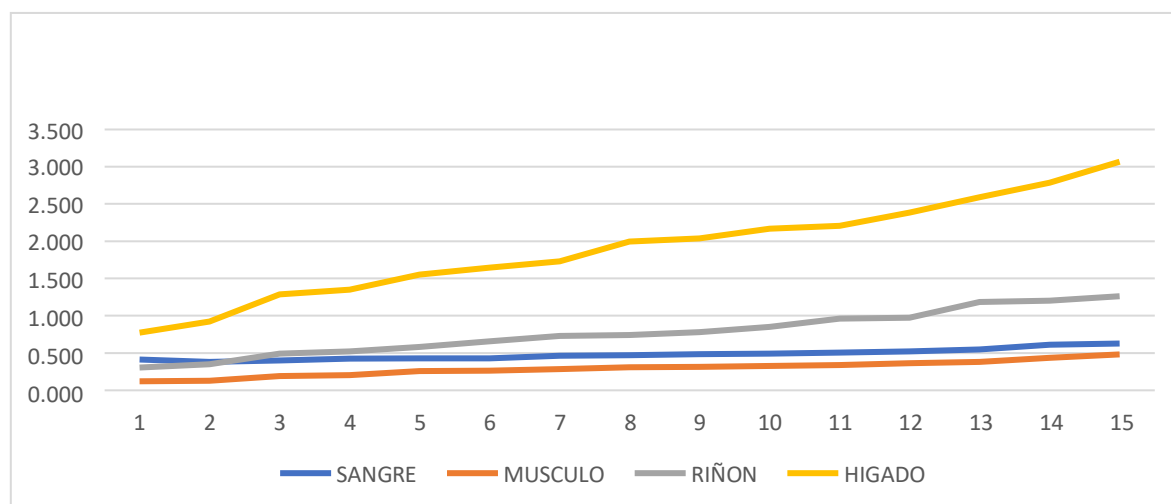
Gráfica 6. Plomo en diferentes órganos de bovinos en la comunidad de Tecamachalco, Puebla.

En el rastro municipal de Tecamachalco, Puebla, la mayor concentración de plomo se encuentra en riñón. Valor de n=13 $1,028 \pm 0.418$ CV 40.66.

En el cuadro número 4 observamos los datos tomados de rastro de Tehuacán, Puebla, la cantidad de muestras utilizadas son 15 (n=15) de sangre, músculo, riñón e hígado, se hizo la suma de todas las muestras encontrando con mayor concentración de Pb en hígado (28.479) y la menor concentración de Pb en músculo (4.400). En las muestras tomadas se muestra un intervalo máximo en hígado de (3.066) y un intervalo mínimo de (0.771) con una media de $1,899 \pm 0.664$.

Cuadro 4. Datos tomados del rastro de Tehuacán, Puebla.

Rastro Tehuacán	n	Σ	V.Max	V. Min	Media $\pm$ DE	(CV) Coeficiente de Variación
Sangre	15	7.174	0.626	0.329	0.478 ± 0.073	15.27
Músculo	15	4.400	0.481	0.121	0.293 ± 0.103	35.15
Riñón	15	11.569	1.261	0.303	0.771 ± 0.301	39.04
Hígado	15	28.479	3.066	0.771	1.899 ± 0.664	34.97



Gráfica 7. Plomo en diferentes órganos de bovinos en la comunidad de Tehuacán, Puebla.

