

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOQUÍMICA



**TÍTULO: DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE PLOMO Y CADMIO EN ZUMOS
DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA MARZO –
JULIO 2015**

Tesis para optar el Título Profesional de:
QUÍMICO FARMACÉUTICO Y BIOQUÍMICO

BACHILLER:

GUZMÁN CAMPOS DESIRET GRETTEL
REA ROCHA MARIELLA

ASESOR:

Mg. Q.F. TOX. HENRY SAM MONTELLANOS CABRERA

LIMA-PERU

2015

DEDICATORIA

A mis padres, por estar conmigo siempre que los necesito, por acompañarme desde el inicio en este camino profesional.

A mi hija, por ser mi fortaleza y energía para seguir avanzando.

A mis hermanas y madrina, por el apoyo constante e incondicional que me brindaron.

A mi ángel guardián: mi hermana Hilda

Mariella

A mis padres, Derlis y Martha por brindarme su apoyo incondicional, por permitirme cumplir mi más grande sueño y por ser ejemplo de vida.

A mi hermanita Ghya, por ser el motor que me impulsa a ser mejor persona día a día, y estar siempre conmigo en cada momento importante de mi vida.

A mi abuelita Julia, mi segunda madre, que desde un primer momento supo que sería una gran profesional.

Desiret

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos hacer realidad este sueño tan anhelado y guiarnos siempre hacia el camino correcto.

A nuestros padres, pues ellos han sido el principal cimiento para la construcción de nuestra vida profesional, sentaron en nuestras bases responsabilidad y deseos de superación, en ellos tenemos un espejo en el que nos queremos reflejar pues sus virtudes infinitas y gran corazón, nos llevan a admirarlos cada día más.

A nuestro asesor de tesis, Mg QF Henry Montellanos Cabrera, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación nos supo orientar en el desarrollo de nuestra tesis.

A los señores miembros del jurado dictaminador y evaluador por brindarnos su tiempo para evaluar este trabajo y que otorgaron valiosas sugerencias que contribuyeron a mejorar nuestra tesis.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles. Para ellos: muchas gracias y que Dios los bendiga.

ABREVIATURAS

- Cd: Cadmio
- CETOX: Centro Toxicológico
- DMO: Destrucción de la Materia Orgánica
- EAA: Espectroscopia de Absorción Atómica
- EDTA: ácido etilendiaminotetraacético
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos
- ISTP: Ingesta semanal tolerable provisional
- MERCOSUR: Mercado Común del Sur
- NTP: Norma Técnica Peruana
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- Pb: Plomo
- Ppb: Partes por billón
- Ppm: Partes por millón
- PVC: Policloruro de vinilo
- SNC: Sistema Nervioso Central
- SNP: Sistema Nervioso Periférico
- μg : Microgramos.

ÍNDICE

DEDICATORIA-----	3
AGRADECIMIENTO-----	4
ABREVIATURAS-----	5
ÍNDICE-----	6
ÍNDICE DE TABLAS-----	10
INDICE DE GRÁFICOS-----	11
RESUMEN-----	13
ABSTRACT-----	14
1. CAPITULO I-----	15
1.1 Introducción-----	15
1.2 Formulación del Problema-----	16
1.2.1 Formulación General-----	16
1.2.2 Formulación Específicos-----	16
1.3 Objetivos: General y Específicos-----	17
1.3.1 Objetivo General-----	17
1.3.2 Objetivos Específicos-----	17
1.4 Hipótesis: General y Específicas-----	18
1.4.1 Hipótesis General-----	18
1.4.2 Hipótesis Específicas-----	18
1.5 Variables e Indicadores-----	19
1.5.1 Variables-----	19
1.5.2 Indicadores-----	19
1.6 Justificación e Importancia del Estudio-----	20
2. CAPITULO II-----	22

2.1	Generalidades	22
2.2	Marco Histórico	24
2.2.1	Origen y dispersión de los cítricos en el mundo	24
2.2.2	Punto de vista económico, social y alimenticio.	26
2.3	Marco Teórico	28
2.3.1	Naranja	28
2.3.1.1	Producción de Naranjas en el mundo	28
2.3.1.2	Aspectos Taxonómicos	29
2.3.1.3	Descripción Botánica	29
2.3.1.4	Variedades	33
2.3.1.5	Requerimientos climáticos y edáficos	38
2.3.1.6	Valor Nutricional	39
2.3.1.7	Composición Nutricional	41
2.3.1.8	Aplicaciones tradicionales del naranjo	42
2.3.1.9	Estudios Experimentales	43
2.3.1.10	Aspectos de producción	46
2.3.1.11	Plagas y Enfermedades	51
2.3.2	Plomo	53
2.3.2.1	Descripción	53
2.3.2.2	Propiedades Fisicoquímicas	53
2.3.2.3	Usos y aplicaciones	54
2.3.2.4	Fuentes de Exposición	54
2.3.2.5	Toxicocinética	57
2.3.2.6	Manifestaciones Clínicas	59
2.3.2.7	Diagnóstico	62

2.3.2.8 Tratamiento	63
2.3.3 Cadmio	65
2.3.3.1 Descripción	65
2.3.3.2 Propiedades Fisicoquímicas	66
2.3.3.3 Usos y aplicaciones	66
2.3.3.4 Fuentes de exposición	66
2.3.3.5 Toxicocinética	69
2.3.3.6 Manifestaciones Clínicas	71
2.3.3.7 Diagnóstico	71
2.3.3.8 Tratamiento	72
3. CAPITULO III	76
3.1 Metodología	76
3.1.1 Espectrofotometría de Absorción Atómica	76
3.2 Tipo y Diseño de Investigación	80
3.2.1 Tipo	80
3.2.2 Diseño	80
3.3 Población y Muestra	80
3.3.1 Población	80
3.3.2 Muestra	80
3.4 Técnica e Instrumento de Recolección de Datos	80
3.4.2 Instrumentos	81
4. CAPITULO IV	81
4.1 Parte Experimental	81
4.1.1 Reactivos, Materiales y Equipos	81
- Reactivos	81

4.1.2 Recolección de Datos-----	83
4.1.3 Obtención y recolección de las muestras-----	83
4.1.4 Transporte y conservación de las muestras -----	83
4.1.5 Limpieza y acondicionamiento del material -----	83
4.1.6 Cantidad de muestra a utilizar-----	84
4.1.7 Digestación por Microondas -----	84
4.1.8 Parámetros de lectura para plomo -----	85
4.1.9 Curva de calibración de plomo-----	87
4.1.10 Parámetros de lectura para cadmio -----	88
4.1.11 Curva de calibración de cadmio-----	90
5. CAPITULO V -----	91
5.1 Resultados-----	91
5.2 Discusión-----	109
6. CAPITULO VI -----	112
6.1 Conclusiones-----	112
6.2 Recomendaciones -----	113
7. CAPITULO VII -----	114
7.1 Referencias Bibliográficas -----	114
ANEXOS -----	122

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CÓDIGOS Y CONCENTRACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA.....	91
TABLA 2. DATOS ESTADÍSTICOS DE CADMIO EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA	93
TABLA 3: PORCENTAJE DE CADMIO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA QUE EXCEDEN EL VALOR ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO TECNICO MERCOSUR (CD 0.05 MG/L)	96
TABLA 4: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO OBTENIDOS EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA, SEGÚN EL VALOR ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR (PRUEBA T)	97
TABLA 5. DATOS ESTADÍSTICOS DE PLOMO EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA	99
TABLA 6: PORCENTAJE DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA QUE EXCEDEN EL VALOR ESTABLECIDO EN EL CODEX ALIMENTARIUS (0,05 PPM)	102
TABLA 7: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO OBTENIDOS EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA, SEGÚN EL VALOR ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS	103
TABLA 8: PORCENTAJE DE PLOMO MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA QUE EXCEDEN EL VALOR ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA (0,05 PPM)	105
TABLA 9: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO OBTENIDOS EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA, SEGÚN EL VALOR ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA. PRUEBA T.....	106

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: NARANJA (CITRUS SINENSIS)-----	28
GRÁFICO 2: ÁRBOL, HOJA Y FLOR DE CÍTRICOS-----	30
GRÁFICO 3: FLOR DE NARANJO. 1 FLOR CERRADA, 2 FLOR ABIERTA, 3 GINECEO, CON EL NECTARIO, EL ÓVULO, EL ESTILO Y EL ESTIGMA, 4 FILAMENTO AISLADO Y ANTERA Y 5 FILAMENTOS SOLDADOS.-----	31
GRÁFICO 4: SECCIÓN DE UN FRUTO MADURO DE NARANJO-----	32
GRÁFICO 5: TIPOS DE NARANJAS -----	33
GRÁFICO 6: NARANJAS NAVEL -----	34
GRÁFICO 7: NARANJAS BLANCAS -----	35
GRÁFICO 8: NARANJAS SANGUINAS-----	37
GRÁFICO 9: NARANJAS SUCREÑAS -----	38
GRÁFICO 10: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL-----	41
GRÁFICO 11: REQUERIMIENTO DIARIOS DE VITAMINA C-----	42
GRÁFICO 12: MODELO BIOLÓGICO DE PLOMO-----	58
GRÁFICO 13: PRINCIPALES CAUSAS DE LA PRESENCIA DE CADMIO EN LOS ALIMENTOS -----	68
GRÁFICO 14: DISTRIBUCIÓN DE CADMIO EN EL ORGANISMO-----	70
GRÁFICO 15: COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA -----	78
GRÁFICO 16: NIVELES DE CADMIO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015-----	92
GRÁFICO 17: COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN ZUMOS DE NARANJA CON RESPECTO A LA MEDIA.-----	94

GRÁFICO 18: COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA COMPARADO CON EL REGLAMENTO TECNICO DE MERCOSUR-----	95
GRÁFICO 19: CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015-----	98
GRÁFICO 20: COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN ZUMOS DE NARANJA CON RESPECTO A LA MEDIA.-----	100
GRÁFICO 21: COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA COMPARADO CON EL CODEX ALIMENTARIUS-----	101
GRÁFICO 22: COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA EN RELACION CON EL REGLAMENTO DE LA UNION EUROPEA-----	104
GRÁFICO 23: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN PEARSON ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO - PLOMO DE LAS MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015-----	107
GRÁFICO 24: PORCENTAJE DE LOS METALES DE LAS MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015, QUE SUPERAN EL PARÁMETRO ESTABLECIDO EN REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR, CODEX ALIMENTARIUS Y EL REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA.-----	108

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo para determinar la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja (*Citrus sinensis*) expendidas por ambulantes en Cercado de Lima, periodo de Marzo – Julio 2015.

Para poder realizar el trabajo de investigación se recolectaron 23 muestras de zumos de naranja, y se determinó la concentración de metales pesados (plomo y cadmio) por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

El análisis se realizó en el laboratorio CETOX.

Debido a que la Normativa Técnica Peruana no establece valores de concentración máxima y mínima permitido de metales para zumos de naranja, se utilizaron como referencia valores establecidos por organizaciones internacionales como Codex Alimentarius, Reglamento Técnico de MERCOSUR, y el Reglamento de la Unión Europea.

Como resultado del análisis obtuvimos las siguientes concentraciones de plomo: media 0,3321 ppm, valor mínimo 0,17 ppm y valor máximo 0,62 ppm; asimismo las concentraciones de cadmio: media 0,1456 ppm, valor mínimo 0,02 ppm y valor máximo 0,26 ppm. Valores que superan el rango de concentración permitidos por las entidades de referencia.

De acuerdo a los resultados concluimos que las muestras de zumos de naranja (*Citrus sinensis*) presentan concentraciones elevadas de plomo y cadmio.

Palabras clave: Plomo, cadmio, zumos, naranja (*Citrus sinensis*), Reglamento Técnico de MERCOSUR, espectrofotometría, Reglamento de la Unión Europea, Codex Alimentarius.

ABSTRACT

This research was conducted to determine the concentration of lead and cadmium in orange juice (*Citrus sinensis*) expended by street in Cercado de Lima, period March to July 2015.

For the research work to carry out 23 orange juice samples were collected, and the concentration of heavy metals (lead and cadmium) was determined by the method of Atomic Absorption Spectrophotometry in Graphite Furnace.

The analysis was performed in the laboratory CETOX.

Due to the technical regulations Peruvian does not establish maximum concentration values and minimum allowable metals for orange juice were used as values reference established by international organizations such as Codex Alimentarius, Technical Regulations of MERCOSUR, and the regulations of the European Union.

As a result of the analysis we obtained the following concentrations of lead: average 0.3321 ppm, 0.17 ppm minimum and maximum value 0.62 ppm; also cadmium concentrations: average 0.1456 ppm, 0.02 ppm minimum and maximum value 0,26 ppm. Values over the concentration range allowed by reference entities.

According to the results we conclude that samples of orange juice (*Citrus sinensis*) have high concentrations of lead and cadmium.

Keywords: Lead, cadmium, juice, orange (*Citrus sinensis*), MERCOSUR Technical Regulations, spectrophotometry, Regulations of the European Union, Codex Alimentarius.

1. CAPITULO I

1.1 Introducción

La presente investigación refiere al tema determinación cuantitativa de plomo y cadmio en zumos de naranja, que se desarrolla en base a análisis toxicológicos de metales en frutas, utilizando como método la Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito.

El interés de esta investigación se debe a que en la ciudad de Lima, no existe un control de análisis toxicológico para zumos de naranja que se expenden por ambulantes a una población extensa. Dentro de las causas que generan esta problemática podemos destacar la contaminación ambiental emitida por las industrias afectando así a los cultivos de naranja, residuos de fertilizantes usados contra las plagas y malezas, asimismo gases tóxicos producidos por vehículos que circulan en zonas cercanas a los puestos en los que se expenden los zumos.

La investigación se ha desarrollado en VI capítulos que se encuentran organizados de la siguiente manera:

En el capítulo I se realiza el planteamiento y formulación de la problemática estudiada. ¿Cuál es la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulante en el Cercado de Lima en relación a los límites máximos permisibles por Codex Alimentarius, Reglamento de la Unión Europea y Reglamento Técnico MERCOSUR?

En el capítulo II se presenta el origen de los cítricos, su importancia, taxonomía, descripción botánica y su relación con la presencia de metales pesados.

En el capítulo III se analiza la metodología, el diseño y tipo, la población, la muestra y técnica utilizada.

En el capítulo IV se procede a explicar la realización de los análisis toxicológicos y el proceso para la elaboración de esta investigación.

En el capítulo V se encuentran los resultados en gráficos realizados en Excel.

En el capítulo VI se concluye y se realiza las recomendaciones pertinentes según tema estudiado.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

- ¿Cuál es la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima en relación a los límites máximos permisibles por Codex Alimentarius, Reglamento de la Unión Europea y Reglamento Técnico MERCOSUR?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima analizados de acuerdo al método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito?
- ¿Qué relación existe entre las concentraciones de plomo en zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Codex Alimentarius y Reglamento de la Unión Europea?
- ¿Qué relación existe entre las concentraciones de cadmio en zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR?
- ¿Existirá correlación entre las concentraciones de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima?

1.3 Objetivos: General y Específicos

1.3.1 Objetivo General

- Determinar la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima, en relación a los límites máximos permisibles por Codex Alimentarius, Reglamento de la Unión Europea y Reglamento Técnico MERCOSUR.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima por el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito.
- Comparar las concentraciones de plomo en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Codex Alimentarius y Reglamento de la Unión Europea.
- Comparar las concentraciones de cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR.
- Analizar la existencia de correlación entre las concentraciones de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima.

1.4 Hipótesis: General y Específicas

1.4.1 Hipótesis General

- Los zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima presentan concentraciones elevadas de plomo y cadmio en relación a los límites máximos permisibles por Codex Alimentarius, Reglamento de la Unión Europea y Reglamento Técnico MERCOSUR.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- La concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima se encuentra elevada de acuerdo al análisis realizado por método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito.
- Las concentraciones de plomo en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima, en relación a los valores establecidos por el Codex Alimentarius y Reglamento de la Unión Europea, se encuentran fuera del rango establecido.
- Las concentraciones de cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima en relación a los valores establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR, se encuentran fuera del rango establecido.
- Existe correlación entre las concentraciones de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima.

1.5 Variables e Indicadores

1.5.1 Variables

a) Variable Independiente

- Zumos de naranja

b) Variable Dependiente

- Concentración de plomo y cadmio

1.5.2 Indicadores

a) Codex Alimentarius

- Pb: 0,05 ppm

b) Reglamento de la Unión Europea

- Pb: 0,05 ppm

c) Reglamento Técnico MERCOSUR

- Cd: 0,05 ppm

1.6 Justificación e Importancia del Estudio

Las frutas son consideradas un grupo de alimentos indispensables para nuestra salud debido a su valor nutricional, son una fuente de componentes minerales, oligoelementos⁽¹⁾ pero también de algunas sustancias indeseables, debido a la exposición al medio ambiente, dentro de estas sustancias encontramos a los metales pesados como plomo, cadmio, que tienen el potencial de causar toxicidad aguda y crónica por diversos modos de acción, tanto en niños como en adultos.⁽²⁾

Los metales pesados por encima de los límites permitidos o necesarios pueden afectar a la salud humana. El cadmio debido a su larga vida media, puede acumularse en los riñones e hígado ocasionando daño renal y hepático. El plomo ocasiona efectos más graves en niños pequeños. La presentación más común es la neurotoxicidad central, también se incluye; anemia, neuropatía periférica motora, problemas gastrointestinales, como la anorexia, vómitos y dolor abdominal, y retraso en el crecimiento.⁽²⁾

En función a la problemática propuesta, este estudio es de gran importancia debido a que implica un problema de salud pública, ya que una de las fuentes de exposición humana a plomo y cadmio es por la vía alimentaria, por lo tanto es necesario cuantificarlo.⁽²⁾

La naranja en nuestra localidad es principalmente consumida en forma de zumo, es así que resulta importante saber las concentraciones de metales pesados que contienen y a las cuales se expone el público consumidor. En respuesta a ello, se plantea demostrar la presencia y determinar las concentraciones exactas de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatória en el Cercado de Lima.

La importancia del presente estudio se eleva más aún ya que debido que en la Normativa Técnica Peruana no se contempla un límite o valor máximo permitido para metales pesados como plomo, cadmio, en zumos de naranja,⁽³⁾ se usarán

los valores establecidos por Organizaciones Internacionales como el Reglamento de la Unión Europea, Codex Alimentarius y el Reglamento Técnico de MERCOSUR. Así mismo se hará un estudio de correlación en cuanto a la presencia de estos metales.

El presente estudio se justifica a través del método de “Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito”, el cual se ha elegido debido a las ventajas que presenta:

- Buen límite de detección (2-3 µg/dl).
- Precio y costos de funcionamiento relativamente bajos.
- Rapidez.
- Tamaño reducido de la muestra (~100 µl) .⁽⁴⁾

La presente investigación en sus resultados van a servir como información básica principalmente para los consumidores de zumos de naranja de venta ambulatoria en Cercado de Lima, para el personal de salud y con mayor relevancia para Entidades de Salud que deben establecer Límites Máximos Permisibles en la Norma Técnica Peruana para el cuidado de la población y encarar otras acciones de salud pública relacionadas con la exposición humana a metales pesados como plomo y cadmio.

En lo orientación de lo expuesto, la investigación tiene el propósito de determinar los valores reales de estas concentraciones para tenerlas como referencia ante una posibilidad de establecer posteriormente Límites Máximos Permitidos en la Norma Técnica Peruana, además será de mucha ayuda para facilitar la comparación de concentraciones de metales pesados en estudios futuros y de esta manera poder llevar un control de las variaciones.

2. CAPITULO II

2.1 Generalidades

Los alimentos contienen vitaminas y minerales. La ingesta de estos micronutrientes ha aumentado gradualmente debido al mayor conocimiento, el comprender la bioquímica de los nutrientes y al papel presuntivo que se tiene el de prevenir enfermedades. El requerimiento diario para un micronutriente se define de acuerdo al nivel de ingesta siguiendo un criterio específico para minimizar el riesgo de déficit o exceso.⁽⁵⁾

Los cítricos son una fuente importante de vitamina C en la dieta humana. La pulpa tiene un suave efecto laxante facilitando la digestión. Los cítricos tienen entre 30 y 35 mg de vitamina C por cada 100 g de porción comestible. Una naranja cuyo peso bruto es de 188 g proporciona 67 mg de vitamina C, lo cual supera la necesidad diaria de un adulto (50 a 60 mg). Además, la información ofrecida permite comprobar que la naranja, es la fruta que contiene el mayor porcentaje de vitamina C en relación con los otros cítricos.⁽⁶⁾

Los elementos trazas u oligoelementos son aquellos que, aunque presentes en cantidades muy pequeñas, a nivel tisular, son nutrientes esenciales ya que desempeñan funciones específicas e indispensables para la vida del hombre. También son altamente cuantificables en precisión y exactitud. Dentro de estos elementos se encuentran los metales traza que han sido divididos según su frecuencia y su significación biológica. Según su frecuencia, se considera estos tres metales muy activos: Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Cobre (Cu). Según su significación biológica, pueden ser esenciales, no esenciales y tóxicos.⁽⁷⁾

Los metales, están presentes en cualquier alimento en cantidades por debajo de 50 mg/kg los cuales pueden tener importancia en el aspecto nutricional o toxicológico. Los elementos como Sodio (Na), Potasio (K), Calcio (Ca), y Fósforo (P) son esenciales. El Fe, Cu y Zn también esenciales, se encuentran en ciertas cantidades en los alimentos, sin embargo pueden causar efectos nocivos cuando son consumidos en grandes cantidades o cuando estas altas dosis interaccionen en el organismo con el metabolismo de otros alimentos trazas, tenemos el caso del

cobre que es especialmente sensible a las altas dosis de zinc. Otros metales no tóxicos que no sean perjudiciales cuando están presentes en cantidades que no excedan de 100 ppm está el Aluminio (Al), Boro (B), Cromo (Cr), Níquel (Ni). Los metales como Plomo (Pb), Cadmio(Cd), Flúor(F), Arsénico(As) y Mercurio (Hg) se encuentran en los denominados metales pesados y tóxicos por causar efectos nocivos incluso en niveles muy bajos de 10 – 50 mg/Kg (de 10-50 ppm.).^(7,8)

Por lo visto anteriormente, los metales pesados pueden llegar a la cadena alimentaria a través de su presencia natural y antropogénico. Como no tienen ninguna relevancia nutricional, es importante tenerlos monitoreados ya que su presencia en la atmósfera, el suelo, y el agua puede ocasionar graves problemas a todos los organismos vivos. Estos metales pesados ingresan al cuerpo humano principalmente por medio de la ingestión de agua y alimentos con el gran impacto en la salud.

La toxicidad depende de la dosis que se ingiera, así como la cantidad excretada. Debe tenerse presente que la forma metálica o elemental no suele ser la más tóxica, sino la forma iónica o sales.^(8,9)

No todos los metales de densidad alta son especialmente tóxicos en concentraciones normales. La peligrosidad de los metales pesados reside en que no pueden ser degradados (ni química, ni biológicamente) y, además, tienden a bioacumularse y a biomagnificarse (que significa que se acumulan en los organismos vivos alcanzando concentraciones mayores que la que alcanzan en los alimentos o medioambiente, y que estas concentraciones aumentan a medida que ascendemos en la cadena trófica), provocando efectos tóxicos de muy diverso carácter.⁽¹⁰⁾

2.2 Marco Histórico

2.2.1 Origen y dispersión de los cítricos en el mundo

Los cítricos se desarrollan en casi todas las regiones del mundo dentro de la banda delimitada por la línea de 40° de latitud N y S, a ambos lados del Ecuador englobando regiones tropicales y subtropicales donde concurren condiciones de suelo y clima favorables. ⁽¹¹⁾ Sin embargo, la mayor parte de la producción comercial se ve restringida a dos franjas más estrechas en los subtrópicos, aproximadamente 20° y 40° al norte y al sur del Ecuador. Las numerosas especies del género *Citrus* provienen de las zonas tropicales y subtropicales de Asia y del archipiélago Malayo; desde allí se distribuyeron a las otras regiones del mundo donde hoy se cultivan cítricos.

El área comúnmente asociada a su origen está ubicada en el sudeste de Asia, incluyendo el este de Arabia, este de Filipinas y desde el Himalaya al sur hasta Indonesia. Dentro de esta gran región, el noreste de India y norte de Burma, serían las regiones más importantes, debido a la diversidad de especies encontradas recientemente en la provincia de Yunnan (centrosur de China).⁽¹¹⁾

Los cítricos se cultivan desde épocas remotas, hace más de 4000 años. Sus frutos fue lo que llamó la atención de los pueblos primitivos, que se supone ya las cultivaban mucho tiempo antes de que aparecieran en los países europeos. Se sabe que la apariencia de la fruta y sus flores cautivaron a los primeros viajeros, que no sólo la describieron en sus memorias sino que la llevaron a otras regiones.⁽¹²⁾

Las primeras frutas conocidas en Europa hacia 310 (A.C.) pertenecían al grupo de las cidras (*Citrus medica* L.), originario de la región comprendida entre el sur de China e India. Las limas (*Citrus aurantifolia* Swingle) aparentemente se originaron en el este de la India. Desde allí fueron difundidas a través del Mar de Omán.

El centro de origen de los limones (*Citrus limón* Burmann), es totalmente desconocido. Se cree que son híbridos de lima y cidra.

La naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), originaria del sudeste de China, probablemente haya sido llevada a Europa por los romanos. Sin embargo hay evidencias del cultivo de naranjas antes de la destrucción de Pompeya (ocurrida en el año 79 D.C.), según se observa en un mosaico entre las ruinas de la ciudad. Se sabe con certeza que las naranjas fueron cultivadas por varias centurias en China, antes que los europeos la conocieran y sus referencias se encuentran en manuscritos y documentos muy antiguos.⁽¹¹⁾

La naranja agria (*Citrus aurantium* L.) es originaria del sudeste de Asia (posiblemente India). A partir de su dispersión desde el centro de origen, es poco lo que se conoce sobre la manera en que se han distribuido los cítricos. Desde Asia fueron llevados al norte de África y al sudeste de Europa. Posteriormente fueron traídos a América por los europeos, alrededor de 1500. La naranja de ombligo Washington se originó en Bahía, Brasil, y desde allí fue llevada a Australia, y a Florida y California en los EE.UU.⁽¹²⁾

El pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck), llamado también shaddock, se originó en el archipiélago de Malasia. Híbridos de estas primeras plantas fueron llevados a Europa y desde allí al Caribe. Probablemente los pomelos verdaderos (*Citrus paradisi* Macf.) se originaron por una mutación o como un híbrido de pummelo en Barbados (Indias Occidentales). A Florida (EE.UU.), productor de pomelos más importante del mundo, fueron introducidos desde el Caribe como semillas.

El área de origen de las mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco) probablemente esté ubicada en la región de Indochina y sur de China; desde allí habrían sido llevadas por los primeros viajeros hacia el este de la India. El lugar de producción tradicional de esta especie ha sido Asia; desde allí habrían sido transportadas a Europa mucho después que otras especies de cítricos. Por ejemplo, la mandarina

Willowleaf (*Citrus deliciosa* Tenore) fue llevada desde China, (recién en 1805) a la región del Mediterráneo, donde pasó a ser la especie más importante. La otra especie importante de mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco), fue conocida en Europa mucho después que la Willowleaf. Una vez en América y desde el Caribe y Brasil (adonde llegaron primero), los cítricos se extendieron por todo el continente llevados por misioneros de la Iglesia Católica.^(11,12)

Especies de géneros afines a los cítricos como *Fortunella* y *Poncirus* también son originarios de la China; hoy en día se los puede encontrar en todas las regiones cítricas del mundo. La investigación y el mejoramiento de los cítricos se iniciaron con las teorías de Mendel y Darwin.

Los EE.UU. han sido líderes en el desarrollo de tecnología de producción cítrica. Primero California y luego Florida, se transformaron en los principales centros de investigación y producción en todo el mundo. Así aparecieron nuevas variedades creadas por el hombre como los tangelos, los citranges y el limequat. En la actualidad, los cítricos son producidos en zonas subtropicales y tropicales, pero sus frutas son parte de la vida de cada día de millones de personas alrededor del mundo⁽¹³⁾

2.2.2 Punto de vista económico, social y alimenticio.

Los cítricos constituyen el cultivo frutal de mayor importancia económica en el mundo. La producción mundial de 2007 fue de aproximadamente 103 millones de toneladas, lo que representa la cuarta parte de toda la producción frutícola.⁽¹⁴⁾

De acuerdo con información publicada por la FAO la producción y el consumo mundiales de naranjas y otros cítricos han aumentado considerablemente desde mediados del decenio de 1980 y los productos elaborados a partir de estas frutas cítricas han registrado un aumento aún más rápido a medida que las mejoras introducidas en el transporte y el envasado han reducido los costos y mejorado la calidad.

Esa rápida expansión de la producción y el crecimiento más lento de la demanda de las naranjas, principalmente, han dado lugar a una reducción de los precios de este producto, tanto fresco como elaborado. Según la publicación de FAO, el ritmo de nuevas plantaciones se ha hecho menos acelerado y se prevé que las tasas de crecimiento proyectadas respecto de la producción y el consumo en los próximos diez años serán inferiores a las alcanzadas durante los diez años precedentes. São Paulo (Brasil) y Florida (Estados Unidos) seguirán siendo las dos principales regiones de producción de naranjas elaboradas de todo el mundo.⁽¹⁵⁾

También se prevé que China incrementará su producción y consumo de naranjas y otros países latinoamericanos productores, como Argentina, México, Cuba, Belice y Costa Rica, seguirán aumentando su producción, pero a un ritmo más lento.

FAO estima que la producción y el consumo de cítricos en Asia también aumentarán, pero el consumo dependerá principalmente de la producción nacional. Muchos países de Asia mantienen aranceles elevados sobre las importaciones de cítricos. Se prevé que la producción de África aumentará solamente en los países que bordean el Mediterráneo y en Sudáfrica.⁽¹⁵⁾

2.3 Marco Teórico

2.3.1 Naranja

La naranja es el fruto del naranjo dulce, árbol que pertenece al género *Citrus* de la familia de las rutáceas. El naranjo dulce (*Citrus sinensis*) no se debe confundir con el amargo (*Citrus aurantium*), cultivado desde antiguo como árbol ornamental y para obtener fragancias de sus frutos. 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 labor varía desde el amargo hasta el dulce.⁽¹⁶⁾



GRÁFICO 1: NARANJA (CITRUS SINENSIS)

Fuente:<http://www.google.com.ec/imgres?q=cascara+de+naranja&um=1&hl=es&sa>

2.3.1.1 Producción de Naranjas en el mundo

Los mayores productores de naranja en el mundo son Brasil seguido de Estados Unidos y México a mayor distancia. En Europa, los mayores productores son España e Italia. De acuerdo con las cifras publicadas por FAO para el año 2013 la producción de naranjas se encuentra en la lista de los 25 principales productos. El volumen total reportado fue de 71305,973 millones de toneladas métricas, superando el año anterior que fue casi los 69 millones de toneladas.⁽¹⁷⁾

2.3.1.2 Aspectos Taxonómicos

Clase: Magnoliópsida

Familia: Rutaceae

Género: Citrus

Especie: Citrus sinensis (L)

Nombre científico: (*Citrus sinensis* L.)

Nombres comunes: Naranja^(11,12)

2.3.1.3 Descripción Botánica

Los cítricos son plantas de clima templado. En estado adulto están formadas normalmente por un tronco único que se ramifica profusamente a una altura de unos 60-80 cm, y forma una copa redondeada y tupida, de hojas persistentes. Su tamaño depende de la propia variedad, del patrón y de las condiciones edafoclimáticas, y por lo general oscila entre los 3 y 7 m de altura. La vida económicamente útil se cifra en unos 30 a 40 años, si bien hay árboles con más de 100 años.⁽¹⁸⁾

a) El Árbol: desarrolla un tronco erecto y definido especialmente si proviene de semilla y se deja crecer libremente. Su madera es fuerte, sus ramas son gruesas y la cáscara es suave. La forma del árbol depende de la especie, puede ser erecta o dispersa. La mayoría de los cítricos tiene espinas.

b) Las Hojas: Los cítricos son plantas siempre verdes, puesto que no cambian todas sus hojas al mismo tiempo. Las hojas permanecen en el árbol hasta dos años antes de ser cambiadas. El ataque de hongos, insectos o una sequía, aceleran el proceso de caída de las hojas. Aparentemente, la mayor caída de hojas se produce durante la floración.⁽¹¹⁾

Las brotaciones jóvenes son de color verde pálido, aunque las del limonero y el cidro en su fase inicial son violáceas. Las hojas son lanceoladas, unifoliadas y con un peciolo articulado en la mayor parte de las especies. Su tamaño varía según la especie y la época de brotación. La longitud de las formadas en la

brotación de primavera oscila entre 6 y 12 cm y la anchura entre 2,5 y 6 cm aproximadamente, siendo más pequeñas las de los mandarinos y más grandes las de los naranjos, limoneros y pummelos (o zamboas).

Tienen una vida media de unos 2-3 años aunque a veces puede prolongarse. El peciolo, de alrededor de 1 cm de largo, puede ser alado. El limbo está surcado por una nerviación pinnada en la que destaca el nervio central, del que parten otros formando un retículo que lo abarca totalmente.

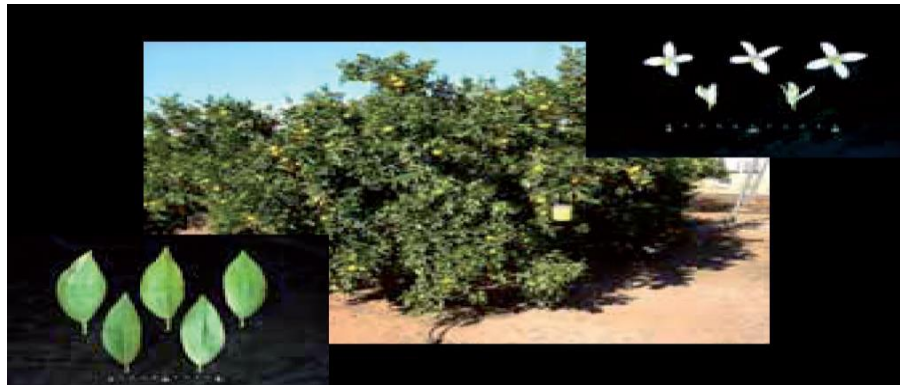


GRÁFICO 2: ÁRBOL, HOJA Y FLOR DE CÍTRICOS

Fuente: Salvador Zaragoza, Pina Lorca A. Forner M. Navarro L. Medina A. Soler G. Chomé Fuster P. Las Variedades de Citricos. 1ra Edicion. Madrid: Akasa; 2011

c) Las flores: conocidas con el nombre de azahar (en árabe flor), desprenden un aroma excepcional. Son hermafroditas y nacen de las yemas axilares de las hojas. Su tamaño es reducido y según las especies, la longitud del capullo floral, incluido el pedicelo, oscila entre 15 y 40mm. El periantio está formado por un cáliz verde con 5 sépalos soldados que se sustenta sobre un corto pedicelo. La corola está formada por 5 pétalos blancos solapados y aislados, que en algunas especies como el limonero y el cidro pueden tomar color violáceo en su fase inmadura.^(11,18)

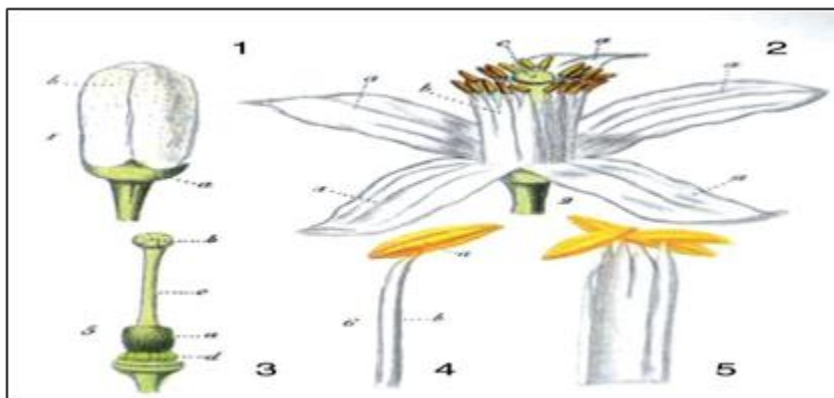


GRÁFICO 3: FLOR DE NARANJO. 1 FLOR CERRADA, 2 FLOR ABIERTA, 3 GINECEO, CON EL NECTARIO, EL ÓVULO, EL ESTILO Y EL ESTIGMA, 4 FILAMENTO AISLADO Y ANTERA Y 5 FILAMENTOS SOLDADOS.

Fuente: Salvador Zaragoza, Pina Lorca A. Forner M. Navarro L. Medina A. Soler G. Chomé Fuster P. Las Variedades de Citricos. 1ra Edición. Madrid: Akasa; 2011

d) El androceo: protegido en su fase inicial por la corola, está constituido aparentemente por un solo verticilo de estambres cuyo número oscila entre 15 y 60. A veces son libres y normalmente poliadelfos, y forman una especie de tubo que rodea al gineceo. Los filamentos son aplastados y las anteras oblongas y biloculares. En el centro de la corola, encima del disco o nectario, se asienta el gineceo. Sobre el ovario, de forma más o menos redondeada y policarpelar, emerge un estilo cilíndrico que culmina en un estigma esferoidal algo achatado.

e) El fruto: es una baya modificada denominada hesperidio. Su diámetro, variable según la especie y variedad, oscila entre alrededor de los 40-70 mm en los mandarinos y los 100-150 mm en los pomelos y pummelos. Su forma es normalmente redondeada o achatada excepto en los cidros, limones y limas que es alargada. Se distinguen dos partes principales: la corteza y los gajos. En la parte más externa de la corteza, el flavedo, se localizan las glándulas de aceites esenciales y los cloroplastos. Entre éste y los gajos, se encuentra el albedo, de aspecto esponjoso y de mayor espesor. En los cidros y pummelos es

muy grueso, mientras que en los mandarinos es delgado. Los gajos están individualizados al estar recubiertos por unas membranas muy finas de tejido parenquimático llamadas septas, y se pueden separar entre sí y del albedo, gracias a un tejido reticular y esponjoso que las rodea. En el interior de los gajos se encuentran las vesículas o pelos epidérmicos, rellenos de zumo, y las semillas. El eje central, que a veces es hueco, procede del eje floral y es de aspecto esponjoso.

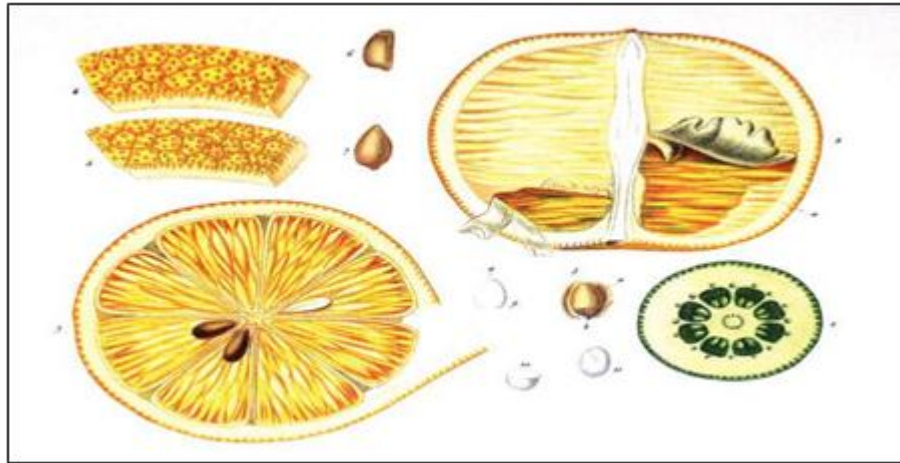


GRÁFICO 4: SECCIÓN DE UN FRUTO MADURO DE NARANJO

Fuente: Salvador Zaragoza, Pina Lorca A. Forner M. Navarro L. Medina A. Soler G. Chomé Fuster P. Las Variedades de Citricos. 1ra Edición. Madrid: Akasa; 2011

Las partes del fruto cítrico son:

- El Flavedo o Exocarpio: es la parte externa y coloreada del fruto. Aquí se encuentran las glándulas de aceites esenciales producidas por los cítricos.
- El Endocarpio: es la parte interna del pericarpio.
- El Mesocarpio o albedo: es la parte blanca de la cascara, entre el exocarpio y el endocarpio.
- Las vesículas de jugo: son las partes comestibles del fruto, donde se encuentran diseminadas las semillas.^(11,18)

2.3.1.4 Variedades

Existen numerosas variedades de naranjas con particularidades en su sabor, jugosidad, tamaño, condiciones de cultivo, etc. La naranja es una fruta de mesa, aunque también existen las de zumo.

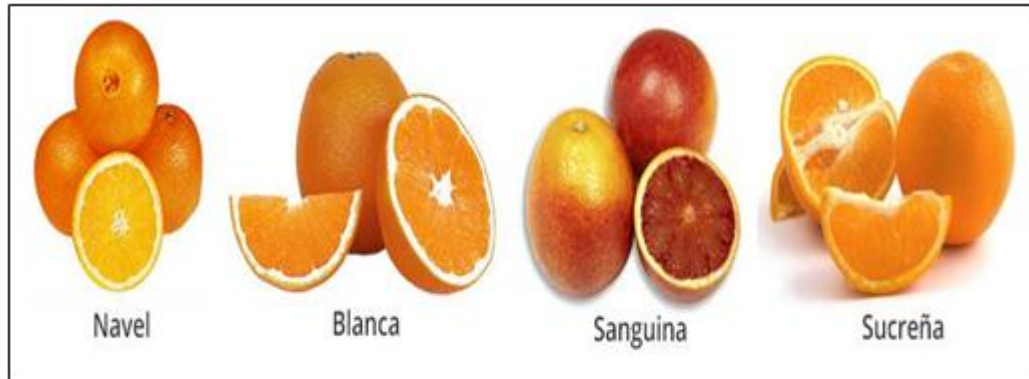


GRÁFICO 5: TIPOS DE NARANJAS

Fuente: DAVIES, F.S., ABRIGO, L.G. 1994. Citrus. CABI Head Office, Wallingford, UK.
254 pp.

Hay dos especies de naranjas principales, cada una con sus variedades que se diferencian entre sí por el sabor: las naranjas dulces son las naranjas de mesa, y las naranjas amargas son más ácidas y amargas, no se suelen consumir en crudo y se reservan para la elaboración de mermeladas y aceites esenciales.⁽¹⁸⁾

Hay 4 grandes grupos de naranjas dulces:

i) Grupo de naranjas Navel: Se destina principalmente para consumo en fresco por su gran calidad organoléptica y ausencia de semillas. Además, la presencia de limonina en la mayoría de las variedades de este grupo confiere un sabor amargo al zumo lo cual limita su uso para el procesado de zumos. La primera navel se originó en Brasil por mutación de la variedad 'Selecta', perteneciente al grupo de las blancas. Todos los cultivares del grupo navel existentes se han originado por mutación a partir de éste. El rasgo morfológico que caracteriza al grupo navel es la presencia de un pequeño y rudimentario fruto incrustado en el extremo estilar del fruto principal que

exteriormente tiene aspecto de ombligo, la variedad 'Washington navel' es la más cultivada de este grupo las variedades son:

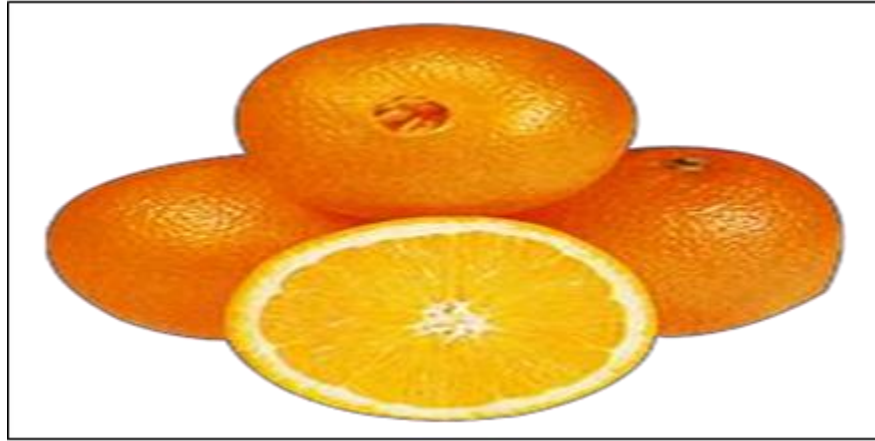


GRÁFICO 6: NARANJAS NAVEL

Fuente: DAVIES, F.S., ABRIGO, L.G. 1994. Citrus. CABI Head Office, Wallingford, UK.
1pp

- a) **Naranja Bahianinha:** esta variedad de naranja es de un tamaño más grande de lo habitual.
- b) **Naranja Lane Late:** esta naranja tiene la piel fina y menor cantidad de limonina. Estas naranjas se recolectan a partir de enero y perdura en los mercados hasta finales de mayo.
- c) **Naranja Leng:** su corteza es muy fina y su piel tiene muy buen color.
- d) **Naranja Navel:** la corteza de estas naranjas son de color rojo vivo. La encontramos desde la primera quincena de noviembre y se mantiene hasta los últimos días de abril.
- e) **Naranja Navelate:** son jugosas y muy dulces. Se pueden consumir desde finales de febrero hasta finales de mayo.
- f) **Naranja Navelina:** esta variedad es muy productiva y su sabor es muy dulce. Las naranjas Navelinas son ideales para tomar de postre. Se recogen durante los primeros días de octubre hasta mediados de febrero.
- g) **Naranja Newhall:** esta variedad se suele confundir con la Naranja Navelina, por qué sus características son prácticamente idénticas, pero su índice de madurez es más precoz.

h) Naranja Ricalate: la naranja Ricalate es una de las variedades más tardías y alcanza su coloración después que cualquier otra variedad de naranja.

i) Naranja Washington o Naranja Bahia: esta variedad de naranja tiene una fuerte implantación en España, de buena coloración y excelente calidad. Suele ser consumida desde principios de febrero hasta mediados de abril.⁽¹⁸⁾

ii) Grupo de naranjas blancas: Es el más importante a nivel mundial desde el punto de vista económico. Para la obtención de zumo, cabe destacar que la variedad 'Pera' es la más cultivada en Brasil, principal productor mundial de zumo. En el grupo de las blancas se diferencian tres subgrupos según el periodo de recolección: las blancas tempranas como 'Salustiana' y 'Hamlin', las de media estación como 'Pineapple' y las blancas tardías como 'Valencia' y 'Pera'.



GRÁFICO 7: NARANJAS BLANCAS

Fuente: DAVIES, F.S., ABRIGO, L.G. 1994. Citrus. CABI Head Office, Wallingford, UK. 254 pp.

a) Naranja Ambersweet: la piel de esta variedad es firme y gruesa pero es fácil de pelar. Su pulpa es de un sabor parecido al de la mandarina Clementina.

b) Naranja Hamlin: la naranja Hamlin es una variedad muy resistente al frío. Estas naranjas son muy pequeñas y muy difíciles de pelar, aún así son ricas en zumo, con un sabor dulce y algo insípido.

c) Naranja Pera: estas naranjas tienen la corteza muy adherida, pero son fáciles de pelar. El zumo es dulce y poco amargo, resulta un poco insípido.

d) Naranja salustiana: esta variedad de naranja tiene la corteza un poco rugosa y espesa. Las naranjas salustianas apenas contienen semillas y tienen un alto contenido de jugo dulce y sabroso, cosa que es ideal para consumirla en zumo. La recolección se hace a partir de diciembre y se prolonga hasta abril.

e) Naranja Jaffa o Shamouti: la naranja Jaffa o Shamouti es la más fácil de pelar. Tiene un sabor rico y dulce, pero su zumo es escaso.

f) Naranja Valencia Late: esta variedad es la más importante en el mundo entero. Esta naranja es un poco alargada, con corteza fina y consistente, la pulpa tiene muy buen color y elevado contenido en zumo. El sabor de las naranjas Valencia Late es muy ácido, y no contiene semillas. Su madurez es tardía, entre abril y julio.⁽¹⁸⁾

iii) Grupo de naranja sangre (sanguina o sanguigna): Las naranjas del Grupo Sangre son muy similares a las del grupo de las naranjas blancas, aunque se diferencian en que sintetizan pigmentos rojos en la pulpa y a veces en la piel.

Este proceso solamente se produce si están sometidas a bajas temperaturas nocturnas, y las naranjas no adquieren la tonalidad rojiza hasta otoño o invierno, el zumo adquiere un sabor especial parecido al de las cerezas o las frambuesas. El grupo de naranjas sanguinas solamente se cultivan en la región mediterránea.



GRÁFICO 8: NARANJAS SANGUINAS

Fuente: DAVIES, F.S., ABRIGO, L.G. 1994. Citrus. CABI Head Office, Wallingford, UK.
254pp.

a) Naranja Doble fina: ha sido la naranja de sangre más importante y la más antigua de España. Las naranjas tienen nula o intensa pigmentación en la cáscara como en la pulpa. Es una variedad de poco zumo pero con un característico sabor.

b) Naranja Maltaise: esta variedad de naranja es de gran calidad. Estas naranjas tienen un color externo naranja o algo rojizo, su pulpa poco coloreada. Estas naranjas tienen un sabor dulce con un pequeño toque ácido, no contienen semillas. La naranja maltaise tiene alto contenido en zumo.

c) Naranja Moro: el color de la pulpa de la naranja moro va desde el amarillo al burdeos. Estas naranjas pueden tener o no semillas y son muy fáciles de pelar.

d) Naranja sanguinelli: es una variedad española muy cultivada antiguamente. Estas naranjas son de corteza brillante y pigmentada, su pulpa tiene vetas rojas con un alto contenido en zumo, también rojizo, muy dulce y un poco ácido. Se recolecta desde mediados de enero hasta principios de marzo.

e) Naranja Sanguinello: la naranja sanguinello es muy cultivada en Italia. Estas naranjas no tienen tanto color como otras variedades y al pelarlas desprenden olor a aceite esencial.

iv) Grupo de naranjas sucreñas: Las naranjas del grupo Sucreñas son variedades ligeramente insípidas y con menor acidez, por esto actualmente son poco cultivadas. Las naranjas más importantes de este grupo son: Succari, Sucreña, Lima, Vaniglia.

