



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

**DETERMINACIÓN DE PLOMO Y CADMIO EN JUGOS DE NARANJA
(*Citrus sinensis*) EXPENDIDOS DE FORMA AMBULATORIA EN EL
PARADERO VILLA SOL - LOS OLIVOS – PERIODO OCTUBRE 2016 –
ENERO 2017.**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Br. DÁVILA OLANO CARLOS EDUARDO

ASESOR:

Q.F MANUEL HERNÁNDEZ AGUILAR

**Lima- Perú
2017**

DEDICATORIA

A mis padres Eduardo e Hilda, porque siempre creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo incondicional tíos: José, Eva, Luis, que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado a cumplir mis metas, a los miembros del jurado por ser ejemplos a seguir, a mi familia por siempre estar brindándome todo su apoyo, y por último a mi asesor Q.F Manuel Hernández Aguilar por sus sabios consejos.

ÍNDICE

RESUMEN

SUMMARY

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos	5
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Naranja	8
2.2.2. Valor Nutricional	8
2.2.3. Taxonomía	11
2.2.4. Cultivo en el Perú	12
2.2.5. Jugo de naranja	12
2.2.6. Beneficios	13
2.3. METALES PESADOS EN JUGOS DE NARANJA	14
2.3.1. PLOMO	14
2.3.1.1 Características Físicoquímicas	14
2.3.1.2 Límites de exposición	14
2.3.1.3 Fuentes de contaminación de plomo	15
2.3.1.4. Toxicocinética	16
2.3.1.5. Toxicodinamia	18
2.3.1.6. Manifestaciones Clínicas	20
2.3.1.7. Tratamiento	22
2.3.2. CADMIO	23
2.3.2.1 Características Físicoquímicas	23

2.3.2.2 Fuentes de contaminación de cadmio	23
2.3.2.3 Toxicocinética	25
2.3.2.4. Toxicodinamia	27
2.3.2.5. Manifestaciones Clínicas	27
2.3.2.6. Tratamiento	28
2.4. VARIABLES	29
2.5. HIPÓTESIS	30
PARTE EXPERIMENTAL	31
III. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	31
3.1 Tipo de Investigación	31
3.2. Muestra	31
3.3. Método Analítico	31
3.4. Técnicas, instrumentos	33
3.5. Procedimientos de Recolección de Datos	34
3.6. Recursos	36
3.7. Materiales, equipos y reactivos	36
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	57
VII.RECOMENDACIONES	58
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
IX. ANEXOS	65

LISTA DE FIGURAS

N° Figura	Título de Figura	Pág.
Figura 1	Polineuropatía Plúmbica.	22
Figura 2	Ciclo Biogeoquímico del Cadmio	25

LISTA DE GRÁFICOS

N° Gráfico	Título de Gráfico	Pág.
Gráfico 1	Toxicocinética del Plomo.	18
Gráfico 2	Efectos del Plomo en la Síntesis del Hem.	19
Gráfico 3	Concentración de Cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017 comparado con el Valor Promedio	39
Gráfico 4	Valor máximo, mínimo y promedio de Cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017.	41
Gráfico 5	Valores máximo, mínimo, promedio, moda y mediana de Cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017.	43
Gráfico 6	Concentraciones de Cadmio en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017 comparado con los Parámetros de Mercosur: 0,05 mg/kg.	44
Gráfico 7	Porcentaje de concentración de cadmio en mg/kg de jugo de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo octubre 2016-enero 2017 que superan la concentración de Cadmio emitida por Mercosur.	46
Gráfico 8	Concentración de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo octubre 2016-enero 2017 comparado con el Valor Promedio.	47
Gráfico 9	Valor máximo, mínimo y promedio de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo octubre 2016-enero 2017.	50
Gráfico 10	Valores máximo, mínimo, promedio, moda y mediana de Plomo en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017	51
Gráfico 11	Datos estadísticos de las concentraciones de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017 comparado con el Reglamento de la Unión Europea: 0,05 mg/kg.	52
Gráfico 12	Porcentaje de concentración de Plomo en mg/kg de jugo de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo octubre 2016-enero 2017 que superan la concentración de plomo emitido por la Unión Europea.	54

LISTA DE TABLAS

N° Tabla	Título de Tabla	Pág.
Tabla 1	Composición Natural de la Naranja.	10
Tabla 2	Resultados de Cadmio y Plomo en jugos de naranja valencia expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017.	38
Tabla 3	Concentraciones de Cadmio valor promedio, máximo y mínimo en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017	40
Tabla 4	Datos estadísticos de las Concentraciones de Cadmio en mg/kg de las muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017.	42
Tabla 5	Resultado en porcentaje de muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017 que superan la concentración de Cadmio emitido por Mercosur.	45
Tabla 6	Concentraciones de Plomo valor promedio, máximo y mínimo en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017.	48
Tabla 7	Datos estadísticos de las Concentraciones de Plomo en mg/kg de las muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017.	49
Tabla 8	Resultado en porcentaje de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017 que superan la concentración de Plomo emitido por Reglamento de la Unión Europea.	53

RESÚMEN

Los metales pesados aportados al ambiente por la industria y las máquinas de fabricación artesanalmente, puede afectar el desarrollo del cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) y la contaminación de los jugos de naranja. Con el propósito de conocer los niveles actuales de metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd), se cuantificó 15 muestras de jugo de naranja expandidas de forma ambulatoria en el paradero Villasol - Los Olivos- Periodo Octubre 2016 – Enero 2017. Los contenidos de metales en jugos de naranja se determinaron para plomo y cadmio con el método de absorción atómica con horno de grafito en el laboratorio Cetox. Los contenidos de los metales totales en jugos de naranja promedio fueron: Cd: 0,144 mg/kg y Pb: 0,305 mg/kg, los cuales se compararon con los límites permisibles Mercosur y la Unión Europea. Estos resultados nos indican que los jugos de naranja analizados superan los límites permisibles para plomo y cadmio de acuerdo con los límites permisibles de Mercosur y la Unión Europea.

Palabras claves: metales pesados, jugo de naranja, plomo y cadmio.

SUMMARY

The heavy metals contributed to the environment by the industry and the machines that are manufactured by hand, can affect the development of the orange crop (*Citrus sinensis*) and the contamination of orange juice. In order to know the current levels of heavy metals (Pb, Cd), 15 samples of orange juice expended on an outpatient basis at Villasol - Los Olivos - Period October 2016 - January 2017 were quantified. Orange were determined for lead and cadmium with the graphite furnace atomic absorption method by the Cetox Laboratory. The contents of the total metals in average orange juice were: Cd: 0,144 mg / kg and Pb: 0,305 mg / kg, which were compared with the allowable limits MERCOSUR and European Union. These results indicate that the orange juice analyzed exceeds the allowable limits for lead and cadmium.

Keywords: heavy metals, orange juice, lead, cadmium.

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos y comida rápida por parte de la población está cada día en aumento, esto se debe principalmente al factor tiempo y económico, esto puede ocasionar enfermedades debido a la mala manipulación de alimentos, o a la contaminación cruzada que pueda producirse, ya que son expendidos de forma ambulatoria.

El jugo de naranja constituye el principal zumo conjuntamente con los emolientes o desayunos consumidos por la población entre ellos trabajadores, estudiantes y ofrecidos principalmente por los ambulantes, que al tener un costo minoritario, son de fácil acceso a la población, pero que son elaborados sin las mejores condiciones sanitarias. Esta forma de manejo de alimentos, aunado a la contaminación ambiental, déficit en la higiene, control sanitario, manejo de extractores o trituradores fabricados con materiales a base de metales constituye un gran riesgo en la salud de la población.

El jugo de naranja está asociado al contenido de constituyentes vitamínicos en su composición, principalmente la vitamina C, como antioxidante, protector en las enfermedades respiratorias, regenerador en heridas, constituyente del colágeno, entre otros, motivo por el cual es de alto consumo.

Sin embargo, la contaminación cruzada por las industrias, parque automotor, presencia de metales en los equipos que se emplean para la elaboración de jugos, constituyen un riesgo para la salud humana, que pueden en un momento determinado producir toxicidad principalmente por la presencia de metales pesados como el plomo y cadmio, lo que despierta el interés de estudiar la presencia y concentración de estos metales en los jugos de naranja, a fin de

conocer sus riesgos que representa su ingesta y generar la alerta en las autoridades y la población.

Las concentraciones máximas permisibles de estos metales están reguladas por organismos internacionales como Mercosur y La comunidad Europea, sin embargo nuestro país no cuenta con una entidad reguladora que debe ser DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental)

Dichos metales pueden ocasionar trastornos en la población que lo consume como son anemia, poli neuropatías, abortos, disminución del coeficiente intelectual, trastornos renales, problemas cardiovasculares, afección en el feto en caso de embarazo, sobre todo si en la exposición crónica como es el caso del plomo, este se almacena en el sistema óseo por más de 20 años.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cuáles son los niveles de concentración de Plomo y Cadmio en Jugos de Naranja (*Citrus sinensis*) expendidos de forma ambulatoria en el Paradero Villa Sol – Los Olivos - Período de Octubre 2016 – Enero 2017.

1.2. JUSTIFICACIÓN:

La venta de alimentos en la vía pública se encuentran expuestos a diferentes tipos de contaminantes ambientales, generado por las industrias, parque automotor, que pueden contaminar a este tipo de alimentos y ocasionar trastornos en la salud de las personas, como cuadros respiratorios, alérgicos, digestivos, nerviosos, entre otros.

El jugo de naranja constituye un tipo de nutriente de gran consumo en la población, debido a su bajo costo, alto contenido de vitamina C y sus propiedades antioxidantes lo que va a proteger al organismo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares, cancerígenas. Son expendidos generalmente de forma ambulatoria en las principales avenidas, mercados, paraderos con mayor congestión peatonal sin condiciones de salubridad, sumado al uso de equipos y materiales como extractores fabricados de forma artesanal, lo que aumenta el riesgo en la población.

Lima es una ciudad que está en constante crecimiento económico, poblacional, donde las poblaciones se van diversificando en las diferentes zonas y una de ellas la constituye el cono norte siendo el paradero de Villa Sol – Distrito de los Olivos, un punto de alta concentración de transeúntes, donde se ha podido observar que la gran mayoría de persona ingiere este zumo antes de abordar su movilidad, desconociendo el riesgo que ello representa, mencionando que esta

zona está rodeada de fábricas que contaminan al ambiente sumado al parque automotor.

El presente trabajo nace a partir de la observación del gran consumo de jugo de naranja, y con la interrogante de conocer la exposición y contaminación que pueda tener este zumo, de allí nuestra preocupación por buscar que tipo de contaminantes que puedan estar presentes sobre todo metales pesados como plomo y cadmio, a fin de generar las medidas preventivas, correctivas y de alerta a la población a través de las autoridades municipales, de salud, para que ejerzan un mayor control en el expendio de este tipo de productos,

Por lo expuesto, esta investigación tiene como finalidad dar a conocer los niveles de Plomo y Cadmio presentes en los Jugos de Naranja expendidos de forma ambulatoria en el Paradero Villa Sol – Los Olivos; compararlos con las concentraciones máximas permisibles del Reglamento Técnico MERCOSUR, y Reglamento de la Unión Europea sobre contaminantes máximos en alimentos, según Reglamento 1881/2006. Asimismo alertar a la población sobre la presencia de los metales mencionados en Jugos de Naranja, y los posibles riesgos que puedan ocasionar en la salud humana su consumo cotidiano.

1.3. OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Determinar los niveles de plomo y cadmio en jugos de naranja (*Citrus sinensis*) expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos – periodo Octubre 2016– Enero 2017.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Determinar los niveles de plomo en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos – periodo Octubre 2016– Enero 2017.

- ✓ Determinar los niveles de cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos – periodo Octubre 2016– Enero 2017.

- ✓ Determinar si los niveles de plomo y cadmio contenidos en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos – periodo Octubre 2016– Enero 2017 se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según la Unión Europea y Mercosur.

II. MARCO TEÓRICO:

2.1. Antecedentes de la Investigación:

Krejpcio. Z, Sionkowski. S, Bartela. J, Safety of Fresh Fruits and Juices Available on the Polish Market as Determined by Heavy Metal Residues, Polonia 2004, resume: El contenido de Pb, Cd, Cu y Zn en la fruta fresca y jugos se determinó mediante espectrometría de absorción atómica (AAS) para determinar la seguridad de algunos alimentos disponibles en el mercado polaco. Se encontró que la mayoría de las muestras de frutas (90,4%) contenían bajos niveles de metales pesados. Sin embargo, el 9,6% restante había aumentado los contenidos de metales pesados (Pb 2,2%, Cd 4,4%, Cu, 1,5%, Zn 1,5%). La mayoría de la muestra de jugo de fruta (88%) cumplió con los criterios estándar nacionales, pero el 12% excedió los límites permisibles para Pb y Cd (3% y 9%, respectivamente).⁽¹⁾

Pacotaype. J, Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana, Lima 2014, resume: “Las concentraciones de arsénico no superan los límites máximos permisibles (LMP) según Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Codex Alimentarius que es 200 µg/L pero en el caso del plomo los límites superan a los valores máximos permisibles que según OMS, FAO y Codex Alimentarius es 100 µg/L y a su vez se concluye que las concentraciones de plomo y arsénico aumentan mientras mayor sea el tiempo de exposiciones al medio ambiente”.⁽²⁾

Ayala Julia, Liñan Flor, en su Tesis “Determinación Cuantitativa de Cadmio y Plomo en jugo de naranjas expandidas por vendedores ambulantes en Lima Metropolitana Durante el Periodo Junio- Setiembre 2014”, Lima 2014, menciona: “ Se cuantificó 40 muestras de jugo de naranja, los contenidos de metales

en jugo de naranja promedio fueron: Cd: 0,17ppm y Pb: 0,36ppm, las cuales se compararon con los límites permisibles por MERCOSUR , Reglamento para Jugos y Néctares de fruta de Costa Rica y Unión Europea Reglamento 333/2007. Estos resultados nos indican que los jugos de naranja analizados superan los límites permisibles para Cadmio y Plomo.”⁽³⁾

Luna Ruth, Víctor Rodríguez, “Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca,” Lima 2016, resume: “No se detectó la presencia de plomo en ninguna muestra de papa (Límite de detección para el plomo: 0,5 ppm); por lo tanto, al carecer de un valor no fue posible realizar la comparación con el límite máximo permisible (0.1 ppm) establecido para el plomo según lo indicado en el CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Mod.2015 dado por el Codex Alimentarius.”⁽⁴⁾

La concentración media de cadmio en las muestras de papa para la cuenca del río Mashcón fue de 0,3095 ppm \pm 0,0078 ppm y para la cuenca del río Chonta fue de 0,3078 ppm \pm 0,0223 ppm, evidenciándose que el 100% de las muestras de papa para ambas cuencas presentan concentraciones de cadmio que superan el límite máximo permisible (0,1 ppm, según lo indicado en el CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Mod.2015 dado por el Codex Alimentarius).⁽⁴⁾

La contaminación ambiental es diversa, fundamentada sobre todo en minería y agricultura, las cuales están comprometidas y relacionadas con los diversos alimentos que pueden interaccionar con el individuo y producir efectos tóxicos. Alimentos y frutos como la papa, la naranja, están expuestos a múltiples contaminantes que pueden ser cuantificados en cuanto a elementos químicos se refiere, la cual servirán para los análisis y discusión dada la relación que guardan los alimentos con exposición a dichos contaminantes.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Naranja (*Citrus sinensis*)

La naranja es el fruto del naranjo dulce, árbol que pertenece al género *Citrus* de la familia de las rutáceas, estos frutos, llamados hespérides, tienen la particularidad de que su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo. Presentan un color anaranjado, al que deben su nombre, aunque algunas especies son casi verdes cuando están maduras. Su sabor varía desde el amargo hasta el dulce. ⁽⁵⁾.