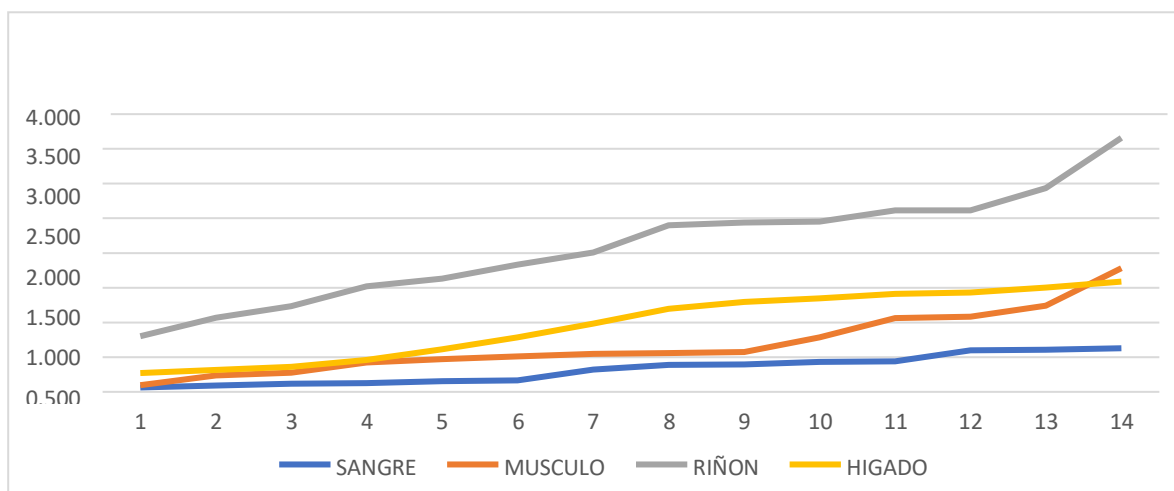
En el rastro municipal de Tehuacán, Puebla, la mayor concentración de plomo se encuentra en hígado.

Valor de n=15 1.899 ± 0.664 . CV 34.97.

En el cuadro número 5 observamos los datos tomados de rastro de San Pedro Cholula, la cantidad de muestras son 14 (n=14) de sangre, músculo, riñón e hígado, se hizo la suma de todas las muestras encontrando con mayor concentración de Pb en riñón, en las muestras tomadas se muestran un intervalo máximo de (3.657) y un intervalo mínimo de (0.801) con una media de 2.085 ± 0.791 .

Cuadro 5. Datos tomados del rastro de San Pedro Cholula.

Rastro Cholula	n	Σ	V.Max	V. Min	Media $\pm$ DE	(CV) Coeficiente de Variación
Sangre	14	4.542	0.628	0.064	0.324 ± 0.204	63.16
Músculo	14	9.645	1.781	0.096	0.689 ± 0.458	66.47
Riñón	14	29.191	3.657	0.801	2.085 ± 0.791	37.94
Hígado	14	13.564	1.588	0.272	0.969 ± 0.487	50.26



Gráfica 8. Plomo en diferentes órganos de bovinos en la comunidad de San Pedro Cholula, Puebla.

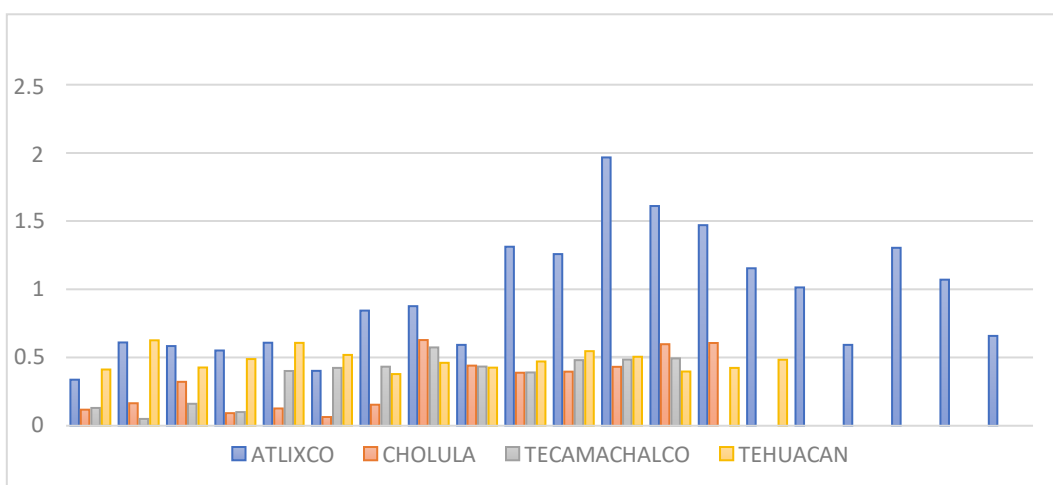
En el rastro municipal de San Pedro Cholula, Puebla, la mayor concentración de plomo se encuentra en riñón.

