



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

TESIS

**“DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CADMIO EN CIGARRILLOS CON FILTRO
COMERCIALIZADOS EN EL STAND 669-C2, JR. CUZCO N° 669 MESA REDONDA, EN EL
PERIODO DE MAYO - JULIO 2013”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

POR VARGAS ESPINOZA, SANDRA DANIELA

**ASESOR
Q.F BARRETO YAYA, DANILO**

LIMA – PERÚ

2013

DEDICATORIA

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

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo me gustaría agradecer en primer lugar a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mis padres, Augusto y Eulogia por todo su apoyo, comprensión y amor, creando en mí y en mis hermanos deseos de superación, es por eso toda mi adoración a ellos.

Al CENTRO TOXICOLOGICO S.A.C. – CETOX por brindarme sus ambientes y equipos para la realización del trabajo de investigación.

A la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado a mi formación, con su enseñanza y consejos.

De igual manera agradecer a mi asesor de Investigación el Dr. Danilo Barreto por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi investigación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

La finalidad de este trabajo fue determinar si la concentración de cadmio en los cigarrillos con filtro de las siguientes marcas: Golden Beach, Inka, Elephant, Hamilton y Lucky Strike; comercializados en el Stand 669-C2, Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, exceden las concentraciones halladas por las investigaciones regional e internacional; método empleado Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

Los resultados fueron las siguientes: concentración media Perú 0.048 ug/g, Arabia Saudita 1.81 ug/g, Brasil 0.054 ug/g, China 3.21 ug/g y Jordania 2.64 ug/g.

Los resultados nos indican que los cigarrillos con filtro de las marcas Golden Beach, Elephant, Inka, Hamilton y Lucky Strike no superan las concentraciones halladas en las investigaciones de Arabia Saudita, Brasil, China y Jordania.

Palabras clave: cadmio, cigarrillos, toxicidad, espectrofotometría de absorción atómica, digestión por microondas.

ABSTRACT

The purpose of this work it was to determine if the concentration of cadmium in the cigarettes with filter of the following brands: Golden Beach, Inka, Elephant, Hamilton and Lucky Strike; commercialized in the Stand 669-C2, Jr. Cuzco N ° 669 Table Redonda, exceed the concentrations found by the regional and international investigations; used method Spectrophotometry of Atomic Absorption with Graphite oven.

The results were the following ones: concentration happens Peru 0.048 ug/g, Saudi Arabia 1.81ug/g, Brazil 0.054 ug/g, China 3.21ug/g and Jordan 2.64ug/g.

The results indicate us that the cigarettes with filter of the brands Golden Beach, Elephant, Inka, Hamilton and Lucky Strike do not overcome the concentrations found in the investigations of Saudi Arabia, Brazil, China and Jordan.

Key words: cadmium, cigarettes, toxicity, spectrophotometry of atomic absorption, digestion for microwave.

ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	Descripción de la Realidad Problemática.....	11
1.2	Delimitación de la Investigación.....	12
	1.2.1 Delimitación Espacial.....	12
	1.2.2 Delimitación Temporal.....	12
	1.2.3 Delimitación Social.....	12
1.2	Formulación del Problema.....	12
1.4	Objetivos de la Investigación.....	13
	1.4.1 Objetivo General.....	13
	1.4.1 Objetivos Específicos.....	13
1.5	Hipótesis de la Investigación.....	13
	1.5.1 Hipótesis General.....	13
	1.5.2 Hipótesis Específicas.....	13
1.6	Justificación e Importancia de la Investigación.....	14
	1.6.1 Justificación de la investigación.....	14
	1.6.2 Importancia de la investigación.....	14

**CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO**

2.1	Antecedentes de la Investigación.....	16
2.2	Bases Teóricas.....	18
2.3	Definición de Términos Básicos.....	26

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1	Diseño de la Investigación.....	29
3.1.1	Tipo de Investigación.....	29
3.1.2	Método.....	29
3.2	Población y Muestreo de la Investigación.....	30
3.2.1	Población.....	30
3.2.2	Muestra.....	30
3.3	Variables e Indicadores.....	31
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	31
3.4.1	Técnicas.....	31
3.4.2	Instrumentos.....	33

**CAPÍTULO IV
PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1	Resultados.....	35
4.2	Discusión de los Resultados.....	44
CONCLUSIONES.....		46

RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	51

INDICE DE TABLAS Y GRAFICOS

TABLAS

- Tabla1.** Muestras analizadas de cigarrillos con filtro con sus respectivos precios y concentraciones.
- Tabla2.** Porcentaje de muestras de cigarrillos con filtro que exceden la concentración de en la investigación de Arabia Saudita 1.81 ug/g.
- Tabla3.** Concentraciones media de Cadmio en cigarrillos con filtro, en comparación con la concentración media de la investigación de Arabia Saudita.
- Tabla4.** Porcentaje de muestras de cigarrillos con filtro que exceden la concentración de la investigación de Brasil 0.65 ug/g.
- Tabla5.** Concentraciones media de Cadmio en cigarrillos con filtro, en comparación con la concentración media de la investigación de Brasil.
- Tabla6.** Porcentaje de muestras de cigarrillos con filtro que exceden la concentración de la investigación de China 3.21ug/g.
- Tabla7.** Concentraciones media de Cadmio en cigarrillos con filtro, en comparación con la concentración media de la investigación de China.
- Tabla8.** Porcentaje de muestras de cigarrillos con filtro que exceden la concentración de la investigación de Jordania 2.64 ug/g.

Tabla9. Concentraciones media de Cadmio en cigarrillos con filtro, en comparación con la concentración media de la investigación de Jordania.

GRAFICOS

Grafico 1 Comparación de la concentración de Cadmio de los cigarrillos con filtro, con la investigación realizada en Arabia Saudita.

Grafico 2 Comparación de la concentración de Cadmio de los cigarrillos con filtro, con la investigación realizada en Brasil.

Grafico 3 Comparación de la concentración de Cadmio de los cigarrillos con filtro, con la investigación realizada en China.

Grafico 4 Comparación de la concentración de Cadmio de los cigarrillos con filtro, con la investigación realizada en Jordania.

Grafico 5 Comparación de las concentraciones de Cadmio de las investigaciones internacionales con la concentración media de los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2, Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se conoce que el cadmio está presente en mayor o menor grado en todos los alimentos. En general, la concentración de este metal en los alimentos es baja, siendo en los alimentos de origen vegetal en los que se encuentran las concentraciones más altas, como en el caso del tabaco que es de origen vegetal obtenido de las hojas de varias plantas del género *Nicotiana (Nicotiana tabacum)*, se emplea para la producción de cigarrillos actualmente comercializada legalmente en todo el mundo abarcando una variedad de 40 marcas con sus respectivas presentaciones de cigarrillos con filtros a nivel nacional.

La cantidad de este metal contenido en los productos del tabaco como en el caso de los cigarrillos varía considerablemente según la región geográfica de cultivo del tabaco, los métodos agrícolas utilizados durante los procesos de cultivo, curación y elaboración.

La exposición de la población general al cadmio es un problema de salud pública, siendo las principales fuentes tanto el consumo de tabaco como la exposición al humo del mismo. Se tiene en cuenta que los cigarrillos con filtro tienen diversas restricciones por su alto contenido de metales pesados como el Cadmio.

La International Agency for Research on Cancer (IARC) ha incluido al Cadmio procedente del humo del tabaco en el "Grupo I de carcinogénicos humanos", debido a que ingresa al organismo por vía inhalatoria cuando se quema el cigarrillo y se absorbe por el pulmón distribuyéndose de la sangre a todo el cuerpo. Debido a que los niveles permisibles de Cadmio en los cigarrillos no cuentan en la actualidad con una norma técnica nacional vigente, la presente investigación se realizara bajo normas regulatorias realizadas en diversos estudios internacionales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática:

El presente estudio tiene la finalidad de determinar el nivel de Cadmio en los cigarrillos con filtro por el método de espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

Se considera al tabaco, entre los cinco principales factores de riesgo de mortalidad y morbilidad, la causa de muerte más prevenible. El 11% de las muertes por cardiopatía isquémica, la principal causa mundial de muerte, son atribuibles al consumo de tabaco; así como más del 70% de las muertes por cáncer de pulmón, bronquios y tráquea. Si se mantienen las tendencias actuales, el consumo de tabaco matará a más de 8 millones de personas al año en 2030 (1).

La prevalencia en el último año del consumo del tabaco en forma de cigarrillos ha aumentado en los últimos años, habiendo similitudes en cuatro países de América del Sur, siendo en Bolivia el de mayor prevalencia con 35,4%, en Colombia 29,6%, en Ecuador 33,9% y en Perú 36,0%. En todos los países la cifra de uso es considerablemente mayor entre los hombres que entre las mujeres (2).

