



# **Universidad Norbert Wiener**

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

**DETERMINACIÓN DE PLOMO Y ARSENICO EN DESAYUNOS  
EXPENDIDOS EN PUESTOS DE VENTA AMBULATORIA EN  
CERCADO DE LIMA PERIODO JUNIO-JULIO DEL 2017**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

Br.: Shirley Naudy Atachagua Bernuy

Br.: Lia Gabriela Gonzales León

Asesor:

**Q.F Tox. Victor Jesús Lizano Gutierrez**

Lima- Perú

2018

## DEDICATORIA

Primeramente, a Dios Todopoderoso por la salud, vida y darme la oportunidad de lograr este sueño porque con él todo es posible. A mis padres Saúl y Marisol; mi esposo Daniel y mi amado hijo Thiago que son el motivo y la razón que impulsan mi vida. A mi gran amiga y aliada de tesis Lía por su paciencia y cooperación en realizar este sueño.

Shirley Naudy Atachagua Bernuy

A Dios por darme la vida y la oportunidad de realizar esta meta. A mis padres y hermana por brindarme su apoyo incondicional para continuar mi carrera y por creer en mi capacidad. A mis familiares y amigos quienes con sus consejos me motivaron a continuar y no dejarme vencer antes las adversidades. A nuestro asesor Q.F. Toxicólogo Jesús Víctor Lizano Gutiérrez quien nos apoyó en todo el proceso de la tesis.

Lia Gabriela Gonzales León

## AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento:

A Dios por guiarnos en este camino. A nuestro asesor Q.F. Toxicólogo Jesús Víctor Lizano Gutiérrez por su incondicional apoyo y enseñanza durante el desarrollo de nuestra tesis.

A los Señores miembros del Jurado Calificador y Examinador:

Presidente: Mg. Villanueva Vilchez Hugo

Secretario: Q.F. Guevara Ortega Freddy

Vocal: Q.F. Cárdenas Orihuela Robert Armando

## INDICE

	Pág.
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE GRAFICOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCION	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	
1.2.1 Objetivos General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 HIPOTESIS	
1.3.1 Hipótesis General	3
1.3.2 Hipótesis Especificas	4
1.4 VARIABLES	
1.4.1 Variables Independientes	4
1.4.2 Variables Dependientes	4
II. MARCO TEORICO	
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	5
2.2 BASE TEORICA	
2.2.1 Metales en Alimentos	8
2.2.2 Composición del Desayuno Básico	11
2.2.2.1 Composición de la Quinua	11
2.2.2.1.1. Receta de la Preparación de Quinua	14

2.2.2.2	Composición nutricional del pan	15
2.2.2.3	Composición de la Tortilla de Verduras	17
2.2.2.3.1	Coliflor	18
2.2.2.3.2	Acelga	19
2.2.2.3.3	Zanahoria	19
2.2.2.3.4	Receta de la Tortilla de Verduras	20
2.2.3	Residuos Inorgánicos y contaminantes	21
2.2.4	PLOMO	22
2.2.4.1	Características Fisicoquímicas	23
2.2.4.2	Contaminación en los suelos por Plomo	24
2.2.4.3	Límites de Exposición	25
2.2.4.4	Fuentes de Contaminación	26
2.2.4.4.1	Fuentes Naturales	26
2.2.4.4.2	Fuentes Antropogenicas	27
2.2.4.4.3	Fuentes de Contaminación en el ambiente	28
2.2.4.5	Toxicocinetica	29
2.2.4.5.1	Absorción	29
2.2.4.5.2	Distribución y Deposito	30
2.2.4.5.3	Excreción	30
2.2.4.6	Toxicodinamica	31

2.2.5	ARSÉNICO	34
2.2.5.1	Características Fisicoquímica	34
2.2.5.2	Contaminación en suelos por arsénico	36
2.2.5.3	Límites de Exposición	37
2.2.5.4	Fuentes de contaminación	37
2.2.5.4.1	Fuentes Naturales	37
2.2.5.4.2	Fuentes Antropogenicas	38
2.2.5.4.3	Fuentes de Contaminación en el Ambiente	39
2.2.5.5	Toxicocinetica	40
2.2.5.5.1	Absorción	40
2.2.5.5.2	Distribución	40
2.2.5.5.3	Biotransformacion	40
2.2.5.5.4	Excreción	40
2.2.5.6	Toxicodinamica	41
III	PARTE EXPERIMENTAL	
3.1	TIPO DE INVESTIGACION	44
3.2	METODO	44
3.2.1	Espectrofotometría de Absorbancia Atómica por Horno Grafito	44
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	
3.3.1	Población	45
3.3.2	Materiales	46
3.3.3	Equipos	47
3.3.4	Reactivos	47

3.4	TECNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	
3.4.1	Técnica Operatoria	48
3.4.2	Instrumentos	50
3.4.3	Procesamiento de la Muestra	50
3.4.3.1	Procedimientos de recolección de datos	50
3.4.3.2	Preparación de la muestra	50
3.4.3.2.1	Muestra de Quinoa	50
3.4.3.2.2	Muestra de Pan con Tortilla de Verduras	51
3.4.3.3	Medición	51
3.4.4	Determinación del Plomo	52
3.4.4.1	Preparación de estándares	52
3.4.4.2	Curva de Calibración	53
3.4.4.3	Condiciones instrumentales	55
3.4.5	Determinación de Arsénico	56
3.4.5.1	Preparación de estándares	56
3.4.5.2	Curva de Calibración	57
3.4.5.3	Condiciones instrumentales	58
3.4.5.4	Calculo	60
IV	RESULTADOS	61
V	DISCUCIONES	84
VI	CONCLUSIONES	92
VII	RECOMENDACIONES	93
VIII	BIBLIOGRAFÍA	94
IX	ANEXOS	101

INDICE DE TABLAS		Pág.
TABLA N° 1	Composición Química de algunos Cereales y/o Granos (Composición en 100 g de alimentos)	12
TABLA N° 2	Composición de algunos panes	17
TABLA N° 3	Composición en 100 g de coliflor	18
TABLA N° 4	Composición en 100 g de Acelga	19
TABLA N° 5	Composición en 100 g de Zanahoria	20
TABLA ° 6	Propiedades Fisicoquímicas de los compuestos de Arsénico	35
TABLA N° 7	Arsénico es un Carcinogenicidad del Arsénico	43
TABLA N° 8	Absorbancias de los Patrones de Plomo (Pb)	53
TABLA N° 9	Valores determinados por el Equipo de Absorción Atómica de las Soluciones Estándar de Arsénico.	57
TABLA N° 10	Distribución de las Muestras de Quinoa y Pan según el Metal Determinado	60
TABLA N° 11	Resultado Generales de la Concentración de Plomo en muestras de vaso de Quinoa	62
TABLA N° 12	Resultado Generales de la Concentración de Arsénico en muestras de vaso de Quinoa	64
TABLA N° 13	Datos Estadísticos de los Valores de Plomo en las Muestras de vaso de Quinoa	66
TABLA N° 14	Porcentaje de las muestras de Quinoa con Plomo (Pb) que superan el parámetro establecido en el Codex Alimentarius	68
TABLA N° 15	Resultado Generales de la Concentración de Plomo en muestras de Pan más Tortilla	70

INDICE DE TABLAS		Pág.
TABLA N° 16	Resultado Generales de la Concentración de Arsénico en muestras de Pan más Tortilla	72
TABLA N° 17	Datos Estadísticos de los valores de Plomo en las muestras de Panes más Tortilla	74
TABLA N° 18	Porcentaje de las muestras de Pan más Tortilla con Plomo que superan el parámetro establecido en el Codex Alimentarius	75
TABLA N° 19	Límites Máximos Permisibles (LMP) de Plomo y Arsénico en alimentos, según el Codex Alimentarius	78
TABLA N° 20	Concentración Promedio de Plomo y Arsénico en muestras de Quinoa según su Procedencia	79
TABLA N° 21	Concentración Promedio de Plomo y Arsénico en muestras de Pan según su Procedencia	88

INDICE DE GRAFICAS		Pág.
GRAFICA N° 1	Plomo en el Ambiente	28
GRAFICA N° 2	Toxicocínética del Plomo en el Organismo Humano	31
GRAFICA N° 3	Efecto del Plomo en la Síntesis del Hem	33
GRAFICA N° 4	Biotransformación del Arsénico Inorgánico	41
GRAFICA N° 5	Toxicidad del Arsénico	42
GRAFICA N° 6	Efecto Carcinogénico del Arsénico	43
GRAFICA N° 7	Identificación de las avenidas seleccionadas	46
GRAFICA N° 8	Diagrama del instrumento de Absorción atómica	49
GRAFICA N° 9	Curva de Calibración de Plomo.	54
GRAFICA N° 9-A	Curva de Calibración de Plomo.	54
GRAFICA N° 10	Condiciones Ópticas para la medición de plomo por Horno de Grafito	55
GRAFICA N° 11	Programa de Temperatura para la medición de Plomo por Horno de Grafito	56
GRAFICA N° 12	Curva de Calibración de Arsénico	57
GRAFICA N° 12-A	Curva de Calibración de Arsénico	56
GRAFICA N° 13	Programa de Temperatura para la Medición de Arsénico por Horno Grafito	59
GRAFICA N° 14	Parámetros Ópticos para la Medición de Arsénico por Horno Grafito	60
GRAFICA N° 15	Distribución de las Muestras de Quinoa y Pan según el Metal Determinado	61
GRAFICA N° 16	Comparación de los Niveles de Plomo en las muestras de Quinoa respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) según el Codex Alimentarius	65

INDICE DE GRAFICAS		Pág.
GRAFICA N° 17	Porcentaje de las muestras de Quinua con Plomo que superan el parámetro establecido en el Codex Alimentarius	67
GRAFICA N° 18	Comparación de los niveles con Plomo en las muestras de Pan con Tortilla con el Límite Máximo Permisible (LMP) según el Codex Alimentarius	71
GRAFICA N° 19	Porcentaje de las muestras de Pan más Tortilla de verduras que superan el parámetro establecido para el Plomo según el Codex Alimentarius.	73
GRAFICA N° 20	Concentración Promedio de Plomo en muestras de Quinua contenida en un vaso según su Procedencia	76
GRAFICA N° 21	Comparación de los Promedio de las Concentraciones de Plomo en muestras de Quinua respecto a la Concentración Límite Máximo Permisible del Codex Alimentarius según su procedencia	77
GRAFICA N° 22	Concentración Promedio de Plomo en muestras de Pan con Tortilla de verduras según su Procedencia	80
GRAFICA N° 23	Comparación de los Promedios de las Concentraciones de Plomo en muestras de Pan más Tortilla de verduras respecto a la Concentración Límite Máximo Permisible del Codex Alimentarius, según procedencia	81

## ÍNDICE DE ABREVIACIONES

**LMP:** Límite Máximo Permisible

**AAS:** Espectrofotometría de Absorción Atómica

**Pb:** Plomo

**As:** Arsénico

**USDA:** Departamento de Agricultura de EE.UU.

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación

**JECFA:** Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

**ISTP:** Ingesta Semanal Tolerable Provisional

**OMS/ WHO:** Organización Mundial de la Salud / World Health Organisation

**UE:** Unión Europea

**MINSA:** Ministerios de Salud

**INS:** Instituto Nacional de Salud

**RDI:** Ingestas Dietéticas Recomendadas

**PTWI:** Provisional Tolerable Weekly Intake

**MINAM:** Ministerio del Ambiente

**FDA:** Food and Drug Administration

**BMDL:** Limite Bajo en la Dosis Referencial

**MMA:** Monometil Arsenico

**DMA:** Dimetil Arsenico

**HG:** Horno Grafito

**HPLC:** Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia

**ppm:** Partes por millón

**ppb:** Partes por billón

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo para evaluar la concentración de plomo y arsénico en 120 muestras de desayunos básicos constituidos por un vaso de quinua y un pan con tortilla de verdura los cuales fueron expendidos en puestos de venta ambulatoria en el Cercado de Lima, durante el periodo de Junio a Julio del 2017. La cantidad de metales pesados se determinó por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica mediante la técnica Horno Grafito. Cabe resaltar que para la presente investigación la muestra constituida por un desayuno básico incluía un vaso de quinua y un pan más tortilla de verdura el cual fue analizado en conjunto. Los niveles de plomo encontrados en las muestras de vaso de quinua presentan un promedio de 13.29 ppb y una desviación estándar de 7.36, con un valor mínimo de 4.425 ppb y un valor máximo de 31.652. Las muestras de pan más tortilla de verduras, presentan un promedio de 12.05 ppb y una desviación estándar de 3.74, con un valor mínimo de 6.425 ppb y un valor máximo de 18.456 ppb. Los niveles de Arsénico, en ambas muestras, no se detectaron probablemente porque se encontraban en niveles inferiores al límite de cuantificación de la técnica o equipo empleados. Los resultados de la investigación indican que en las muestras de vaso de quinua y pan más tortilla de verduras los parámetros de plomo y arsénico no superan los indicados en el *Codex Alimentarius*.

**Palabras Clave:** Plomo, Arsénico. Desayuno Básico, vaso de Quinua, Pan con tortilla de verduras, Espectrofotometría de Absorción Atómica, Horno de Grafito.

## ABSTRACT

This research was conducted to evaluate the concentration of lead and arsenic in 120 samples of basic breakfast constituted by a cup of quinoa and a bread vegetable omelette sandwich which were dispensed in outpatient stalls in the Cercado de Lima, period from June to July 2017. The amount of heavy metals was determined by the Atomic Absorption Spectrophotometry method using the Graphite Furnace technique. It is necessary to highlight that for the present investigation the sample was constituted by a basic breakfast that included a cup of quinoa and a bread vegetable omelette sandwich that was analyzed as a whole. Lead levels found in cup of quinoa samples present an average of 13.29 ppb and a standard deviation of 7.36, with a minimum value of 4.425 ppb and a maximum value of 31.652. Bread vegetable omelette sandwich samples have an average of 12.05 ppb and a standard deviation of 3.74, with a minimum value of 6.425 ppb and a maximum value of 18.456 ppb. Arsenic levels, in both samples, were not determined because they were probably at levels below the limit of quantification of the technique or equipment. The research results indicate that the cup of quinoa and bread vegetable omelette sandwich samples do not exceed the established parameters of lead and arsenic in the Codex *Alminetarius*.

**Keywords:** Lead, Arsenic, Basic breakfast, cup of Quinoa, Bread vegetable omelette sandwich, Atomic Absorption Spectrophotometry, Graphite Furnace.

## I. INTRODUCCION

El objetivo del trabajo es dar a conocer el grado de contaminación con Plomo y Arsénico en los desayunos básicos constituidos por un vaso de quinua y un pan con tortilla de verduras los cuales fueron expendidos en puestos de venta ambulancia del Cercado de Lima; estos alimentos que se expenden en las avenidas del Cercado de Lima y tiene gran consumo por estar cerca a centro de labores y/o estudios, tiendas, oficinas permitiéndole a la población un consumo rápido.

Los desayunos expendidos en puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima no cuentan con el control sanitario durante la manipulación, preparación y/o expendio, por lo que es importante destacar que dichos desayunos están expuestos a la contaminación por varios factores tales como: contaminantes emitidos por vehículos, acumulo de desechos, el medio ambiente contaminado, empleo de utensilios de cocina contaminado con ciertos metales, entre otros, siendo esto un riesgo para la salud.

El consumo de estos desayunos expendidos en puestos de venta ambulancia constituye un riesgo para la salud humana, ya que pueden ocasionar en un momento determinado toxicidad ya sean por residuos biológicos, químicos o físicos tales como bacterias, toxinas, pesticidas y principalmente por la presencia de metales pesados como el plomo y Arsénico los cuales están relacionados con la combustión de residuos, el transporte por carretera, la producción de fertilizantes, extracción y fundición de metales y el uso de pesticidas a base de arsénico, por lo que nos ocasionó el gran interés de investigar si existe la presencia de estos metales, su concentración y si estos están dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el *Codex Alimentarius* en muestras de desayuno básico constituido por Quinua contenida en un vaso y Pan con tortilla de verduras en las avenidas más concurridas y con mayor cantidad de puestos de venta ambulancia de desayunos en el Cercado de Lima y que además se encuentren cerca a centros de trabajo y/o estudios; para poder colaborar con nuestras autoridades competentes, quienes se encargarían de

realizar un correcto control sanitario en la manipulación, preparación y expendio de dichos alimentos.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que en el Centro de Lima se ubican la mayoría de institutos y centros laborales de una parte de la población de Lima, y teniendo en cuenta el caos que se observa en el transporte de Lima en la actualidad que provoca un incremento en el tiempo de viaje de aquellos pobladores que se dirigen al Centro de Lima. Este problema obliga a dicha población a consumir sus desayunos cerca de su centro de labores y/o estudios, en lugar de hacerlo en sus correspondientes hogares; con la finalidad de ingresar a sus centros de trabajo y/o estudios a la hora correspondiente.

Además de una serie de factores tales como el fácil acceso al desayuno, el precio económico y la rutina diaria que hacen que los puestos de venta ambulatoria de desayunos sean concurridos por la mayoría de este segmento de la población. Sin embargo, los expendios de estos se encuentran expuestos a contaminantes biológicos, químicos o físicos tales como bacterias, toxinas, pesticidas y metales pesados tales como el Plomo, Arsénico, Cadmio los cuales puede contaminar mediante la combustión de residuos, el transporte por carretera, extracción y fundición de metales, el uso de pesticidas y fertilizantes los cuales pueden acarrear problemas de salud a corto, mediano o largo plazo. El presente trabajo se enfocará solo en determinar la concentración de Plomo y Arsénico en el desayuno básico de venta ambulatoria el que consiste en un vaso de quinua y pan con tortilla de verduras, porque son los más consumidos.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivos Generales

Determinar las concentraciones de Plomo y Arsénico en desayunos básicos constituidos por un vaso de quinua y un pan con tortilla expendidos en los puestos de venta ambulatoria en el Cercado de Lima durante el periodo de Junio - Julio del 2017.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Determinar la concentración de Plomo en la preparación de quinua contenida en un vaso, expendida en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima.

Determinar la concentración de Arsénico en la preparación de quinua contenida en un vaso, expendidas en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima.

Determinar la concentración de Plomo en el pan con tortillas de verduras expendida en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima.

Determinar la concentración de Arsénico en el pan con tortillas de verduras expendida en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima.

Determinar si las concentraciones de Plomo y Arsénico en el preparado de quinua contenida en un vaso, superan los Límites Máximos Permisibles establecidos por el *Codex Alimentarius*.

Determinar si las concentraciones de Plomo y Arsénico en el pan con tortilla de verduras, superan los Límites Máximos Permisibles establecidos por el *Codex Alimentarius*.

## 1.3. HIPÓTESIS

### 1.3.1. Hipótesis General

Los desayunos constituidos por un preparado de quinua contenida en un vaso y un pan con tortilla de verduras expendidos en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima contienen Plomo y Arsénico en concentraciones que superan los LMP dados por *Codex Alimentarius*, en el periodo Junio - Julio del 2017.

### 1.3.2. Hipótesis Específica

Las concentraciones de Plomo en el preparado de quinua contenida en un vaso, expendida en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima superan las concentraciones establecidas por el *Codex Alimentarius*.

Las concentraciones de Arsénico en el preparado de quinua contenida en un vaso, expendida en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima superan las concentraciones establecidas por el *Codex Alimentarius*.

Las concentraciones de Plomo en pan con tortillas de verduras expendidas en los puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima superan las concentraciones establecidas por el *Codex Alimentarius*.

Las concentraciones de Arsénico en pan con tortillas de verduras expendidas en los puestos de venta ambulancia en Cercado de Lima superan las concentraciones establecidas por el *Codex Alimentarius*.

## 1.4. VARIABLES

### 1.4.1. Variable Independiente

Desayuno Básico constituido por un vaso de quinua y un pan con tortilla de verduras expendidos en puestos de venta ambulancia en el Cercado de Lima.

### 1.4.2. Variable Dependiente

Concentraciones de Plomo y Arsénico.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Según un estudio de Huanri J. en su tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico “Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana, Lima 2014” encontraron que los niveles de Plomo y Arsénico en jugo de caña de azúcar estaban sobre los límites máximos permisibles de ambos metales establecidos por OMS, FAO y *Codex Alimentarius*. Además, mencionaron tres posibles causas de esta contaminación: la mala manipulación de la caña de azúcar, la falta de criterio en la limpieza e higiene y escasez en la limpieza de los rodillos de acero inoxidable <sup>[1]</sup>.

Según el estudio de Alegre R., Lovo O., Rivas S. en su Tesis para optar el grado de Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Agroindustrial “Determinación del contenido de Plomo en alimentos Cárnicos y Lácteos producidos y comercializados en la Zona del Sitio del Niño y San Juan Opico” encontraron que en productos lácteos los niveles de Plomo estaban por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por *CODEX STAN 221-2001* y la *United State Department Agriculture (USDA)*, no obstante una muestra de leche fresca presentó niveles de Plomo que superan los límites máximos permitidos por lo que no es aceptable para el consumo humano. Para el caso de productos cárnicos, encontraron una muestra que supera el límite máximo permitido de Plomo establecidos por *CODEX STAN 221-2001* y la *United State Department Agriculture (USDA)* <sup>[2]</sup>.

Según el Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en granos de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) (2014) realizado por la Subdirección de Inocuidad Agroalimentaria/DIAIA; encontraron que de 50 muestras analizadas en 10 regiones (Arequipa, Piura, Lambayeque, La Libertad, Puno, Junín, Huancavelica, Cusco, Ayacucho, Apurímac) 32 (64%) muestras fueron no conformes y de estas muestras no conformes 21 (65.68%) muestran presencia de metales pesados (Cadmio, Plomo y Arsénico); siendo distribuidas en la región

de la Costa norte y sur, el 47.62% (10 muestras) y en la región de la Sierra el 52.38% (11 muestras) <sup>[3]</sup>.

En el trabajo de Chambi E. en su Tesis de Grado para obtener el Título de Licenciatura “Determinación de Hierro y metales pesados en Harinas Fortificadas para evaluar su calidad e inocuidad” obtuvieron concentraciones promedios de arsénico 1,08 ppm y plomo 0,36 ppm que superaban los límites permisibles, pero las concentración promedio de Cadmio 0,042 ppm estaban por debajo de los límites permisibles establecidos según la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos de la Paz - Bolivia. Lo que indicaría la falta en el control de vigilancia respecto a dos elementos pesados (Arsénico y Plomo) <sup>[4]</sup>.

En el trabajo de Guerrero B. en su Tesis de Grado para obtener el Título de Químico Farmacéutico “Determinación de elementos traza ( Plomo, Cadmio, Cobre, Manganeso, Zinc, Hierro, Calcio, Magnesio, Mercurio y Arsénico) en alimentos: Champiñones, polenta, Garbanzos y Maíz mediante espectroscopia de absorción atómica” evaluaron la presencia de metales pesados ( , Plomo, Arsénico y Mercurio) en distintos alimentos, encontraron valores anómalos, sobre el rango estipulado en la legislación (Reglamento Sanitario de los Alimentos, *Codex Alimentarius*, Comité de la Unión Europea), sólo en los champiñones, mientras que en el resto de los alimentos (maíz, polenta y garbanzos) las concentraciones se encontraron cumpliendo las normas. Esto indicó que la capacidad de absorción de las plantas con respecto a los metales pesados fue variable, encontrando concentraciones más bajas en los granos y, concentraciones más altas en los champiñones <sup>[5]</sup>.

Según la tesis de Dávila C. sobre la “Determinación de Plomo y Cadmio en jugos de naranja (*Citrus sinensis*) expendidos de forma ambulatoria en el paradero Villa Sol - Los Olivos – periodo Octubre 2016 –Enero 2017”, encontraron que el 100% de los jugos de naranja analizados presentaron concentraciones de plomo y cadmio por encima de los valores permitidos por la Comunidad Europea y Mercosur superando el valor límite, la relación de contaminación que plantearon fue la contaminación ambiental de los cultivos por la actividad minera, las condiciones de manipulación y expendio del jugo de

naranja, y la contaminación urbana por parte de las industrias y parque automotor [6].

Según el trabajo de Perelló E, Martí-Cid R, Llobet J. M. y Domingo J. L. sobre *Effects of Various Cooking Processes on the Concentrations of Arsenic, Cadmium, Mercury, and Lead in Foods*, encontraron que el proceso de cocción de alimentos que presentan metales pesados (Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo) tiene un valor muy limitado como medio para reducir las concentraciones de estos mismos. Esta reducción hipotética dependió de las condiciones de cocción (tiempo, temperatura y medio de cocción) [7].

Según el trabajo de Doe E. D, *et. al* sobre *Levels of selected heavy metals in wheat flour on the Ghanaian market: a determination by atomic absorption spectrometry*, encontraron que la cantidad de plomo detectada en la harina hecha en Ghana y Turquía (0.22 mg/kg y 0.34 mg/kg respectivamente) fue ligeramente elevada en comparación con los límites establecidos por el *Codex Alimentarius* estándar y la regulación EC para el plomo, que es para ambos, 0.2 mg/Kg. Para el caso del Arsénico, los valores se encontraron por debajo del límite de detención [8].

Según el trabajo de Sadeghi E, *et. al* sobre *Effect of Drying and Cooking Processing on Heavy Metals (Lead, Zinc and Cadmium) Levels of Vegetables*, encontraron que los niveles de Plomo, Zinc y Cadmio se redujeron al cocinar cada variedad de vegetal (Perejil, Albahaca y Menta). Sin embargo al emplear el método de secado se observó que los niveles de Plomo, Zinc y Cadmio se incrementó [9].

Según el trabajo de Abdulmajid N, *et. al* sobre *Heavy metals assessment and sensory evaluation of street vended foods*, encontraron que entre los alimentos vendidos en la calle, el intestino delgado de pollos asados (isaw) presentó los niveles más altos de Plomo y Cadmio establecidos según la FAO/WHO JECFA, la cual indicó también que la exposición al medio ambiente pudo contribuir a la cantidad de metales pesados presentes en el asado a la parrilla. Por lo que, recomendaron evaluar exhaustivamente los riesgos de todos los alimentos

vendidos en la calle para que recopilen datos y establezcan un programa para que mejore la calidad y seguridad de las ventas de alimentos <sup>[10]</sup>.

No se encontraron trabajos relacionados en los cuales se determinan concentraciones de metales en desayunos constituidos por preparado de quinua y pan con tortilla de verduras.