Valor de $n=14$ 2.085 ± 0.791 CV 37.94.

7.1 Análisis de plomo en sangre

La concentración de plomo en sangre se mantiene relativamente baja en los rastros de Tecamachalco y San Pedro Cholula con una media de 0.35 Ppm y 0.32 Ppm respectivamente, ya que ningún bovino rebasa 0.75 Ppm, lo que se refleja en el diagrama de barras de la gráfica 9, el incremento viene en el rastro de Tehuacán en el cual el promedio es 0.47 Ppm.

Atlixco muestra un promedio bastante grande en comparación a los otros rastros, teniendo un promedio de 0.94 Ppm esto es posible debido a que el municipio está más cercano al volcán Popocatepetl y la interacción con el Pb es mayor, en este caso algunas de las muestras rebasan la 1 ppm.



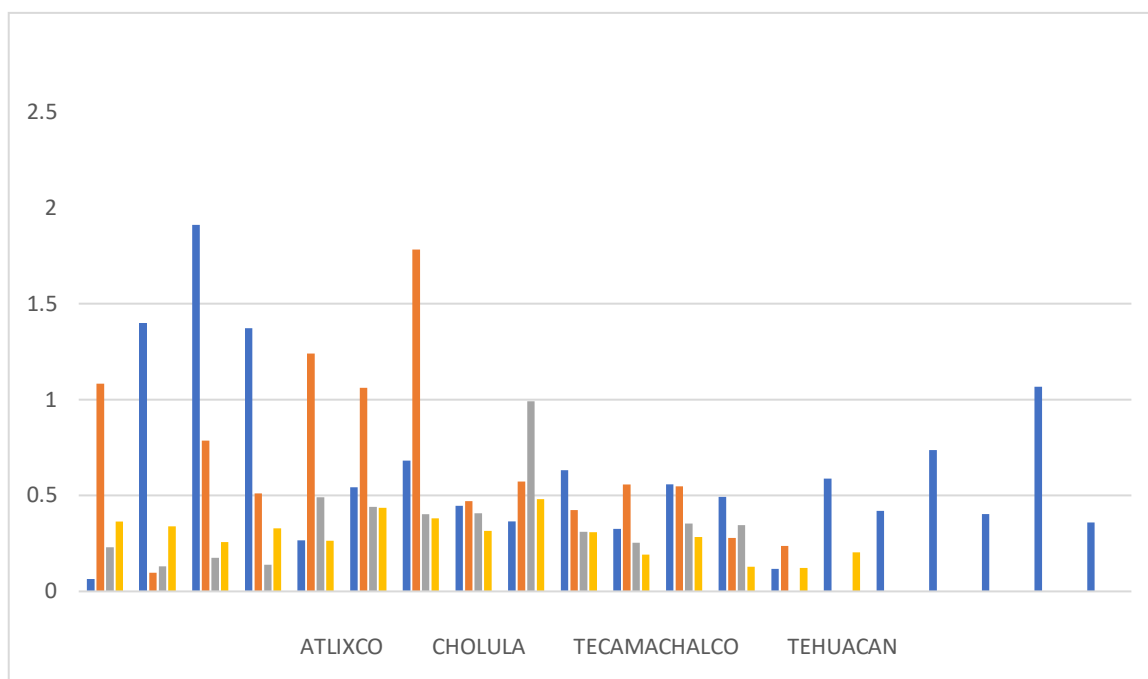
Gráfica 9. Concentración de plomo en sangre.

En la gráfica 9 se observa la cantidad de bovinos en la muestra para diferente concentración de plomo en sangre de acuerdo con el rastro donde fueron tomadas.

7.2 Análisis de plomo en músculo.

Los resultados de la concentración de plomo en músculo se presentan en la gráfica 10, los cuales vienen ordenados de acuerdo con el rastro, de igual manera se hizo un análisis de acuerdo con cada rastro para después comparar los resultados.