Los cigarrillos tienen como base para su elaboración al tabaco que posee una composición formada por la nicotina, siendo la responsable de la adicción del tabaco (1,3), representa el 90-95% de los alcaloides del tabaco. También por otros elementos como el alquitrán, quién fuma un paquete diario de tabaco inhala aproximadamente 840 cm³ de alquitrán de tabaco por año (3).

Las tabacaleras han agregado centenares de aditivos al tabaco. El más canallesco es el amoníaco, gracias al cual la nicotina llega al cerebro en 7 segundos, facilita y refuerza la dependencia (3). Sin embargo no se ha prestado suficiente atención a la presencia de estos metales como el Cadmio que tiene un tiempo de vida de entre 13,6 y 23,5 año; lo que puede originar efectos adversos crónicos sobre la salud (1,4).

En el mercado nacional se ha encontrado un total de 40 marcas de cigarrillos con sus respectivas presentaciones con filtro tanto nacional como importado, que son comercializados en el Stand 669-C2, Jr. Cuzco Mercado Central.

Existen diversas normas y regulaciones internacionales para los niveles permisibles de metales pesados como el caso del Cadmio presente en cigarrillos con filtro. En el Perú no existen estudios sobre el contenido de metales pesados como el Cadmio en cigarrillos con filtro, es así que nuestro estudio busca determinar los niveles de Cadmio en los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2, Jr. Cuzco Mercado Central, mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito, para luego compararlos con los indicadores internacionales.

1.2 Delimitación de la Investigación:

1.2.1 Delimitación Espacial:

Para la presente investigación se analizaron muestras de cigarrillos obtenidas del Stand 669-C2, Jr. Cuzco Mercado Central.

1.2.2 Delimitación Temporal:

La investigación se llevó a cabo durante los meses mayo a julio del 2013.

1.2.3 Delimitación Social:

Poblaciones consumidoras de las diferentes marcas de cigarrillos con filtro.

1.3 Formulación del Problema:

¿Los cigarrillos con filtro que son comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, exceden la concentración de Cadmio, según los estudios internacionales, mayo a julio 2013?

1.4 Objetivos de la Investigación:

1.4.1 Objetivo General:

Evaluar la concentración elevada de Cadmio en cigarrillos con filtro, comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, mayo a julio 2013.

1.4.2 Objetivos Específicos:

1.4.2.1 Evaluar qué marcas de cigarrillos con filtro presentan concentraciones elevadas de Cadmio, comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, mayo a julio 2013.

1.4.2.2 Comparar los resultados obtenidos con los estudios realizados a nivel internacional.

1.5 Hipótesis de la Investigación:

1.5.1 Hipótesis General:

Los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, presentarían concentraciones elevadas de Cadmio, mayo a julio 2013.

1.5.2 Hipótesis Secundarias:

1.5.2.1 Algunas marcas de cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, presentarían concentraciones elevadas de Cadmio.

1.5.2.2 Los cigarrillos con filtro que son comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, presentarían concentraciones más elevadas de Cadmio, que los estudios realizados a nivel internacional.

1.6 Justificación e Importancia de la Investigación:

1.6.1 Justificación de la investigación:

Se conoce de la acumulación de metales pesados como el Cadmio en los cultivos, debido a su alta transferencia desde el suelo; dentro de estos, el tabaco que es la materia prima para la producción de cigarrillos. El tabaco puede verse contaminado con Cadmio en su composición final, porque se ve expuesto a este contaminante, que puede estar presente en el suelo, por la aplicación de fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas para controlar las diversas enfermedades de la planta, transporte, almacenamiento y molienda.

Teniendo en cuenta que los cigarrillos, en sus diversas presentaciones, podrían contener concentraciones elevadas de metales pesados como el Cadmio, estas serían una de las causas de enfermedades al consumidor y de su entorno. La presente investigación tiene por finalidad determinar las concentraciones de Cadmio que contienen los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, para compararlos después con los parámetros establecidos por los estudios a nivel internacional.

1.6.2 Importancia de la investigación:

Actualmente no sólo se busca que un cigarrillo cumpla con su calidad en cuanto a las características organolépticas, sino también en lo referente a su composición, incluye que se encuentre libre de contaminantes, dentro de ellos el Cadmio. Es así que los estudios internacionales han realizado análisis sobre el contenido de metales pesados en cigarrillos.

Teniendo en cuenta que los cigarrillos son productos de gran acogida, tanto por los jóvenes y adultos; y que pueden contener cantidades elevadas de metales pesados, el Cadmio puede ser inhalado a través del humo del cigarrillo, depositándose en los tejidos pulmonares causando daño sistémico, inhibiendo las enzimas encargadas de los procesos de reparación del ADN, por lo que esta consecuencia es tomada como punto de inicio para la realización de la presente investigación, que tiene por finalidad dar a conocer los riesgos de los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, por el contenido de Cadmio.

Logrando concientizar a los consumidores, evitando posibles enfermedades, y por consiguiente mejorando su calidad de vida; de las personas de su entorno y el medio ambiente.

CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación:

2.1.1 En Arabia Saudita se realizó un trabajo para determinar los niveles de metales pesados en determinadas marcas de cigarrillos más populares vendidos y /o producidos allí. se determinaron por espectrometría de absorción horno de grafito-atómica (GAAAS). Las concentraciones medias de Cadmio y Plomo en las diferentes marcas de cigarrillos fueron 1,81 y 2,46 $\mu\text{g/g-1}$ (peso seco), respectivamente. Los resultados obtenidos en este estudio estimar la cantidad media de Cd inhalado al fumar un paquete de 20 cigarrillos al estar en el intervalo de 0,22-0,78 μg . los resultados sugieren que la cantidad de Pb inhalado al fumar un paquete de 20 cigarrillos se estima en 0,97-2,64 μg . las concentraciones de Cd y Pb en los cigarrillos fueron significativamente diferentes entre las marcas de cigarrillos a prueba. Los resultados del presente estudio fueron comparados con los de otros estudios regionales e internacionales (5).

2.1.2 En Brasil se realizó un estudio de Evaluación de los Niveles de metales pesados cancerígenos en cigarrillos brasileños. Según la IARC (INTERNATIONAL FOR RESEARCH ON CANCER), plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As), níquel (Ni) y cromo (Cr) es cancerígeno para los seres humanos. Este estudio tiene como objetivo evaluar los niveles de metales en los cigarrillos comercializados en Brasil. Tres cigarrillos de cada 20 marcas diferentes se pesaron individualmente, el tabaco de relleno elimina, y se homogeneizó. Después de la desecación, las muestras se sometieron a digestión asistida por microondas. Los análisis se realizaron por horno de grafito espectrometría de absorción atómica. Los niveles medios de Pb, Cd, As, Ni y Cr fueron, respectivamente, $0,27 \pm 0,054$, $0,65 \pm 0,091$, $0,09 \pm 1,26$, $0,024 \pm 0,449$, y $1,43 \pm 0,630$, en microgramos por gramo de tabaco. No se observó ninguna correlación entre Cd y cualquier otro metal analizado. Se observó una correlación leve ($r = 0,483$, $p < 0,05$) entre los niveles de Cr y Pb. Se observaron fuertes correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre el Ni y Cr ($r = 0,829$), Ni y medida ($r = 0,799$), Ni y Pb ($r = 0,637$), y entre Cr y As ($r = 0,621$). Los

niveles de cromo y Ni fueron significativamente mayores en los cigarrillos de un fabricante multinacional. Los resultados muestran una alta variabilidad en los niveles de metales pesados en los cigarrillos, lo que representa una fuente importante de exposición de los fumadores y fumadores pasivos a sustancias cancerígenas (6).

2.1.3 En China se realizó un trabajo de investigación de los cigarrillos vendidos en China: diseño, emisiones y metales donde los resultados sugieren que al igual que la mayoría de los países, los niveles de alquitrán de los cigarrillos chinos prevé principalmente en peso del tabaco y la ventilación del filtro. Ventilación explico aproximadamente el 50% de la variación observada en el alquitrán y la variación en los rendimientos de 60% de monóxido de carbono. Encontramos pocos cambios significativos en las características de diseño clave de cigarrillos comprados en ambas rondas. Hemos observado niveles significativos de diversos metales, promediando 0,82 ug/g de arsénico (rango 0,3 a 3,3), 3,21 ug/g de cadmio (rango 2,0 a 5,4) y 2,65 ug/g de plomo (rango 1,2 a 6,5) en una sub muestra de 13 marcas en 2005-6, sustancialmente más alto que los productos canadienses contemporáneos (7).

