



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Farmacia y Bioquímica**

**Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**Determinación de cadmio en sombras para ojos en  
ocho marcas comercializadas en Cercado de Lima**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

**AUTOR**

Ayme Ana Luisa HURTADO MONTESINOS

Jesús Marcelo MÉNDEZ CRUZ

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Hurtado N, Méndez J. Determinación de cadmio en sombras para ojos en ocho marcas comercializadas en Cercado de Lima [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2019.

---



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
Universidad del Perú. Decana de América  
**Facultad de Farmacia y Bioquímica**  
**Decanato**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

**"DETERMINACIÓN DE CADMIO EN SOMBRAS PARA OJOS EN OCHO MARCAS  
COMERCIALIZADAS EN CERCADO DE LIMA"**

Que presentan los Bachilleres en Farmacia y Bioquímica:

**AYME ANA LUISA HURTADO MONTESINOS Y  
JESÚS MARCELO MÉNDEZ CRUZ**

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, y practicada la votación han obtenido la siguiente calificación:

*16 (DIECISEIS)*

en conformidad con el Art. 34.º del Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica y Título Profesional de Químico Farmacéutico(a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Lima, 24 de mayo de 2019

  
Dr. Mesías Moisés García Ortiz  
Presidente

  
Q.F. Tox. Jesús Víctor Lizano Gutiérrez  
Miembro

  
Mg. Bertran Santiago Trujillo  
Miembro

  
Q.F. Omar Hugo Santa María Chávez  
Miembro

**"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"**



A mis padres por guiarme cada día en mi camino, por sus palabras de motivación y cariño continuo, a mi hermana por su compañía y la alegría que transmite, a mi compañero Jesús Méndez Cruz por su ahínco en los momentos necesarios y a nuestro asesor por el tiempo dedicado, paciencia y consejos necesarios.

Ayme Ana Luisa Hurtado Montesinos

A mis padres por ser un respaldo incondicional y a mi hermana por sus palabras de aliento y superación. A Ayme Hurtado Montesinos por brindarme el apoyo necesario para seguir adelante y a nuestro asesor por su gran compromiso y por todas las recomendaciones compartidas.

Jesús Marcelo Méndez Cruz

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	vi
<b>SUMMARY</b>	vii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Sombra para ojos	8
2.2.1. Importancia del mercado de cosméticos	8
2.2.2. Anatomía del ojo	11
2.2.3. Anatomía del párpado	12
2.2.4. Definición de sombras para ojos	14
2.2.5. Uso de sombras para ojos.	14
2.2.6. Tipos de sombras para ojos	14
2.2.7. Composición de la sombra para ojos	16
2.3. Cadmio	17
2.3.1. Propiedades fisicoquímicas	17
2.3.2. Límite de exposición	18
2.3.3. Fuentes de exposición	19
2.3.4. Toxicocinética	20
2.3.5. Toxicodinamia	22
2.3.6. Intoxicación	22
<b>3. METODOLOGÍA</b>	26
3.1. Tipo de investigación	26
3.2. Identificación de muestras	26
3.2.1. Obtención de muestras	26
3.2.2. Tipo de muestreo	27
3.2.3. Codificación de muestras	27

3.3.	Fundamento del método	28
3.4.	Materiales, reactivos y equipos	30
3.4.1.	Materiales	30
3.4.2.	Reactivos	30
3.4.3.	Equipos	30
3.5.	Determinación de cadmio	31
3.5.1.	Preparación del estándar	31
3.5.2.	Preparación de curva de calibración	32
3.5.3.	Condiciones espectrofotométricas	32
3.5.4.	Lectura en horno de grafito	34
3.5.5.	Preparación de la muestra	34
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>35</b>
4.1.	Determinación de la concentración mínima y máxima de cadmio entre las treinta y dos muestras de sombras para ojos seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima	37
4.2.	Comparación de la concentración promedio de cadmio de las sombras para ojos entre cada color de las marcas seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima	38
4.3.	Comparación de la concentración promedio de cadmio de las sombras para ojos entre las marcas seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima	41
4.4.	Comparación entre la concentración de las treinta y dos muestras de sombras para ojos que se comercializan en Cercado de Lima y el límite establecido por la EPA0128	44
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>48</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>52</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIGRÁFICAS</b>	<b>54</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>60</b>

## ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS

<b>ANOVA</b>	Análisis de Varianza.
<b>ATSDR</b>	Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
<b>CCL</b>	Cámara de Comercio de Lima.
<b>CDC</b>	Centro de Control y Prevención de Enfermedades.
<b>COPECOH</b>	Comité Peruano de Cosmética e Higiene.
<b>DIGEMID</b>	Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas.
<b>EPA</b>	Agencia de Protección Ambiental.
<b>FDA</b>	Administración de Alimentos y Fármacos.
<b>ICP - MS</b>	Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente.
<b>INEI</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
<b>PEA</b>	Población Económicamente Activa.
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>ONU</b>	Organización de la Naciones Unidas.
<b>OSHA</b>	Administración de Salud y Seguridad Ocupacional.
<b>MINSA</b>	Ministerio de Salud.
<b>NIOSH</b>	Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional.
<b>TCAC</b>	Tasa de crecimiento anual compuesto.

## RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue determinar la concentración de cadmio en las treinta y dos muestras de sombra para ojos procedente de ocho marcas y cuatros colores diferentes comercializadas en el distrito del Cercado de Lima. Las muestras de sombras para ojos se analizaron por el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito en el Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental (CICOTOX). En conclusión, la concentración promedio de cadmio es de 0,058 ppm, siendo la concentración mínima de 0,002 ppm y la concentración máxima de 0,322 ppm. En la concentración promedio de cadmio según color para los códigos "1", "2", "3" y "4" se obtuvo valores de 0,042 ppm; 0,040 ppm; 0,082 ppm y 0,069 ppm respectivamente. En la concentración promedio de cadmio según marca para los códigos "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H" se obtuvo valores de 0,055 ppm; 0,056 ppm; 0,050 ppm; 0,023 ppm; 0,167 ppm; 0,048 ppm; 0,021 ppm y 0,043 ppm respectivamente. Al comparar la concentración promedio de cadmio con el valor establecido por el Gobierno de Canadá el 100,0 % del total de muestras se encuentra dentro del límite establecido ( $\leq 3,000$  ppm).

**Palabras clave:** sombra para ojos, cadmio, espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito

## SUMMARY

The main objective of this research work was to determine the concentration of cadmium in the thirty-two eye shadow samples from eight brands and four different colors marketed in the district of Cercado de Lima. Samples of eye shadows were analyzed by the atomic absorption spectrophotometry method with graphite furnace in the Center for Information, Toxicological Control and Support for Environmental Management (CICOTOX). In conclusion, the average concentration of cadmium is 0.058 ppm, with a minimum concentration of 0.002 ppm and a maximum concentration of 0.322 ppm. In the average concentration of cadmium according to color for codes "1", "2", "3" and "4", values of 0.042 ppm were obtained; 0.040 ppm; 0.082 ppm and 0.069 ppm respectively. In the average concentration of cadmium according to brand for the codes "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" and "H", values of 0.055 ppm were obtained; 0.056 ppm; 0.050 ppm; 0.023 ppm; 0.167 ppm; 0.048 ppm; 0.021 ppm and 0.043 ppm respectively. When comparing the average concentration of cadmium with the value established by the Government of Canada, 100.0% of the total samples are within the established limit ( $\leq 3,000$  ppm).

**Keywords:** eye shadow, cadmium, atomic absorption spectrophotometry with graphite furnace.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Proyección del mercado de cosméticos e higiene al 2021.	9
<b>Figura 2.</b> Mercado global de productos cosméticos por zona geográfica.	10
<b>Figura 3.</b> Desglose del mercado por categoría de producto.	10
<b>Figura 4.</b> Anatomía interna del ojo.	12
<b>Figura 5.</b> Anatomía externa del ojo.	12
<b>Figura 6.</b> Tipos de sombras para ojos.	15
<b>Figura 7.</b> Toxicocinética del cadmio.	19
<b>Figura 8.</b> Toxicología del cadmio.	21
<b>Figura 9.</b> Esquema de los constituyentes de un equipo de EAA.	28
<b>Figura 10.</b> Curva de calibración del estándar de cadmio.	32
<b>Figura 11.</b> Concentración promedio de cadmio entre los cuatro colores seleccionados.	39
<b>Figura 12.</b> Concentración promedio de cadmio entre las ocho marcas seleccionadas.	41
<b>Figura 13.</b> Concentración de cadmio de muestras de sombra para ojos y el límite del Gobierno de Canadá.	46
<b>Figura 14.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos de color rosado.	67
<b>Figura 15.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos de color turquesa.	67
<b>Figura 16.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos de color marrón.	68
<b>Figura 17.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos de color negro	68
<b>Figura 18.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca A	69
<b>Figura 19.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca B	69
<b>Figura 20.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca C.	70
<b>Figura 21.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca D.	70
<b>Figura 22.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca E.	71
<b>Figura 23.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca F.	71
<b>Figura 24.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca G.	72
<b>Figura 25.</b> Concentración de cadmio de sombra para ojos marca H.	72

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principales componentes de las sombras para ojos.	16
<b>Tabla 2.</b> Características fisicoquímicas del cadmio.	17
<b>Tabla 3.</b> Toxicocinética del cadmio.	20
<b>Tabla 4.</b> Intoxicación aguda.	22
<b>Tabla 5.</b> Intoxicación crónica.	25
<b>Tabla 6.</b> Metodología de trabajo.	26
<b>Tabla 7.</b> Codificación de las diferentes marcas y colores de las sombras para ojos.	27
<b>Tabla 8.</b> Componentes de un equipo de EAA.	29
<b>Tabla 9.</b> Ventajas del método GFAAS.	29
<b>Tabla 10.</b> Absorbancia de estándares en cinco diferentes concentraciones.	31
<b>Tabla 11.</b> Condiciones del equipo de espectrofotometría de absorción atómica.	33
<b>Tabla 12.</b> Rampa de calentamiento del horno de grafito.	33
<b>Tabla 13.</b> Resultados de la concentración de cadmio de las muestras de sombras para ojos.	35
<b>Tabla 14.</b> Concentración de cadmio por marcas y colores de sombra para ojos.	37
<b>Tabla 15.</b> Concentración mínima, máxima y promedio de cadmio entre las treinta dos muestras de sombras para ojos.	38
<b>Tabla 16.</b> Concentración de cadmio por color de sombra para ojos.	38
<b>Tabla 17.</b> Análisis estadístico de varianza (ANNOVA) de un factor (color).	40
<b>Tabla 18.</b> Variables del análisis estadístico de varianza (ANOVA) por color.	40
<b>Tabla 19.</b> Concentración de cadmio por marca de sombra para ojos.	41
<b>Tabla 20.</b> Análisis estadístico de varianza (ANNOVA) de un factor (marca).	42
<b>Tabla 21.</b> Variables del análisis estadístico de varianza (ANOVA) por marca.	43

<b>Tabla 22.</b> Concentración de cadmio de las muestras de sombra para ojos y el límite del Gobierno de Canadá.	44
<b>Tabla 23.</b> Resultado general según el límite de cadmio establecido por el Gobierno de Canadá.	45
<b>Tabla 24.</b> Comparación de la concentración de cadmio de las muestras de sombras para ojos y el límite establecido por el Gobierno de Canadá.	47

## 1. INTRODUCCIÓN

Las sombras para ojos son agrupadas como productos cosméticos decorativos, y poseen constante renovación ya que está sujeto a diversos factores como la moda, las estaciones del año entre otros.

En 2014, Journal of Environmental Science, ha demostrado que la toxicidad de los metales pesados para los seres humanos es el resultado de una exposición a largo plazo o de altas concentraciones de contaminantes comunes en el medio ambiente, como el aire, el agua, los alimentos y numerosos productos de consumo, como los cosméticos y los artículos de tocador<sup>1</sup>.

Se indicó que los productos cosméticos podrían constituir un riesgo latente en la salud pública, teniendo en cuenta que los metales pesados pueden acumularse en el sistema biológico con el tiempo y son conocidos por tener la capacidad de inducir enfermedades que afectan la piel como el cáncer<sup>1</sup>. Debido que el cadmio está clasificado como carcinógeno humano por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (NIOSH).

Según la revista científica Arabian Journal of Chemistry el uso prolongado de los productos cosméticos que contienen metales pesados como el cadmio (Cd) pueden representar una amenaza para la salud humana<sup>2</sup>.

En el 2015, según Journal of Applied Toxicology, indicaron que los metales pesados como el cadmio se encuentran presentes en diversos tipos de cosméticos, los cuales son perjudiciales cuando se encuentran en cantidades excesivas<sup>3</sup>, el cadmio no puede ser eliminado por falta de tecnología actual, por ello mismo es necesario establecer límites de concentración.

En el 2012, se recomendó prestar especial atención en los aspectos de seguridad a largo plazo, ya que los cosméticos pueden usarse ampliamente durante una gran parte de la vida de una persona<sup>4</sup>.

Los cosméticos tienen efectos secundarios: algunos son reacciones inmediatas y visibles, mientras que otros pueden aparecer con un uso prolongado. Como las nanopartículas que pueden penetrar en el cuerpo, estar

disponibles de forma sistemática y eventualmente acumularse en órganos diana secundarios<sup>4</sup>.

En el 2009, Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, exhortó una atención especial porque la sombra para ojos se aplica en el área periocular, ya que el área de la piel alrededor de los ojos es más delgada (0,55 mm en comparación con los 2 mm que se encuentran en otras áreas faciales). El riesgo de absorción percutánea de los pigmentos y de los metales tóxicos, es muy alto, al igual que el riesgo potencial de desarrollar reacciones cutáneas irritantes y/o alérgicas<sup>5</sup>.

### 1.1. Planteamiento del problema

Los productos cosméticos son usados desde los albores de la civilización. Durante las últimas décadas, estos productos han tenido un gran impulso y se han aplicado al cuerpo humano para el embellecimiento<sup>2</sup>. Sin embargo, los productos cosméticos como la sombra para ojos que se comercializa en el Cercado de Lima no cuentan con una normativa técnica sobre límites permisibles de Cadmio.

El Ministerio de Salud (MINSA) siendo la autoridad sanitaria competente en el Perú mediante la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), cuenta con una escasa y frágil regulación de los productos cosméticos que exponen la salud pública del Perú frente a los distintos xenobióticos como los metales pesados.

En consecuencia, las sombras para ojos comercializadas en el Cercado de Lima se han convertido en un problema latente para la salud pública, debido a que en el mercado limeño se encuentran numerosos lugares donde se pueden adquirir estos productos cosméticos, por lo cual se hace necesario contestar la siguiente pregunta: ¿La concentración de cadmio presente en las sombras para ojos comercializadas en el Cercado de Lima se encontrará dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá?

## 1.2. Justificación

Las sombras para ojos son cosméticos utilizados ampliamente por los diversos estratos socioeconómico sin distinción alguna incluso el uso por parte de los usuarios es a lo largo de su vida.

La real situación de la regulación de productos cosméticos como la sombra para ojos en el Perú es vulnerable debido a que no garantiza la calidad del producto, debido a que expone la salud pública del Perú ante distintos xenobióticos como los metales pesados que no se encuentran regulados por la autoridad sanitaria competente.

Según INEI, el Perú ha atravesado diversos cambios socioeconómicos estos factores principales fueron la reducción de la pobreza y el aumento de la población en Lima Metropolitana<sup>6</sup>. Siendo el principal usuario las mujeres y a su vez repercutiendo directamente sobre ellas la calidad de estos productos cosméticos. Teniendo en cuenta que se ha observado un aumento sostenido de unidades vendidas de productos cosméticos por mujer por año<sup>7</sup>.