## 2.2. BASE TEORICA

### 2.2.1. Metales en Alimentos

La toxicología de los alimentos o toxicología bromatológica, es una especialidad que estudia la naturaleza, origen y formación de sustancias presentes en los alimentos que producen efectos adversos a la salud humana. La evaluación de la seguridad alimentaria depende de la determinación de sustancias tóxicas en los alimentos; y es de vital importancia desarrollar métodos analíticos precisos para interpretar los datos correctamente. Una de las tareas de análisis químico en la toxicología de alimentos implican la separación de una sustancia tóxica de otras sustancias químicas para poder determinar la cantidad del tóxico o contaminante de interés. Las sustancias tóxicas deben estar presentes en niveles muy bajos debido a que su presencia en cualquier nivel significativo hace del alimento no apto para el consumo humano. Al tener la capacidad de seleccionar con criterio la metodología adecuada para el aislamiento y detección de contaminantes en alimentos e interpretar el significado de la presencia de residuos tóxicos servirán para la prevención tendientes a minimizar los niveles de estas sustancias en los alimentos.

Existen diferentes fuentes principales de origen de los tóxicos: naturales, intencionales, accidentales y generadas por el proceso. Los tóxicos naturales son principalmente sustancias inocuas que en concentraciones mayores pueden llegar a ser tóxicas; los tóxicos intencionales son sustancias que son ajenas al alimento que han sido adicionadas con un fin establecido, los tóxicos accidentales son los que generan mayor riesgo para la salud, eventualmente

pueden ser por contaminación cruzada y finalmente los tóxicos generados por el proceso son sustancias que se encuentran allí como resultado de la transformación de los alimentos, por estabilización, transporte, formulación entre otras.

Las concentraciones de elementos tóxicos en productos de origen animal están ligadas en gran medida a la composición de la dieta animal, las prácticas agrarias y la exposición a elementos tóxicos en la ganadería. El contenido de metales y/o contaminantes como las aflatoxinas, nitratos, fumonisinas y/o micotoxinas, algunos radionucleótidos y metales como el Estaño (Sn), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Mercurio (Hg) y Arsénico (As) debe regirse a normas internacionales como la del *Codex Alimentarius* cuando no exista dichos niveles estipulados a nivel nacional.

Las principales amenazas para la salud humana de metales pesados y no metálicos están asociadas con la exposición al Estaño (Sn), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Mercurio (Hg) y Arsénico (As). Estos metales y no metálicos han sido ampliamente estudiados y sus efectos sobre la salud humana revisado periódicamente por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los metales pesados han sido utilizados por los humanos durante miles de años. Aunque son conocidos varios de los efectos adversos en la salud, su exposición continúa hasta la actualidad, e incluso está aumentando en algunas partes del mundo, en particular en los países menos desarrollados <sup>[11]</sup>.

En la actualidad, cientos de contaminantes se vierten en el medio ambiente, entre ellos, los metales pesados considerados contaminantes graves. El riesgo asociado con la exposición de los productos alimenticios a los metales pesados ha suscitado gran preocupación en la salud humana. La contaminación con metales pesados es una amenaza grave debido a su toxicidad, bioacumulación y biomagnificaciones en la cadena alimentaria <sup>[10]</sup>. Una de las causales responsables de incorporación de metales pesados en alimentos es a través de los sistemas hídricos. Ya sea por uso de aguas

contaminadas para riego de cultivos o por los procesos que tienen lugar en la cadena alimenticia en aguas contaminadas <sup>[12]</sup>.

La contaminación con plomo de los alimentos surge como resultado de emisiones ambientales, como la minería y el uso ahora disminuido de la gasolina con plomo. Los niveles de plomo en alimentos, frutas y vegetales generalmente están estrictamente regulados por el *Codex Alimentarius*, OMS, UE, entre otros. Otra fuente de plomo en la dieta proviene de los contenedores de alimentos que contienen plomo como el almacenamiento en latas soldadas con plomo, recipientes de cerámica con esmaltes de plomo y vidrio con plomo. El primero de estos se ha suspendido en gran medida, al menos en la Unión Europea, y el segundo está estrictamente regulado por la legislación de la Unión Europea relacionada con los materiales en contacto con los alimentos. Sin embargo, existen utensilios, platos de comida u otros materiales fabricados que liberan plomo en los alimentos a niveles superiores a los establecidos por los organismos ya mencionados. Así mismo, el uso de plomo como material para las tuberías de agua en muchas casas antiguas puede resultar en niveles inaceptablemente altos de estos metales, en los suministros de agua <sup>[13]</sup>.

La población general está expuesta al Plomo del aire y de los alimentos en proporciones aproximadamente iguales. Durante el último siglo, las emisiones de Plomo al aire han causado una considerable contaminación de alta importancia, debido principalmente a las emisiones de Plomo procedentes de la gasolina. Aunque el Plomo en la gasolina ha disminuido drásticamente en las últimas décadas, la eliminación gradual de los aditivos de plomo en los carburantes, el uso de pinturas a base de Plomo, el Plomo en los envases de alimentos y otras prácticas aún no han sido eliminadas por completo; lo que da lugar a una posible contaminación en los alimentos <sup>[11]</sup>.

Para el caso del Arsénico todas las plantas, ya sean convencionales u orgánicas cultivado, contiene este no metal recogido del suelo. Los alimentos que se derivan de las plantas, incluidos los jugos y arroz, por lo tanto, también contienen bajos niveles de arsénico. Ahí también es detectable arsénico en

nuestra agua potable. Así, el arsénico se encuentra esencialmente en todos los grupos de alimentos <sup>[14]</sup>.

### 2.2.2. Composición del Desayuno Básico

El desayuno está considerado como una de las ingestas alimentarias más importantes del día y, de hecho, un desayuno diario y equilibrado se ha asociado con una óptima ingesta de nutrientes a lo largo del día y a un mayor rendimiento físico e intelectual, desayuno representa entre 25% y el 30% del aporte energético necesario a lo largo del día. Para garantizar un equilibrio nutricional es imprescindible que la dieta contenga alimentos muy variados y, obviamente, la primera ingesta del día —el desayuno— no puede ser una excepción a esta norma <sup>[15]</sup>.

Realizar un adecuado desayuno repercute de una manera positiva, mejorando la calidad global de la dieta y evitando posibles problemas de salud a largo plazo <sup>[16]</sup>. Para el presente trabajo se seleccionó un desayuno constituido por un preparado de quinua y un pan con tortilla de verduras las cuales incluye coliflor, acelga, zanahoria entre otras, que se expende en puesto de venta ambulatoria.

#### 2.2.2.1. Composición Nutricional de la Quinua

Esta especie constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de los pobladores de los Andes <sup>[17]</sup>. La quinua (*Chenopodium quinoa willd*) es un seudocereal o seudograno, que se utiliza para la alimentación animal, y puede ser consumida por humanos, pues tiene un alto valor nutricional, al contener 20 aminoácidos (incluyendo los 10 esenciales), y cuenta con 40 % más de lisina que la leche misma, por lo que es capaz de proveer de proteína de alta calidad al organismo <sup>[18]</sup>. Desde el punto de vista nutricional, es la fuente natural de proteína vegetal económica, con alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, el valor calórico es mayor que otros cereales, tanto en grano y en

harina alcanza 350 Cal/100g, que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías <sup>[17]</sup>. Además, se describe que tiene un bajo nivel de grasa, en comparación a otros cereales, y no posee colesterol <sup>[19]</sup>.

Los carbohidratos de la semilla de la quinua contienen entre 58 a 68 % de almidón; se encuentran localizados en el perisperma en gránulos pequeños (2 µm). Son parcialmente cristalinos e insolubles en agua a temperatura ambiente; los tamaños y formas dependen de la fuente biológica, y es altamente digerible <sup>[19]</sup>.

En lo que respecta a los aportes de minerales, la quinua muestra superioridad sobre los demás cereales en cuanto a Fósforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (K), Hierro (Fe), Zinc (Zn), y sobre algunos en cuanto a Calcio (Ca) y Manganeso (Mn) <sup>[20]</sup>. Además el grano de quinua contiene de 14 a 20% de proteínas, grasa 5.7 a 11.3% y fibra 2.7 a 4.2%, lo cual es mayor al del trigo de 8.5% de proteína, grasa 1.5%, y fibra 1.99%. Además, contiene fitoestrógenos, sustancias que previenen enfermedades crónicas como la osteoporosis, cáncer de mama, enfermedades del corazón y otras alteraciones femeninas por la falta de estrógenos durante la menopausia <sup>[17]</sup>.

En la Tabla N° 01; se muestra una comparación de la composición nutricional de los principales granos andinos en comparación al trigo principal cereal usado mundialmente <sup>[17]</sup>.

Tabla N<sup>a</sup> 01: Composición Química de algunos Cereales y/o Granos  
(Composición en 100 g de alimentos)

<b>Cereal y/o Grano Andino</b>	<b>Proteínas (g)</b>	<b>Grasas Totales (g)</b>	<b>Carbohidratos Totales (g)</b>
Trigo	10,30	1,9	74,7
Cebada con cascara	8.40	2,0	77,5

Avena, Hojuela cruda	13,30	4,0	72,2
Arroz Blanco Corriente	7.80	0.7	77.6
Sorgo	8,00	4,0	72,8
Quinoa	13,60	5,8	66,6
Cañihua Amarilla	14,30	5,0	62,8
Kiwicha	12,80	6,6	69,1

**Fuente:** Tablas peruanas de composición de alimentos – MINSA, INS; 2009.

Las proteínas de quinua presentan una proporción de aminoácidos más balanceada que la de los cereales especialmente en lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona una alta calidad biológica. El bajo contenido en prolamina y glutaminas hace que la quinua no tenga gluten. La carencia de gluten limita a la harina de quinua en la panificación, pero es de gran utilidad en la dieta de personas sensibles a la presencia de gluten que ocasiona afecciones y lesiones intestinales.

El mayor componente de los granos de quinua es el almidón, que constituye el 60% de peso fresco del grano con solo el 11% de amilasa. Sus gránulos pueden encontrarse aislados o en grupos más o menos compactos. Esta estructura contrasta con la de los cereales, donde los gránulos de almidón se encuentran aislados, son mucho más grandes y con un contenido de amilasa que va desde el 17% (arroz) al 28%(trigo). La estructura del amilo-pectina del almidón de quinua es similar a la de los cereales, pero su elevado contenido hace que la pasta de quinua sea más viscosa que la del trigo. El almidón de la

quinua es del tipo perispermo y no forma geles, se torna azul con el yodo, por el contrario, el almidón de los cereales se encuentra en el endospermo.

La quinua contiene grasas insaturadas, ácido linoleico (Omega 6) 50.24%, ácido oleico (Omega 9) 26.04% y ácido linolénico (Omega 3) 4.77%, cualidades muy importantes para la dieta vegetariana; por lo que en las últimas décadas están cobrando mayor importancia, al permitir mayor fluidez de los lípidos de las membranas. Otro aspecto importante es el contenido de tocoferoles en el aceite de quinua, ya que actúan como antioxidantes naturales y permiten mayor tiempo de conservación de la misma <sup>[19]</sup>.

La quinua contiene vitamina B, C, E, F (tiamina, riboflavina y niacina), ácido fólico, y a esto se suma el ser rica en polifenoles, fitosteroles y flavonoides<sup>[20]</sup>. Las vitaminas son compuestos químicos requeridos por el organismo en pequeñas cantidades para poder realizar el metabolismo, proteger la salud y asegurar el crecimiento de los niños, también están presentes en la formación de hormonas, las células de la sangre, el sistema nervioso y en todo el material genético. Se presta más atención no solo al contenido de fibra cruda, sino también a las fibras solubles o dietéticas totales, por sus efectos beneficiosos para la digestión, en especial por su capacidad de absorción de agua, captación de cationes, absorción de compuestos orgánicos y formación de geles <sup>[17]</sup>.

#### 2.2.2.1.1. Receta de la preparación de Quinua

##### Ingredientes

- Quinua
- Piña
- Azúcar y/o Chancaca
- Canela
- Fécula de papa (Chuño)

## Preparación

- Remojar la quinua un día anterior antes de su cocción
- Preparando un caramelo para ellos se emplea azúcar rubia o chancaca, se derrite hasta formar un caramelo.
- Agregar 3 litros de agua y agregar cascara de piña, canela y clavo de olor, tapar y dejar cocinar. Luego se retiran las cáscaras de frutas, canela y clavo.
- Opcional (Agregar piña picada, manzanas y membrillo pequeño)
- Agregar la quinua previamente lavada y Tapar y cocinar durante 30 - 40 minutos.
- Disolver 2 – 3 cucharadas de fécula de papa (chuño) en de agua, y agregar chuño disuelto en agua hasta conseguir el espesor deseado [20].

Fuente: Información Brindada por los vendedores de los puestos ambulatorios

### 2.2.2.2. Composición Nutricional del Pan

La definición de pan según el *Codex Alimentarius*: Con la denominación genérica de pan, se entiende el producto obtenido por la cocción en hornos y a temperatura conveniente de una masa fermentada o no, hecha con harina y agua potable, con o sin el agregado de levadura, con o sin la adición de sal, con o sin la adición de otras sustancias permitidas para esta clase de productos alimenticio [18].

El pan aporta en una cantidad considerable de hidratos de carbono de cadena compleja. Algunas proteínas (generalmente de bajo valor biológico), pudiendo llegar a contenidos de 9 g/100 g de pan. Su contenido en aminoácidos no incluye todos los aminoácidos esenciales, sino que presenta niveles bajos del aminoácido esencial, lisina (se suele compensar con la ingesta de otros alimentos como puede ser legumbres). Posee por regla general pocos contenidos grasos, casi siempre ácido oléico y linoléico. Entre los micronutrientes que posee el pan y algunas trazas de calcio (debido al uso de

leche que se hace en la elaboración industrial actual), hierro (es un gran aporte de este mineral), selenio, potasio, fósforo. El pan que tiene una harina con germen posee dos vitaminas del grupo B y que son la: tiamina (que favorece la salud en el sistema nervioso) y la niacina (que previene la pelagra). El pan posee también ácido fólico y una cierta cantidad de carotenoides (aunque poca cantidad ya que fueron reducidos durante la fase de mezcla en la elaboración del pan) <sup>[18]</sup>.

Los panes de harinas poco refinadas son las que aportan una mayor cantidad de fibra a la dieta humana, no obstante, el consumo de pan suele ser una de las fuentes mayoritarias de fibra. Los panes blancos de harinas refinadas son los que aportan una menor cantidad llegando hasta un 3%, el pan denominado como "integral" puede llegar a tener entre tres a cuatro veces más de fibra. El pan ocupa la base de la pirámide alimentaria en la zona de cereales y legumbres, lo que indica que puede consumirse al día en una cantidad relativamente moderada (comparado con otros alimentos) dentro de lo que se considera una dieta equilibrada. Por ejemplo, en la dieta de un niño de un año ya se incluye el pan (así como los alimentos de los grupos alimentarios: carne, verduras y leche). Existen estudios que mencionan que un consumo de pan de centeno aporta en las mujeres sólo un 7,1 % de la proteína; un 1,2 % de lípidos y un 11,1 % de carbohidratos necesarios en RDI, mientras que en la dieta de un humano contribuye con un 5,9 % de la proteína un 1 % de la grasa y 9,3 % de carbohidratos, lo que hace una contribución del total de 28,6 % de los nutrientes recomendados por la Organización Mundial de la Salud <sup>[18]</sup>. La composición característica según el tipo de pan se observa en la tabla N° 02 <sup>[21]</sup>.

**Tabla N° 02.** Composición de algunos panes

Tipo	Agua (%)	Proteína (Nx5.7) (%)	Grasa (%)	Azúcares (%)	Almidón y dextrinas (%)	Fibra (%)	Energía (KJ/100g)
Harina integral	40.0	8.6	2.7	2.1	39.7	8.5	918
Centeno	39.0	8.9	2.2	1.8	42.9	5.1	948
Hovis	70.0	9.7	2.2	2.4	42.7	4.6	968
Blanco	39.0	8.0	1.7	1.8	47.9	2.7	991
Tostado	25.0	9.6	1.7	2.1	62.8	–	1265
Migaja seca	9.7	11.6	1.9	2.6	74.9	–	1508
De grosella	37.7	6.4	3.4	13.0	38.8	–	1063
Malteado	39.0	8.3	3.3	18.6	30.8	–	1054
De soda	34.2	8.0	2.3	3.0	53.3	2 - 3	1122
Roles, morenos crujientes	28.6	11.5	3.2	2.1	55.1	–	1129
Morenos suaves	31.0	11.7	6.4	1.9	46.0	–	1194
Blancos crujientes	28.8	11.6	3.2	2.1	55.1	–	1231
Blancos suaves	28.8	9.8	7.3	1.9	51.7	–	1291
De bajo almidón	8.5	44.0	4.1	1.6	44.1	–	1631

Fuente: Composición y Análisis de Alimentos de Pearson 2002 [21].

### 2.2.2.3 Composición de la Tortilla de verdura

La tortilla de verduras es parte del complemento incluido en el pan, debido a que la mayoría de puestos de venta ambulancia ofrecieron este producto y además era el más consumido según los propios vendedores. La tortilla de verduras es hecha en base a huevo y verduras tales como coliflor, espinaca y en algunos casos zanahoria. Las verduras y las hortalizas, son alimentos pocos nutritivos, ya que no contienen proteínas y aporta apenas unas pocas calorías en forma de carbohidratos. Sin embargo, tienen gran importancia nutricional por su alto contenido en Vitamina C y una importante función digestiva por su aporte de fibra corta. La coliflor y calabaza son una fuente

prioritaria de vitamina C, mientras que la espinaca, el pimiento, acelga, lechuga y tomate son una fuente prioritaria de Vitamina C y Vitamina A [22].

#### 2.2.2.3.1. Coliflor

Su nombre científico es: *Brassica oleracea L. var. Botrytis*. Ésta fue llevada desde las costas atlánticas hasta el Mediterráneo. La coliflor presenta un bajo contenido en calorías, el cual depende de la variedad empleada y de las condiciones de cultivo. Sin embargo, son ricas en minerales y presentan elevados contenidos en glucosinolatos, especialmente isotiocianato de alilo y butilo, y/o vinil-tio-oxazilina[23].

Energía (Kcal)	28
Agua (g)	91.6
Proteínas (g)	2.2
Grasa Totales (g)	0.6
Carbohidratos Totales (g)	4.4
Fibra dietaría (g)	2.5
Calcio (mg)	26
Fosforo (mg)	66
Zinc (mg)	0.28
Hierro mg	0.60
Vitamina A ug	1.0
Vitamina C mg	75.3
Fuente: Tablas Peruanas de composición de alimentos- INS, 2009 [24]	

#### 2.2.2.3.2. Acelga

Su nombre científico es: *Beta Vulgaris L. var. cicla (L.)*. Su origen se sitúa posiblemente en las regiones costeras de Europa. Es una planta con grandes hojas verdes y carnosas pencas blancas. Tiene aplicaciones medicinales y alimenticias por ser, emoliente, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva [23].

Energía (Kcal)	27
Agua (g)	90.7
Proteínas (g)	2.2
Grasa Totales (g)	0.3
Carbohidratos Totales (g)	5.3
Fibra dietaría (g)	1.6
Calcio (mg)	90
Fosforo (mg)	46
Zinc (mg)	0.36
Hierro mg	2.40
Vitamina A ug	306.0
Vitamina C mg	14.10
Fuente: Tablas Peruanas de composición de alimentos- INS, 2009 [24]	

#### 2.2.2.3.3. Zanahoria

Su nombre científico es: *Daucus carota L.* La zanahoria es originaria del centro asiático y del Mediterráneo. Sus cualidades nutritivas importantes, especialmente por su elevado contenido en beta-caroteno (precursor de la vitamina A), pues cada molécula de caroteno que se consume es convertida en dos moléculas de vitamina A. En general se caracteriza por un elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas [23].

Tabla N° 5: Composición en 100 g de Zanahoria	
Energía (Kcal)	41
Agua (g)	89.0
Proteínas (g)	0.6
Grasa Totales (g)	0.5
Carbohidratos Totales (g)	9.2
Fibra dietaria (g)	2.8
Calcio (mg)	33
Fosforo (mg)	16
Zinc (mg)	0.24
Hierro mg	0.50
Vitamina A ug	841.0
Vitamina C mg	17.40
Fuente: Tablas Peruanas de composición de alimentos- INS, 2009 <sup>[24]</sup>	

#### 2.2.2.3.4. Receta de Tortilla con Verduras

##### Ingredientes

- Coliflor
- Acelga
- Zanahoria (opcional)
- 1 cucharada de Harina
- 1 Huevo
- Sal
- Aceite

##### Preparación:

- Sancochar la coliflor por 10 minutos. Luego cortar en trozos pequeños.
- Cortar la acelga y rayar la zanahoria.

- Colocar todas las verduras en un recipiente y agregarle 1 huevo, 1 cucharada de Harina, sal al gusto y mezclar. Finalmente se fríe [25].

Fuente: Información Brindada por los vendedores de los puestos ambulatorios

### 2.2.3. Residuos Inorgánicos y Contaminantes

El plomo y sus derivados se encuentran en todas partes del medio ambiente, como, por ejemplo, en el aire, en las plantas y animales de uso alimentario, en el agua de la bebida, en los ríos, océanos y lagos, en el polvo, en el suelo, etc. El agua de mar contiene entre 0,003 y 0,20 mg/L de plomo por lo que las concentraciones de este metal en aguas marinas contribuyen a la contaminación de los peces que habitan en ellas [26].

El plomo es un metal muy usado en la industria, como puede ser en la fabricación de pigmentos, recubrimientos, recipientes, ungüentos, pilas eléctricas, 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). Cabe señalar que el Comité Mixto FAO/OMS ha establecido para el plomo una PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) de 25 µg/Kg/semana [26].

El Arsénico es un elemento considerado como ubicuo, cuyas fuentes pueden ser naturales (meteorización, rocas sedimentarias marinas, productos de la erosión y cenizas de rocas volcánicas, carbón, petróleo y actividad biológica) o productos de la actividad humana (minería, fundición de metales, biocidas, conservantes para madera, entre otros). El As se encuentra unido o no a átomos de carbono, o sea, en formas orgánicas o inorgánicas, siendo sus presentaciones inorgánicas las consideradas como más tóxicas, entre las cuales las más frecuentes, en el medio ambiente, son el Arseniato (As (V)) ( $H_3AsO_4$ ) y el Arsenito (As (III)) ( $H_3AsO_3$ ). Por otro lado, las formas orgánicas, presentes en el ambiente, son productos finales del metabolismo de seres vivos y se les considera poco tóxicos o no tóxicos, aunque se debe destacar

dos en particular: el ácido monometil-arsenioso y el ácido dimetilarsínico (usado como herbicida y preservante de maderas), que poseen una alta toxicidad para el ser humano [27].

#### 2.2.4. Plomo

El Plomo es un metal pesado caracterizado por ocasionar efectos tóxicos sobre el tracto gastrointestinal, sobre el sistema renal y sobre el Sistema Nervioso Central y periférico, así como interferencias con sistemas enzimáticos implicados en la síntesis del grupo Hemo. A pesar de que en los últimos diez años, los contenidos de plomo de los productos alimenticios se han reducido sensiblemente gracias a los esfuerzos realizados para reducir la emisión de plomo en su origen y por los progresos en la garantía de calidad de los análisis químicos, la dieta sigue siendo una fuente importante de exposición de plomo. Es por ello que, el objetivo a largo plazo de las autoridades sanitarias es el de continuar reduciendo los contenidos medios de Plomo en los productos alimenticios con el fin de que las ingestas de Plomo de las poblaciones cumplan con la PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) de 25 µg Pb/Kg/semana establecida por el Comité Mixto FAO/OMS [28].

La contaminación ambiental de Plomo es un tema muy importante ya que el uso de este metal aumenta constantemente. Las principales fuentes del toxico en el ambiente y que tienen importancia para la salud humana son provocadas por las fuentes industriales y tecnológicas, tales como minas, fundiciones y refinerías, trabajos de imprenta, la fabricación de acumuladores y otros. El aire representa el conducto principal para el transporte y distribución de plomo la mayoría de este como se ha dicho y demostrado depende de la cantidad de plomo que contenga la gasolina, la eliminación de este compuesto se hace efectiva en Guatemala desde 1991, con esta disposición se ha reducido el contenido de plomo en el aire y por ende las enfermedades y riesgos asociados [29].

#### 2.2.4.1. Características Fisicoquímicas

Quinto elemento del grupo IVA en la tabla periódica. Tiene un número atómico de 82, y peso atómico de 207.9 g/mol, y valencias de 2 y 4. EL plomo es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4°C (621.3°F) y hierve a 1725°C (3164°F). Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El Plomo es anfótero, ya que forma sales de Plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El Plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos órgano-metálicos es obtenido principalmente de la galena (PbS). Industrialmente, sus compuestos más importantes son los óxidos de plomo y el tetraetilo de plomo. El Plomo forma aleaciones con muchos metales y, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones. Todas las aleaciones formadas con Estaño, Cobre, Arsénico, Antimonio, Bismuto, Cadmio y Sodio tienen importancia industrial. Empleado en baterías, munición, soldadura, tuberías, pigmentos, insecticidas, y aleaciones. El plomo también fue usado en gasolina por muchos años como un agente antidetonador en la forma de plomo tetraetil <sup>[1]</sup>.

Los compuestos de plomo se usan como pigmentos en pinturas, en barnices para cerámicas y en materiales de relleno. La cantidad de Plomo que se usa en estos productos se ha reducido en años recién pasados para minimizar los efectos nocivos del plomo sobre seres humanos y animales. El tetraetilo de plomo y el tetrametilo de plomo se usan como aditivos para aumentar el octanaje de la gasolina. Sin embargo, su uso en los Estados Unidos se discontinuó gradualmente <sup>[30]</sup>.

El tetraetilo de plomo aún se puede usar en gasolina para vehículos que no son para uso en carreteras y en gasolina para aviones denominada avigas. El plomo todavía se usa en muchos países, en municiones, en baterías y en pinturas, su uso principal aparte del uso en baterías, ha permanecido relativamente constante en años recientes. Sin embargo, el uso del plomo en balas y proyectiles, como también en cañas para pescar, se ha reducido debido al daño que causa al medio ambiente. La mayor parte del plomo usado

por la industria proviene de minerales de Plomo “primario”, de trozos de metal o baterías recicladas “secundario” [30].

#### 2.2.4.2. Contaminación en suelos por Plomo

El Plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre en un promedio de 16 mg/kg, también se encuentra en el aire, el agua y los suelos, la presencia del plomo en estos se debe a la erosión de los suelos y la actividad volcánica y son lavados por efecto de la precipitación de la lluvia, transportada a los arroyos y posteriormente se depositan con los sedimentos en ríos lagos y océanos. En zonas alejadas de la actividad humana, la concentración media de plomo en el suelo es semejante a la concentración natural de la corteza o de las rocas, de 5 a 25 mg/kg. En áreas contaminadas se pueden encontrar concentraciones de hasta 8 g/kg. El suelo es contaminado principalmente por el depósito de partículas del aire y por el agua contaminada por actividades industriales. El desgaste de las pinturas con plomo de las casas, plaguicidas con plomo son agentes contaminantes del suelo [31].