Es originaria del sureste de China y norte de Birmania, aunque se la conoce en el área mediterránea desde hace aproximadamente tres mil años. Desde su lugar de origen, el naranjo se extendió a Japón y a lo largo de la India, llegó a Occidente, por la Ruta de la Seda. Los árabes la introdujeron en el sur de España en el siglo X, aunque el naranjo dulce no fue conocido hasta 1450. A partir de ese momento fue extendiéndose por toda Europa, alcanzando gran popularidad durante la segunda mitad del siglo XV. ⁽⁵⁾

2.2.2. Valor Nutricional

La naranja es una fruta de escaso valor calórico, con un aporte interesante de fibra soluble (pectinas), cuyas principales propiedades se relacionan con la disminución del colesterol y la glucosa en sangre, así como con el desarrollo de la flora intestinal ⁽⁵⁾.

En su composición también cabe destacar la elevada cantidad de ácido ascórbico o vitamina C. (Una naranja de tamaño medio aporta 82 mg de vitamina C, siendo 60 mg la ingesta recomendada al día para este nutriente). Además, las naranjas aportan carotenoides con actividad provitamínica A (α -caroteno, β -caroteno y criptoxantina). Numerosos estudios epidemiológicos sugieren la importancia de estos carotenoides en la prevención de distintos tipos de cáncer y en la protección frente a

enfermedades cardiovasculares. También contiene otros carotenoides sin actividad provitamínica A, como ácidos orgánicos, como el ácido málico y el ácido cítrico, que es el más abundante ⁽⁵⁾.

Este último es capaz de potenciar la acción de la vitamina C, favorecer la absorción intestinal del calcio, y facilitar la eliminación de residuos tóxicos del organismo, como el ácido úrico ⁽⁵⁾. En lo que se refiere al zumo de naranja, recordar que éste apenas contiene fibra y tiene menores cantidades de vitaminas y minerales que la naranja entera, por lo que se recomienda tomar la fruta entera fresca ⁽⁵⁾.

Composición Nutricional

TABLA 1. Composición Nutricional de la Naranja.

	Por 100 g de porción comestible	Por unidad mediana (225 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	42	69	3.000	2.300
Proteínas (g)	0,8	1,3	54	41
Lípidos totales (g)	Tr	Tr	100-117	77-89
AG saturados (g)	—	—	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	—	—	67	51
AG poliinsaturados (g)	—	—	17	13
ω -3 (g)*	0	0	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	8,6	14,1	375-413	288-316
Fibra (g)	2	3,3	>35	>25
Agua (g)	88,6	146	2.500	2.000
Calcio (mg)	36	59,1	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,3	0,5	10	18
Yodo (μg)	2	3,3	140	110
Magnesio (mg)	12	19,7	350	330
Zinc (mg)	0,18	0,3	15	15
Sodio (mg)	3	4,9	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	200	329	3.500	3.500
Fósforo (mg)	28	46,0	700	700
Selenio (μg)	1	1,6	70	55
Tiamina (mg)	0,1	0,16	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,03	0,05	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,3	0,5	20	15
Vitamina B₆ (mg)	0,06	0,10	1,8	1,6
Folatos (μg)	37	60,8	400	400
Vitamina B₁₂ (μg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	50	82,1	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	40	65,7	1.000	800
Vitamina D (μg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	0,2	0,3	12	12

Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca de España. Composición de Alimentos (Naranja) 2013. Pag. 270 ⁽⁵⁾.

2.2.3. Taxonomía

- ✓ **Familia:** *Rutaceae*.
- ✓ **Género:** Citrus
- ✓ **Especie:** *Citrus sinensis* (L.)
- ✓ **Porte:** Reducido (6-10 m)
- ✓ **Ramas:** Poco vigorosas (casi tocan el suelo).
- ✓ **Tronco:** corto
- ✓ **Hojas:** Limbo grande, alas pequeñas y espinas no muy acusadas.
- ✓ **Flores:** Ligeramente aromáticas, solas o agrupadas con o sin hojas. Los brotes con hojas (campaneros) son los que mayor cuajado y mejores frutos dan.
- ✓ **Fruto:** Hesperidio. Consta de: **exocarpo** (flavedo; presenta vesículas que contienen aceites esenciales), **mesocarpo** (albedo; pomposo y de color blanco) y **endocarpo** (pulpa; presenta tricomas con jugo).

Cultivo: Se requiere suelos ligeros, con buen drenaje y pleno sol. El crecimiento es relativamente lento, es conveniente fertilizar los árboles con abono orgánico en proporción de 10kg por planta al año de sembrado. Se recomienda realizar podas que favorezcan el desarrollo de los árboles y la producción de frutos ⁽⁶⁾.

Reproducción: Por semillas de frutos maduros recogidos directamente de los árboles. Las semillas se siembran en viveros o bolsas para ser trasplantadas posteriormente ⁽⁶⁾.

Siembra: El árbol de naranja agria cubre un área de 2 m² - 3 m², por lo que se siembra dejando este espacio de separación entre otras plantas. Se aplica abono orgánico en los huecos donde se van a sembrar los árboles y se realiza un riego abundante ⁽⁶⁾.

Cosecha: La primera cosecha se realiza a los 4 años – 5 años después de sembrados los árboles de naranja agria. Posteriormente, cada año se hace la cosecha entre los meses de noviembre a mayo ⁽⁶⁾.

Plagas y Enfermedades: Las principales plagas de la naranja agria son por insectos como las guaguas, las bibijaguas, las hormigas bravas y otros ⁽⁶⁾.

2.2.4. Cultivo en el Perú

En el 2008, el volumen exportado de naranja por Perú alcanzó en peso neto a 14,571 TM, representando un valor de exportación de 7,236,718 dólares de EE.UU. Las exportaciones peruanas de naranja se han incrementado sustancialmente también entre el 2004-2008 a una tasa de 163% cada año, lo que le permitió alcanzar una producción nacional de 379,969 TM y 26,358 hectáreas cosechadas en el 2008. ⁽⁷⁾

2.2.5. Jugo de Naranja

Por zumo (jugo) de fruta se entiende el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius ⁽⁸⁾.

Algunos zumos (jugos) podrán elaborarse junto con sus pepitas, semillas y pieles, que normalmente no se incorporan al zumo (jugo), aunque serán aceptables algunas partes o componentes de pepitas, semillas y pieles que no puedan eliminarse mediante las buenas prácticas de fabricación (BPF) ⁽⁸⁾.

Un zumo (jugo) de un solo tipo es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un zumo (jugo) mixto es el que se obtiene mezclando dos o más zumos (jugos), y purés de diferentes tipos de frutas ⁽⁸⁾.

El zumo (jugo) de fruta se obtiene como sigue:

Zumo (jugo) de fruta exprimido directamente por procedimientos de extracción mecánica.

Zumo (jugo) de fruta a partir de concentrados, mediante reconstitución del zumo (jugo) concentrado de fruta ⁽⁸⁾.

2.2.6. Beneficios

- La naranja es una de las frutas más nutritivas por su contenido de ácido fólico que ayuda a mantener saludable nuestro corazón ⁽⁹⁾.
- Ayuda a nivelar la presión arterial y prevenir los problemas cardiovasculares, el fósforo de la naranja es un remedio natural para mejorar la memoria.
- Contiene sodio, potasio y magnesio que ayudan en la prevención de calambres, además fortalecen los músculos.
- Regula el tránsito intestinal y es un laxante natural.
- Aumenta la resistencia contra las infecciones por su alta cantidad de vitamina C.
- Reduce los niveles de colesterol sanguíneo gracias a su fibra soluble que absorbe los niveles de LDL.
- Su capacidad antioxidante ayuda a hacer más lento el envejecimiento.⁽⁹⁾

2.3. METALES PESADOS EN JUGO DE NARANJA.

2.3.1. PLOMO

2.3.1.1. Características Fisicoquímicas

El plomo es un elemento natural que se encuentra en el grupo 14 (IV A) de la tabla periódica. Su símbolo es Pb, su número atómico es 82 y su masa es 207.2 g/cm^3 , su estado de oxidación es de 2+ y 4+. El plomo es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4 °C (621.3 °F) y hierve a 1725 °C (3164 °F). Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. ^(4,11)

2.3.1.2. Límites 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. El valor límite de la concentración ambiental de plomo se establece en 150 µg/m^3 de aire referido a 8 horas diarias y 40 semanales. El valor límite de plumbemia se establece en 30 µg/100 ml , siempre que el valor de la protoporfirina zinc (ZPP) en sangre sea inferior a 20 µg/g de hemoglobina. ⁽¹²⁾

2.3.1.3. Fuentes de Contaminación de Plomo

Fuentes Naturales

El plomo está presente de forma natural en la corteza terrestre: se calcula en un 0,00002 % de la corteza terrestre. Así, lo encontramos como galena (PbS), carbonato de plomo (PbCO₃) y anglesita (PbSO₄). Algunos suelos presentan una concentración de plomo relativamente elevada debido a que las rocas subyacentes son ricas en dicho metal. El contenido de plomo en las aguas es, en general, bajo pero el aire contiene más plomo que es arrastrado en forma pulverulenta o como vapor y cuyo origen hay que buscarlo en los volcanes o huracanes. En cualquier caso, estas emisiones de origen natural son pequeñas comparadas con las que tienen su origen en la actividad humana. ^(2,13)

El plomo es liberado al medio ambiente por procesos naturales tales como la actividad volcánica, los incendios forestales, el deterioro natural de las rocas y los suelos, aunque estas contribuciones son muy escasas ya que la actividad humana libera mayor plomo al ambiente.

Fuentes Antropogénicas

Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo. Más de tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales. También puede contener plomo el agua potable canalizada a través de tuberías de plomo o con soldadura a base de este metal. En la actualidad, buena parte del plomo comercializado en los mercados mundiales se obtiene por medio del reciclaje. ⁽¹⁴⁾

Principales Grupos de Riesgo

Los niños de corta edad son especialmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo, que puede tener consecuencias graves y permanentes en su salud, afectando en particular al desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. El plomo también causa daños duraderos en los adultos, por ejemplo aumentando el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales. En las embarazadas, la exposición a concentraciones elevadas de plomo puede ser causa de aborto natural, muerte fetal, parto prematuro y bajo peso al nacer, y provocar malformaciones leves en el feto. ⁽¹⁴⁾

Dosis Tóxica

Las cantidades pequeñas de plomo en los adultos no son dañinas. Sin embargo, incluso los niveles bajos de plomo pueden ser peligrosos para los bebés y los niños. Pueden causar intoxicación por plomo que puede llevar a problemas de desarrollo mental.

Adultos:

Menos de 10 microgramos por decilitro ($\mu\text{g}/\text{dL}$) de plomo en la sangre.

Niños:

Menos de 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ o 0.24 $\mu\text{mol}/\text{L}$ de plomo en la sangre. ⁽¹⁵⁾.