Por consiguiente, este trabajo de investigación tiene la responsabilidad social y científica de prevenir a todos los peruanos de los peligros a la salud pública que representa los metales pesados como el cadmio presente en productos cosméticos como la sombra para ojos.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

- Determinar la concentración de cadmio y comparar los valores entre cuatro colores y ocho marcas comercializadas en el distrito del Cercado de Lima con los límites establecidos por el Gobierno de Canadá.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración promedio, mínima y máxima de cadmio de las treinta y dos muestras de sombras para ojos seleccionadas que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima.
- Comparar la concentración promedio de cadmio de las sombras para ojos entre los cuatro colores seleccionados que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima.
- Comparar la concentración promedio de cadmio de las sombras para ojos entre las ocho marcas seleccionadas que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima.
- Comparar la concentración de cadmio de las muestras de sombras para ojos comercializadas en el distrito del Cercado de Lima con los valores establecidos por el Gobierno de Canadá.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Según la Organización Mundial de la Salud<sup>8</sup> (OMS), a través de su Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, presenta un informe sobre “Diez sustancias químicas que constituyen una preocupación para la salud pública”. En el que expone que las sustancias químicas son parte de nuestra vida diaria. Toda la materia viva e inanimada está compuesta por sustancias químicas y prácticamente todos los productos manufacturados implican el uso de estas sustancias. Por otro lado, muchas sustancias químicas, cuando se utilizan adecuadamente, pueden contribuir significativamente al mejoramiento de nuestra calidad de vida. Pero otras sustancias químicas son muy peligrosas y pueden incidir negativamente en nuestra salud y en el medio ambiente cuando no se administran de forma adecuada<sup>8</sup>.

En el cual, el cadmio tiene efectos tóxicos en los riñones y en los sistemas óseo y respiratorio; además, está clasificado como carcinógeno para los seres humanos. Por lo general también está presente en el medio ambiente en bajas concentraciones. Sin embargo, la actividad humana ha incrementado considerablemente su concentración<sup>9</sup>.

Las sustancias nocivas como el cadmio son ampliamente difundidas en productos cosméticos coloreados. El polvo prensado es el tipo de sombra para ojos más utilizados que se aplica sobre la piel de los párpados. Cabe indicar que los metales pesados como el cadmio se retienen como impurezas en los pigmentos de las sombras para ojos, o son liberados por los diversos dispositivos metálicos utilizados durante la fabricación de estos cosméticos. El estrato córneo de la piel de los párpados es delgado y por lo tanto la absorción percutánea del cadmio es relativamente rápida. Sin embargo, las sombras para ojos se aplican sobre la piel seca por lo que la absorción percutánea de metales es más lenta<sup>10</sup>.

En el año 2014, se realizó un estudio acerca de metales tóxicos el cual indica que los metales se encuentran de manera natural en el medio ambiente como las rocas, el suelo y el agua debido a ello su presencia en la fabricación de pigmentos y diversas materias primas en la industria cosmética. Estos metales pueden causar problemas en la superficie de la piel, pero también efectos sistémicos después de su absorción a través de la piel o la ingestión. El documento revisó la concentración de metales en diferentes tipos de cosméticos fabricados y vendidos en todo el mundo como los datos sobre la penetración dérmica de los metales y la toxicología sistémica. Los ocho metales de interés para esta revisión fueron antimonio (Sb), arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), mercurio (Hg), níquel (Ni) y plomo (Pb). Así mismo, la UE prohibió el Cd y sus compuestos como ingredientes intencionales en los cosméticos. Canadá estableció la cantidad máxima permitida para Cd como impureza en cosméticos en 3 ppm, mientras que Alemania en 5 ppm<sup>11</sup>.

Estudios previos han evaluado el contenido de cadmio en productos cosméticos en la sombra para ojos. Las muestras que fueron analizadas se fabricaron en diferentes países como China, Italia y Estados Unidos. La cuantificación de cadmio se realizó mediante espectrometría de masa plasmática acoplada inductivamente (ICP-MS). Los niveles de cadmio estuvieron dentro de las concentraciones aceptables y seguras para las muestras de los productos cosméticos fabricados en Italia y Estados Unidos, pero no para China. Las concentraciones de cadmio en las sombras para ojos son probablemente dañinas cuando no existe una regulación internacional para este tipo de cosméticos que entran en contacto directo y prolongado con la piel de los párpados<sup>12</sup>.

En el 2013, según Nourmoradi, investigaron sobre el contenido de cadmio y plomo presente en marcas comercializadas con mayor frecuencia en Irán, entre ellas muestras de sombras para ojos y lápiz labial. En los resultados se obtuvieron valores de 1,54 ppm - 55,59 ppm, siendo la mayor concentración de metales pesados como el cadmio

mayor en las muestras de sombras para ojos en comparación con los lápices labiales. Con ello concluyen en que el uso continuo puede aumentar la absorción de estos metales ya sea al consumir los labiales o por absorción dérmica en caso de las sombras para ojos<sup>13</sup>.

En el 2014, según la revista de Ciencia Ambiental, Toxicología y Tecnología de Alimento, el investigador Mohammed indicó que la toxicidad de los metales pesados, puede deberse a la exposición prolongada o los altos niveles que se encuentran en el medio ambiente o productos de consumo como las sombras para ojos en los cosméticos. En dicho estudio, se analizó metales pesados como el cobre, cadmio, plomo y níquel mediante un espectrofotómetro de absorción atómica a la llama, obteniendo resultados de 0,092 ppm a 25,57 ppm. Debido a ello, concluyen en que el uso continuo de los metales pesados en los cosméticos pueda causar daño en los usuarios a largo plazo<sup>1</sup>.

La Universidad de Zaria, Nigeria refiere que se analizaron diferentes muestras de sombras para ojos hechas en China seleccionadas al azar de los productos disponibles en las tiendas en varias ciudades de Nigeria, para determinar los niveles de metales pesados (Pb, Cd, Ni, Cu, Zn, Cr, Co y Mn). La fórmula que contiene talco y estearato de zinc, como principal agente de carga y excipiente, libera sustancialmente los iones metálicos y los ferrocianuros, debido a su estructura química intrínseca, que son polvos inertes, es decir, que no son propensos a secuestrar iones, ya que no hay cargas eléctricas libres disponibles en sus moléculas. Por lo tanto, altos niveles de cadmio, cromo, cobalto, estaño y ferrocianuro (como tiocianatos) están presentes en la sangre de voluntarios que aplicaron esta fórmula química de polvo prensado<sup>14</sup>.

En el 2018, según Zafarzadeh, se estudió las concentraciones de metales pesados como el cadmio y el plomo en productos cosméticos comercializados dentro de Irán, entre ellos lápiz labial, esmalte de uñas, delineador de ojos, lápiz de ojos, sombra para ojos, removedor de maquillaje, rímel, tatuaje, tinte para el cabello y gel para el cabello siendo de marcas con procedencia alemana, francesas, turcas, chinas e iraníes

en un periodo de septiembre del 2016 hasta marzo del 2017. Se empleó el método por digestión con ácido nítrico y luego se analizó con el uso del polarógrafo. Se obtuvo resultados de 3,69 ppm  $\pm$  0,72 ppm para la media y el nivel de error estándar respectivamente en el cadmio. Por lo tanto, en dicho estudio se concluyó que los altos niveles de metal pueden asociarse a efectos en la salud por ello se considera que un mayor monitoreo al igual que la concientización son necesarios para la protección de mujeres, especialmente embarazadas y lactantes<sup>15</sup>.

Por otro lado, en nuestro país se observó en el año 2018, la industria de la cosmética e higiene personal genera 400 000 puestos de trabajo, factura al año 2 197 millones de dólares e introduce anualmente 150 productos nuevos al mercado, según proyecciones de la Cámara de Comercio de Lima. Así mismo esta institución indicó según sus proyecciones que el consumo del mercado cosmético e higiene personal crecerá al cierre del año en 4% en un escenario conservador, pero en otro optimista podría incrementarse en 5,6%. Por último, en los próximos 4 años la industria cosmética e higiene personal podría crecer en 19% en un escenario conservador, pero en un escenario optimista podría crecer en un 26% <sup>16</sup>.

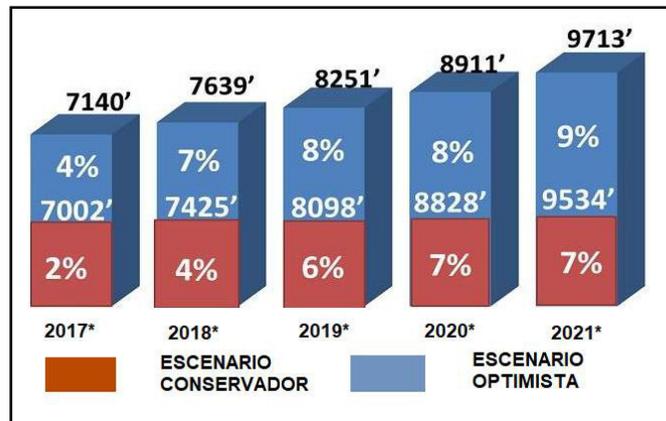
## 2.2. Sombra para ojos

### 2.2.1. Importancia del mercado de cosméticos

En 2017, según la CCL del Perú, los peruanos gastan más en cosméticos que en su salud personal, debido a que la industria farmacéutica en el Perú mueve 1,500 millones de dólares y los cosméticos 2,000 millones de dólares. Por ello, el sector de cosméticos es 33% más grande que el farmacéutico<sup>17</sup>.

En el 2018, Copecoh realizó un estudio de inteligencia comercial anual 2017 y proyecciones al 2022 (Figura 1). Durante el 2017 se vendieron 200 millones de unidades de cosméticos, siendo el número promedio de cosmético que consumió una persona de 15 productos, teniendo en consideración que la persona que

utiliza un producto cosmético puede ser hombre, mujer y niños. En cuanto las principales tendencias en la industria son la prolongación del tiempo de vida útil, los ingredientes naturales, la evolución del consumidor y la diferenciación del consumo<sup>18</sup>.



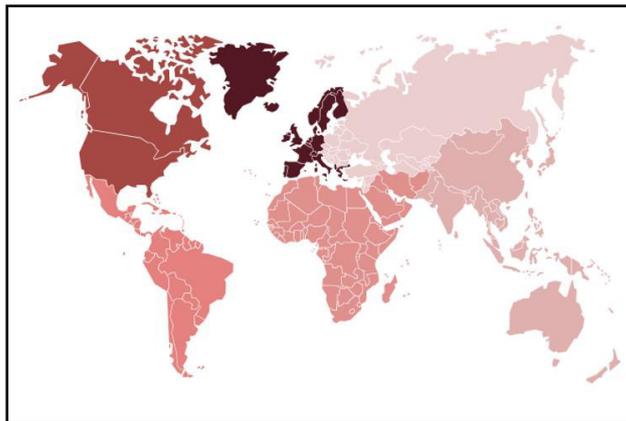
**Figura 1.** Proyección del mercado de cosméticos e higiene al 2021 <sup>19</sup>.

Según las investigaciones de Mordor Intelligence, los cosméticos proyectan una Tasa de Crecimiento Anual Compuesta (TCAC) de casi un 7,5% para el mercado de cosméticos en Latinoamérica entre 2015 y 2020. En 2020 el mercado de cosméticos y productos de belleza en América Latina tendrá un valor de US\$68.9 mil millones. Este crecimiento proyectado continúa una expansión que data desde el 2004 <sup>20</sup>.

Según Orbis Research<sup>21</sup>, en su informe realizado “Análisis del mercado global de productos cosméticos de crecimiento, tendencias y pronósticos (2018-2023)” que proyectado registrará un TCAC de 7,14% durante dicho periodo. Siendo el principal impulsor del mercado el fuerte deseo entre hombres y mujeres de retener las apariencias juveniles, que ha preparado y nutrido a la industria cosmética en todo el mundo. A consecuencia de ello la industria de los cosméticos o productos de belleza permanece inmune a los altibajos. El alcance del informe indica que el mercado global de productos cosmético se valoró en 532

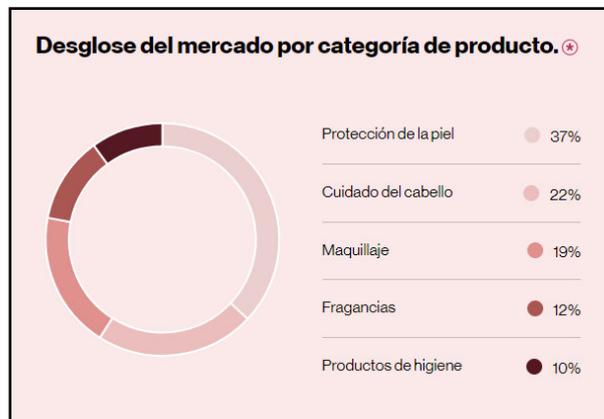
mil millones en 2017 y se espera un alcance de 805 mil millones para el 2023 <sup>21</sup>.

El mapa expresa el mercado global de productos cosméticos (Figura 2) por zona geográfica donde se aprecia que Asia Pacífico representa el 37%; Norteamérica, 25%; Europa Oriental, 18%; América Latina, 11%; Europa del Este, 6% y África y Medio Oriente, 3% <sup>22</sup>.



**Figura 2.** Mercado global de productos cosméticos por zona geográfica<sup>22</sup>.

El mercado global de los productos cosméticos (Figura 3), según categoría del uso de producto se aprecia que los productos de protección de la piel representan el 37%; cuidado del cabello, 22%; maquillaje, 19%; fragancia, 12% y productos de higiene, 10%.



**Figura 3.** Desglose del mercado por categoría de producto<sup>22</sup>.

### 2.2.2. Anatomía del ojo

La visión es el sentido más utilizado de los cinco sentidos que poseemos. El ojo es el principal órgano del sistema visual, que capta las imágenes vistas y los convierte en señal eléctrica al nervio óptico.

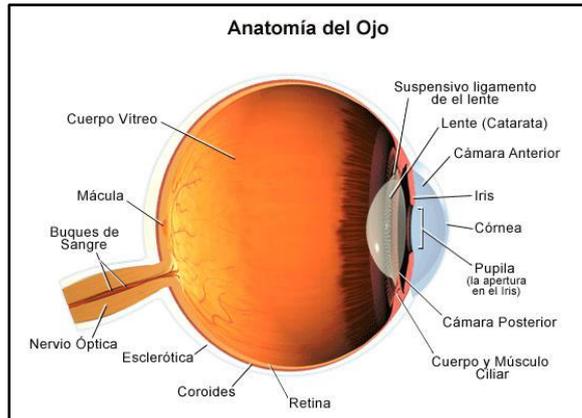
Esta señal se interpreta por el cerebro, la corteza visual, que nos envía la imagen procesada y permite la interpretación de nuestro entorno. El ojo es una esfera de aproximadamente 25 mm de diámetro con un peso aproximado de 8 gramos<sup>23</sup>.

El ojo es el órgano de la visión par, localizado en la cavidad orbitaria junto con sus anexos en una relación anatómica compleja.

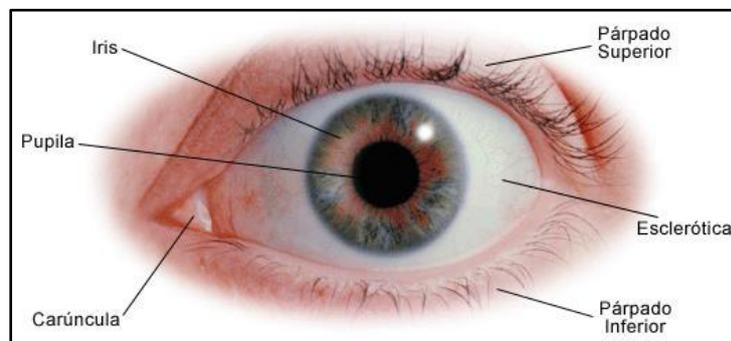
Conformado por tres capas:

- La córnea – esclerótica que es la capa más resistente.
- La úvea que está compuesta por el iris, el cuerpo ciliar y la coroides que es de naturaleza vascular.
- La retina, cepa neurosensorial encargada de recibir los estímulos luminosos y llevarlos a través del nervio aplica para ser traducidos en imágenes en el cerebro.