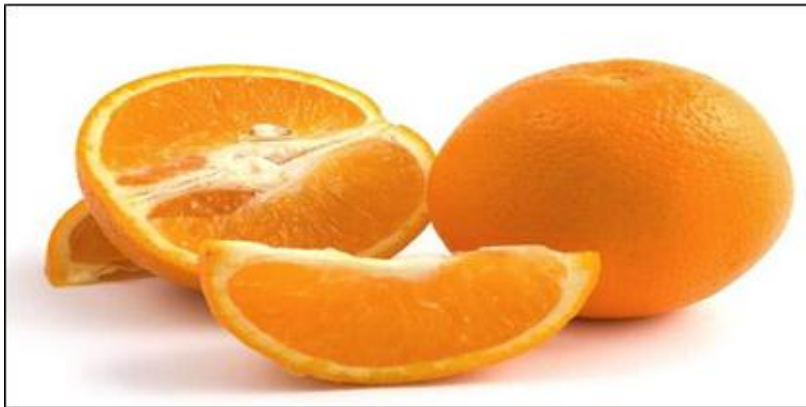


GRÁFICO 9: NARANJAS SUCREÑAS

Fuente: DAVIES, F.S., ABRIGO, L.G. 1994. Citrus. CABI Head Office, Wallingford, UK. 254 pp.

2.3.1.5 Requerimientos climáticos y edáficos

En el cultivo de Naranja, la temperatura es el factor climático limitante que afecta el período comprendido entre la floración y la cosecha, la calidad del fruto y la adaptación de cada una de las variedades. Los Cítricos necesitan de unos 1200 mm. de lluvia por año, sin embargo precipitaciones mayores no son problema siempre que haya un buen drenaje del suelo. Precipitaciones bajas afectan el cultivo, en esos casos el riego es fundamental como complemento de las necesidades hídricas del cultivo.

La humedad relativa influye sobre la calidad de la fruta. La Naranja en regiones donde la humedad relativa es alta tiende a tener cáscara delgada y suave, mayor cantidad de jugo y de mejor calidad. La baja humedad favorece una mejor coloración de la fruta. El rango adecuado de humedad relativa puede considerarse entre 60 y 70 %.

Fuertes vientos provocan caída de frutos, deshidratación, roturas de ramas, caída de flores, lo cual hace necesario seleccionar bien el terreno de siembra, localizándolo en áreas con protección natural o el establecimiento de barreras rompe vientos desde la siembra del cultivo. Las altitudes aptas para el cultivo de Naranjas oscilan entre los 400 a 300 msnm. En este amplio rango hay que seleccionar la variedad más adecuada para cada zona. Los Cítricos se adaptan a una gran diversidad de suelos, sin embargo la profundidad efectiva mínima debería ser al menos de 60 cm, pero es preferible suelos más profundos, más de 1m, para favorecer el drenaje natural y el crecimiento de raíces mejorando así la productividad del cultivo. Prefiere suelos con pH entre 5.5 a 7.0.⁽¹⁵⁾

2.3.1.6 Valor Nutricional

Los cítricos están considerados entre las frutas frescas de mayor valor nutritivo. Ello se debe a un equilibrado contenido en agua, azúcares, ácidos, sales minerales, fibras y vitaminas, siendo indiscutible su elevado contenido en vitamina C. La vitamina C es un antioxidante capaz de prevenir la formación de radicales libres, encargados de ocasionar deterioro celular. Es imprescindible en la formación y mantenimiento del colágeno, necesario para mantener unidas las células del tejido conectivo. Este tejido constituye un tercio de la proteína corporal, actuando como ligamento y sostén de la piel, músculos, cartílagos, discos vertebrales, paredes de los capilares, huesos, dientes y encías. La vitamina C colabora además en el aprovechamiento de los hidratos de carbono y aminoácidos, y en la absorción de hierro a partir de fuentes no animales. Dado que acelera la producción y movilidad de glóbulos blancos,

tendría efecto preventivo respecto a la gripe, resfríos y ciertos tipos de cáncer. Por ser hidrosoluble, su exceso no se acumula sino que se elimina por la orina. Actúa como desintoxicante reduciendo los efectos colaterales de ciertas drogas, como cortisona y aspirina. A diferencia de lo que ocurre con la mayoría de los animales, el cuerpo humano es incapaz de sintetizar vitamina C. Esta debe ser incorporada a través de la dieta o como suplemento vitamínico. Dado que la vitamina C tiene la particularidad de perderse con facilidad en los procesos de almacenamiento y cocción de los alimentos, es importante el consumo de la fruta fresca. En el caso de adultos, se recomienda la ingesta diaria de 60 mg de vitamina C. Requerimiento fácil de cubrir, si se tiene en cuenta que el contenido medio de una naranja Valencia es de 93 mg.^(5,19,20)

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. También contiene cantidades apreciables de folatos, y en menor cantidad, vitamina A.

Además, las naranjas aportan carotenoides con actividad provitamínica A (a-caroteno, b-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 la luteína y la zeaxantina, que están presentes en la retina y el cristalino del ojo, y se asocian inversamente con el riesgo de padecer cataratas y degeneración macular. Las naranjas presentan en su composición ácidos orgánicos, como el ácido málico y el ácido cítrico, que es el más abundante. 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. Además, contienen importantes cantidades de los ácidos

hidroxicinámicos, ferúlico, caféico y p-cumárico, ordenados de mayor a menor en función de su actividad antioxidante.

Las naranjas son ricas en flavonoides. Los más conocidos son: hesperidina, neoshesperidina, naringina, narirutina, tangeretina y nobiletina, a los cuales se les han atribuido múltiples funciones. 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 tomar la fruta entera fresca.⁽¹⁶⁾

2.3.1.7 Composición Nutricional

	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

GRÁFICO 10: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Fuente: MOREIRAS Y COL. (NARANJA). EFSA 2013. Tablas de Composición de Alimentos.

Infantes	35 mg
1 a 14 años	50 mg
Adultos	60 mg
Embarazo	80 mg
Lactancia	100 mg

GRÁFICO 11: REQUERIMIENTO DIARIOS DE VITAMINA C

Fuente: SAHOVALER, I y O.L.POLAK. 1994. Las frutas

2.3.1.8 Aplicaciones tradicionales del naranjo

La piel de la naranja amarga está considerada laxante y emenagoga, siendo también ligeramente tónica estomacal. Las hojas se usan tradicionalmente en artritis y bronquitis. La Comisión E alemana autoriza la piel de la naranja amarga para los casos de pérdida de apetito y trastornos dispépticos. La farmacopea británica recoge el uso como tónico amargo. El extracto acuoso de las flores se ha utilizado en el tratamiento del escorbuto, procesos febriles, inflamatorios, trastornos nerviosos y la histeria.

La decocción de frutos se ha usado tradicionalmente en casos de malnutrición avanzada y aumentos de tamaño del bazo de distintos orígenes. La corteza seca, en algunas formas de dispepsia. En los trastornos digestivos, la forma de aplicación suele ser la decocción o un destilado en forma de licor de la corteza del arbusto.

El agua destilada de la flor (agua de azahar) está considerada antiespasmódica e inductora del sueño. A las hojas se atribuyen propiedades similares. La corteza tendría propiedades estimulantes del buen funcionamiento digestivo, actuando como tónico y carminativo.

El naranjo amargo se aplica en forma de tisana de hojas, infusión de flores, decocción, licores y otras.

En forma de agua de azahar se ha venido aplicando para desmayos y estados de tensión nerviosa. Para estas situaciones se usa por lo general en forma de tisana o infusión.

El naranjo amargo se ha venido utilizando para aliviar la ansiedad, el estrés y la depresión, tanto en forma de aromaterapia⁽²¹⁾ como en sus aplicaciones convencionales.⁽²²⁾ En Puerto Rico el naranjo amargo es la planta más utilizada con fines medicinales.⁽²³⁾ El uso mayoritario en este país es como sedante (39 %), mientras el 17 % de los pacientes la usan para el tratamiento de distintos problemas gastrointestinales. Durante 2004, un estudio de consumo determinó que el 2 % de los que respondieron a una encuesta habían consumido suplementos dietéticos conteniendo naranjo amargo durante el año anterior. Las razones aducidas para este consumo fue el aumento de energía, la pérdida de peso y el efecto supresor del apetito. Entre los cinco consumidores que manifestaron haber sufrido efectos adversos derivados del consumo, en tres casos consideraron que estos eran leves.⁽²⁴⁾

La retirada del mercado estadounidense y de otros países de los suplementos dietéticos conteniendo efedrina, usados para la reducción de peso, han incrementado notablemente el consumo de los productos conteniendo Citrus Aurantium⁽²⁵⁾, ya que desde entonces se utilizan en sustitución de aquellos para reducir el apetito y controlar el peso, en base al efecto termogénico referido en la experimentación animal. Una sustancia contenida en el naranjo amargo, la sinefrina, podría dar lugar a una disminución del peso por este mecanismo, pero a la vez aumentaría la toxicidad cardiovascular de estos productos.

2.3.1.9 Estudios Experimentales

a) Efecto gastroprotector

El aceite esencial del naranjo amargo (250 mg/Kg, p.o.) y uno de sus principales componentes, el limoneno (245 mg/Kg, p.o.) producen una casi total protección (99 %) frente al efecto de etanol y AINE en ratas. Este efecto gastroprotector se debe a un incremento de la producción de moco gástrico, sin interferir con la secreción de gastrina.⁽²⁶⁾

b) Efecto fotoprotector

El extracto de naranjo amargo demostró actividad inhibidora de la tirosinasa⁽²⁷⁾ Tomando como patrón el ácido kójico, el extracto de naranjo amargo tendría una actividad antitirosinasa superior al 50 % de esta sustancia. Esta propiedad podría tener aplicación en cosmética y dermatología, para tratar o prevenir la hiperpigmentación cutánea.

c) Efecto antitumoral

El ácido isolimónico, un compuesto triterpenoide presente en la planta pareció inhibir el crecimiento de células de cáncer de colon humano de la línea HT-29.⁽²⁸⁾

d) Efecto sobre la diabetes experimental

Los datos de un estudio sobre un modelo experimental de diabetes sugieren que el extracto de Citrus aurantium pueden aumentar la función antioxidante del hígado y disminuir el daño hepatocítico en la diabetes del ratón de laboratorio.⁽²⁹⁾

La umbeliferona, presente en los frutos de la manzana golden y en el naranjo amargo, puede normalizar la ATP-asa unida a la membrana celular de varios tejidos en el ratón con diabetes experimental inducida por estreptozocina. Esto sería debido a la mejora del control de la glucemia y la actividad antioxidante de la umbeliferona.⁽³⁰⁾

La rata diabética sufre una disminución significativa del nivel de protrombina, así como una elevación de los tiempos de coagulación y sangría. El tratamiento con umbeliferona permite controlar la glucemia y normaliza los parámetros citados.⁽³¹⁾

e) Efecto antibacteriano

Un estudio detecta una fuerte actividad antibacteriana in vitro de *C. aurantium*.⁽³²⁾

f) Efecto ansiolítico y sedante

Diversos estudios experimentales señalan un efecto beneficioso del naranjo amargo sobre modelos experimentales de ansiedad, lo que estaría en concordancia con el uso etnofarmacológico del naranjo amargo.^(22,33)

g) Efecto radioprotector

Un trabajo muestra efecto radioprotector frente a la irradiación por rayos gamma sobre células de médula ósea. Según los autores, los flavonoides contenidos en el extracto de naranjo amargo reducirían el efecto clastogénico de la radiación y serían responsables del efecto protector.⁽³⁴⁾

h) Efecto antigenotóxico /antimutagénico

Según las conclusiones de un estudio, el extracto de *Citrus aurantium* modularía y reduciría la genotoxicidad inducida por ciclofosfamida sobre células de médula ósea.⁽³⁵⁾ Otro trabajo afirma haber detectado una actividad antimutagénica de los polimetoxiflavonoides del *Citrus aurantium*.⁽³⁶⁾

i) Efecto sobre la hipertensión portal

Según el dato aportado por un trabajo experimenta, la infusión de los frutos de naranjo amargo reduciría la presión en la vena porta, posiblemente debido a la vasoconstricción arterial producida.⁽³⁷⁾

j) Efecto antiarteriosclerosis

La narigenina y hesperetina, dos flavonoides derivados del naranjo amargo influyen sobre la expresión de la adiponectina en células diferenciadas 3T3-L1. En opinión de los investigadores, este hecho es sugestivo de un posible papel sobre la arteriosclerosis.⁽³⁸⁾

2.3.1.10 Aspectos de producción

a) Diseño de la plantación

Se valora como densidad media de plantación unos 400 árboles/ha. Deben plantar árboles injertados de un año y medio, libres de plagas y enfermedades, que tengan una buena unión patrón-injerto, con un tronco único, vertical, que mida como mínimo de 50 a 60 cm. de altura con una copa vigorosa formada de 3 a 5 ramas y una correcta formación de la raíz. Se sugiere adquirir las plantas en viveros que certifiquen el patrón, la variedad y sanidad de los arbolitos. Cuando el terreno es plano, se procede a marcarlo de acuerdo a la distancia y sistema de siembra escogido, el hoyo deberá medir 60 cm x 60 cm x 60 cm. al momento de la siembra, En el fondo del hoyo incorporar 250 gramos de fertilizante de las fórmulas: 10-30-10 ó 12-24-12, más alguna fuente orgánica como gallinaza (ejemplo 2 Kg) y cal (1 ó 2 Kg.) si el pH del suelo es ácido. En caso de que la topografía no lo permita, se trazarán curvas de nivel distanciadas una de otra de acuerdo a la distancia de siembra elegida.⁽³⁹⁾

b) Preparación de Suelos

Una vez seleccionado el lugar de siembra, se procede a hacer el trazo de la plantación, colocando estacas en cada posición de acuerdo al distanciamiento de siembra y a la topografía del terreno. Si el terreno es inclinado el trazo se hará en curvas a nivel, si es plano puede usarse el diseño deseado (Cuadro, tresbolillo, etc.).

El tamaño del hoyo de siembra dependerá de la textura del suelo; en suelos franco arenosos, las dimensiones podrán ser de 40 x 40 x 40 cm.; en suelos Franco Arcillosos de 60 x 60 x 60 cm, o más. El ahoyado, se hace con bastante anticipación de la siembra, colocando la tierra superficial a un lado y la del fondo en otro lado.

Se prefieren los suelos ligeros, de texturas franco arenosas, francas o franco arcillosas, con buen drenaje y aireación. Los suelos de texturas pesadas o arcillosas, y con limitaciones de drenaje, no son aptos para los cítricos, y están

asociados con problemas de crecimiento y proliferación de enfermedades radicales.⁽¹⁵⁾

c) Siembra

En el momento de la siembra, la tierra superficial colocada a un lado se debe mezclar con materia orgánica y colocarla al fondo del hoyo y mezclarla con fertilizante rico en fósforo.

Siembra: Se deben sembrar árboles injertados, libres de plagas y enfermedades, con buena unión del patrón y el injerto, de copa vigorosa, formada por 3-4 ramas bien distribuidas y una buena formación del sistema radicular.

Época de Siembra: Si se tiene disponibilidad de riego se puede sembrar en cualquier época del año; caso contrario, la época más adecuada es al inicio de la época lluviosa.

Distanciamiento de Siembra: Generalmente, en plantaciones de Naranja se usa distanciamientos de 7 x 6 m.; sin embargo este distanciamiento puede variar, dependiendo del tipo de suelo, topografía del terreno, riego, clima, criterio del productor.

Sistema de Siembra: Los sistemas de siembra comúnmente empleados son el rectángulo, cuadrado y el de tresbolillo, dependiendo principalmente de las condiciones topográficas del terreno y del manejo que se planifica implementar en cada caso.⁽⁴⁰⁾

d) Riego

Los Cítricos en general, y la Naranja en particular, sufren por deficiencia de humedad en el suelo, especialmente en el período seco del año, lo cual causa ciertos daños como falta de brotación y floración, baja producción y

aparecimiento de manchas necróticas en las hojas, daños por aparecimiento de gomosis y a veces, caída de los frutos.

Una plantación con riego, tiene mayores posibilidades de rentabilidad, ya que además de aumentar la producción se rompe la estacionalidad de la cosecha, pudiendo producir varias cosechas en el año, alcanzando mejores precios en el mercado.

Para que el árbol adquiriera un adecuado desarrollo y nivel productivo, es necesario que posea un mínimo de superficie mojada, que se estima en 33 % del marco de plantación en el caso de cítricos. Para evitar estos problemas de baja de la producción, disminución del tamaño de los frutos, amarillamiento del follaje y pérdidas de hojas, hay que incrementar el porcentaje de superficie mojada, a un 40 % de la superficie del marco ocupado.⁽³⁹⁾

e) Abono

Demandan mucho abono, lo que supone gran parte de los costos, frecuentemente sufre deficiencias, destacando la carencia de magnesio, que está muy relacionada con el exceso de potasio y calcio y que se soluciona con aplicaciones foliares. Otra carencia frecuente es la del zinc, que se soluciona aplicando sulfato de zinc al 1 %; el déficit en hierro está ligado a los suelos calizos. Sólo se recomienda el abonado en los cuatro primeros años, posteriormente es aconsejable un asesoramiento técnico especializado.⁽³⁹⁾

f) Fertilización

La fertilidad de un suelo viene a ser la capacidad de este para proporcionar los elementos esenciales para la planta en forma que se pueda aprovechar al máximo, balanceada y libre de sustancias tóxicas. La fertilización es una de las principales prácticas en el cultivo de los cítricos lo cual puede ser también un factor limitante en su productividad.

La fertilización por tanto tiene como objetivo aumentar el nivel nutricional del suelo, mejorar el balance nutricional de la planta para así aumentar la producción y calidad de las frutas.

Las plantas de cítricos tienen una alta exigencia nutricional por lo tanto la fertilización es una práctica de gran importancia para suplir los nutrientes que el suelo con frecuencia no puede aportar. El resultado de un análisis de suelos puede servirnos de herramienta para definir una buena recomendación de fertilizantes. En este caso es difícil establecer un programa único de fertilización, debido a las diferencias en requerimientos nutricionales que se presentan entre especies de cítricos, y a las variaciones del clima y de la misma fertilidad del suelo.

Dentro de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, se encuentran los llamados macronutrientes primarios que son: nitrógeno, fósforo y potasio. Entre los nutrientes secundarios se encuentran magnesio, azufre y calcio⁽⁴⁰⁾

g) Poda

Los tipos de podas más utilizados son los de Formación, Limpieza, y Rejuvenecimiento:

- **Poda de Formación:** Debe realizarse en los primeros años del cultivo y consiste en definir la arquitectura de las ramas principales del árbol, para lograr una buena distribución de sus ramas y follaje.

La poda de formación debe ser suave, cuando las plantas son jóvenes, para favorecer así la entrada en producción. Los árboles se forman con 3-4 ramas principales, a unos 50-60 cm. del suelo.⁽³⁹⁾

- **Poda de Limpieza:** Consiste en efectuar podas periódicas de ramas rotas o dañadas por plagas y enfermedades. Esta práctica evita que se propague o se desarrolle con más facilidad una plaga.

- **Poda de Rejuvenecimiento:** Se debe realizar en árboles envejecidos; la cual consiste en podar severamente el árbol para provocar un crecimiento nuevo y vigoroso, esta poda debe complementarse con fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas.

Es una especie que tiene hábito de formación en bola y de producción en la periferie, por lo que se busca podar en forma lobular para aumentar la superficie de radiación solar y así aumentar la producción.⁽³⁹⁾

h) Control de malezas

Es una práctica agrícola de mucha importancia después del trasplante y durante el desarrollo del cultivo. El control puede ser manual, químico y cultural.

- **Control Manual:** Se efectúa mediante placeados periódicos alrededor de la planta.
- **Control Químico:** Mediante aplicaciones de herbicidas según el tipo de malezas presente en la plantación. Para el control de gramíneas de difícil control y/o Coyolillo puede aplicarse Glifosato (Round-up, Ranger, etc.).
- **Control Cultural:** El cual consiste en el uso de leguminosas como cobertura, que además mejora la textura del suelo y le incorpora importante cantidad de Nitrógeno.⁽⁴⁰⁾

I) Cosecha

Las naranjas deben cosecharse con mucho cuidado para evitar golpes heridas u otros daños que afecten la calidad y su conservación, se recomienda el uso de equipo adecuado para efectuar esta labor tales como: saco de cosecha preferiblemente de lona con falso fondo, escalera de tijera (doble) y tijera de podar. La fruta cosechada no se debe dejar expuesta al sol, colocarla sobre un manto seco para evitar la humedad del suelo. Para transporte al mercado se recomienda hacer uso de jvas plásticas que proporcionen suficiente aireación a la fruta.⁽⁴⁰⁾

2.3.1.11 Plagas y Enfermedades

i) Plagas

a) Pulgones (*Aphis sp.*): y otros, chupan la savia, produciendo encarrujamiento de la hoja; favorecen el desarrollo de la fumagina, además pueden ser vectores de enfermedades.⁽⁴¹⁾

Control. Aplicación de insecticidas, como Malathion 57%, Sistemin 40 E.C., Decis.

b) Araña Roja, (*Tetranychus sp.*): Causan marchitez y deformación de las hojas al raspar y succionar la savia.

Control.- Pueden usarse productos como, Sistemin 40 E.C., Elosal, Mitigan 18.5% EC., Diazinon 60 EC.

c) Acaro raspador. (*Phyllocoptruta oleivora*, Ashmead): raspa la cutícula de la hoja y frutos.

Control.- Aplicar Kelthane, Elosal, Sistemin 40 EC, Mitac 20 EC.

d) Escamas. (*Chryonphalus aonidum*, L., y *Lepidosaphes bekkii*, Newman.): blanca, roja y púrpura., succionan la savia de las plantas, principalmente de las ramas, hojas, y frutos. Infecciones severas ocurren generalmente en la época seca.

Control.- Aplicaciones de Malathion, Diazinon 60 EC, Sistemin 40 EC

e) Mosca de la fruta., (*Anastrepha spp*) y Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wied): El mayor daño de estas moscas es cuando las larvas entran en los frutos y le causan la pudrición y caída.

Control: enterrar la fruta caída y cubrirla con una capa de tierra de 30 cm. y aplicarle un insecticida granulado como Volatón 2.5% G o Lorsban 2.5 % y

aplicaciones al follaje de Malation 57 % CE, mezclados con atrayentes como Burminal o melaza.

ii) Enfermedades

a) Tristeza de los cítricos (causada por el virus CTV): Entre los vectores de la enfermedad se tienen *Toxoptera citricidus*, *Toxoptera aurantii*. Es la enfermedad más importante de los cítricos, afectando los vasos conductores de la planta. Los árboles afectados cambian su color verde intenso por un verde claro, y algunas veces va seguido de un amarillamiento general, produciendo una defoliación y muerte regresiva de ramas, los frutos son pequeños y maduran prematuramente y causa la muerte total de la planta. El naranjo agrio es el porta injerto más susceptible a la tristeza. ⁽⁴¹⁾

Control: el control preventivo es el único medio de contra restar esta enfermedad y consiste en el uso de patrones tolerantes y/o resistentes como mandarina cleopatra, C. Swingle y otros, eliminación de plantas enfermas control de áfidos, uso de material vegetativo sano y evitar el uso del porta injerto del naranjo agrio.

b) Gomosis (*Phytophthora parasitica* y *P. Citrophtora*): El hongo puede afectar la base del tronco raíces y rama, en las zonas dañadas puede observarse la excreción de goma sobre todo en la época seca, pudiendo en estados avanzados hasta rodear completamente el tronco del árbol o de las ramas secundarias, causando la muerte del árbol.

Control: El control puede ser preventivo y curativo. Entre las medidas preventivas podemos mencionar las siguientes:

➤ **Preventivas:** Injertar en patrones tolerantes y resistentes a 40 cm. de altura. Sembrar de preferencia en suelos francos y profundos bien drenados y con un buen control de malezas, evitar en lo posible daños mecánicos en los

troncos y raíces de los árboles, desinfectar las herramientas, como tijeras de podar con formalina comercial.

➤ **Curativo:** pueden efectuarse aplicaciones de Captan (Ortocide) o de Aliette.⁽⁴⁰⁾

2.3.2 Plomo

2.3.2.1 Descripción

El plomo es un metal de color grisáceo que presenta un aspecto de color brillante al corte, pero que se oxida rápidamente tomando un aspecto mate. Es muy dúctil y maleable. Se puede encontrar en forma orgánica e inorgánica. Entre los compuestos inorgánicos tenemos el arseniato, carbonato, cromato, cloruro, dióxido, fosfato, monóxido, sesquióxido, tetraóxido, silicato, sulfato y sulfuro de plomo, en orgánicos más comunes se encuentran acetato, estearato, oleato, tetraetilo y tetrametilo de plomo. El plomo inorgánico se presenta en todos los procesos que supongan su fundición, extracción, manufactura de piezas, fabricación de aleaciones y recuperación de metales.^(42,43)

Presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública. La exposición al plomo que se cobra cada año tiene como estimado de 143,000 vidas, registrándose las más altas tasas de mortalidad en las regiones en desarrollo.^(44,45)

2.3.2.2 Propiedades Fisicoquímicas

Está situado junto a los metaloides se encuentra en el grupo 14 (IV A) de la tabla periódica. Símbolo es Pb, su número atómico es 82, y peso atómico de 207,9 g/mol. El plomo es flexible, inelástico, maleable con gran facilidad para ser fundido, para poder generar alambres y extruirlo. Existen diferentes isótopos con

número de masa de: 204 (1,5 %), 206 (23,65 %), 207 (22,6 %) y 208 (52,3 %).⁽⁴⁶⁾

Funde a 327,4°C (621,3°F) y su punto de ebullición es 1725°C (3164°F). Al fundir emite vapores tóxicos. Con valencias 2 y 4.

Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza siendo el sulfuro de plomo o galena su forma más frecuente de presentación, es un metal resiste a la acción del ácido sulfúrico, pero se disuelve con facilidad en el ácido nítrico y en los ácidos orgánicos (cítrico, acético), dando lugar a sales solubles. El agua de lluvia y aquellas que contienen nitratos, así como las sales de amonio y carbónico, lo disuelven en pequeñas cantidades; en cambio, las aguas muy calcáreas forman una película de carbonato de plomo insoluble, que preserva las condiciones de plomo de su solubilización. Tanto el plomo, como sus compuestos son venenos acumulativos por lo que deben manipularse con mucho cuidado y la manifestación de los síntomas de intoxicación se conoce como plumbismo.^(42,46)

2.3.2.3 Usos y aplicaciones

El plomo es un metal muy usado en la industria, como puede ser en la fabricación de pigmentos, recubrimientos, recipientes, ungüentos, pilas eléctricas, aditivos para pinturas, antidetonantes para la gasolina, fertilizantes e incluso algunos licores.

Además, el plomo tiene hoy en día numerosas aplicaciones en metalurgia (munición de armas, metal para cojinetes, cobertura de cables, compuestos de calafateo, plomo laminado, soldaduras, pigmentos, vidriado de cerámica y ciertos tipos de cristal).⁽⁴⁷⁾

2.3.2.4 Fuentes de Exposición

La principal vía de exposición para la población general es por la ingesta de comida y aire, mientras que la exposición ocupacional a plomo ocurre en los trabajadores de plantas de esmaltado e industrial de refinería, manufactura de baterías, plásticos y pinturas. Los niños particularmente son los más sensibles

a los efectos de este metal para los cuales es considerado como un riesgo medio ambiental primario.⁽⁴⁸⁾

El plomo es liberado al aire por procesos naturales tales como la actividad volcánica, los incendios forestales, el deterioro de la corteza terrestre y el decaimiento radioactivo de radón. Estas contribuciones naturales son las de menor consecuencia ya que la vasta mayoría de plomo en la atmósfera resulta de la actividad humana. Y es la forma de mayor fuente de contaminación.

El plomo entra al agua subterránea desde el deterioro natural de las rocas y los suelos, indirectamente de la lluvia y directamente desde fuentes industriales. El agua de mar contiene entre 0,003 y 0,20 mg/L de plomo. Las concentraciones de este metal en aguas marinas contribuyen a la contaminación de los peces que habitan en ellas.

En terrenos no cultivados se han encontrado de 8 a 20 mg/Kg mientras que en terrenos cultivados puede llegar a encontrarse por encima de 360 mg/Kg y cerca de fuentes de contaminación industrial, el suelo alcanza contenidos de 10 g/Kg o más. En áreas rurales, los niveles de plomo en el aire son del orden de 0,1 mg/m³ o menos. El plomo puede permanecer adherido a las partículas del suelo o de sedimento en el agua durante muchos años mientras que pequeñas cantidades puede entrar a ríos, lagos y arroyos cuando las partículas del suelo son movilizadas por el agua de lluvia.^(49,50)

Este metal es considerado un importante contaminante debido a su potencial de acumulación y persistencia. Aunque en pequeñas cantidades, las fuentes más importantes de plomo son las bebidas alcohólicas, los cereales, el despojo cárnico, los pescados y las frutas y verduras. La ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) establecida por la FAO es 25 µg/Kg referido a una persona de 60 Kg de peso.

Otro mecanismo importante para la contaminación son los utensilios usados, utensilios de cocina, de alfarería vidriada usada para cocinar o almacenar alimentos o bebidas, en especial si las bebidas son ácidas.^(50,51)

Principales actividades profesionales relacionadas con el uso de plomo:

- fundición de plomo y zinc
- fabricación de óxidos y sales de plomo
- fabricación y reciclaje de acumuladores
- fabricación y uso de esmaltes, pinturas, masillas colorantes que contengan plomo
- fabricación de municiones de plomo y artículos pirotécnicos
- industria del plástico que utilice aditivos a base de plomo
- imprenta
- soldaduras de plomo en locales cerrados.
- revestimientos con plomo
- fabricación y manipulación de arseniato de plomo como insecticida
- industrias de cristalería, cerámica y alfarería artesanal
- trabajos de demolición en donde esté presente de alguna manera o en las pinturas
- fabricación de compuestos de plomo
- fabricación y templado de aceros con plomo
- recuperación de plomo y de residuos metálicos que lo contengan

Principales actividades no laborales relacionadas con intoxicación por plomo:

- Cocinado o almacenamiento de alimentos en recipientes de cerámica vidriada.
- Consumo de bebidas alcohólicas destiladas en serpentines plomados
- Consumo de vinos tratados con arseniato de plomo o acetato de plomo
- Consumo de agua contaminada debido al uso de tuberías de plomo, sobre todo si el agua tiene carácter ácido.
- Consumo de harinas contaminadas con insecticidas que contienen plomo

- Uso de cosméticos y productos de folkmedicina que contiene plomo
- Utilización y eliminación de pinturas
- Reabsorción a partir de proyectiles retenidos en el cuerpo humano
- Inyecciones intravenosas de metilamfetaminas, heroína o cocaína contaminadas por plomo
- En niños por succión de juguetes que contienen pintura con plomo, por rascado de pintura de las paredes o papeles pintados, o por envoltorios metálicos.^(52,53)

2.3.2.5 Toxicocinética

El plomo es capaz de penetrar en el organismo humano por vía respiratoria, oral y cutánea.

Por vía respiratoria, esta ocurre por inhalación de vapores, humos, polvo fino de plomo. El paso se da por difusión tras la disolución de las partículas. La absorción depende de varias características como liposolubilidad, aerodinámica, tamaño de partículas, pero a su vez tiene que ver el volumen de aire inspirado y el tiempo de permanencia en exposición. La absorción a nivel respiratorio, es del 50 al 100%.

Por vía oral, la ingestión tiene 2 orígenes; puede ser directa por medio de los alimentos, cigarrillos u objetos que puedan estar contaminados por plomo o algún derivado; o indirecta, después de ser inhalado y transportado a la nasofaringe por un proceso de aclarado pulmonar. La absorción intestinal del plomo está dado por un mecanismo de difusión y por un transporte activo.

Por vía cutánea, la absorción cutánea suele ser muy baja, a pesar que representa un mayor área de contacto.^(42,54)

Una vez en el torrente sanguíneo, se acumula dentro de los glóbulos rojos, donde interfiere en la síntesis del grupo hemo, ocasionando anemia. Circulan unido al glóbulo rojo formando con los fosfatos del plasma, fosfatos de plomo, los cuales son solubles y constituyen en forma principal el plomo circulante y a quien debemos el efecto tóxico. Luego de aproximadamente un mes, se redistribuye a diferentes órganos y tejidos, generando alteraciones en el sistema nervioso, hematopoyético, cardiovascular, reproductivo y renal. Es mayor la

movilización del plomo cuando hay acidificación del pH sanguíneo. El hígado posee gran capacidad de captación del metal. Finalmente, se deposita en tejidos duros como huesos, donde se deposita 90% del plomo absorbido; uñas y dientes, lugares donde puede permanecer acumulado toda la vida. Cabe destacar que el plomo es teratógeno, porque atraviesa con facilidad la barrera placentaria, encontrándose concentraciones comparables del metal en la sangre de la madre y del recién nacido. Además de las personas ocupacionalmente expuestas, la población pediátrica constituye el segmento más vulnerable a los efectos neurotóxicos del plomo. Contribuyen a esto, el hábito de los niños de llevarse las manos y objetos a la boca, como también una mayor absorción y menor excreción del metal con respecto a los adultos y por la inmadurez de su barrera hematoencefálica. Bajos niveles de exposición al plomo, incluso inferiores a 10 µg/dL, se asocian con una disminución del coeficiente intelectual y un deficiente desarrollo neurológico, evidenciándose problemas de comportamiento, trastornos de atención e hiperactividad.^(54,55)

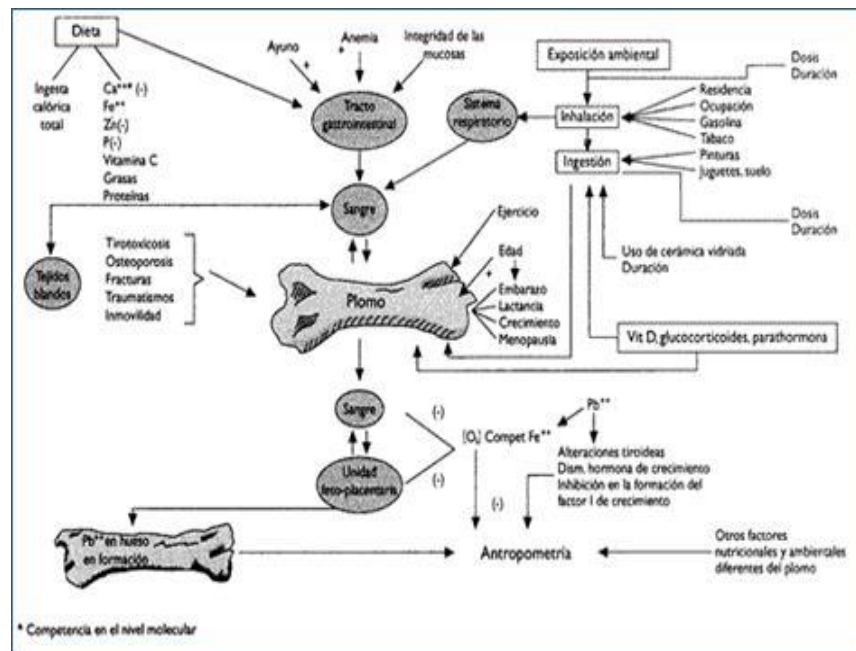


GRÁFICO 12: MODELO BIOLÓGICO DE PLOMO

Fuente: Tomado de Sanin, Helena y cols. Acumulación de plomo en huesos y sus efectos para la salud. Salud Pública Mex 1998; 40:359-368.

2.3.2.6 Manifestaciones Clínicas

El plomo es inhibidor de numerosas enzimas y esto constituye el fundamento de los diversos efectos tóxicos que se reflejan en la clínica y en el laboratorio.⁽⁵¹⁾

Pueden existir dos tipos de intoxicación: aguda y crónica.

La intoxicación aguda es poco frecuente y se produce habitualmente tras la ingestión de una sal soluble en medio ácido o la inhalación de vapores de plomo. Cursa con náuseas, vómitos, dolor abdominal y estreñimiento o diarrea inicial para posteriormente instaurarse estreñimiento. Puede haber una crisis hemolítica aguda que ocasione anemia y hemoglobinuria. La afectación renal cursará con oliguria, elevación de la urea, proteinuria aminoaciduria y cilindruria. A nivel hepático, habrá una hepatitis tóxica con citolisis. Pueden aparecer calambres musculares, debilidad, parestesias y algias en extremidades. Aparece una encefalopatía como manifestación tardía que cursa con cefalea, obnubilación, convulsiones y coma, con hipertensión endocraneal.

En los niños esta encefalopatía es más precoz, adoptando bien una forma pseudomeníngea con irritabilidad y convulsiones o pseudotumoral con hipertensión endocraneal. La evolución puede ser favorable o producir la muerte en varios días, o cursar con secuelas neurológicas y renales.

La intoxicación crónica cursa con una fase preclínica o de impregnación en la cual el paciente se encuentra asintomático o presenta síntomas inespecíficos como astenia, dispepsia, artralgias, mialgias, adelgazamiento, dolor abdominal, alteraciones del carácter. Suele corresponder a unas concentraciones de plomo en sangre entre 30 y 50 ug/dL. En la exploración clínica, se puede evidenciar el ribete de Burton.

Las lesiones renales inicialmente son asintomáticas, con alteraciones tubulares y esclerosis glomerular. Con la evolución aparece hipertensión arterial, hiperucemia e insuficiencia renal.

La intoxicación por compuestos orgánicos de plomo difiere de lo expuesto anteriormente. En ella predomina la afectación del sistema nervioso central con insomnio, agitación, cefalea, labilidad emocional, ansiedad, ataxia, alucinaciones, estado maniaco, temblores, convulsiones y coma. También

puede producir lesiones dermatológicas, hepáticas y renales. No suele haber anemia.^(52,56)

A continuación se hace una descripción de los principales efectos del plomo según los sistemas y órganos de hombre:

a) Efectos generales: se ha descrito una serie de signos y síntomas generales e inespecíficos; tales como decaimiento, fatiga, dolores articulares, tos, impotencia sexual, palidez y temblor; los cuales no obstante, deben tenerse en cuenta por su frecuente asociación con la intoxicación por plomo.

b) Sistema hematopoyético: uno de los primeros y más importantes efectos del plomo en el organismo humano es la alteración de la síntesis del grupo hemo, esta alteración se manifiesta con la aparición en la sangre y la orina de concentraciones anormales de sus precursores y, clínicamente, por una palidez acentuada (anemia). Es característica la palidez facial (facies saturnina), especialmente peribucal, que no coincide con las cifras esperadas de hemoglobina.

El hemograma muestra una anemia hipocroma normocítica o microcítica.

Las mujeres y los niños son más sensibles que los hombres a los efectos del plomo sobre la síntesis del hemo.

c) Sistema Nervioso Central: los efectos del plomo sobre el encéfalo están mucho más relacionados con el saturnismo infantil que con las intoxicaciones en los adultos. En la exposición prolongada al plomo pueden observarse efectos importantes sobre el SNC, causando un cuadro denominado encefalopatía saturnina, cuyos síntomas y signos varían desde cambios psicológicos o conductuales sutiles hasta alteraciones neurológicas graves. También varía según sean compuestos inorgánicos u orgánicos del plomo.

d) Sistema Nervioso Periférico: el plomo inorgánico produce efectos adversos en el SNP, tanto en su estructura como en la actividad colinérgica del

nervio. El hecho más característico a este nivel es el daño en los nervios motores, que se expresan clínicamente con la parálisis saturnina, cuya manifestación principal es la debilidad de los músculos extensores, en especial los más utilizados por el individuo, falta de fuerza en las manos. Se han descrito también otros síntomas como hiperestesia, analgesia, dolores musculares, calambres y anestesia de zonas afectadas.

e) Sistema Urinario: se ha observado lesión tubular renal caracterizada por aminoaciduria generalizada, hipofosfatemia con hiperfosfaturia relativa y glucosuria. En trabajadores con larga exposición al plomo se encontró fibrosis peritubular e intersticial difusa. Estos signos han sido denominados como nefropatía saturnina crónica, que se caracteriza por una retracción renal de desarrollo lento, con alteraciones arterioescleróticas, fibrosis intersticial, atrofia glomerular y degeneración hialina de los vasos que puede terminar con insuficiencia renal.

f) Sistema Gastrointestinal: el síntoma más característico del saturnismo en este sistema es el cólico. El cólico se produce incluso en exposiciones a concentraciones bajas de plomo. También se han descrito otras manifestaciones como pérdida del apetito, constipación, diarrea, náuseas, vómitos, sabor metálico en la boca, dolor abdominal, e ictericia.

g) Sistema Cardiovascular: de estos efectos asociados a la exposición al plomo la hipertensión arterial es el que recibe mayor atención, la presión arterial elevada se encuentra asociada a altos niveles de plomo en el organismo humano de adultos.

h) Sistema Reproductor: se han descrito en la mujer efectos como abortos, disfunción ovulatoria, mortinatos, parto prematuro y esterilidad; y en el hombre astenospermia, hipospermia y teratospermia.

i) Sistema Endocrino: hay evidencias de que el saturnismo puede determinar deterioro de las funciones de la tiroides y de las suprarrenales.

j) Articulaciones: frecuentes artralgias se presentan en la intoxicación con plomo debido a una gota secundaria a la interferencia del plomo en 5ta enzima aminohidrolasa guanina, lo que elevaría las concentraciones de ésta en el organismo, cristalizándose y depositándose en las articulaciones.^(50,52)

2.3.2.7 Diagnóstico

Puesto que la sintomatología puede ser muy inespecífica, el diagnóstico está basado en el antecedente de exposición y el cuadro clínico, y se confirma con las explicaciones complementarias. La anamnesis debe ser minuciosa, tanto en cuanto a actividad laboral y hobbies, como en cuanto a hábitos dietéticos, ingesta de cuerpos extraños previos, presencia de proyectiles. La exploración física debe ser exhaustiva.

Entre las determinaciones analíticas, destacan los marcadores de efecto tóxico y los marcadores de dosis interna.

Los marcadores de efecto tóxico están basados en la acción del plomo sobre la síntesis del hem e indican una absorción reciente de sales inorgánicas de plomo. La actividad de la deltaaminolevulínico deshidratasa o ALA-D eritrocitaria se correlaciona inversamente con las concentraciones de plumbemia.

Los valores normales son aquellos superiores a 15 u/L. La protoporfirina libre o unida al zinc aparece por la inhibición de la ferroquelatasa por el plomo, con lo que se acumula. Su aumento es un dato útil, aunque hay que tener en cuenta que se eleva también en las deficiencias de hierro.

El acúmulo del ácido deltaaminolevulínico en orina es debido a la acción del plomo sobre la síntesis del grupo hem. Se consideran valores

normales hasta 5 mg/g de creatinina. Otros parámetros útiles son el aumento en sangre del ácido deltaaminolevulínico, con valores normales de 0,26 mg/L, y el aumento de la coproporfirina urinaria, con valores de hasta 283 pg/ 24h.

La plumbemia y la plumburia son marcadores de impregnación o dosis interna que debido a su vida media corta son útiles para valorar exposiciones recientes.

Las concentraciones que aparentemente no producen efectos nocivos sobre la salud son: 10 ug/dL en niños menores de 6 años, 20 ug/dL entre los 6 y 20 años. 30 ug/dL en adultos, y hasta 40 ug/dL en población laboral expuesta. La plumburia representa la eliminación renal del plomo y está en relación con la plumbemia, pero presenta grandes fluctuaciones, por lo que se utiliza la determinación del plomo en orina tras la administración de EDTA calcio disódico. Se realiza administrándolo a dosis de 1g (500 mg/m²) en 500cc de suero fisiológico o glucosado al 5%, a infundir en 1-2 horas; la orina se recoge en 24 horas. Se ha visto que también es útil el recoger la orina durante 8 horas. Se considera pronóstico una plumburia superior a 1.000 ug/24 horas. Constituye la mejor prueba de impregnación crónica por plomo e indica la necesidad de tratamiento con quelantes.^(52,53,57)

2.3.2.8 Tratamiento

El tratamiento, tanto de la intoxicación aguda como crónica, se basará en apartar al paciente de la fuente de exposición junto al tratamiento concomitante de los cuadros clínicos que acontezcan (encefalopatía, insuficiencia renal, etc.). Si ha habido una ingesta oral aguda, se deben realizar las medidas de descontaminación digestivas rutinarias (lavado gástrico, carbón activado).

Los quelantes son el tratamiento de elección en las intoxicaciones por plomo inorgánico; forma complejos inertes y estables que son excretados por la orina. Estos quelantes no son útiles en las intoxicaciones por compuestos orgánicos de plomo, cuyo tratamiento es sintomático o con alteraciones biológicas (protoporfirina eritrocitaria libre aumentada, etc.) con

plumbemias superiores a 50 ug/dL. En los pacientes con plumbemias mayores de 50 ug/dL pero asintomáticos, se debe realizar un test de provocación e iniciar la quelación si es positivo.

El EDTA calcio disódico es un quelante capaz de fijar el plomo y otros metales; es más activo para el plomo. Requiere de la presencia de una correcta función renal puesto que presenta nefrotoxicidad, sumado a lo provocado por el plomo quelado. Las dosis son 50 mg/Kg/día. (máximo 2 g en adulto), fraccionadas en dosis que se disuelven en 500cc de fisiológico a pasar en 6 horas durante 5 días.

En intoxicaciones graves, se administra a dosis de 75 mg/Kg/día. Puede administrarse en infusión continua. La primera dosis de EDTA calcio disódico se debe retrasar hasta 4 horas después de la administración de BAL o dimercapol. Se puede repetir la administración a las 48 horas de finalizado el tratamiento si persiste la clínica o la plumbemia es superior a 50 ug/dL. El EDTA calcio disódico quela el plomo del compartimiento extracelular de los tejidos blandos y eritrocitos, aumentando su eliminación por orina. Solo una escasa proporción atraviesa la barrera hematoencefálica. Es necesario administrar conjuntamente el BAL o dimercapol antes de iniciar la administración del EDTA, puesto que la eficacia quelante aumenta y el BAL actúa sobre el sistema nervioso central.

La dosis de BAL es de 4 mg/Kg por vía intramuscular. En intoxicaciones graves, se continúa esta dosis cada 4 horas durante 5 días.

La D-penicilamina tiene menos poder quelante, se administra por vía oral y está indicada en intoxicaciones crónicas con plumbemias por debajo de 50 ug/dL o en agudas en que ya se ha completado el tratamiento descrito anteriormente. La dosis es de 30-40 mg/Kg/día (máximo 1,5 g/día), divididas en 3 dosis.

Está contraindicada en alergia penicilina por reacciones de hipersensibilidad cruzada.

Como efectos adversos, destaca rash cutáneo, ulceraciones bucales, hematuria, proteinuria y hepatotoxicidad.

El ácido 2,3 dimercaptosuccínico (DMSA o succímero) y el 2,3 dimercapto-1-propanosulfonato (DMPS) son dos nuevos fármacos quelantes derivados del BAL. El succímero es un quelante con alta selectividad para el plomo, soluble en agua que produce una diuresis de plomo similar a la del EDTA calcio disódico, aunque de menor efectividad. La dosis inicial es de 10 mg/Kg/8 horas durante 5 días seguidos de 10 mg/kg/12horas durante 14 días. Si se necesitan más ciclos de tratamiento, se deben espaciar dos semanas. Este fármaco, no comercializado en nuestro país, está aprobado por la FDA en 1991 para el tratamiento de la intoxicación por plomo en niños con niveles mayor de 45 ug/dL. Los efectos adversos son alteraciones gastrointestinales y citolisis hepática. Ambos quelan el arsénico, plomo, mercurio orgánico e inorgánico y otros metales pesados, y causa el mínimo efecto en el hierro, cobre y magnesio.^(52,53,58)

2.3.3 Cadmio

2.3.3.1 Descripción

El cadmio es un elemento no esencial para los sistemas biológicos, se encuentra presente como contaminante en los alimentos, agua y aire

Reúne 4 características más temidas del tóxico:

- a. Efectos adversos para el hombre y el medio ambiente.
- b. Bioacumulación.
- c. Persistencia en el medio ambiente.
- d. “Viaja” grandes distancias con el viento y en los cursos del agua.⁽⁵⁹⁾

Se encuentra distribuido en la naturaleza en forma de óxidos complejos, sulfuros y carbonatos en el zinc, plomo y menas de cobre. Este

metal ingresa al medio ambiente a través de diversas fuentes naturales y antropogénicas.⁽⁶⁰⁾

2.3.3.2 Propiedades Fisicoquímicas

El Cadmio, símbolo (Cd) es un metal blando, dúctil y maleable; de peso específico 112,40; de densidad 8,75; de punto de fusión 321°C. y de punto de ebullición 778°C. Color blanco plateado. Constituye un subproducto de la industria del zinc, ya que en la naturaleza se encuentran estrechamente ligados y se obtiene para fines industriales en el curso del refinado del zinc. Este metal se disuelve, como el plomo, en los ácidos orgánicos, incorporándose así a los alimentos.⁽⁶¹⁾

Hay ocho isótopos estables en la naturaleza y se han descrito once radioisótopos inestables de tipo artificial. El cadmio es miembro del grupo II b (zinc, cadmio y mercurio) en la tabla periódica, y presenta propiedades químicas intermedias entre las del zinc metálico en soluciones ácidas de sulfato. El cadmio es divalente en todos sus compuestos estables y su ion es incoloro.⁽⁶⁷⁾

2.3.3.3 Usos y aplicaciones

Los principales usos y aplicaciones del cadmio o compuestos son:

- Como pigmento en pinturas, esmaltes, plásticos, textiles, vidrios, tintas de impresión, caucho, lacas, etc.
- En aleación con cobre, aluminio y plata.
- En la producción de pilas de cadmio-níquel.
- Como estabilizador de termoplásticos, como el PVC.
- En fotografía, litografía y procesos de grabado. Como “endurecedor” de ruedas y llantas de automóvil.⁽⁶⁰⁾

2.3.3.4 Fuentes de exposición

El cadmio constituye un riesgo importante para la salud por el contacto frecuente laboral y ambiental.

La presencia de cadmio en la atmósfera es consecuencia de la polución natural, producida por la capacidad de las plantas de concentrar el cadmio de origen geoquímico y tras su descomposición dispersarlo en el medio ambiente. También se produce contaminación a partir de las manipulaciones de extracción y refinado del metal, así como de sus múltiples usos industriales.

La gran variedad de fuentes de emisión, por otra parte, da lugar a sensibles diferencias del contenido en cadmio de la atmósfera de las áreas urbanas e industriales con respecto a áreas rurales. También ha existido una gran preocupación acerca de la lluvia ácida y de su capacidad para aumentar la biodisponibilidad de cadmio en el suelo y por tanto, en los productos agrícolas.

La exposición laboral, la dieta, el hábito de fumar (una caja de cigarrillos contiene de 2 a 4 mg de Cd) y el agua de bebida son las principales fuentes de cadmio para el hombre. En no fumadores la fuente de exposición principal es la ingestión de comidas contaminadas, pudiéndose absorber hasta un 8% de la dosis ingerida.^(60,62)

La utilización industrial del cadmio es también el origen de su presencia en los alimentos, particularmente en los de origen vegetal, lo que a su vez repercute en los animales, que consumen productos vegetales para su alimentación.