2.3.1.4. Toxicocinética

Absorción

Los niños pueden considerarse un grupo muy indefenso ante la exposición al plomo. En primer lugar, tienen mayor probabilidad de absorber plomo de fuentes ambientales. Asimismo, la considerable producción de calorías, característica de los niños, hace que con relación al peso del organismo, un niño absorba más plomo que un adulto sometido a un mismo régimen alimenticio, debido a este mayor índice

metabólico. Un niño aspirará de 2 a 3 veces más cantidad de un determinado contaminante del aire que un adulto. ⁽¹⁶⁾

Vía Digestiva: El plomo se absorbe principalmente en el intestino, esta porción se ve incrementada en presencia de hierro y zinc; en deficiencia de calcio. Se estima que la ingestión de plomo por la población en general es de 100 a 300 ug por día, las fuentes principales son los alimentos y el agua. ⁽¹⁶⁾

Vía respiratoria: Es la vía de entrada más importante, penetrando por inhalación de vapores, humos y partículas del polvo. El grado de absorción de plomo por esta vía depende de la concentración ambiental en el puesto de trabajo, del tiempo de exposición, de la forma física (vapores, humos, tamaños de las partículas) y química del plomo inhalado, de factores personales (edad, tipo de ventilación), y de las condiciones de trabajo (temperatura, humedad y ventilación ambientales, y nivel de esfuerzo físico). ⁽¹⁷⁾

Vía Cutánea: Los derivados inorgánicos de plomo no se absorben por la piel sana, mientras que los derivados orgánicos por ser muy liposolubles pueden absorberse. Sólo el tetraetilo de plomo puede ser absorbido a través de la piel intacta. ⁽¹⁸⁾

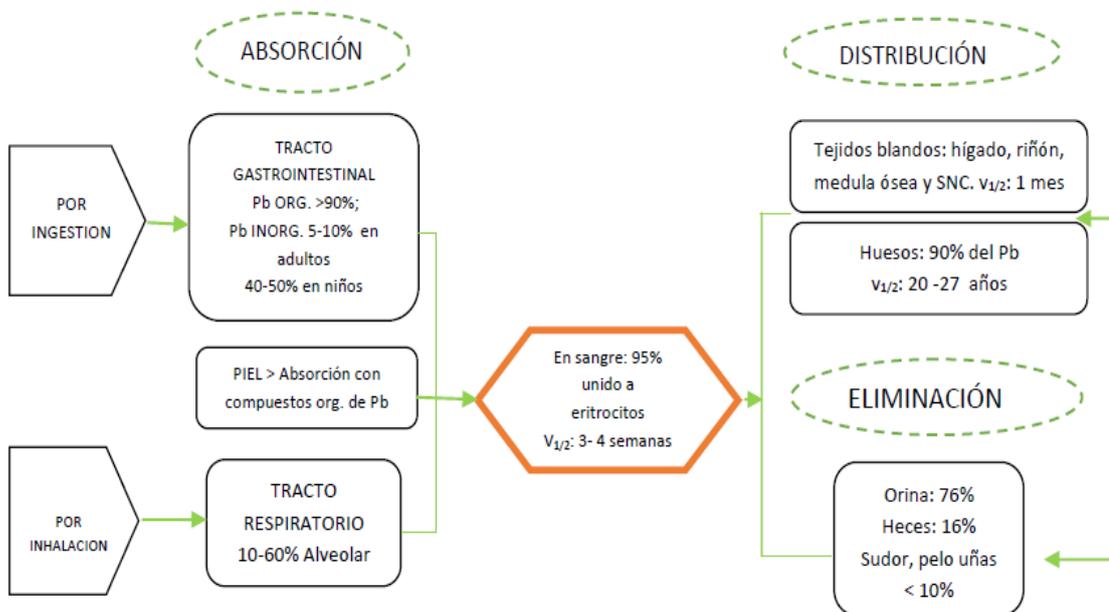
Distribución y Vida Media

Luego de su absorción el plomo se distribuye en compartimentos, en primer lugar circula en sangre unido a los glóbulos rojos, el 95% del plomo está unido al eritrocito, luego se distribuye a los tejidos blandos como hígado, riñón, médula ósea y sistema nervioso central que son los órganos blanco de toxicidad, luego de 1 a 2 meses el plomo difunde a los huesos donde es inerte y no tóxico. El metal puede mobilizarse del hueso en situaciones como inmovilidad, embarazo, hipertiroidismo, medicaciones y edad avanzada El plomo cruza la placenta y la barrera hematoencefálica. ⁽¹⁹⁾

Excreción

El Plomo se excreta del cuerpo, principalmente a través de la orina y las heces; también hay otras rutas de menor de eliminación. Por orina en un 76% y en heces 16%, siendo claramente la vía urinaria la más relevante. El Plomo en cierta medida es excretado en la saliva y el sudor. Se excreta en cantidades muy mínimas como en las en las uñas y el pelo, también se incorpora en el semen, la placenta, el feto y la leche. ⁽²⁰⁾

GRÁFICO N° 01. Toxicocinética del Plomo.



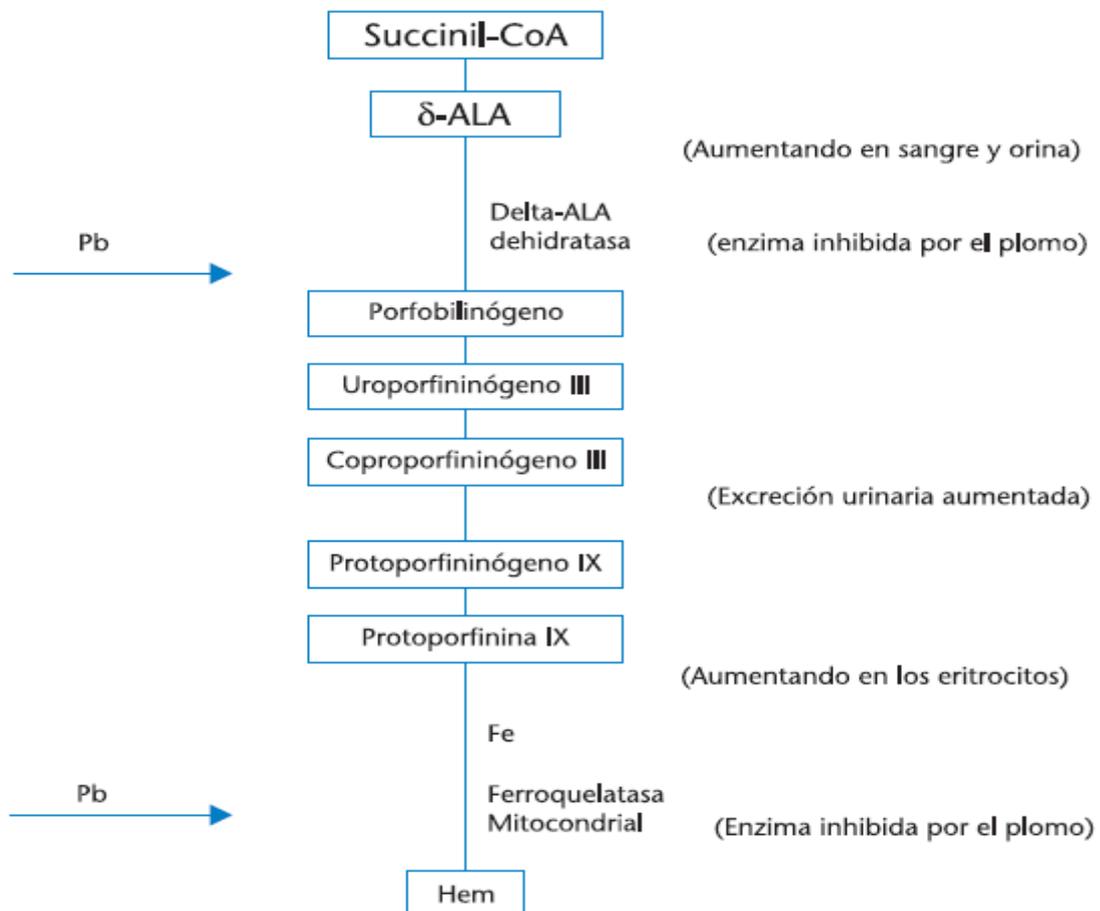
Fuente: Pinzón. C. Tesis de Grado para Optar al título de Magister en Toxicología: "Determinación de Niveles de Plomo y Cadmio en leche Procesada de la Ciudad de Bogotá D.C 2015" ⁽²⁰⁾.

2.3.1.5. Toxicodinamia

En forma general, el mecanismo tóxico del plomo está dado por las formas de acción siguientes:

- Tiene gran afinidad por los grupos sulfhídricos, compitiendo en especial por las enzimas dependientes del zinc, e interfiere con el metabolismo del calcio, sobre todo cuando el metal está en concentraciones bajas. (21)
- Al reemplazar al calcio, altera su distribución en los compartimentos celulares, se une a la calmodulina, proteína reguladora de la contracción muscular (obtención de la energía), regula la liberación de hormonas y el control de la forma celular.
- Afecta la síntesis del grupo Hem. (21)
- Inhibe la bomba Na-K-ATPasa, aumentando la concentración del calcio intracelular, afectando la neurotransmisión, explicando en parte la hipertensión y su neurotoxicidad. (21)

GRÁFICO N° 02. Efectos del Plomo en la Síntesis del Hem.



Fuente: Valdivia. M. Intoxicación por Plomo Revista Social Peruana de Medicina Interna. Vol.18(1) 2005 (10).

2.3.1.6. Manifestaciones Clínicas

Intoxicación Aguda

La intoxicación aguda es poco frecuente, y puede aparecer tras la ingestión de una sal soluble (acetato de plomo), la inhalación de vapores de plomo, de una cantidad importante de un alimento contaminado o como consecuencia de la pica en niños. ⁽²²⁾

Causa náuseas, vómitos, dolor abdominal, estreñimiento o diarrea inicial para, posteriormente, instaurar estreñimiento. Puede haber una crisis hemolítica aguda que ocasione anemia o hemoglobinuria. La alteración renal cursará con oliguria, elevación de la úrea, proteinuria, aminoaciduria, glucosuria, fosfaturia y cilindruria. Además, habrá hepatitis tóxica. Pueden aparecer calambres musculares, debilidad, parestesias y algias en extremidades. En los adultos aparece una encefalopatía tardía que cursa con edema cerebral: cefaleas intensas, obnubilación, convulsiones y coma; por el contrario, en los niños esta encefalopatía es más precoz, y cursa con irritabilidad y convulsiones o con hipertensión endocraneal. ⁽²²⁾

Intoxicación Crónica

Se presentan principalmente síntomas gastrointestinales, neuromusculares, hematológicos, renales y del sistema nervioso central. Los síntomas gastrointestinales son más frecuentes en el adulto en comparación con los niños, en quienes predominan los del sistema nervioso central. Pueden distinguirse tres fases:

- ✓ **Fase de Presaturismo o de impregnación:** En esta fase el paciente se encuentra asintomático, o presenta síntomas inespecíficos, como astenia, dispepsia, artralgias, mialgias, adelgazamiento, dolor abdominal e insomnio. En la exploración clínica se puede evidenciar el ribete de Burton (línea azul-grisácea en el reborde gingival), resultado del depósito de sulfuro de plomo.

⁽²²⁾

- ✓ **Fase de Intoxicación Franca:** Cursa con empeoramiento de la sintomatología de la fase presaturismo. La anemia se manifiesta con concentraciones a partir de 50 µg/dL de plomo. El cólico saturnino consiste en una crisis de dolor abdominal agudo, periumbilical, con vómitos, estreñimiento pertinaz y mal estado general. También se puede presentar la encefalopatía por plomo, que se manifiesta como un síndrome de hipertensión endocraneal. Esta encefalopatía es más frecuente en niños, debido a la mayor facilidad del plomo para penetrar el encéfalo, y está relacionada con déficits cognitivos, alteraciones del comportamiento, déficits visuales, alteraciones de lenguaje, etc. ⁽²²⁾

- ✓ **Fase de Impregnación Antigua:** Se debe a la exposición prolongada de plomo, que puede tener como consecuencia hipertensión permanente, nefritis crónica asociada frecuentemente a la gota y alteraciones cardiacas. ^(23, 24)

El plomo es teratógeno, y puede provocar nacimientos prematuros, niños con bajo peso al nacer e, incluso, abortos en mujeres embarazadas. ⁽²⁵⁾ El paso de plomo de la madre al feto se produce por un mecanismo de difusión simple, aunque algunos autores lo relacionan con fenómenos de transporte de calcio. ⁽²⁶⁾

También puede dañar el sistema reproductor masculino, incluyendo calidad del esperma, disminución en el número de espermatozoides y mayor número de espermatozoides anormales ⁽²⁷⁾

Carcinogénesis

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) llegó a la conclusión de que existen evidencias suficientes en animales, pero solo evidencias limitadas en humanos para la carcinogenicidad del plomo inorgánico, y que los compuestos inorgánicos de plomo son probablemente cancerígenos para los humanos (Grupo 2A). ⁽²⁸⁾

FIGURA N° 01. Polineuropatía Plúmbica



Fuente: Valdivia. M. Intoxicación por Plomo Revista Social Peruana de Medicina Interna. Vol.18(1) 2005 ⁽¹⁰⁾.

2.3.1.7. Tratamiento

La intoxicación aguda de Pb es muy poco frecuente, y se corresponde con dosis potencialmente mortales ($\geq 0,5g$). Debe ser tratada con carbón activado o lavado gástrico, dentro de la hora de la ingestión. En la práctica clínica, hay cuatro medicamentos que se usan para la desintoxicación y son el EDT cálcico disódico IV e intramuscular 75mg/kg, dimercaprol 4mg/kg vía intramuscular, la penicilamina por vía oral 1 a 1,5g/día y succimero 10 a 30mg/kg/día por vía oral. ⁽²⁹⁾

2.3.2. CADMIO

2.3.2.1. Características Fisicoquímicas

El cadmio (Cd) es un metal pesado, blanco azulado, blando, dúctil, maleable, resistente a la oxidación y altamente reactivo. Número atómico, 48; peso atómico, 112,40; su estado de oxidación más común es el +2, y puede presentar el estado de oxidación +1, pero es muy inestable; su densidad es de 8,64 g/cm³; su punto de fusión, 320,9 °C; y entra en ebullición a 765 °C ^(23,30)

La mena más importante del zinc es la escalerita: al tostarla, se obtiene una mezcla de óxidos y de sulfatos, de donde se extrae el cadmio, gracias a su fácil reducción. Aproximadamente se obtienen 3 kg de cadmio de cada tonelada de zinc refinado. También se pueden obtener cadmio a partir de menas de galena y de malaquita. Existen otras fuentes secundarias basadas en el reciclado del hierro y del acero, de los que se obtiene un 10 % del cadmio consumido. Además de la forma metálica del cadmio, se puede encontrar como carbonato, cloruro, sulfato, óxido y sulfuro ⁽³¹⁾