Además, encontramos en el contenido ocular al humor y al humor vítreo, el primero ocupa la cámara anterior y posterior. Delimitada la primera por la cara posterior de la córnea y cara anterior del iris, y la segunda por la cara posterior del iris y la cara anterior del cristalino. Posterior al cristalino se encuentra el humor vítreo, un gel transparente que le da volumen al globo ocular<sup>24</sup>.



**Figura 4.** Anatomía interna del ojo<sup>25</sup>.



**Figura 5.** Anatomía externa del ojo<sup>25</sup>.

### 2.2.3. Anatomía del párpado

Los párpados son pliegues superiores de la piel, movible que cubre la parte frontal del ojo cuando lo cerramos, incluyendo la córnea<sup>25</sup>. Los párpados forman el primer sistema defensivo del globo ocular. La piel palpebral es la más fina de muestra anatomía (lo cual facilita la velocidad del parpadeo) y está constituida por un epitelio estratificado queratinizado que la hace impermeable y supone una excelente barrera mecánica para agentes externos. Su pH ácido y la presencia de flora saprofita le otorgan además una función antimicrobiana<sup>26</sup>.

En el interior del tarso se encuentran las glándulas de Meibomio, de forma alargada, que ocupan toda la altura del párpado. Hay entre 30 y 40 de estas glándulas en el párpado superior. Secretan una sustancia grasa que sirve para lubricar el

deslizamiento del párpado. En el párpado también hay glándulas de Zeiss (sebáceas) y glándulas de Moll (sudoríparas), aunque son diferentes de las que aparecen en el resto del cuerpo<sup>26</sup>.

Es decir, los párpados tienen un papel fundamental en la protección de los ojos y están íntimamente relacionados con el mantenimiento óptimo de la superficie ocular y sus patologías. La higiene palpebral como tratamiento podemos añadir un papel profiláctico y favorecedor de los resultados funcionales y cosméticos<sup>26</sup>.

Siendo los cosméticos para ojos los que se aplican con frecuencia en poblaciones femeninas de todas las edades en todo el mundo. Existe migración de productos cosméticos a través del margen del párpado, y se cree que esto exagera la inestabilidad de la película lagrimal y los síntomas del ojo seco. Además, de los numerosos efectos adversos y complicaciones con el uso de cosméticos para los ojos, y las respuestas inflamatorias asociadas pueden aumentar potencialmente la propensión al desarrollo de enfermedades de la superficie ocular<sup>27</sup>.

Los cosméticos para ojos se han venido usando de tiempo prehistóricos para resaltar los ojos con fines religiosos, culturales, etc. Una gran proporción de mujeres de Estados Unidos y Reino Unido sugieren que usan cosméticos faciales y oculares como el rímel, el delineador de ojos y la sombra para ojos, los que se encuentra entre los productos más utilizados<sup>27</sup>.

Algunas de las infecciones palpebrales requieren tratamiento médico como las celulitis preseptales o la blefaritis. La blefaritis, tanto anterior como posterior, supone uno de los problemas palpebrales más frecuentes y que más interfieren en la superficie ocular, pudiendo ocasionar graves trastornos de la misma. La correcta clasificación del tipo de blefaritis, así como un eventual

tratamiento médico específico, la adopción de medidas ambientales y una correcta higiene palpebral son fundamentales para su control<sup>26</sup>.

#### 2.2.4. Definición de sombras para ojos.

La sombra de ojos dibuja e ilumina la mirada. Normalmente compuesta por pigmentos y minerales, su textura puede ser en polvos sueltos o compactos, gel o mousse. Su acabado puede ser mate, nacarado, metálico o brillante. La sombra para ojos debe ser aplicada con el dedo o con un pincel<sup>28</sup>.

#### 2.2.5. Uso de sombras para ojos.

Las sombras para ojos se aplican a los párpados para aumentar la prominencia de los ojos y el uso de colores contrastantes puede mejorar el color de los ojos.

Las sombras para ojos en polvo son una de las formulaciones más populares dada la facilidad de aplicación con un aplicador o aplicador con punta de esponja suave y seco.

Las características de la sombra para ojos esperadas son: que la totalidad de las propiedades se conserven durante su uso, el pH del producto debe ser ligeramente alcalino para que no cause irritación en las mucosas y tener una textura sólida para deslizarse y blanda para no extenderse por todo el párpado con facilidad<sup>29</sup>.

#### 2.2.6. Tipos de sombras para ojos.

Las sombras para ojos están disponibles en múltiples presentaciones como los polvos prensados, polvos sueltos, cremas, barras y lápices. Se aplican típicamente en el párpado superior ligeramente con un aplicador suave con una punta de esponja o un cepillo fino sobre la piel<sup>30</sup>.

Aunque son similares con respecto a sus ingredientes, existe una clara diferencia entre los dos productos tipos: polvos prensados contienen aglutinantes para mantener las partículas de polvo juntas en una forma prensada. Los polvos prensados y sueltos están compuestos de ingredientes muy similares como los rellenos, pigmentos y perlas<sup>31</sup>. Desde luego existe diferentes tipos de sombras para ojos y cada uno de ellos viene con características propias como la textura, fórmula, acabado, efecto entre otras características<sup>32</sup>.

a) Sombras para ojos en polvo:

La sombra para ojos requiere de la adición de aglomerante y compresión. Los pasos básicos involucrados en la formulación son: extensión del color, preparación de polvo base, mezcla, molienda, relleno y tamizado para obtener un polvo para su posterior compresión <sup>31</sup>.

Este tipo de sombra para ojos están comprimidas en envases individuales, que a su vez pueden ser colocados en paletas. Está disponible en una variedad de acabados como el mate, satinado, metálico, etc. sobre los párpados<sup>32</sup>. En la Figura 6 se aprecia: sombra para ojos en polvo, sombra de ojos líquida, sombra de ojos en lápiz, sombra para ojos en crema.



**Figura 6.** Tipos de sombras para ojos<sup>32</sup>.

### 2.2.7. Composición de la sombra para ojos

La composición de la sombra para ojos (Tabla 1) está comprendida principalmente por rellenos, absorbentes, aglomerantes, colorantes y conservantes<sup>31</sup>.

**Tabla 1.** Principales componentes de las sombras para ojos<sup>31</sup>.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
<b>Relleno</b>	Es una base que contribuye con el deslizamiento y consistencia de los polvos.
<b>Absorbente</b>	Aumentan la densidad de los polvos mejorando su compresibilidad
<b>Aglomerantes</b>	Ingrediente para que se mantenga comprimido y se adhiera a la piel.
<b>Colorantes</b>	Adictivos de color para la superficie de aplicación bajo regulación.
<b>Conservantes</b>	Se agrega a las formulaciones para mantener los microorganismos lejos de los productos.

Estos ingredientes pueden ser naturales o artificiales, pero cualquier impacto potencial en nuestra salud depende principalmente de los compuestos químicos de los que están hechos. Las dosis de productos químicos potencialmente peligrosos que se encuentran en los cosméticos se consideran demasiado pequeñas para representar un riesgo para la salud humana<sup>33</sup>.

Hay miles de productos cosméticos diferentes en el mercado, todos con diferentes combinaciones de ingredientes. Solo en los Estados Unidos hay aproximadamente 12500 ingredientes químicos únicos aprobados para su uso en la fabricación de productos para el cuidado personal. Un producto típico contendrá entre 15 y 60 ingredientes. Teniendo en cuenta que la

mujer promedio usa entre 9 y 15 productos de cuidado personal por día, las investigaciones han estimado que, cuando se combinan con la adición de perfumes, las mujeres se aplican alrededor de 515 productos químicos individuales en la piel cada día a través del uso cosmético.

Pero, ¿qué es exactamente lo que estamos poniendo en nuestra piel? ¿Qué significan esos nombres largos en la lista de ingredientes y qué hacen? Si bien la fórmula de cada producto difiere ligeramente, la mayoría de los cosméticos contienen una combinación de al menos algunos de los siguientes ingredientes centrales: agua, emulsionante, conservante, espesante, emoliente, color, fragancia y estabilizadores de pH<sup>33</sup>.

### 2.3. Cadmio

Es un metal descubierto por Friedrich Stromeyer en Alemania de 1817 como una impureza presente en el carbonato de cinc<sup>34</sup>. El cadmio posee cuatro características tóxicas: efectos adversos para el hombre y el medio ambiente, bioacumulación, persistencia en el medio ambiente y se traslada grandes distancias con el viento y con el agua<sup>35</sup>.

#### 2.3.1. Propiedades fisicoquímicas

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas del cadmio<sup>36</sup>.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICA	VALOR
Número atómico	48
Masa atómica	11,40
Características	Metal blanco dúctil maleable
Densidad	8,6
Punto de fusión	321°C
Punto de ebullición	778°C

Este metal no se encuentra de manera pura, por el contrario, su mayor presencia es en forma de óxidos complejos, sulfuros y carbonatos en el cinc, plomo y menas de cobre<sup>34</sup>.

Además de ello en otras investigaciones realizadas por Cespón relata propiedades similares entre el cadmio y el cinc, y de ser resistente a la corrosión, de ello que su uso consista en proteger piezas metálicas de la corrosión<sup>37</sup>. Su mayor aplicación del cadmio radica en pigmentos (9%) para tintes, pinturas y cerámica, entre ellos el color amarillo brillante, naranja y rojo, otro uso que se le da a este metal es en la galvanización y electrodeposición (7%) además de ser usado como estabilizador de plásticos (1,2%)<sup>34</sup>.

### 2.3.2. Límite de exposición

El Gobierno de Canadá diseñó una guía para disminuir la cantidad de metales pesados en consecuencia elaboraron la lista prohibida de ingredientes cosméticos la cual es una herramienta que permite informar de sustancias que causan daño a la salud pública

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (NIOSH) clasificó al cadmio como carcinógeno humano, siendo su absorción a través de la piel de 0,5% la cual es baja a diferencia de una exposición dérmica significativa en un entorno laboral la cual podría causar dermatitis irritante.

La presencia de los metales pesados como el cadmio es inevitable en los cosméticos, siendo una concentración técnicamente evitable cuando supera los 3 ppm<sup>38</sup>

### 2.3.3. Fuentes de exposición

Una forma de contaminación con este metal es a través de la fabricación de pigmentos, agentes colorantes con presencia de cadmio. Además de ello nuestro organismo puede absorber más del 80% de cadmio proveniente de cereales, arroz y trigo, hojas de verduras, papas y zanahorias<sup>34</sup>.

<i>Antropogénicas</i>	<i>Naturales</i>
Lodos residuales y estiércol	Actividad volcánica
Fertilizantes fosfatados y nitrogenados	Rocas
Industria de plateado y galvanizado	
Minería del cinc, cobre, plomo y otros metales	
Industria de fundición de metales	
Incineración	
Industria de alimentos fosfatados para animales	

**Figura 7.** Toxicocinética del cadmio <sup>34</sup>.

También proviene de emisiones volcánicas, quema de combustibles fósiles. Las partículas pequeñas de cadmio viajan a través del aire, recorriendo diversos espacios. Existe una concentración en el aire de cadmio mayor en áreas industriales (15 a 150 ng/m<sup>3</sup>), seguido por áreas urbanas (2 a 15 ng/m<sup>3</sup>) y por último una concentración menor presente en el aire de áreas rurales (0,1 a 5 ng/m<sup>3</sup>)<sup>34</sup>.

Aparte de ello, otra fuente de exposición es la ocupacional este riesgo se considera el más importante por su elevada volatilidad, se da mediante la inhalación de cenizas de incineradores, humo de soldaduras en las aleaciones y los vapores de fundición<sup>39</sup>.

#### 2.3.4. Toxicocinética

**Tabla 3.** Toxicocinética del cadmio<sup>35</sup>.

<b>ETAPA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>ABSORCIÓN</b>	Se absorbe el 50% por vía gastrointestinal, y concentraciones escasas de hierro, calcio o proteína aumentan su velocidad de absorción. En algunos casos la concentración de cadmio en adultos es de 40 miligramos
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	Más del 50% de contenido de cadmio se encuentra en los hematíes, unido a un medio de transporte llamado metalotioneína (seudoproteína).
<b>BIOTRANS-FORMACIÓN</b>	Dentro de la sangre se ubica el 0,06% del contenido presente en el organismo de cadmio
<b>EXCRECIÓN</b>	Primordialmente se almacena en el riñón, siendo la concentración en la corteza renal de 1,5 veces mayor a la presente en el riñón, uniéndose a las paredes del túbulo proximal. Se excreta esencialmente mediante la orina, en pequeña proporción con la bilis además de mínimas cantidades en el sudor, gran cantidad de cadmio que no se absorbe se elimina mediante las heces.
<b>ACUMULACIÓN</b>	El cadmio se acumula en el riñón e hígado, y esto se influye por varios factores como la intensidad, el tiempo de exposición y del estado óptimo de la función de excreción renal. Estos se incrementan de acuerdo a la edad, cuando se encuentra en sobreexposición se almacena principalmente en el hígado y con el tiempo se ubica en el riñón.

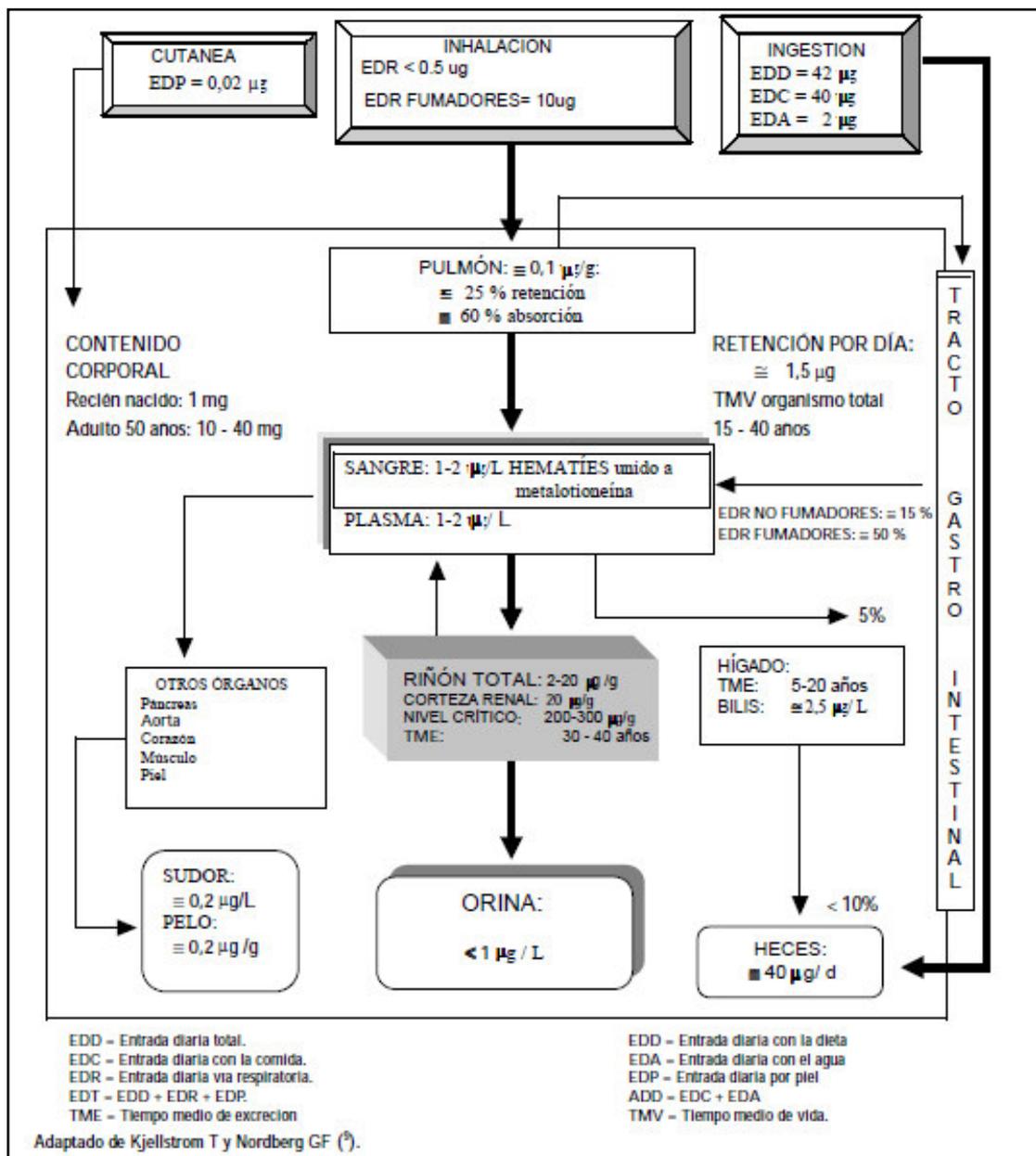


Figura 8. Toxicología del cadmio<sup>35</sup>.