Los fertilizantes y plaguicidas, las aguas residuales utilizadas para el riego, así como la deposición atmosférica, hacen del cadmio un elemento común en los suelos de cultivo, de donde es fácilmente absorbido por las plantas. En los alimentos industrializados también se han citado como posibles fuentes de contaminación las operaciones de elaboración y los materiales de envasado.

Principales causas de la presencia de cadmio en los alimentos	
Residuos de usos industriales	Electro recubrimiento de aceros. Aleaciones de propiedades específicas. Soldaduras para material electrónico de bajo punto de fusión. Pigmentos (de uso en porcelana, vidrio, cerámica y plásticos). Catalizadores de polimerización de materiales plásticos. Semiconductores. Fococélulas. Baterías de cadmio. Estabilizante de plásticos.
Residuos de usos agrícolas	Fertilizantes Plaguicidas y fungicidas Riego con aguas residuales
Suplementación mineral de los piensos	
Migración a partir de materiales de envasado	

GRÁFICO 13: PRINCIPALES CAUSAS DE LA PRESENCIA DE CADMIO EN LOS ALIMENTOS

Fuente: Tomado de Rubio C. Ingesta dietética de contaminantes metálicos (Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn y Mn) en la Comunidad Autónoma Canaria. Evaluación toxicológica. España. Universidad de la Laguna; 2009.

Alguna cerámica vidriada, especialmente artesanal y que no haya sido horneada a una temperatura suficientemente alta, es capaz de ceder cantidades tóxicas de cadmio al alimento que contiene.

En conservas con envase metálico este riesgo parece despreciable pero si es considerable es piezas de cerámica, barro o plástico empleadas en el tratamiento culinario y en el envasado de ciertos alimentos. Si además, estas piezas van recubiertas de esmaltes con pigmentos de Cd, cuando se

ponen en contacto con productos de reacción ácida, se liberan unas cantidades considerables de este elemento.

A pesar de que el cadmio es un elemento tóxico, se encuentra presente en muchos alimentos en bajas concentraciones.

En particular, en los alimentos de origen vegetal, los niveles de cadmio pueden variar en función de la especie y de las distintas partes anatómicas del vegetal.

La ingesta semanal tolerable provisional actualmente recomendada (ISTP), establecida por la FAO es de 7 microgramos de cadmio por kilogramo de peso corporal (7 µg/Kg).^(47,63)

2.3.3.5 Toxicocinética

El contenido corporal de cadmio aumenta dependiendo de la edad hasta los 50 años. En adultos puede llegar hasta 40 mg, varía según situación geográfica y sobre todo de los fumadores, en quienes la carga es el doble.

La absorción gastrointestinal es de aproximadamente el 50%. La dieta deficiente en Calcio, hierro y proteínas aumenta su absorción.⁽⁵⁹⁾

El cadmio se absorbe por vía respiratoria principalmente. Tras la absorción, es transportado en la sangre unido a los eritrocitos, y se fija a la hemoglobina y metalotionina. El cadmio es distribuido al hígado y posteriormente a otros órganos, entre los que destaca el riñón. La metalotioneína es una proteína de bajo peso molecular rica en grupos SH, que tiene alta afinidad con los metales como el cadmio y zinc. Su síntesis es inducida por la exposición a diversos metales, y concentraciones elevadas de la misma pueden tener una función protectora al impedir la interacción del cadmio con otras moléculas.^(52,53)

El cadmio absorbido se excreta principalmente por orina y en menor cantidad con la bilis, aunque pequeñas porciones puedan eliminarse con sudor, pelo

y aún secreción gastrointestinal, pero el cadmio que sale con heces en su mayor parte es lo que no se absorbió.

La acumulación de cadmio en riñón e hígado depende de la intensidad, del tiempo de exposición y del estado óptimo del sistema excretor renal. En sobreexposición alcanza niveles elevados en hígado, sin embargo con el tiempo el metal se localiza en el riñón.

La vida media en el organismo oscila entre 10 y 30 o 40 años, lo que condiciona la acumulación. ^(52,53,59)

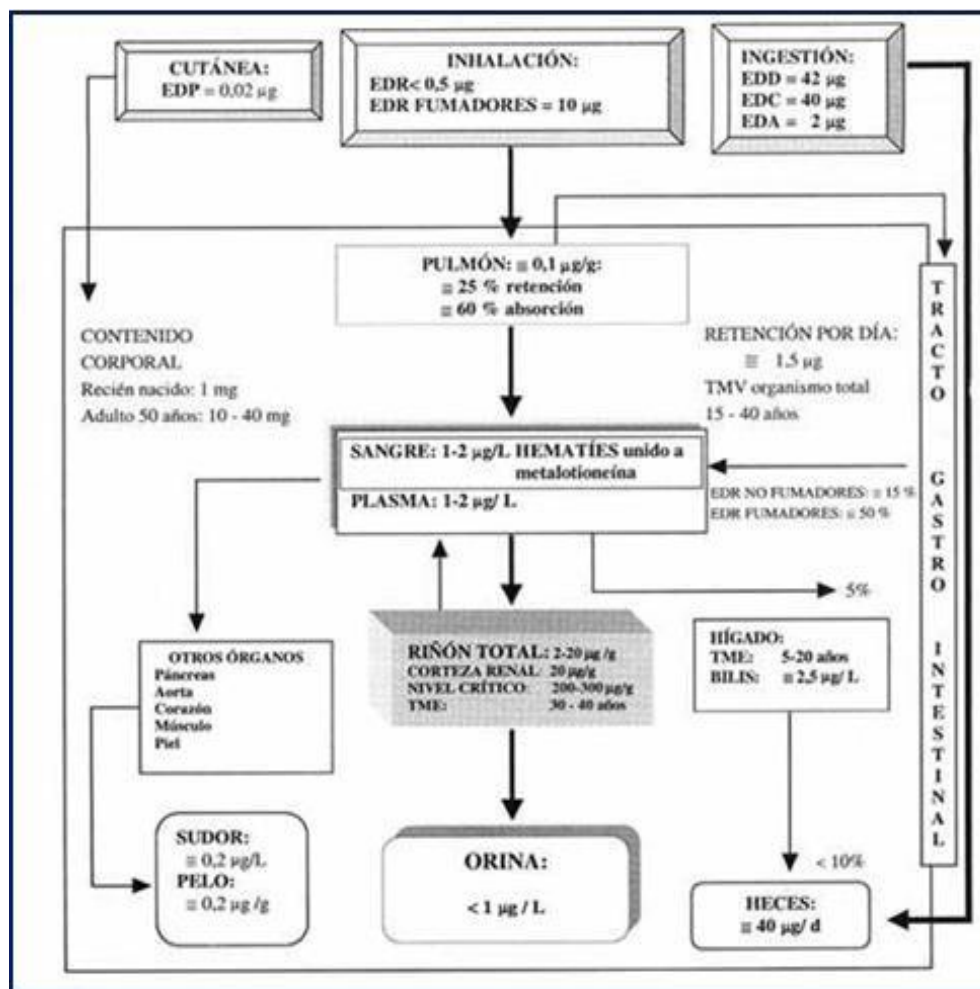


GRÁFICO 14: DISTRIBUCIÓN DE CADMIO EN EL ORGANISMO

Fuente: Pérez, P., Azcona, M. (2012). Los efectos del cadmio en la salud. Revista Española Médica Quirúrgica

2.3.3.6 Manifestaciones Clínicas

La intoxicación aguda resulta de la inhalación de vapores y polvo de cadmio, o de la ingestión de sales de cadmio. Los efectos iniciales son por irritación local. En el caso de ingesta oral, parecen náuseas, vómitos, salivación, diarrea, que puede ser sanguinolenta, y dolor abdominal. En el caso de inhalación, aparece una neumonitis con tos, disnea, escalofríos, taquicardia, y puede progresar a edema pulmonar no cardiogénico.

La intoxicación crónica por cadmio puede provocar una nefropatía en forma de tubulopatía proximal o de glomerulopatía, y cursa con proteinuria, leucocituria, microhematuria, aminoaciduria, glucosuria e hipertensión arterial. La afectación crónica pulmonar cursa con enfisema con fibrosis peribronquial y perivascular. Otras alteraciones son la rinitis por lesión del nervio olfatorio, pigmentación amarilla de los dientes, anemia y anorexia.

La alteración ósea producida por el cadmio cursa con osteopenia y osteomalacia, y se manifiesta clínicamente con dolores óseos y fracturas. Parece que otros factores como el déficit de vitamina D y calcio pudieron influir en la aparición de la enfermedad; el cadmio está involucrado en la alteración de la regulación renal del calcio y fósforo.^(52,53)

2.3.3.7 Diagnóstico

Hay exámenes de laboratorio que miden la cantidad de cadmio en la sangre, la orina, el pelo o las uñas. La concentración en la sangre nos indica exposición reciente en la orina revela exposición reciente y pasada.⁽⁶⁰⁾

La excreción renal de cadmio diaria en personas no expuestas es menor de 1 ug/L o 1 ug/g creatinina, cadminurias superiores a 10 ug/L se asocian a alteraciones renales. La concentración de cadmio en sangre en población normal oscila entre 0,4 y 1 ug/L para no fumadores y 1,4 a 4 ug/L en fumadores. En población expuesta ocupacionalmente oscila de 10 a 100 ug/L.

la excreción en orina de beta-2-microglobulina puede ser un marcador sensible, pero no específico, de nefrotoxicidad producida por cadmio.^(52,53)

2.3.3.8 Tratamiento

No existe una terapia efectiva para el tratamiento de la intoxicación con cadmio por lo tanto, el tratamiento será sintomático de las manifestaciones clínicas presentes. En las exposiciones agudas el quelante indicado es el EDTA CaNa₂, aunque de moderada eficacia. La dosis es de 75 mg/Kg dividido en 3-6 dosis durante 5 días, y se repite un segundo ciclo sin exceder la dosis de 500 mg/Kg. Debe instaurarse lo antes posible, puesto que su eficacia disminuye con el tiempo. El BAL o dimercaprol está contraindicado porque aumenta la nefrotoxicidad. En Osteomalacia se administra calcio con vitamina D. En las intoxicaciones crónicas el tratamiento quelante no tiene eficacia.^(42,52,53,64)

2.4 Marco Conceptual

a) Cadmio: Elemento químico de número atómico 48 situado en el grupo 12 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Cd. Metal pesado, blando, blanco azulado, relativamente poco abundante. Es uno de los metales más tóxicos. Normalmente se encuentra en menas de cinc y se emplea especialmente en pilas.

b) Cancerígeno: Es un agente físico, químico o biológicamente potencial capaz de producir cáncer al exponerse a tejidos vivos.

c) Codex Alimentarius: “Código alimentario”, establecido por la FAO y la OMS para elaborar normas alimentarias internacionales armonizadas, que protegen la salud de los consumidores y fomentan prácticas leales en el comercio de los alimentos.

d) Diario Oficial de la Unión Europea: produce y difunde publicaciones de carácter general y jurídico en papel y formato electrónico; que facilita a los ciudadanos, los gobiernos y las empresas de la UE información y datos oficiales de la Unión en línea; y garantiza la conservación a largo plazo de los contenidos digitales elaborados por las instituciones y organismos de la UE.

e) Efecto tóxico: Se define como cualquier desviación del funcionamiento normal del organismo que ha sido producida por la exposición de sustancias tóxicas

f) Elementos traza: Aquellos elementos que, aunque presentes en cantidades muy pequeñas en los tejidos corporales, son nutrientes esenciales por desempeñar una serie de funciones indispensables para mantener la vida.

g) Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) : Este método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular. La especie atómica se logra por atomización de la muestra, siendo los distintos procedimientos utilizados para al estado fundamental del átomo lo que diferencia las técnicas y accesorios utilizados.

h) Espectrometría: Es la técnica espectroscópica para tasar la concentración o la cantidad de especies determinadas.

i) Espectroscopia: Es un término general para la ciencia que trata de las distintas interacciones de la radiación con la materia.

j) FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, es un organismo especializado de la ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre.

k) MERCOSUR: El Mercado Común del Sur, es un proceso de integración regional que tiene como objetivo principal propiciar un espacio común que generara oportunidades comerciales y de inversiones a través de la integración competitiva de las economías nacionales al mercado internacional

l) Metales pesados: El término metal pesado se refiere a todo elemento químico metálico que tenga una densidad relativamente alta y que sea tóxico en concentraciones pequeñas.

m) Metales traza: Químicamente corresponden a los elementos de transición, pero también se incluyen elementos no metálicos i.e., Al (III); Pb(IV); As(V), Se(VI)

n) Micronutrientes: vitaminas y minerales esenciales de una dieta de alta calidad que tienen un profundo impacto sobre la salud.

o) Oligoelementos: elementos inorgánicos que no se sintetizan por el organismo, contenidos en cantidades muy pequeñas, las cuales hay que obtenerlas en la alimentación y son imprescindibles para la vida

p) OMS: La Organización Mundial de la Salud es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial

q) Plomo: Elemento químico metálico, pesado, dúctil, maleable, blando, fusible, de color gris azulado, que reacciona con el ácido nítrico formando sales venenosas y se obtiene principalmente de la galena; se usa para fabricar acumuladores, tuberías, revestimientos, pinturas y como antidetonante de la gasolina. Su símbolo es Pb, y su número atómico es 82.

r) Tóxico: Sustancia química que, incorporada al organismo vivo a determinada concentración, a través de mecanismos fisicoquímicos y

bioquímicos, produce alteraciones de la fisicoquímica celular, transitorias o permanentes, siempre incompatibles con la salud y en algunos casos con la vida.

s) Toxicidad: Es la capacidad de cualquier sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él.

t) Toxicocinética: Es la cinética del tóxico y se refiere a las características en la trayectoria, transformación y transporte de los tóxicos en el organismo, desde su ingreso hasta su eliminación.

3. CAPITULO III

3.1 Metodología

La determinación de concentración de cadmio y plomo en muestras de zumos de naranja se realizó utilizando el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito.

Los datos obtenidos serán analizados y comparados con el límite máximo establecido, para que finalmente se determine si los valores hallados en la investigación superan o no a los parámetros establecidos en el Reglamento técnico para jugos y néctares de frutas del Reglamento Técnico de MERCOSUR, Codex Alimentarius y el Reglamento de la Unión Europea.

Se realizó el análisis estadístico para encontrar diferencia significativa.

3.1.1 Espectrofotometría de Absorción Atómica

Espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito es también conocido como espectrometría de absorción atómica electrotérmica.

El principio del método se basa en la absorción de luz por parte de un elemento en estado atómico. La longitud de onda a la cual la luz es absorbida es específica de cada elemento. Se mide la atenuación de la intensidad de la luz como resultado de la absorción, siendo la cantidad de radiación absorbida proporcional a la cantidad de átomos del elemento presente. El método involucra fundamentalmente 2 procesos: la atomización de la muestra y la absorción de radiación proveniente de una fuente por los átomos libres.⁽⁶⁸⁾

Las principales partes de un espectrofotómetro son:

a) Fuente de radiación.- Emite radiación electromagnética discontinuas, en las zonas visibles o UV, característica del elemento que recubre el cátodo. Las más comúnmente utilizadas son las lámparas de cátodo hueco. Estas lámparas están constituidas por un cátodo metálico capaz de emitir radiaciones de las

mismas longitudes de onda que son capaces de absorber los átomos del elemento que se desea analizar.

- b) Atomizador.-** La muestra se ha de volatilizar y atomizar para producir un vapor atómico. Se pueden utilizar atomizadores con llama o sin llama. El atomizador con llama está compuesto de un nebulizador y un quemador. En la atomización sin llama, se usa la atomización electrotérmica.
- c) Sistema óptico.-** Selecciona una longitud de onda de la radiación policromática que proviene de la fuente.
- d) Detector.-** O transductor, debe ser capaz de transformar, en relación proporcional, las señales de intensidad de radiación electromagnética, en señales eléctricas o de intensidad de corriente.
- e) Sistema de lectura.-** En el cual la señal de intensidad de corriente, sea convertida a una señal que se pueda interpretar, ejemplo: transmitancia o absorbancia. Este sistema de lectura, puede ser una escala de aguja, una escala de dígitos, un graficador, una serie de datos que pueden ser procesados a su vez por una computadora.^(65,66)

Fortalezas

- Muy buena detección de pequeños tamaños de la muestra
- Precio moderado
- Instrumento muy compacto
- Pocas interferencias espectrales

Limitaciones

- Tiempo de análisis más lento
- Interferencias Químicas
- Limitaciones Elemento
- 1-6 elementos por determinación ⁽⁷³⁾

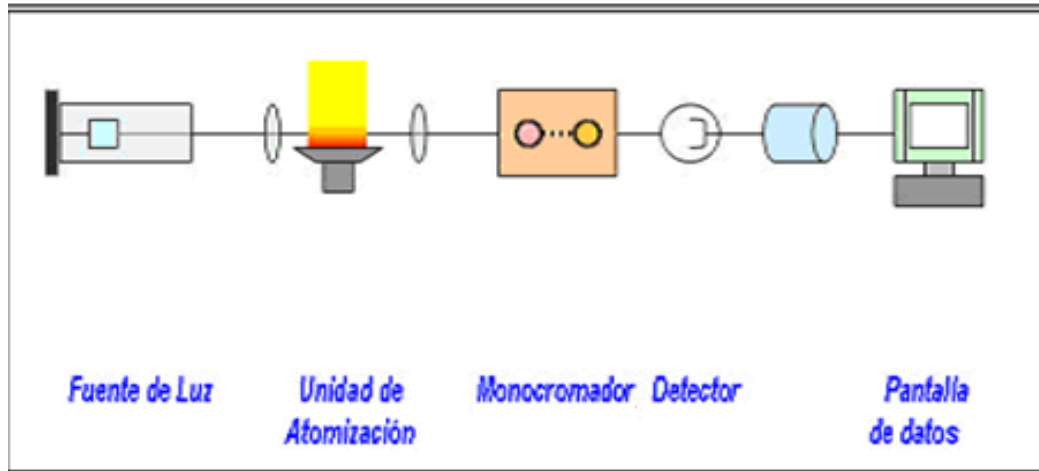


GRÁFICO 15: COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA

Fuente: Tomado de Polo M. Análisis de concentración de arsénico en tres alimentos. Papas (*Solanum tuberosum*), Zanahoria (*Daucus carota*) y leche cruda producidos en las zonas afectadas por el volcán Tungurahua (MOCHA- QUERO). Ecuador, 2009.

El Horno de Grafito (HG) utiliza hornos o atomizadores electrotérmicos hecho de grafito. La muestra es colocada en este tubo y se calienta eléctricamente a temperaturas elevadas. Los hornos se protegen de la oxidación durante el calentamiento haciendo circular una corriente de Argón o nitrógeno. El Nitrógeno no se usa para temperaturas > a 2500 °C porque puede formar cianógeno a partir de la reacción con el carbón de los hornos.⁽⁴⁾

El tratamiento de la muestra hasta la atomización comprende las siguientes etapas:

- a) **Secado.** El objetivo de esta etapa es la evaporación del solvente. La muestra inyectada (2-20 μL) en el horno de grafito es sometida a una temperatura algo inferior al punto de ebullición del solvente (80-180 °C). Aquí se evaporan el solvente y los componentes volátiles de la matriz.

- b) Calcinado.** El próximo paso del programa es el calcinado por incremento de la temperatura, para remover la mayor cantidad de material (materia orgánica) de la muestra como sea posible, sin pérdida del analito. La temperatura de calcinación usada varía típicamente en el rango de 350 a 1600 °C. Durante el calcinado, el material sólido es descompuesto mientras que los materiales refractarios, como por ejemplo los óxidos, permanecen inalterados.
- c) Atomización.** En esta etapa, el horno es calentado rápidamente a altas temperaturas (1800-2800 °C) para vaporizar los residuos del paso de calcinado. Este proceso lleva a la creación de átomos libres en el camino óptico. Se mide la absorbancia durante este paso. La temperatura de atomización depende de la volatilidad del elemento. Usualmente se agrega una cuarta etapa para limpieza del horno a una temperatura algo superior a la temperatura de atomización. Cuanto mejor sea la separación de los elementos concomitantes del analito, mejor será la atomización y la determinación estará más libre de interferencias.

El horno de grafito permite bajar los límites de detección inclusive al rango de partes por billón (ppb).⁽⁶⁸⁾

Un horno de grafito ideal debe cumplir los siguientes requisitos:

- Una temperatura constante en el tiempo y el espacio durante el intervalo en que los átomos libres se producen.
- La formación de átomos cuantitativos independientemente de la composición de la muestra.
- Control por separado de la volatilización y procesos de atomización
- Alta sensibilidad y buenos límites de detección; un mínimo de interferencias espectrales.

3.2 Tipo y Diseño de Investigación

3.2.1 Tipo

- **Descriptiva.**- Se efectúa cuando describimos y medimos las características de las variables en estudio.
- **Correlacional.**- Medida del grado de relación existente entre dos o más variables.
- **Transversal.**- Variables medidas en un momento y tiempo definido

3.2.2 Diseño

El estudio corresponde a un diseño experimental, debido a que existe manipulación de la variable independiente en el proceso analítico.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

Comprende a todos los vendedores ambulantes de zumos de naranja en Av. Abancay en sus 11 cuadras y alrededores en el Cercado de Lima.

3.3.2 Muestra

Corresponde a una muestra probabilística y comprende a todos los vendedores ambulantes de zumos de naranja no autorizados por la Municipalidad Distrital seleccionando así un número total de 23 muestras.

3.4 Técnica e Instrumento de Recolección de Datos

3.4.1 Técnica

Absorción Atómica

La absorción atómica es empleada para la determinación de más de 60 elementos, principalmente en el rango de $\mu\text{g/mL}$, en una gran variedad de muestras. Entre sus múltiples aplicaciones tenemos el análisis del agua,

muestras geológicas, muestras orgánicas, metales y aleaciones, petróleo y sus subproductos; y de amplia gama de muestras de industrias químicas y farmacéuticas.^(66,67)

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, alimento (peces y carne) y productos industriales, y también en aguas de bebida y de acuíferos (determinación de la presencia de Cu, Cd, Pb, As, Hg, etc.)⁽⁷³⁾

3.4.2 Instrumentos

El instrumento se encuentra comprendido por el protocolo brindado por el laboratorio donde se analizaron las muestras; asimismo el programa usado en la investigación Microsoft office Excel.

Los análisis de datos y estadísticos se realizaron en una base de datos en el programa *Microsoft Office Excel 2010*. Para la comparación entre medias se aplicó la prueba de T de Student para una muestra, y se fijó el grado de significancia en 0,05.

4. CAPITULO IV

4.1 Parte Experimental

4.1.1 Reactivos, Materiales y Equipos

- Reactivos

- Agua ultra pura Tipo I

- Ácido nítrico ultra puro 65 %
- Ácido clorhídrico ultra puro 35 %
- Agua oxigenada 30 %
- Solución stock: 1000 mg/L de Cd como Cd (NO₃)₂
- Solución stock: 1000 mg/L de Pb como Pb (NO₃)₂
- Solución modificante: Ácido Fosfórico (1 %) ultra puro

- Materiales

- Cooler
- Geles refrigerantes
- Frascos estériles de policarbonato neutro
- Pipeta de 5 mL
- Beaker de 1000 mL y 500 mL
- Fiola de 25 mL y 100 mL
- Filtros hidrofílicos de 0,45 μm
- Pipetas automáticas de 100 uL – 1000 uL
- Pipetas automáticas de 500 uL – 5000 uL
- Tips de 100 uL – 1000 uL
- Tips de 500 uL – 5000 uL

- Equipos

- Espectrofotómetro de absorción atómica con sistema de doble Haz – modelo ANALYST 600 PERKIN ELMER
- Horno grafito PERKIN ELMER
- Campana extractora Labconco
- Balanza eléctrica Sartorius - 0,0001g
- Destilador de agua
- Equipo nano puré para agua ultra pura OPTION CP
- Digestor de microondas CEM Mars 6
- Lámpara de Cátodo para Plomo

- Lámpara de Cátodo para Cadmio
- Tubo de grafito con plataforma de L'vov

4.1.2 Recolección de Datos

El estudio se realizó en el Distrito de Cercado de Lima, tomando como referencia la Avenida Abancay comprendida en sus 11 cuadras.

Se recolectaron 23 muestras en total de 14 mL cada una.

De cada muestra seleccionada se realizó dos lectura (aplicando la metodología analítica de espectrofotometría de absorción atómica con horno grafito) una lectura para determinar plomo y otra lectura para determinar cadmio, por lo que se obtendrán un total de 46 lecturas para las 23 muestras recolectadas.

4.1.3 Obtención y recolección de las muestras

El día 12 de mayo del 2015, se recolectaron las 23 muestras de zumos de naranja en frascos estériles de policarbonato neutro 14 mL debidamente rotulados para evitar confusiones. Las muestras fueron tomadas en distintas cuadras de la Av. Abancay, según los puestos informales de vendedores ambulantes de zumos de naranja.

4.1.4 Transporte y conservación de las muestras

Las 23 muestras recolectadas en los frascos estériles de policarbonato neutro fueron almacenadas en un cooler con gel refrigerante y posteriormente transportadas al laboratorio CETOX para llevar a cabo el análisis.

4.1.5 Limpieza y acondicionamiento del material

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

4.1.6 Cantidad de muestra a utilizar

Se emplea 5 mL de zumo de naranja de cada muestra recolectada.

4.1.7 Digestión por Microondas

La primera etapa consistió en la digestión de la muestra (zumos de naranja), 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 g se pesó en un tubo de teflón al que se le adicionó 6mL 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 es llevado a Digestión Asistida por Microondas. Se usa el digestor de marca MARS 6 a una potencia de 1600 w, a un tiempo de digestión de 15 minutos a una temperatura de 180 °C, 40bar de presión y 45 minutos de enfriamiento.