2.3.2.2. Fuentes de Contaminación de Cadmio

Fuente Natural

El cadmio se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre en una concentración media de 0,1 mg/kg. La abundancia de Cd en rocas sedimentarias e ígneas no excede de 0,3 mg/kg y las concentraciones son parecidas en depósitos arcillosos y en rocas metamórficas. Aunque los niveles altos de Cd en suelos se relacionan principalmente con la contaminación, pueden ser también de origen litológico; por ejemplo, existen hallazgos de cantidades anormalmente altas de cadmio en roca caliza de algunas zonas de Francia, originarias del Jurásico y el Cretácico. El cadmio es un constituyente muy habitual en casi todos los compuestos de zinc, que pueden llegar a contener un 0,1-0,3% de cadmio. Gran parte de la dispersión del cadmio al ambiente tiene como causa del desgaste y erosión de las rocas cuyo contenido de

cadmio es de alrededor de 0,1 µg/kg. Sin embargo, la actividad volcánica es considerada la mayor fuente natural de liberación de cadmio a la atmósfera. ⁽³²⁾

Fuente Antropogénicas

Las intoxicaciones industriales por cadmio resultan de la exposición excesiva a los polvos y a los humos que se desprenden en la producción del metal y de sus sales, o en una serie de aplicaciones industriales. ⁽³²⁾

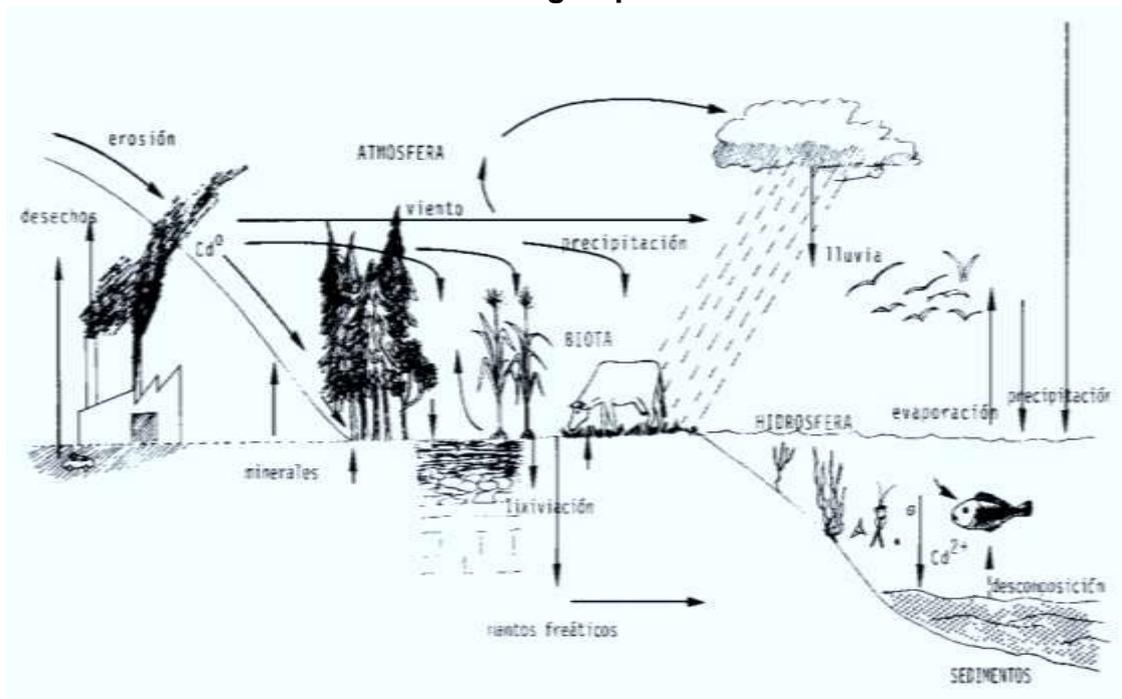
Minería y metalurgia: Las actividades de la minería son la fuente más evidente y la que puede causar las concentraciones más altas de cadmio, ya que este metal se encuentra frecuentemente incorporado en diversos minerales. ⁽³²⁾

Industria: El cadmio está presente en las actividades industriales, ya sea como componente de la materia prima (industrias de baterías y colorantes) o como parte de los subproductos del proceso de obtención del zinc. ⁽³²⁾

Las industrias que han presentado mayor riesgo son las siguientes:

- **Tabaco:** Cada cigarrillo contiene alrededor de 1-2 µg de cadmio. Parte de esto se elimina con la combustión, pero se inhala de 0,1-0,2 µg/cigarrillo, lo que puede causar una acumulación de 15 mg de cadmio en el organismo al cabo de 20 años de haber fumado cigarrillos diarios. ⁽³³⁾
- Fabricación de electrodos para las baterías de níquel-cadmio y acumuladores.
- Cables eléctricos.
- Cloruro de polivinilo (se emplea como estabilizador).
- Fabricación de colorantes para pinturas, vidrios, textiles, cerámicas y plásticos.
- Fusiles.
- Joyería.
- Soldaduras.

FIGURA N° 02. Ciclo Biogeoquímico del Cadmio.



Fuente: Ayala. J, Flor. L. Tesis para Optar el título de Químico Farmacéutico: "Determinación cuantitativa de plomo y cadmio en jugos de naranja expandidas por vendedores ambulantes en Lima Metropolitana durante el Periodo Junio – Setiembre 2014" ⁽³⁾.

2.3.2.3. Toxicocinética

Absorción

El cadmio se absorbe por vía respiratoria principalmente; la vía digestiva es menos importante. La absorción en el intestino está condicionada por ciertos factores como especie, edad, interacción con otras sustancias nutritivas, estado de gestación o de lactación. Solo del 5 al 7 % del cadmio ingerido es absorbido por vía gastrointestinal, y aumenta por deficiencias de calcio, hierro, cobre y bajo contenido proteico en las dietas. Una deficiencia de hierro incrementa la absorción de cadmio por vía gastrointestinal. ⁽³⁴⁾

Distribución

El Cadmio tras ser absorbido, se transporta al hígado, donde se une a la metalotioneína (80% - 90%) presente en el mismo, e induce la síntesis de más metalotioneína, que secuestra a su vez cadmio de otros sitios de unión, protegiendo las células hepáticas de su toxicidad. ⁽³⁵⁾

El Cadmio unido a metalotioneína se transporta por la sangre hasta el riñón, donde se filtra a través del glomérulo y se reabsorbe por pinocitosis en el túbulo proximal. ⁽³⁵⁾

Usualmente pasa a la sangre sólo del 1 – 5% del cadmio que se ingiere y del 30 – 50% del que inhala. La vida media del cadmio en el organismo es muy larga y se calcula entre el 10 y 30 años, periodo en el cual permanece almacenado en varios órganos, en particular en el hígado y los riñones en los que se encuentra cerca del 50% de la carga corporal total. ⁽³⁶⁾

Excreción.

Normalmente, las principales vías de excreción son orina y heces. Por orina, diariamente se elimina 0,007% del contenido corporal y por heces 0,03%. La vida media de excreción urinaria es de hasta 40 años. Tan sólo una pequeña fracción del cadmio del compartimento sanguíneo y otra del hígado, a través de la vía biliar, también puede eliminarse con el cabello y encontrarse en la leche materna. ⁽³⁶⁾

2.3.2.4. Toxicodinamia

El cadmio es un xenobiótico y, por tanto, un metal tóxico y no esencial para el organismo, que se acumula en los tejidos humanos. Los órganos blancos son riñón y pulmón. En exposición laboral o ambiental, sus principales efectos tóxicos son: neumonitis química, disfunción renal con proteinuria y microproteinuria y enfisema. ⁽³⁷⁾

El riñón es más sensible al cadmio que pulmón e hígado y el epitelio del túbulo renal proximal es el punto blanco. Su deterioro se pone de manifiesto por el incremento de proteínas en la orina. ⁽³⁷⁾

2.3.2.5. Manifestaciones Clínicas

Intoxicación Aguda

La inhalación de compuestos de cadmio en el aire superior a 1 mg Cd/m³ durante 8 horas o en concentraciones superiores durante períodos más cortos puede producir una neumonitis química y, en los casos graves, edema pulmonar. Generalmente, los síntomas aparecen entre 1 y 8 horas después de la exposición y son similares a los de la gripe o la fiebre. Los síntomas más graves de la neumonitis química y del edema pulmonar pueden tener un período de latencia de hasta 24 horas. El fallecimiento puede sobrevenir después de 4 ó 7 días. ⁽³⁸⁾

La ingestión de bebidas contaminadas con cadmio en concentraciones superiores a 15 mg Cd/L produce síntomas de intoxicación alimentaria. Los síntomas son: náuseas, vómitos, dolor abdominal y, en ocasiones, diarrea. Las fuentes de contaminación de los alimentos pueden ser las cacerolas y sartenes recubiertos con esmalte a base de cadmio o soldaduras realizadas con cadmio que se utilizan en las máquinas expendedoras de bebidas calientes y frías. ⁽³⁸⁾

Intoxicación Crónica

Se han producido casos de intoxicación crónica por cadmio tras exposiciones prolongadas a humos o polvo de óxido de cadmio y

estearatos de cadmio. Los cambios asociados con la intoxicación crónica por cadmio pueden ser locales, en cuyo caso afectan las vías respiratorias, o sistémicos. Las alteraciones sistémicas incluyen lesiones renales, con proteinuria y anemia. ⁽³⁸⁾

Asimismo, en los casos de exposición a concentraciones muy elevadas de cadmio, pueden observarse manchas amarillas en los cuellos de las piezas dentarias y pérdida del sentido del olfato (anosmia). ⁽³⁸⁾

Se ha descrito que la exposición a concentraciones de aproximadamente 0,2 mg Cd/m³ durante más de 20 años puede producir enfisema pulmonar. ⁽³⁸⁾

Carcinogénesis

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que el cadmio y los compuestos de cadmio son reconocidos como carcinogénicos en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el cadmio es carcinogénico en seres humanos. ⁽³⁹⁾

2.3.2.6. Tratamiento

En los casos de intoxicación crónica no existe más tratamiento que el retirar al paciente de la fuente de exposición. Los quelantes de elección para los casos de intoxicación por cadmio son los siguientes:

- ✓ En personas que toleran la vía oral se empleará el Succimero o DMSA (ácido 2,3-dimercaptosuccínico) a razón de 10 mg/kg de peso cada 8 horas por 5 días, y luego continuar la misma dosis cada 12 horas por los siguientes 14 días. ⁽⁴⁰⁾
- ✓ En personas que no toleran la vía oral, el agente quelante de elección es el Ácido Etilen Diamino Tetraacético Calcio Disódico (CaNa₂EDTA), administrar por vía endovenosa o intramuscular, a una dosis de 75 mg/kg/día en tres a seis dosis por cinco días (dosis total por cinco días que no excedan de 500 mg /kg). ⁽⁴⁰⁾

2.4. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Jugo de naranja.

VARIABLE DEPENDIENTE

- Concentración de plomo y cadmio.

VARIABLES	INDICADORES	
VARIABLE INDEPENDIENTE		
Jugo de Naranja	-Jugo de Naranja expendidos de forma ambulatoria en el Paradero Villa Sol – Los Olivos - Período de Octubre 2016 - Enero 2017.	
VARIABLE DEPENDIENTE	Valores máximos permisibles según la Unión Europea 1181/2006.	Valores máximos permisibles según la Reglamento Técnico de MERCOSUR
Concentración de plomo	Pb: 0,05 mg/kg	Pb: 0, 05 mg/Kg
Concentración de cadmio	Cd: 0,05 mg/kg	Cd: 0,05 mg/kg

2.5. HIPÓTESIS

Hipótesis General

Los jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los Olivos - período de Octubre 2016 - Enero 2017, contienen altos niveles de concentración de plomo y cadmio que superan los límites máximos dados por organizaciones internacionales como el Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Unión Europea y el Reglamento Técnico Mercosur, según Decreto 14/2013.

Hipótesis Específicas

- . Los jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los Olivos período de Octubre 2016 - Enero 2017, superan los parámetros de plomo establecidos por el Reglamento de la Unión Europea.

- . Los jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los Olivos período de Octubre 2016 - Enero 2017, superan los límites máximos de cadmio establecido en el Reglamento Técnico Mercosur, según Decreto 14/2013.

- . Existe correlación entre la concentración de plomo y cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los Olivos

PARTE EXPERIMENTAL

III. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1. Tipo de investigación

- **Observacional, descriptiva, prospectiva y transversal**

3.2. Muestra

Muestra: La muestra estuvo constituida por los jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los Olivos.

El tamaño de muestra estará comprendida por 15 muestras de Jugo de Naranja, se utilizará toda la población ya que en dicho paradero solo existen 15 vendedores de jugo de Naranja.

3.3. Método Analítico

La determinación de los niveles de concentración de plomo y cadmio en Jugos de Naranja expendidos de forma ambulatoria, se hará mediante el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica en Horno de grafito, lo cual nos permite una determinación cuantitativa de los metales mencionados. Los datos obtenidos serán analizados y comparados con el límite máximo establecido en el Reglamento de la Unión Europea y el Reglamento Técnico del MERCOSUR.

Fundamento del Método

La técnica se basa en la medida de la radiación absorbida por los átomos libres en su estado fundamental. Para que esto ocurra la muestra pasa por un proceso de atomización electrotérmica utilizando una resistencia eléctrica. Estos átomos libres, formados a partir de un estado energético inferior a otro superior, absorben una radiación de energía de onda específica emitida por una lámpara que contiene un cátodo. La diferencia entre energía incidente y la transmitida se recoge en un detector, permitiendo realizar la determinación cuantitativa del elemento.⁽⁴¹⁾

Espectroscopía de Horno de Grafito

El espectrómetro de absorción atómica por Horno grafito (GFAAS) permite trabajar con muestras de volumen muy reducido (inferior a 100 μL) o directamente sobre muestras orgánicas líquidas. Habitualmente se analizan muestras de material biológico de origen clínico (sangre, suero, orina, biopsias hepáticas, etc.). Por su elevada sensibilidad (niveles de ppb), la técnica se aplica en la detección de metales en productos de alta pureza, como por ejemplo fármacos, alimentos y productos industriales, y también en aguas de bebida y de acuíferos (determinación de la presencia de Cu, Cd, Pb, etc.)

3.4. Técnicas, instrumentos

- **Técnica Operatoria:**

Espectroscopia de Absorción Atómica.