La media de la concentración de plomo en los rastros en los municipios de Tecamachalco y Tehuacán es menor en comparación con los demás con 0.359 Ppm y 0.293 Ppm respectivamente ya que no hay muestras que rebasen la 1.0 Ppm y de acuerdo con los diagramas, los niveles se encuentran en mayor parte abajo del promedio, aunque en Tecamachalco hay un valor extremo, sin embargo en los municipios de Atlixco y San Pedro Cholula las medias son de 0.637 Ppm y 0.688 Ppm respectivamente, que en comparación casi duplica los parámetros de los dos rastros anteriores , ya que si hay muestras que sobrepasan los las 1.5 Ppm como se muestra en la gráfica 10.



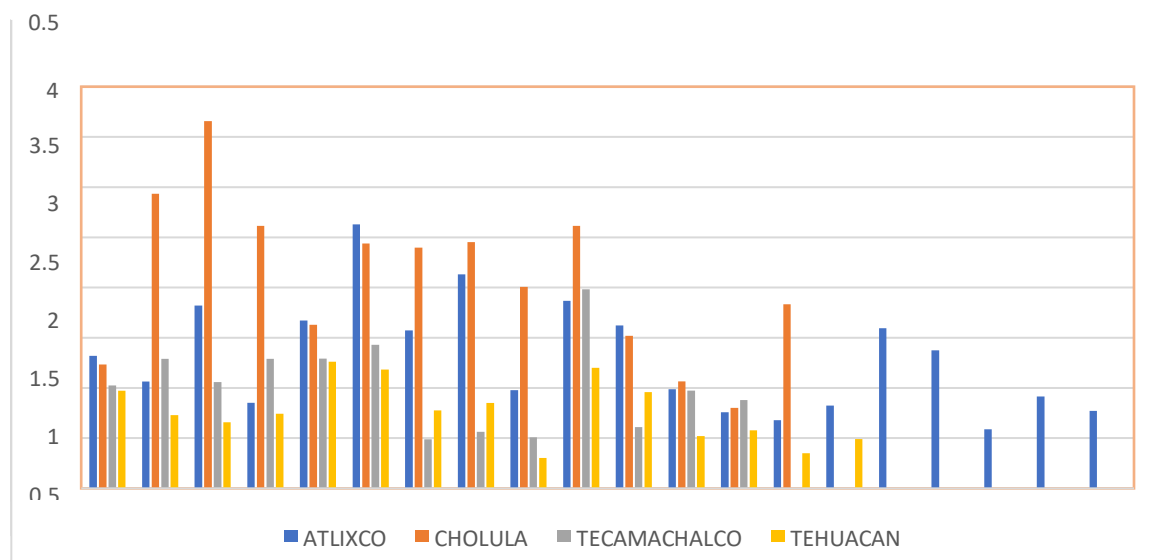
Gráfica 10. Concentración de Plomo en músculo.

En la gráfica 10 se observa la cantidad de bovinos en la muestra para diferente concentración de plomo en músculo de acuerdo con el rastro donde fueron tomados.

7.3 Análisis de plomo en riñón.

Los niveles de plomo de las muestras en riñón están en la gráfica 11, los cuales son presentados por el rastro en el que fueron tomados, de igual manera se hizo un estudio acorde a cada rastro para poder deducir la influencia respecto al rastro del que provienen.

El promedio de la concentración de Pb en riñón en los rastros de Tecamachalco y Tehuacán igual que en musculo es menor en comparación al de los otros municipios, pero los niveles incrementan demasiado ya que la media es de 1.0283 ppm y 0.7771 ppm respectivamente y no hay muestras que rebasen las 2 ppm, en Atlixco incrementa un poco al obtener una media de 1.300 y no hay muestras que sobrepasen las 3 ppm, sin embargo en San Pedro Cholula la media es de 2.085 ppm, casi duplica lo de los rastros anteriores, en este si se encuentran muestras por encima de las 3 ppm. Aunque este órgano es de poco consumo, por ser órganos pequeños, la población rural y urbana que consume vísceras lo llegan a ingerir, además de ser un órgano de excreción del plomo en su forma hidrofílica. En Atlixco los niveles de plomo son altos y en San Pedro Cholula los niveles también son altos en comparación con los rastros de Tecamachalco y Tehuacán.