Según la OMS el valor límite establecido para el plomo en suelos, es de 25 mg/kg, para el caso del Perú, de acuerdo al Decreto Supremo N° 002 -2013 – MINAM, los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de plomo para el suelo son de 70 mg/kg de materia seca para suelos agrícolas, 140 mg/kg para suelo residencial/parques y de 1200 mg/kg para suelo comercial/industrial/extractivos. En año 2008, se determinó la concentración del plomo en suelos de Lima Metropolitana, procedente de 40 lugares representativos, elegidos en base a mayor afluencia peatonal y vehicular, según La Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad de Lima Metropolitana. Los resultados obtenidos indican que la concentración promedio de plomo en suelos de Lima Metropolitana, fue de 189.39 mg/kg, dicho valor se encuentra fuera del valor límite establecido para el plomo en suelos, según la OMS. No existiendo Patrones Nacionales para ese periodo, se recomendó realizar monitoreo ambientales periódicos del contaminante plomo en suelos para controlar su emisión y toxicidad en todo el ecosistema [31].

El Plomo tiene mayor capacidad para formar carbonatos y se tiende a fijar en los minerales de arcilla, hidróxidos y materia orgánica. La distribución del plomo en suelos minerales tiene una correlación positiva con la fracción granulométrica fina, y al aumentar la cantidad de arcilla se incrementan los valores de fondo del Plomo en el suelo. El Plomo con carga +2 tiene características geoquímicas similares a los metales alcalinotérreos divalentes, por lo que puede sustituir fácilmente al potasio, bario, estroncio y Calcio, como también a minerales en sitios de adsorción [32].

En el suelo el Plomo se acumula en las raíces de las plantas, pasando también a las cadenas alimenticias, en este caso a través de las lombrices de tierra que tienden a acumular plomo pudiendo ser una de las rutas por las cuales este elemento entra en las cadenas alimenticias [33].

#### 2.2.4.3. Límites de Exposición

Según la norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (Alimentos para animales) del *Codex Alimentarius*. Sobre la base del análisis de la relación dosis-respuesta, en su 73.ª Reunión (2010) el JECFA estimó que la ISTP anteriormente establecida de 25 µg/kg pc se asociaba con una disminución de al menos 3 puntos del cociente de inteligencia (IQ) en los niños y un aumento en la presión arterial sistólica de aproximadamente 3 mmHg (0,4 kPa) en los adultos. Si bien estos efectos pueden ser insignificantes en el plano individual, son importantes si se consideran cambios en la distribución del IQ o de la presión arterial en una población. El JECFA concluyó entonces que ya no se puede considerar que la ISTP proteja la salud y la retiró [34].

Límite de exposición son aquellos que no deben, en ningún caso, ser superados y a partir de los cuales debe alejarse al trabajador del puesto habitual y de la exposición en general [1].

El plomo y sus derivados se encuentran en todas partes del medio ambiente, como, por ejemplo, en el aire, en las plantas y animales de uso alimentario, en

el agua de la bebida, en los ríos, océanos y lagos, en el polvo, en el suelo, etc. El agua de mar contiene entre 0,003 y 0,20 mg/L de plomo por lo que las concentraciones de este metal en aguas marinas contribuyen a la contaminación de los peces que habitan en ellas. Encontraron una estrecha relación entre los niveles de plomo en las muestras de agua de la Ría de Vigo y las concentraciones del metal en los tejidos blandos de los moluscos de esa misma Ría. En el suelo de terrenos no cultivados se han encontrado de 8 a 20 mg plomo/Kg mientras que en terrenos cultivados puede llegar a encontrarse por encima de 360 mg plomo/Kg y cerca de fuentes de contaminación industrial, el suelo alcanza contenidos de 10 g plomo/Kg o más. En áreas rurales, los niveles de plomo en el aire son del orden de 0,1 µg/m<sup>3</sup> o menos. Sin embargo, dependiendo del grado de contaminación, en zonas urbanas las cantidades de plomo en el aire están comprendidas entre 1 y 3 µg Pb/m<sup>3</sup> y ocasionalmente pueden ser mucho mayores [28].

Otras fuentes de ingesta de Plomo importantes son las provenientes de las cerámicas con vidriados a base de sales de Plomo para el envase de alimentos artesanales, los escabeches preparados en cacerolas de barro, los envases de hojalata para conservas alimenticias de diferente tipo, con soldaduras a base de soldadura blanda (aleación de plomo y estaño con hasta un 50-60% o más de plomo) [28].

La dosis letal de plomo absorbida es de unos 0.5 gramos. El riesgo de intoxicación crónica se considera a partir de 0.5 mgrs/día. La concentración máxima permisible en el aire, en los puestos de trabajo es de 0.15 mg/m<sup>3</sup> [1].

#### 2.2.4.4. Fuentes de Contaminación

##### 2.2.4.4.1. Fuentes Naturales

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre en un promedio de 16mg/kg. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre, a partir de la galena (PbS), la cerusita (PbCO<sub>3</sub>) y la anglesita (PbSO<sub>4</sub>). El metal se produce primariamente por fundición del mineral.

Los principales yacimientos de plomo se encuentran en Australia, Canadá, Estados Unidos de América y la Ex Unión Soviética. En América Latina los más importantes productores son: Perú y México. La tendencia al incremento en la producción y al consumo de Plomo en América Latina ha aumentado el riesgo de exposición y de daños en la salud de la población. El aire, el agua y los suelos son depósitos naturales de plomo. La presencia de plomo natural en éstos se debe a la erosión de los suelos y a la actividad volcánica y son lavados en arroyos y a la larga se depositan con los sedimentos en los ríos, lagos y océanos <sup>[35]</sup>.

Otra fuente importante de Plomo en la atmósfera, es el Plomo depositado de las expulsiones de la lava meteórica, todas estas cantidades de plomo se consideran como fuentes naturales de este metal ya que no interviene intencionalmente la mano directa o indirecta del hombre <sup>[35]</sup>.

#### 2.2.4.4.2. Fuentes Antropogenicas

El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetraetilplomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave y municiones. A su excelente resistencia a la corrosión, el plomo encuentra un amplio uso en la construcción, en particular en la industria química. Es resistente al ataque por parte de muchos ácidos, porque forma su propio revestimiento protector de óxido. Como consecuencia de esta característica ventajosa, el plomo se utiliza mucho en la fabricación y el manejo del ácido sulfúrico <sup>[1]</sup>.

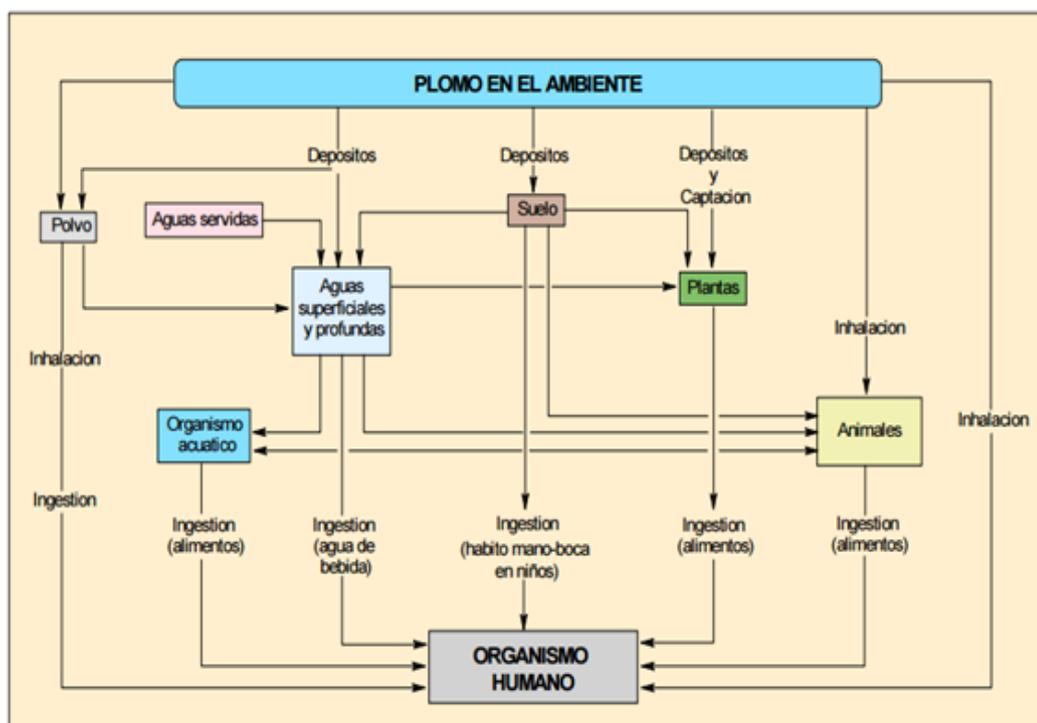
Se utilizan una gran variedad de compuestos de Plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Se usan silicatos de plomo para la fabricación de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica. El azuro de plomo,  $Pb(N_3)_2$ , es el detonador estándar para los explosivos. Los arsenatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la

protección de los cultivos de hortalizas como la zanahoria, acelga los cuales son empleados en el preparado de la tortilla de verduras. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario [1].

#### 2.2.4.4.3. Fuentes de Contaminación en el Ambiente

Los individuos que están expuestos ocupacionalmente, también son además responsables de la contaminación del ambiente general, porque a través del plomo presente en sus ropas contaminan sus hogares, afectando principalmente a los niños. Es importante señalar que el plomo presente en el aire se deposita en los suelos y en diversas actividades industriales ya sea como componente de la materia prima, como en el caso de las industrias de baterías, antidetonantes para gasolina, municiones y pigmentos para pintura o como parte de los subproductos del proceso, como es el caso de la imprenta y de soldadura [35].

GRAFICA N° 1: Plomo en el ambiente



Fuente: Gisbert Calabuig Juan A. 2001 Medicina Legal y Toxicología. Quinta Edición. Masson Editores. S.A. Barcelona [36]

Su abundancia promedio en la corteza terrestre es 13 ppm; en suelos de 2.6 a 25 ppm; en corrientes acuática de 3µg/L, y aguas subterráneas es generalmente <0.1 mg/L. El Plomo es altamente tóxico por lo que la administración de alimentos y drogas (FDA) regula el contenido de plomo en alimentos y en pinturas para los hogares. Su presencia en abastecimientos de agua puede provenir de descargas industriales, mineras, de hornos de fundición o de la disolución de algunas tuberías. El Plomo ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas <sup>[1]</sup>.

#### 2.2.4.5. Toxicocinética

##### 2.2.4.5.1. Absorción

El Plomo penetra en el organismo a través de la vía digestiva, respiratoria y cutánea. La vía digestiva presenta una absorción más baja debido a la baja solubilidad de la mayoría de compuestos de plomo; alcanza un 10 % en adultos y hasta un 50 % en niños que ingieren alimentos contaminados como pan con tortilla de verduras, en especial si la dieta es rica en grasa. La vía respiratoria es la más frecuente en los adultos; se absorbe hasta el 50 % de la concentración respirada al inhalarse vapores de óxido de plomo y partículas de polvo de Plomo que va a depender del tamaño y solubilidad de ellas. En el caso de penetrar por vía respiratoria se combina con proteínas o con el dióxido de carbono espirado de tal manera que se forma carbonato de plomo soluble, parte de este plomo se fija en la saliva y se traga. En la vía cutánea el plomo atraviesa la piel pasa a través de los folículos pilosos y glándulas sebácea y sudoríparas directamente al torrente circulatorio, pudiendo absorber algunos derivados orgánicos con elevada liposolubilidad como: el tetraetilo y tetrametilo, que se convierten en metabolitos trialquilos que provocan toxicidad, explicando así su acumulación en el Sistema Nervioso Central; estos compuestos alquilo se convierten finalmente en plomo inorgánico y son eliminados por la orina <sup>[28][35]</sup>.

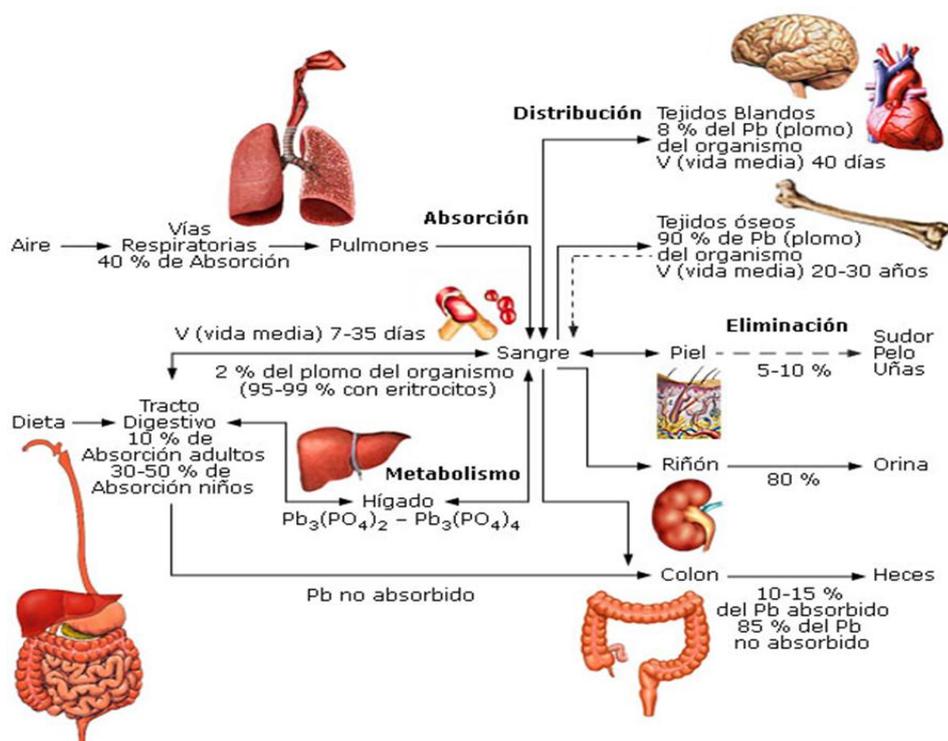
#### 2.2.4.5.2. Distribución y Depósito

La distribución del plomo, una vez absorbido, se realiza por medio de tres compartimentos en equilibrio: sangre, tejidos blandos y huesos. El plomo en la sangre representa el 2 % del contenido total; el 95 % circula ligado a los eritrocitos, con una vida media de 36 días, y pasa a distribuirse posteriormente a los tejidos blandos y huesos. El compartimento formado por los tejidos blandos (riñón, hígado y sistema nervioso) representa aproximadamente el 10 % del contenido corporal total, con una vida media de unos 40 días. El tercer compartimento lo forma el tejido óseo, constituyendo el principal depósito de plomo absorbido (aprox. 90 %) en donde se incorpora a la matriz ósea de manera muy similar al calcio, presenta una vida media entre 10 y 30 años, debido a la formación de compuestos muy estables <sup>[35]</sup>.

#### 2.2.4.5.3. Excreción

La eliminación es lenta y ocurre principalmente por el riñón a través de la orina (filtración glomerular y secreción tubular), otras vías de eliminación son las heces y sudor, saliva, bilis y exfoliación dérmica. La vida media del plomo es larga, y se estima en 5 a 10 años, que varía con la intensidad y duración de la exposición y la carga corporal final acumulada <sup>[35]</sup>.

GRAFICA N° 2: Toxicocinética del plomo en el Organismo Humano



Fuente: Rey A., Luna L., Cantillo G., Espinosa M. Efectos Nocivos del Plomo para la Salud del Hombre. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas (Cuba) 2016; 35(3): 251 – 271 pág [37].

#### 2.2.4.6. Toxicodinámica

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

- Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.
- Activa la proteinquinasa C, una enzima que depende del calcio y que interviene en múltiples procesos intracelulares.

c) Se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio, ésta es una proteína reguladora importante.

d) Inhibe la bomba de Na-K-ATPasa, lo que aumenta el calcio intracelular [39].

Finalmente, esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad [38].

A nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa, hay inclusiones intranucleares en los túbulos renales, produce una tubulopatía, que en estadios más avanzados llega a atrofia tubular y fibrosis sin compromiso glomerular, caracterizándose por una proteinuria selectiva. En niños se puede ver un síndrome semejante al de *Fanconi*, con aminoaciduria, glucosuria, e hipofosfatemia, sobre todo en aquellos con plumbemias altas. Varias funciones del sistema nervioso central están comprometidas, principalmente porque el plomo altera en muchos pasos el metabolismo y función del Calcio como explicamos previamente. El Plomo se acumula en el espacio endoneural de los nervios periféricos causando edema, aumento de la presión en dicho espacio y finalmente daño axonal [39].

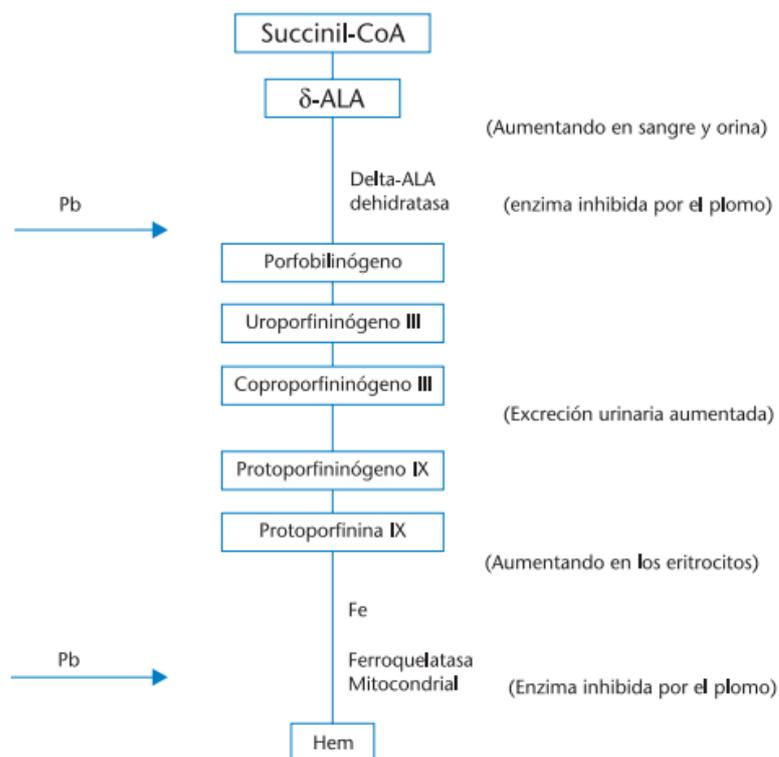
La intoxicación aguda es excepcional pero posible, y produce vómitos, dolores abdominales y diarrea, pudiendo objetivarse hemólisis, citólisis hepática y afectación tubular renal de ésta forma el paciente puede fallecer en pocos días [38].

En la intoxicación crónica hay una fase subclínica o de impregnación, en la cual el paciente se encuentra asintomático, pero puede tener alteraciones biológicas si los niveles de plomo en sangre están entre 35 y 60 ug/dL. Esta forma es especialmente importante en niños ya que sus tejidos, en fase de crecimiento, se van impregnando de plomo y a nivel del SNC van produciendo déficit (retraso mental, alteraciones del lenguaje, del comportamiento, etc.) [39].

La fase clínica se caracteriza inicialmente por astenia, debilidad, mialgias e irritabilidad. En sangre hay niveles de plomo de 70 - 90ug/dL y suele aparecer

anemia normocítica y ligera hipocromía, acompañada de sideroblastosis, reticulosis e hipersideremia. Así el paciente presenta anorexia, estreñimiento y en casos graves, dolores abdominales (cólico saturnino) y vómitos alimentarios, de la misma forma es relativamente frecuente el hallazgo de alteraciones biológicas hepáticas [39].

GRAFICA N° 3: Efectos del plomo en la síntesis del hem.



Fuente: Valdivia M. Intoxicación por Plomo. Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna (Perú) 2005; 18(1):22-27 [38].

### 2.2.5. Arsénico

El Arsénico se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza (corteza terrestre, suelos, agua, seres vivos). Es introducido en el medio ambiente por la erosión de las rocas, las precipitaciones, la actividad volcánica, y la combustión de materiales fósiles y bosques. Se considera el vigésimo elemento más abundante de la corteza terrestre, el decimocuarto en las aguas marinas y el duodécimo en el organismo. Su concentración media en la corteza terrestre se estima en  $2 \text{ mg kg}^{-1}$  [40].

#### 2.2.5.1. Características Fisicoquímicas

El Arsénico es un elemento perteneciente al grupo V-A de la tabla periódica, de número atómico 33 y peso atómico 74,92. Se presenta en estado sólido principalmente en forma de sulfuros. Por su posición en dicho grupo, muestra propiedades intermedias entre los metales y los no metales (metaloide), aunque por su electronegatividad y energía de ionización predominan las características de no metal y forma más fácilmente aniones que cationes. Por su posición en la tabla periódica, este elemento presenta un comportamiento químico similar al del fósforo, hecho que conlleva múltiples implicaciones tanto a nivel de la naturaleza del suelo como sobre la toxicidad del arsénico para las plantas [41].

El Arsénico se suele unir covalentemente con la mayoría de metales y no metales y puede formar parte de moléculas orgánicas estables. Los estados de oxidación del As más comunes son -3, 0, +3 y +5. Las arsinas y las metilarsinas se corresponden con el estado de oxidación -3 y son inestables en condiciones oxidantes. El Arsénico elemental se forma por la reducción de los óxidos de arsénico. El Arsénico con número de oxidación +3, que se produce en las actividades de fundición, puede ser oxidado catalíticamente o por bacterias a penta-óxido de arsénico,  $\text{As}_2\text{O}_5$  o a ácido ortoarsénico,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  [41].

El Arsénico se encuentra en la naturaleza libre y combinado en un gran número de minerales, generalmente se encuentra en la forma pentavalente. El arsénico existe en cuatro estados de oxidación: -3, 0, +3 +5. En la tabla se presenta las propiedades fisicoquímicas de los compuestos de arsénico más comunes:

TABLA N° 6: Propiedades Fisicoquímicas de los compuestos de Arsénico

Compuesto	Fórmula	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Solubilidad en el agua (g/L)
Arsénico	As	613	-	5,73 a 14 °C	Insoluble
Trióxido de arsénico	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	312,3	465	3,74	37 a 20°C
Pentóxido de arsénico	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	315	-	4,32	1500 a 16°C
Sulfuro de arsénico	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	300*	300*	3,43	5x10 <sup>-4</sup>
Acido dimetilarsénico	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> AsO(OH)	200	-	-	829 a 22°C
Arsenato de plomo	PbHAsO <sub>4</sub>	720	-	5,79	Poco soluble
Arsenato de potasio	KH <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub>	288	-	287	190 a 16°C
Arsenito de potasio	KH <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub>	-	-	-	Soluble

Fuente: Flores E, Perez. J. Determinación de arsénico, por absorción atómica, en agua de consumo humano proveniente de SEDAPAL, de cisterna v de pozo del distrito de Puente Piedra <sup>[42]</sup>.

El Arsénico es usado comercialmente e industrialmente como un agente en la manufactura de transistores, láser y semiconductores, como también en la fabricación de vidrio, pigmentos, textiles, papeles, adhesivos de metal, preservantes de alimentos y madera, municiones, procesos de bronceado, plaguicidas y productos farmacéuticos <sup>[42]</sup>.

#### 2.2.5.2. Contaminación en Suelos por Arsénico

El Arsénico es un elemento ampliamente distribuido en el ambiente y forma parte de más de 245 minerales en forma de arseniatos (60%), sulfuros y sulfosales (20%) y otras formas como arseniuros, arsenitos, óxidos y silicatos (20%). Los mayores depósitos de Arsénico de la corteza terrestre se encuentran en forma de pirita, galena, calcopirita, y esfalerita. Existen altas concentraciones en depósitos de azufre como por ejemplo  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{AsS}$ ,  $\text{FeAsS}$ ,  $\text{FeAs}_2$ , razón por la que la arseno-pirita ha sido utilizada para la obtención de arsénico a lo largo de la historia, al ser el mineral de As más abundante en la naturaleza. El Arsénico inorgánico está presente en suelo, agua, aire y alimentos, de forma que el ser humano se encuentra continuamente expuesto a este contaminante. El intervalo de arsénico en el suelo varía de 0,2 a 40 g  $\text{kg}^{-1}$  y en el aire de las zonas urbanas la concentración es aproximadamente de 0,02  $\mu\text{g m}^{-3}$  de aire. La exposición vía consumo de agua es la mayoritaria a escala global. En aguas continentales la concentración suele estar por debajo de 1  $\mu\text{g L}^{-1}$ , mientras en el agua marina la media de la concentración de arsénico está en torno a 1,5  $\mu\text{g L}^{-1}$ . La mayor exposición al arsénico es debida al agua superficial contaminada de origen antropogénico o geológico. Los alimentos de origen vegetal y animal terrestres presentan contenidos de As relativamente bajos, mientras que los de origen marino presentan contenidos más elevados. El Arsénico se encuentra dentro del grupo de los oligoelementos como elemento esencial minoritario, con función biológica durante la fosforilación en animales. La exposición laboral al Arsénico está presente en ciertos trabajos relacionados con la minería, la combustión de carbón rico en arsénico, uso de conservantes para la madera, producción y uso de pesticidas <sup>[41]</sup>.

### 2.2.5.3. Límites de Exposición

La exposición de niveles altos de arsénico inorgánico puede deberse a diversas causas, como el consumo de agua contaminada o su uso para la preparación de comidas, para el riego de cultivos alimentarios y para procesos industriales, así como al consumo de tabaco y de alimentos contaminados. La exposición prolongada puede causar intoxicación crónica. Los efectos más característicos son la aparición de lesiones cutáneas y cáncer de piel. La exposición al Arsénico puede ser más alta para la gente que trabaja con Arsénico, bebe significantes cantidades de vino, vive en casas que contienen conservantes de la madera y viven en granjas donde el Arsénico de los pesticidas ha sido aplicado en el pasado <sup>[1]</sup>.