2.1.4 En Jordania se realizó un estudio de determinación de cadmio y plomo en diferentes marcas de cigarrillos en Jordania. Las concentraciones de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en diferentes marcas de cigarrillos vendidos y / o producidos en Jordania se determinaron por horno de grafito espectrometría de absorción atómica (GF-AAS). Los niveles promedio de Cd y Pb en las diferentes marcas de cigarrillos en Jordania fueron 2,64 y 2,67 μ g/g-1 (DW), respectivamente. Los resultados obtenidos en este estudio estiman la cantidad media de Cd inhalado al fumar un paquete de cigarrillos 20 para estar en el rango de 3,65 a 7,30 μ g. Los resultados sugieren que la cantidad de Pb inhalado de fumar un paquete de 20 cigarrillos, se estima en 0,74-2,22 μ g. Las concentraciones de Cd y Pb en los cigarrillos fueron significativamente diferentes entre las marcas de cigarrillos ensayados. Los resultados se compararon con otros estudios en todo el mundo (8).

2.2 Base Teóricas:

2.2.1 Origen del Tabaco:

La planta del tabaco, usada desde hace siglos, la encontraron los españoles a su llegada a América, donde se fumaba con fines religiosos, ceremoniales o medicinales, en las Antillas, México, Brasil, la Florida y Virginia. En la planta de tabaco, la concentración de los elementos varía a lo largo del tallo, siendo esta concentración mayor en las hojas viejas que en las jóvenes (1).

La planta de tabaco madura mide de 1 a 3 metros de altura y produce entre 10 y 20 hojas grandes. Éstas se secan, curan y utilizan para fabricar cigarrillos, puros y tabaco de pipa y de mascar. Esta planta perteneciente al género *Nicotiana* es el principal componente del tabaco. La especie *Nicotiana tabacum* con la que se elabora el tabaco se puede clasificar a su vez en cuatro variedades: havanesis, brasilensis, virginica y purpúrea, que son el origen de las distintas variedades usadas en la comercialización (1).

2.2.2 Composición del Tabaco:

La composición química del tabaco es muy variada. Se han identificado cerca de 4,000 sustancias, de las cuales, alrededor de la mitad se encuentran originalmente en las hojas y la otra mitad son producto de reacciones químicas durante la combustión.

En el tabaco procesado se encuentran, además, componentes químicos que se introducen durante el proceso de cura y otros más que son agregados por los productores para darle a su producto un sabor especial o una determinada calidad.

Básicamente, estos componentes se agrupan en gases y partículas sólidas, pero la proporción de cada uno de éstos en el aire que inspira el fumador está sujeta a variables como: la variedad de tabaco, la mezcla de saborizantes, colorantes, conservadores, agentes que incrementan la capacidad de combustión, grado de compactación de la mezcla, tamaño del cigarro, fuerza con la que se aspira, la temperatura que se alcanza al respirar si hay un filtro, el tipo de papel, etc.

La fase gaseosa contiene varios compuestos dañinos: monóxido de carbono, bióxido de carbono, amoníaco, nitrosaminas volátiles, óxidos de nitrógeno, cianuro de hidrógeno, derivados del azufre y de los nitritos, hidrocarburos volátiles, alcoholes, aldehídos y cetonas. Entre las partículas sólidas se encuentran la nicotina y el alquitrán (9).

Un cigarrillo contiene entre 1 y 2 mg de cadmio que se libera como óxido de cadmio; el 10% del óxido de cadmio inhalado se deposita en los tejidos pulmonares. El cadmio ocasiona contaminación ambiental e industrial y, en ser humano actúa inhibiendo enzimas encargadas de los procesos de reparación del ADN; es un irritante local, inhibe la absorción intestinal de calcio impidiendo su depósito en los tejidos óseos y se acumula en distintos órganos, principalmente en el riñón, hígado, placenta y eritrocitos. Tiene una vida media prolongada, de aproximadamente de 20 a 30 años (10).

2.2.3 Toxicocinética del Humo:

La Toxicocinética del tabaco; la combustión del tabaco origina dos corrientes:

*Una corriente principal mediante maniobra de aspiración que el fumador dirige hacia su propio aparato respiratorio, pasando de la cavidad oral directamente a los pulmones.

*Una corriente secundaria o lateral que se produce al consumirse espontáneamente el cigarrillo, que es la que inhala el fumador pasivo.

El humo de la corriente lateral tiene mayores concentraciones de algunas sustancias tóxicas y carcinogénicas, aunque la dilución provocada por el aire ambiental reduce marcadamente las concentraciones inhaladas posteriormente por el fumador pasivo en comparación con las inhaladas por el fumador activo.

La absorción de los componentes va a depender del pH y de la solubilidad, así los elementos más solubles se absorberán en vías aéreas superiores y los de baja solubilidad se absorberán a nivel alveolar (1).

2.2.4 Cadmio:

Metal que se encuentra en la corteza terrestre, asociado con minerales de cinc, plomo y cobre.

El cadmio puro es un metal blando de color plateado. El cadmio y sus compuestos tienen una presión de vapor muy baja. El cloruro de cadmio y el sulfato de cadmio se disuelven en agua.

En el aire; el cadmio (como óxido, cloruro o sulfato) se encuentra en el aire en forma de partículas o vapores (proveniente de procesos de alta temperatura). Puede ser transportado largas distancias en la atmósfera para ser depositado (húmedo o seco) sobre la superficie del suelo o del agua.

En el suelo; el cadmio y sus compuestos pueden movilizarse a través del suelo, pero su movilidad depende de varios factores tales como el pH y la cantidad de materia orgánica, los que varían según el ambiente local. Generalmente, el cadmio se adhiere fuertemente a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y es incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria.

En el agua; el cadmio existe en forma de ión hidratado o como complejo iónico asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas. Las formas de cadmio solubles se movilizan en el agua. Las formas insolubles son inmóviles y se depositarán en el sedimento donde serán absorbidas (11).

2.2.5 Características Químicas:

Las propiedades químicas del cadmio (Cd) son muy similares a las del zinc, y con frecuencia coexiste con este metal en la naturaleza. En los minerales y las menas, la proporción de cadmio y zinc suele oscilar entre 1:100 a 1:1.000 (12).

El metal cadmio se encuentra en el humo de la combustión, en forma iónica, como óxidos, cloruros, etc. Los metales tóxicos a menudo se denominan con el término genérico de “metales pesados”, con independencia de su masa atómica o molecular (4).

2.2.6 Toxicocinética del Cadmio:

2.2.6.1 Absorción:

El contenido corporal de cadmio se incrementa con la edad hasta los 50 años. En los adultos, la carga corporal de cadmio puede llegar a 40 miligramos, dependiendo de la situación geográfica y sobretodo del hábito de fumar, pues en un fumador la carga alcanza el doble (13).

La absorción de cantidades significativas de este metal por vía pulmonar, se da como consecuencia de la inhalación de humo de tabaco, las personas que poseen pocas reservas de hierro en su organismo, se traduce en una baja concentración de ferritina en el suero, puede presentar una absorción de cadmio mucho mayor.

Tras la absorción, ya sea por vía digestiva o respiratoria, el cadmio se transporta al hígado, donde se inicia la producción de una proteína de bajo peso molecular que se une al cadmio, la metalotioneína (12).

2.2.6.2 Distribución:

La fracción que pasa a sangre se distribuye en 3 compartimentos de recambio:

- Compartimento 1 de “recambio rápido” y, por tanto, no genera acumulación.
- Compartimento 2 de “recambio medio”, constituido por los hematíes, en los que se acumula en pequeñas cantidades (13), existe un transporte continuo desde el hígado al riñón (12).
- Compartimento 3 de “recambio lento”; aquí, una fracción significativa de cadmio se une a la metalotioneína y va a depositarse en los órganos blanco (13).