### 2.3.5. Toxicodinamia

El cadmio es un metal tóxico, siendo órganos blancos el riñón y pulmón donde el primero es más sensible que el pulmón e hígado. Presenta punto blanco el epitelio del túbulo renal. Se incrementa las proteínas de bajo peso molecular (proteinuria de bajo peso molecular) así mismo la filtración glomerular se afecta debido a una modificación en la reducción electrostáticas para la filtración de las proteínas polianiónicas, el cual reduce su reabsorción y produce un incremento de la excreción urinaria de proteínas de peso molecular alto (proteinuria de peso molecular alto). Su acción tóxica se debería a su afinidad por radicales -SH, -OH, carboxilo, fosfatil, cistenil e histidil además de su acción competitiva con elementos como zinc, cobre, hierro y calcio<sup>35</sup>.

### 2.3.6. Intoxicación

#### 2.3.6.1. Intoxicación aguda:

**Tabla 4.** Intoxicación aguda<sup>39</sup>.

Exposición	Alteraciones	Sintomatología
<b>Inhalatoria</b> Sintomatología dentro de las primeras 4 a 8 horas	<b>Alteraciones generales</b>	Gripe con fiebre (entre 39°C a 40°C), conocida también como “fiebre de humos metálicos”
	<b>Alteraciones pulmonares</b>	Dentro de las pocas horas posterior a la inhalación se manifiesta dolor torácico, tos,

		<p>disnea progresiva, respiración superficial, cianosis, esputo espumoso y en ocasiones rosado.</p> <p>Neumonitis aguda después de 10 a 24 horas de inhalación aguda por altos niveles de cadmio.</p> <p>Insuficiencia respiratoria aguda después de 4 a 72 horas</p>
	<b>Alteraciones renales</b>	<p>Daño renal determinado por proteinuria, glucosuria, hipercalciuria y retención de compuestos nitrogenados</p>
<b>Ingestión</b>	<b>Alteraciones gastrointestinales</b>	<p>Dolor en forma de cólico, diarrea, procesos irritativos como náuseas, vómitos, un sabor</p>

		metálico después de la primera hora de exposición, mialgias, cefaleas, disfagia y salivación
	<b>Alteraciones renales</b>	Insuficiencia renal aguda
	<b>Otros</b>	Alteración de la función hepática, acidosis metabólica y coagulopatía
<b>Contacto</b>	<b>Dérmico</b>	Irritante para la piel, asociado con enrojecimiento de la zona afectada
	<b>Ocular</b>	Irrita mucosas, produce su enrojecimiento y dolor en zona afectada debido a su volatilidad y corrosión.

### 2.3.6.2. Intoxicación crónica:

**Tabla 5.** Intoxicación crónica<sup>39</sup>.

<b>Alteración</b>	<b>Descripción</b>
<b>Alteraciones renales</b>	Se presenta después de una exposición de 10 a 20 años a dosis baja, determinado por tubulopatía proximal con proteinuria anómala. La alteración se produce cuando se llega a concentraciones de 200 ppm (concentración crítica) el cual impide la reabsorción de ciertas moléculas y proteínas. En un inicio la proteinuria es de bajo peso molecular y pasa a una de alto peso molecular, también se observa glucosuria, aminoaciduria, fosfaturia y calciuria.
<b>Alteraciones pulmonares</b>	Se puede manifestar síndromes obstructivos y restrictivos, efisema pulmonar progresivo y fibrosis pulmonar.
<b>Alteraciones óseas</b>	Se produce osteomalacia debido a una intoxicación avanzada ya que se ocurre daño renal con hipercalciuria.
<b>Alteraciones cardiovasculares</b>	Alteraciones en pared arterial e hipertensión arterial en individuos expuestos ocupacionalmente.
<b>Alteraciones hematológicas</b>	Anemia moderada debido a la alteración del transporte de hierro.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de investigación

**Tabla 6.** Metodología de trabajo

<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>	
<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>	Descriptivo
<b>CARACTERÍSTICA</b>	Transversal
<b>INSTRUMENTO DE INVESTIGACION</b>	Análisis toxicológico
<b>LUGAR DE MUESTREO</b>	Cercado de Lima
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Límite establecido por el Gobierno de Canadá
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Concentración de cadmio en las muestras
<b>PARÁMETRO</b>	Concentración de cadmio
<b>UNIDADES DE MEDIDA O CONCENTRACIÓN</b>	ppm
<b>RESULTADO</b>	Muestras que no superaron el límite del Gobierno de Canadá

#### 3.2. Identificación de muestras.

##### 3.2.1. Obtención de muestras

Se seleccionaron treinta y dos muestras de sombras para ojos, procedentes de 8 marcas diferentes y 4 colores diferentes de cada marca de sombra de ojos entre ellos: rosado, turquesa, marrón y negro.

Las diferentes muestras se obtuvieron en el distrito del Cercado de Lima, seleccionando las galerías comerciales y centro comerciales con un alto volumen de ventas de productos cosméticos (Anexo 2).

Luego de la selección y recolección de muestras se procedió a la codificación para ser trasladadas al Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental (CICOTOX).

### 3.2.2. Tipo de muestreo

Se realizó el muestreo no probabilístico de tipo accidental, el cual consistió en seleccionar los centros de venta y las marcas cosméticas según el criterio del investigador<sup>40</sup>.

### 3.2.3. Codificación de muestras

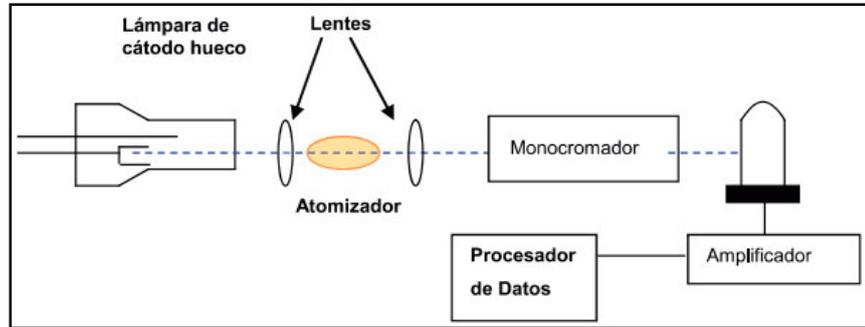
La codificación de las treinta y dos muestras seleccionadas de sombras para ojos se le asigna un código (Tabla 7) donde las letras "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H" representan las ocho marcas seleccionadas; y los números "1", "2", "3" y "4" representan los cuatro colores seleccionados (Anexo 3).

**Tabla 7.** Codificación de las diferentes marcas y colores de las sombras para ojos.

CÓDIGO DE MARCA	CÓDIGO DE COLOR			
	ROSADO	TURQUESA	MARRÓN	NEGRO
	1	2	3	4
<b>A</b>	A1	A2	A3	A4
<b>B</b>	B1	B2	B3	B4
<b>C</b>	C1	C2	C3	C4
<b>D</b>	D1	D2	D3	D4
<b>E</b>	E1	E2	E3	E4
<b>F</b>	F1	F2	F3	F4
<b>G</b>	G1	G2	G3	G4
<b>H</b>	H1	H2	H3	H4

### 3.3. Fundamento del método

Método aplicado: Espectrofotetría de absorción atómica con horno de grafito (GFAAS).



**Figura 9.** Esquema de los constituyentes de un equipo de EAA<sup>41</sup>.

Esta técnica también se conoce como atomización electrotérmica, el fundamento de la espectrofotetría de absorción atómica con horno de grafito es la absorción de luz por la muestra en estado atómico, siendo la cantidad presente de átomos proporcional a la cantidad de radiación absorbida por la muestra mediante una longitud de onda la cual es específica para el elemento a analizar<sup>41</sup>.

El método se conforma (Tabla 8) por distintos componentes que nos permiten ser empleados ampliamente en la industria cosmética para evaluar los metales pesados presentes<sup>42</sup>.

**Tabla 8.** Componentes de un equipo de EAA<sup>42</sup>.

Componentes de un equipo de EAA	
Componente	Característica
<b>Fuente de radiación</b>	Monocromática o policromática.
<b>Atomizador</b>	Produce átomos excitados de muestra para analizar.
<b>Monocromador</b>	Permite escoger la longitud de onda propia de cada muestra para analizar.
<b>Detector</b>	Sensible a la radiación que se emite para la muestra.
<b>Procesador</b>	Procesador de la señal y la lectura que emite en la salida.

En 2009, según Mañay tras la publicación de su libro, indicó que el método posee una serie de ventajas<sup>41, 43</sup>.

**Tabla 9.** Ventajas del Método GFAAS.

Ventajas del método GFAAS	
1	Capacidad de emplear volúmenes pequeños de muestra.
2	Límite de detección en partes por billón en muestra biológica y ambiental.
3	Capacidad de emplear cantidad de muestras pequeñas.
4	Menor presencia de interferencias espectrales.

### 3.4. Materiales, reactivos y equipos

#### 3.4.1. Materiales

- Matraz volumétrico de 50 mL
- Pipeta volumétrica de 3 mL, 25 mL
- Crisol de 40 mL
- Beaker de 25 mL
- Papel filtro Whatman N°40

#### 3.4.2. Reactivos

- Reactivos grado analítico
- Agua ultrapura
- Nitrato de magnesio 50% w/v
- Ácido clorhídrico 6M
- Solución patrón de cadmio de 1000 mg/L
- Gas argón UHP.

#### 3.4.3. Equipos

- Equipo absorción atómica Thermo Scientific, Marca y modelo THERMO SCIENTIFIC iCE 3000 equipado con horno de grafito.
- Balanza analítica H. W. Kessel S.A. A&D Weighing (modelo: HR-250Z).
- Estufa eléctrica LABOR MÜZERIPARI MÜVEK (modelo: LP-302).
- Mufla eléctrica Nabertherm 30 – 3000 (modelo: L1/11).
- Plancha de calentamiento VELP Scientifica (modelo: Arex).

### 3.5. Determinación de cadmio

#### 3.5.1. Preparación del estándar

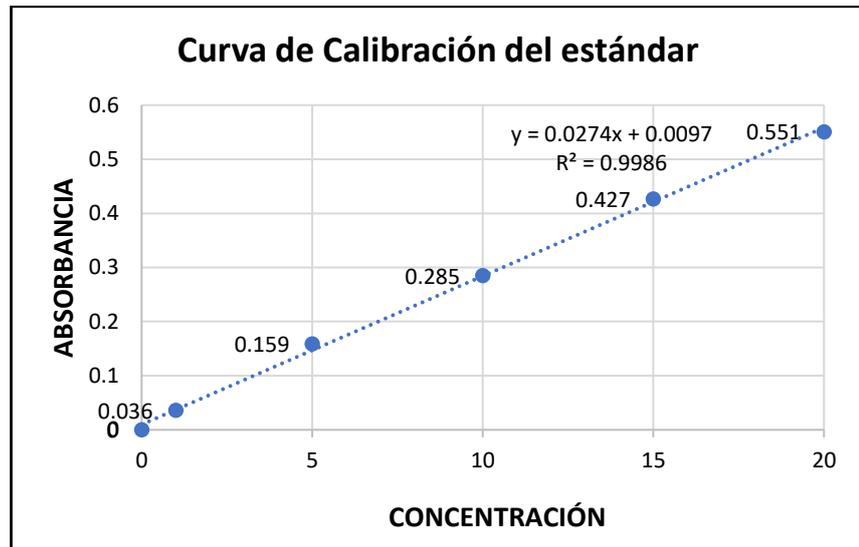
Los estándares para la curva de calibración se preparan a partir de una solución patrón de 100 ppb en agua ultrapura como sigue: cadmio a concentración de 1 ug/L, 5 ug/L, 10 ug/L, 15 ug/L, 20 ug/L. Sensibilidad del equipo 0,01 ppb.

**Tabla 10.** Absorbancia de estándares en cinco diferentes concentraciones.

<b>NOMBRE</b>	<b>CONCENTRACIÓN μg/L (ppb)</b>	<b>ABSORBANCIA</b>
<b>Blanco</b>	0	0
<b>Estándar 1</b>	1	0,036
<b>Estándar 2</b>	5	0,159
<b>Estándar 3</b>	10	0,285
<b>Estándar 4</b>	15	0,427
<b>Estándar 5</b>	20	0,551

### 3.5.2. Preparación de curva de calibración

La Curva de Calibración (Figura 10) el valor de las cinco muestras de estándares mostró una absorbancia correspondiente a su concentración.



**Figura 10.** Curva de calibración del estándar de cadmio

### 3.5.3. Condiciones espectrofotométricas

Las condiciones espectrofotométricas (Tabla 11) son específicas para cada metal pesado como el cadmio que se acopla estrictamente a lo requerido para detectar la presencia del metal en una determinada muestra.

**Tabla 11.** Condiciones del equipo de espectrofotometría de absorción atómica.

CONDICIONES	VALORES
Longitud de onda	228,8 nm
Ranura (Slit)	0,5 nm
Corrección de fondo	Lampara de deuterio
Corriente de lampara	8 mA
Tubo de grafito	Normal
Fuente de Luz	Lampara de cátodo hueco de Cadmio
Medida de señal	Área del pico

A su vez, el Horno de Grafito tiene una rampa de calentamiento (Tabla 12) donde son 4 fases con diferentes condiciones como la temperatura, tiempo, rampa, flujo de gas y especificación.

**Tabla 12.** Rampa de calentamiento del horno grafito.

Fase	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Rampa (°C/s)	Gas flujo	Especificación
1	130	19,0	130	0,2 L/min	Secado
2	350	10,0	44	0,2 L/min	Calcinado
3	1200	2,0	0	Apagado	Atomización
4	2500	2,0	650	0,2 L/min	Limpieza

#### 3.5.4. Lectura en horno de grafito

- Tomar una alícuota de 100 µL de estándar o muestra.
- Adicionar un volumen de 900 µL de la solución diluyente.
- Homogenizar ambas soluciones.
- Colocar los viales en el automuestrador del horno de grafito
- Leer la muestra según condiciones indicadas.