Según la norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (Alimentos para animales) del *Codex Alimentarius*. En la 72.ª Reunión del JECFA (2010) se determinó en estudios epidemiológicos que el límite más bajo en la dosis de referencia para un incremento de la incidencia de cáncer pulmonar del 0,5% (BMDL 0,5) era 3,0 µg/kg pc por día (2-7 µg/kg pc/día basado en el margen de la exposición alimentaria total estimada) utilizando una serie de hipótesis para calcular la exposición alimentaria total estimada al arsénico inorgánico del agua potable y los alimentos. El JECFA señaló que la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de 15 µg/kg pc (equivalente a 2,1 µg/kg pc/día) se encuentra en el ámbito del BMDL de 0,5 y por consiguiente ya no era apropiada. El JECFA eliminó la ISTP anterior <sup>[34]</sup>. La dosis letal para el trióxido de arsénico es de unos 120 mg y para los compuestos orgánicos oscilan entre 0.1 y 0.5 g/Kg <sup>[1]</sup>.

### 2.2.5.4. Fuentes de Contaminación

#### 2.2.5.4.1. Fuentes Naturales

El Arsénico, en fuentes naturales se presenta en forma de rocas sedimentarias y rocas volcánicas, y en aguas geotermales; además se presenta en la naturaleza con mayor frecuencia como sulfuro de arsénico y

arsenopirita que se encuentran como impurezas de los depósitos mineros, o como arsenato o arsenito en las aguas superficiales y subterráneas. Este elemento mencionado en las fuentes naturales se encuentra como pentavalente, mientras que en los derivados que provienen de la actividad del hombre, su forma más usual es la trivalente. Estos derivados pasan al medio ambiente a consecuencia de su uso como insecticidas, herbicidas, esterilizantes del suelo, decolorantes de vidrio, defoliantes, antiparasitarios y como descarga industrial de fundiciones minerales. También es empleado bajo la forma de compuestos orgánicos en veterinaria y en medicina <sup>[42]</sup>.

El Arsénico es un elemento tóxico y ubicuo en la naturaleza, donde se encuentra en concentraciones traza, y donde su movilidad depende de diversos procesos bióticos y abióticos. Este elemento se encuentra en un nivel prioritario entre los principales contaminantes del medio ambiente a escala global. La presencia de altos niveles en el agua, el suelo y los cultivos en muchas regiones del mundo, amenaza la salud <sup>[43]</sup>.

Aunque el agua es la principal vía de entrada en la cadena alimentaria humana también el consumo de alimentos contaminados de origen vegetal y animal como acelga, zanahoria, cereales y pescados que puede ser otra vía importante de captación. Las manifestaciones clínicas de la intoxicación crónica están asociadas con diversas formas de enfermedades de la piel y daños en órganos internos: alteraciones cardiovasculares, renales, circulatorias y respiratorias, en última instancia aparece el cáncer. El inicio de la arsenicosis puede agravarse con la malnutrición y las deficiencias de micronutrientes u otras enfermedades relacionadas; informaron que el As podría perturbar el balance de micronutrientes en el arroz, limitando los niveles de Se, Zn y Ni <sup>[43]</sup>.

#### 2.2.5.4.2. Fuentes Antropogénicas

Entre las fuentes de contaminación antropogénica de arsénico se han descrito la quema de combustibles fósiles, las actividades mineras y el empleo de derivados químicos arsenicales como herbicidas y fertilizantes.

Algunos derivados arsenicales son empleados en la preservación de la madera frente a hongos e insectos. El empleo de ácido 3-nitro-4-hidroxifenilarsónico (*Roxarsona*, ROX), ácido 4-nitrofenilarsónico (*Nitarsona*, NIT) y ácido paminobenceno-arsónico (ácido parsanílico, p-ASA) para el tratamiento de enfermedades en aves de corral, ha contribuido de forma significativa a la contaminación por arsénico. Aunque la Unión Europea ha prohibido el uso de estos derivados arsenicales, siguen utilizándose en otras zonas del planeta. Otras aplicaciones del arsénico son: componente de las baterías eléctricas, semiconductor, agente decolorante en la industria del vidrio, pigmento de pintura, e incluso como agente terapéutico en el tratamiento de enfermedades [40].

#### 2.2.5.4.3. Fuentes de Contaminación en el Ambiente

El ciclo del Arsénico ha sido ampliado como consecuencia de la interferencia humana y debido a esto, grandes cantidades de Arsénico terminan en el Ambiente y en organismos vivos. El Arsénico es mayoritariamente emitido por las industrias productoras de cobre, pero también durante la producción de plomo y zinc y en la agricultura. Este no puede ser destruido una vez que este ha entrado en el Ambiente, así que las cantidades que hemos añadido pueden esparcirse y causar efectos sobre la salud de los humanos y los animales en muchas localizaciones sobre la tierra.

Los metales pesados procedentes de la actividad industrial penetran en el suelo por deposición o como dispersión directa, que actúa como vector para la contaminación de las aguas y el suelo; pasa a los vegetales y animales siguiendo la cadena alimenticia a los humanos, las plantas absorben Arsénico bastante fácil, así que alto rango de concentraciones pueden estar presentes en la comida. Las concentraciones del peligroso Arsénico inorgánico que está actualmente presente en las aguas superficiales aumentan las posibilidades de alterar el material genético de los peces. Esto es mayormente causado por la acumulación de Arsénico en los organismos de las aguas dulces consumidores de plantas. Las aves comen peces que contienen eminentes cantidades de Arsénico y morirán como resultado del

envenenamiento por Arsénico como consecuencia de la descomposición de los peces en sus cuerpos <sup>[1]</sup>. Así como el animal se contamina en la cadena alimenticia, el ser humano al consumir alimentos en este caso a través de los desayunos básicos pueden absorberse los metales desde que los componentes del mencionado desayuno estén contaminados.

#### 2.2.5.5. Toxicocinética

##### 2.2.5.5.1. Absorción

Las vías de absorción con mayor énfasis son: oral, respiratoria y cutánea, por estar ellas más relacionadas a las formas de exposición. Como el arsénico se encuentra en el aire como partícula, la absorción a través de los pulmones implica dos procesos: la deposición de las partículas en la superficie del pulmón, y la absorción del arsénico del material depositado <sup>[42]</sup>.

##### 2.2.5.5.2. Distribución

Se une a la globina y se distribuye por todo el organismo, especialmente: hígado, riñón, corazón, pelos, saliva, uñas y piel. La distribución es lenta y tarda 24 horas aproximadamente en lograr un equilibrio, en piel esto se logra recién a los 14 días. Atraviesa la placenta, pero no la barrera hematoencefálica <sup>[44]</sup>.

##### 2.2.5.5.3. Biotransformación

Los compuestos inorgánicos se hidrolizan espontáneamente y liberan arsénico trivalente y pentavalente. El trivalente se oxida en el organismo a pentavalente, y éste se elimina en su mayor parte en forma de anhídrido o ácido arsénico por la orina. Una pequeña fracción se metila y se elimina como ácido cacodílico que es muy poco tóxico <sup>[44]</sup>.

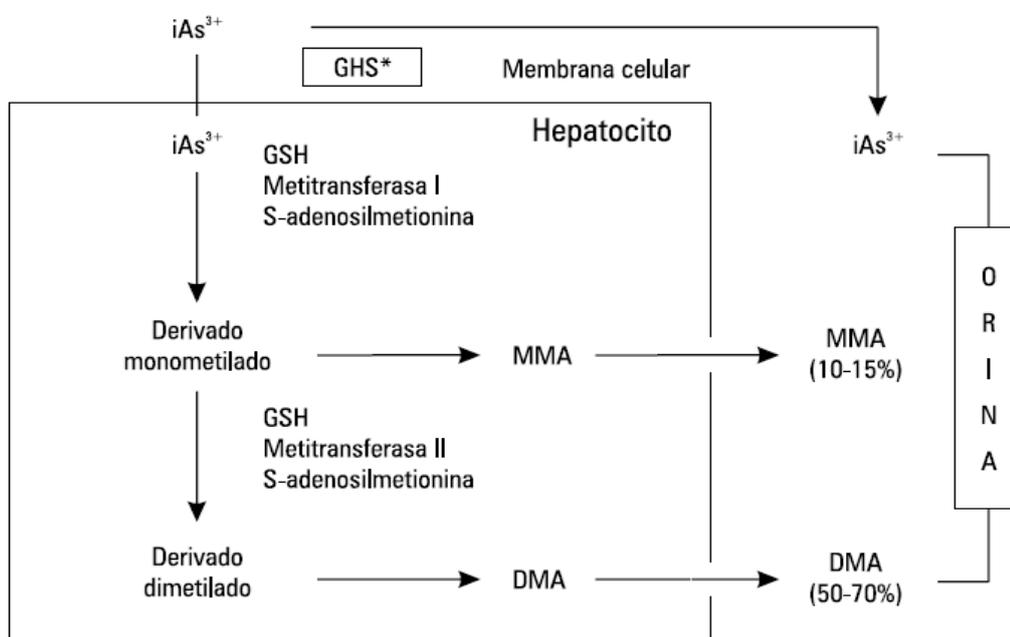
##### 2.2.5.5.4. Excreción

La eliminación del arsénico se da por la orina, las heces. También se excreta en la leche materna, uñas, cabellos y bilis. La proporción relativa de As+3,

As+5, MMA y DMA en la orina puede variar dependiendo de la forma administrada, tiempo después de la exposición, vía de exposición y cantidad de dosis. En general el DMA es el principal metabolito, con niveles más bajos de arsénico inorgánico (As+3 y As+5) y MMA [40]. La vida media del arsénico inorgánico circulante es de 6 horas. La de sus metabolitos es 7,4 para el MMA y 5,6 para DMA. Los porcentajes de excreción renal son para el DMA de 50 a 70%, para el MMA de 15 a 20% y alrededor del 20% se excreta sin metilar [Grafica 4]. La excreción puede ser heces (5 -10 %), urinaria (90 - 95 %), salival y por leche materna [44].

GRÁFICA N° 4: Biotransformacion del arsénico inorgánico.

GHS\* = *Glutation Sulfhidrilotiol*



Fuente: Ramírez A. Exposición ocupacional y ambiental al arsénico. Actualización bibliográfica para investigación científica. An Fac Med (E.E.U.U) 2013; 74(3):237-247 pág. [45].

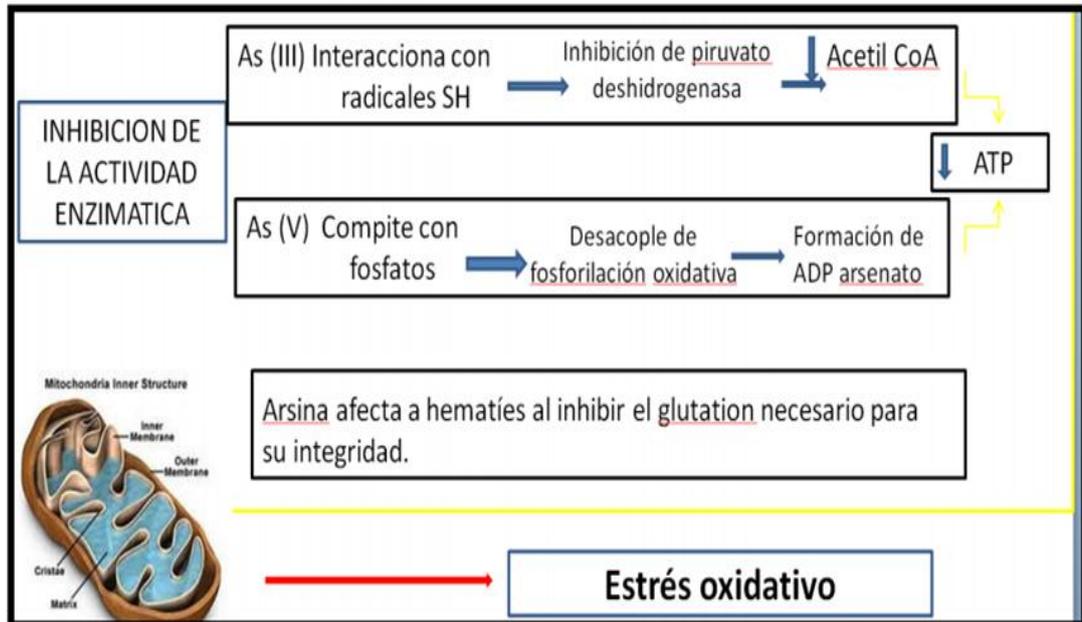
#### 2.2.5.6. Toxicodinámica

El As +3 es más tóxico que el As +5. Las dianas de toxicidad del arsénico son proteínas, muchas de ellas con actividad enzimática, afectando a diversos procesos bioquímicos, membranas celulares y orgánulos. Los efectos tóxicos del arsénico se ejercen, salvo pocas excepciones, por interacción entre el ion metálico libre y la diana; son tóxicos que afectan gravemente a funciones celulares fundamentales para su supervivencia por mecanismos complejos, no siempre bien conocidos. Entre ellos destacan

- Interacción con metales esenciales por similitud electrónica
- Formación de complejos metal-proteína con activación de su función
- Inhibición enzimática de proteínas con grupos SH-
- Afectación de orgánulos celulares: mitocondrias, lisosomas, microtúbulos [1].

El arsénico inhibe el dihidrolipoato, un cofactor necesario de la piruvato deshidrogenasa. Esta inhibición bloquea el ciclo de Krebs interrumpiendo la fosforilación oxidativa. El arsénico también inhibe la transformación de la tiamina a acetil-CoA y succinil-CoA [1].

GRAFICA N° 5: Toxicidad del Arsénico



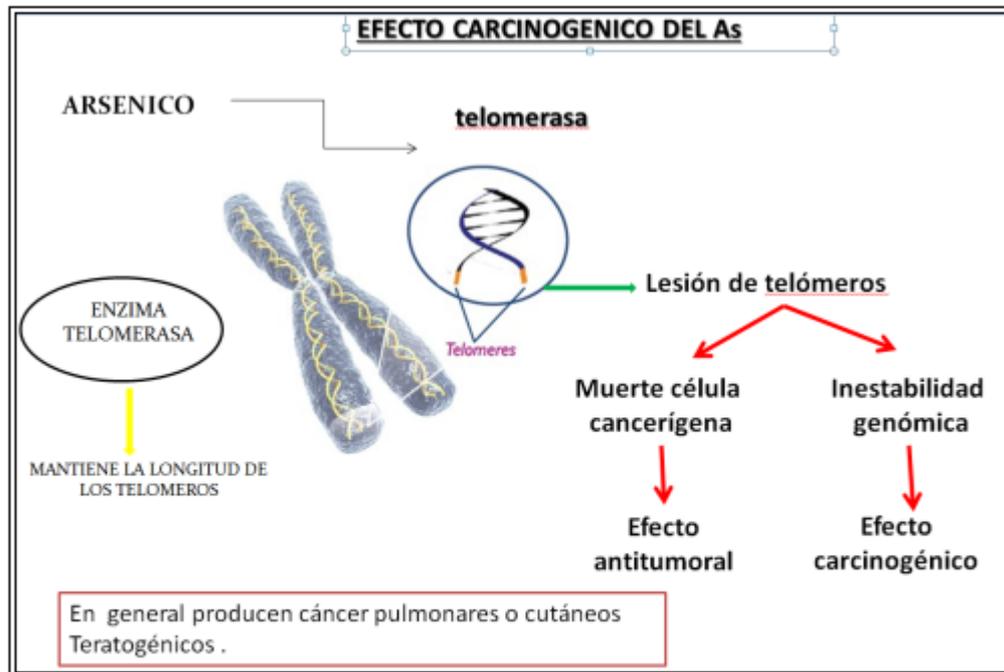
Huanri J. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana, 2014 [1].

TABLA N° 7: El arsénico inorgánico es un carcinógeno humano

Agencia	Clasificación de Carcinogenicidad	Descripción
Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC)	1	Carcinógeno humano conocido
Programa Nacional de Toxicología	--	Carcinógeno humano conocido
Agencia para la Conservación del Ambiente (EPA)	Grupo A	Carcinógeno humano conocido

Huanri J. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana, 2014 [1].

GRAFICA N° 6: Efecto Carcinogénico del Arsénico



Huanri J. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana, 2014 [1].

### III. PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACION

Este tipo de investigación es experimental porque se analiza una de las variables y se observa los resultados para plantear conclusiones. Es transversal porque la variable del estudio en la determinación de los metales mencionados se medirá en un momento y tiempo definido. Además, es prospectivo porque las muestras de desayunos que son expendidas en diversos puestos en el Cercado de Lima se recolectarán en un tiempo posterior.

## 3.2. METODO

Para determinar las concentraciones de plomo y arsénico en desayunos básicos se empleó el método de espectrofotometría de absorción atómica por horno de grafito.

### 3.2.1. Espectrofotometría de Absorción Atómica por Horno de Grafito

La técnica se basa en la medida de la radiación absorbida por los átomos libres en su estado fundamental. Para que esto ocurra la muestra pasa por un proceso de atomización electro térmico utilizando una resistencia eléctrica. Estos átomos libres, formados a partir de un estado energético inferior a otro superior, absorben una radiación de energía de onda específica emitida por una lámpara que contiene un cátodo. La diferencia entre energía incidente y la transmitida se recoge en un detector, permitiendo realizar la determinación cuantitativa del elemento <sup>[44]</sup>.

La temperatura del horno deberá suministrar suficiente energía para garantizar la evaporación del solvente, la evaporación de las sales y la disociación de las moléculas en átomos neutros. Sin embargo, el sistema de atomización no debe ser excesivamente energético, a fin de minimizar la excitación térmica que produciría transiciones electrónicas o incluso la ionización del analito. La producción de transiciones o la ionización por parte del horno, son indeseables en la espectroscopia de absorción atómica <sup>[46]</sup>.

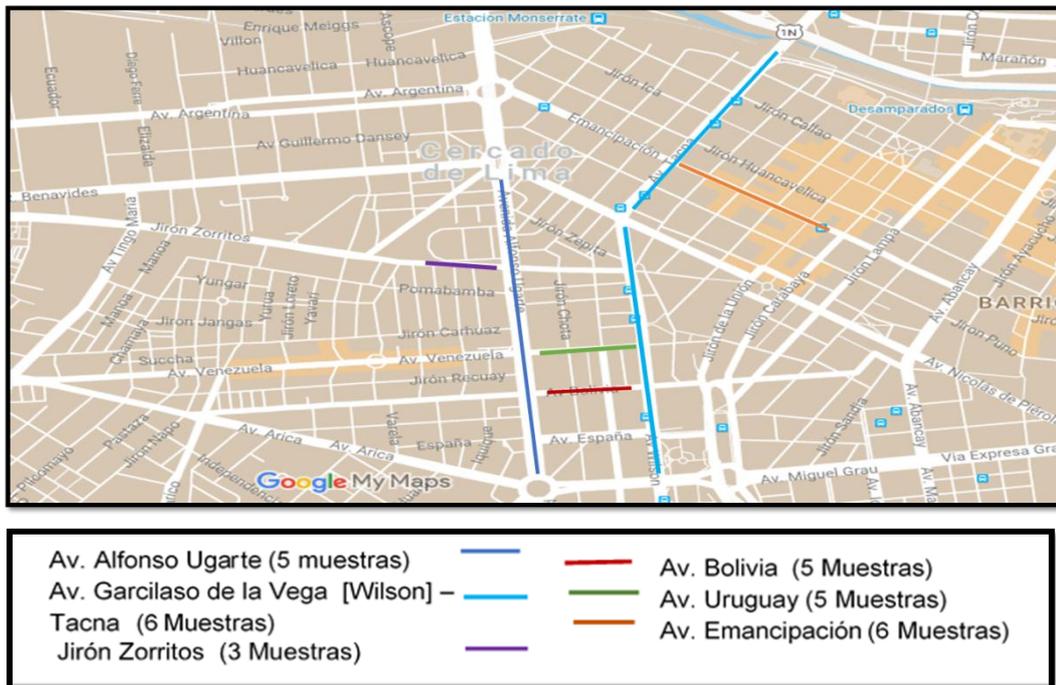
## 3.3. POBLACION Y MUESTRA DE ESTUDIO

### 3.3.1. Población

La muestra estuvo constituida por un desayuno básico el cual constaba de quinua contenida en un vaso descartable (200 mL) y un pan con tortilla de verdura contenido en una bolsa de plástico las cuales se obtuvieron en 30 puestos de expendio ambulatorio seleccionados de forma aleatoria, que se encontraban atendiendo desde las 6:00 de la mañana y que se encontraron con al menos 2 consumidores, de un total de 55 puestos identificados

previamente y que estaban distribuidos en las Avenidas Alfonso Ugarte, Garcilaso De La Vega (Wilson) - Tacna, Bolivia, Emancipación, Uruguay y la transversal que es el Jirón Zorritos en el Cercado de Lima, como se muestra en la Grafica N° 4. En cada puesto de expendio ambulatorio se recolectaron 2 muestras de desayuno básico, una para la determinación del Plomo y la otra muestra para la determinación del Arsénico. Para la selección de las avenidas se tuvo en cuenta la presencia de al menos 3 puestos de venta ambulatoria y que se encontraran cercanos a Centros de Estudios, Hospitales, Paraderos, Oficinas, Centros comerciales y tiendas.

GRAFICA N° 7: Identificación de las avenidas



### 3.3.2. Materiales

- Fiolas de 10 mL, 25 mL y 100 mL clase A
- Pipetas de 5 mL y 10 mL, clase A
- Probetas de 10 mL
- Crisoles de porcelana
- Papel de filtrado de celulosa Whatman Nro. 40.
- Embudos de líquidos
- Bolsas hermética de plástico estable
- Frascos Quimedic Plus esteril de Polietileno transparente neutro
- Cooler
- Stickers
- Cinta Scosh
- Papel higiénico
- Plumón indeleble
- Hoja bond

### 3.3.3. Equipos

- Equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800
- Horno de grafito GFA-EX7
- Inyector automático, Autosampler ASC-6100
- Computadora

- Plancha térmica
- Balón de Argon, 99.999% de pureza
- Balanza analítica

#### 3.3.4. Reactivos

- Estándar certificado de plomo de 1000 mg/L
- Estándar certificado de arsénico de 1000mg/L
- Ácido nítrico, HNO<sub>3</sub> concentrado ultra puro, con contenido de 0.07 x10<sup>-1</sup> µg/L de plomo, para preparación de estándares.
- Diluyentes, Ácido nítrico, 0,2 %: Medir 2 mL de ácido nítrico concentrado ultrapuro y llevar a una fiola de 1 Litro, enrasar a la marca con agua ultrapura.
- Agua desionizada.

### 3.4. TECNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

#### 3.4.1. Técnica Operatoria: Espectrometría de Absorción Atómica

Dentro de los métodos espectrométricos de análisis para identificar y cuantificar elementos presentes en distintas matrices, se encuentra la espectrometría óptica atómica, a la cual refiere este capítulo. Este método convierte elementos presentes en una muestra en átomos o iones elementales en estado gaseoso por medio de un proceso denominado atomización. La técnica de GFAAS permite bajar los límites de detección al rango de partes por billón (ppb) con una instrumentación relativamente sencilla y sin los esfuerzos y pérdidas de tiempo que conllevan las técnicas de extracción previa.

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

El Secado en la cual la muestra que se inyecta en el tubo de grafito, se calienta a una temperatura algo inferior al punto de ebullición del solvente (usualmente entre 80 a 180 °C). 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.

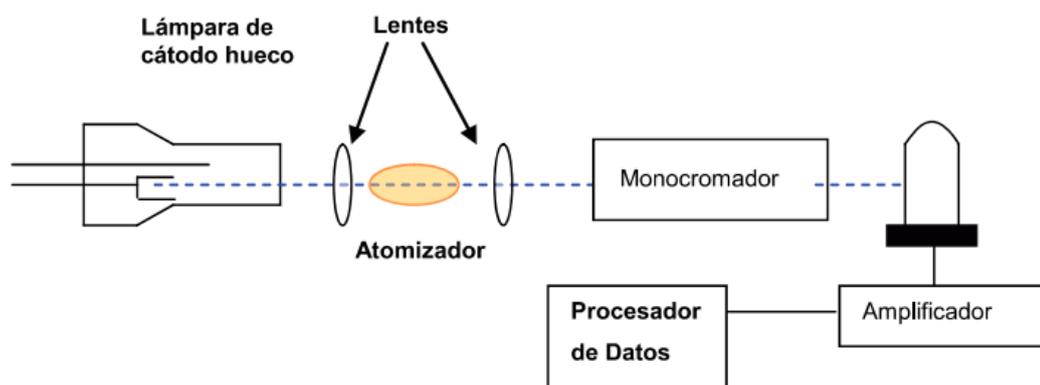
El próximo paso del programa es el calcinado por incremento de la temperatura, para remover la mayor cantidad de material (materia orgánica) de la muestra como sea posible, sin pérdida del analito. La temperatura de calcinación usada varía típicamente en el rango de 350 a 1600 °C. Durante el calcinado, el material sólido es descompuesto mientras que los materiales refractarios, como por ejemplo los óxidos, permanecen inalterados.

Atomización. La siguiente etapa es la atomización en la cual 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. En este sistema, la atomización tiene lugar en un tubo cilíndrico de grafito abierto en ambos extremos y que tiene un orificio central para la introducción de la muestra mediante un inyector automático

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 <sup>[47]</sup>.

Grafica N° 8: Esquema de los constituyentes de un equipo de espectrofotometría de absorción. Atómica por Horno Grafito



Fuente: Litter M, Armienta M, Farías S. Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. 1° Ed. Argentina: Editorial CYTED; 2009 <sup>[47]</sup>.

### 3.4.2. Instrumentos

Para el análisis estadístico de los resultados se empleó el programa Excel 2013 para la elaboración de las tablas y los gráficos.

### 3.4.3. Procesamiento de la Muestra

#### 3.4.3.1. Procedimientos de Recolección de Datos

Para la recopilación de las muestras del presente proyecto se seleccionaron entre 3 a 6 puestos ambulatorios distribuidos en las avenidas Alfonso Ugarte, Garcilaso De La Vega (Wilson) - Tacna, Bolivia, Emancipación, Uruguay y Jirón Zorritos en el Cercado de Lima; donde se recolectaron 2 muestras de desayuno básico de las cuales una de las muestras fue destinada para la determinación de la concentración de Plomo y la otra para la concentración de Arsénico. La muestras de desayuno básico estaba constituida por Quinua

contenida en un vaso descartable (200 mL), la cual se traspasó a frascos Quimedic Plus estériles de Polietileno transparente neutro, y el un pan con tortilla de verduras se colocó en una bolsa hermética de plástico estable, seguido se rotulo cada muestra con un código previamente establecido.

Las muestras codificadas se distribuyeron en 4 *coolers*; uno para la muestra de quinua para la determinación de Plomo, otro para la determinación de Arsénico y para la muestra de pan con tortilla de verdura para la determinación de Plomo y otra para la determinación de Arsénico respectivamente; posteriormente se trasladó al laboratorio, mediante un automóvil alquilado, para el respectivo análisis.