2.2.6.3 Metabolismo:

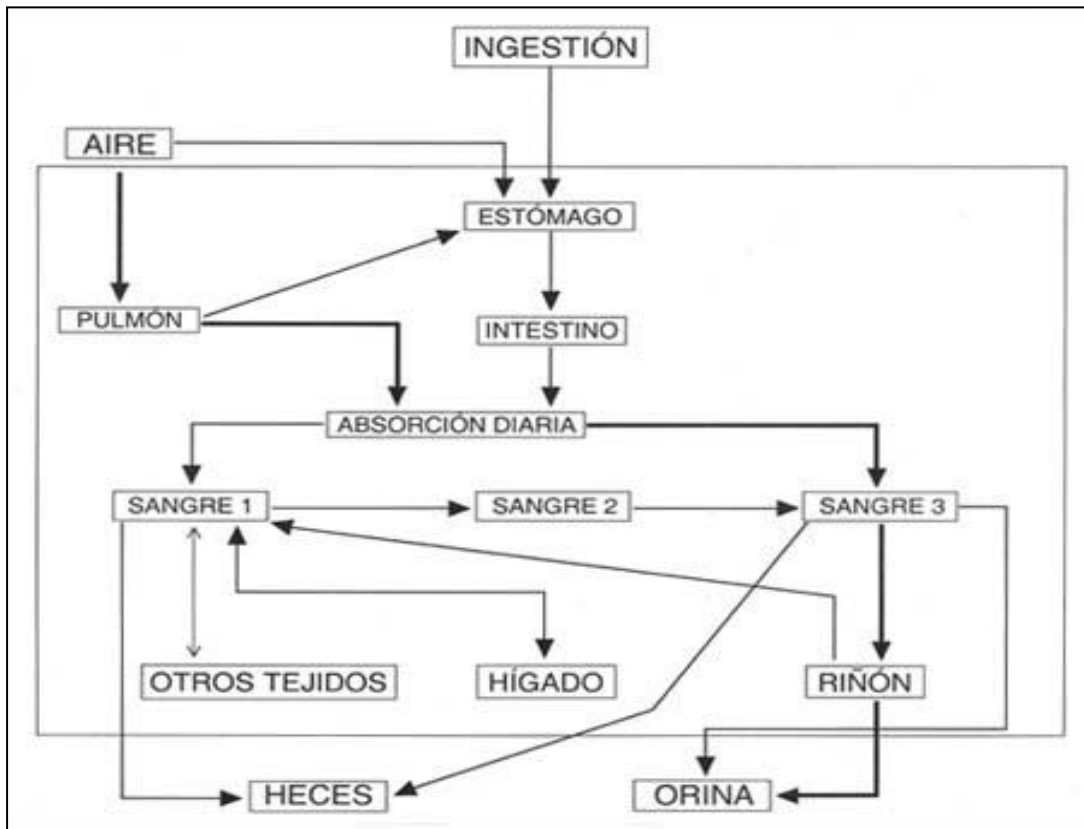
Los iones de cadmio libres que se liberan tras la degradación de la metalotioneína inician una nueva síntesis de metalotioneína, que se une al cadmio y protege a la célula de los efectos sumamente tóxicos de los iones libres de cadmio.

Se piensa que cuando se supera la capacidad de producción de metalotioneína en las células de los túbulos, se produce la insuficiencia renal. Los riñones y el hígado presentan las concentraciones de cadmio

más elevadas, puesto que contienen cerca del 50 % de la carga corporal de cadmio.

La concentración de cadmio en la corteza renal, antes de que se produzcan lesiones renales inducidas por este metal, es aproximadamente 15 veces superior a la concentración hepática (12).

Figura 1. Toxicocinetica del Cadmio



Fuente: Toxicología del Cadmio Conceptos Actuales para Evaluar Exposición Ambiental u Ocupacional con Indicadores Biológicos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2002.

2.2.6.4 Excreción:

La eliminación del cadmio es muy lenta, y por ello se acumula en el organismo, aumentando su concentración con la edad y el tiempo de exposición (12). Las principales vías de excreción son orina y heces (13).

2.2.7 Toxicodinamia del Cadmio:

El cadmio es un metal tóxico y no esencial para el organismo, que se acumula en los tejidos. El principal mecanismo de acción del Cadmio es comutagénico, es decir, interfiere en los procesos de reparación del ADN (12).

Los órganos blanco son riñón y pulmón. En exposición ambiental, sus principales efectos tóxicos son: neumonitis química, disfunción renal con proteinuria y micro proteinuria y enfisema. El riñón es más sensible al cadmio que pulmón e hígado y el epitelio del túbulo renal proximal es el punto blanco.

Sus principales interacciones serían:

- Unión fuerte del Cd a los grupos –SH de las proteínas intracelulares, que inhibiría a las enzimas que poseen estos grupos.
- Desplazamiento del Zn de los enlaces -S- y la consiguiente alteración enzimática y de sus procesos bioquímicos, que se refleja en su deficiencia relativa. Las metalotioneínas (13).

2.2.8 Riesgo Toxicológico:

Inhalación; cerca de 25-60% del cadmio que se respira entrará al cuerpo a través de los pulmones.

Ingestión; una cantidad pequeña de cadmio en los alimentos y el agua (cerca de 5-10%) entrará al cuerpo a través del tubo digestivo. Si no se consume suficiente hierro u otros elementos nutritivos en la dieta, es probable que se absorba más cadmio de la dieta que lo normal (11).

2.2.9 Intoxicación Aguda:

La mayoría de las veces los síntomas de intoxicación aguda se limitan a dolor abdominal, náuseas, diarrea, disnea, cianosis, fiebre, taquicardia (14).

2.2.10 Intoxicación Crónica:

Los cambios asociados con la intoxicación crónica por cadmio pueden ser locales, en cuyo caso se afectan las vías respiratorias, o sistémicos, debido a la absorción de cadmio.

Las alteraciones sistémicas incluyen lesiones renales, con proteinuria y anemia.

Los principales síntomas derivados de la exposición a cadmio en el aire son los correspondientes a una neumopatía de carácter obstructivo, en forma de enfisema. Asimismo, en los casos de exposición a concentraciones muy elevadas de cadmio, pueden observarse manchas amarillas en los cuellos de las piezas dentarias y pérdida del sentido del olfato (anosmia).

Hay que señalar que las lesiones renales inducidas por cadmio son irreversibles y pueden seguir progresando incluso después de que cesa la exposición (12)

2.2.11 Situación Actual:

Tomando en cuenta que un fumador no solo fuma sólo un cigarrillo al día, el factor de la exposición repetida, es clave para analizar el impacto que un agente negativo puede tener en nuestro cuerpo, en este caso el cadmio (15).

La Internacional Agency For Research On Cancer (IARC) ha clasificado al Cadmio en la categoría I (16,17), hay pruebas suficientes que confirman que puede causar cáncer para el ser humano (18).

El cadmio es un factor de riesgo cardiovascular, incluso a muy bajas concentraciones y la European Food Safety Authority reconoce que está asociado con el infarto de miocardio y con alteraciones de la función cardiovascular. Es considerado como un agente cancerígeno por el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos (DHHS) (19). Además la Internacional Agency For Research On Cáncer (IARC), ha dado a conocer que el Cadmio produce cáncer de próstata y de pulmón. (20).

2.3 Definición de Términos Básicos:

2.3.1 Cadmio:

Metal blanco azulado, dúctil y maleable, se enlaza a residuos de cisteína. La metalotioneína, que tiene residuos de cisteína, se enlaza selectivamente con el cadmio.

2.3.2 Metales Pesados:

Todo elemento químico metálico que tenga una densidad relativamente alta y que sea toxico o venenoso en concentraciones pequeñas.

2.3.3 Tabaco:

Planta de la familia de las solanáceas, originaria de América, de raíz fibrosa, tallo de cinco a doce centímetros de altura, vellosa y con médula blanca; hojas grandes, lanceoladas; flores en racimos y la corola de color rojo purpúreo o amarillo pálido, y fruto en capsula.

2.3.4 Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito:

La técnica se basa en el hecho de que los átomos absorben la luz en las frecuencias o longitudes de onda característica del elemento de interés.

Dentro de ciertos límites, la cantidad de luz absorbida se puede correlacionar linealmente con la concentración del analito. Los átomos de la mayoría de elementos pueden ser producidos a partir de las muestras mediante la aplicación de altas temperaturas.

2.3.5 Metalotioneína:

Proteínas que tienen un papel destacado en el equilibrio de la bioquímica cerebral, en particular en la regulación de los niveles de cobre y zinc; así como en la protección contra metales pesados.

2.3.6 Tóxico:

Sustancia que puede producir algún efecto nocivo sobre un ser vivo, alterando sus funciones vitales.

2.3.7 Toxicidad:

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

2.3.8 Cancerígeno:

Sustancia o agente capaz de producir degeneraciones malignas, incluso en dosis muy pequeñas, generando una alteración en el ADN celular, que puede desencadenar el proceso de la carcinogénesis en una célula y causar un cáncer, normalmente varios años después del comienzo de su acción sobre el organismo.

2.3.9 Carcinógeno:

Cualquier sustancia o agente capaz de desencadenar un cáncer en las células sanas; no necesariamente tiene que ser un agente que provoque mutación en el material genético de las células.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación:

La investigación se realiza de forma transversal ya que se recolectan los datos en un periodo de tiempo corto (tres meses), y es no experimental debido a que se observan situaciones ya existentes.

3.1.1 Tipo de Investigación:

3.1.1.1 Descriptiva:

Se basa en las situaciones, actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, objetos y procesos conocidos.

3.1.1.2 Correlacional:

Se basa en determinar el grado de relación y semejanza que existe entre las características de la investigación.