Cálculos para muestra de cadmio:

$$\text{Conc Cd} = \frac{\text{Conc Cd in Muestra} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{L}}\right) \times \text{mL Muestra}}{\text{Peso de Muestra} \times 1000} \text{ ppm}$$

#### 3.5.5. Preparación de la muestra

- Retirar la muestra del envase inmediato del producto.
- Mezclar la muestra hasta alcanzar un grado aceptable de homogeneidad.
- Transferir una alícuota de 2 gramos a un crisol.
- Agregar al crisol 3 mL de nitrato de magnesio al 50% w/v.
- Secar la muestra en una estufa a 105°C por 3 horas.
- Pre calcinar la muestra en una plancha de calentamiento a 350°C por 35 minutos
- Calcinar las muestras en una mufla a 500°C por 3 horas.
- Enfriar las muestras luego de ser calcinadas.
- Adicionar 25 mL de ácido clorhídrico 6M a la muestra.
- Calentar la plancha termostática por 5 minutos.
- Filtrar a un matraz volumétrico de 50 mL y aforar con agua ultrapura.
- Filtrar la muestra con un filtro de membrana de 0,45 µm.
- Realizar la lectura de la muestra.

#### 4. RESULTADOS

Los resultados de la concentración de cadmio de las treinta y dos muestras de sombras para ojos (Tabla 13) analizadas por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito debidamente codificadas donde la concentración de cadmio de cada muestra es comparada con el límite establecido por el Gobierno de Canadá, ambos valores expresados en las mismas unidades de concentración (ppm).

**Tabla 13.** Resultados de la concentración de cadmio de las muestras de sombras para ojos.

RESULTADOS GENERALES DEL ANÁLISIS (ppm)				
Número	Codificación de la muestra	Concentración de cadmio	Límite del Gobierno de Canadá	Muestra superior al Límite del Gobierno de Canadá
1	A1	0,067	≤ 3,000	NO
2	A2	0,079	≤ 3,00	NO
3	A3	0.047	≤ 3,00	NO
4	A4	0.026	≤ 3,00	NO
5	B1	0.032	≤ 3,00	NO
6	B2	0.048	≤ 3,00	NO
7	B3	0.053	≤ 3,00	NO
8	B4	0.092	≤ 3,00	NO
9	C1	0.047	≤ 3,00	NO
10	C2	0.031	≤ 3,00	NO
11	C3	0.056	≤ 3,00	NO
12	C4	0.065	≤ 3,00	NO
13	D1	0.019	≤ 3,00	NO

14	D2	0.002	$\leq 3,00$	NO
15	D3	0.030	$\leq 3,00$	NO
16	D4	0.041	$\leq 3,00$	NO
17	E1	0.073	$\leq 3,00$	NO
18	E2	0.019	$\leq 3,00$	NO
19	E3	0.322	$\leq 3,00$	NO
20	E4	0.253	$\leq 3,00$	NO
21	F1	0.036	$\leq 3,00$	NO
22	F2	0.057	$\leq 3,00$	NO
23	F3	0.088	$\leq 3,00$	NO
24	F4	0.011	$\leq 3,00$	NO
25	G1	0.013	$\leq 3,00$	NO
26	G2	0.018	$\leq 3,00$	NO
27	G3	0.025	$\leq 3,00$	NO
28	G4	0.029	$\leq 3,00$	NO
29	H1	0.045	$\leq 3,00$	NO
30	H2	0.062	$\leq 3,00$	NO
31	H3	0.034	$\leq 3,00$	NO
32	H4	0.032	$\leq 3,00$	NO
<b>PROMEDIO</b>		0.058	$\leq 3,00$	NO

4.1. Determinación de la concentración mínima y máxima de cadmio entre las treinta y dos muestras de sombras para ojos seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima.

En la Tabla 14 se aprecia los valores de las treinta y dos muestras de sombras para ojos que se comercializan en el Cercado de Lima debidamente codificadas según marca y color, los valores se encuentran expresados en ppm.

**Tabla 14.** Concentración de cadmio por marcas y colores de sombra para ojos.

CONCENTRACIÓN DE CADMIO DE SOMBRA PARA OJOS				
MARCA	COLORES			
	1	2	3	4
<b>A</b>	0.067	0.079	0.047	0.026
<b>B</b>	0.032	0.048	0.053	0.092
<b>C</b>	0.047	0.031	0.056	0.065
<b>D</b>	0.019	0.002	0.030	0.041
<b>E</b>	0.073	0.019	0.322	0.253
<b>F</b>	0.036	0.057	0.088	0.011
<b>G</b>	0.013	0.018	0.025	0.029
<b>H</b>	0.045	0.062	0.034	0.032

Se observa la concentración de cadmio de las treinta y dos muestras de sombras para ojos debidamente codificadas donde la concentración mínima, máxima y promedio de cadmio (Tabla 15) están expresados en la misma unidad de concentración (ppm).

**Tabla 15.** Concentración mínima, máxima y promedio de cadmio entre las treinta dos muestras de sombras para ojos.

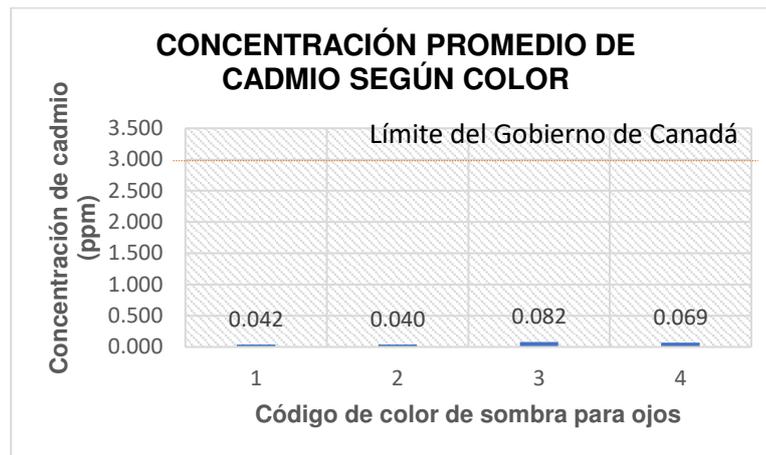
CONCENTRACIÓN DE CADMIO DE SOMBRA PARA OJOS				
Concentración	Código	Valor	Límite del Gobierno de Canadá	Muestra supera el límite del Gobierno de Canadá
Mínima	D2	0,002	≤ 3,00	NO
Máxima	E3	0,322	≤ 3,00	NO
Promedio	-	0,162	≤ 3,00	NO

4.2. Comparación de la concentración promedio de cadmio de las sombras para ojos entre cada color de las marcas seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima.

**Tabla 16.** Concentración de cadmio por color de sombra para ojos.

CÓDIGO DE COLOR	CONCENTRACIÓN DE CADMIO DE MUESTRAS (ppm)	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE CADMIO (ppm)
1	0,067; 0,032; 0,047; 0,019; 0,073; 0,036; 0,013 y 0,045.	0,042
2	0,079; 0,048; 0,031; 0,002; 0,019; 0,057; 0,018 y 0,062.	0,040
3	0,047; 0,053; 0,056; 0,030; 0,322; 0,088; 0,025 y 0,034.	0,082
4	0,026; 0,092; 0,065; 0,041; 0,253; 0,011; 0,029 y 0,032.	0,069

En la comparación de concentración promedio de cadmio entre los cuatros colores seleccionados (Figura 11), la muestra con código “3” (color marrón) representa la mayor concentración promedio de cadmio y la muestra con código “2” (color turquesa) representa la menor concentración de cadmio, estando ambos códigos dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



**Figura 11.** Concentración promedio de cadmio entre los cuatro colores seleccionados.

#### 4.2.1. Análisis estadístico de varianza (ANOVA).

##### a) Hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** “No hay diferencia significativa en la concentración promedio de cadmio de sombras para ojos entre los cuatro colores seleccionados que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima”.

**H<sub>1</sub>:** “Hay diferencia significativa en la concentración promedio de cadmio de sombras para ojos al menos en uno de los cuatro colores seleccionados que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima”.

##### b) Nivel de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

c) Análisis estadístico de varianza (ANNOVA).

**Tabla 17.** Análisis estadístico de varianza (ANNOVA) de un factor (color).

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	8	0,332	0,0415	0,0004
2	8	0,316	0,0395	0,0007
3	8	0,655	0,0819	0,0098
4	8	0,549	0,0686	0,0062

**Tabla 18.** Variables del análisis estadístico de varianza (ANOVA) por color.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
<b>Entre grupos</b>	0,0104	3	0,0035	0,8077	0,5003	2,9467
<b>Dentro de los grupos</b>	0,1199	28	0,0043			
<b>Total</b>	0,1303	31				

d) Decisión:

- El valor crítico para F es mayor que F (Estadístico de Prueba).
- El valor de la probabilidad  $p = 0,5003$  es mayor que 0,05.

e) Conclusión:

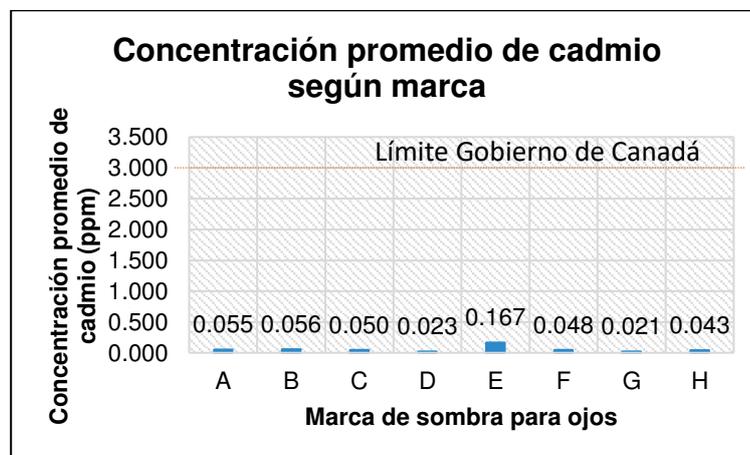
- Con la significancia de 5%, se acepta la  $H_0$  es decir: “No hay diferencia significativa en el en la concentración promedio de cadmio de sombras para ojos entre los cuatro colores seleccionados que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima”.

4.3. Comparación de la concentración promedio de cadmio de las sombras para ojos entre las marcas seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima.

**Tabla 19.** Concentración de cadmio por marca de sombra para ojos.

CÓDIGO DE MARCA	CONCENTRACIÓN DE CADMIO (ppm)	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE CADMIO (ppm)
A	0,067; 0,079; 0,047 y 0,026.	0,055
B	0,032; 0,048; 0,053 y 0,092	0,056
C	0,047; 0,031; 0,056 y 0,065	0,050
D	0,019; 0,002; 0,030 y 0,041	0,023
E	0,073; 0,019; 0,322 y 0,253	0,167
F	0,036; 0,057; 0,088 y 0,011	0,048
G	0,013; 0,018; 0,025 y 0,029	0,021
H	0,045; 0,062; 0,034 y 0,032	0,043

En la comparación de concentración promedio de cadmio entre las ocho marcas seleccionadas (Figura 12), la muestra con código “E” representa la mayor concentración promedio de cadmio y la muestra con código “G” representa la menor concentración promedio de cadmio, estando ambos códigos dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



**Figura 12.** Concentración promedio de cadmio entre las ocho marcas seleccionadas.

#### 4.3.1. Análisis estadístico de varianza (ANOVA)

a) Hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** “No hay diferencia significativa en la concentración promedio de cadmio de sombras para ojos entre las ocho marcas seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima”.

**H<sub>1</sub>:** “Hay diferencia significativa en la concentración promedio de cadmio de sombras para ojos al menos en una de las ocho marcas seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima”

b) Nivel de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

c) Análisis estadístico de varianza (ANNOVA).

**Tabla 20.** Análisis estadístico de varianza (ANNOVA) de un factor (marca)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
<b>A</b>	4	0.2190	0.0548	0.0005
<b>B</b>	4	0.2250	0.0563	0.0006
<b>C</b>	4	0.1990	0.0498	0.0002
<b>D</b>	4	0.0920	0.0230	0.0003
<b>E</b>	4	0.6670	0.1668	0.0207
<b>F</b>	4	0.1920	0.0480	0.0011
<b>G</b>	4	0.0850	0.0213	0.0001
<b>H</b>	4	0.1730	0.0433	0.0002

**Tabla 21.** Variables del análisis estadístico de varianza (ANOVA) por marca

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
<b>Entre grupos</b>	0.0592	7	0.0085	2.8548	0.0257	2.4226
<b>Dentro de los grupos</b>	0.0711	24	0.0030			
<b>Total</b>	0.1303	31				

d) Decisión:

- El valor crítico para F es menor que F (Estadístico de Prueba).
- El valor de la probabilidad  $p=0,0257$  es menor que 0,05.

e) Conclusión:

- Con la significancia de 5%, se acepta la  $H_1$  es decir: “Hay diferencia significativa en el en la concentración promedio de cadmio de sombras para ojos al menos en uno de las ocho marcas seleccionadas que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima”.

4.4. Comparación entre la concentración de las treinta y dos muestras de sombras para ojos que se comercializan en el Cercado de Lima y el límite establecido por el Gobierno de Canadá.

En comparación de las 32 muestras de sombra para ojos que se comercializan en el Cercado de Lima y el límite establecido por el Gobierno de Canadá (3,000 ppm), se puede decir que el 100% de muestras no superaron los límites de cadmio establecidos (Tabla 22).

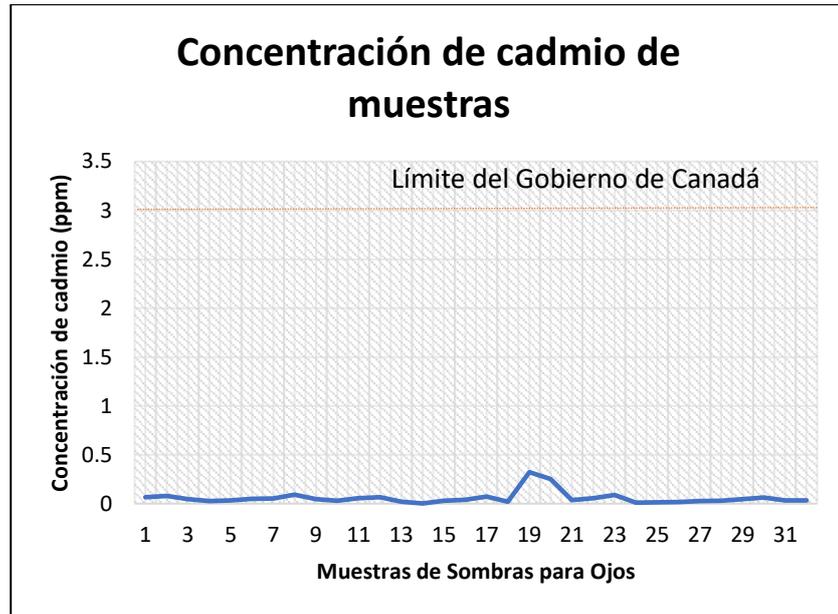
**Tabla 22.** Concentración de cadmio de las muestras de sombra para ojos y el Límite del Gobierno de Canadá.

<b>N°</b>	<b>Concentración de cadmio (ppm)</b>	<b>Límite según Gobierno de Canadá (ppm)</b>
1	0.067	3.000
2	0.079	3.000
3	0.047	3.000
4	0.026	3.000
5	0.032	3.000
6	0.048	3.000
7	0.053	3.000
8	0.092	3.000
9	0.047	3.000
10	0.031	3.000
11	0.056	3.000
12	0.065	3.000
13	0.019	3.000
14	0.002	3.000
15	0.030	3.000
16	0.041	3.000

17	0.073	3.000
18	0.019	3.000
19	0.322	3.000
20	0.253	3.000
21	0.036	3.000
22	0.057	3.000
23	0.088	3.000
24	0.011	3.000
25	0.013	3.000
26	0.018	3.000
27	0.025	3.000
28	0.029	3.000
29	0.045	3.000
30	0.062	3.000
31	0.034	3.000
32	0.032	3.000
<b>PROMEDIO</b>	0.058	3.000

**Tabla 23.** Resultado general según el límite de cadmio establecido por el Gobierno de Canadá.

<b>RESULTADO GENERAL SEGÚN EL LÍMITE DE CADMIO ESTABLECIDO POR EL GOBIERNO DE CANADÁ</b>		
<b>CONDICIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Muestras superiores al límite de cadmio	0	0 %
Muestras no superiores al límite de cadmio	32	100,0 %
Total de muestras	32	100,0 %



**Figura 13.** Concentración de cadmio de muestras de sombra para ojos y el límite del Gobierno de Canadá.

#### 4.4.1. Prueba de T-student

a) Hipótesis:

H<sub>0</sub>: “Existe diferencia significativa entre la concentración de cadmio de las muestras de sombra para ojos que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima y el límite establecido por el Gobierno de Canadá”.