Luego fueron transvasados a fioles de 25 mL 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 verifican en cada corrida de los análisis realizados.

Espectrofotometría de Absorción Atómica asociado a Horno de Grafito para cadmio y plomo:

- a) Para plomo se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 283,3 nm con Horno de grafito y tubo de grafito con plataforma de L'vov, con corrección de fondo con Deuterio.
- b) Para cadmio se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 228,8 nm con Horno de grafito y tubo de grafito con plataforma de L'vov, con corrección de fondo con Deuterio.

4.1.8 Parámetros de lectura para plomo

PARÁMETROS DE INSTRUMENTO

<i>Tipo de Sistema</i>	<i>Horno</i>
<i>Elemento</i>	<i>Pb</i>
<i>Matriz</i>	<i>Ácido Fosfórico.</i>
<i>Corriente de Lámpara</i>	<i>5.00mA</i>
<i>Longitud de Onda</i>	<i>283.30nm</i>
<i>Ancho de corte (Slit)</i>	<i>0.50nm</i>
<i>Medida de Señal</i>	<i>Señal de pico de máx. abs</i>
<i>Tamaño de Apertura</i>	<i>Reducido</i>
<i>Límite de Detección</i>	<i>1ppb</i>
<i>Volumen de Muestra</i>	<i>12 µL</i>
<i>Modo de Instrumento</i>	<i>Encender Abs. BC</i>
<i>Corrección de Fondo</i>	<i>Background</i>
<i>Tubo de Grafito</i>	<i>Con plataforma L'vov con correc. de fondo con Deuterio</i>
<i>Temperatura Programada de Horno</i>	<i>T. de Secado: 120°C</i>
<i>Grafito</i>	<i>T. de pre-tratamiento 800°C T. de atomización 2400°C</i>

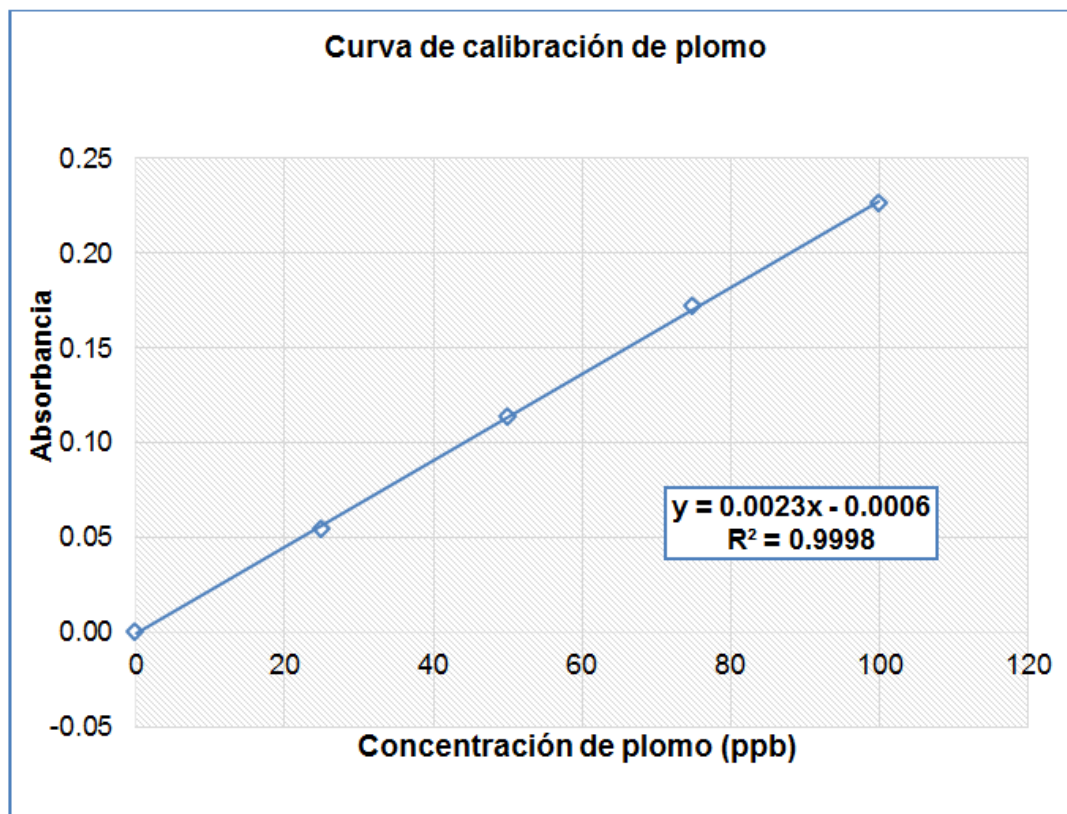
PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN

<i>Modo de Calibración</i>	<i>LS Lineal a través de Cero</i>
<i>Muestra fuera de rango de acción</i>	<i>No</i>
<i>Unidades de Conc.</i>	<i>ppb</i>
<i>Punto decimal de Conc.</i>	<i>2</i>
<i>Falla de Calibración</i>	<i>No</i>
<i>Acción de fallo de cal.</i>	<i>Continuar</i>
<i>Medir muestra en Blanco después de Cal.</i>	<i>No</i>
<i>Auto-guardar método después de cal.</i>	<i>No</i>

Modo de calibración: LS Lineal A través de Cero, **Error máx.:** 0.6331, **R²:** 0.9998, **R:** 0.9999, **Conc. =** 439.6764*Abs.

<i>Muestra Etiquetada</i>	<i>Conc. Pb (ppb)</i>	<i>Media Abs.</i>
<i>Cal Blanco</i>	<i>-----</i>	<i>0.0000</i>
<i>Estándar 1</i>	<i>25.00</i>	<i>0.0547</i>
<i>Estándar 2</i>	<i>50.00</i>	<i>0.1135</i>
<i>Estándar 3</i>	<i>75.00</i>	<i>0.1717</i>
<i>Estándar 4</i>	<i>100.00</i>	<i>0.2261</i>

4.1.9 Curva de calibración de plomo



4.1.10 Parámetros de lectura para cadmio

PARÁMETROS DE INSTRUMENTO

<i>Tipo de Sistema</i>	<i>Horno</i>
<i>Elemento</i>	<i>Cd</i>
<i>Matriz</i>	<i>Ácido Fosfórico.</i>
<i>Corriente de Lámpara.</i>	<i>3.00mA</i>
<i>Longitud de Onda</i>	<i>228.80nm</i>
<i>Ancho de corte (Slit)</i>	<i>2.00 nm</i>
<i>Medida de Señal</i>	<i>Señal de pico de máx. abs.</i>
<i>Tamaño de Apertura</i>	<i>Reducido</i>
<i>Corrección de Fondo</i>	<i>Background</i>
<i>Límite de Detección</i>	<i>0,01 ppb</i>
<i>Volumen de Muestra</i>	<i>12 µL</i>
<i>Modo de Instrumento</i>	<i>Encender Abs. BC</i>
<i>Tubo de Grafito</i>	<i>Con plataforma L'vov con correc de fondo con Deuterio</i>
<i>Temperatura Programada de Horno</i>	<i>T. de secado: 120°C</i>
<i>Grafito</i>	<i>T. de Pre-Tratamiento 500°C T. de Atomización 2200°C</i>

PARAMETROS DE CALIBRACIÓN

<i>Modo de Calibración</i>	<i>LS Lineal a través de Cero</i>
<i>Muestra fuera de rango de acción</i>	<i>No</i>
<i>Unidades de Conc.</i>	<i>ppb</i>
<i>Punto decimal de Conc.</i>	<i>2</i>
<i>Falla de Calibración</i>	<i>No</i>
<i>Acción de fallo de cal.</i>	<i>Continuar.</i>
<i>Medir muestra en Blanco después de Cal.</i>	<i>No</i>
<i>Auto-guardar método después de cal.</i>	<i>Si</i>

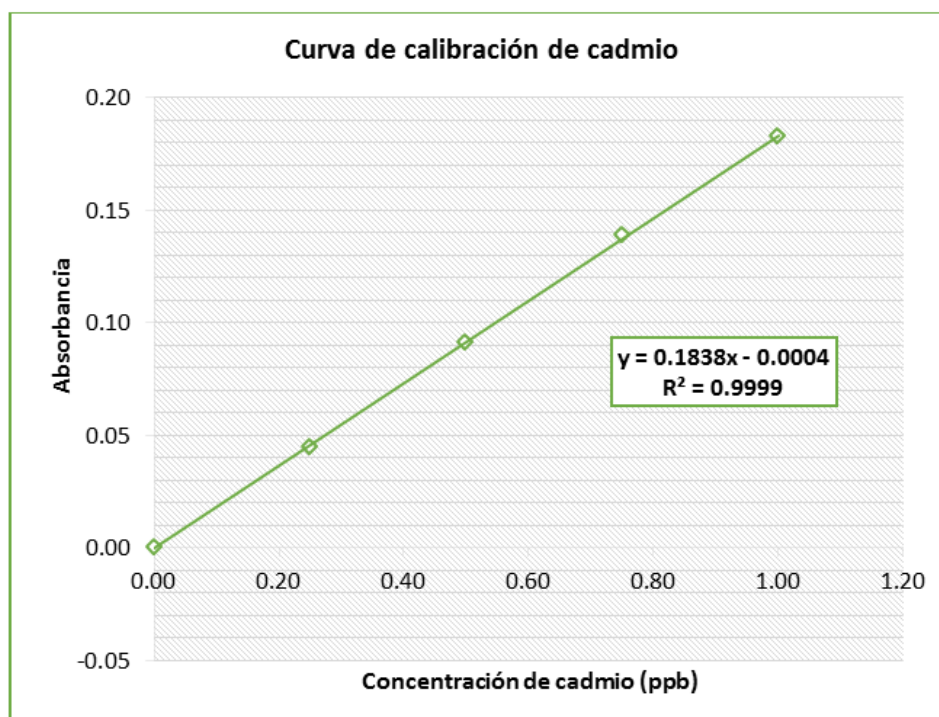
PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE MUESTRA

<i>Modo de Medición</i>	<i>Área máxima.</i>
<i>Introducción de Muestras</i>	<i>Automático</i>
<i>Constante de Tiempo</i>	<i>0.00</i>
<i>Replicas</i>	<i>2</i>

Modo de calibración: LS Lineal A través de Cero, **Error máx.:** 0.0087,
R²: 0.9997, **R:** 0.9999, **Conc. =** 5.4585 *Abs.

<i>Muestra Etiquetada</i>	<i>Conc. Cd (ppb)</i>	<i>Media Abs</i>
<i>Cal. Blanco</i>	<i>----</i>	<i>0.0000</i>
<i>Estándar 1</i>	<i>0.25</i>	<i>0.0448</i>
<i>Estándar 2</i>	<i>0.50</i>	<i>0.0913</i>
<i>Estándar 3</i>	<i>0.75</i>	<i>0.1388</i>
<i>Estándar 4</i>	<i>1.00</i>	<i>0.1827</i>

4.1.11 Curva de calibración de cadmio



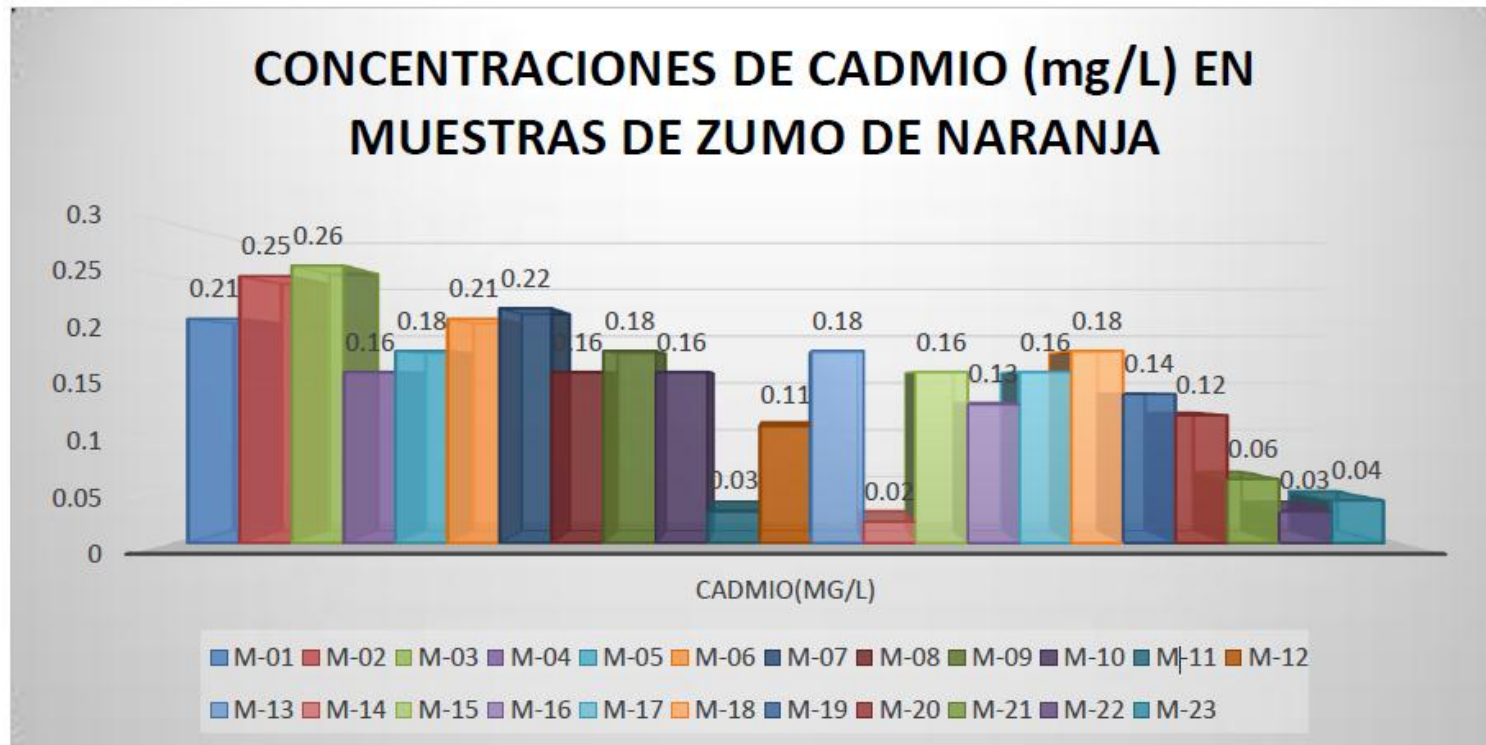
5. CAPITULO V

5.1 Resultados

TABLA 1: CÓDIGOS Y CONCENTRACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA

N°	Código	Cadmio (ppm)	Plomo (ppm)
01	M – 01	0,21	0,33
02	M – 02	0,25	0,59
03	M – 03	0,26	0,25
04	M – 04	0,16	0,49
05	M – 05	0,18	0,26
06	M – 06	0,21	0,33
07	M – 07	0,22	0,58
08	M – 08	0,16	0,38
09	M – 09	0,18	0,27
10	M – 10	0,16	0,31
11	M – 11	0,03	0,62
12	M – 12	0,11	0,36
13	M – 13	0,18	0,29
14	M – 14	0,02	0,28
15	M – 15	0,16	0,17
16	M – 16	0,13	0,33
17	M – 17	0,16	0,19
18	M – 18	0,18	0,28
19	M – 19	0,14	0,39
20	M – 20	0,12	0,29
21	M – 21	0,06	0,22
22	M – 22	0,03	0,18
23	M – 23	0,04	0,25

GRÁFICO 16: NIVELES DE CADMIO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015



Fuente CETOX. Perú, Lima. 2015. Los niveles de cadmio encontrados en las muestras de zumos de naranja son: M-01 (0.21 mg/L), M-02 (0.25 mg/L), M-03 (0.26 mg/L), M-04 (0.16 mg/L), M-05 (0.18 mg/L), M-06 (0.21 mg/L), M-07 (0.22 mg/L), M-08 (0.16 mg/L), M-09 (0.18 mg/L), M-10 (0.16 mg/L), M-11 (0.03 mg/L), M-12 (0.11 mg/L), M-13 (0.18 mg/L), M-14 (0.02 mg/L), M-15 (0.16 mg/L), M-16 (0.12 mg/L), M-17 (0.16 mg/L), M-18 (0.18 mg/L), M-19 (0.14 mg/L), M-20 (0.12 mg/L), M-21 (0.06 mg/L), M-22 (0.03 mg/L) y M-23 (0.04 mg/L).

TABLA 2. DATOS ESTADÍSTICOS DE CADMIO EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA

<i>Cadmio</i>	
Muestras	23
Media	0.1456522
Error típico	0.0145258
Mediana	0.16
Moda	0.16
Desviación estándar	0.0696632
Varianza de la muestra	0.0048530
Rango	0.24
Mínimo	0.02
Máximo	0.26

GRÁFICO 17: COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN ZUMOS DE NARANJA CON RESPECTO A LA MEDIA.

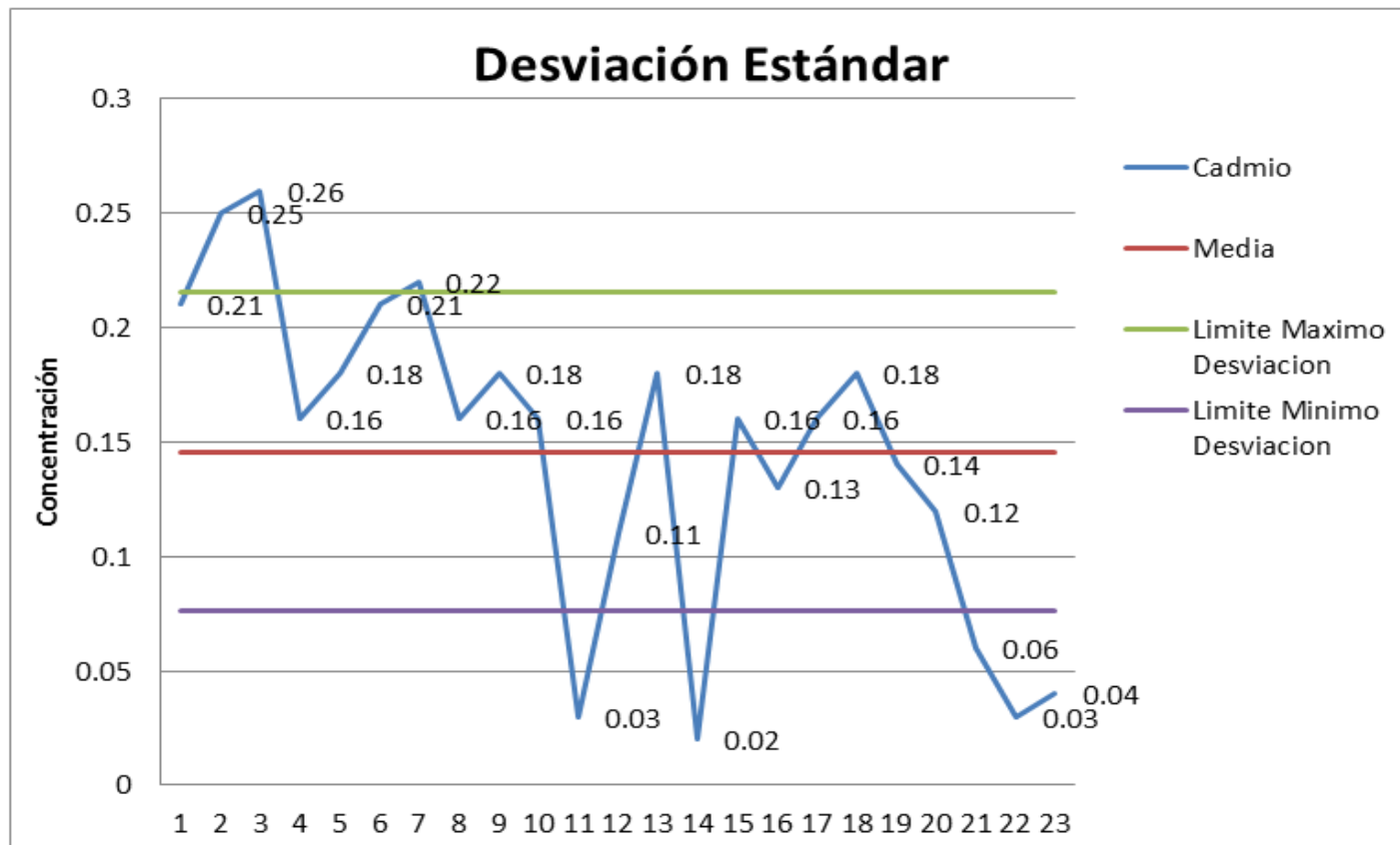
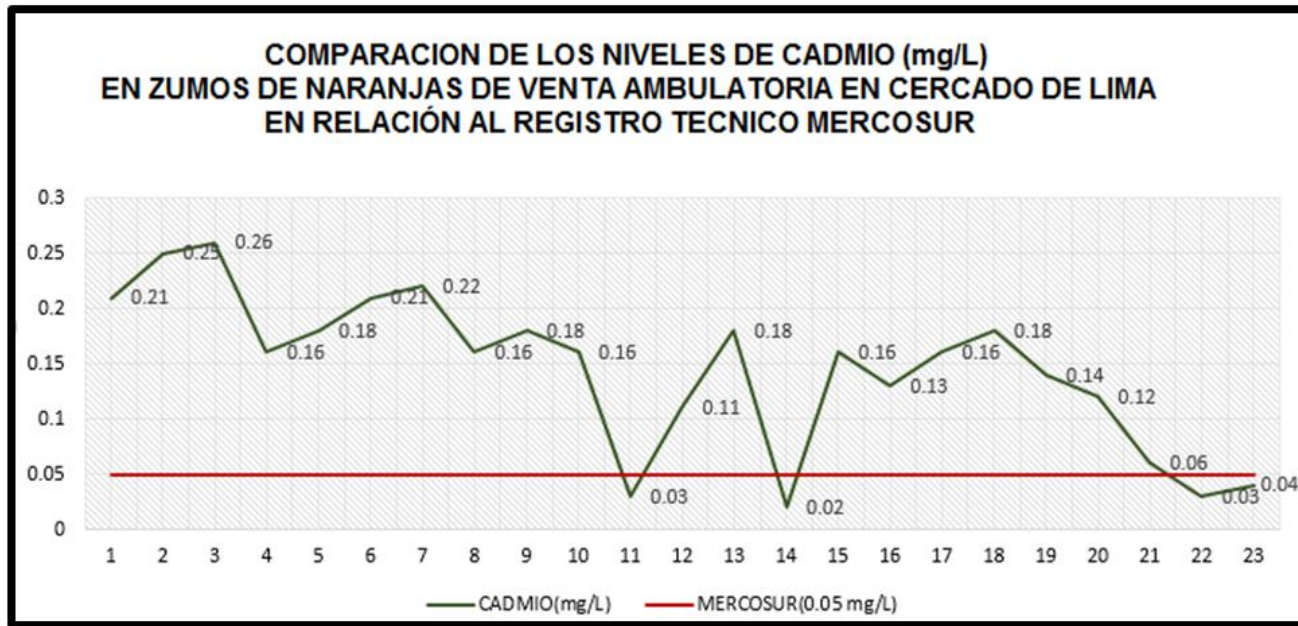


GRÁFICO 18: COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA COMPARADO CON EL REGLAMENTO TECNICO DE MERCOSUR



Fuente.CETOX.2015.

En 19 muestras de zumos de naranja, los niveles de cadmio hallados en la investigación superan los parámetros establecidos de cadmio en el Reglamento Técnico MERCOSUR.

En 4 muestras de zumos de naranja, los niveles de cadmio hallados en la investigación no superan los parámetros establecidos de cadmio en el Reglamento Técnico MERCOSUR

TABLA 3: PORCENTAJE DE CADMIO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA QUE EXCEDEN EL VALOR ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO TECNICO MERCOSUR (Cd 0.05 ppm)

Concentración de Cd (mg/L) en el Reglamento Técnico de MERCOSUR	Muestras	Porcentaje
Superan el límite máximo establecido en el Reglamento Técnico de MERCOSUR	19	83%
No Superan el límite máximo establecido en el Reglamento Técnico de MERCOSUR	4	17%
	23	100%



Fuente CETOX. Perú. Lima. 2015

El 83 % representa que las concentraciones de cadmio hallados en 19 muestras de zumos de naranja superan el parámetro establecido en el Reglamento Técnico de MERCOSUR.

El 17 % representa que las concentraciones de cadmio hallados en 4 muestras no superan el parámetro establecido en el Reglamento Técnico de MERCOSUR.