3.1.2 Método:

Según el problema y los objetivos planteados el estudio realizado es de tipo:

3.1.2.1 Transversal:

Las variables del estudio en la determinación del metal Cadmio se medirán de mayo a julio de 2013.

3.1.2.2 Inductiva:

Mediante este método obtendremos conclusiones generales a partir de premisas particulares.

3.1.2.3 Cuantitativa:

Se basa en examinar los datos de manera numérica, especialmente en el área estadística.

3.1.2.4 Prospectivo:

Una vez planteada la hipótesis, se definió la muestra de la población que participará en la observación.

3.2 Población y Muestreo de la Investigación:

3.2.1 Población:

Abarca todos los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, en sus diversas marcas comerciales. En el mercado nacional, se comercializan un total de 40 marcas de cigarrillos con filtro y sin filtro.

3.2.2 Muestra:

La muestra comprende 5 marcas de cigarrillos con filtro: GOLDEN BEACH, ELEPHANT, INKA, HAMILTON y LUCKY STRIKE; para su determinación se tuvo en cuenta el cigarrillo con filtro de alto, Mediano y bajo costo.

3.3 Variables e Indicadores:

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR ug/g
V(X): Cigarrillos con filtro	Cigarrillos expendidos en Mesa Redonda ubicada en Jr. Cuzco 669 - Cercado de Lima.	Marcas de cigarrillos GOLDEN BEACH, ELEPHANT, INKA HAMILTON y LUCKY STRIKE.	
V(Y): Concentración De Cadmio	Niveles de Cadmio	Estudios realizados en Brasil.	Concentración obtenida: 0.65ug/g
		Estudios realizados en Jordania.	Concentración obtenida: 2.64 ug/g
		Estudios realizados en China.	Concentración obtenida: 3.21 ug/g
		Estudios realizados en Arabia Saudita.	Concentración obtenida: 1.81 ug/g

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

3.4.1 Técnicas:

La técnica empleada es la comparación de fuentes escritas.

***Método Analítico: Espectrofotometría de Absorción Atómica asociado a un Horno de Grafito**

Se seleccionó el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica asociado a un Horno de Grafito porque, permite utilizar pequeñas cantidades de la muestra para la determinación de trazas de elementos en diferentes tipos de sustancias. Además tiene bajo costo y es fiable.

***Fundamento de Espectrometría de Absorción Atómica por Horno de Grafito:**

La espectroscopía de absorción atómica se basa en la medición de la radiación electromagnética absorbida por átomos, moléculas u otras especies químicas al pasar de un estado de energía a otro.

La absorción de radiación en las regiones UV y VIS suponen la excitación de electrones de valencia, no obstante, se ha de atomizar previamente las especies constituyentes para descomponerlas y convertirlas en partículas gaseosas elementales.

Los espectros de absorción de las partículas gaseosas obtenidos están constituidos por una cantidad limitada de líneas discretas de longitud de onda características de cada elemento.

Cuando se hace uso de un atomizador electrotérmico se tiene la espectroscopía de absorción atómica electrotérmica (ETAAS). La mayoría de estos espectrómetros emplean un horno de grafito como atomizador electrotérmico, por este motivo, a esta técnica se le suele conocer con el nombre de espectroscopía de absorción atómica en horno de grafito (GFAAS).

En GFAAS, la muestra se introduce en forma de gota (5 – 20 ml), de suspensión o en forma sólida en un horno de grafito que es calentado eléctricamente, alcanzándose hasta temperaturas de atomización de 3000°C. El horno está montado en el camino óptico de un espectrómetro de absorción atómica, de esta

manera la radiación característica proveniente de una fuente de luz (generalmente una lámpara de cátodo hueco) pasa coaxialmente a través del tubo de grafito por unas ventanas de cuarzo.

***Tratamiento de la Muestra:**

-Preparación de la muestra:

Las muestras serán procesadas mediante digestión asistida por microondas, método actual para la destrucción de la materia orgánica, en el cual no se pierde el analito en el proceso.

El Cadmio será cuantificado por Espectrometría de Absorción Atómica asociado a Horno de Grafito, técnica de alta sensibilidad y especificidad, niveles de partes por billón.

-Determinación de Cadmio:

Las muestras del tabaco de los cigarrillos con filtro, serán procesadas mediante digestión asistida por microondas, método actual que sirve para la destrucción de la materia orgánica, el cual permite que no se pierda el analito en el proceso y se encuentre en estado líquido. El Cadmio será cuantificado a una longitud de onda de 228,8 nm, por medio del Equipo de Espectrometría de Absorción atómica de marca Perkin Elmer modelo Analyst 600, asociado a un Horno de Grafito.

3.4.2 Instrumentos:

El instrumento viene a ser el protocolo otorgado por el laboratorio CETOX en donde se analizaron las muestras. Una vez obtenidos los datos serán procesados por medio del programa Excel. Los resultados obtenidos serán presentados en cuadros y gráficos

estadísticos para analizarlos e interpretarlos en base a lo expuesto en el marco teórico.

***Materiales y Reactivos:**

- ❖ Agua ultra pura Tipo I
- ❖ Peróxido de hidrogeno al 30%. Ultra puro **FISCHER**
- ❖ Ácido clorhídrico. Ultra puro **FISCHER**
- ❖ Ácido nítrico. Ultra puro **FISCHER**
- ❖ Solución estándar de Arsénico 1mg/ml en HNO₃ 1% **MERCK**
- ❖ Pipetas de 5 y 10 ml
- ❖ Matraz aforado de 100 ml
- ❖ Baker de 1000 ml y 500 ml
- ❖ Baguetas
- ❖ Papel Whatman 0,45 um
- ❖ Fiola de 25 ml y 100 ml
- ❖ Matraz de 100 ml
- ❖ Pipetas automáticas de 100 ul – 1000 ul
- ❖ Pipetas automáticas de 500 ul – 5000 ul
- ❖ Tips de 100 ul – 1000 ul
- ❖ Tips de 500 ul – 5000 ul

CAPÍTULO IV
PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados:

Se expresaran la siguiente tabla:

Tabla 1

**MUESTRAS ANALIZADAS DE CIGARRILLOS CON FILTRO CON SUS RESPECTIVOS
PRECIOS Y CONCENTRACIONES**

# DE MUESTRAS	CODIGO DE LAS MUESTRAS	MARCAS DE CIGARRILLOS CON FILTRO	CONCENTRACION DE CADMIO (Cd) (ug/g)	PRECIO (S/.)
1	C-IN	INKA	0.066	2.00
2	C-SI	ELEPHANT	0.058	1.50
3	C-LU	LUCKY STRIKE	0.025	5.00
4	C-GO	GOLDEN	0.049	2.50
5	C-HA	HAMILTON	0.04	3.50

(Ver tabla 1) Las muestras analizadas difieren poco en la concentración de Cadmio, excepto la marca Lucky Strike que presenta la concentración más baja.

Tabla 2

PORCENTAJE DE MUESTRAS DE CIGARRILLOS CON FILTRO QUE EXCEDEN LA CONCENTRACION DE LA INVESTIGACIÓN DE ARABIA SAUDITA 1.81 UG/G.

CONCENTRACION DE CADMIO (ug/g) HALLADA EN LA INVESTIGACION DE ARABIA SAUDITA	NUMERO DE MUESTRAS	PORCENTAJE
MAYOR A 1.81 ug/g	0	0%
MENOR A 1.81 ug/g	5	100%

Grafico 1

COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO DE LOS CIGARRILLOS CON FILTRO, CON LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN ARABIA SAUDITA