### 3.4.3.2. Preparación de la Muestra

#### 3.4.3.2.1. Muestra de Quinua contenida en un vaso

Se pesó 1.0 g de la muestra de Quinua en vaso de precipitado, limpio y seco, la muestra fue sometida a una digestión ácida con 3 mL de HNO<sub>3</sub> (CC), se llevó a calentamiento (90 °C) en una plancha eléctrica. Llevar casi hasta sequedad, se agrega ácido en caso la solución conserve aún alguna coloración. Una vez la solución haya aclarado, se llevó a sequedad, retirar de la plancha caliente y dejar enfriar a temperatura ambiente, para luego ser filtrado con agua destilada en una fiola a un volumen de 50mL. Se preparó simultáneamente un blanco digerido sustituyendo la muestra por agua ultrapura y realizar la digestión como se ha descrito con anterioridad.

#### 3.4.3.2.2. Muestra de Pan con Tortilla de verduras

La muestra de Pan con tortilla de Verduras fue triturada y homogenizada previamente, luego se pesó 1.0 g de la muestra homogenizada en vaso de precipitado, limpio y seco, la muestra fue sometida a una digestión ácida con 3 mL de HNO<sub>3</sub> (CC), se llevó a calentamiento (90 °C) en una plancha eléctrica. Llevar casi hasta sequedad, se agrega ácido en caso la solución conserve aún alguna coloración. Una vez la solución haya aclarado, se llevó a sequedad, retirar de la plancha caliente y dejar enfriar a temperatura

ambiente, para luego ser filtrado con agua desionizada en una fiola a un volumen de 50mL. Se preparó simultáneamente un blanco digerido sustituyendo la muestra por agua ultrapura y realizar la digestión como se ha descrito con anterioridad.

#### 3.4.3.3. Medición

Para la medición de las concentraciones de Plomo y Arsénico en las muestras de desayuno básico mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica por la Técnica de Horno de Grafito se encendió el equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800, así como también el horno de grafito 6FA-EX7 con inyector automático (*autosampler*) y la computadora, se colocó la lámpara de cátodo hueco de plomo. Siguiendo el procedimiento de operación del horno de grafito GFA-600, se verificó la calibración del instrumento, asegurando el alineamiento del *autosampler* antes de iniciar la corrida analítica. Usando el control manual del brazo muestreador, se hizo balancear el brazo sobre el tubo de grafito, sin tocar el borde del hueco. Luego se colocó en el *autosampler*, el estándar de trabajo de 20 µg/L, blanco reactivo y las muestras a los viales previamente identificados y enumerados correspondientemente. Programar la calibración automática y chequear la curva de calibración.

#### 3.4.4. Determinación del Plomo

##### 3.4.4.1. Preparación de Estándares

- ✓ Para preparar un estándar patrón de plomo de 100 mg/L, se midió 10 mL del estándar certificado de 1000 mg/L y se contuvo en una fiola de 100 mL, luego se enrasó con agua ultrapura. El estándar tiene una duración de 6 meses.
- ✓ Para el estándar de plomo de 10 mg/L: se midió 10 mL del estándar de 100mg/L y luego se llevó a una fiola de 100 mL, para enrasar con el diluyente. Este estándar tiene una duración de 3 meses.

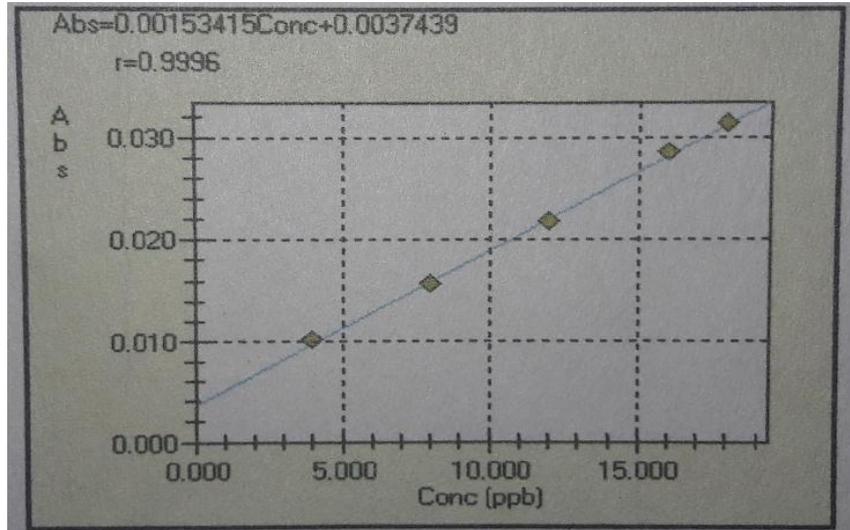
- ✓ Para el estándar de plomo de 1 mg/L: se midió 10 mL del estándar de 10 mg/L y luego se llevó a una fiola de 100 mL, para enrasar con el diluyente. Tiene una duración de una semana.
- ✓ Para el estándar de plomo de 20 µg/L: se midió 2mL del estándar de 1 mg/L y luego se llevó a una fiola de 100 mL, para enrasar con en el diluyente. Se tiene que preparar diariamente.
- ✓ Los estándares de calibración obtenidos son de 4 µg/µL, 8 µg/L, 12 µg/L, 16µg/L, 18 µg/L. El equipo prepara automáticamente estos estándares a partir del estándar de 20 µg/L.
- ✓ Se preparó un blanco de calibración con agua ultrapura, siguiendo el procedimiento anterior.

#### 3.4.4.2. Curva de Calibración

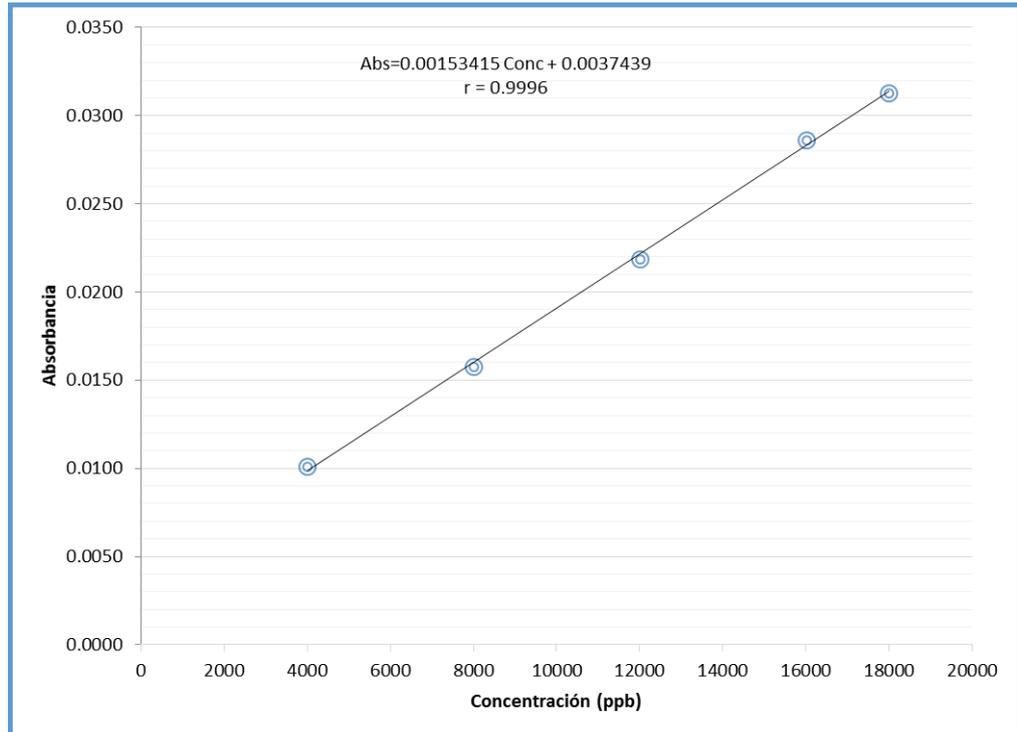
TABLA N° 8: Absorbancias de los Patrones de Plomo Pb

Concentración (ppb)	Absorbancia
4.0000	0.0101
8.0000	0.0158
12.000	0.0219
16.000	0.0286
18.000	0.0313

GRAFICA N° 9: Curva de Calibración de Plomo



GRAFICA N° 9 - A: Curva de Calibración de Plomo



### 3.4.4.3. Condiciones Instrumentales

Las condiciones instrumentales para un análisis de plomo por horno de grafito son:

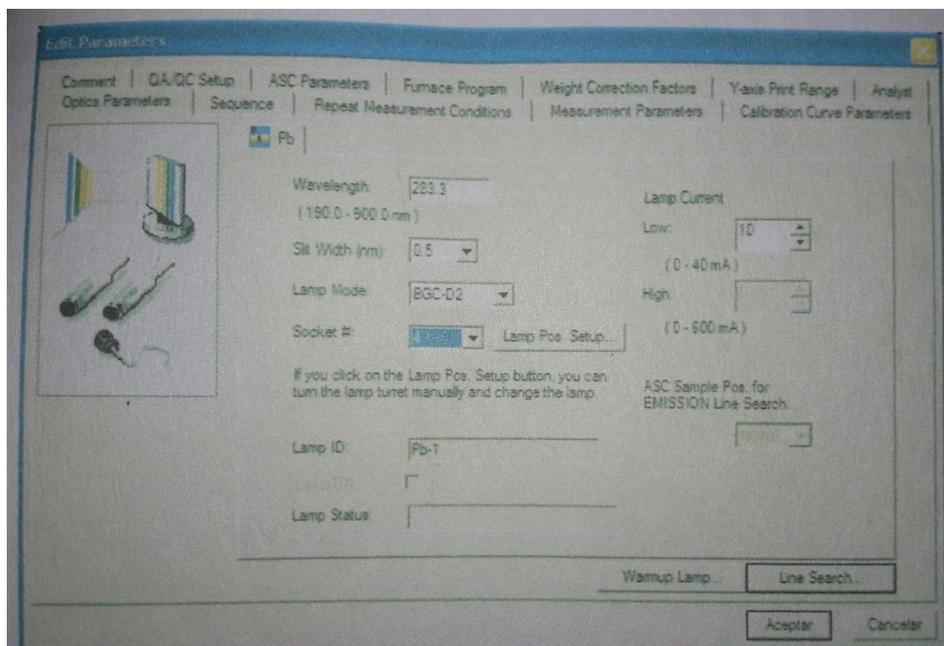
- ✓ Longitud de onda: 283.3 nm
- ✓ *Slit*: 0.5
- ✓ Se usa corrección de fondo (*background*)
- ✓ Medida de señal: Área del pico (A-As)
- ✓ Tubo de grafito con plataforma
- ✓ Volumen de muestra: 20µL
- ✓ Temperatura programada del horno de grafito:

Temperatura de secado: 120°C

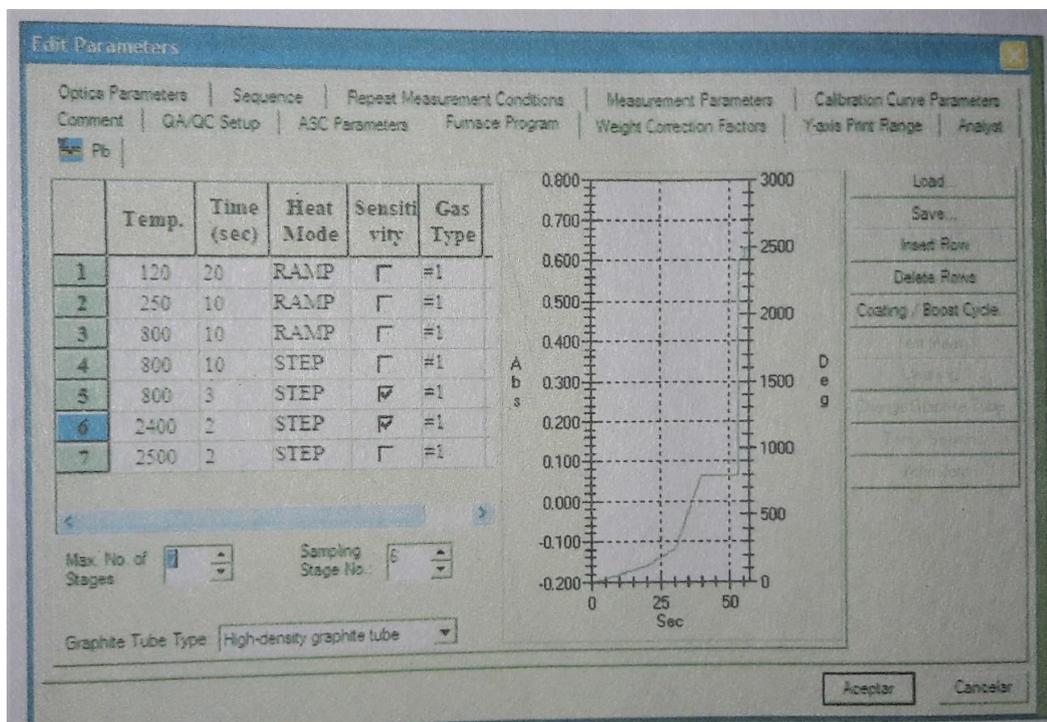
Temperatura de pre tratamiento: 800°C

Temperatura de atomización: 2400°C

GRAFICA N° 10: Condiciones Ópticas para la medición de plomo por Horno de Grafito



## GRAFICA N° 11: Programa de Temperatura para la medición de Plomo por Horno de Grafito



### 3.4.5. Determinación de Arsénico

#### 3.4.5.1. Preparación de Estándares

- ✓ Estándar patrón de arsénico, 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ : medir 10 mL del estándar certificado y diluir a 100mL con agua ultra pura. El estándar tiene una duración de un año.
- ✓ Estándar de arsénico, 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$ : medir 10mL del estándar de 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  y diluir a 100mL con ácido clorhídrico ultra puro al 10%. Tiene una duración de 6 meses
- ✓ Estándar de arsénico, 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ : medir 10mL del estándar de 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  y diluir a 100mL con ácido clorhídrico ultra puro al 10%. Tiene una duración de una semana
- ✓ Estándar de arsénico, 0.1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  (100  $\mu\text{g}/\text{L}$ ): medir 5 mL del estándar de 1mg/L y diluir a 50mL con ácido clorhídrico ultra puro al 10%. Tiene una duración de un día

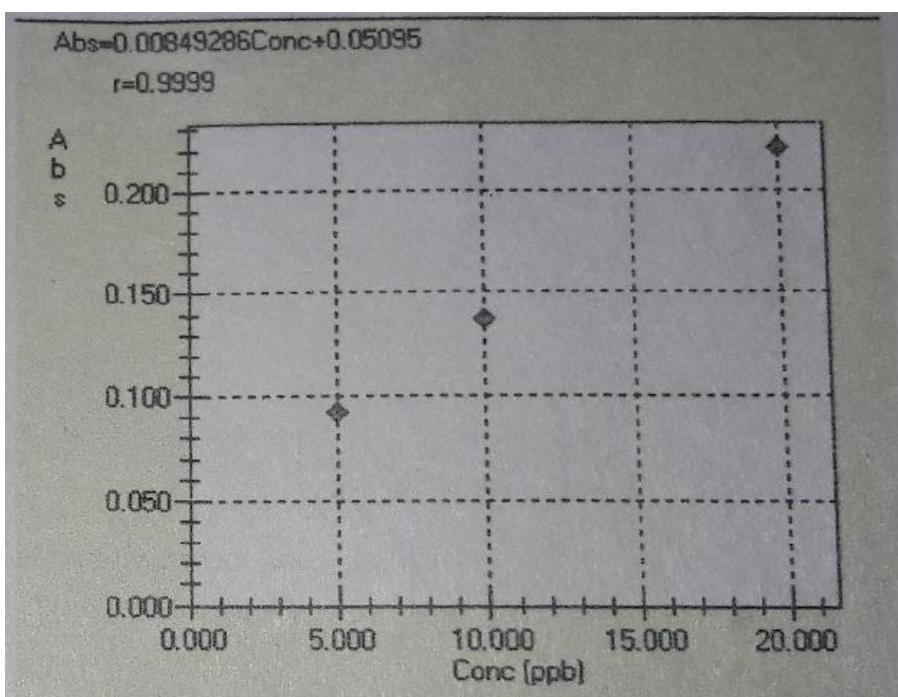
- ✓ Estándar de Calibración, 0.05 µg/mL(50 µg/L): medir 25 mL del estándar de 0.1 mg/L y diluir a 50mL con ácido clorhídrico ultra puro al 10%. Tiene una duración de un día.
- ✓ Estándares de calibración: el estándar de 50µg/L será diluido por medio del autosampler con agua desionizada para obtener concentraciones de 5 µg/L (2:18), 10µg/L (4:16) y 20 µg/L (8:12).
- ✓ Blanco de Calibración: tomar un volumen de agua ultrapura acidificada, con la misma cantidad de ácido que los estándares de calibración.

### 3.4.5.2. Curva de Calibración

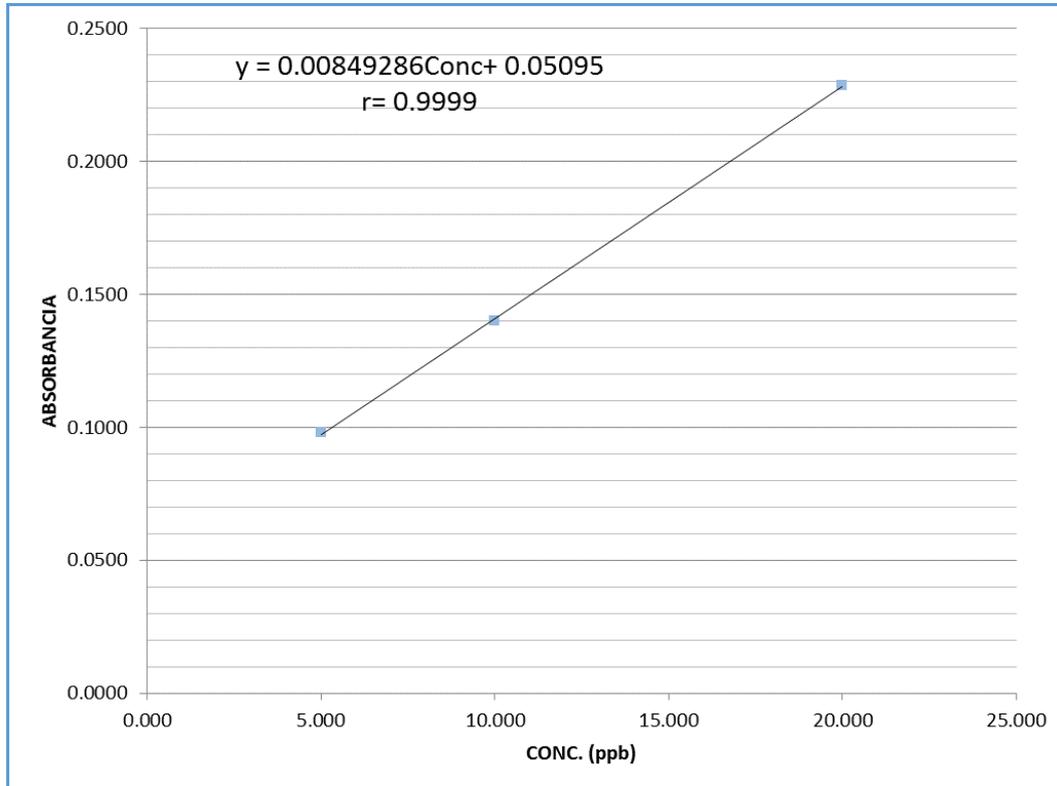
TABLA N° 9: Valores determinados por el Equipo de Absorción Atómica de las Soluciones Estándar de Arsénico.

STD (N°)	Concentración (ppb)	absorbancia
1	1.0000	0.0098
2	2.0000	0.0222
3	4.0000	0.0457
4	8.0000	0.1062

GRAFICA N° 12: Curva de Calibración de



GRAFICA N° 12 - A: Curva de Calibración



### 3.4.5.3. Condiciones Instrumentales

Las condiciones instrumentales para un análisis de arsénico por horno de grafito son:

- ✓ Longitud de onda: 193.7 nm.
- ✓ Slit: 1.0
- ✓ Medida de señal: Área del pico (A-As)
- ✓ Tubo de grafito con plataforma
- ✓ Temperatura programada del horno de grafito:

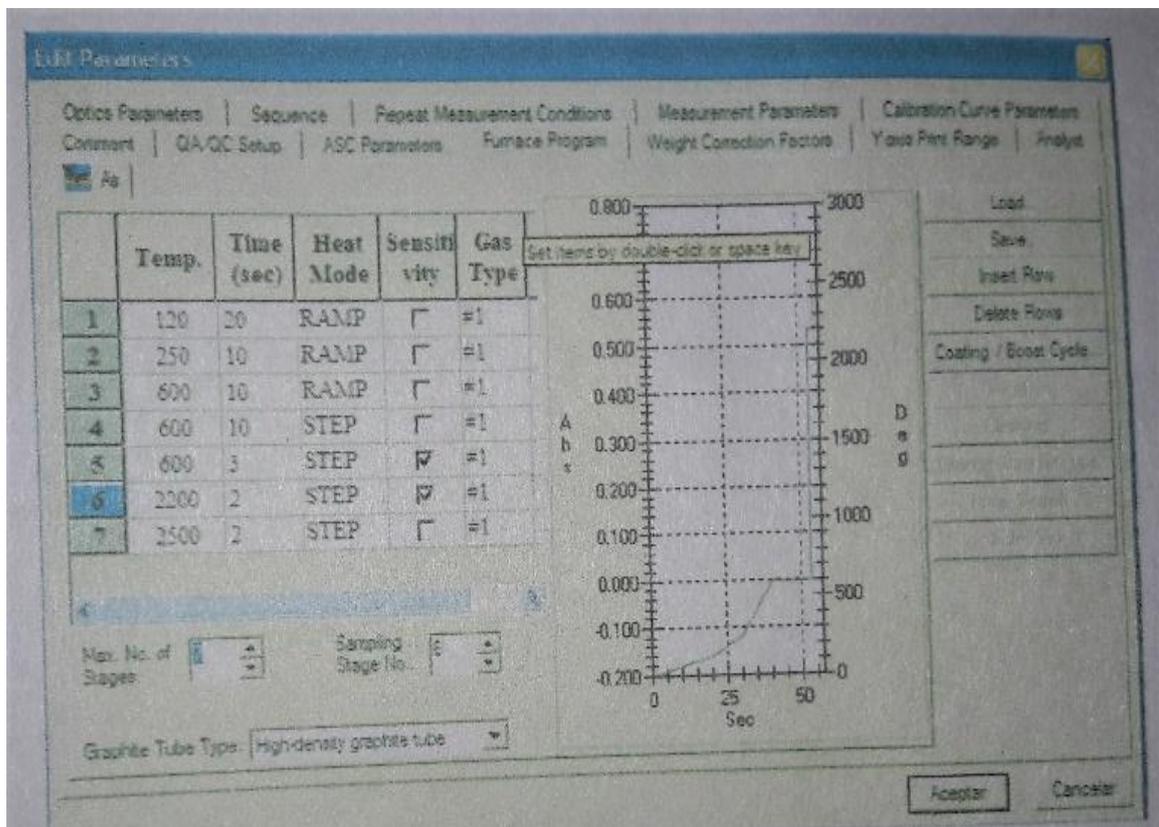
Temperatura de secado: 150°C

Temperatura de pre tratamiento: 500°C

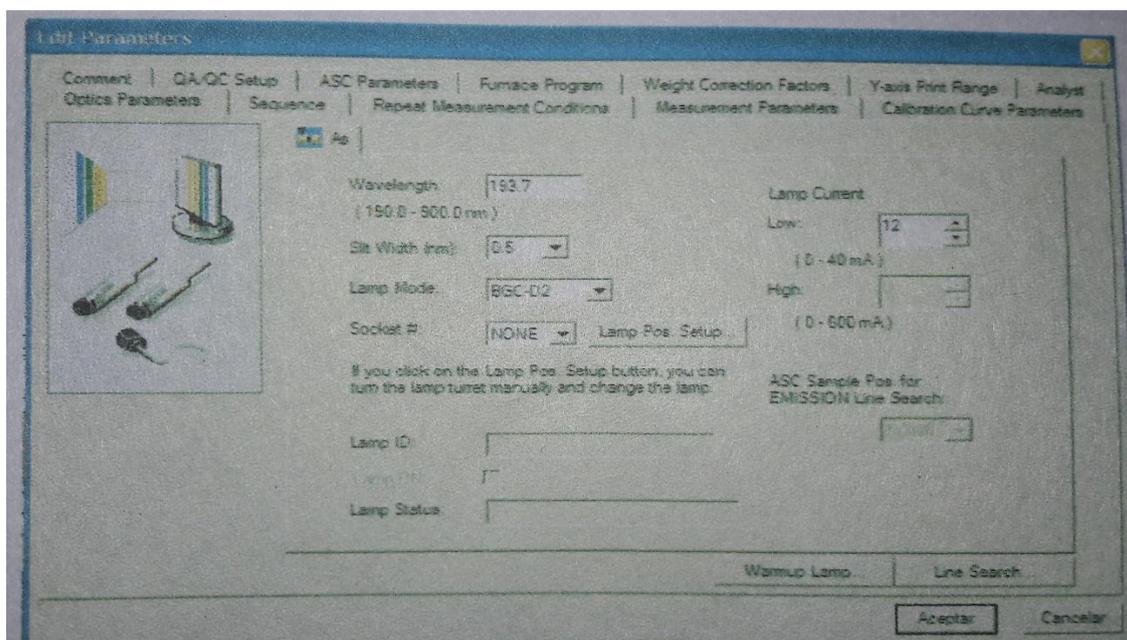
Temperatura de atomización: 2200°C

- ✓ Volumen de muestra: 20µL.
- ✓ Se usa corrección de fondo (*background*) mediante el uso de una lámpara de deuterio
- ✓ Lámpara de deuterio

GRAFICA N° 13: Programa de Temperatura para la Medición de Arsénico por Horno Grafito



## GRAFICA N° 14: Parámetros Ópticos para la Medición de Arsénico por Horno Grafito



### 3.4.5.4 Calculo

$$As \text{ (ppb)} = [As] * FD$$

Donde:

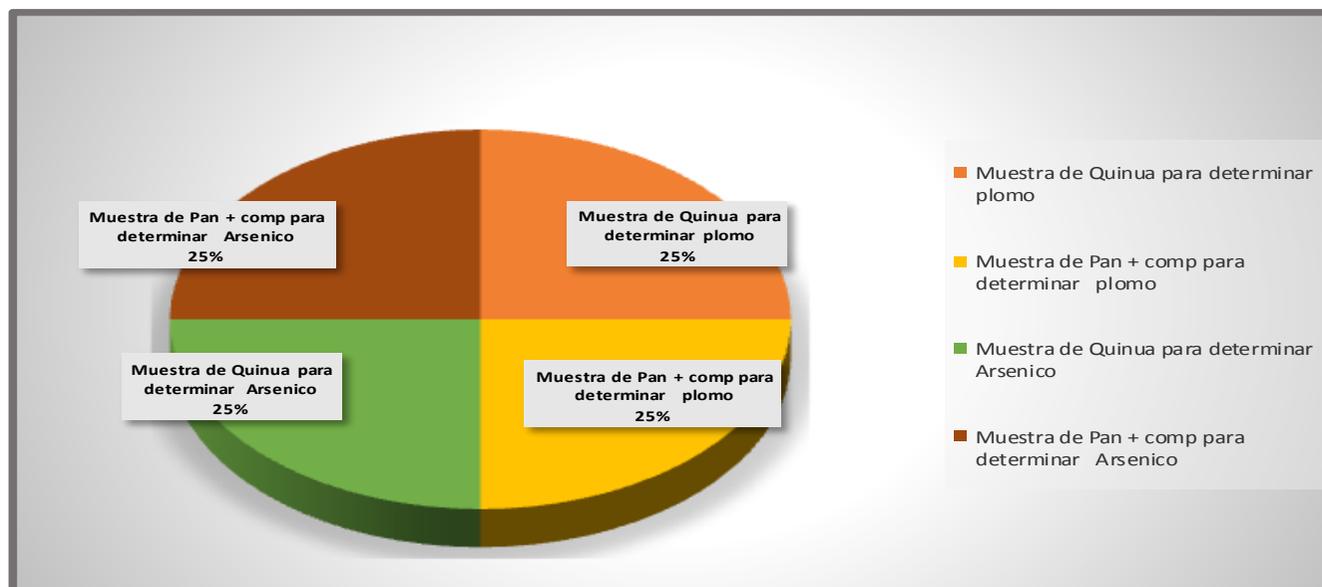
- [As] = lectura de concentración As en ppb por el equipo absorción atómica SHIMADZU AA-6800.
- FD= diluciones necesarias a las cuales fue llevada la solución.