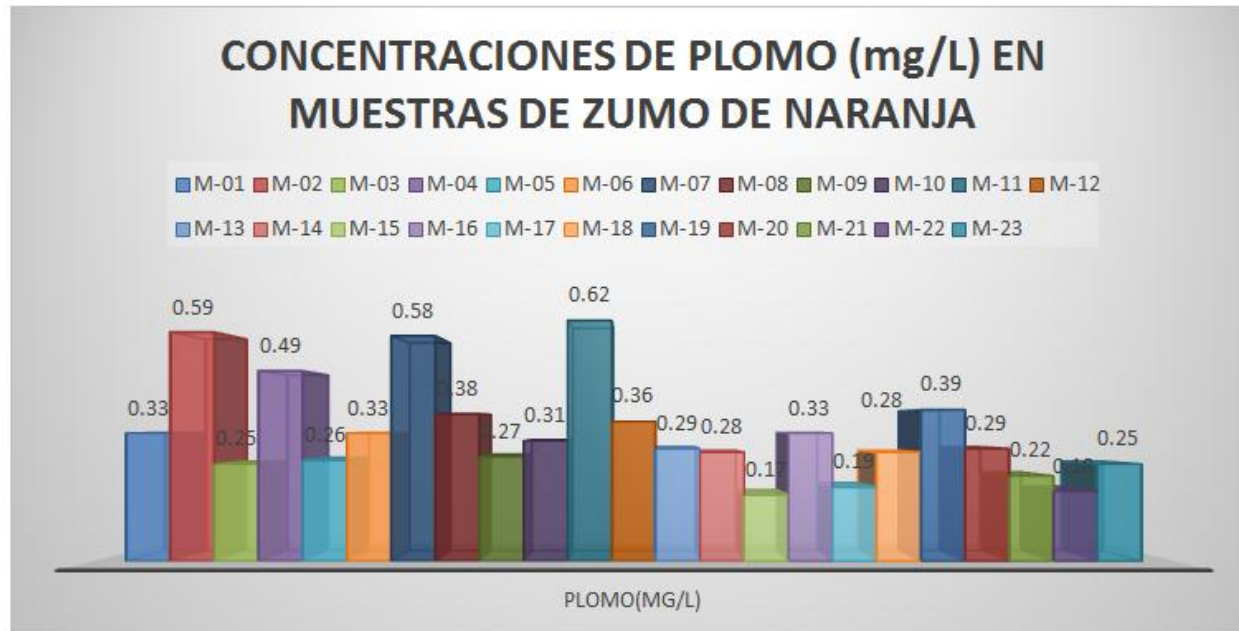
TABLA 4: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE CADMIO OBTENIDOS EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA, SEGÚN EL VALOR ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR (PRUEBA T)

Cadmio		LMP Mercosur
Media	0.1456522	0.05
Varianza	0.0048530	
Muestras	23	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	6.5849914	
P=	0.0000013	

*LMP Límite máximo permitido
 $P < 0.05$

$P = 0.000001 < 0.05$, Existe diferencia significativa

GRÁFICO 19: CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015



Fuente CETOX. Perú, Lima. 2015. Concentraciones de plomo encontrados en las muestras de zumos de naranja son: M-01 (0.33 mg/L), M-02 (0.59 mg/L), M-03 (0.25 mg/L), M-04 (0.49 mg/L), M-05 (0.26 mg/L), M-06 (0.33 mg/L), M-07 (0.58 mg/L), M-08 (0.38 mg/L), M-09 (0.27 mg/L), M-10 (0.31 mg/L), M-11 (0.62 mg/L), M-12 (0.36 mg/L), M-13 (0.29 mg/L), M-14 (0.28 mg/L), M-15 (0.17 mg/L), M-16 (0.33 mg/L), M-17 (0.19 mg/L), M-18 (0.28 mg/L), M-19 (0.39 mg/L), M-20 (0.29 mg/L), M-21 (0.22 mg/L), M-22 (0.18 mg/L) y M-23 (0.25 mg/L).

TABLA 5. DATOS ESTADÍSTICOS DE PLOMO EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA

<i>Plomo</i>	
Muestras	23
Media	0.3321739
Error típico	0.0265392
Mediana	0.29
Moda	0.33
Desviación estándar	0.1272777
Varianza de la muestra	0.0161996
Rango	0.45
Mínimo	0.17
Máximo	0.62

GRÁFICO 20: COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN ZUMOS DE NARANJA CON RESPECTO A LA MEDIA.

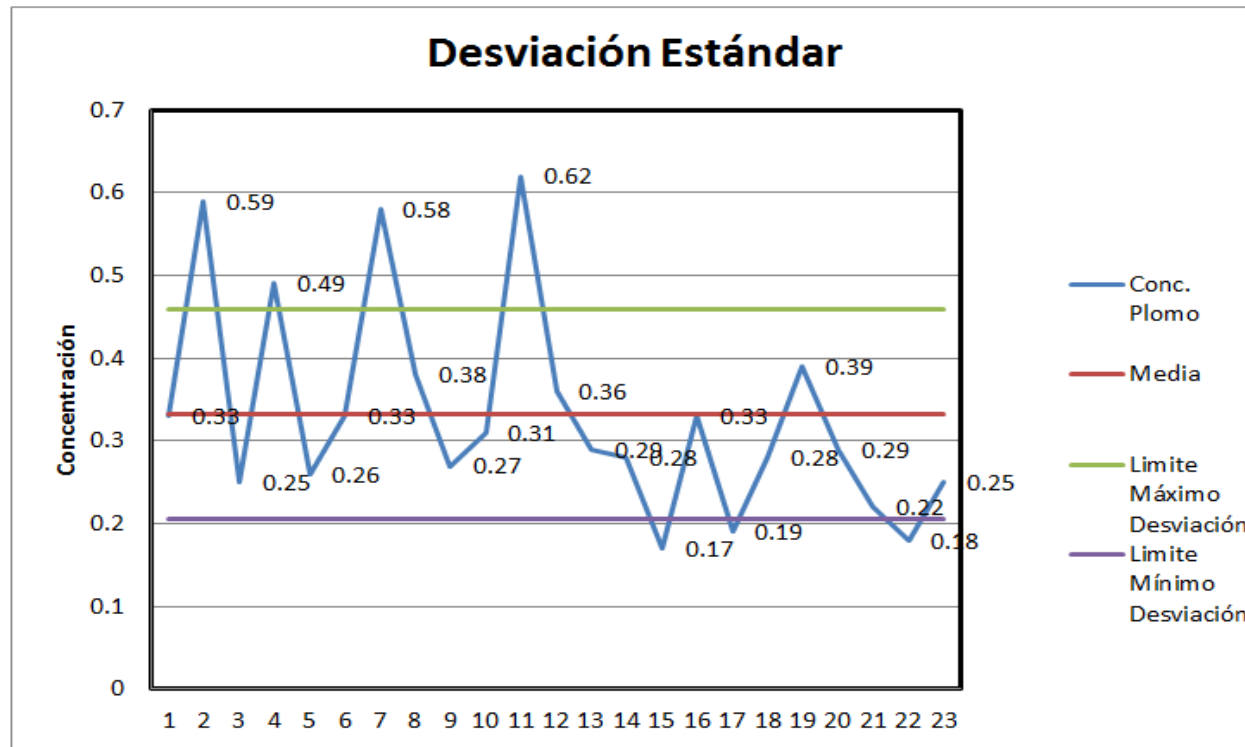
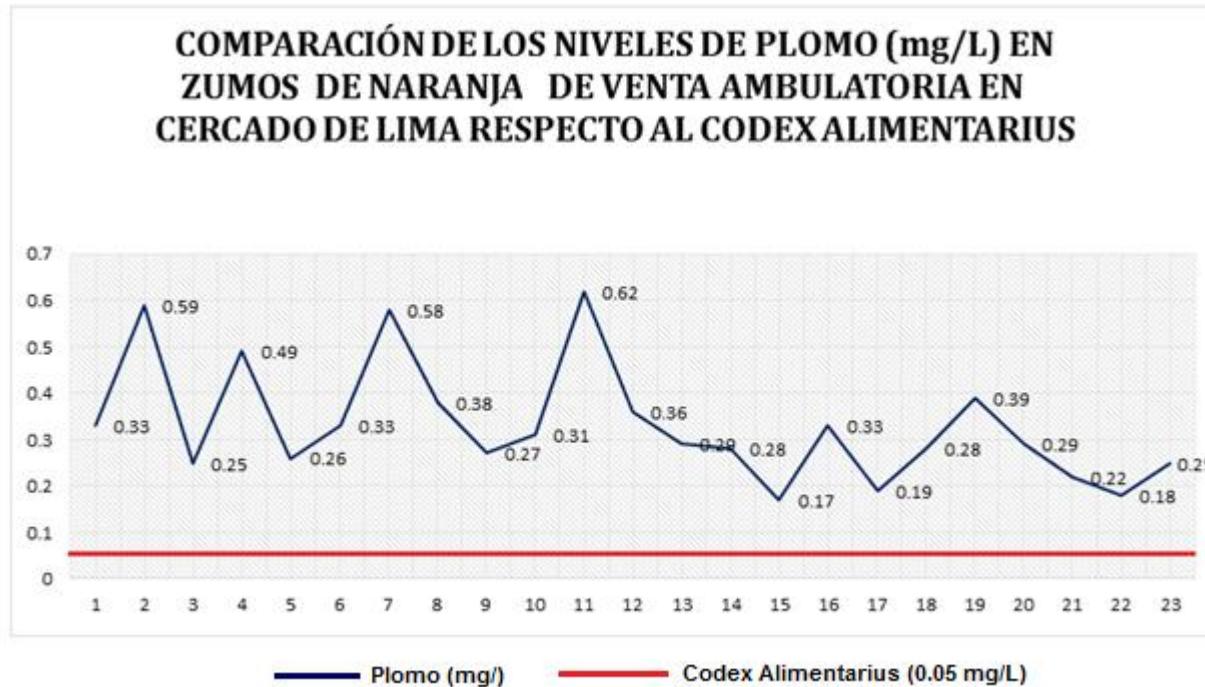


GRÁFICO 21: COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA COMPARADO CON EL CODEX ALIMENTARIUS

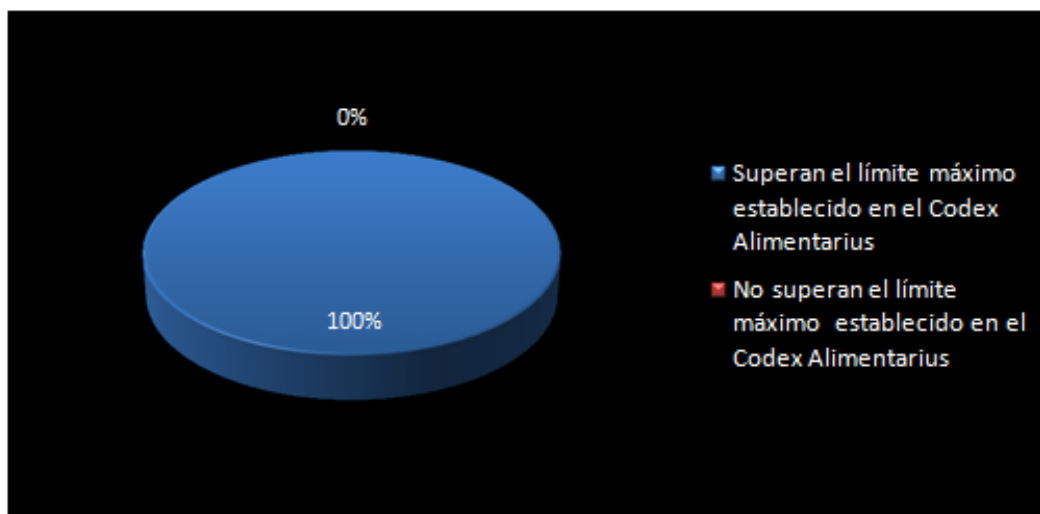


Fuente.CETOX.2015.

En las 23 muestras de zumos de naranja, los niveles de plomo hallados en la investigación superan los parámetros establecidos por el CODEX ALIMENTARIUS

TABLA 6: PORCENTAJE DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA QUE EXCEDEN EL VALOR ESTABLECIDO EN EL CODEX ALIMENTARIUS (0,05 ppm)

Concentración de Pb (mg/L) en el Codex Alimentarius	Muestras	Porcentaje
Superan el límite máximo establecido en el Codex Alimentarius	23	100 %
No Superan el límite máximo establecido en el Codex Alimentarius	0	0 %
	23	100 %



Fuente. CETOX. Perú. Lima. 2015.

El 100 % representa que las concentraciones de plomo hallados en 23 muestras de zumos de naranja superan el parámetro establecido en el Codex Alimentarius

TABLA 7: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO OBTENIDOS EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA, SEGÚN EL VALOR ESTABLECIDO POR EL CODEX ALIMENTARIUS

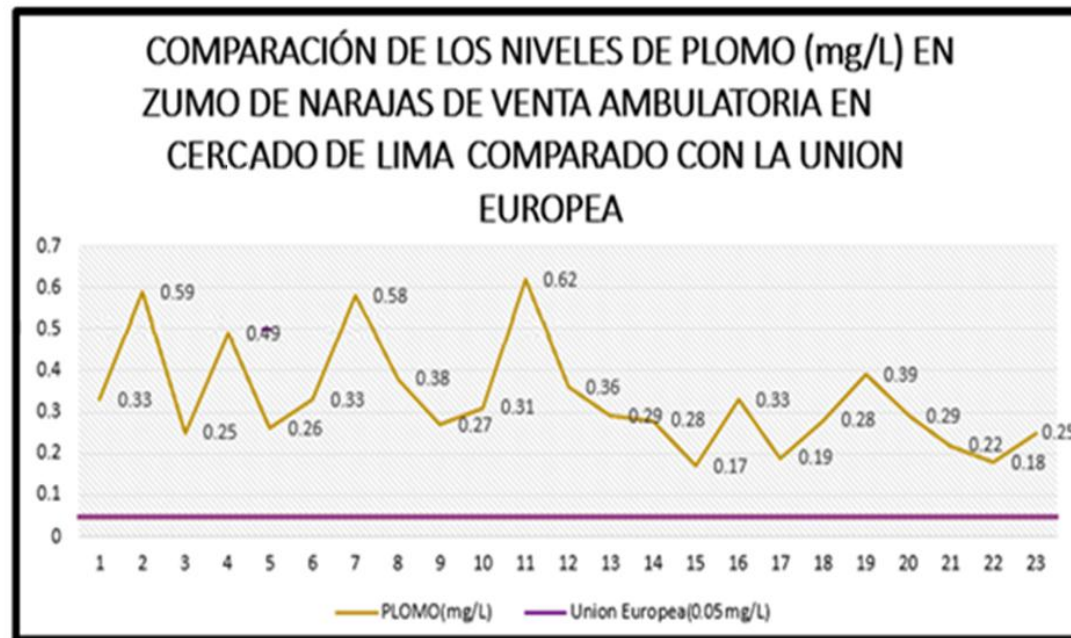
Plomo		LMP Codex Alimentarius
Media	0.3321739	0.05
Varianza	0.0161996	
Muestras	23	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	10.632333	
P=	0.0000000	

*LMP Límite máximo permitido

P < 0.05

P= 0.000000 < 0.05, Existe diferencia significativa

GRÁFICO 22: COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO EN MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA EN RELACION CON EL REGLAMENTO DE LA UNION EUROPEA

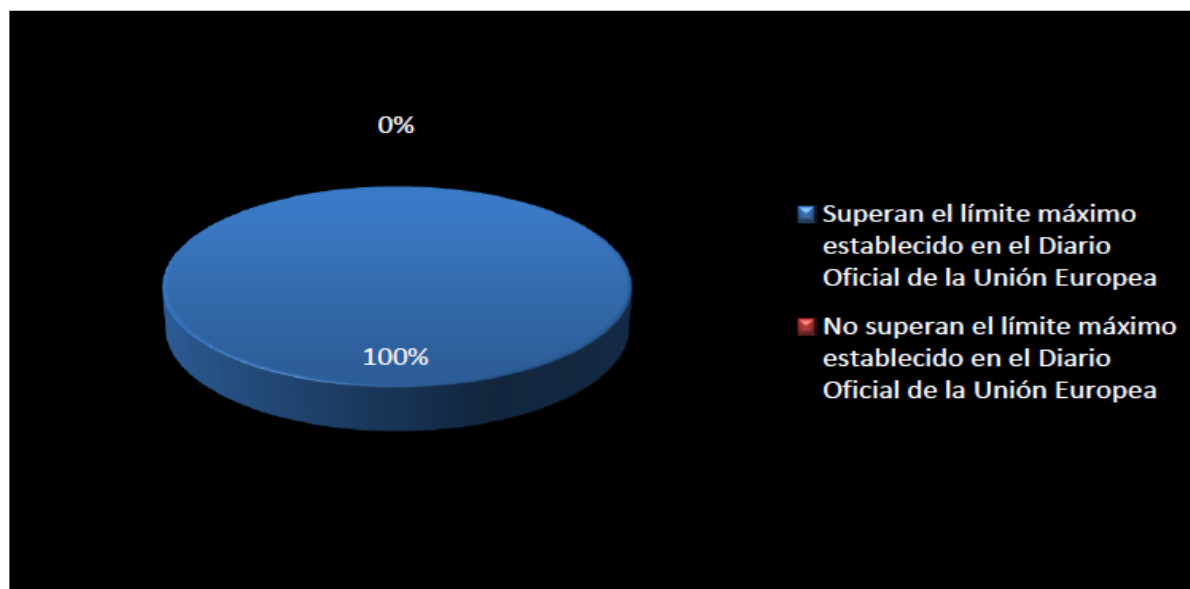


Fuente.CETOX.2015.

En las 23 muestras de zumos de naranja, la concentración de plomo hallado en la investigación superan los parámetros establecidos por el Reglamento de la Unión Europea.

TABLA 8: PORCENTAJE DE PLOMO MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA QUE EXCEDEN EL VALOR ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA (0,05 ppm)

Concentración de Pb (mg/L) en el Reglamento de la Unión Europea	Muestras	Porcentaje
Superan el límite máximo establecido en el Reglamento de la Unión Europea	23	100 %
No Superan el límite máximo establecido en el Reglamento de la Unión Europea	0	0 %
	23	100 %



Fuente. CETOX. Perú. Lima. 2015.

El 100 % representa que los niveles de plomo hallados en 23 muestras de zumos de naranja superan el parámetro establecido en el Reglamento de la Unión Europea.

TABLA 9: COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO OBTENIDOS EN ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN EL CERCADO DE LIMA, SEGÚN EL VALOR ESTABLECIDO POR EL REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA. PRUEBA T

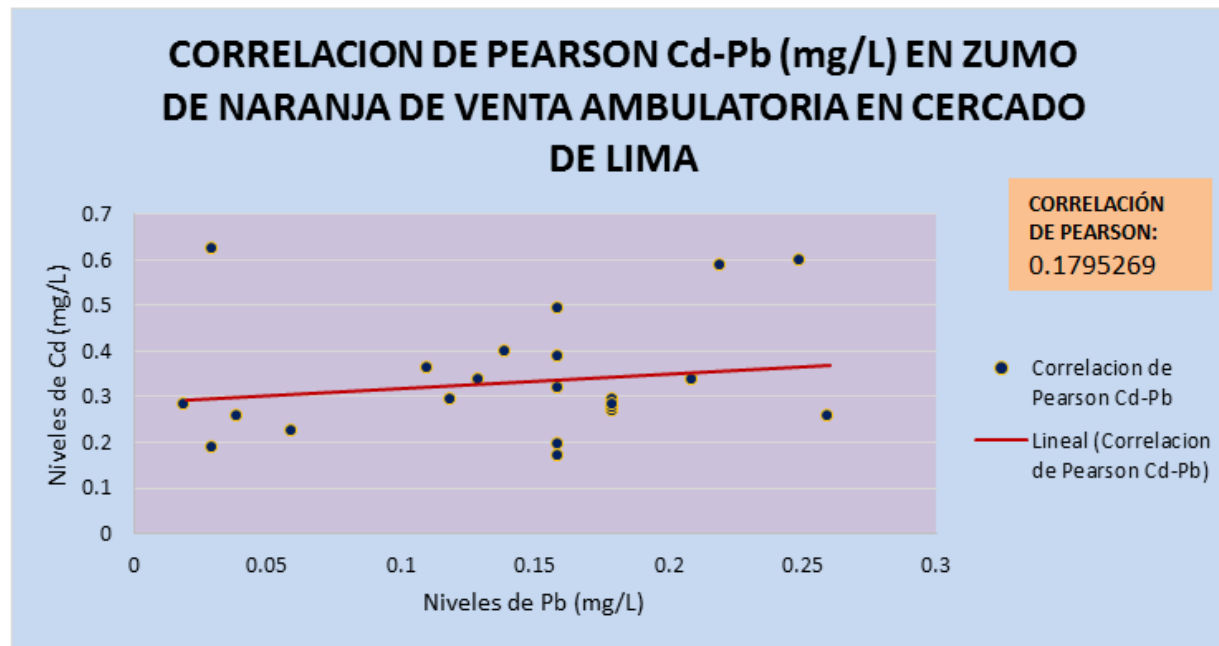
Plomo		LMP Unión Europea
Media	0.3321739	0.05
Varianza	0.0161996	
Muestras	23	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	10.632333	
P=	0.0000000	

*LMP Límite máximo permitido

P < 0.05

P= 0.000000 < 0.05, Existe diferencia significativa

GRÁFICO 23: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN PEARSON ENTRE LOS NIVELES DE CADMIO - PLOMO DE LAS MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015



En la investigación la gráfica de correlación de Pearson indica que no existe correlación entre los niveles de cadmio con los niveles de plomo hallados en zumos de naranja de venta ambulante en Cercado de Lima.

Podemos observar que los niveles de cadmio y plomo no se encuentran relacionados directamente $r=0.1795269$; es decir, la presencia de un elemento no afecta la presencia del otro.

GRÁFICO 24: PORCENTAJE DE LOS METALES DE LAS MUESTRAS DE ZUMOS DE NARANJA DE VENTA AMBULATORIA EN CERCADO DE LIMA MARZO A JULIO 2015, QUE SUPERAN EL PARÁMETRO ESTABLECIDO EN REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR, CODEX ALIMENTARIUS Y EL REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA.

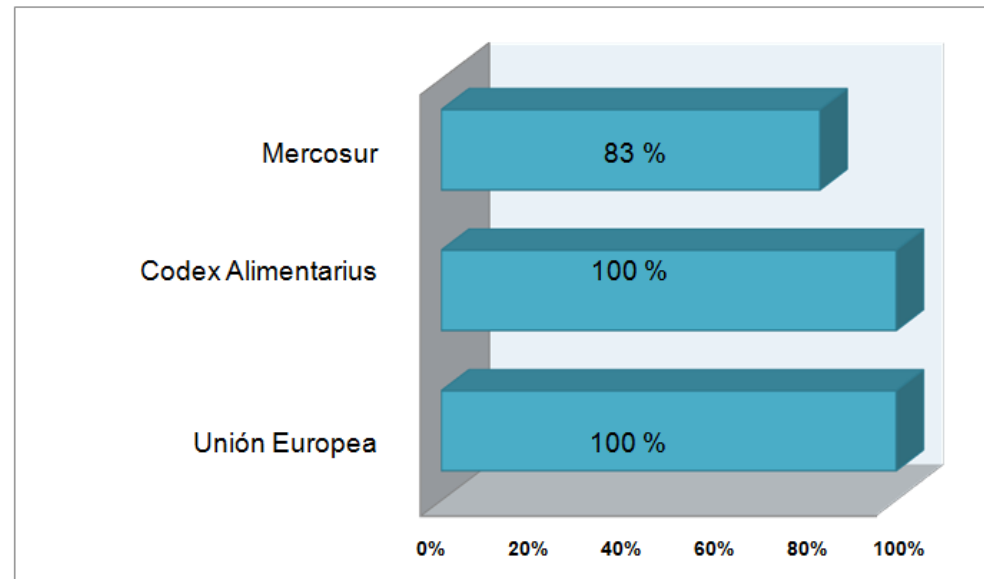


Gráfico de resumen, indica que el mayor porcentaje de metales hallados en las muestras Zumos de naranja es el correspondiente al plomo con un 100 % que superan el parámetro establecido en el Codex Alimentarius y el Reglamento de la Unión Europea.

5.2 DISCUSIÓN

- Los metales pesados presentes en alimentos de consumo humano ejercen gran preocupación en el sector de Salud Pública debido a los efectos tóxicos agudos y crónicos que estos representan, asimismo, la amplia variedad de fuentes de exposición. Por ello se eligió a plomo y cadmio como los metales pesados con mayor incidencia en contaminación.⁽⁶⁹⁾
- El estudio se realizó en el Distrito de Cercado de Lima, tomando como referencia Avenida Abancay comprendida en sus 11 cuadras, por tratarse de una localidad con antecedentes de diversos tipos de contaminación.⁽⁷⁴⁾
- Debido a una no especificación o normativa técnica peruana que establezca valores mínimos y máximos permitidos respecto a metales pesados en alimentos de consumo humano, se tuvo que optar como parámetros de referencia a normativas internacionales como: Reglamento Técnico MERCOSUR⁽⁷⁰⁾ , Codex Alimentarius⁽⁷¹⁾ y el Reglamento de la Unión Europea⁽⁷²⁾, declarados por Resolución N° 12/11, Codex Stan 193-1995 y Reglamento (CE) n° 1881/2006 respectivamente, donde se define los límites máximos de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Los que a su vez se usaron como indicadores de referencia en los resultados hallados.
- Se eligió como método de análisis a la Espectrofotometría de absorción atómica, debido a su elevado límite de detección en pequeñas cantidades de muestra, por el precio moderado y por la mínima cantidad de interferencias espectrales que presenta.
- En la tabla 1 se muestra el resultado de la cuantificación de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en Cercado de Lima.
- En el gráfico 16 se puede apreciar las concentraciones de cadmio hallados en los zumos de naranja de venta ambulatoria en Cercado de Lima.
- De las 23 muestras de zumos de naranja que se obtuvieron, se observó que la concentración media de cadmio fue de 0.1456 ppm, valor mínimo de 0.0200 ppm, valor máximo 0.2600 pmm según tabla 2.
- En el gráfico 17 la desviación estándar o gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores de cadmio

encontrados en los zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima. Podemos observar que tan alejados se encuentran estos valores con respecto a la media.