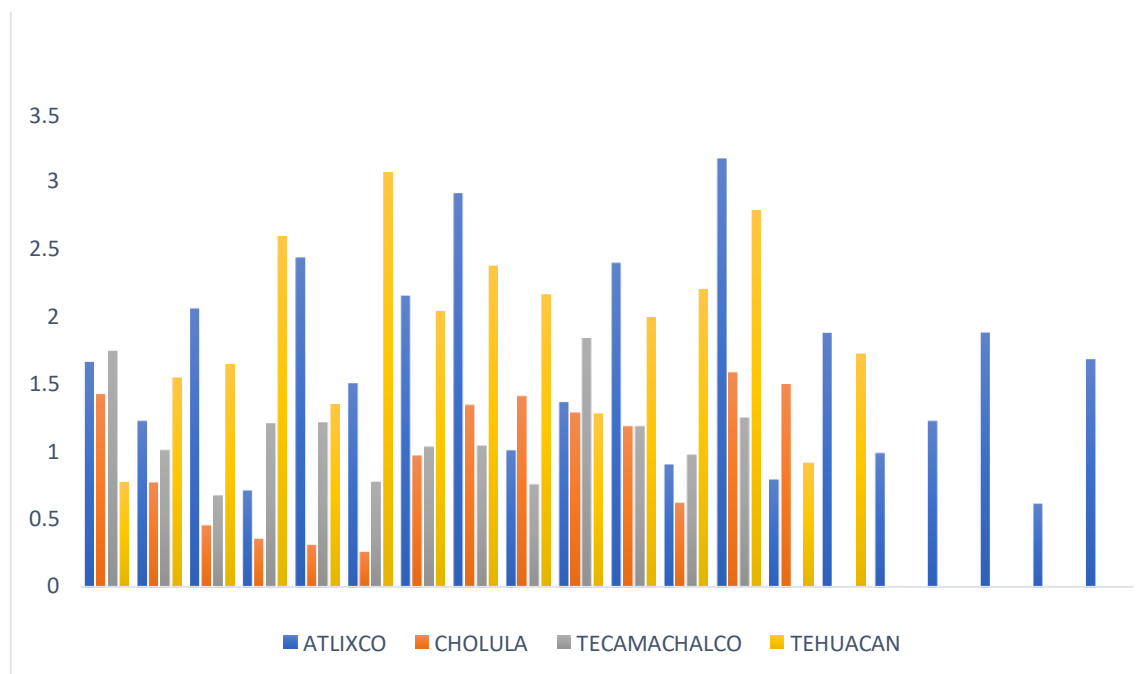
Gráfica 11. Concentración de plomo en riñón.

En la gráfica 11 se observa la cantidad de bovinos en la muestra para diferente concentración de plomo en riñón de acuerdo con el rastro donde fueron tomadas.

7.4 Análisis de plomo en hígado.

Los niveles de plomo de las muestras de hígado son los presentados en la gráfica 12 los cuales al igual que los anteriores vienen ordenados de acuerdo con el rastro en que fueron tomados y de igual manera como se hizo anteriormente se analizan los datos de acuerdo con el rastro. Las medias de la concentración de plomo en hígado se incrementan más que las de riñón ya que solo la media del rastro de San Pedro Cholula que es de 0.968 es la única en la que se obtuvo menor a 1 ppm.

En el rastro del municipio de Tecamachalco se obtuvo una media de 1.136 pero se muestran dos valores extremos, que hace que la media aumente un poco, pero los datos se encuentran relativamente cerca de la mediana haciendo que la variabilidad sea poca, y en los rastros de los municipios de Atlixco y Tehuacán las medias obtenidas son 1.635 Ppm y 1.89 Ppm respectivamente, en ambos hay muestras que rebasan las 3 ppm.



Gráfica 12. Concentración de plomo en hígado.

En la gráfica 12 se observan la cantidad de bovinos en la muestra para diferente concentración de plomo en hígado de acuerdo con el rastro donde fueron tomadas.

VIII DISCUSIÓN

Cuadro 6. Comparación de LMP de plomo en Ppm.