#### IV. RESULTADOS

TABLA N° 10: Distribución de las Muestras de Quinua y Pan con tortilla de verduras según el Metal Determinado

<b>MUESTRAS</b>	<b>N</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Quinua para plomo</b>	30	25%
<b>Panes + Tortilla para plomo</b>	30	25%
<b>Quinua para Arsénico</b>	30	25%
<b>Panes + Tortilla para Arsénico</b>	30	25%
<b>TOTAL</b>	120	100%

GRAFICO N° 15: Distribución de las Muestras de Quinoa y Pan según el Metal Determinado



En la gráfica N° 15 se observa que un 25% de muestras de Quinoa se determinó plomo, mientras que con el otro 25% se determinó arsénico. Para el caso de las muestras de pan más tortilla de verduras, también se determinó el plomo en un 25% de las muestras mientras que con el otro 25% se determinó arsénico.

TABLA 11: Resultado Generales de la Concentración de Plomo y Arsénico en muestras de vaso de Quinua

<b>Nº</b>	<b>Tipo de Muestra</b>	<b>Lugar de muestreo</b>	<b>Código</b>	<b>Cód. USAQ</b>	<b>Conc. Pb (ppb)</b>	<b>Código</b>	<b>Cód. USAQ</b>	<b>Conc As (ppb)</b>
1	Quinua	Av. Alfonso Ugarte	AU01Q-Pb	AU01Q	7.337	AU01Q-As	AU01Q	N. D.
2	Quinua	Av. Alfonso Ugarte	AU02Q-Pb	AU02Q	6.708	AU02Q-As	AU02Q	N. D.
3	Quinua	Av. Alfonso Ugarte	AU03Q-Pb	AU03Q	4.556	AU03Q-As	AU03Q	N. D.
4	Quinua	Av. Alfonso Ugarte	AU04Q-Pb	AU04Q	5.577	AU04Q-As	AU04Q	N. D.
5	Quinua	Av. Alfonso Ugarte	AU05Q-Pb	AU05Q	8.294	AU05Q-As	AU05Q	N. D.
6	Quinua	Jirón Zorritos	JZ06Q-Pb	JZ06Q	15.342	JZ06Q-As	JZ06Q	N. D.
7	Quinua	Jirón Zorritos	JZ07Q-Pb	JZ07Q	9.488	JZ07Q-As	JZ07Q	N. D.
8	Quinua	Jirón Zorritos	JZ08Q-Pb	JZ08Q	6.359	JZ08Q-As	JZ08Q	N. D.
9	Quinua	Av. Wilson – Tacna	WT09Q-Pb	WT09Q	4.425	WT09Q-As	WT09Q	N. D.
10	Quinua	Av. Wilson – Tacna	WT10Q-Pb	WT10Q	8.459	WT10Q-As	WT10Q	N. D.
11	Quinua	Av. Wilson – Tacna	WT11Q-Pb	WT11Q	15.810	WT11Q-As	WT11Q	N. D.
12	Quinua	Av. Wilson – Tacna	WT12Q-Pb	WT12Q	10.857	WT12Q-As	WT12Q	N. D.
13	Quinua	Av. Wilson – Tacna	WT13Q-Pb	WT13Q	13.986	WT13Q-As	WT13Q	N. D.
14	Quinua	Av. Wilson – Tacna	WT14Q-Pb	WT14Q	13.855	WT14Q-As	WT14Q	N. D.
15	Quinua	Av. Bolivia	AB15Q-Pb	AB15Q	11.704	AB15Q-As	AB15Q	N. D.

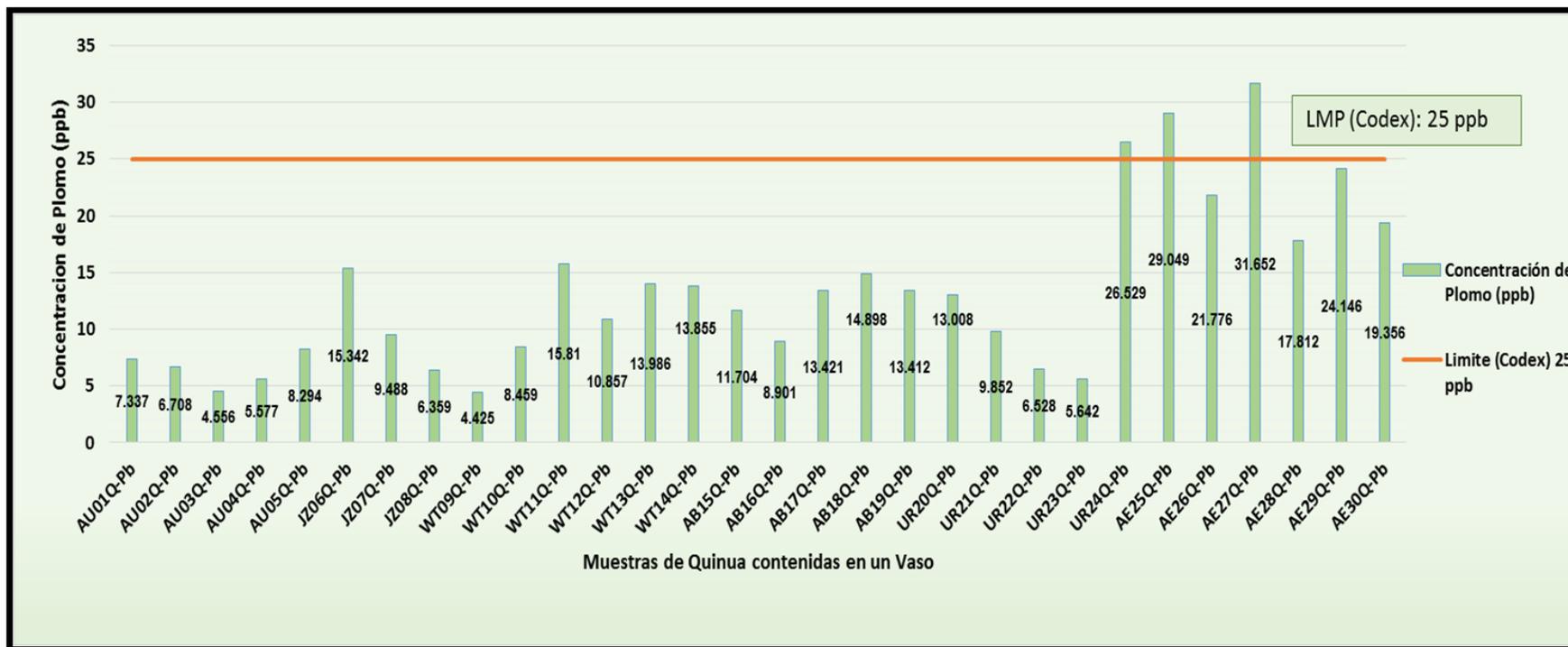
<b>16</b>	Quinoa	Av. Bolivia	AB16Q-Pb	AB16Q	8.901	AB16Q-As	AB16Q	N. D.
<b>17</b>	Quinoa	Av. Bolivia	AB17Q-Pb	AB17Q	13.421	AB17Q-As	AB17Q	N. D.
<b>18</b>	Quinoa	Av. Bolivia	AB18Q-Pb	AB18Q	14.898	AB18Q-As	AB18Q	N. D.
<b>19</b>	Quinoa	Av. Bolivia	AB19Q-Pb	AB19Q	13.412	AB19Q-As	AB19Q	N. D.
<b>20</b>	Quinoa	Av. Uruguay	UR20Q-Pb	UR20Q	13.008	UR20Q-As	UR20Q	N. D.
<b>21</b>	Quinoa	Av. Uruguay	UR21Q-Pb	UR21Q	9.852	UR21Q-As	UR21Q	N. D.
<b>22</b>	Quinoa	Av. Uruguay	UR22Q-Pb	UR22Q	6.528	UR22Q-As	UR22Q	N. D.
<b>23</b>	Quinoa	Av. Uruguay	UR23Q-Pb	UR23Q	5.642	UR23Q-As	UR23Q	N. D.
<b>24</b>	Quinoa	Av. Uruguay	UR24Q-Pb	UR24Q	26.529	UR24Q-As	UR24Q	N. D.
<b>25</b>	Quinoa	Av. Emancipación	AE25Q-Pb	AE25Q	29.049	AE25Q-As	AE25Q	N. D.
<b>26</b>	Quinoa	Av. Emancipación	AE26Q-Pb	AE26Q	21.776	AE26Q-As	AE26Q	N. D.
<b>27</b>	Quinoa	Av. Emancipación	AE27Q-Pb	AE27Q	31.652	AE27Q-As	AE27Q	N. D.
<b>28</b>	Quinoa	Av. Emancipación	AE28Q-Pb	AE28Q	17.812	AE28Q-As	AE28Q	N. D.
<b>29</b>	Quinoa	Av. Emancipación	AE29Q-Pb	AE29Q	24.146	AE29Q-As	AE29Q	N. D.
<b>30</b>	Quinoa	Av. Emancipación	AE30Q-Pb	AE30Q	19.356	AE30Q-As	AE30Q	N. D.

TABLA N° 12: Datos Estadísticos de los Valores de Plomo y Arsénico en las Muestras de Quinoa contenidas en un Vaso

<i>MUESTRA</i>	<b>N</b>	$\bar{X}$ (ppb)	<b>S</b> (ppb)	<b>CV%</b>	<b>Valores Extremos (ppb)</b>	
					<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>Análisis de Plomo en Quinoa contenida en un vaso</b>	30	13.29	7.36	55%	4.425 ppb	31.652 ppb
<b>Análisis de Arsénico en Vaso de Quinoa</b>	30	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<b>TOTAL</b>	60					

<b>N</b>	<b>Numero de Muestras</b>	<b>CV%</b>	<b>Coficiente de Variación Porcentual</b>
$\bar{X}$	Media	N.D.	Valor No Determinado
<b>S</b>	Desviación Estándar		

GRÁFICO N° 16: Comparación de los Niveles de Plomo en las muestras de Quinoa contenidas en un vaso respecto al Límite Máximo Permissible (LMP) según el Codex Alimentarius

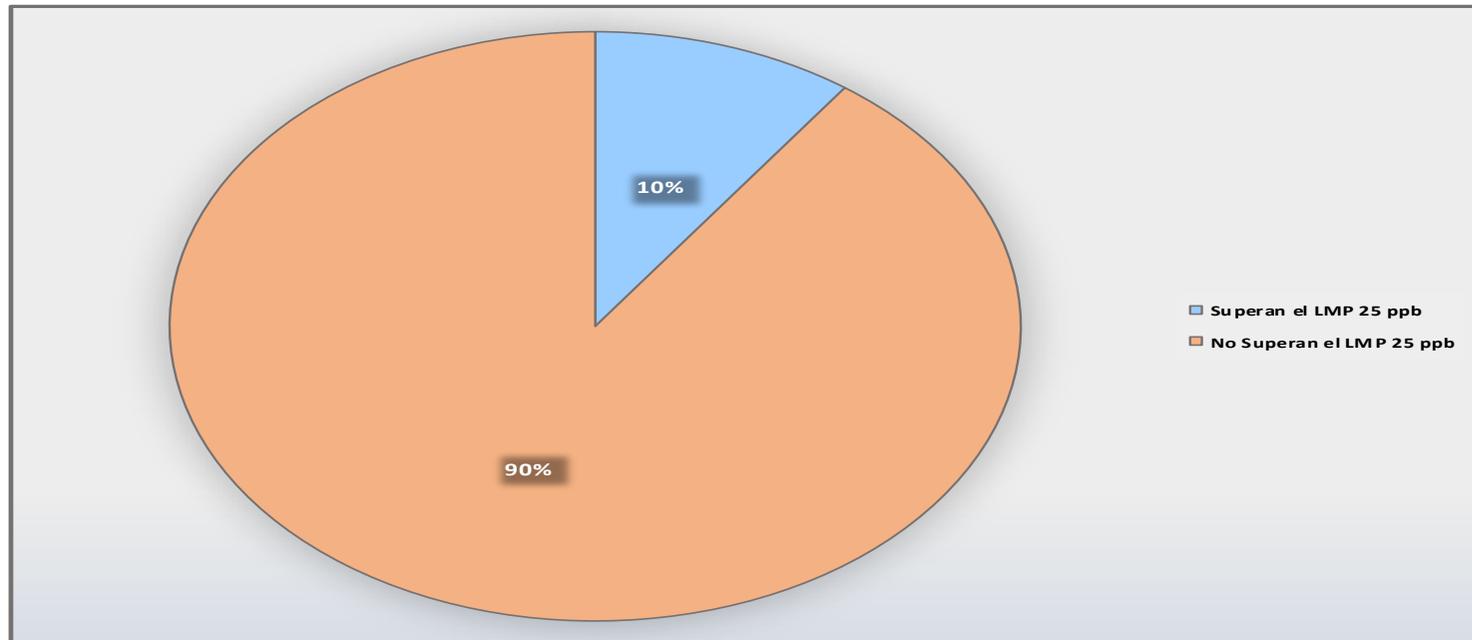


En la gráfica N° 16 se observa que 3 muestras de quinua superan los límites máximos permisibles de 25 ppb del Plomo, una de ellas fue obtenida en la avenida Uruguay (UR24Q-Pb) con un valor de 26.529 ppb mientras que las otras dos se obtuvieron en la avenida emancipación con valores de 29.049 (AE25Q-Pb) y 31.652 ppb (AE27-Pb). El resto de muestras no supero los LMP del Plomo establecidos en el Codex Alimentarius.

TABLA N° 13: Porcentaje de las muestras de Quinoa contenidas en un vaso con Plomo que superan el parámetro establecido en el Codex Alimentarius

	<b>MUESTRAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Superan el Límite Máximo Permisible (LMP) 25 ppb</b>	3	10%
<b>No superan el Límite Máximo Permisible (LMP) 25 ppb</b>	27	90%
<b>Total de Muestras</b>	30	100%

GRAFICA N° 17: Porcentaje de las muestras de Quinoa contenidas en un vaso que superan el parámetro establecido para el Plomo según el Codex Alimentarius



En la gráfica N° 17 se observa que del 100% de muestras de Quinoa obtenidas para determinar la concentración de plomo, el 10% supero los límites máximos permisibles (25 ppb) establecidos por el Codex Alimentarius, y que el 90% presenta niveles de plomo por debajo del límite máximo permisible.

TABLA N° 14: Resultado Generales de la Concentración de Plomo y Arsénico en muestras de Pan con Tortilla

N°	Tipo de Muestra	Lugar de muestreo	Código	Código USAQ	Conc. Plomo (ppb)	Código	Código USAQ	Conc. Arsénico (ppb)
1	PAN	Av. Alfonso Ugarte	AU01P-Pb	AU01P	15.703	AU01P-As	AU01P	N. D.
2	PAN	Av. Alfonso Ugarte	AU02P-Pb	AU02P	13.204	AU02P-As	AU02P	N. D.
3	PAN	Av. Alfonso Ugarte	AU03P-Pb	AU03P	18.364	AU03P-As	AU03P	N. D.
4	PAN	Av. Alfonso Ugarte	AU04P-Pb	AU04P	17.571	AU04P-As	AU04P	N. D.
5	PAN	Av. Alfonso Ugarte	AU05P-Pb	AU05P	6.425	AU05P-As	AU05P	N. D.
6	PAN	Jirón Zorritos	JZ06P-Pb	JZ06P	10.466	JZ06P-As	JZ06P	N. D.
7	PAN	Jirón Zorritos	JZ07P-Pb	JZ07P	18.456	JZ07P-As	JZ07P	N. D.
8	PAN	Jirón Zorritos	JZ08P-Pb	JZ08P	12.942	JZ08P-As	JZ08P	N. D.
9	PAN	Av. Wilson – Tacna	WT09P-Pb	WT09P	12.329	WT09P-As	WT09P	N. D.
10	PAN	Av. Wilson – Tacna	WT10P-Pb	WT10P	14.526	WT10P-As	WT10P	N. D.
11	PAN	Av. Wilson – Tacna	WT11P-Pb	WT11P	13.334	WT11P-As	WT11P	N. D.
12	PAN	Av. Wilson – Tacna	WT12P-Pb	WT12P	7.859	WT12P-As	WT12P	N. D.
13	PAN	Av. Wilson – Tacna	WT13P-Pb	WT13P	9.423	WT13P-As	WT13P	N. D.
14	PAN	Av. Wilson – Tacna	WT14P-Pb	WT14P	14.491	WT14P-As	WT14P	N. D.
15	PAN	Av. Bolivia	AB15P-Pb	AB15P	7.637	AB15P-As	AB15P	N. D.

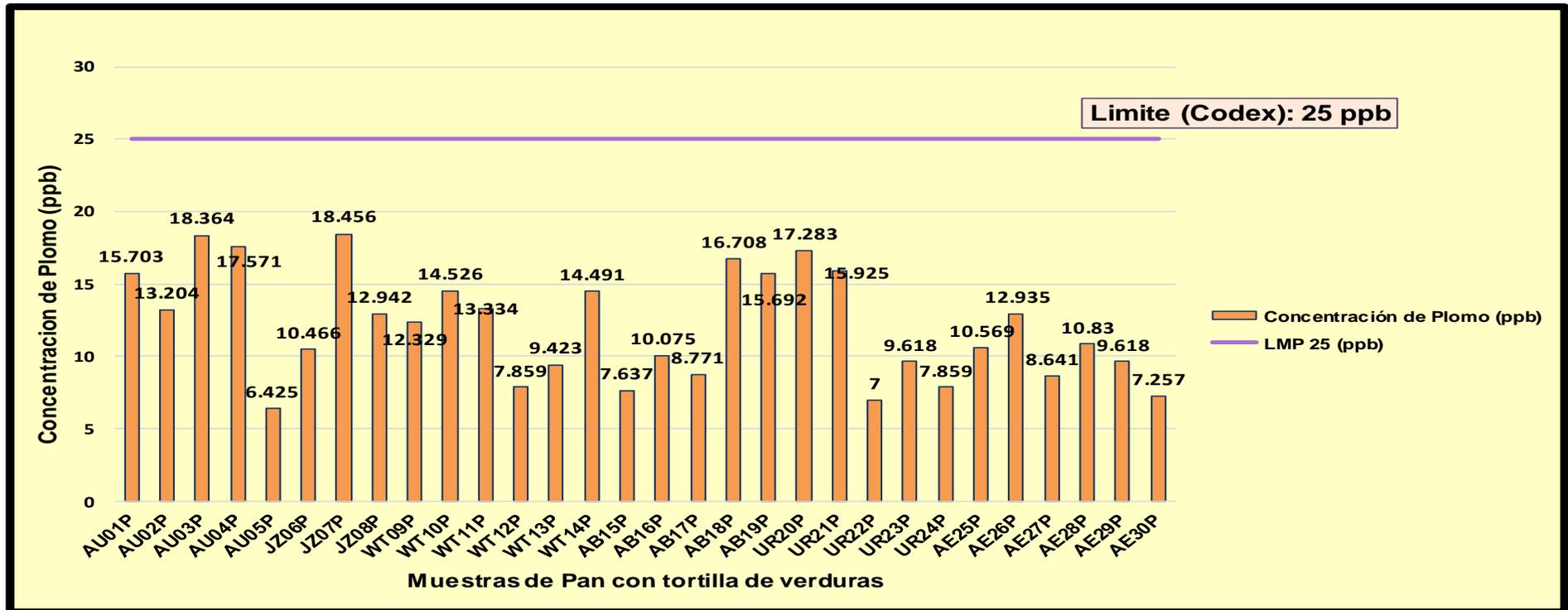
<b>16</b>	PAN	Av. Bolivia	AB16P-Pb	AB16P	10.075	AB16P-As	AB16P	N. D.
<b>17</b>	PAN	Av. Bolivia	AB17P-Pb	AB17P	8.771	AB17P-As	AB17P	N. D.
<b>18</b>	PAN	Av. Bolivia	AB18P-Pb	AB18P	16.708	AB18P-As	AB18P	N. D.
<b>19</b>	PAN	Av. Bolivia	AB19P-Pb	AB19P	15.692	AB19P-As	AB19P	N. D.
<b>20</b>	PAN	Av. Uruguay	UR20P-Pb	UR20P	17.283	UR20P-As	UR20P	N. D.
<b>21</b>	PAN	Av. Uruguay	UR21P-Pb	UR21P	15.925	UR21P-As	UR21P	N. D.
<b>22</b>	PAN	Av. Uruguay	UR22P-Pb	UR22P	7	UR22P-As	UR22P	N. D.
<b>23</b>	PAN	Av. Uruguay	UR23P-Pb	UR23P	9.618	UR23P-As	UR23P	N. D.
<b>24</b>	PAN	Av. Uruguay	UR24P-Pb	UR24P	7.859	UR24P-As	UR24P	N. D.
<b>25</b>	PAN	Av. Emancipación	AE25P-Pb	AE25P	10.569	AE25P-As	AE25P	N. D.
<b>26</b>	PAN	Av. Emancipación	AE26P-Pb	AE26P	12.935	AE26P-As	AE26P	N. D.
<b>27</b>	PAN	Av. Emancipación	AE27P-Pb	AE27P	8.641	AE27P-As	AE27P	N. D.
<b>28</b>	PAN	Av. Emancipación	AE28P-Pb	AE28P	10.830	AE28P-As	AE28P	N. D.
<b>29</b>	PAN	Av. Emancipación	AE29P-Pb	AE29P	9.618	AE29P-As	AE29P	N. D.
<b>30</b>	PAN	Av. Emancipación	AE30P-Pb	AE30P	7.257	AE30P-As	AE30P	N. D.

TABLA N° 15: Datos Estadísticos de los valores de Plomo y Arsénico en las muestras de Panes más Tortilla

<i>MUESTRA</i>	N	$\bar{X}$ (ppb)	S (ppb)	CV%	Valores Extremos (ppb)	
					Min	Max
<b>Análisis de Plomo en Panes + Tortilla</b>	30	12.05	3.74	31%	6.425 ppb	18.456 ppb
<b>Análisis de Arsénico en Panes +Tortilla</b>	30	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<b>TOTAL</b>	60					

N	Numero de Muestras	CV%	Coeficiente de Variación Porcentual
$\bar{X}$	Media	N.D.	Valor No Detectable
S	Desviación Estándar		

GRAFICA N° 18: Comparación de los niveles con Plomo en las muestras de Pan con Tortilla con el Límite Máximo Permissible (LMP) según el Codex Alimentarius

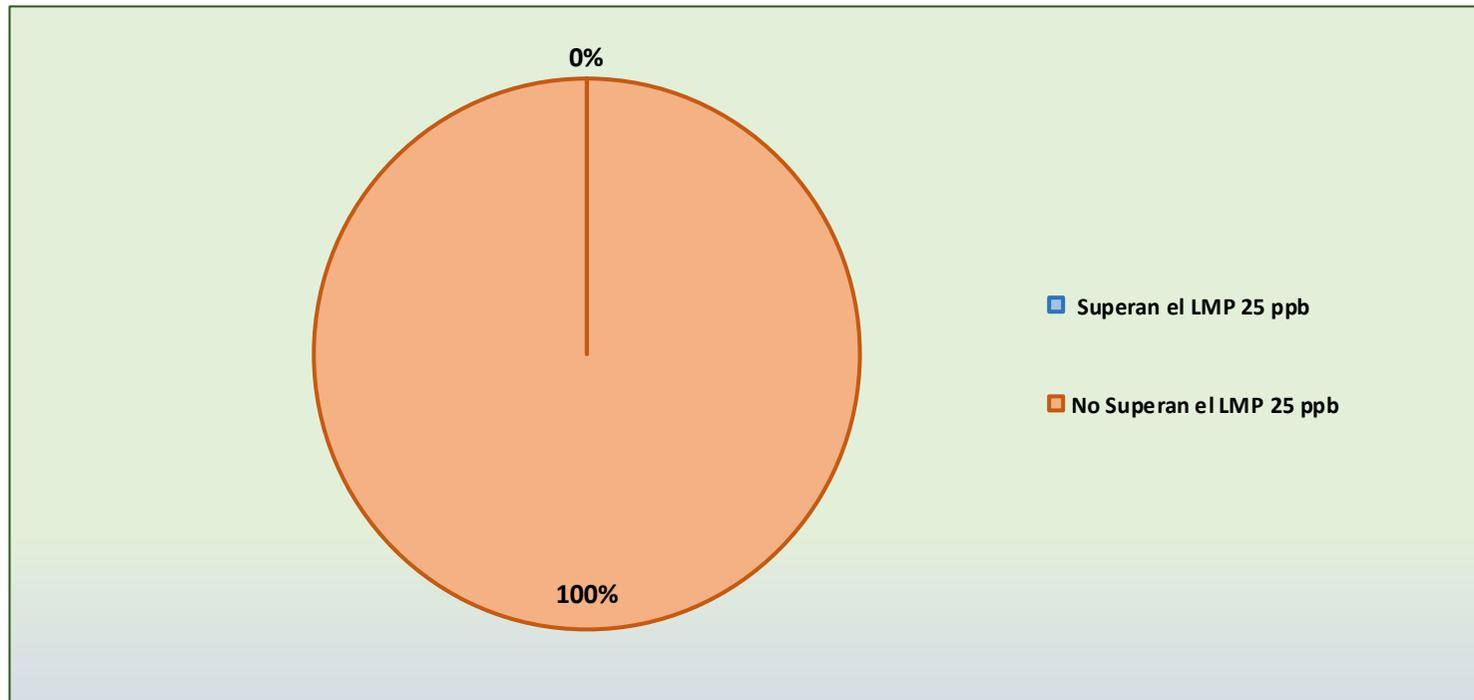


En la gráfica N° 18 se observa que las muestras de pan más tortilla de verduras no superan los límites máximos permisibles (25 ppb) establecidos por el Codex Alimentarius. También se observa que el Jiron Zorritos presenta una mayor concentración de plomo con un valor de 18.456 ppb (AU03P)

TABLA N° 16: Porcentaje de las muestras de Pan con Tortilla de verduras con Plomo (Pb) que superan el parámetro establecido por el Codex Alimentarius

	<b>Muestras</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Muestras de pan que superan el LMP 25 ppb</b>	0	0%
<b>Muestras de pan que no superan el LMP 25 ppb</b>	30	100%
<b>Total muestras de Quinoa</b>	30	100%

GRAFICA N° 19: Porcentaje de las muestras de Pan más Tortilla de verduras que superan el parámetro establecido para el Plomo según el Codex Alimentarius.