En la espectroscopia de absorción atómica (AAS en sus siglas en inglés), los elementos como el analito se transforman en el estado libre atómico en un dispositivo de atomización con la adición de energía térmica. Estos átomos son capaces de absorber radiación específica según el elemento. Para ello, una lámpara específica de elemento con un cátodo hueco hecho con el elemento que se va a investigar se introduce en la trayectoria del rayo de un espectrómetro de absorción atómica con el dispositivo de atomización y un detector. Dependiendo de la concentración del elemento investigado en la muestra, parte de la intensidad de radiación de la lámpara de cátodo hueco es absorbida por los átomos formados. Dos fotomultiplicadores miden la intensidad de la radiación no atenuada y de la radiación después de salir del dispositivo de atomización durante el suministro de una solución de muestra. La concentración del elemento en la muestra puede calcularse a partir de la diferencia entre las dos intensidades.

- **Instrumentos:**

El instrumento viene a ser el protocolo brindado por el laboratorio en donde se mandaran a analizar las muestras, así como, los programas usados en la investigación: Excel o SPSS. Finalmente se procederá a la interpretación de los datos para plasmarlos en el Informe de la Tesis como resultado de la investigación.

3.5. Procedimiento de recolección de datos

Obtención de muestra

- La muestra será obtenida aleatoriamente al azar en puestos ambulantes del paradero Villa Sol – Los Olivos.
- Se recolectará 15 muestras (total de la población) de jugo de naranja valencia, cada muestra tendrá 15mL las cuales serán recolectadas en tubos de policarbonato neutro de 15mL de plástico de tapa azul dados por el laboratorio.
- La muestra será almacenada en un cooler para su respectiva conservación y transporte.

Limpieza y acondicionamiento del material

Todo el material de vidrio utilizado en este análisis, después de su lavado, será enjuagado con ácido nítrico 0,2 M y con agua ultra pura y finalmente secado en estufa.

Toma de la cantidad de muestra a utilizar

El estudio se realizará con el jugo (zumo) de naranja recolectado. Para ello, se medirán 15 mL. Seguidamente se tomará 0,5 mL de cada uno.

Digestión por Microondas

La primera etapa consistirá en la digestión de las muestras, es decir, la destrucción de la materia orgánica (DMO) por oxidación con la ayuda del digestor de microondas, con el fin de romper la unión entre los metales y la materia orgánica, por lo cual no se pierde analito en el proceso.

La muestra 0,5 mL se pesará en un tubo de teflón, luego se adiciona 6 mL ácido nítrico ultra puro más 2 mL ácido clorhídrico ultra puro y 0,5 mL de agua oxigenada ultra pura al 30% se sella y será llevado a Digestión Asistida por Microondas. Se usará el digestor de marca MARS 6 a una potencia de 1600w, a un tiempo de digestión de 15 minutos a una temperatura de 180 °C, 40 Bar de presión y 45 minutos de enfriamiento.

Luego serán transvasados a fioles de 25mL y enrasados con agua ultra pura tipo I quedando listos para su correspondiente lectura.

El equipo previamente estandarizado de acuerdo a los parámetros correspondientes para la determinación de cada uno de los diferentes metales, motivo de estudio, se verificará en cada corrida de los análisis realizados.

Espectrofotometría de Absorción Atómica asociado a Horno de Grafito para plomo y cadmio. El plomo es cuantificado a una longitud de onda de 217,00 nm y el cadmio es cuantificado a una longitud de onda de 228,8 nm; ambos metales por medio del Equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica de marca Perkin Elmer modelo Analyst 600 con Horno de Grafito.

3.6. RECURSOS

Recursos Humanos.

Asesor: Manuel Hernández Aguilar

3.7. Materiales, Equipos y Reactivos.

Materiales:

- Cooler
- Tubos de polibicarbonato neutro de 15 mL de plástico de tapa azul.
- Pipetas de 5 y 10 mL
- Fiola de 25mL y 100 mL
- Matraz aforado de 100 mL
- Matraz de 100 mL
- Pipetas automáticas de 500 μ L – 5000 μ L
- Pipetas automáticas de 100 μ L – 1000 μ L
- Pipetas de 5 mL y 10 mL
- Papel Whatman 0,45u
- Tips de 100uL – 1000 μ L
- Tips de 500uL – 5000 μ L

Equipos

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito
Modelo: ANALYST 600 PERKIN ELMER.
- Campana extractora
- Destilador de agua
- Equipo nano puré para agua ultra pura
- Lámpara de Cátodo para Plomo
- Lámpara de Cátodo para Cadmio

Reactivos:

- Agua ultra pura Tipo I.
- Ácido nítrico ultra puro.
- Ácido clorhídrico ultra puro.
- Peróxido de hidrogeno al 30%. Ultra puro.
- Solución estándar de Plomo 1000ug/mL en HNO₃ 1%
- Solución estándar de Cadmio 1000ug/mL en HNO₃ 1%

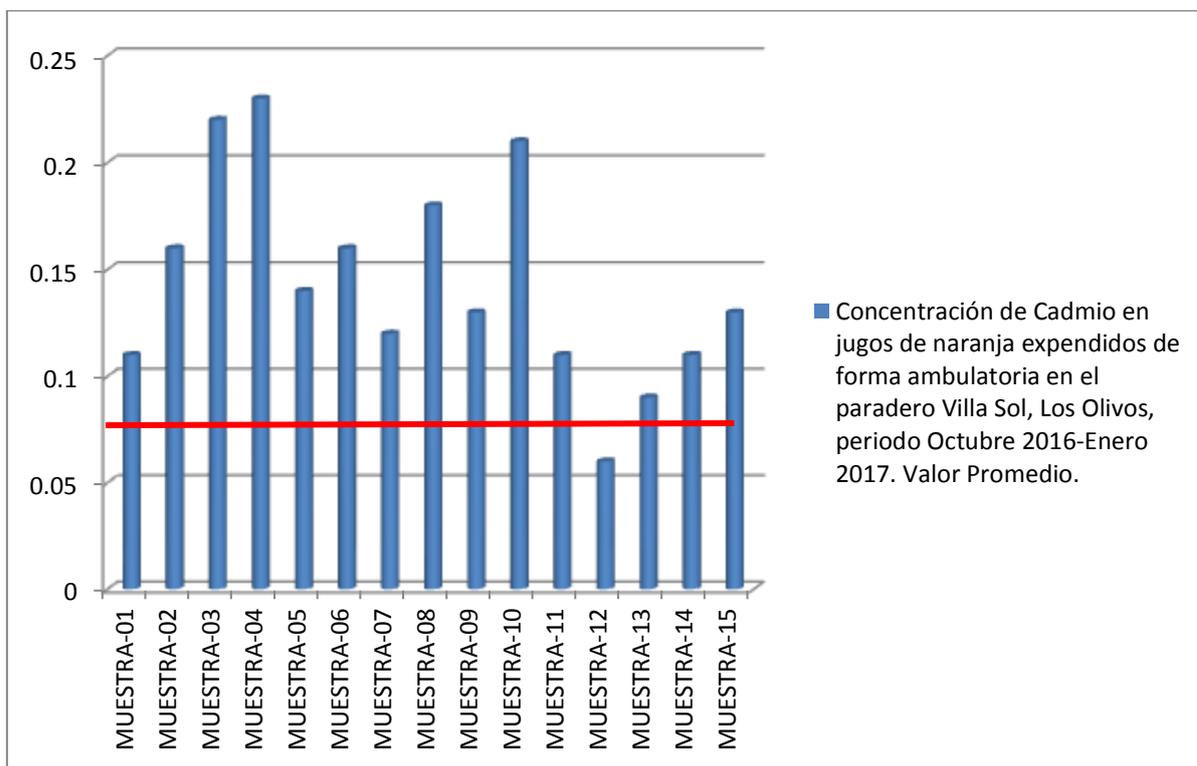
IV. RESULTADOS.

Tabla N° 02: Resultados de Cadmio y Plomo en jugos de naranja valencia expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos- periodo Octubre 2016-Enero 2017.

MUESTRA	CADMIO (mg/Kg)	PLOMO (mg/Kg)
M-01	0,11	0,23
M-02	0,16	0,21
M-03	0,22	0,29
M-04	0,23	0,33
M-05	0,14	0,38
M-06	0,16	0,33
M-07	0,12	0,37
M-08	0,18	0,29
M-09	0,13	0,43
M-10	0,21	0,26
M-11	0,11	0,28
M-12	0,06	0,34
M-13	0,09	0,29
M-14	0,11	0,23
M-15	0,13	0,32

Interpretación: En este cuadro podemos ver la concentración de Cadmio y Plomo en jugo de naranja.

GRÁFICO 03: Concentración de Cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol- Los Olivos- periodo Octubre 2016 - Enero 2017 comparado con el Valor Promedio.



Interpretación: En esta figura se establece el valor promedio de la concentración de Cadmio en mg/kg en muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol- Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017 comparado con el Valor Promedio: 0,144 mg/kg

Tabla N° 03: Concentraciones de Cadmio valor promedio, máximo y mínimo en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017.

Concentraciones de Cadmio valor promedio, máximo y mínimo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol- Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017.	
Concentración Máxima de Cadmio en mg/kg	0,23 mg/kg
Concentración Mínima de Cadmio en mg/kg	0,06 mg/kg
Concentración Promedio de Cadmio en mg/kg	0,144 mg/kg

Interpretación: La tabla representa los valores máximos, mínimos y el promedio de Cadmio en Kg/mg valor de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017.

GRÁFICO 04: Valor máximo, mínimo y promedio de Cadmio en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017.



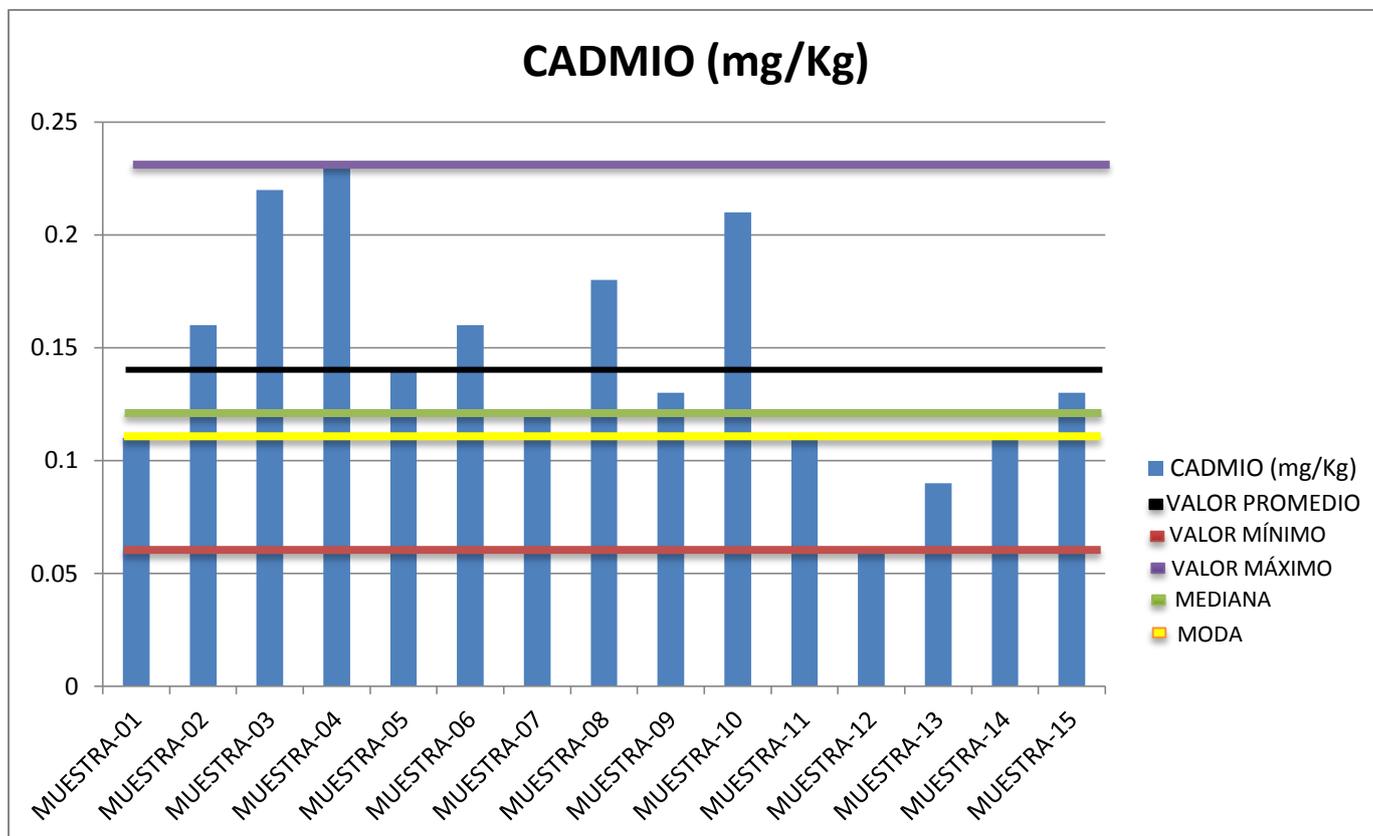
INTERPRETACIÓN: La figura representa los valores máximo, mínimo y promedio de Cadmio en mg/kg en muestras analizadas.

Tabla N °04 : Datos estadísticos de las Concentraciones de Cadmio en mg/kg de las muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016- Enero 2017.