Parte	Hugo Núñez Promedio de las muestras estudiadas.	México (Nom- 004- zoo- 1994)	Codex alimentarius	FDA (food drug administration)	Instituto Universitario de la Paz- Barrancaberm eja (Colombia)	Yondó (Colombia)	Unión Europea
Músculo	0.56	*	0.1	0.1	0.24	0.22	0.1
Sangre	0.51	*	0.1	0.1	0.12	0.12	0.5
Riñón	1.29	*	0.1	0.1	0.54	0.38	0.5
Hígado	1.44	*	0.1	0.1	0.62	0.49	0.5
		*Sin LMP					

En los LMP (límites máximos permitidos) en la NOM-004-ZOO-1994 (México), enteidos de musculo, sangre, riñón e hígado no está normado para rastros municipales.

Para CODEX alimentario en (2010), la concentración en los tejidos es de (0.1ppm) en músculo,(0.1ppm) en sangre, (0.1ppm) en riñón y (0.1ppm) en hígado.

Para FDA en (2006), la concentración en los tejidos es de (0.1 ppm) en músculo, (0.1ppm) ensangre, (0.1ppm) en riñón y (0.1ppm) en hígado.

En la investigación hecha por el Instituto Universitario de la Paz que se realizó en los municipios de Barrancabermeja y Yondó (Colombia) se obtuvieron los siguientes datos: Barrancabermeja (0.24 Ppm) en músculo, (0.12 ppm) en sangre, (0.54 ppm) en riñón y (0.62 ppm) en hígado.

Yondó: (0.22 ppm) en músculo, (0.12 ppm) en sangre, (0.38 ppm) en riñón y (0.49 ppm) en hígado.

En la Unión Europea en (2006), la concentración máxima permisible de Pb en hígado es: (0,5 mg/kg), musculo (0,1 mg/kg), piel (0,5mgkg), riñón (0,5 mg/kg) y sangre (0,5mg/kg).

Esta investigación tuvo niveles superiores de plomo en todos los tejidos en los que trabajamos, (musculo, riñón, hígado y sangre de bovinos), en comparación a las diferentes investigaciones realizadas por distintas instituciones, mostrando una mayor concentración, lo que nos hace saber que los productos cárnicos obtenidos de los rastros municipales en los que se hizo el muestreo (Atlixco, San Pedro Cholula, Tecamachalco y Tehuacán) contienen niveles de Pb altos, dañinos y peligrosos para la salud humana, y principalmente para todos los consumidores de productos cárnicos obtenidos de bovinos, la concentración obtenida en la investigación fue la siguiente: se obtuvo una media de (0.51 ppm) para sangre, (0.56 ppm) para musculo, (1.29 ppm) para riñón y (1.44 ppm) para hígado, mostrando en todos los tejidos, niveles superiores a la concentración marcada por la normatividad Internacional vigente.

IX CONCLUSIÓN

En el estudio realizado todas las muestras de hígado, musculo, riñón y sangre son superiores a las investigaciones hechas por las diferentes instituciones.

Posibles afectaciones de las emisiones provocadas por el Popocatepetl y también por la contaminación de agua de riego procedente de la presa de Valsequillo.

Al consultar fuentes nacionales e internacionales que norman la concentración de plomo en alimentos cárnicos, México únicamente tiene LMP (Límites Máximos Permitidos) para carne obtenida de rastros TIF (Tipo Inspección Federal) y para carne obtenida de rastros municipales no hay LMP indicado en la NOM-004-ZOO-1994, que es la carne que consume la población.

Por lo tanto, de acuerdo con nuestra hipótesis de estudio, se concluye que sí encontramos presencia de plomo considerando alarmante que la cantidad es 2 o 3 veces más que en algunos estudios mencionados.

X BIBLIOGRAFÍA

Aura Madero, G. José Narugo, N. 2011. Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia. Revista MVZ Córdoba. Volumen 16 (1). 2391-2401.

Agencia Española de Toxicología (AETOX). 2002. Exposición a sustancias químicas y salud humana: Avances en la política de control del riesgo químico. VI Congreso Nacional de Medio Ambiente “Riesgos sobre la salud y cambios ambientales. Gascó, P., De la Torre, A., De la Peña, E. (editores), Madrid.