H<sub>1</sub>: “No hay diferencia significativa entre la concentración de cadmio al menos en una de las muestras de sombra para ojos que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima y el límite establecido por el Gobierno de Canadá”.

b) Nivel de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

c) Prueba de T-student:

**Tabla 24.** Comparación de la concentración de cadmio de las muestras de sombras para ojos y el límite establecido por el Gobierno de Canadá.

	Concentración de cadmio	Límite por el Gobierno de Canadá
Media	0,057875	3,000
Varianza	0,004203532	0
Observaciones	32	32
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	31	
Estadístico t	-256.7018019	
P(T<=t) una cola	1.8727E-53	
Valor crítico de t (una cola)	1,695518783	
P(T<=t) dos colas	3.74539E-53	
Valor crítico de t (dos colas)	2,039513446	

d) Decisión:

- El valor de la probabilidad  $p = 0$  es menor que 0,05.

f) Conclusión:

- Con la significancia de 5%, se acepta la  $H_0$  es decir, hay diferencias significativas entre la concentración de cadmio al menos en una de las muestras de sombra para ojos que se comercializan en el Cercado de Lima y el límite establecido por el Gobierno de Canadá.

## 5. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación seleccionó sombras para ojos entre los productos cosméticos comercializados para ser objeto de estudio y determinar su concentración de cadmio debido a la alta comercialización en el mercado peruano, el cual cuenta con un gran potencial de crecimiento<sup>17, 18</sup>. Se seleccionó como método de análisis espectroscopía por absorción atómica con horno de grafito ya que entre las bibliografías consultadas Thermo Elemental muestra las ventajas que este método posee como son los buenos límites de detección y el pequeño tamaño de muestra que necesita este equipo<sup>43</sup>. En 1999, la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR), publicó una reseña toxicológica del cadmio que forma parte de una serie de resúmenes de salud pública sobre sustancias peligrosas y sus efectos sobre la salud. Donde la FDA ha determinado que los niveles de cadmio en el agua en botella no deben exceder el valor de 0,005 ppm (0,005 mg/L)<sup>44</sup>. No se ha tomado como referencia este valor debido a que el agua embotellada se ingiere y tiene un distinto porcentaje de absorción. Entonces se decidió tomar como referencia una que actúe sobre la piel (nivel superior: epidermis). En 2012, la Autoridad de Protección Ambiental (EPA), desarrolló una directriz para un grupo de sustancias para tatuajes y maquillaje permanente, ante la popularidad de estos y combinado con los informes de reacciones adversas por dichas sustancias. Se estableció una concentración máxima de cadmio de 0,200 ppm<sup>45</sup>. No se ha tomado como referencia este valor debido a que los tatuajes y maquillaje permanente se realiza en la piel con herramientas para poder alcanzar un nivel mayor de profundidad (nivel medio: dermis). Entonces se decidió tomar como referencia una que tenga aplicación sobre el mismo nivel de capa de la piel. En 2006, el Instituto Federal de Evaluación de Riesgos (BFR), publicó una recomendación para los niveles técnicamente evitables de metales pesados como el cadmio en productos cosméticos como la sombra para ojos siendo el límite establecido de 5 ppm<sup>46</sup>. No se ha tomado como referencia este valor debido a que la publicación del 2006 del Instituto Federal de Evaluación de Riesgos (BFR) hace referencia a los valores que fueron publicados en 1985 por la antigua Oficina Federal de

Salud (BGA), por ello se decidió tomar una referencia con información más actual. En 2012, Gobierno de Canadá (HC-SC), determino aprobar límites de metales pesados como impurezas para productos cosméticos. Debido a la naturaleza propia de los metales pesados como el cadmio en la industria cosmética, los usuarios pueden estar expuestos a trazas de contaminantes en estos productos de uso diario. Dando como concentración máxima el valor de 3,000 ppm<sup>47</sup>. Se consideró este valor como referencia debido a que el porcentaje de absorción es sobre la piel, la aplicación es sobre el mismo nivel de la piel y la información sobre este límite establecido está vigente. Entonces se decidió tomar esta referencia porque tiene las mismas condiciones que este trabajo de investigación. Se analizó 32 muestras de sombras para ojos, de las cuales el 100 % de ellas no superaron el límite permitido por el Gobierno de Canadá y ninguna muestra superó el valor permitido, al realizar la prueba de T-student se observó que el valor de la p es igual a 0 lo que resulta menor que el valor 0,005 es decir, existe diferencia significativa entre la concentración de cadmio de las muestras de sombra para ojos que se comercializa en el Cercado de Lima y el límite establecido por el Gobierno de Canadá. La concentración promedio de cadmio según color en las muestras de sombras para ojos según en el código "3" (color marrón) representa la mayor concentración promedio de cadmio con 0,082 ppm y el código "2" (color turquesa) representa la menor concentración promedio de cadmio de 0,040 ppm, siendo ambos códigos inferiores al límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm). La concentración promedio de cadmio según marca en las muestras de sombras para ojos obtuvimos en el código "E" que representa la mayor concentración promedio de cadmio con 0,167 ppm y "G" que representa la menor concentración promedio de cadmio con 0,021 ppm, siendo ambos códigos inferiores al límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm). En estudios realizados en Nigeria en el 2011, mostraron altos contenidos de metales en cosméticos ya sea agregados intencionalmente o como impurezas provenientes de materias primas, donde el 80% de los cosméticos para ojos presentó concentraciones detectables en un rango de 0,2 ppm a 3,5 ppm, siendo un resultado diferente al obtenido en esta investigación ya que ningún valor obtenido superó el límite establecido

por el Gobierno de Canadá. En una investigación realizada en el año 2013 en Irán, revelaron resultados de análisis de sombra para ojos como la concentración mínima de 1,54 ppm; concentración máxima de 55,59 ppm y una concentración promedio de 27,32 ppm. Obteniendo un resultado diferente a la presente investigación esto se puede deber a diferentes causas entre una de ellas ser de diferente país de origen ya que la concentración mínima que se obtuvo fue de 0,002 ppm; concentración máxima de 0,322 ppm y la concentración promedio de 0,058 ppm<sup>13</sup>. En el año 2011 se realizó un estudio en el cual se evaluó la concentración de diversos metales pesados como la sombra para ojos provenientes de diversos países como China, Italia y Estados Unidos en dichas muestras se analizó la concentración de cadmio por espectrometría de masas de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) y se obtuvo un nivel de resultados desde 0,0006 ppm a 0,033 ppm, en el presente estudio se obtuvo en su mayoría resultados similares esto se puede inferir ya que ambos estudios comparten muestras de mismo país de origen<sup>48</sup>. Es de vital importancia que la DIGEMID siendo responsable de la regulación de los productos cosméticos ante los resultados mostrados debería de tomar como referencia la regulación internacional para mejorar la regulación del Gobierno del Perú por ejemplo los siguientes documentos: el Manual de BPM de productos cosméticos por la FDA<sup>49</sup> tiene la finalidad de asegurar la calidad, seguridad y eficacia de las sombras para ojos, el ISO 22716<sup>50</sup> que proporciona las directrices para la producción, control, almacenamiento y expedición de productos cosméticos y el Manual de Ciencia y Tecnología Cosmética de USA<sup>51</sup> brinda las últimas innovaciones y tecnologías para la formulación, diseño, piloto y producción de productos cosméticos para la piel. Considerando que en el Perú hay un crecimiento del uso de los cosméticos<sup>17,18</sup> y que estos pueden ser usados durante gran parte de la vida de los usuarios. Se debe prestar especial atención a los aspectos de seguridad a largo plazo ya que presentan efectos secundarios: algunos son reacciones inmediatas y visibles, mientras que otros pueden aparecer por su uso prolongado. Si observamos la interacción que tienen los principios activos de los medicamentos pueden desencadenar una sinergia o una letargia de la actividad terapéutica, del mismo modo existe una interacción entre los metales

pesados presentes en los productos cosméticos que estos pueden desencadenar reacciones que resultarían perjudiciales para la salud. Teniendo en cuenta que el cadmio es un potente veneno celular, que causa diferentes tipos de daño, incluida la muerte celular o el aumento de la proliferación celular. Puede afectar el sistema nervioso, y pueden ocurrir trastornos neurológicos como discapacidades de aprendizaje e hiperactividad en los niños<sup>48</sup>.

## 6. CONCLUSIONES

- Se determinó la concentración promedio de cadmio en las treinta y dos muestras de sombras para ojos obteniendo un valor de 0,058 ppm, siendo la concentración mínima de 0,002 ppm y la concentración máxima de 0,322 ppm.
- Se comparó la concentración promedio de cadmio según color en las muestras de sombras para ojos de los códigos "1", "2", "3" y "4" obteniendo valores de 0,042 ppm; 0,040 ppm; 0,082 ppm y 0,069 ppm respectivamente.
- Se comparó la concentración promedio de cadmio según marca en las muestras de sombras para ojos de los códigos "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H" obteniendo valores de 0,055 ppm; 0,056 ppm; 0,050 ppm; 0,023 ppm; 0,167 ppm; 0,048 ppm; 0,021 ppm y 0,043 ppm respectivamente.
- Se comparó la concentración promedio de cadmio de las muestras analizadas con el valor establecido por del Gobierno de Canadá obteniendo un 100,0 % del total de muestras dentro del límite establecido ( $\leq 3,000$  ppm).

## 7. RECOMENDACIONES

- Investigar en lo posterior las interacciones entre las altas concentraciones de metales pesados presentes en diversos productos cosméticos y su impacto en la salud de los usuarios.
- Analizar otros metales pesados presentes en la sombra para ojos como el plomo, mercurio, arsénico, níquel, cobre, zinc, cobalto y manganeso para asegurar su seguridad a largo plazo, debido que los productos cosméticos pueden usarse ampliamente durante gran parte de la vida de una persona.
- Identificar todos los xenobióticos que representen un peligro para la salud que se encuentran en la sombra para ojos como los metales pesados como el cadmio.
- Promover la información detallada de la composición de los productos cosméticos como la sombra para ojos y de sus posibles efectos adversos para la salud.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mohammed N, Jabber H. Determination of heavy metals in some cosmetics available in locally markets. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 2014 Agosto; 8(8): p. 09-12.
2. Ullah H, Noreen S, Rehman A, Waseem A, Zubair S, Adnan M, et al. Comparative study of heavy metals content in cosmetic products of different countries marketed in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Arabian Journal of Chemistry*. 2017 Enero 20; 10(1): p. 10-18.
3. Borowska S, Brzóška M. Metals in cosmetics: implications for human health. *Journal of Applied Toxicology*. 2015 Marzo 23; 35(6): p. 551-572.
4. Contado C, Pagnoni A. A new strategy for pressed powder eye shadow analysis: Allergenic metal ion content and particle size distribution. *Science of the Total Environment*, ELSEVIER. 2012 Agosto 15; 432: p. 173-179.
5. Temesvari E, Ponyai G. Periocular dermatitis: a report of 401 patients. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2009 Febrero 20; 23(2).
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017. Primera ed. Costa F, editor. Lima; 2018.
7. El Comercio. Sector cosmético e higiene personal crecería hasta 8%. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 17]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/sector-cosmetico-e-higiene-personal-creceria-8-noticia-504550>.
8. Organización Mundial de la Salud. Diez sustancias químicas que constituyen una preocupación para la salud pública. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 14]. Disponible en: [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/chemicals\\_phc/es/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/es/).

9. Organización Mundial de la Salud. Cadmio. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 15]. Disponible en: [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/cadmium/es/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/cadmium/es/).
10. Ya-Xian Z, Suetake T, Tagami H. Number of cell layers of the stratum corneum in normal skin-relationship to the anatomical location on the body, age, sex, and physical parameters. *Archives of Dermatologic Research*. 1999 Octubre; 291(10): p. 555-559.
11. Bocca B, Pino A, Alimonti A, Forte G. Toxic metals contained in cosmetics: A status report. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2014 Febrero; 68.
12. Volpe M, Nazzaro M, Coppola R, Rapuano F, Aquino R. Determination and assessments of selected heavy metals in eye shadow cosmetics from China, Italy, and USA. *Microchemical Journal*. 2012 Marzo; 101: p. 65-69.
13. Nourmoradi H, Foroghi M, Farhadkhani M. Assessment of Lead and Cadmium Levels in Frequently used cosmetic products in Iran. *Journal of Environmental and Public Health*. 2013 September; 2013.
14. Martini L. The fascination of mineral pigments in organic and natural eye shadows and compact cakes: are they risky or innocuous? *Our Dermatology Online*. 2016; 7(1): p. 123-126.
15. Zafarzadeh A, Shahryari A, Taziki S, Ahmadi N, Mirkarimi K, Charkazi A. Assessment of cadmium and lead concentrations in different types of cosmetics products consumed in Iran. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*. 2018; 8(8): p. 1200-1204.
16. Cámara de Comercio de Lima. Consumo de cosméticos e higiene crecerán hasta 5.6%, ¿qué motivará este resultado? *Gestión*. 2018
17. Copecoh. CCL: Peruanos gastan más en cosméticos que en su salud personal. *Gestión*. 2017
18. Comité Peruano de Cosmética e Higiene. La cámara. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 27]. Disponible en:

<https://www.camaralima.org.pe/vipcam1/imagen/imagenes/copecoh/2018/abril/files/noticia/1.pdf>.

19. Copecoh. elEconomista. [En línea].; 2017 [citado 2018 diciembre 28]. Disponible en: <https://www.eleconomistaamerica.pe/economia-eAmperu/noticias/8611120/09/17/Sector-cosmeticos-e-higiene-proyecta-un-crecimiento-entre-4-y-7-para-el-2018.html>.
20. AMI. 11 mercados en crecimiento de Latinoamérica. [En línea].; 2017 [citado 2018 diciembre 4]. Disponible en: <https://americasmi.com/insights/11-mercados-en-crecimiento-de-latinoamerica/>.
21. REUTERS. Global Cosmetics Products Market expected to reach USD 805.61 billion by 2023 - Industry Size & Share Analysis. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 13]. Disponible en: <https://www.reuters.com/brandfeatures/venture-capital/article?id=30351>.
22. LOREAL. Cosmetics Market. [En línea].; 2017 [citado 2018 diciembre 22]. Disponible en: <https://www.loreal-finance.com/en/annual-report-2017/cosmetics-market>.
23. Pro Visu Foundation. Ojo y visión. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 2]. Disponible en: <https://www.provisu.ch/es/dossiers-es/ojo-y-vision.html>.
24. Universidad Nacional Mayor San Marcos. Anatomía Ocular: IV Oftamología Salaverry O, Loayza F, editors. Lima; 2000.
25. Stanford Children's Health. Anatomía del ojo. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 5]. Disponible en: <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomadelojo-85-P03626>.
26. Prada C, Álvarez A. Párpados, superficie ocular e higiene palpebral. Sociedad Española de Oftalmología. 2012 Junio;; p. 1-4.
27. Wang M, Craig J. Investigating the effect of eye cosmetics on the tear film: current insights. Dovepress, Clinical Optometry. 2018 Abril;(10): p. 33-40.