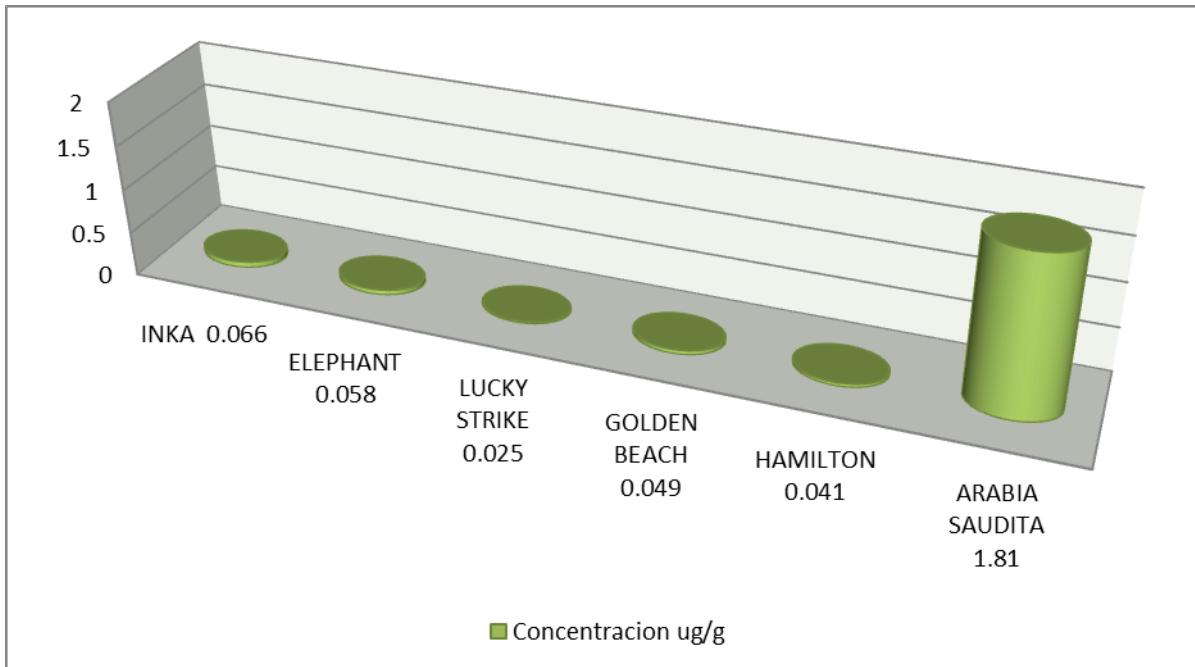


Tabla 3

CONCENTRACIONES MEDIA DE CADMIO EN CIGARRILLOS CON FILTRO, EN COMPARACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN MEDIA DE LA INVESTIGACIÓN DE ARABIA SAUDITA

Nº	MARCAS	CONCENTRACION DE CADMIO (ug/g)	CONCENTRACION DE CADMIO PROMEDIO (ug/g)	CONCENTRACION MEDIA DE CADMIO HALLADA EN LA INVESTIGACION DE ARABIA SAUDITA (ug/g)
1	INKA	0.066		
2	ELEPHANT	0.058		
3	LUCKY STRIKE	0.025		
4	GOLDEN BEACH	0.049	0.048	1.81
5	HAMILTON	0.041		

(Ver tabla 2, 3 y grafico 1) Las concentraciones de Cadmio de las muestras analizadas, al compararlas con la concentración media que establece la investigación de Arabia Saudita (concentración 1,81 ug/g), se observa que el 100% de las muestras analizadas no superan esta concentración.

Tabla 4

PORCENTAJE DE MUESTRAS DE CIGARRILLOS CON FILTRO, QUE EXCEDEN LA CONCENTRACION DE LA INVESTIGACIÓN DE BRASIL 0.65UG/G.

CONCENTRACION MEDIA DE CADMIO (ug/g) HALLADA EN LA INVESTIGACION DE BRASIL	NUMERO DE MUESTRAS	PORCENTAJE
MAYOR A 0.65ug/g	0	0%
MENOR A 0.65ug/g	5	100%

Grafico 2

COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO DE LOS CIGARRILLOS CON FILTRO, CON LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN BRASIL.

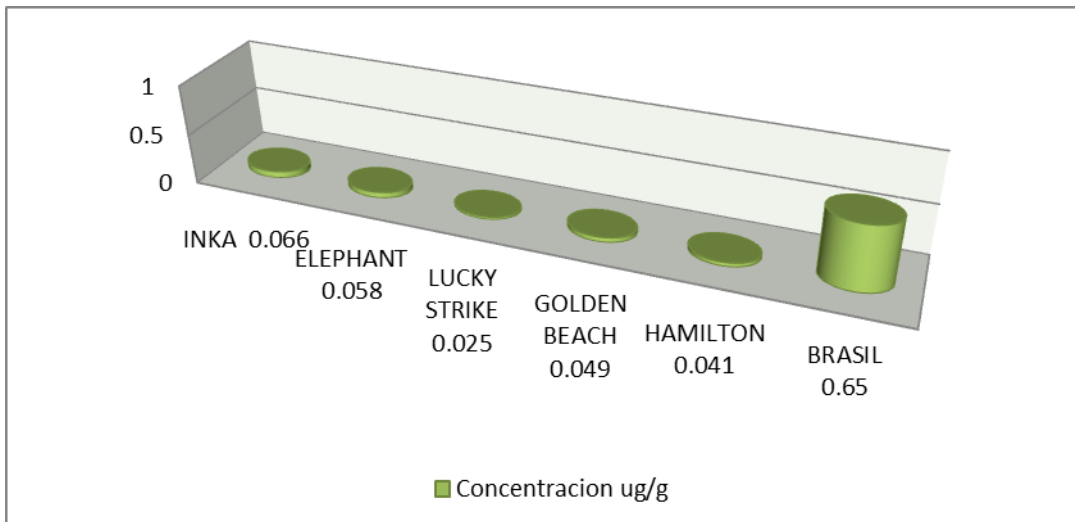


Tabla 5

CONCENTRACIONES MEDIA DE CADMIO EN CIGARRILLOS CON FILTRO, EN COMPARACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN MEDIA DE LA INVESTIGACIÓN DE BRASIL.

Nº	MARCAS	CONCENTRACION DE CADMIO (ug/g)	CONCENTRACION CADMIO PROMEDIO(ug/g)	CONCENTRACION MEDIA DE CADMIO HALLADA EN LA INVESTIGACION DE BRASIL (ug/g)
1	INKA	0.066		
2	ELEPHANT	0.058		
3	LUCKY STRIKE	0.025	0.048	0.65
4	GOLDEN BEACH	0.049		
5	HAMILTON	0.041		

(Ver tabla 4, 5 y grafico 2) Las concentraciones de Cadmio de las muestras analizadas, al compararlas con la concentración media que establece la investigación de Brasil (concentración 0.65 ug/g), se observa que las muestras analizadas no superan dicha concentración en un 100%

Tabla 6

PORCENTAJE DE MUESTRAS DE CIGARRILLOS CON FILTRO, QUE EXCEDEN LA CONCENTRACION DE LA INVESTIGACIÓN DE CHINA 3.21 UG/G.

CONCENTRACION DE CADMIO (ug/g) HALLADA EN LA INVESTIGACION DE CHINA	NUMERO DE MUESTRAS	PORCENTAJE
MAYOR A 3.21ug/g	0	0%
MENOR A 3.21ug/g	5	100%

Grafico 3

COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO DE LOS CIGARRILLOS CON FILTRO, CON LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN CHINA.

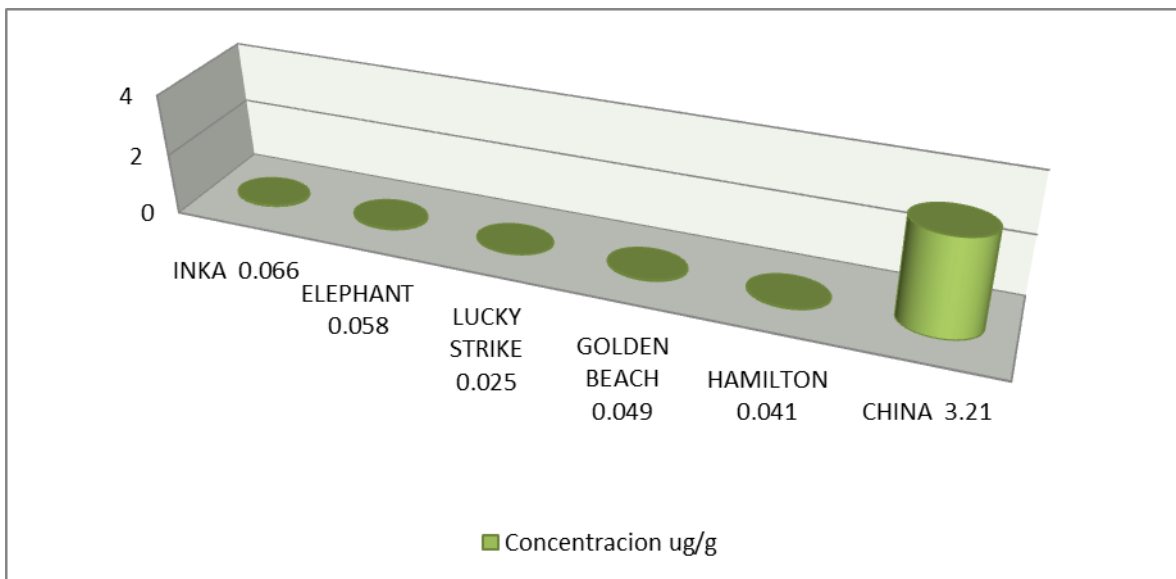


Tabla 7

CONCENTRACIONES MEDIA DE CADMIO EN CIGARRILLOS CON FILTRO, EN COMPARACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN MEDIA DE LA INVESTIGACIÓN DE CHINA

Nº	MARCAS	CONCENTRACION DE CADMIO (ug/g)	CONCENTRACION DE CADMIO PROMEDIO(ug/g)	CONCENTRACION MEDIA DE CADMIO HALLADA EN LA INVESTIGACION DE CHINA (ug/g)
1	INKA	0.066		
2	ELEPHANT	0.058		
3	LUCKY STRIKE	0.025		
4	GOLDEN BEACH	0.049	0.048	3.21
5	HAMILTON	0.041		

(Ver tabla 6, 7 y grafico 3) Las concentraciones de cadmio de las muestras analizadas, al compararlos con la concentración media que establece la investigación de China (concentración 3.21 ug/g), se observa que el 100% de las muestras analizadas no superan esta concentración.