Blanco-Penedo I, Cruz JM, López-Alonso M, Miranda M, Castillo C et al. Influence of copper status on the accumulation of toxic and essential metals in cattle. *Environ Int* 2006; 32:901- 906.

Burns Ralph A. (1996). Fundamentos de Química. Segunda edición Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana. ISBN 91-183-184. Turk Witten. W. 1981. Tratando de ecología. pag. 653-712.

Bustamante, J.; Chaparro, A.; García, C.; Peláez, M.; y Hernández, W. Facultad de Medicina Veterinaria – Instituto Universitario de la Paz – Barrancabermeja. Niveles de metales pesados (Pb, Cd, Mo y Zn) en ganado bovino criado sobre pastos naturales en Colombia, (2016). Recuperado de: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/2016/documentos/0_4022016/metales.pdf

Codex Estándar 193-1995 (2010). Norma general del codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. Adoptada en 1995. Revisada en 1997, 2006, 2008, 2009. Enmendada en 2010: 1-43.

Comisión Económica Europea. REGLAMENTO (CE) No 1881/2006 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. (Diario oficial de la Unión Europea). Págs. 19-20.

Corzo, I. y Velásquez, M. 2014. El plomo y sus efectos en la salud humana. *Revista del hospital clínico quirúrgico "Arnaldo Milian Castro"*. 8: 1-19.

Decisión 2003/822/CE Relativa a la adhesión de la Comunidad Europea a la comisión del Codex Alimentarius 17 de noviembre de 2003.

Diario Oficial de la Federación, (2 de mayo de 2014). *Norma Oficial Mexicana NOM-004- SSA1-2013, Salud ambiental. Limitaciones y especificaciones sanitarias para el uso de los compuestos de plomo.*
dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343154&fecha=02/05/2014

Diario Oficial de la Federación, (25 de octubre de 1996). *MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos, por lo que ahora se denominará grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo.*
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4903749&fecha=25/10/1996

García, F.; Villarreal, O.; Franco, F.; Hernández, J.; Avelar, Karina.; y Correa, D. 2014. Detección de plomo en hígado, músculo y riñón de bovinos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 15.1.pág. 1-7.

García R. J. A. 2017. Análisis estadístico de los niveles de plomo en sangre, musculo, riñón e hígado de bovinos. Tesis de licenciatura. Licenciado en matemáticas aplicadas. Facultad de ciencias físico-matemáticas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Pue. México. 85 P.

García S. F. (2005). Evaluación de metales pesados en carne de bovinos en Tecamachalco, Tehuacán, Tepeaca. Instituto de ciencias de posgrado en ciencias ambientales. BUAP. pág. 34-41.

Goering PL. 2013. Lead protein interactions as a basis for lead toxicity. *Neurotoxicology*; 45-60.

González-Montaña JR. Metales pesados en carne y leche y certificación para la Unión Europea. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2009; 22 (3): 305 – 310.

INEGI. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente. Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx> (16 de febrero de 2018).

Martínez, A.; Villafañe, A.; y López, J. 1999. Intoxicación aguda por plomo en bovinos. *Revista Acovez*. 24.1. Pág.4.

Organización mundial de la salud. 2018. Intoxicación por plomo y salud. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

Poma, P. 2008. Intoxicación por plomo en humanos. *Scielo Perú*. 69.2. Pág. 1-10.

Sanín L.H, Gonzales-Cossío T, Romieu I, Hernández-Ávila M. Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. *Rev. Salud Publica Mex*. 1998; 35-68.

SEFOB. (8 de noviembre de 1994). Norma Oficial Mexicana, NOM-004-ZOO- 1994. Recuperado de: <http://www.porcimex.org/NORMAS/NOM-004-ZOO-1994.pdf>.

Vahter, M; Åkesson, A; Lidén, C; Ceccatelli, S; Berglund, M. 2007. Gender differences in the disposition and toxicity of metals. *Environmental Research*, 104(1), 85-95.

Yucra, S.; Gasco, M.; Rubio, J.; Gonzales, G. 2008. Exposición ocupacional a plomo y pesticidas organofosforados. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*. 25: 21-56: 21-56.