En la gráfica N° 19 se observa que del 100% de muestras de pan más tortilla de verduras no supera el límite máximo permisible del plomo (25 ppb) establecido en el Codex Alimentarius.

TABLA N° 17: Límites Máximos Permisibles (LMP) de Plomo y Arsénico en alimentos, según el Codex Alimentarius

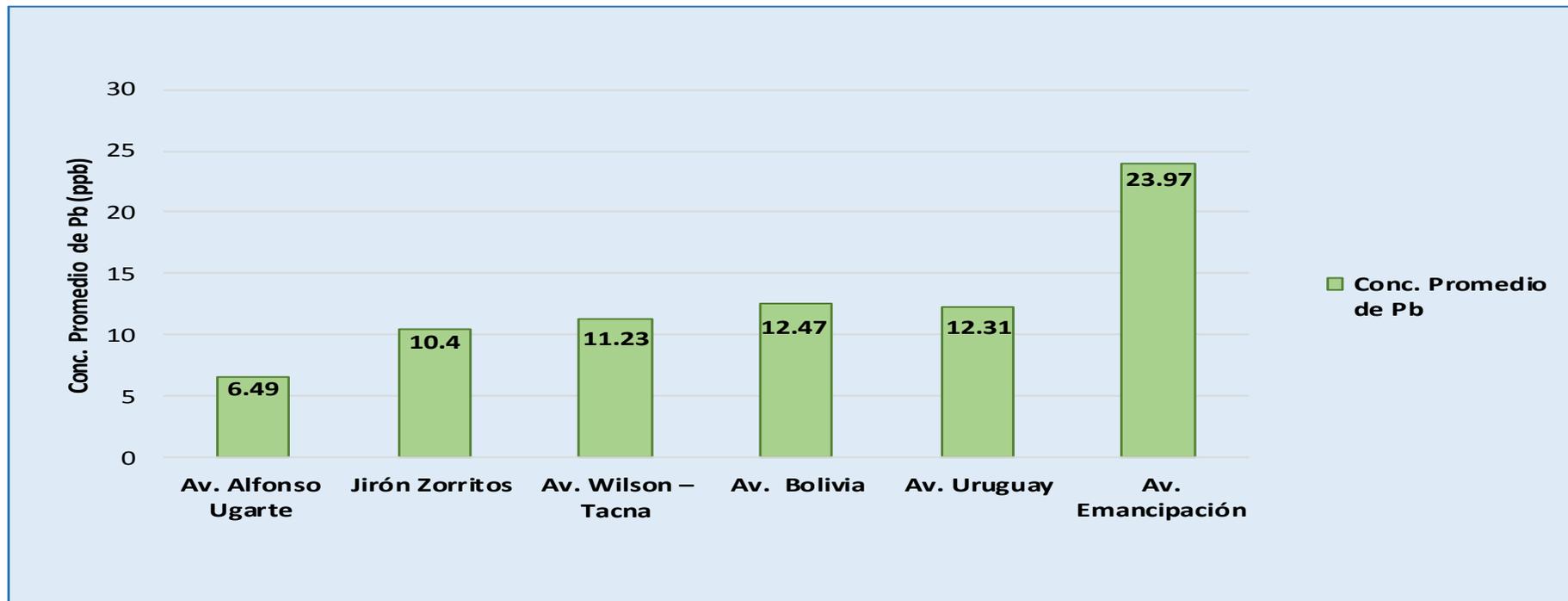
Para Muestras de alimentos, según	Límite máximo permisible para Plomo	Límite máximo permisible para Arsénico
<b>Norma Técnica del Codex Alimentarius</b>	25 µg/kg – 0.025 mg/Kg	15 µg/kg - 0.015 mg/kg
	25 ppb	15 ppb

TABLA N° 18: Concentración Promedio de Plomo en muestras de Quinoa según su Procedencia

MUESTRA	n	$\bar{X}$ (ppb)	S (ppb)	CV%	Valores Extremos (ppb)	
					Min	Max
Av. Alfonso Ugarte	5	6.49	1.47	23%	4.556	8.294
Jirón Zorritos	3	10.40	4.56	44%	6.359	15.342
Av. Wilson – Tacna	6	11.23	4.23	38%	4.425	15.810
Av. Bolivia	5	12.47	2.29	18%	8.901	14.898
Av. Uruguay	5	12.31	8.46	69%	5.642	26.529
Av. Emancipación	6	23.97	5.46	23%	17.812	31.652
<b>TOTAL</b>	30					

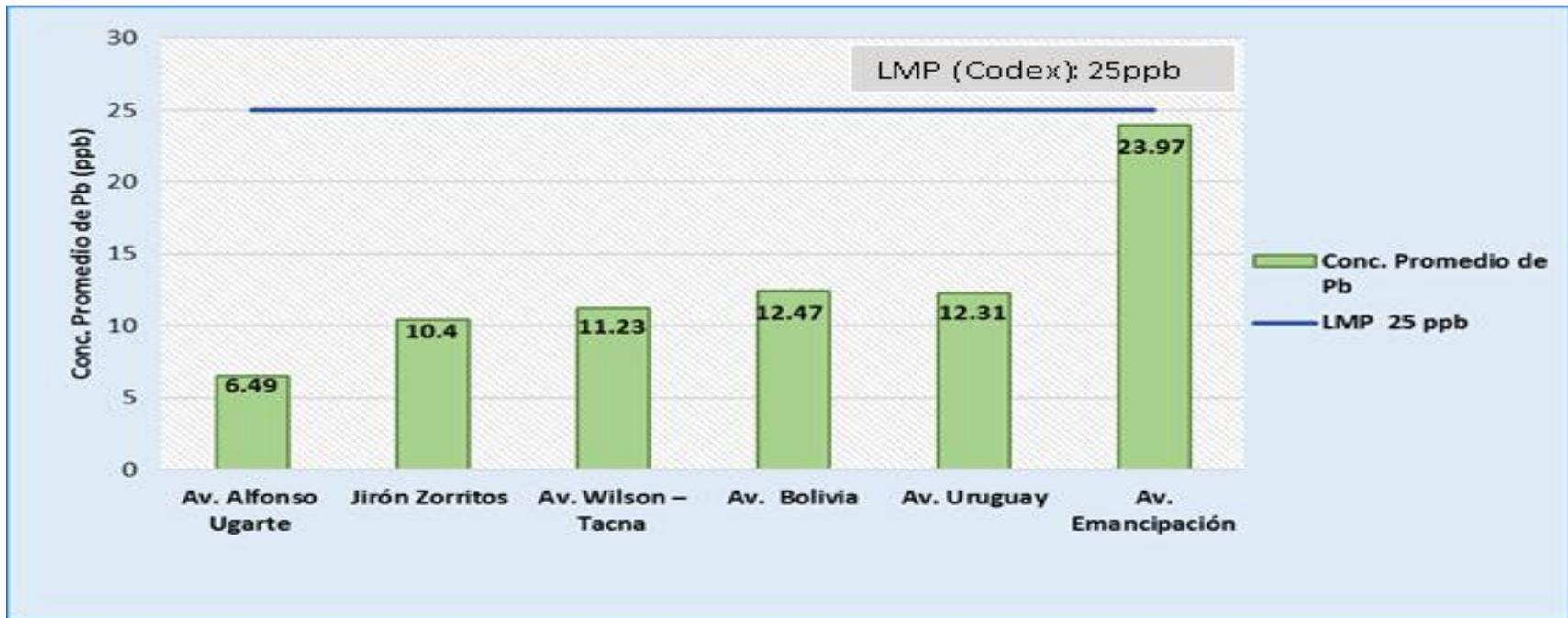
N	Numero de Muestras	CV%	Coficiente de Variación Porcentual
$\bar{X}$	Media	N.D.	Valor No Detectable
S	Desviación Estándar		

GRAFICA N° 19: Concentración Promedio de Plomo en muestras de Quinoa contenida en un vaso según su procedencia



En la gráfica N° 19 se observa que las muestras de Quinoa obtenidas en la avenida emancipación presenta mayor concentración promedio de plomo con un valor de 23.97 ppb en comparación con las otras avenidas. Sin embargo este valor no supera el Límite máximo permisible (25 ppb) establecido por el Codex Alimentarius.

GRAFICA N° 20: Comparación de los Promedio de las Concentraciones de Plomo (Pb) en muestras de Quinua respecto a la Concentración Límite Máximo Permisible del Codex Alimentarius según su procedencia



En la gráfica N° 20 se observa que las concentraciones promedios de plomo según las avenidas donde se obtuvieron las muestras de Quinua no supera el límite máximo permisible establecido por el Codex Alimentarius. Sin embargo, en la avenida emancipación se obtuvo una mayor concentración promedio plomo con un valor de 23.97 ppb.

TABLA N° 19: Concentración Promedio de Arsénico en muestras de Quinua contenido en el vaso según su Procedencia

MUESTRA	n	$\bar{X}$ (ppb)	S (ppb)	CV%	Valores Extremos (ppb)	
					Min	Max
Av. Alfonso Ugarte	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Jirón Zorritos	3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Av. Wilson – Tacna	6	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Av. Bolivia	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Av. Uruguay	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Av. Emancipación	6	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<b>TOTAL</b>	30					

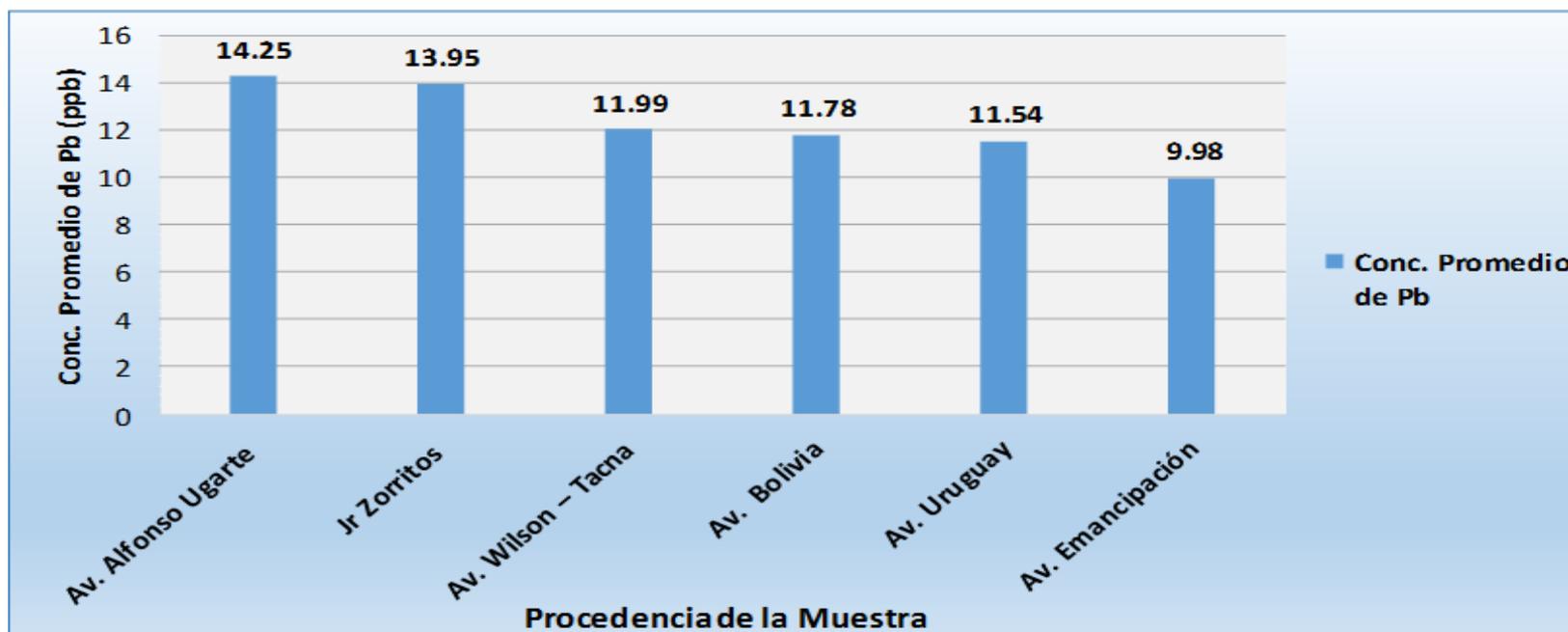
N	Numero de Muestras	CV%	Coficiente de Variación Porcentual
$\bar{X}$	Media	N.D.	Valor No Detectable
S	Desviación Estándar		

TABLA N° 20: Concentración Promedio de Plomo en muestras de Pan con tortilla de verduras según su Procedencia

<b>MUESTRA</b>	<b>N</b>	<b><math>\bar{X}</math></b> <b>(ppb)</b>	<b>S</b> <b>(ppb)</b>	<b>CV%</b>	<b>Valores Extremos (ppb)</b>	
					Min	Max
<b>Av. Alfonso Ugarte</b>	5	14.25	4.81	34%	6.425	18.364
<b>Jirón Zorritos</b>	3	13.95	4.09	29%	10.466	18.456
<b>Av. Wilson – Tacna</b>	6	11.99	2.77	23%	7.859	14.526
<b>Av. Bolivia</b>	5	11.78	4.14	35%	7.637	16.708
<b>Av. Uruguay</b>	5	11.54	4.75	41%	7	17.283
<b>Av. Emancipación</b>	6	9.98	1.96	20%	7.257	12.935
<b>TOTAL</b>	30					

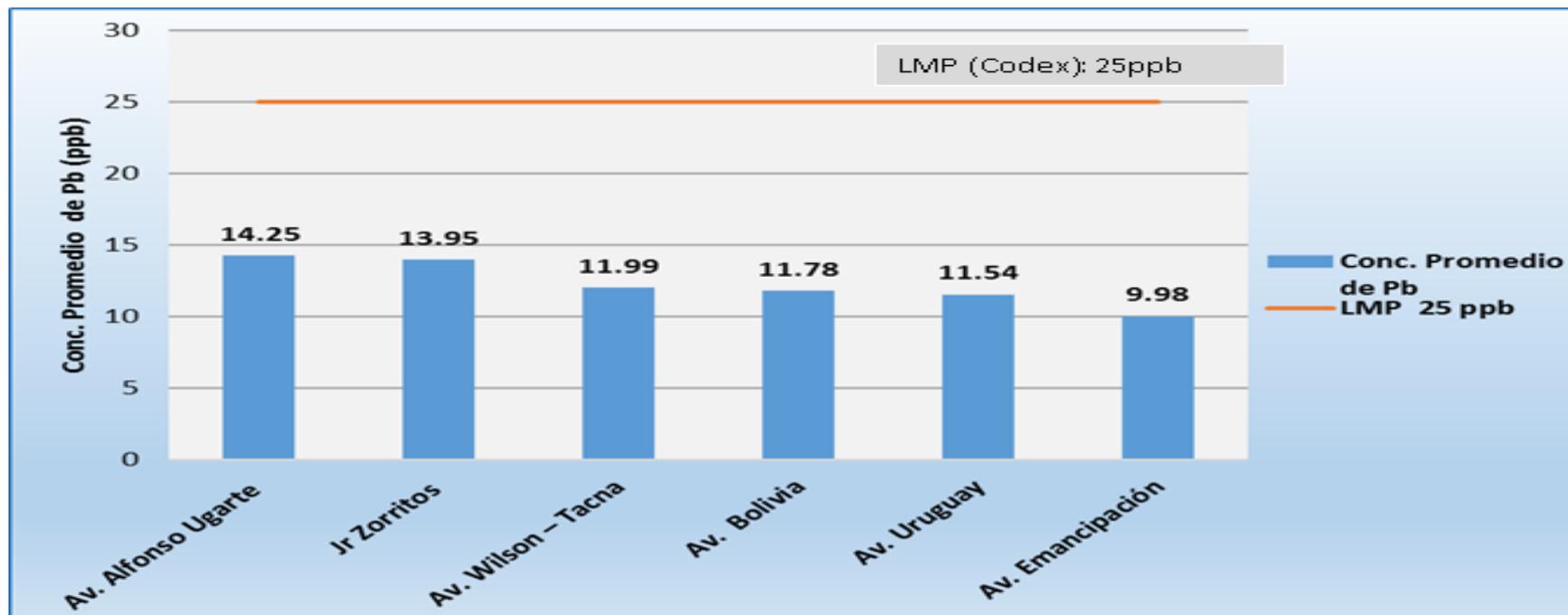
<b>N</b>	<b>Numero de Muestras</b>	<b>CV%</b>	<b>Coficiente de Variación Porcentual</b>
<b><math>\bar{X}</math></b>	Media	<b>N.D.</b>	Valor No Detectable
<b>S</b>	Desviación Estándar		

GRAFICO N° 21: Concentración Promedio de Plomo en muestras de Pan con Tortilla de verduras según su Procedencia



En la gráfica N° 21 se observa que la concentración promedio de plomo es mayor en la avenida Alfonso Ugarte con 14.25 ppb, en comparación con las otras avenidas las cuales presentan menor concentración promedio de plomo.

GRÁFICO N° 22: Comparación de los Promedios de las Concentraciones de Plomo en muestras de Pan más Tortilla de verduras respecto a la Concentración Límite Máximo Permisible del Codex Alimentarius, según procedencia



En la gráfica N° 22 se observa que la concentración promedio de plomo en las diferentes avenidas donde se obtuvieron las muestras de pan con tortilla de verduras no superan los límites máximos permisibles (25 ppb) establecidos por el Codex Alimentarius. Sin embargo, se obtuvo una mayor concentración promedio de 14.25 en la avenida Alfonso Ugarte.

TABLA N° 21: Concentración Promedio de Arsénico en muestras de Pan con tortilla según su Procedencia

<b>MUESTRA</b>	<b>N</b>	<b><math>\bar{X}</math> (ppb)</b>	<b>S (ppb)</b>	<b>CV%</b>	<b>Valores Extremos (ppb)</b>	
					Min	Max
<i>Av. Alfonso Ugarte</i>	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<i>Jirón Zorritos</i>	3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<i>Av. Wilson – Tacna</i>	6	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<i>Av. Bolivia</i>	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<i>Av. Uruguay</i>	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<i>Av. Emancipación</i>	6	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
<b>TOTAL</b>	30					

<b>N</b>	<b>Numero de Muestras</b>	<b>CV%</b>	<b>Coficiente de Variación Porcentual</b>
$\bar{X}$	Media	<b>N.D.</b>	Valor No Detectable
<b>S</b>	Desviación Estándar		

## V. DISCUSION

En el presente trabajo se determinaron las concentraciones de Plomo y Arsénico en desayunos ambulatorios expendidos en las avenidas Alfonso Ugarte, Garcilaso de la vega (Wilson) - Tacna, Bolivia, Uruguay, Emancipación y Jirón Zorritos del cercado de Lima, constituidos por quinua contenida en un vaso y un pan con tortilla de verduras que son los más consumidos y los que se expendieron en todos los puestos donde se obtuvieron las muestras.

En el cuadro N° 10 indica la distribución de las 120 muestras de desayuno básico, en la cual 30 (25 %) muestras de preparado de quinua en un vaso fueron designadas para la determinación de la concentración de plomo, y otras 30 (25 %) muestras de preparado de quinua en un vaso fueron designadas para la determinación de Arsénico. Para el caso del pan con tortilla de verduras también se emplearon 30(25%) muestras para la cuantificación de Plomo y otras 30 (25%) muestras para la determinación de Arsénico.

En el cuadro N° 12 nos indica que la concentración promedio de Plomo en la muestra de quinua contenida en un vaso, es de 13.29 ppb con valor máximo de 31.652 ppb y mínimo de 4.425 ppb, el promedio se encontró por debajo del límite máximo permisible 25 ppb según el *Codex Alimentarius*, este resultado probablemente se debe a que las muestras se recolectaron en horas tempranas de la mañana (6:00 am) donde la frecuencia de autos y la emisión de contaminantes es menor. El valor máximo 31.652 ppb se encontró fuera del límite máximo permisible, dicha muestra fue tomando en la Avenida Emancipación, el resultado del valor máximo probablemente se debe a la hora (8:00 am) de la recolección de la muestra siendo una de las ultimas muestras recolectadas presento un mayor tiempo de exposición al ambiente ya que en horas punta la frecuencia de carros es mayor así como el incremento en la emisión de contaminantes.

Por el contrario, la concentración promedio de Arsénico (Cuadro N° 12) no fueron determinados ni sus valores mínimos ni máximos, esto probablemente se deba a que las muestras se recolectaron en horas tempranas de la mañana (6:00 am) donde la frecuencia de autos y la emisión de contaminantes es menor, o también puede deberse a que la técnica empleada no fue muy sensible para la determinación de este metal.

Comparando con la tesis de Dávila C.<sup>[6]</sup> sobre la “Determinación de Plomo y Cadmio en jugos de naranja (*Citrus sinensis*) expendidos de forma ambulatoria en el paradero villa sol - los olivos – periodo Octubre 2016 –Enero 2017”, donde se encontró que el 100% de los jugos de naranja analizados presentaron concentraciones de plomo y cadmio por encima de los valores permitidos por la Comunidad Europea y Mercosur superando el valor límite, la relación de contaminación que plantearon fue la contaminación ambiental de los cultivos por la actividad minera, las condiciones de manipulación y expendio del jugo de naranja, y la contaminación urbana por parte de las industrias y parque automotor.

Así mismo en la tesis de Huanri J.<sup>[1]</sup> sobre la “Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana”, donde se encontró que el 77.8% de las muestras que se recolectaron a las 10:00 am excedieron los límites máximos permisibles mientras que el 100% de las muestras que se recolectaron las 6:00 pm excedieron los límites máximos permisibles, la relación de contaminación que planteo esta tesis fue la contaminación ambiental no solo por la frecuencia de autos sino también por la presencia de tiendas que ofrecen equipos, piezas y herramienta metálicas por la zona.

La Gráfica N° 13 indica las concentraciones de plomo en muestra de quinua contenidas en un vaso; mientras que en la gráfica 17 nos indica que tres de las muestras de quinua superan el límite máximo permisible (25 ppb). Una de las muestras se recolectó en la avenida Uruguay a las 7:20 am mientras que las otras dos muestras se recolectaron en la avenida Emancipación a las 8:00 am. En el cuadro N° 13 nos indica que de las 30 (100%) muestras de quinua analizadas el 3 (10%) de las muestras superan el límite máximo permisible establecido por el Codex Alimentario, una de las posibles razones por la cual estas muestras presentaron concentración que excede los límites máximos permisibles (25 ppb) establecido por el *Codex Alimentarius*, se deba a una contaminación en el proceso de preparación o en el lugar donde se preparó, también es posible que el grano de quinua ya se encontrara contaminado desde su cultivo.

Comparando con el Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en granos de Quinua (*Chenopodium quinoa*) (2014) <sup>[3]</sup> realizado por el Subdirección de Inocuidad Agroalimentaria/DIAIA; cuyo objetivo fue la determinación de residuos químicos, entre ellos metales pesados, en el grano de quinua. Como resultado encontraron que de 50 muestras analizadas en 10 regiones (Arequipa, Piura, Lambayeque, La Libertad, Puno, Junín, Huancavelica, Cusco, Ayacucho, Apurímac) 32 (64%) muestras fueron no conformes y de estas muestras no conformes 21 (65.68%) muestran presencia de metales pesados (Cadmio, Plomo y Arsénico); siendo distribuidas en la región de la Costa norte y sur, el 47.62% (10 muestras) y en la región de la Sierra el 52.38% (11 muestras).

En el Cuadro N° 15 nos indica que la concentración promedio de Plomo en la muestra de Pan con Tortilla de verduras, es de 12.05 ppb con valor máximo de 18.456 ppb y mínimo de 6.425 ppb, el promedio se encontró por debajo del límite máximo permisible 25 ppb según el *Codex Alimentarius*, este resultado posiblemente se debe a que las muestras se recolectaron en horas tempranas de la mañana (6:00 am) donde la cantidad de vehículos y la emisión de contaminantes podría ser menor y que las muestras de pan con tortilla de verduras no están contaminadas.

Comparando con la tesis de Huanri J. <sup>[1]</sup> sobre la “Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana”, donde se encontró que el 77.8% de las muestras que se recolectaron a las 10:00 am excedieron los límites máximos permisibles mientras que el 100% de las muestras que se recolectaron las 6:00 pm excedieron los límites máximos permisibles, la relación de contaminación que planteo esta tesis fue la contaminación ambiental no solo por la frecuencia de autos sino también por la presencia de tiendas que ofrecen equipos, piezas y herramienta metálicas por la zona.

En la Gráfica N° 16 indica las concentraciones de plomo por muestra de Pan con Tortilla de verduras; mientras que en la Gráfica N° 20 indica que ninguna de las muestras supera el límite máximo permisible (25 ppb) establecido por el *Codex Alimentarius*, una de las posibles razones por la cual estas muestras presentaron concentración que no excede los límites máximos permisibles (25 ppb) establecido por el *Codex Alimentarius*, puede deberse a la menor cantidad de vehículos que se observó por la mañana (6:00 am) así como la menor emisión de contaminantes proveniente de los mismo y el tiempo de exposición de los alimentos, o que los ingredientes no están contaminados.