DATO ESTADISTICO		CONCENTRACIÓN DE CADMIO
Parámetros de Centralización.	Mediana	0,13 mg/kg
	Promedio	0,144 mg/kg
	Moda	0,11 mg/kg
Parámetros de Dispersión	Varianza	0,0024 mg/kg
	Desviación Estándar	0,0474 mg/kg
Valor Máximo		0,23 mg/kg
Valor Mínimo		0,06 mg/kg

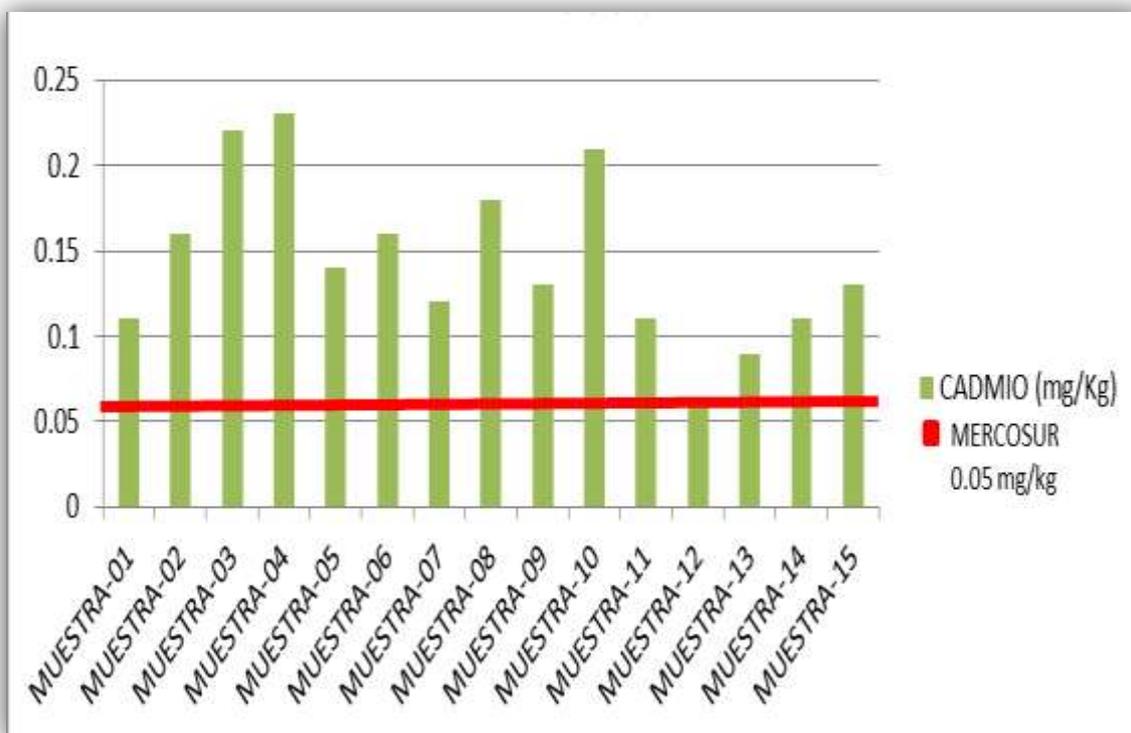
Interpretación: En la tabla podemos apreciar los valores de los parámetros estadísticos de centralización y dispersión para el valor de Cadmio. Se determina que el promedio es 0,144mg/kg. Hay un valor que se repite con mayor frecuencia, es decir la moda: 0,11 mg/kg. El valor del rango demuestra que hay una marcada diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo.

GRÁFICO 05: Valores máximos, mínimos, promedio, moda y mediana de Cadmio en mg/kg de las muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017.



INTERPRETACIÓN: El Gráfico de barras nos permite observar y hacer una comparación de los valores de Cadmio en las muestras de jugo de naranja expendido de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017; así como apreciar la diferencia entre el valor máximo, mínimo y la mediana. Siendo para cada uno 0,23 mg/kg, 0,06 mg/kg, 0,13 mg/kg respectivamente.

GRÁFICO 06: Datos estadísticos de las concentraciones de Cadmio en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017 comparado con los Parámetros emitidas por Mercosur: 0,05 mg/kg.



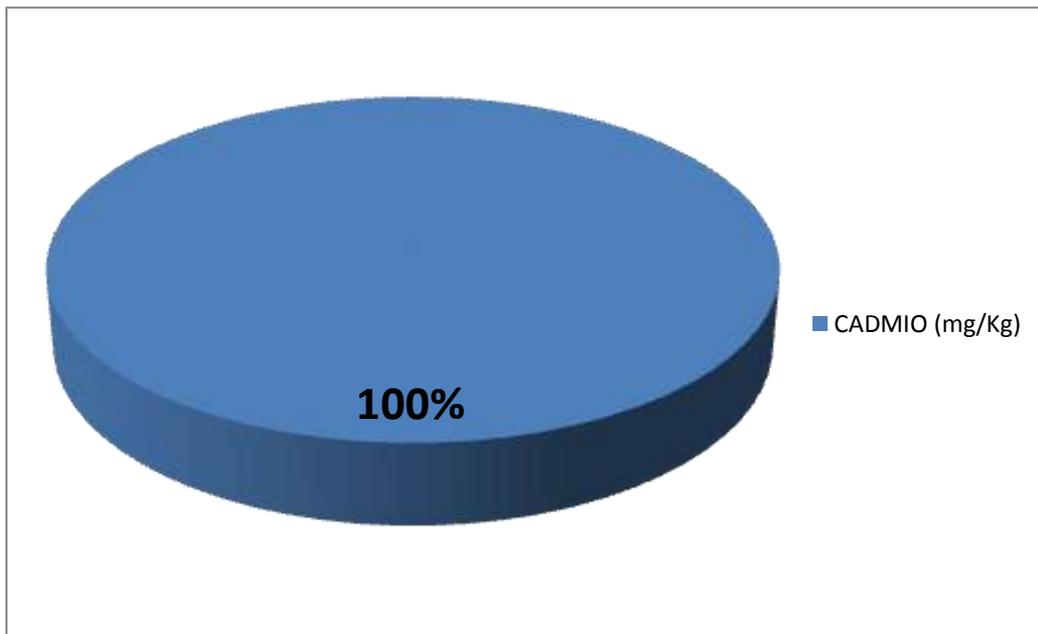
INTERPRETACIÓN: En esta figura podemos apreciar los valores de concentración de Cadmio en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo Octubre 2016-Enero 2017 comparado con los Parámetros de Mercosur: 0,05 mg/kg.

Tabla N° 05 : Resultado en porcentaje de muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017 que superan la concentración de Cadmio emitido por Mercosur.

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN mg/kg DE JUGO DE NARANJA EXPENDIDOS DE FORMA AMBULATORIA EN EL PARADERO VILLA SOL - LOS OLIVOS - PERIODO OCTUBRE 2016 - ENERO 2017 VS LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EMITIDO POR MERCOSUR		PORCENTAJE %
Superan la concentración emitida por Mercosur 0.05 mg/kg	15	100%
No superan la concentración emitida por Mercosur 0.05 mg/kg	0	0%
Total	15	100

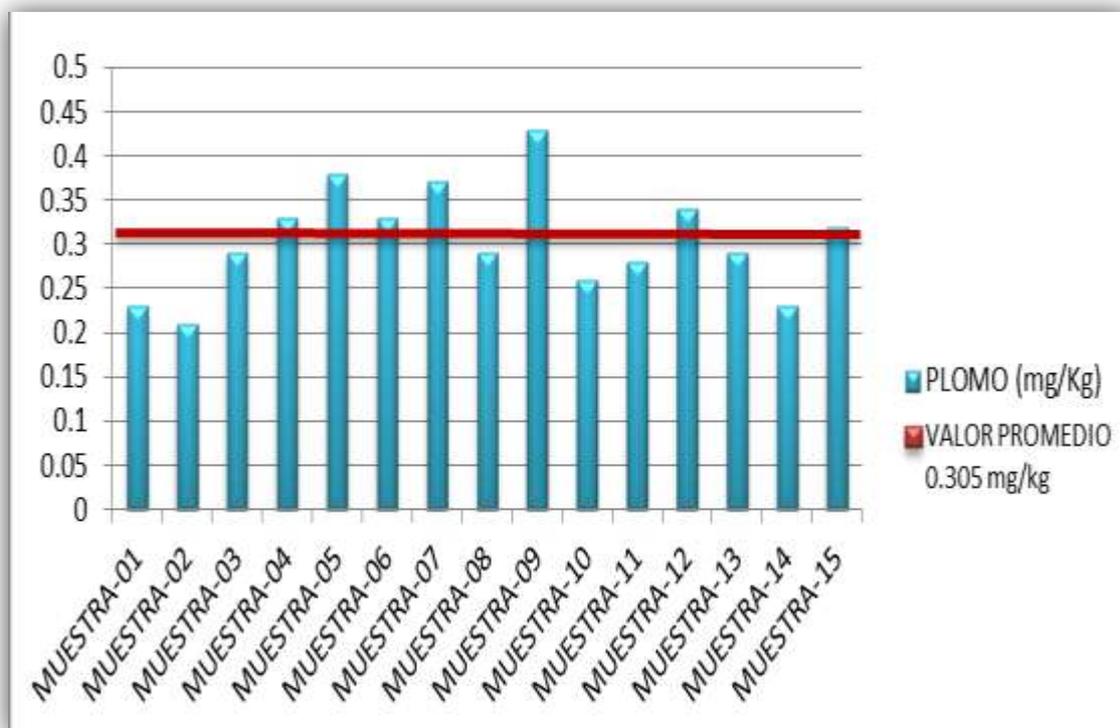
INTERPRETACIÓN: La tabla nos permite apreciar que el 100% de las muestras superan la concentración de Cadmio emitida por Mercosur 0,05 mg/kg.

GRÁFICO 07: Porcentaje de concentración de cadmio en mg/kg en jugo de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo octubre 2016 - enero 2017 que supera la concentración emitida por MERCOSUR: 0,05 mg/kg.



INTERPRETACIÓN: El diagrama circular nos permite apreciar que el 100% de las muestras superan la concentración de Cadmio emitida por Mercosur: 0,05 mg/kg.

GRÁFICO 08: Concentración de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo octubre 2016-enero 2017 comparado con el Valor Promedio.



INTERPRETACIÓN: En la figura establecemos el valor promedio de la Concentración de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol, Los Olivos, periodo octubre 2016-enero 2017 comparado con el Valor Promedio 0,305 mg/kg.

Tabla N° 06 : Concentraciones de Plomo valor promedio, máximo y mínimo en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017.

Concentraciones de Plomo valor promedio, máximo y mínimo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017.	
Concentración Máxima de Plomo en mg/kg	0,43 mg/kg
Concentración Mínima de Plomo en mg/kg	0,21 mg/kg
Concentración Promedio de Plomo en mg/kg	0,305 mg/kg

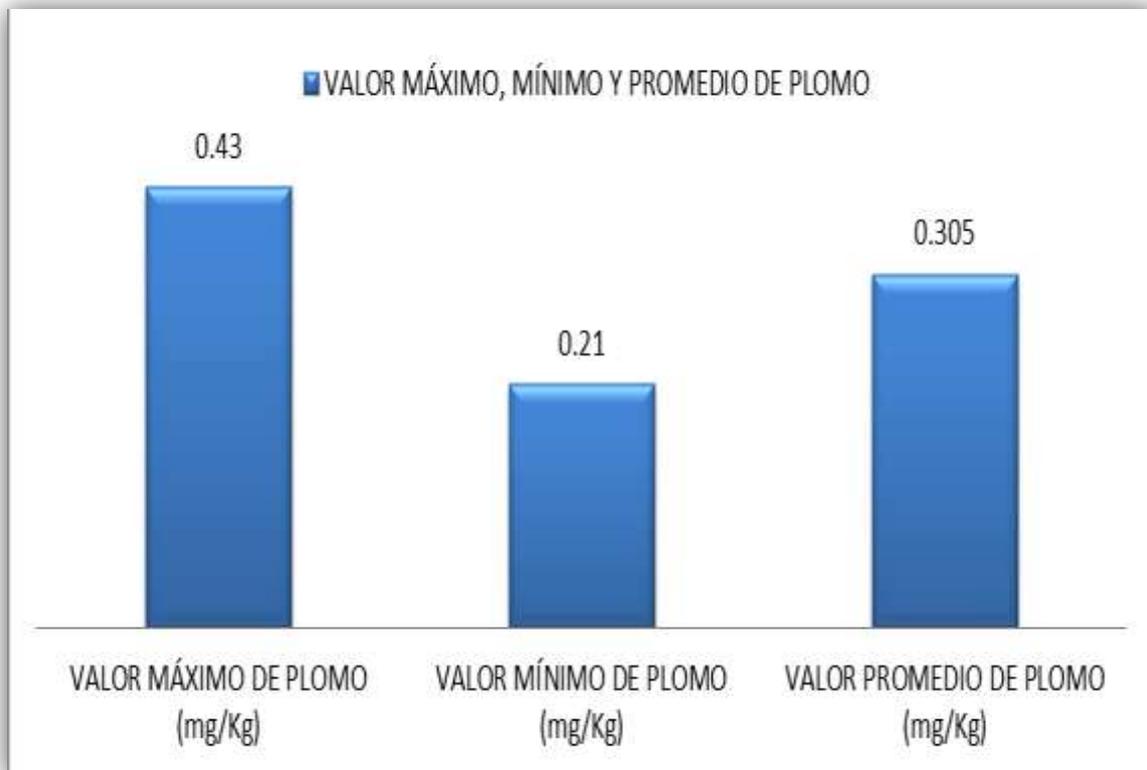
Interpretación: La tabla representa los valores máximos, mínimos y el promedio de Plomo en Kg/mg valor de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017.

Tabla N° 07 : Datos estadísticos de las Concentraciones de Plomo en mg/kg de las muestras de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016- Enero 2017.