- En el gráfico 18 se pueden apreciar las concentraciones de cadmio de los zumos de naranja comparados con el límite máximo establecido por el Reglamento Técnico de MERCOSUR, que es 0.05 ppm.
- En la tabla 3 se puede observar que el 83 % supera el parámetro establecido en el Reglamento Técnico de MERCOSUR, mientras el otro 17 % no superaron el parámetro establecido en el Reglamento. Para complementar esta afirmación se realizó la prueba T- student, comparando la media de las concentraciones de cadmio con el límite máximo permitido, determinándose que si hay diferencia significativa entre ambos; siendo el valor $p=0.0000013$ como muestra la tabla 4.
- En el gráfico 19 se puede apreciar las concentraciones de plomo hallados en los zumos de naranja de venta ambulancia en Cercado de Lima.
- De las 23 muestras de zumos de naranja se obtuvo como resultado los siguientes valores de concentración de plomo: concentración media 0.33217 ppm, valor mínimo de 0.170 ppm, valor máximo 0.620 ppm según tabla 5.
- En el gráfico 20 la desviación estándar o gráfico de líneas nos permite apreciar el grado de dispersión que hay entre los valores de plomo encontrados en los zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima.
- En el gráfico 21 se pueden apreciar las concentraciones de plomo de zumos de naranja comparados con el límite máximo establecido por el Codex Alimentarius 0.05 ppm.
- En la tabla 6 se puede observar que el 100 % supera el parámetro establecido en el Codex Alimentarius. Para complementar esta afirmación se realizó la prueba T- student, comparando la media de las concentraciones de plomo con el límite máximo permitido, en este caso determinándose que si hay diferencia significativa entre ambos; siendo el valor $p=0.00000$ como muestra la tabla 7.
- En el gráfico 22 se pueden apreciar concentraciones de plomo de zumos de naranja comparados con el límite máximo establecido por el Reglamento de la Unión Europea 0.05 ppm.

- En la tabla 8 se observa que el 100 % supera el parámetro establecido en el Reglamento de la Unión Europea. Para complementar esta afirmación se realizó la prueba T- student, comparando la media de las concentraciones de plomo con el límite máximo permitido, en este caso determinándose que si hay diferencia significativa entre ambos; siendo el valor $p=0.00000$ referencia tabla 9.
- En el gráfico 23 se presenta el Coeficiente de correlación entre los niveles de cadmio y plomo de las muestras de zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima, observamos que no se encuentran relacionados directamente, el $r = 0.1795269$, es decir, la presencia de un elemento no afecta la presencia del otro.
- El gráfico 24 es un resumen de los porcentajes sobre la presencia de metales en zumos de naranja y que superan los parámetros establecidos en el Reglamento Técnico de MERCOSUR, Codex Alimentarius y el Reglamento de la Unión Europea. Siendo plomo el elemento de mayor presencia.

6. CAPITULO VI

6.1 Conclusiones

1. Los zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima presentan concentraciones elevadas de plomo y cadmio obteniéndose como concentración media para plomo 0.3321 ppm con valores extremos de 0.17 ppm y 0.62 ppm y concentración media para cadmio 0.1456 ppm con valores extremos de 0.02 ppm y 0.26 ppm.
2. Las concentraciones de plomo en zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima, en relación a los valores establecidos por el Codex Alimentarius y Reglamento de la Unión Europea (0.05 ppm), se encuentran fuera del rango establecido, en un 100%.
3. Las concentraciones de cadmio en zumos de naranja de venta ambulancia en el Cercado de Lima en relación a los valores establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR (0.05 ppm), se encuentran fuera del rango establecido, en un 83%
4. Se evidencia que no existe correlación entre la concentración de cadmio – plomo, por lo cual la presencia de un elemento no afecta la presencia del otro elemento en los zumos de naranja.

6.2 Recomendaciones

- a) Promover la implementación de una Norma Técnica Peruana (NTP), que regule la presencia de elementos tóxicos en los alimentos. Por ello, sería necesario que intervengan los organismos nacionales con el fin de controlar y tomar las medidas necesarias que nos aseguren el consumo de un alimento libre de contaminantes.

- b) Incentivar a que se realice este tipo de estudios en otros distritos de Lima con diversos alimentos de consumo masivo que se vendan de forma ambulatoria con el fin de determinar presencia de metales y evaluar su calidad.

- c) Analizar muestras de sangre, orina y cabello para determinar concentraciones plomo y cadmio, presentes en personas que consumen a diario zumos de naranja de venta ambulatoria.

- d) Promover un sistema de apoyo para la conservación y protección del medio ambiente mediante capacitación permanente.

7. CAPITULO VII

7.1 Referencias Bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Fundamento del consumo mundial de frutas y verduras [página en Internet] Hoja informativa-Nota Descriptiva N°394 Centro de Prensa de la OMS: OMS 2015 [fecha de acceso: 5 de marzo del 2015]. Disponible en:
<http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
2. Bingol M, Yentur G, Buket ER, Oktem AB (2010). Determination of some heavy metal levels in soft drinks from Turkey using ICP-OES method. Czech J. Food Sci. 28: 213-216.
3. INDECOPI. Alimentos Envasados. Etiquetado. Norma Técnica Peruana 209.038.2009. 2009
4. Valls O, del Castillo B. Técnicas Instrumentales en Farmacia y Ciencias de la Salud 1a Ed. Lima: Fondo Editorial Universidad Wiener; 2009.
5. Joint FAO/WHO. Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements. Vitamin and Mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok; Thailand 2004. [fecha de acceso: 25 de marzo del 2015] Disponible en:
<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42716/1/9241546123.pdf>
6. Baraona M, Sancho E. Fruticultura especial □libro electrónico□. San José: Editorial de la EUNED, Editorial Universidad Estatal A Distancia. 2000. □fecha de acceso: 25 de enero de 2015□. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=CYq_tzwi4FIC&hl=es&source=gbs_navlinks_s.
7. Marino Alarcón O. Los Elementos traza. Revista Médica de la Extension Portuguesa –ULA. 2009; Vol 4(3): 108-111
8. Food Safety and Standards Authority of India. Manual of Methods of Analysis of Foods Metals. FSSAI. 2012 [Fecha de acceso 25 de marzo del 2015]. Disponible en:
<http://www.fssai.gov.in/portals/0/Pdf/15manuals/metals.pdf>
9. Joint Research Centre. European Union Reference Laboratory for Heavy Metals in Feed and Food EURL The European Commission's science

- and know service. 2006. Bruselas, Bélgica. [fecha de acceso: 12 de abril del 2015]. Disponible en:
<https://ec.europa.eu/jrs/en/eurl/heavy-metals>
10. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente Sede Web. España; 2013. [fecha de acceso 30 setiembre de 2015]. Metales pesados. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/metales_pesados.aspx
 11. Morin R. C. Cultivo de los cítricos. 2a Ed. Lima: IICA; 1980.
 12. Sanchez R. Cristian. Producción y Comercialización de Cítricos 1a Ed. Lima: Ediciones Ripalme E.I.R.L; 2012.
 13. Reuther, W. L.D. Batchelor y H.J. Weber (eds.). 1967. The Citrus Industry. Vol I: 1-37. Univ. of California Press, USA [fecha de acceso: 14 de abril del 2015] Disponible en:
http://websites.lib.ucr.edu/agric/webber/citrus_history.pdf
 13. Reuther, W. L.D. Batchelor y H.J. Weber (eds.). 1967. The Citrus Industry. Vol I: 1-37. Univ. of California Press, USA [fecha de acceso: 14 de abril del 2015] Disponible en:
http://websites.lib.ucr.edu/agric/webber/citrus_history.pdf
 14. FAO (2007) The State of Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Fecha de acceso 14 de abril del 2015] Disponible en:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1200e/a1200e00.pdf>
 15. De los A. Aguilar Coronado. Curso sobre manejo, producción y comercialización de la naranja (Citrus Sinensis). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria – Costa Rica. Guanacaste, 2005
 16. Moreiras y col. Naranja. [En línea]. España. [Fecha de acceso 15 de abril del 2015]. Disponible en:
http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/naranja_tcm7-315340.pdf
 17. FAOSTAT. 2013. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. FAO [fecha de acceso 28 de mayo 2015]. Disponible en:

- http://faostat3.fao.org/browse/rankings/commodities_by_regions/S
18. Zaragoza S., Pina Lorca A., Forner M., Navarro L., Medina A. Soler G. y Chomé P. Las Variedades de Cítricos. 1ra Ed. Madrid: Akasa; 2011
 19. Ray, R. y L. Walheim. Clasificación Botánica de los Citricos Cultivados. Los Citricos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA 1980 [fecha de acceso 16 de mayo del 2015] Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tm-inta_manual_citricultura_cap1.pdf
 20. Sahovaler, I. ; O.L. Polack. Las frutas. Enciclopedia del Dr. Comillot; Ediciones Parma SA. 1994. p.353- 355.
 21. William N. Setzer. Essential Oils and Anxiolytic Aromatherapy. Natural Product Communications. 2009. 4(9): 1305-1316.
 22. Pultrini M Aline, Almeida G Luciane, Mirtes C. Effects of the essential oil from Citrus aurantium L. in experimental anxiety models in mice. Life Sciences 2006.78 (15): 1720- 1725
 23. Hernández L, Muñoz RA, Miró G, Martínez M, Silva-Parra J, Chávez PI. Use of medicinal plants by ambulatory patients in Puerto Rico. American Journal of Health-System Pharmacy.1984. 41(10): 2060-2064.
 24. Klontz KC, Timbo BB, Street D. Consumption of dietary supplements containing Citrus aurantium (bitter orange)--2004 California Behavioral Risk Factor Surveillance Survey (BRFSS). Europe PMC. 2006. 40(10):1747-1751
 25. Allison DB, Cutter G, Poehlman ET, Moore DR, Barnes S. Exactly which synephrine alkaloids does Citrus aurantium (bitter orange) contain? International Journal of Obesity. 2005. 29:443-446.
 26. Moraes Tm, kushima H, Moleiro Fc, Santos Rc, Rocha Jr, Marques mo, et al. Effects of limonene and essential oil from citrus aurantium on gastric mucosa: role of prostaglandins and gastric mucus secretion. Chémico- biological interactions.2009.180(3):499-505
 27. Adhikari A, Devkota HP, Takano A, Masuda K, Nakane T, Basnet P, et al. Screening of nepalese crude drugs traditionally used to treat hyperpigmentation: in vitro tyrosinase inhibition. International Journal of Cosmetic Science.2008 30(5):353-60

28. Jayaprakasha GK, Mandadi KK, Poulouse SM, Jadegoud Y, Nagana Gowda GA, Patil BS. Novel triterpenoid from citrus aurantium I. Possesses chemo preventive properties against human colon cancer cells. *Bioorganic Medicinal Chemistry*. 2008.16(11):5939-5951.
29. Jiao S, Huang C, Wang H, YU S. Effects of citrus aurantium extract on liver antioxidant defense function In Experimental Diabetic Mouse. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2007.36(6):689-92
30. Ramesh B, Pugalendi KV. Influence of umbelliferone on membrane-bound ATPases in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pharmacol Rep*. 2007 MAY-JUN; 59(3):339-48.
31. Ramesh B, Pugalendi KV. Effect of umbelliferone on tail tendon collagen and haemostatic function in streptozotocin-diabetic rats. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2007.101(2):73-77.
32. Meléndez PA, Capriles VA. Antibacterial properties of tropical plants from Puerto Rico. *Phytomedicine* 2006.13(4):272-276
33. Carvalho-Freitas MI, Costa M. Anxiolytic and sedative effects of extracts and essential oil from citrus aurantium I. *Biol Pharm Bull*. 2002. 25(12):1629-1633
34. Hosseinimehr SJ, Tavakoli H, Pourheidari G, Sobhani A, Shafiee A. Radioprotective effects of citrus extract against gamma-irradiation in mouse bone marrow cells. *Journal Radiation Research (Tokyo)*.2003.44(3):237-241.
35. Hosseinimehr SJ, Karami M. Citrus extract modulates genotoxicity induced by cyclophosphamide in mice bone marrow cells. *Journal of pharmacy and pharmacology*. 2005 Apr; 57(4):505-9.
36. Miyazawa M, Okuno Y, Fukuyama M, Nakamura S, Kosaka H. Antimutagenic activity of polymethoxyflavonoids from Citrus aurantium. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999 Dec; 47(12):5239-44.
37. Huang YT, Wang GF, Chen CF, Chen CC, Hong CY, Yang MC. Fructus aurantii reduced portal pressure in portal hypertensive rats. *Life Sciences*.1995; 57(22):2011-20.
38. Liu L, Shan S, Zhang K, Ning ZQ, Lu XP, Cheng YY. Naringenin and hesperetin, two flavonoids derived from Citrus aurantium up-regulate transcription of adiponectin. *Phytotherapy Research:PTR*. 2008 Oct;

22(10):1400-3

39. Dirección Regional de Agricultura San Martín. Gobierno Regional. Guía técnica para el cultivo de la naranja. Perú. □ Fecha de acceso 05 febrero del 2015 □. Disponible en:
<http://www.agrodrasam.gob.pe/sites/default/files/GUIAN.pdf>
40. Davies y Albrigo. Guía técnica para el cultivo de naranja. [En línea]. España. [Fecha de acceso 05 de febrero de 2015]. Disponible en:
<http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/414naranja.pdf>
41. Ministerio de Agricultura, alimentación y medio ambiente. Guía de ingestión integrada de plagas: Cítricos. Madrid 2014. [fecha de acceso 07 de febrero de 2005]. Disponible en:
http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/GUIACITRICOS_tcm7-348110.pdf
42. Villanueva Cañadas E. Plomo . En: Gisbert C. Juan A. Medicina legal y Toxicología. 5a.ed reimpresiones. España: Masson S.A.; 2001. p. 835-849
43. Grupo de atención de emergencias y desastres. Guías para el manejo de urgencias toxicológicas. Colombia: Ministerio de la protección social. República de Colombia; 2008.
<https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Urgencias%20Toxicol%C3%B3gicas.pdf>
44. Panebianco M. Análisis de los niveles de metales pesados (Pb, Cu, Cr, Zn, Ni y Cd) y aspectos reproductivos del delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*). [Tesis doctoral]. Argentina: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires; 2011
45. Organización Mundial de la Salud. [Sede Web]. Octubre 2014. [Fecha de acceso 05 de octubre de 2015]. Intoxicación por plomo y salud. Nota descriptiva N° 379. Disponible en:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>
46. Facultad de Química-Universidad Nacional Autónoma de México. [Sede Web] México. 2015 [Fecha de acceso 05 de octubre de 2015]. Hojas de seguridad. Disponible en:
<http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/23plomo.pdf>

47. Rubio C. Ingesta dietética de contaminantes metálicos (Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn y Mn) en la Comunidad Autónoma Canaria. Evaluación toxicológica. [Tesis de Grado]. España. Universidad de la Laguna; 2009.
48. Nava R, Méndez A. Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). Archivos de Neurociencias. 2011; 16(3): 140-147
49. Muñoz N. Determinación de plomo y cadmio en hierbas medicinales. [Tesina de grado]. Buenos Aires: Universidad de Belgrano. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Carrera de Farmacia. 2009
50. Corey G., Galvao L. Plomo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS-OMS. México: Serie vigilancia 8. 1989.
51. IPCS – International Programme on Chemical Safety. Fifty-third meeting of the Joint FAO/WHO, Expert Committee on Food Additives (JECFA). Lead: Who Food Additive series 44. Geneva: 2000. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v64je01.pdf>
52. Ramón B. S. Intoxicaciones por metales pesados En Pau V. y Marzo I editores .Toxicología Clínica. Valencia 1a.Ed: Los autores; 2004. p. 171-190.
53. Mushak Paul. Lead and public health: Science, Risk and Regulation. libro en internet. Amsterdam: Editorial Elsevier, 2011. fecha de acceso: 24 de abril del 2015 Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=T5HcahQSOfAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
54. Martínez B. Genotoxicidad inducida por exposición a plomo: daño al ADN y efectos sobre los mecanismos de reparación. [Tesis para optar el título de Química Farmacéutica Bióloga]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. 2009.
55. Valdivia I. Intoxicación por plomo. Rev. Soc. Per. Med. Inter. 2005; 18(1): 22-27.
56. World Health Organization, Chemical Safety. Seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO, Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO FOOD ADDITIVE SERIES: 64. Geneva: 2011. P. 381-481. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v64je01.pdf>

57. Poma P, Intoxicación por plomo en humanos. Anales de la Facultad de Medicina 2008;69:120-126. Fecha de consulta: 31 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37911344011>.
58. Fontana D, Lascano V, Solá N, Martínez S, Virgolini M, Mazzieri M. Intoxicación por plomo y su tratamiento farmacológico. Revista de Salud Pública. 2013. [Fecha de acceso 07 de diciembre de 2014]; 1(17): 49-59. Disponible en: http://www.saludpublica.fcm.unc.edu.ar/sites/default/files/RSP13_1_08_art5.pdf
59. Ramírez A. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. Anales de la Facultad de Medicina UNMSM. 2002 [Fecha de acceso 29 de setiembre de 2015]; 63(1): 51-64. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/1477/126>
60. Azcona M., Pérez P,. Los efectos del cadmio en la salud. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas [en línea] [ISSN 1665-7330]. 2012,[Fecha de consulta: 28 de mayo de 2016] Vol 17 Julio-Setiembre. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47324564010>
61. Gisbert C. Juan A. Intoxicaciones por otros metales. En: Gisbert C. Juan A. Medicina legal y Toxicología. 5a.ed reimpresiones. España: Masson S.A.; 2001. p. 851-854
62. Camean A. Repetto M. Toxicología Alimentaria. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. 2012. p 29-32
63. FAO Sala de Prensa. Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos. Roma: FAO/OMS; 2003. 61^a reunión de La JECFA. Disponible en: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/19783-es.html>
64. Wong W. Dominic. Química de los alimentos: Mecanismo y teoría. España: Editorial Acriba S.A.;1995
65. Espectroscopia de absorción atómica. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. [en línea]. México; 2009 [Fecha de acceso 26 de Setiembre de 2014]. URL disponible en:

<http://www.fcq.uach.mx/index.php/docencia/columna-2/material-de-estudio/category/15-analisis-instrumental?download=56:lectura9>

66. Razmilic Blago; Espectroscopía de Absorción Atómica. Control de calidad de Insumos y Dietas Acuicolas. Merck Química Chilena Soc. Ltda. FAO/Alquila II. México; 1994 □ Fecha de acceso 26 de marzo 2015. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S04.htm#ch4>
67. Hesse M, Meir H, Zeeh B. Métodos espectroscópicos en Química Orgánica 2ª ed. España: Editorial Síntesis S.A. 2005.
68. Litter MI, Armienta MA, Farías SS. IBEROARSEN Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. Buenos Aires, Argentina: CYTED; 2009. p 79-92.
69. Instituto Nacional de Salud. Vigilancia en Salud Pública. Boletín INS. 2013; año 19(11-12): 280-293.
70. Grupo Mercado Común. Reglamento Técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos. Asunción: MERCOSUR; 2011. Resolución n° 012/11.
71. Comisión del Codex. Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. Roma: Codex Alimentarius; 1995. Codex Stan 193-1995.
72. Comisión Europea. Reglamento de la Comisión, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea; 2006. Reglamento (CE) N° 1881/2006.
73. Huanri J. Determinación de plomo y arsénico un jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopía de absorción atómica en Lima Metropolitana [tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2014.
74. Aramayo A. Percepción de la contaminación atmosférica en Lima: Contraste entre la Avenida Abancay y El Olivar de San Isidro. RIIGEO. Jul 2012; 15(30):131-140.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>- ¿Cuál es la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima en relación a los límites máximos permisibles por Codex Alimentarius, Reglamento de la Unión Europea y Reglamento Técnico MERCOSUR?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>- Determinar la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima, en relación a los límites máximos permisibles por Codex Alimentarius, Reglamento de la Unión Europea y Reglamento Técnico MERCOSUR.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>- Los zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima presentan concentraciones elevadas de plomo y cadmio en relación a los límites máximos permisibles por Codex Alimentarius, Reglamento de la Unión Europea y Reglamento Técnico MERCOSUR.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Zumos de naranja</p>	<p>-Codex Alimentarius: Pb:0,05 ppm</p> <p>-Reglamento de la Unión Europea Pb:0,05 ppm</p>	<p>Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno Grafito.</p> <p>Tipo y Diseño</p> <p>Tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Descriptiva -Correlacional -Transversal <p>Diseño:</p> <p>Experimental</p>
<p>Problemas Específicos:</p> <p>- ¿Cuál es la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima analizados de acuerdo al método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>- Determinar la concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima por el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>- La concentración de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima se encuentra elevada de acuerdo al análisis realizado por método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>Concentración de Plomo y Cadmio</p>	<p>Reglamento Técnico MERCOSUR Cd:0,05 ppm</p>	<p>Población y muestra:</p> <p>Población:</p> <p>Comprende a todos los vendedores ambulantes de zumos de</p>

<p>- ¿Qué relación existe entre las concentraciones de plomo en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Codex Alimentarius y Reglamento de la Unión Europea?</p> <p>- ¿Qué relación existe entre las concentraciones de cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR?</p> <p>- ¿Existirá correlación entre las concentraciones de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima?</p>	<p>- Comparar las concentraciones de plomo en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Codex Alimentarius y Reglamento de la Unión Europea.</p> <p>- Comparar las concentraciones de cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima con los valores establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR.</p> <p>- Analizar la existencia de correlación entre las concentraciones de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima.</p>	<p>- Las concentraciones de plomo en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima, en relación a los valores establecidos por el Codex Alimentarius y Reglamento de la Unión Europea, se encuentran fuera del rango establecido.</p> <p>- Las concentraciones de cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima en relación a los valores establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR, se encuentran fuera del rango establecido.</p> <p>- Existe correlación entre las concentraciones de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en el Cercado de Lima.</p>			<p>naranja en Av. Abancay en sus 11 cuadras y alrededores en el Cercado de Lima</p> <p>Muestra:</p> <p>Corresponde a una muestra probabilística y comprende a todos los vendedores ambulantes de zumos de naranja no autorizados por la Municipalidad Distrital seleccionando así un número total de 23 muestras.</p>
---	---	---	--	--	--

ANEXO N° 2: CERTIFICADO DE ANÁLISIS



CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C. - CETOX

SENASA – Ministerio de Agricultura – SENAVER – Dirección General de Agroquímicos /
Dirección de Control de Insumos Agrícolas. LR N° 00146

MINSA – Ministerio de Salud. Resolución N° 106-15-DESP-DISA-II-LS/MINSA

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

1. Solicitante : Srta. Desiret Grete Guzman Campos
Srta. Mariella Rea Rocha
2. Análisis solicitado : Cuantificación de plomo y cadmio
3. Muestra : Zumo de naranja (muestras proporcionadas por el solicitante)
4. Fecha de Recepción : 12/05/2015
5. Fecha de Emisión : 19/05/2015

RESULTADOS

N°	Código	PLOMO (mg/L)	CADMIO (mg/L)
1	M-01	0.33	0.21
2	M-02	0.59	0.25
3	M-03	0.25	0.26
4	M-04	0.49	0.16
5	M-05	0.26	0.18
6	M-06	0.33	0.21
7	M-07	0.58	0.22
8	M-08	0.38	0.16
9	M-09	0.27	0.18
10	M-10	0.31	0.16
11	M-11	0.62	0.03
12	M-12	0.36	0.11
13	M-13	0.29	0.18
14	M-14	0.28	0.02
15	M-15	0.17	0.16
16	M-16	0.33	0.13
17	M-17	0.19	0.16
18	M-18	0.28	0.18
19	M-19	0.39	0.14
20	M-20	0.29	0.12
21	M-21	0.22	0.06
22	M-22	0.18	0.03
23	M-23	0.25	0.04

MÉTODO:

Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito


Dra. Rosalía Anaya Pajuelo
Gerente Técnico



ANEXO N° 3: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

- **Muestra M-01:** av. Abancay cruce con jr. Ancash (cuadra 2)



- **Muestra M-02:** Av. Abancay cruce con jr. Ancash (cuadra 2)



- **Muestra M-03:** Av Abancay cruce con Jr. Huallaga



- **Muestra M-04:** Av Abancay cruce con jr. Ucayali



- **Muestra M-05:** Av Abancay cruce con jr. Ucayali



- **Muestra M-06:** Av Abancay con Jr. Miró quesada



- **Muestra M-07:** Av. Abancay cruce con Jr.Cuzco



- **Muestra M-08:** Av. Abancay cruce con Jr.Puno



- **Muestra M-09:** Av. Abancay cruce con Jr.Puno



- **Muestra M-10:** Av. Abancay cruce con Jr.Puno



- **Muestra M-11:** Av. Abancay cruce con Jr.Puno



- **Muestra M-12:** Av. Abancay cruce con Jr Nicolás de Piérola



- **Muestra M-13:** Av. Abancay cruce con Jr Nicolás de Piérola



- **Muestra M-14:** Av. Abancay cruce con Jr Nicolás de Piérola



- **Muestra M-15:** Av. Abancay cruce con Jr Leticia



- **Muestra M-16:** Av. Abancay cruce con Jr Leticia



- **Muestra M-17:** Av. Abancay cruce con Jr Montevideo



- **Muestra M-18:** Av. Abancay cruce con Jr Montevideo



- **Muestra M-19:** Av. Abancay cruce con Jr Montevideo



- **Muestra M-20:** Av. Abancay cruce con Jr Montevideo



- **Muestra M-21:** Av. Abancay cruce con Av Grau



- **Muestra M-22:** Av. Abancay cruce con Av Grau



- **Muestra M-23:** Av. Abancay cruce con Av Grau