Tabla 8

PORCENTAJE DE MUESTRAS DE CIGARRILLOS CON FILTRO, QUE EXCEDEN LA CONCENTRACION DE LA INVESTIGACIÓN DE JORDANIA 2.64 UG/G.

CONCENTRACION MEDIA DE CADMIO (ug/g) HALLADA EN LA INVESTIGACION DE JORDANIA	NUMERO DE MUESTRAS	PORCENTAJE
MAYOR A 2.64 ug/g	0	0%
MENOR A 2.64ug/g	5	100%

Grafico 4

COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO DE LOS CIGARRILLOS CON FILTRO, CON LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN JORDANIA.

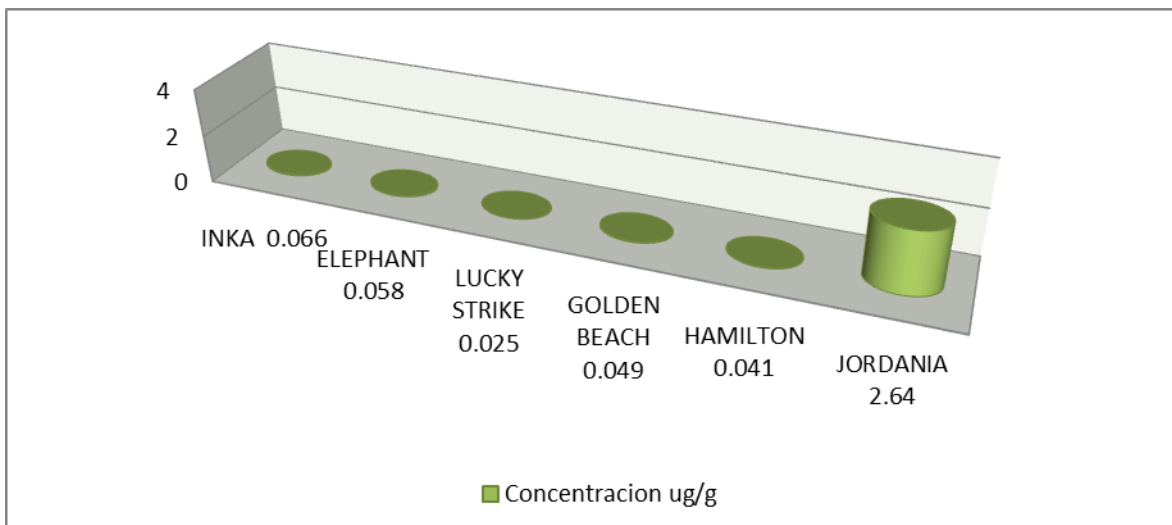


Tabla 9

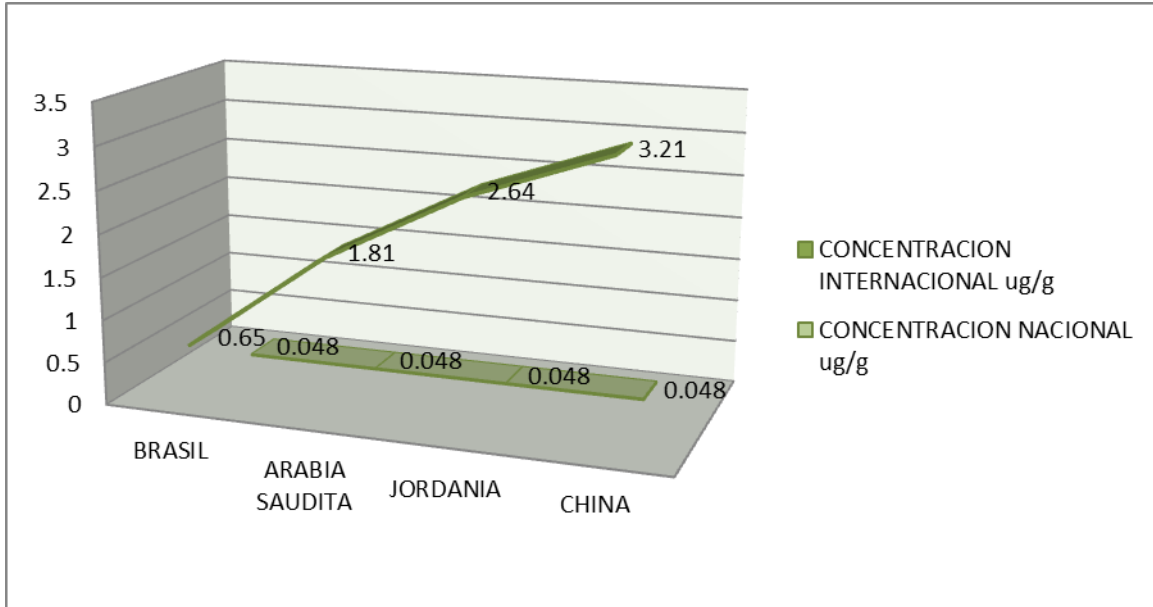
CONCENTRACIONES MEDIA DE CADMIO EN CIGARRILLOS CON FILTRO, EN COMPARACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN MEDIA DE LA INVESTIGACIÓN DE JORDANIA.

Nº	MARCAS	CONCENTRACION DE CADMIO (ug/g)	CONCENTRACION DE CADMIO DE PROMEDIO(ug/g)	CONCENTRACION MEDIA DE CADMIO HALLADA EN LA INVESTIGACION DE JORDANIA (ug/g)
1	INKA	0.066		
2	ELEPHANT	0.058		
3	LUCKY STRIKE	0.025	0.048	2.64
4	GOLDEN BEACH	0.049		
5	HAMILTON	0.041		

(Ver tabla8, 9 y grafico4) Las concentraciones de Cadmio de las muestras analizadas, al compararlos con la concentración media que establece la investigación de Jordania (concentración 2,64 ug/g), se observa que el 100% de las muestras analizadas no superan esta concentración.

Grafico 5

COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO DE LAS INVESTIGACIONES INTERNACIONALES CON LA CONCENTRACION MEDIA DE LOS CIGARRILLOS CON FILTRO COMERCIALIZADOS EN EL STAND 669-C2, JR. CUZCO N° 669 MESA REDONDA



(Ver gráfico 5) Las concentraciones medias de las investigaciones internacionales y la realizada en el país, no mantienen relación, la concentración de cadmio de los cigarrillos con filtro del país con las concentraciones de los países anteriormente mencionados.

4.2 Discusión de los Resultados:

4.2.1 Un estudio realizado en Arabia Saudita determinó los niveles de metales pesados en específicas marcas de cigarrillos más populares vendidos y /o producidos en el país, dando como resultado la concentración media de 1.81 $\mu\text{g/g}$ de cadmio, sin embargo en la investigación realizada en cigarrillos con filtro que se comercializan en el

Perú, se obtuvo una concentración media menor cuyo valor es 0.048 ug/g, cuyo valor máximo fue una concentración de 0.066 ug/g y una concentración mínima de 0.025 ug/g.

4.2.2 En Brasil se realizó un estudio de evaluación de los niveles de metales pesados cancerígenos de los cigarrillos de origen brasileño, donde se obtuvo una concentración media de 0,65 ug/g; sin embargo, en la investigación realizada en cigarrillos con filtro que se comercializan en el Perú, se obtuvo una concentración media menor que fue de un valor de 0.048 ug/g. Además el valor máximo alcanzó una concentración de 0.066 ug/g y la concentración mínima fue 0.025 ug/g.

4.2.3 Se reporta que en China se realizó un trabajo de investigación acerca de cigarrillos vendidos en dicho país sobre diseño, emisiones y metales, donde dio como resultado la concentración media de 3.21 ug/g de cadmio. Sin embargo en la investigación realizada en cigarrillos con filtro que se comercializan en el Perú, se obtuvo una concentración media menor cuyo valor fue 0.048 ug/g. Además, el máximo alcanzó una concentración de 0.066 ug/g y la concentración mínima fue 0.025 ug/g.