DATO ESTADISTICO		CONCENTRACIÓN DE PLOMO
Parámetros de Centralización.	Mediana	0,29 mg/kg
	Promedio	0,305 mg/kg
	Moda	0,29 mg/kg
Parámetros de Dispersión	Varianza	0,00345 mg/kg
	Desviación Estándar	0,0608 mg/kg
Valor Máximo		0,43 mg/kg
Valor Mínimo		0,21 mg/kg

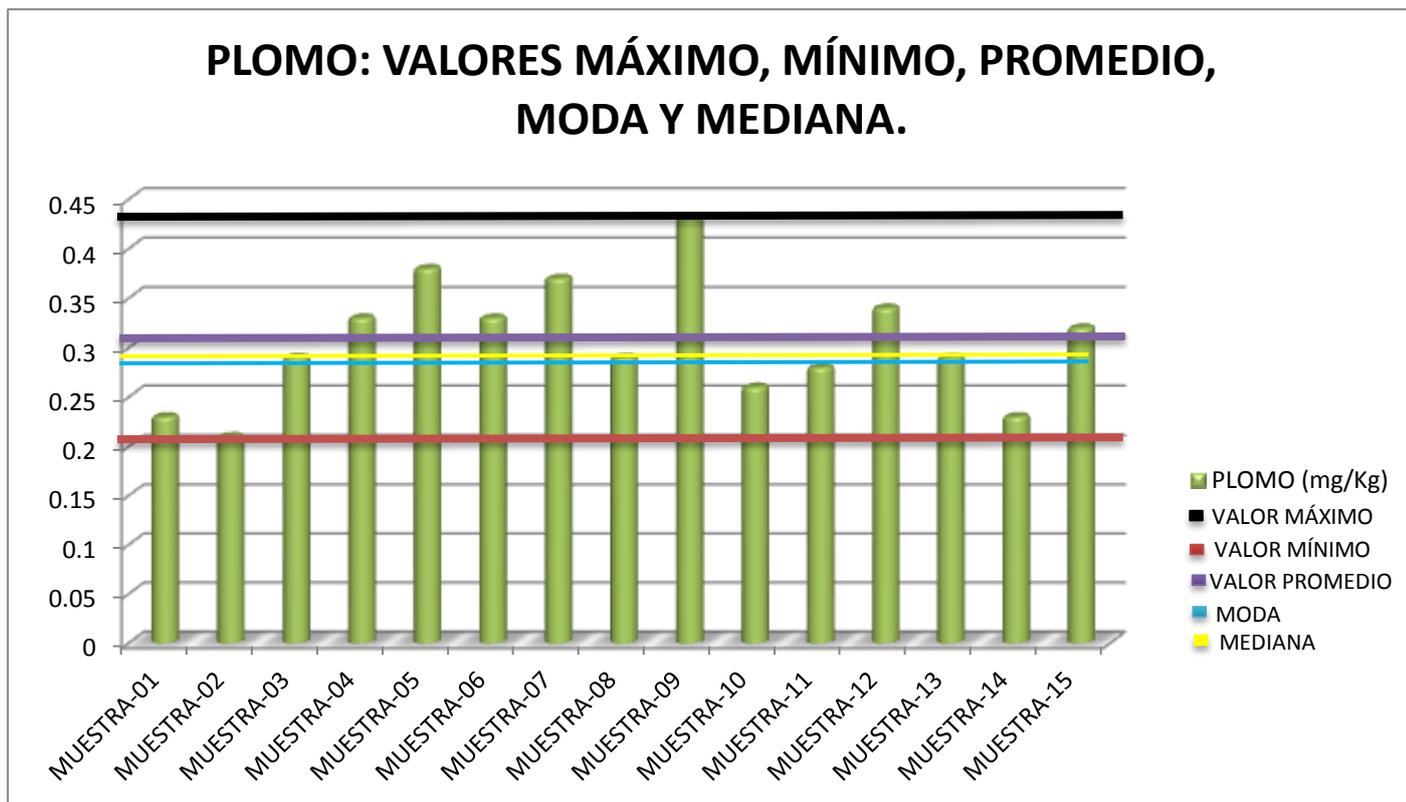
Interpretación: En la tabla podemos apreciar los valores de los parámetros estadísticos de centralización y dispersión para el valor de Plomo. Se determina que el promedio es 0,305mg/kg. Hay un valor que se repite con mayor frecuencia, es decir la moda: 0,29 mg/kg. El valor del rango demuestra que hay una marcada diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo.

GRÁFICO 09: Valor máximo, mínimo y promedio de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo octubre 2016 - enero 2017.



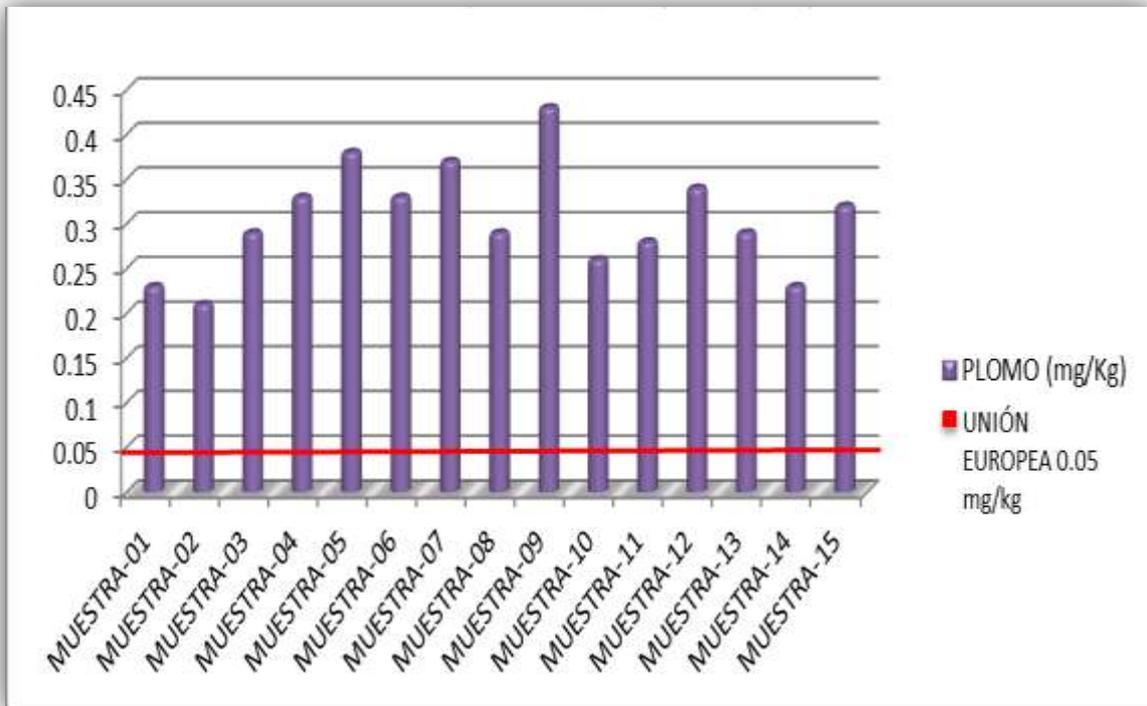
INTERPRETACIÓN: La figura representa los valores máximo, mínimo y promedio de Plomo en mg/kg en muestras analizadas.

GRÁFICO 10: Valores máximo, mínimo, promedio, moda y mediana de Plomo en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017.



INTERPRETACIÓN: El Gráfico de barras nos permite observar y hacer una comparación de los valores de Plomo en las muestras de jugo de naranja expendido de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017; así como apreciar la diferencia entre el valor máximo, mínimo y la mediana. Siendo para cada uno 0,43 mg/kg, 0,21 mg/kg, 0,29 mg/kg respectivamente.

GRÁFICO 11: Datos estadísticos de las concentraciones de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016-Enero 2017 comparado con el Reglamento de la Unión Europea: 0,05 mg/kg.



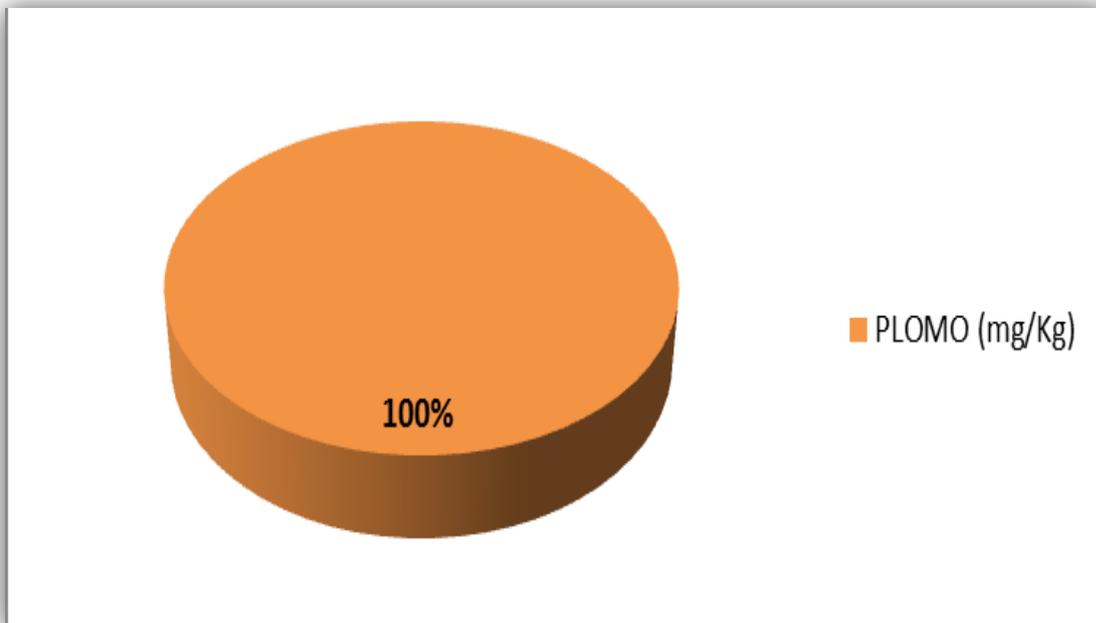
INTERPRETACIÓN: En esta figura podemos apreciar los valores de concentración de Plomo en mg/kg en jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017 comparado con el Reglamento de la Unión Europea: 0,05 mg/kg.

Tabla N° 08 : Resultado en porcentaje de jugos de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos - periodo Octubre 2016 - Enero 2017 que superan la concentración de Plomo emitido por Reglamento de la Unión Europea.

CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN mg/kg DE JUGO DE NARANJA EXPENDIDOS DE FORMA AMBULATORIA EN EL PARADERO VILLA SOL - LOS OLIVOS - PERIODO OCTUBRE 2016-ENERO 2017 VS LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EMITIDO POR REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA.		PORCENTAJE %
Superan la concentración emitida por la Unión Europea 0.05 mg/kg	15	100%
No superan la concentración emitida por la Unión Europea 0.05 mg/kg	0	0%
Total	15	100

INTERPRETACIÓN: La tabla nos permite apreciar que el 100% de las muestras superan la concentración Plomo emitida por la Unión Europea: 0,05 mg/kg.

GRÁFICO 12: Porcentaje de concentración de Plomo en mg/kg en jugo de naranja expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos, periodo octubre 2016 - enero 2017 que supera la concentración de plomo emitida por la Unión Europea.



INTERPRETACIÓN: El diagrama circular nos permite apreciar que el 100% de las muestras superan la concentración de Plomo emitida por la Unión Europea: 0,05 mg/kg.

V. DISCUSIÓN

Mediante el desarrollo del presente trabajo de investigación ha sido posible evaluar las concentraciones de plomo y cadmio presentes en los jugos de naranja expendidos en el paradero Villa sol – Los Olivos, habiendo sido analizados 15 muestras cuyos resultados son evidenciados en las tablas, gráficos y cuadros según anexos. Los análisis fueron realizados mediante la espectrofotometría de absorción atómica y las muestras recolectadas durante el periodo diciembre 2016, donde se puede observar que los metales analizados superan ampliamente los valores máximos permitidos por Mercosur y la Comunidad Europea, siendo el valor límite para el cadmio 0,05 mg/Kg; los valores encontrados para este metal están entre 0,06 mg/Kg y 0,23 mg/kg. Para el caso del Plomo se muestran índices máximos de 0,43 mg/Kg y un mínimo de 0,21 mg/Kg, mostrándose concentraciones por encima de los valores permitidos por Mercosur, cuyo valor es 0,05 mg/Kg.

Comparado a un trabajo realizado por Luna Ruth, Víctor Rodríguez, ⁽⁴⁾ sobre “Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca,” Lima 2016, donde se encontraron concentraciones media de cadmio en las muestras de papa para la cuenca del río Mashcón fue de 0,3095 ppm \pm 0,0078 ppm y para la cuenca del río Chonta fue de 0,3078 ppm, se concluye que estos valores se encuentran por encima de los valores hallados en nuestro trabajo. En el trabajo mencionado no se hallaron concentraciones de plomo.

La gran contaminación ambiental a que son sometidos los sembríos y cultivos por parte de las grandes industrias, sobre todo la actividad minera hacen que los alimentos y frutos presenten contaminación por metales, entre ellos plomo y cadmio. Ello sumado a las condiciones

descritas sobre manipulación y expendio del jugo de naranja, seguido de la contaminación urbana por parte de las industrias y parque automotor son los factores significativos que justifican la contaminación de este zumo.

Los resultados obtenidos en la investigación, comparado a el trabajo realizado por Ayala J, Liñan F ⁽³⁾ sobre “Determinación Cuantitativa de Cadmio y Plomo en jugo de naranjas expendidas por vendedores ambulantes en Lima Metropolitana durante el Periodo Junio- Setiembre 2014”, en las que se tuvieron como resultados valores promedio de 0,17ppm para el cadmio y 0,36 ppm para el plomo en comparación a los nuestros que fueron de 0,144 mg/Kg y 0,305 mg/Kg. para el cadmio y plomo respectivamente presentan valores similares, lo que indica que las contaminaciones por metales no han disminuido sustancialmente, esto debido al crecimiento de las grandes industrias y al poco control de parte de las autoridades sobre las industrias en relación a la emisión de gases, humos, que constituyen grandes contaminantes que afectan a la población. Se debe generar una alerta de parte de las autoridades y un mayor control sobre el expendio de estos productos, a fin de minimizar los riesgos en la salud de las personas.