28. LA ROCHE-POSAY. LA ROCHE-POSAY, Laboratoire Dermatologique. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 26]. Disponible en: <https://www.laroche-posay.es/glosario-de-belleza/S/Sombra-de-ojos-gl19-w2492.aspx>.
29. Olazabal G, Quispe R. Determinación de plomo en sombras de ojos para ojos de diferentes marcas comercializadas en Lima Metropolitana Llahuilla J, editor. Lima Metropolitana; 2018.
30. Begoun P. The Original Beauty Bible. Primera ed. Asmus S, Hopper J, Parsons S, editors. Washington; 2009.
31. John Wiley & Sons, Inc. Introduction to cosmetic formulation and technology. Primera ed. Baki G, Kenneth A, editors. USA: The University of Toledo, College of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences; 2015.
32. Makeup Tutorials. Types of Eyeshadow and How to Apply Them. [En línea].; 2018 [citado 2018 noviembre 30]. Disponible en: <https://makeuptutorials.com/eyeshadow-makeup-tutorials/>.
33. Australian Academy of Science. The chemistry of cosmetics. [En línea].; 2018 [citado 2018 diciembre 26]. Disponible en: <https://www.science.org.au/curious/people-medicine/chemistry-cosmetics>.
34. Pérez García PE, Azcona Cruz MI. Los efectos del cadmio en la salud. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas. 2012 Julio-Septiembre; 17(3).
35. Ramírez A. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. Anales de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor San Marcos. 2002; 63(1): p. 51-64.
36. Lauwerys R, Bernard A. Cadmium: Exposure Markers as Predictors of Nephrotoxic Effects. The American Association for Clinical Chemistry. 1994 Julio; 40(7): p. 1391-1394.

37. Romero RMC. Desarrollo de métodos analíticos automáticos para la determinación de metales en el medio ambiente laboral Compostela USd, editor.; 2008.
38. Government of Canada. Guidance on heavy metal impurities in cosmetics. [En línea].; 2012 [citado 2019 marzo 13]. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/reports-publications/industry-professionals/guidance-heavy-metal-impurities-cosmetics.html#a323>.
39. Ministerio de Salud. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por cadmio RM N° 757 - 2013/MINSA. [En línea].; 2015 [citado 2018 noviembre 25]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3244.pdf>.
40. Rodríguez R. Teoría Básica del Muestreo. [En línea].; 1996 [citado 2018 octubre 18]. Disponible en: [http://www.rubenjoserodriguez.com.ar/wp-content/uploads/2011/07/Teoria\\_Basica\\_del\\_Muestreo.pdf](http://www.rubenjoserodriguez.com.ar/wp-content/uploads/2011/07/Teoria_Basica_del_Muestreo.pdf).
41. Mañay N, Clavijo G, Díaz L. Absorción atómica con horno de grafito. In Litter M, Armienta M, Farías S, editors. Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en agua y suelos. Argentina: CYTED; 2009. p. 79-92.
42. Gallegos W, Vega M, Noriega P. Espectroscopia de absorción atómica con llama y su aplicación para la determinación de plomo y control de productos cosméticos. La Granja. 2012 marzo; 15(1): p. 18-25.
43. Thermo Elemental. AAS, GFAAS, ICP or ICP-MS? Which technique should I use?; 2001.
44. ATSDR, Agencia para Sustancia Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Resumen de Salud Pública de Cadmio. Departamento de Salud y Servicios Humanos, División de Toxicología y Medicina Ambiental. 1999 Julio.

45. EPA, Environmental Protection Authority. Guidelines for tattoo and permanent makeup substances. Directricez. New Zealand: EPA, Gobierno de Nueva Zelanda; 2012.
46. BFR, Instituto Federal de Evaluación de Riesgos. Productos cosméticos: BFR recomienda regula los contenidos de metales pesados por encima de los requisitos de pureza. Recomendacion. Gobierno de Alemania: Instituto Federal de Evaluación de Riesgos; 2006.
47. Government of Canada. Guidance on Heavy Metal Impurities in Cosmetics, Informe y publicaciones - Seguridad de los productos de consumo. Directrices. Gobierno de Canadá, Area de Salud; 2012.
48. Volpe M, Nazzaro M, Coppola R, Rapuano F, Aquino R. Determination and assessments of selected heavy metals in eye shadow cosmetics from China, Italy and USA. ELSEVIER. 2012 March; 101: p. 65-69.
49. Department of Heath and Human Services, Food and Drug Administration. Cosmetic Good Manufacturing Practices Rockville, USA; 2013.
50. ISO, International Standard Organization. ISO 22716, Guia de Buenas Prácticas de Fabricacion de Productos cosméticos España: AENOR; 2008.
51. USA. Handbook of Cosmetic Science and Technology. Tercera ed. Paye M, Barel A, Maibach H, editors. New York: Informa Healthcare USA; 2009.
52. Ebere Orisakwe O, Oye Otaraku J. Metal Concentrations in Cosmetics Commonly Used in Nigeria. PubMed Central. 2013 December; 2013(5).
53. EPA, Environmental Protection Authority. Guidelines for tattoo and permanent makeup substances EPA0128. New Zealand Government, EPA; 2012.

## 9. ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Delimitación del distrito del Cercado de Lima donde se adquirieron las sombras para ojos.	61
<b>Anexo 2.</b> Listado de las marcas de las sombras para ojos y sus lugares de adquisición.	61
<b>Anexo 3.</b> Lista de códigos de sombra para ojos que son comercializados en el Cercado de Lima.	62
<b>Anexo 4.</b> Imágenes de las muestras de sombra para ojos que son comercializados en el distrito del Cercado de Lima.	63
<b>Anexo 5.</b> Certificado de verificación operacional del equipo Espectrofotómetro de Absorción Atómica.	64
<b>Anexo 6.</b> Protocolo de análisis toxicológico, análisis cuantitativo de cadmio de las sombras para ojos	65
<b>Anexo 7.</b> Comparación de concentración de cadmio en sombra para ojos según los cuatro colores seleccionados que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima	67
<b>Anexo 8.</b> Comparación de concentración de cadmio en sombra para ojos según las ocho marcas seleccionadas que se comercializan en el distrito del Cercado de Lima.	69

**Anexo 1.** Delimitación del distrito del Cercado de Lima donde se adquirieron las sombras para ojos.



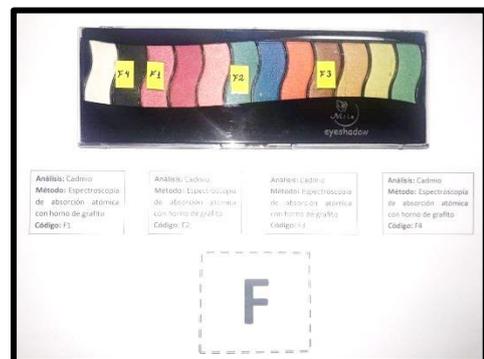
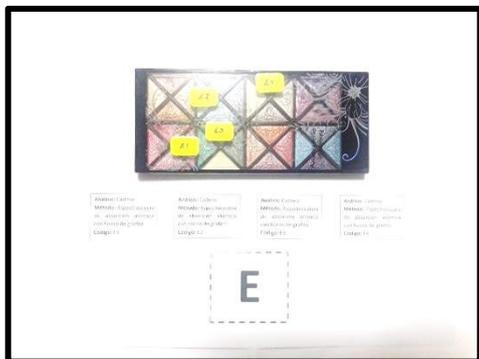
**Anexo 2.** Listado de las marcas de las sombras para ojos y sus lugares de adquisición.

CÓDIGO	MARCA	LUGAR DE ADQUISICIÓN
<b>A</b>	Inglot	Centro Comercial Real Plaza
<b>B</b>	Catrice	Centro Comercial Real Plaza
<b>C</b>	Vogue	Galería Tradición
<b>D</b>	Essence	Centro Comercial Real Plaza
<b>E</b>	Damaris	Galería Tradición
<b>F</b>	Mile	Galería Santa Catalina
<b>G</b>	P&W	Galería Santa Catalina
<b>H</b>	Lindaxiu	Galería Santa Catalina

**Anexo 3.** Lista de códigos de sombra para ojos que son comercializados en el distrito del Cercado de Lima.

<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	<b>PROCEDENCIA</b>
<b>A1</b>	Inglot	Rosado	Polonia
<b>A2</b>	Inglot	Turquesa	Polonia
<b>A3</b>	Inglot	Marrón	Polonia
<b>A4</b>	Inglot	Negro	Polonia
<b>B1</b>	Catrice	Life on high heels	Italia
<b>B2</b>	Catrice	My mermint	Italia
<b>B3</b>	Catrice	I'm hazaling	Italia
<b>B4</b>	Catrice	Black pearl	Italia
<b>C1</b>	Vogue	Cereza	Colombia
<b>C2</b>	Vogue	Alicia	Colombia
<b>C3</b>	Vogue	Carioca	Colombia
<b>C4</b>	Vogue	Onix	Colombia
<b>D1</b>	Essence	Raspberry	Italia
<b>D2</b>	Essence	Mermaid at heart	Italia
<b>D3</b>	Essence	Miss foxy Roxy	Italia
<b>D4</b>	Essence	Black is back	Italia
<b>E1</b>	Damaris	Desconocido	China
<b>E2</b>	Damaris	Desconocido	China
<b>E3</b>	Damaris	Desconocido	China
<b>E4</b>	Damaris	Desconocido	China
<b>F1</b>	Mile	Desconocido	China
<b>F2</b>	Mile	Desconocido	China
<b>F3</b>	Mile	Desconocido	China
<b>F4</b>	Mile	Desconocido	China
<b>G1</b>	P&W	Desconocido	China
<b>G2</b>	P&W	Desconocido	China
<b>G3</b>	P&W	Desconocido	China
<b>G4</b>	P&W	Desconocido	China
<b>H1</b>	Lindaxiu	Desconocido	China
<b>H2</b>	Lindaxiu	Desconocido	China
<b>H3</b>	Lindaxiu	Desconocido	China
<b>H4</b>	Lindaxiu	Desconocido	China

**Anexo 4.** Imágenes de las muestras de sombra para ojos que son comercializados en el distrito del Cercado de Lima.



**Anexo 5.** Certificado de Verificación Operacional del equipo Espectrofotómetro de Absorción Atómica.



## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL

Declaración obtenida del resultado de la verificación operacional del Espectrofotómetro de Absorción Atómica Solaar ICE 3500 de Thermo Scientific (antes Thermo Electrón).

Cliente: UNMSM Facultad de Farmacia y Bioquímica.  
Lab. CICOTOX.

Dirigido a:  
Dr. Jose Alfonso Apestequia Infantes.

### Equipamiento Instalado:

Espectrofotómetro AA	Modelo ICE 3500	Número de serie <b>AA05165106</b>
Software de Control Solaar	Versión 11.08	

La Verificación Operacional del espectrofotómetro AA Solaar ICE 3500 Thermo Scientific **fue superada satisfactoriamente.**

**Se concluye entonces que el Espectrofotómetro AA Solaar ICE 3500 de Thermo Scientific cumple con las especificaciones técnicas de fabricante.**

Fecha de la Verificación Operacional: 21 de Setiembre del 2018.

Próxima Validación: Marzo del 2019.

REACTIVOS PARA ANALISIS SAC

.....  
Ing. Alejandro Villarreal L.  
Soporte Técnico  
Reactivos Para Análisis S.A.C.

RESPONSABLE \_\_\_\_\_

**Anexo 6. Protocolo de Análisis toxicológico, análisis cuantitativo de cadmio de las sombras para ojos**

(Parte 1 de 2).



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
 Universidad del Perú. Decana de América  
**Facultad de Farmacia y Bioquímica**  
 Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX



N°	87328	-	87343
----	-------	---	-------

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO**

SOLICITANTE: Sr. Jesús Marcelo Méndez Cruz

TESIS: "DETERMINACIÓN DE CADMIO EN SOMBRAS PARA OJOS EN OCHO MARCAS  
 COMERCIALIZADAS EN CERCADO DE LIMA"

FECHA DE RECEPCIÓN: 28 de Octubre de 2018 HORA: 08.50 p.m.  
 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 17 de Noviembre de 2018 HORA: 09.30 a.m.  
 FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 24 de Noviembre de 2018 HORA: 10.30 p.m.

MÉTODO: Determinación de cadmio por espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

N° ANALISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
87328	Sombras de ojos (Código: A1)	Cuantificación de Cadmio	0.067 ppm
87329	Sombras de ojos (Código: A2)	Cuantificación de Cadmio	0.079 ppm
87330	Sombras de ojos (Código: A3)	Cuantificación de Cadmio	0.047 ppm
87331	Sombras de ojos (Código: A4)	Cuantificación de Cadmio	0.026 ppm
87332	Sombras de ojos (Código: B1)	Cuantificación de Cadmio	0.032 ppm
87333	Sombras de ojos (Código: B2)	Cuantificación de Cadmio	0.048 ppm
87334	Sombras de ojos (Código: B3)	Cuantificación de Cadmio	0.053 ppm
87335	Sombras de ojos (Código: B4)	Cuantificación de Cadmio	0.092 ppm
87336	Sombras de ojos (Código: C1)	Cuantificación de Cadmio	0.047 ppm
87337	Sombras de ojos (Código: C2)	Cuantificación de Cadmio	0.031 ppm
87338	Sombras de ojos (Código: C3)	Cuantificación de Cadmio	0.056 ppm
87339	Sombras de ojos (Código: C4)	Cuantificación de Cadmio	0.065 ppm
87340	Sombras de ojos (Código: D1)	Cuantificación de Cadmio	0.019 ppm
87341	Sombras de ojos (Código: D2)	Cuantificación de Cadmio	0.002 ppm
87342	Sombras de ojos (Código: D3)	Cuantificación de Cadmio	0.030 ppm
87343	Sombras de ojos (Código: D4)	Cuantificación de Cadmio	0.041 ppm

Lima, 24 de noviembre de 2018



Director de CICOTOX  
**Dr. José A. Apesteeguía Infantes**  
 Esp. Toxicología & Química Legal  
 C.Q.F.P. N° 06538  
 RNE 240  
 D.N.I. N° 09359857





**D.F. AMERICO A. FIGUEROA VARGAS**  
 COFP: 18579

(Parte 2 de 2)

	<p style="text-align: center;"><b>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</b> Universidad del Perú. Decana de América <b>Facultad de Farmacia y Bioquímica</b> Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX</p>					
<table border="1"><tr><td>N°</td><td>87344</td><td>-</td><td>87359</td></tr></table>			N°	87344	-	87359
N°	87344	-	87359			
<b>PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO</b>						
SOLICITANTE: Sr. Jesús Marcelo Méndez Cruz						
TESIS: DETERMINACIÓN DE CADMIO EN SOMBRAS PARA OJOS EN OCHO MARCAS COMERCIALIZADAS EN CERCADO DE LIMA*						
FECHA DE RECEPCIÓN: 28 de Octubre de 2018		HORA: 08:50 p.m.				
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 17 de Noviembre de 2018		HORA: 09:30 a.m.				
FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 24 de Noviembre de 2018		HORA: 10:30 p.m.				
MÉTODO: Determinación de cadmio por espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.						
N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO			
87344	Sombras de ojos (Código: E1)	Cuantificación de Cadmio	0.073 ppm			
87345	Sombras de ojos (Código: E2)	Cuantificación de Cadmio	0.019 ppm			
87346	Sombras de ojos (Código: E3)	Cuantificación de Cadmio	0.322 ppm			
87347	Sombras de ojos (Código: E4)	Cuantificación de Cadmio	0.253 ppm			
87348	Sombras de ojos (Código: F1)	Cuantificación de Cadmio	0.036 ppm			
87349	Sombras de ojos (Código: F2)	Cuantificación de Cadmio	0.057 ppm			
87350	Sombras de ojos (Código: F3)	Cuantificación de Cadmio	0.088 ppm			
87351	Sombras de ojos (Código: F4)	Cuantificación de Cadmio	0.011 ppm			
87352	Sombras de ojos (Código: G1)	Cuantificación de Cadmio	0.013 ppm			
87353	Sombras de ojos (Código: G2)	Cuantificación de Cadmio	0.018 ppm			
87354	Sombras de ojos (Código: G3)	Cuantificación de Cadmio	0.025 ppm			
87355	Sombras de ojos (Código: G4)	Cuantificación de Cadmio	0.029 ppm			
87356	Sombras de ojos (Código: H1)	Cuantificación de Cadmio	0.045 ppm			
87357	Sombras de ojos (Código: H2)	Cuantificación de Cadmio	0.062 ppm			
87358	Sombras de ojos (Código: H3)	Cuantificación de Cadmio	0.034 ppm			
87359	Sombras de ojos (Código: H4)	Cuantificación de Cadmio	0.032 ppm			