Por el contrario, la concentración promedio de Arsénico (Cuadro N° 15) en muestras de Pan con Tortilla de verduras según procedencia no fueron determinados ni sus valores mínimos ni máximos, esto probablemente se deba a que la técnica empleada no fue muy sensible para la determinación de este metal (Sensibilidad del equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800 - Horno Grafito para la cuantificación de Arsénico es de 0.17 ug/L) [48].

Comparando con el trabajo de Doe E. D, et. al [8] sobre *Levels of selected heavy metals in wheat flour on the Ghanaian market: a determination by atomic absorption spectrometry*, el cual tuvo como objetivo evaluar y comparar las concentraciones de metales pesados (Fe, Zn, Mn, Cd, Pb, Co, Ni, Cu, Cr, As, Hg) en la Harina de trigo producida en Ghana y uno importado de Turquía; encontraron que la cantidad de plomo detectada en la harina hecha en Ghana y Turquía (0.22 mg/kg y 0.34 mg/kg respectivamente) fue ligeramente elevada en comparación con los límites establecidos por el *Codex Alimentarius* estándar y la regulación EC para el plomo, que es para ambos, 0.2 mg/Kg. Para el caso del Arsénico, los valores se encontraron por debajo del límite de detención.

En el Cuadro N° 18 nos indicó la concentración Promedio de Plomo en muestras de Quinoa contenida en un vaso según su procedencia, se observó que la concentración promedio de plomo en la avenida Emancipación es 23.97 ppb con valores máximo de 31.652 y valor mínimo de 17.812, mientras que la concentración promedio de plomo tomada de la avenida en la avenida Alfonso Ugarte fue de 6.49 ppb con valores máximos y mínimos de 8.294 y 4.556 respectivamente. Este resultado podría deberse al tiempo en el cual se recolectaron las muestras (6:00 – 8:00 am) y al tiempo de exposición de las muestras a contaminantes emitidos por vehículos y del ambiente, donde las muestras obtenidas en la avenida Emancipación tuvieron un mayor tiempo de exposición y las muestras de la avenida Alfonso Ugarte se recolectaron primero.

En la Gráfica N° 22 nos indica las concentraciones promedio de plomo en muestras de quinua contenida en un vaso según su procedencia, mientras que en la Gráfica N° 23 se observa que ninguna de las concentraciones promedio de plomo superan el valor límite máximo permisible establecido por el *Codex Alimentarius*.

Comparando con la tesis de Huanri J.<sup>[1]</sup> sobre la “Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana”, donde se encontró que el 77.8% de las muestras que se recolectaron a las 10:00 am excedieron los límites máximos permisibles mientras que el 100% de las muestras que se recolectaron las 6:00 pm excedieron los límites máximos permisibles, la relación de contaminación que planteo esta tesis fue la contaminación ambiental no solo por la frecuencia de autos sino también por la presencia de tiendas que ofrecen equipos, piezas y herramienta metálicas por la zona.

En el Cuadro N° 20 indica la Concentración Promedio de Plomo en muestras de Pan con tortilla de verduras según su procedencia, se observó que la concentración promedio de plomo en la avenida Alfonso Ugarte es 14.25 ppb con valores máximo de 18.364 y valor mínimo de 6.425 ppb, mientras que la concentración promedio de plomo tomada de la avenida en la avenida Emancipación fue de 9.98 ppb con valores máximos y mínimos de 12.935 y 7.257 respectivamente. En la Gráfica N° 24 nos indica las concentraciones promedio de plomo en muestras de Pan con tortilla de verduras según su procedencia, mientras que en la Gráfica N° 25 se observa que ninguna de las concentraciones promedio de plomo superan el valor límite máximo permisible establecido por el *Codex Alimentarius*.

Comparando con el trabajo de Perelló E, Martí-Cid R, Llobet J. M, Domingo J. L. [7] sobre *Effects of Various Cooking Processes on the Concentrations of Arsenic, Cadmium, Mercury, and Lead in Foods*, que tuvo por objetivo conocer los efectos de los procesos de cocción comúnmente utilizados por la población de Cataluña (España) sobre las concentraciones totales de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en diversos alimentos; Encontraron que el proceso de cocción de alimentos que presentan metales pesados (As, Cd, Hg, Pb) tiene un valor muy limitado como medio para reducir las concentraciones de estos mismos. Sin embargo, la reducción hipotética dependió de las condiciones de cocción (tiempo, temperatura y medio de cocción). A pesar de que las concentraciones promedio no excedieron los límites máximos permisibles del Codex Alimentarios, se observa una mayor concentración en las muestras de Pan con tortilla de verduras tomadas en la Avenida Alfonso Ugarte que en las muestras tomadas en la Avenida Emancipación; diferente de lo que ocurre con las muestras de Quinoa en la cual las muestras de quinoa que presentan mayor concentración promedio de plomo son las que fueron recolectadas en la Avenida Emancipación y las de menor concentración promedio fueron recolectadas en la Avenida Alfonso Ugarte.

Estos resultados podrían deberse a otros factores tales como las condiciones y el lugar de preparación tortilla así como las condiciones y procedencia de los ingredientes, la procedencia del pan y la Harina, condiciones en las cuales se molió la harina, utensilios de cocina los cuales pueden presentar plomo, el medio de transporte el cual se emplea, el tiempo de exposición en el transporte y la ubicación de los alimentos en el vehículo.

Comparando con el trabajo de Doe E. D, et. al <sup>[8]</sup> sobre *Levels of selected heavy metals in wheat flour on the Ghanaian market: a determination by atomic absorption spectrometry*, el cual tuvo como objetivo evaluar y comparar las concentraciones de metales pesados (Fe, Zn, Mn, Cd, Pb, Co, Ni, Cu, Cr, As, Hg) en la Harina de trigo producida en Ghana y uno importado de Turquía; encontraron que la cantidad de plomo detectada en la harina hecha en Ghana y Turquía (0.22 mg/kg y 0.34 mg/kg respectivamente) fue ligeramente elevada en comparación con los límites establecidos por el *Codex Alimentarius* estándar y la regulación EC para el plomo, que es para ambos, 0.2 mg/Kg. Para el caso del Arsénico, los valores se encontraron por debajo del límite de detención.

## VI. CONCLUSION

- La concentración promedio de plomo en la Quinoa contenida en un vaso fue de 13.29 ppb con cifras extremas de 4.425 y 31.652 ppb
- El 10% de muestras de Quinoa contenidas en un vaso superaron los Límites máximo permisible de Plomo (25 ppb) establecido por el *Codex Alimentarius*.
- La concentración promedio de Arsénico en la Quinoa contenida en un vaso no fue detectada.
- Ninguna de las muestra de Quinoa superaron los Límites máximos permisibles de Arsénico (15 ppb) establecidos por el *Codex Alimentarius*.
- La concentración promedio de Plomo en el Pan con Tortilla de verdura fue de 12.05 ppb con cifras extremas de 6.425 y 18.456 ppb
- Ninguna de las muestra de Pan con Tortilla de verdura superaron los Límites máximo permisible de Plomo (25 ppb) establecido por el *Codex Alimentarius*.
- La concentración promedio de Arsénico en Panes con Tortilla de verdura no fue detectada.
- Ninguna de las muestra de Pan con Tortilla de verdura superaron los Límites máximos permisibles de Arsénico (15 ppb) establecidos por el *Codex Alimentarius*

## VII. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda realizar estudios o investigaciones, sobre la concentración de estos metales tomando muestras en diferentes tiempos con la finalidad de evaluar las variaciones de estas concentraciones con el tiempo de exposición al medio ambiente.
- Se recomienda realizar estudios o investigaciones, sobre la concentración de estos metales en los vasos descartables y las bolsas en las que se encuentran los panes con la finalidad de evaluar la presencia y las concentraciones de estos metales.
- Se debería regularizar el control de calidad de los alimentos expendidos en puestos de venta ambulancia, particularmente aquellos que se ubican alrededor de nosocomios, ya que la exposición de estos puestos al ambiente, elemento automotriz, entre otros podría incrementar la contaminación de estos alimentos lo cual podría verse reflejado al final del día.
- Se recomienda una mejor educación para la población que se dedica a la venta ambulancia de alimentos, dar a conocer las exposiciones tóxicas presentes al momento de la preparación de los alimentos y los riesgos que con lleva el consumo de estos a los clientes.
- Realizar campañas sobre la salud pública y el consumo de alimentos contaminados, que aumenta el riesgo para la salud de la población, a mayor consumo, mayores casos de enfermedades a causa de una mala manipulación de alimentos que se puede evitar con el control y seguimiento de las autoridades responsables.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Huanri J. Determinación de Plomo y Arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2014.
- [2] Alegre R., Lovo O., Rivas S. Determinación del contenido de Plomo en alimentos Cárnicos y Lácteos producidos y comercializados en la Zona del Sitio del Niño y San Juan Opico. [Seminario de Investigación para optar el grado de Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Agroindustrial]. Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola. Universidad Dr. José Matias Delgado. Antigua Cuscatlán 2010.
- [3] Dirección de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Agroalimentaria. Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en granos de Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Perú: Subdirección de Inocuidad Agroalimentaria/DIAIA; 2014. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/2-informe-del-monitoreo-de-residuos-quimicos-y-otros-contaminantes-en-granos-de-quinoa-chenopodium-quinoa-ano-2014/>
- [4] Chambi E. Determinación de Hierro y Metales Pesados en Harinas Fortificadas para Evaluar su Calidad e Inocuidad. [Tesis de Grado para obtener el Título de Licenciatura]. Facultad de Tecnológica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz 2015.
- [5] Guerrero B. Determinación de Elementos traza (Pb, Cd, Cu, Mn, Zn, Fe, Ca, Mg, Hg y As) en alimentos: Champiñones, Polenta, Garbanzos y Maíz Mediante Espectroscopía de Absorción Atómica. [Tesis de Grado para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. Valdivia 2011.

- [6] Dávila C. Determinación de Plomo y Cadmio en jugos de naranja (*Citrus sinensis*) expendidos de forma ambulatoria en el Paradero Villa sol - Los Olivos – periodo Octubre 2016 – Enero 2017. [Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico]. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Privada NORBERT Wiener. Lima 2017.
- [7] Perelló E, Martí-Cid R, Llobet J. M, Domingo J. L. *Effects of Various Cooking Processes on the Concentrations of Arsenic, Cadmium, Mercury, and Lead in Foods*. J. Agric. Food Chem., 56(23), pp 11262–11269, 2008.
- [8] Doe E. D, Awua A. K, Gyamfi O. K, Bentil N. O. *Levels of selected heavy metals in wheat flour on the Ghanaian market: a determination by atomic absorption spectrometry*. American Journal of Applied Chemistry. 2013;1(2): 17-21 Pag
- [9] Sadeghi E, Haghhighitalab A, Karami M, Bohlouli S, Bakhshi S, Sharafi H, Yeganeh M. S. *Effect of Drying and Cooking Processing on Heavy Metals (Lead, Zinc and Cadmium) Levels of Vegetables*. Indian Journal of Public Health Research & Development. 2017; 8(2):392-396 Pag.
- [10] Abdulmajid N., Bautista M. K, Bautista S, Chavez E, Dimaano W, Barcelon E. *Heavy metals assessment and sensory evaluation of street vended foods*. International Food Research Journal. 2014; 21(6): 2127-2131 Pag.
- [11] Patiño R. Determinación de los niveles de Plomo y Cadmio en leche procesada en la Ciudad de Bogotá D.C. [Tesis para obtener el grado de Magister]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina Departamento de Toxicología; 2015.

- [12] Reyes Y. C, Vergara I, Torres O. E, Díaz-Lagos M, González E. E. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en Salud, Ambiente y Seguridad alimentaria. Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo (Colombia).2016; 16 (2): 66-77 pag.
- [13] *Toxicology Factsheet Series. Mercury, Lead, Cadmium, Tin and Arsenic in Food. Ireland*: Food Safety Authority of Ireland: 2009.
- [14] *College of Tropical Agriculture. Arsenic in Foods. Hawaii (E.E.U.U): University of Hawaii at Moana*; 2012.
- [15] Travé D.T. Análisis nutricional del desayuno y almuerzo en una población universitaria. Nutr Hosp. (España) .2013; 28(3):1291-1299 pag.
- [16] Muñoz C. J, Ruiz D. A, Hernández R. A, Córdoba R. I. Las características de los desayunos en alumnos de educación obligatoria. Revista euroamericana de ciencias del deporte (España). 2013; 2(2):45-49 pág.
- [17] Chacchi T. Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*). A nivel industrial [Tesis para obtener el grado de Magister]. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina Escuela de Post Grado Especialidad de Agronegocios; 2009.
- [18] Pilataxi Y. Elaboración y evaluación nutritiva y nutracéutica de pan con harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*) [Tesis]. Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias; 2013.
- [19] Hernández J. La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. Revista Cubana de Endocrinología (Cuba) 2015; 26(3):304-312.
- [20] quinua.pe [internet].Perú:enjoit.com; 2013[actualización 24 de nov 2017, citado 10 dic 2017]. Disponible <http://quinua.pe/desayuno-de-quinua/>
- [21] Kirk R, Sawyer R, Egan H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2da Ed. México: Continental; 2004.

- [22] Rodríguez P.A. Introducción a la Nutrición y Dietética Clínica. 1º Edición; Lleida: Eines 80, 2017. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=h4xLDwAAQBAJ&pg=PA113&dq=importancia+nutricional+de+la+coliflor&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjH1q\\_5u8TaAhXSq1MKHT-6CcAQ6AEIMDAC#v=onepage&q=importancia%20nutricional%20de%20la%20coliflor&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=h4xLDwAAQBAJ&pg=PA113&dq=importancia+nutricional+de+la+coliflor&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjH1q_5u8TaAhXSq1MKHT-6CcAQ6AEIMDAC#v=onepage&q=importancia%20nutricional%20de%20la%20coliflor&f=false)
- [23] Ladrón de Guevara V, Quiróz S. C, Acosta P. J, Adrián Pimentel A. L, Quiñones R. E. Hortalizas, las llaves de la energía [Publicación Periódica en Línea] 2004. Agosto [Citada: 2017 Diciembre 07]; 5(7): 2- 30 pág. Disponible en: [http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep\\_art88.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep_art88.pdf)
- [24] Centro Nacional de Alimentación y Nutrición: INS. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima (Perú): Ministerio de Salud- Instituto Nacional de Salud; 2009. Disponible en: <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- [25] Ojo [Internet]. Perú: *PrenSmart* S.A.C; 2010 [Actualización 5 Agosto de 2017, citado: 10 dic 2017]. Disponible: <https://ojo.pe/la-receta-del-dia/torreja-de-verduras-60772/>
- [26] Nava R. Méndez A. Efectos neurotóxicos de metales pesados (Cadmio, Plomo, Arsénico y Talio). Arch Neurocién (Mex). 2011; 16 (3): 140 -147 pág.
- [27] Morales L., Murillo L. Consumo de Arsénico y Riesgo Cardiovascular. Medicina Legal (Costa Rica). 2015; 32(1): 1- 5 pág.

- [28] Rubio C. Gutiérrez A. Izquierdo R. Revert C. Lozano G. Hardisson A. El Plomo como contaminante alimentario. Rev. De Toxicología [Internet]. 2004 [citado 24 Nov. 2016]; vol. 21, núm. 2-3, pp. 72-80, Disponible en: <http://www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/articulos/7.pdf>
- [29] Trejo M. Plomo: contaminación causada por plomo por una industria recuperadora del metal y su impacto sobre las personas que residen en sus cercanías. [Tesis para obtener el grado de Magister]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Laboratorio de Toxicología; 1998.
- [30] Tocaruncho R. Relación entre la exposición crónica ocupacional al Plomo y los efectos neurocomportamentales. [Tesis para obtener el Título de Especialista en Salud Ocupacional]. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana Facultad de enfermería - Facultad de medicina especialización en Salud Ocupacional Bogotá D.C; 2008.
- [31] Paúcar, R. Determinación de niveles de Plomo en sangre en población económicamente activa en la ciudad de Lima [Tesis de Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales]. Lima-Perú: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. 2015.
- [32] Cortés P. Martín P. Evaluación del comportamiento de Arsénico, Cobre, Plomo y Zinc en suelos afectados por el vertido de la mina de Aznalcóllar (Sevilla, España). [Tesis para obtener el grado de Magister]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2013.
- [33] Saavedra J. Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular. [Tesis Para Optar el Título Profesional de: Ingeniero Ambiental]. Lima- Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de Ciencias;
- [34] Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos *Codex Alimentarius*. 2015.

- [35] Orundo C. Robles J. Determinación de plomo en suelo debido a la contaminación por fabricas aledañas al asentamiento humano cultural progreso del distrito de Ñaña Chaclacayo. [Tesis para optar al título de Químico farmacéutico]. Lima- Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad Farmacia y Bioquímica; 2009.
- [36] Gisbert J. Medicina Legal y Toxicología. 5ta Edición. España: Editorial Masson; 2001.
- [37] Rey A., Luna L., Cantillo G., Espinosa M. Efectos Nocivos del Plomo para la Salud del Hombre. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas (Cuba) 2016; 35(3): 251 – 271 pág.
- [38] Valdivia M. Intoxicación por Plomo. Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna (Perú) 2005; 18(1):22-27.
- [39] Castro C. Sobrado F. Detección y cuantificación de Plomo en muestras de sangre venosa de escolares de 12 a 17 años de la urbanización La Primavera del distrito del Agustino mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica. [Tesis para optar al título de Químico farmacéutico]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad Farmacia y Bioquímica; 2010.
- [40] Torres E. Bioaccesibilidad de Arsénico y Mercurio en alimentos con potencial riesgo toxicológico. [Tesis para obtener el grado doctoral]. Valencia: Universidad de Valencia, Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (C.S.I.C.); Departamento de Química Analítica; 2011.
- [41] Peñalosa O. Recuperación de suelos mineros contaminados con Arsénico mediante fitotecnologías. [Tesis para obtener el grado doctoral]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias Departamento de Química Agrícola. 2010.

- [42] Flores E. Perez. J. Determinación de Arsénico, por absorción atómica, en agua de consumo humano proveniente de SEDAPAL, de cisterna y de pozo del distrito de Puente Piedra. [Tesis para optar al título de Químico farmacéutico]. Lima- Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad Farmacia y Bioquímica; 2009.
- [43] Moyano G. García S.A. Arsénico en aguas subterráneas su transferencia al suelo y a la planta [Tesis para obtener el grado doctoral]. Universidad de Valladolid, Escuela Universitaria Ingenierías Agrarias Departamento Producción Vegetal y Recursos Forestales; 2011.
- [44] Basualdo G. Yacila J. Determinación de Arsénico y Cadmio en aguas del Río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima. [Tesis para optar al título de Químico farmacéutico]. Lima- Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad Farmacia y Bioquímica; 2015.
- [45] Ramírez A. Exposición ocupacional y ambiental al Arsénico. Actualización bibliográfica para investigación científica. An Fac Med (E.E.U.U) 2013;74(3):237-247 pág.
- [46] Villegas W. Acereto P. Vargas M. Análisis Ultravioleta-Visible. La Teoría y La Práctica en el Ejercicio Profesional. Universidad Autónoma de Yucatán, 2006.
- [47] Litter M, Armienta M, Farías S. Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. 1° Ed. Argentina: Editorial CYTED; 2009.
- [48] Oppermann U, Schram J. *Low Limits of Detection using the High Speed Self Reversal Method for Background Compensation in Atomic Absorption Spectrometry*. En: *Colloquium Spectroscopicum Internationale XXXIII*, Granada. España: Shimadzu Corporation and University Hochschule Niederrhein; 2003.

IX. ANEXOS



FOTO N° 1: Puesto de Jirón Zorritos



FOTO N° 2: Puesto de la avenida Alfonso Ugarte



FOTO N° 3: Puesto de la Avenida Uruguay



FOTO N° 4: Puesto de la Avenida Bolivia



FOTO N° 5: Puestos de la avenida  
Garcilaso de la Vega - Tacna



FOTO N° 6: Uno de los puestos de la Avenida Emancipación



FOTO N° 7: Equipo de Espectrofotómetro de Absorción Atómica SHIMADZU AA-6800.



FOTO N° 8 : Materiales del Laboratorio de Análisis Químicos USAQ de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Química e Ingeniería Química.



FOTO N° 9: Muestras de Quinoa recolectadas



FOTO N° 10: Muestras de Pan con Tortilla de Verduras recolectadas



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA



UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

**INFORME DE ENSAYO**

**N° 276-2017**

Cliente : Srta. Shirley Atachagua Bernuy / Lía Gabriela González León  
Referencia USAQ : 175-01/30 (60 Determinaciones)  
Muestras : DESAYUNOS (QUINUA)  
Tema de Tesis : "Determinación de Arsénico y Plomo en Desayunos expendidos  
En puestos de venta ambulatoria en el Cercado de Lima- período  
Juní-Julio 2017"  
Cotización : 245-270-271-272-273-274-275-2017/USAQ-FQIQ  
Fecha de Recepción : 26/06/2017  
Fecha de Emisión : 18/07/2017

**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppm)
175-01	AU 01 Q	ARSENICO	N.D.
175-02	AU 02 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-03	AU 03 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-04	AU 04 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-05	AU 05 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-06	JZ 06 Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra Proporcionados por el Cliente.

IE-277-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA (Página 1 de 8)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA



UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra: Proporcionados por el Cliente.

IE-377-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA (Página 2 de 8)

**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra Proponionados por el Cliente.

IE-277-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA  Pagina 2 de 8



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra Proportcionada por el Cliente.

IE-277-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA  Pagina 2 de 8



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra: Proporcionados por el Cliente.

IE-277-2017 - DESAYUNOS PAN Y QUINUA  Página 2 de 8



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSENICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSENICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra: Proporcionados por el Cliente.

IE-377-2017. DESAYUNOS PAN Y QUINUA.  Página 2 de 2



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSENICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSENICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSENICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSENICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSENICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSENICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSENICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSENICO	N.D.

Muestra - Proporcionados por el Cliente

IE-277-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA  Página 2 de 8



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra Proporcionados por el Cliente.

IE-277-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA  Página 2 de 8



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA



UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra Proporcionados por el Cliente:

IE-277-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA. Página 2 de 3



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSENICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSENICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSENICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSENICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSENICO	N.D.
175-13	WT 13 Q	ARSENICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSENICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSENICO	N.D.

Muestra: Proporcionados por el Cliente.

IE-377-2017 DESAYUNOS PAN Y QUINUA  Página 2 de 8



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-07	JZ 07 Q	ARSENICO	N.D.
175-08	JZ 08 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-09	WT 09 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-10	WT 10 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-11	WT 11 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-12	WT 12 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-13	* WT 13 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-14	WT 14 Q	ARSÉNICO	N.D.
175-15	AB 15Q	ARSÉNICO	N.D.

Muestra: Proporcionadas por el Cliente.

IE-277-2017- DESAYUNOS PAN Y QUINUA  Página 2 de 2



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppm)
175-85	AE 25 P	ARSENICO	N.D.
175-86	AE 26 P	ARSENICO	N.D.
175-87	AE 27 P	ARSENICO	N.D.
175-88	AE 28 P	ARSENICO	N.D.
175-89	AE 29 P	ARSENICO	N.D.
175-90	AE 30 P	ARSENICO	N.D.
175-91	AU 01 P	PLOMO	15.793
175-92	AU 02 P	PLOMO	13.204

Muestra Proportcionada por el Cliente

IE-277-2017 DESAYUNOS (PAN) (Página 4 de 4)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA



UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-93	AU 03 P	PLOMO	18.364
175-94	AU 04 P	PLOMO	17.571
175-95	AU 05 P	PLOMO	6.425
175-96	JZ 06 P	PLOMO	10.466
175-97	JZ 07 P	PLOMO	18.456
175-98	JZ 08 P	PLOMO	12.942
175-99	WT 09 P	PLOMO	12.329
175-100	WT 10 P	PLOMO	14.526

Muestra: Proporcionados por el Cliente.

EE-277-2017 DESAYUNOS (PAN) (Página 5 de 8)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppm)
175-101	WT 11 P	PLOMO	13.334
175-102	WT 12 P	PLOMO	7.859
175-103	WT 13 P	PLOMO	9.423
175-104	WT 14 P	PLOMO	14.491
175-105	AB 15 P	PLOMO	7.637
175-106	AB 16 P	PLOMO	10.075
175-107	AB 17 P	PLOMO	8.771
175-108	AB 18 P	PLOMO	16.708

Muestra Proporcionados por el Cliente:

IE-277-2017 DESAYUNOS (PAN) (Página 6 de 8)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-109	AB 19 P	PLOMO	15,692
175-110	UR 20 P	PLOMO	17,283
175-111	UR 21 P	PLOMO	15,925
175-112	UR 22 P	PLOMO	7,800
175-113	UR 23 P	PLOMO	9,418
175-114	UR 24 P	PLOMO	7,859
175-115	AE 25 P	PLOMO	10,569
175-116	AE 26 P	PLOMO	12,925

Muestra Proveenidos por el Cliente:

PH  
IE-277-2017 DESAYUNOS (PAN) (Página 7 de 8)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS**

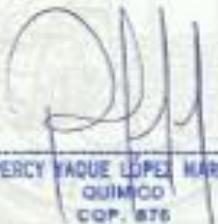
CODIGO DE MUESTRA USAQ	CODIGO Y REFERENCIA DEL CLIENTE	DETERMINACION	RESULTADOS (ppb)
175-117	AE 27 P	PLOMO	8.641
175-118	AE 28 P	PLOMO	10.830
175-119	AE 29 P	PLOMO	9.618
175-120	AE 30 P	PLOMO	7.257

Muestra Proporcional por el Cliente:

**N.D. = NO DETECTABLE**

Límite de Detección Analítica = 5 ppb

Metales GFAAS USAQ-ME-15

  
PERCY YAQUE LÓPEZ MARILUZ  
QUÍMICO  
CQP. 876

Nota: El presente informe sólo es válido en su estado original y se refiere únicamente a la muestra analizada, cualquier modificación o omisión en el contenido de presente informe lo anula automáticamente.  
Observ: La muestra podrá ser devuelta después del plazo de 15 días calendario de entregada al Instituto de Egresos, pasado ese tiempo no se aceptan reclamos ni devoluciones y la muestra pasará automáticamente al proceso de desecho.

IE-277-2017 DESAYUNOS (PAN)(Página 5 de 1