En el 2004 se realizó un estudio en Polonia ⁽⁴⁾ en frutas y jugos, en donde el contenido de Pb, Cd, Cu y Zn se determinó mediante espectrometría de absorción atómica (AAS). Se encontró que la mayoría de las muestras de frutas (90,4%) contenían bajos niveles de metales pesados. Sin embargo, el 9,6% restante tenían los valores de metales pesados aumentados (Pb 2,2%, Cd 4,4%, Cu, 1,5%, Zn 1,5%). La mayoría de la muestra de jugo de fruta (88%) cumplió con los criterios estándar nacionales, pero el 12% excedió los límites permisibles para Pb y Cd (3% y 9%, respectivamente). Se encontró que el promedio de plomo para jugos de naranja es de 0,125 mg/L – y para cadmio un promedio de 0,015 mg/L. En la presente investigación se puede observar que el promedio para plomo es 0,305 mg/kg y para cadmio: 0,144mg/kg siendo estos valores mucho más elevados.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó la concentración de plomo y cadmio en muestras de jugo de naranja expandido de forma ambulatoria en el paradero Villasol, Los Olivos.
- ✓ Los niveles de plomo y cadmio presentes en los jugos de naranja expandidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol – Los olivos se encuentran por encima de los valores límites permisibles admitidos por Mercosur y la Comunidad Europea cuyo valor es 0,05 mg/Kg.
- ✓ El 100% de los jugos de naranja analizados expandidos en el paradero Villa Sol – Los Olivos presentan concentraciones de plomo y cadmio por encima de los valores permitidos por la Comunidad Europea y Mercosur superando el valor límite de 0,05 mg/Kg. en un 420% como mínimo para el plomo y en un 120% como mínimo para el Cadmio.

VII. RECOMENDACIONES

- ✚ Establecer una normativa nacional en las entidades reguladoras para determinar los valores máximos permitidos en los alimentos en relación a la concentración de los metales.
- ✚ Las autoridades municipales, de salud y prevención del delito deben ejercer un mayor control sobre el expendio de alimentos, sobre todo los de forma ambulatoria, que pueden contribuir de manera involuntaria a cuadros de intoxicación y su posterior efecto sobre la población.
- ✚ Promover estudios futuros en una mayor población y en diferentes zonas vigilando las concentraciones de metales en los alimentos, en nuestro caso el zumo de naranja que tiene un gran consumo en la población.
- ✚ Ejercer un mayor control sobre las grandes industrias agrícola, minera, automotriz con el objetivo de minimizar la contaminación ambiental y su efecto sobre la población mediante el consumo de los alimentos creando conciencia en la población sobre las condiciones sanitarias que debe exigir al consumir un producto.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Krejpcio. Z, Sionkowski. S, Bartela. J., Safety of Fresh Fruits and Juices Available on the Polish Market as Determined by Heavy Metal Residues. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 14, No 6 (2005), 877-881
2. Huanri. J. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana, 2014. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2014.
3. Ayala. J, Liñan, F. Determinación Cuantitativa de Cadmio y Plomo en jugo de naranjas expandidas por vendedores ambulantes en Lima Metropolitana Durante el Periodo Junio- Setiembre 2014. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Norbert Wiener. Lima 2014.
4. Luna Ruth, Rodriguez Victor. Determinación de las concentraciones de Cadmio y Plomo en Papa (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]- Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2016.
5. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio ambiente, Naranja, España 2013. [en línea]. [Fecha de Acceso 24 de noviembre del 2016], Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/naranja_tcm7-315340.pdf
6. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. Revista ACPA. Naranja Agria. La Habana, Cuba s/f. [en línea]. [Fecha de Acceso 01 de

Diciembre del 2016], Disponible en:
<http://www.actaf.co.cu/revistas/condimentos/Naranja%20agria.pdf>

7. Pro Inversión, Perú un campo fértil para sus inversiones. Perú 2008. [en línea]. [Fecha de Acceso 24 de noviembre del 2016], Disponible en:
<http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgca/citricos.pdf>
8. Codex Stan 247, Norma General Del Codex Para Zumos (Jugos) Y Néctares De Frutas, Pág 1-21, Estado Unidos 2005.
9. Instituto Nacional de Salud, Lo que no conoces de tu media naranja, Perú 2015. [en línea]. [Fecha de Acceso 24 de noviembre del 2016], Disponible en:
http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/0/ger/infog_2015/BENEFICIOS%20ODE%20LA%20NARANJA.pdf
10. Valdivia. M. Intoxicación por Plomo. Revista Social Peruana de Medicina Interna. Vol.18 (1) 2005.
11. Arévalo. A, Figueroa J. Evaluación de la concentración de los residuos de plomo presentes en maíz, maicillo, frijol y caña de azúcar, cultivadas y comercializadas en sitio del niño, San Juan Opico, La Libertad- [Tesis para optar el título de Ingeniera Agroindustrial]. Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola. Universidad Dr. José Matías Delgado, El Salvador 2009.
12. Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica Plomo, Madrid 2000.
13. Unión de Industrias del Plomo. Fuentes, niveles y desplazamientos del plomo en el medio ambiente. Madrid 2004.

14. Organización Mundial de la Salud. Intoxicación por plomo y salud. Estados Unidos, Setiembre 2016.
15. Hermoza. J, Lomparte C. Determinación Toxicológico de Plomo en leches de madres lactantes del Centro de Salud San Juan Bosco de la Provincia Constitucional del Callao. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2006.
16. Salud Pública en México. Intoxicación por Plomo: indicadores y noticias de Salud. Revista de Salud Pública. México DF. 1995; 37(3): Pág. 264-275.
17. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica en Plomo. Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid, Abril 1999.
18. Medicina Ambiental N° 03. Plomo. Washington D.C 1991. Publicación científica N° 388. Pág 11-15
19. Flores. H, Lamas. L .Determinación de plomo, cadmio y arsénico en camote amarillo y morado (*Ipomoea batata l.*), yuca (*Manihot esculenta*) y olluco (*Ullucus tuberosus*) expendidos en el mercado de la Av. La Cultura – Santa Anita – Gran Mercado Mayorista de Lima en el periodo de enero – mayo 2015. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Norbert Wiener. Lima 2015.
20. Pinzón. C. Determinación de Niveles de Plomo y Cadmio en leche Procesada de la Ciudad de Bogotá D.C. [Tesis de Post-Grado] Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 2015.
21. Quispe. J, Soria. J. Determinación de plomo, cromo y cadmio en temperas de uso escolar comercializadas en la galería " El Portal de

- Andahuaylas " del centro de Lima. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Norbert Wiener. Lima 2015.
22. Mendoza Y, Medina. C. Determinación de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica en leche cruda de bovino en establos lecheros del distrito de Chancay-Huaral, 2013 [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Norbert Wiener. Lima 2013.
23. Gisbert. J. Medicina legal y toxicología. (5.a ed.). Barcelona: 2001.
24. Vera G, Climent B. Intoxicaciones por metales pesados. Toxicología Clínica. Universidad de Valencia; pp. 171-191. Valencia 2004.
25. Camen. A, Repetto. M. Toxicología alimentaria. Ediciones Días de Santos. Madrid 2006.
26. Rubio C. Ingesta dietética de contaminantes metálicos (Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn y Mn) en la Comunidad Autónoma Canaria: evaluación toxicológica. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Departamento de Pediatría, Obstetricia, Ginecología y Medicina Preventiva. Universidad de La Laguna. Madrid 2002.
27. Moreno. A, Granada. J. Intoxicación por plomo: diagnóstico diferencial de dolor abdominal crónico. Reporte de caso y revisión de tema. Univ. Méd. Bogotá.; 53(2): 199-207. Colombia 2012.
28. World Health Organization. IARC Inorganic and Organic Lead Compounds. Lyon: International Agency for Research on Cancer; vol. 87. Estados Unidos 2006.

29. Fontana. D, Lascano. M, Solá, M, Martinez. S, Virgolini, M, Mazzieri. Maria. Intoxicación por plomo y su tratamiento farmacológico. Revista de Salud Pública (XVII). Córdoba 2012.
30. Petrucci R, Harwood W, Herring FG. (2003). Química general. (8.va ed.). Madrid 2003.
31. Gutiérrez A. Concentración de metales pesados en leche cruda de vaca en la provincia de León, España [Tesis Doctoral]. Área de Publicaciones. Universidad de León España 2010.
32. Sánchez. G. Ecotoxicología del Cadmio- Riesgo para la salud de la utilización de suelos ricos en cadmio. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid 2016
33. Corey. G, Galvao. L. (1987). Cadmio.: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; Serie vigilancia 4. México 1987.
34. Pérez P, Azcona. M. Los efectos del cadmio en la salud. Revista de Especialidades Médico- Quirúrgicas; 17(3): 199-205. México 2012.
35. 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 Yanacancha – Pasco. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia. U.N.M.S.M. Lima 2015.
36. Goodman & Gilman. Las Bases Farmacológicas de la terapéutica. 11 Edición. México 2007.
37. Cornejo. L, Huamaní, L. Determinación de Cadmio y Plomo en lápices labiales comercializados en la Ciudad de Arequipa. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Ciencias Farmacéuticas,

Bioquímicas y Biotecnológicas. Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2013.

38. Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Vol.4. España 2001.
39. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). Resúmenes de Salud Pública - Cadmio (Cadmium). Atlanta. 2016.
40. Chuchón. M, Chumbipuma. M. Determinación de plomo, cadmio y arsénico en arroz (*Oriza Sativa*) expendido en el Mercado Municipal 3 de Febrero Distrito de La Victoria- Provincia de Lima- Periodo de Junio – Noviembre 2015. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Norbert Wiener. Lima 2016.
41. Gonzales L, Osorio. J. Determinación Espectrofotométrica por absorción atómica de la concentración de cadmio y arsénico en agua de consumo humano de la comunidad urbana de Chuquitanta – Distrito de San Martín de Porres. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2014.

IX. ANEXOS

ANEXO 01. VALOR PROMEDIO DE PLOMO Y CADMIO EMITIDO POR MERCOSUR, REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR N° 12/2011.

PLOMO

Categorías	Límite máximo (mg/kg)
Aceites y grasas comestibles de origen vegetal y/o animal (incluye margarina)	0,10
Azúcares	0,10
Miel	0,30
Caramelos duros y blandos y similares incluidos goma de mascar	0,10
Pasta de cacao	0,50
Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao	0,20
Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao	0,40
Bebidas analcohólicas (excluidos los jugos)	0,05
Zumos (Jugos) y néctares de frutas	0,05
Bebidas alcohólicas fermentadas y fermento-destiladas, excepto vino	0,20
Vino	0,15 mg/L

CADMIO

Categorías	Límite máximo (mg/kg)
Miel	0,10
Pasta de cacao	0,30
Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao	0,20
Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao	0,30
Bebidas analcohólicas (excluidos los jugos)	0,02
Zumos (Jugos) y néctares de frutas	0,05
Bebidas alcohólicas fermentadas y fermento-destiladas, excepto vino	0,02
Vino	0,01 mg/L

Fuente:

http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r_gmc_12-11.pdf

ANEXO 02. VALOR PROMEDIO DE PLOMO EMITIDO POR LA UNIÓN EUROPEA REGLAMENTO (CE) N° 1881/2006.

3.1	Plomo	
3.1.1	Leche cruda ⁽⁶⁾ , leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0,020
3.1.2	Preparados para lactantes y preparados de continuación ⁽⁴⁾ ⁽⁸⁾	0,020
3.1.3	Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral ⁽⁶⁾	0,10
3.1.4	Despojos de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral ⁽⁶⁾	0,50
3.1.5	Carne de pescado ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾	0,30
3.1.11	Hortalizas del género <i>Brassica</i> , hortalizas de hoja y setas cultivadas ⁽²⁷⁾	0,30
3.1.12	Frutas, excluidas las bayas y las frutas pequeñas ⁽²⁷⁾	0,10
3.1.13	Bayas y frutas pequeñas ⁽²⁷⁾	0,20
3.1.14	Grasas y aceites, incluida la grasa láctea	0,10
3.1.15	Zumos de frutas, zumos de frutas concentrados reconstituidos y néctares de frutas ⁽¹⁴⁾	0,050
3.1.16	Vino (incluidos los vinos espumosos y excluidos los vinos de licor), sidras, peradas y vinos de frutas ⁽¹¹⁾	0,20 ⁽²⁸⁾
3.1.17	Vinos aromatizados, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas ⁽¹³⁾	0,20 ⁽²⁸⁾

Fuente:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32006R1881>

ANEXO 03: FOTOS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE JUGOS DE NARANJA EXPENDIDOS DE FORMA AMBULATORIA EN EL PARADERO VILLASOL OCTUBRE 2016 – ENERO 2017.





ANEXO 04: INFORME DE ENSAYO OTORGADO POR EL CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C. DE MUESTRAS DE JUGOS DE NARANJA EXPENDIDOS DE FORMA AMBULATORIA EN EL PARADERO VILLASOL- OCTUBRE 2016 – ENERO 2017.



CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C. - CETOX

Resolución Directoral R.D. N° 354-2006-AG-SENASA-DIAIA
Inscrito en Registro de Laboratorios de Control de Calidad de Plaguicidas Agrícolas
N° 001-AG-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad Agraria - Ministerio de Agricultura

Jr. Pisac 192 – Oficina 102 – Urb. Residencial Higuiereta – Santiago de Surco
Telefax: (511) 273-2318 www.cetox.com.pe servicios@cetox.com.pe

INFORME DE ENSAYO

TIT - 17 - 0142

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Solicitante | : Sr. Carlos Eduardo Dávila Olano |
| 2. Análisis solicitado | : Cuantificación de cadmio y plomo |
| 3. Muestra | : Zumo de naranja (muestras proporcionadas por el solicitante) |
| 4. Fecha de Recepción | : 03/01/2017 |
| 5. Fecha de Emisión | : 10/01/2017 |

RESULTADOS

Nº	Código	CADMIO (mg/kg)	PLOMO (mg/kg)
1	M-01	0.11	0.23
2	M-02	0.16	0.21
3	M-03	0.22	0.29
4	M-04	0.23	0.33
5	M-05	0.14	0.38
6	M-06	0.16	0.33
7	M-07	0.12	0.37
8	M-08	0.18	0.29
9	M-09	0.13	0.43
10	M-10	0.21	0.26
11	M-11	0.11	0.28
12	M-12	0.06	0.34
13	M-13	0.09	0.29
14	M-14	0.11	0.23
15	M-15	0.13	0.32

MÉTODO: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito.


Dra. Rosalía Anaya Pajuelo
Gerente Técnico