4.2.4 Finalmente en Jordania se realizó un estudio para la determinación de cadmio y plomo en diferentes marcas de cigarrillos, la concentración media de cadmio fue de 2,64 ug/g; sin embargo, en la investigación realizada en cigarrillos con filtro que se comercializan en el Perú, se obtuvo una concentración media menor, cuyo valor es 0.048 ug/g. Además el valor máximo fue una concentración de 0.066 ug/g y una concentración mínima de 0.025 ug/g.

CONCLUSIONES

1. Todas las marcas de cigarrillos con filtro analizadas, presentan bajas concentraciones de Cadmio, comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669, Mesa Redonda.
2. Los cigarrillos con filtro analizados para la determinación de Cadmio en los países de Arabia Saudita, Brasil, China y Jordania presentan concentraciones media de 1.81; 0,65; 3,21; 2.64 ug/g respectivamente, concentraciones superiores a los nacionales.
3. El análisis de los cigarrillos con filtro nacionales presentan una concentración media de Cadmio de 0.048 ug/g, siendo estos menos elevados que los estudios internacionales.
4. Se demostró que la concentración de Cadmio presente en los cigarrillos con filtro y sus respectivos precios, tienen una ligera relación. Los cigarrillos con filtro de menor, mediano y elevado costo, presentan concentraciones elevada, intermedia y baja de Cadmio.
5. No existe una Norma Técnica que establezca la concentración máxima permitida de Cadmio en cigarrillos con filtro y sin filtro, de acuerdo a la revisión de las fuentes base de esta investigación.

RECOMENDACIONES

1. Es imprescindible establecer una Norma Técnica Nacional que indique el valor máximo permitido de la concentración de Cadmio en los cigarrillos con sus diversas presentaciones, para reducir las enfermedades originadas por este metal.
2. Continuar con el análisis en los cigarrillos, con el fin de determinar la presencia de metales pesados como el Cadmio para contribuir en el bien de la salud pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rosa Martínez González. Estudio post mórtem de metales pesados y elementos traza en pulmón y su relación con cambios debidos a la exposición crónica al tabaco. CONAMA. Universidad de Murcia. 2012.
2. II Estudio Epidemiológico Andino sobre Consumo de Drogas en la Población Universitaria Informe Regional, Proyecto PRADICAN (Programa antidrogas ilícitas de la Comunidad Andina. 2012.
3. Prevención y tratamiento del tabaquismo. Universidad de Huelva. Oct. 2008.
4. Informe sobre la base científica de la reglamentación de los productos de tabaco: cuarto informe de un grupo de estudio de la OMS. Grupo de Estudio de la Organización Mundial de la Salud sobre reglamentación de los productos del tabaco. Organización Mundial de la Salud, 2012.
5. Waqar Muhammad A. Los niveles de metales pesados en las marcas de cigarrillos más populares y la exposición a estos metales a través de fumar. Scientific World Journal 2012; 2012:729430. Epub 2012 Mar 12.
6. Viana GF, García KS, Menezes-Filho JA. Assessment of carcinogenic heavy metal levels in Brazilian cigarettes. Laboratory of Toxicology, College of Pharmacy, Federal University of Bahia-UFBA, Salvador, Bahia, Brazil. Epub 2010 Dec 14.
7. Richard J. O'Connor, Qiang Li, W. Edryd Stephens, David Hammond, Tara Elton-Marshall, K. Michael Cummings, A. Gary Giovino, y Geoffrey Fong T. Los cigarrillos vendidos en China: diseño, emisiones y metales. Oct 2010.
8. Adnan M. Massadeh, Feras Q. alali, Qasem M. Jaradat. Determinación de cadmio y plomo en diferentes marcas de cigarrillos en Jordania.

9. Mtro. Raydel Valdés Salgado, QFB Abigail Flores, QA Larissa Barbosa. Boletín para el Control del Tabaco. Instituto Nacional de Salud Pública de México. Departamento de Investigación sobre Tabaco. Cuernavaca, México. Sep. 2004.
10. Talio María Carolina. Desarrollo de metodologías de pre concentración/fluorescencia molecular: monitoreo ambiental y biológico de cadmio y níquel como marcadores de exposición y/o adicción al tabaco. Argentina Pub. 2012.
11. ATSDR. Resúmenes de Salud Pública – Cadmio (Cadmium), Toxicología del Cadmio, Septiembre 2008.
12. Gunnar Nordberg. Metales: Propiedades Químicas y Toxicidad. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.
13. Augusto Ramírez. Toxicología del Cadmio Conceptos Actuales para Evaluar Exposición Ambiental u Ocupacional con Indicadores Biológicos. Anales de la Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2002.
14. Intoxicación por metales pesados. Intoxicaciones, sobredosis medicamentosas y envenenamientos. Capítulo 376. 2006.
15. Richard O'Connor. China: altos niveles de cadmio, plomo y arsénico en los cigarrillos. Tobacco Control. Oct. 2010.
16. Cadmio. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. Diciembre 2009.
17. International Agency for Research on Cancer. Cadmium and Cadmium compounds evaluations vol. 58. IARC 1997.
18. IUPAC Glossary of Terms Used in Toxicology. Classification of carcinogenicity.

19. Avellaneda Díaz Díaz, Montserrat Gonzalez-Estecha, Elena M. Trasobares Iglesias, Cesar Morales Bayle, Manuel Fuentes Ferrer, Cristina Fernández Pérez. Cadmio en sangre y su relación con el consumo de tabaco en una población laboral hospitalaria. Servicio de Análisis Clínicos y Servicio de Medicina Preventiva, Hospital Clínico San Carlos, Madrid 2012.

20. Dr. Nelson F. Albiano. Toxicología Laboral: Criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas. Capitulo Superintendencia de Riesgos del Trabajo.

ANEXO 01



CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C. - CETOX

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

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

INFORME DE ENSAYO

TIT - 13 - 0038

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Solicitante | : Srta. Sandra Daniela Vargas Espinoza |
| 2. Análisis solicitado | : Cuantificación de cadmio |
| 3. Muestra | : Cigarros (muestras proporcionadas por el solicitante) |
| 4. Fecha de Recepción | : 03/06/2013 |
| 5. Fecha de Emisión | : 10/06/2013 |

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Nº	Código	Cadmio (Cd) (ug/g)
1	C-IN	0,066
2	C-SI	0,058
3	C-LU	0,025
4	C-GO	0,049
5	C-HA	0,041

MÉTODO: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

Rosalía Anaya Pajuelo
Dra. Rosalía Anaya Pajuelo
Gerente Técnico



ANEXO 02

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	Diseño	
¿Los cigarrillos con filtro que son comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, exceden la concentración de Cadmio, según los estudios internacionales, mayo a julio 2013?	O.G.: Evaluar la concentración elevada de Cadmio en cigarrillos con filtro, comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, mayo a julio 2013.	H.G.: Los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, presentarían concentraciones elevadas de Cadmio, mayo a julio 2013.	V. Independiente (Y): Cigarrillos con filtro. Indicadores: Las marcas de cigarrillos Golden Beach, Elephant, Inka Hamilton y Lucky Strike.	Tipo de la investigación Descriptivo. Correlacional. Método de la investigación Transversal. Inductiva. Cuantitativa. Prospectiva.	Población: Todos los cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, en sus diversas marcas comerciales. En el mercado nacional, se comercializan un total de 40 marcas de cigarrillos con filtro y sin filtro.
	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
	O.E.1. Evaluar qué marcas de cigarrillos con filtro presentan concentraciones elevadas de Cadmio, comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, mayo a julio 2013.	H.E.1: Algunas marcas de cigarrillos con filtro comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, presentarían concentraciones elevadas de Cadmio.	V. Dependiente (X): Concentración de Cadmio. Indicadores: Estudio de Brasil: Concentración: 0,65 ug/g		

	<p>O.E.2. Comparar los resultados obtenidos con los estudios realizados a internacional.</p>	<p>H.E.2: Los cigarrillos con filtro que son comercializados en el Stand 669-C2 Jr. Cuzco N° 669 Mesa Redonda, presentarían concentraciones más elevadas de Cadmio, que los estudios realizados a nivel internacional.</p>	<p>Estudio de Jordania: Concentración: 2.64 ug/g</p> <p>Estudio de China: Concentración: 3.21 µg/g</p> <p>Estudio de Arabia Saudita: Concentración: 1.81 µg/g</p>		<p>Muestra: La muestra comprende 5 marcas de cigarrillos con filtro: GOLDEN BEACH, ELEPHANT, INKA, HAMILTON y LUCKY STRIKE; para su determinación se tuvo en cuenta el cigarrillo con filtro de alto. Mediano y bajo costo.</p>
--	---	---	---	--	---