Lima, 24 de noviembre de 2018

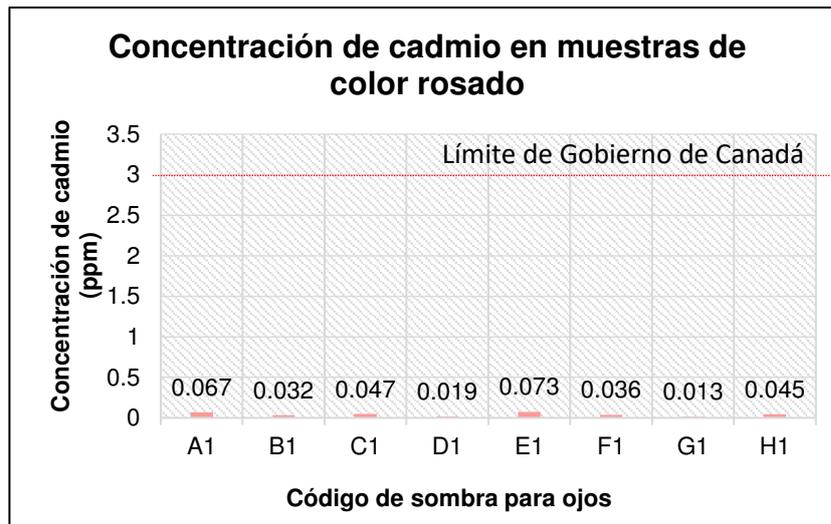
  
Director de CICOTOX  
Dr. José A. Apesteeguía Infantes  
Esp. Toxicología & Química Legal  
C.Q.F.P. N° 06538  
RNE 240  
D.N.I. N° 09359857



  
Dr. AMÉRICO A. FIGUEROA VARGAS  
CQFP: 18579

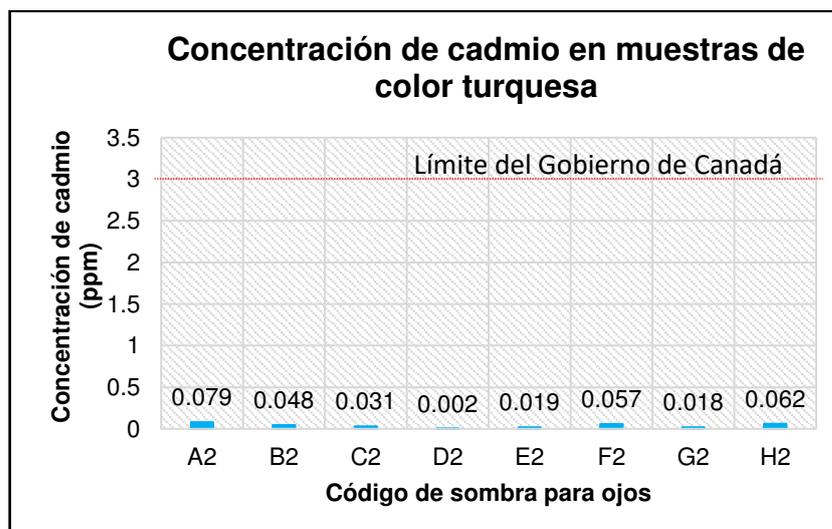
**Anexo 7.** Comparación de concentración de cadmio en sombra para ojos según los cuatro colores seleccionados que se comercializan en el Cercado de Lima.

En la comparación de las ocho muestras de sombra para ojos de color rosado (Figura 14), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



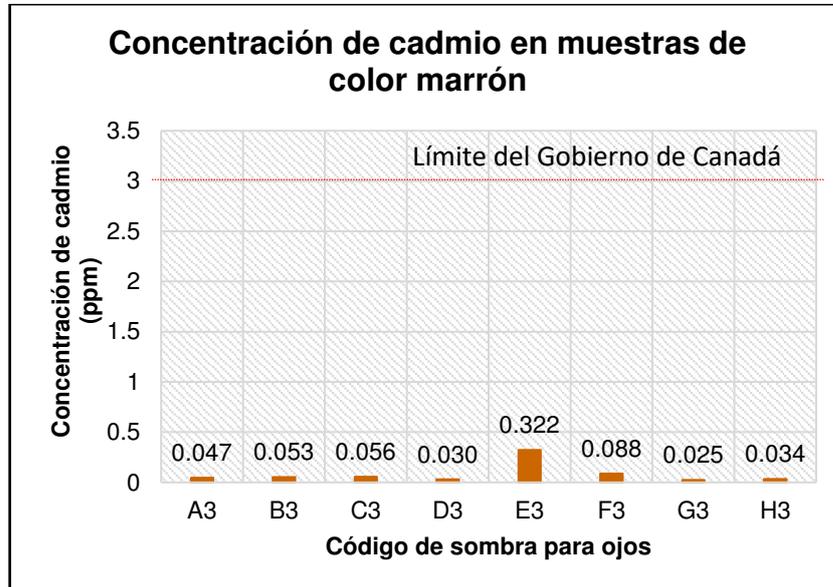
**Figura 14.** Concentración de cadmio de sombra para ojos de color rosado.

En la comparación de las ocho muestras de sombras para ojos de color turquesa (Figura 15), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



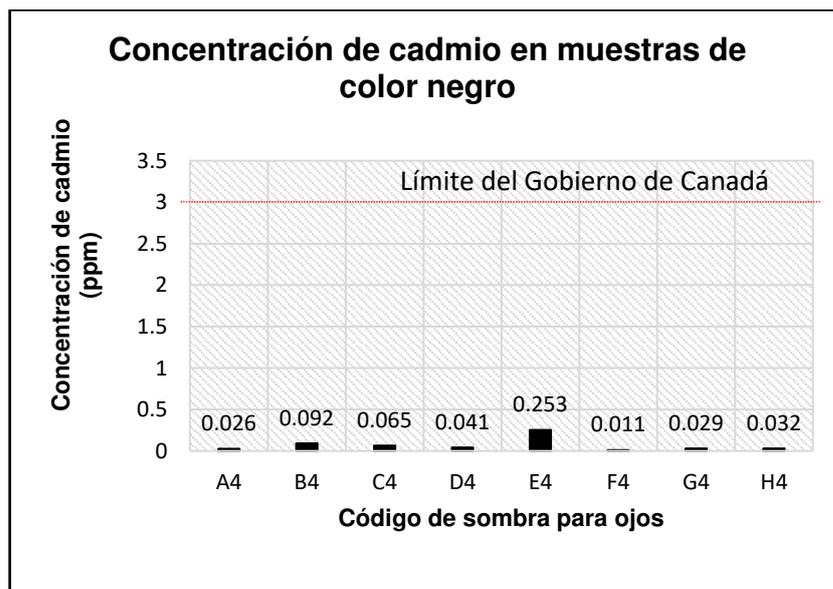
**Figura 15.** Concentración de cadmio de sombra para ojos de color turquesa.

En la comparación de las ocho muestras de sombras para ojos de color marrón (Figura 16), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



**Figura 16.** Concentración de cadmio de sombra para ojos de color marrón.

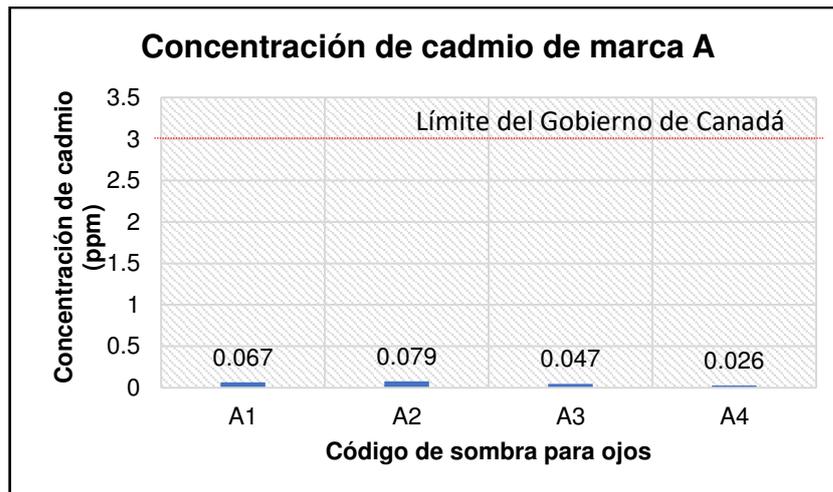
En la comparación de las ocho muestras de sombras para ojos de color negro (Figura 17), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



**Figura 17.** Concentración de cadmio de sombra para ojos de color negro.

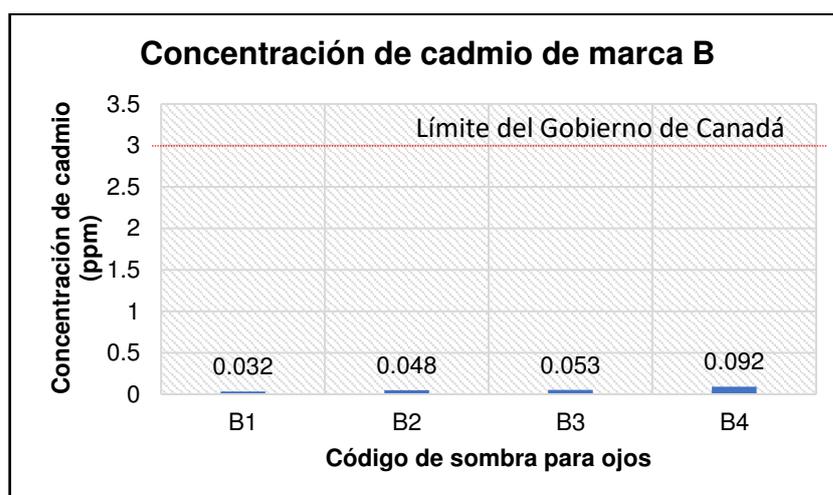
**Anexo 8.** Comparación de concentración de cadmio en sombra para ojos según las ocho marcas seleccionadas que se comercializan en el Cercado de Lima.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca A (Figura 18), todos los códigos están dentro del límite permitido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



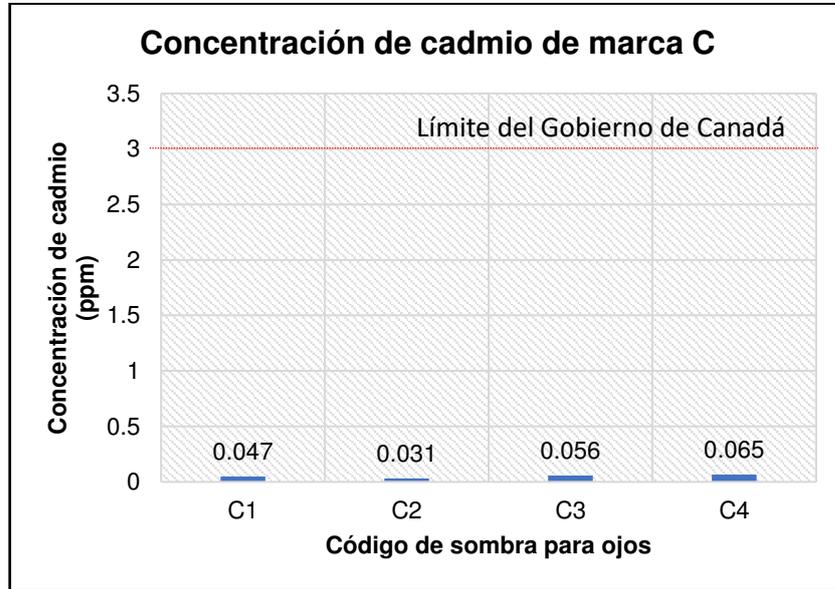
**Figura 18.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca A.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca B (Figura 19), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



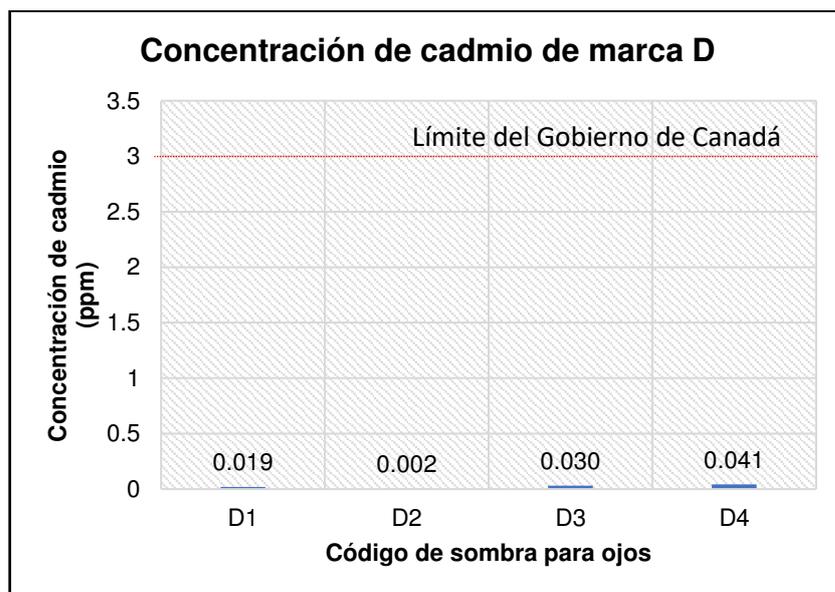
**Figura 19.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca B.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca C (Figura 20), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



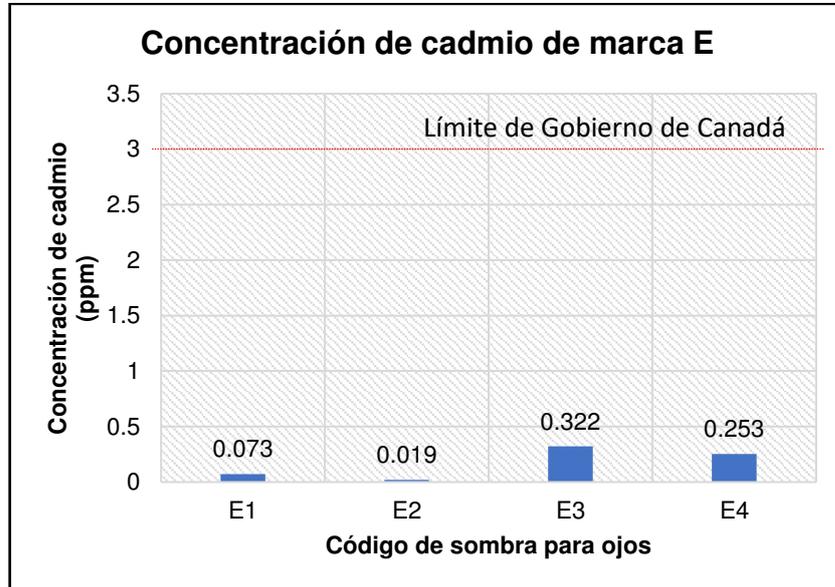
**Figura 20.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca C.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca D (Figura 21), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



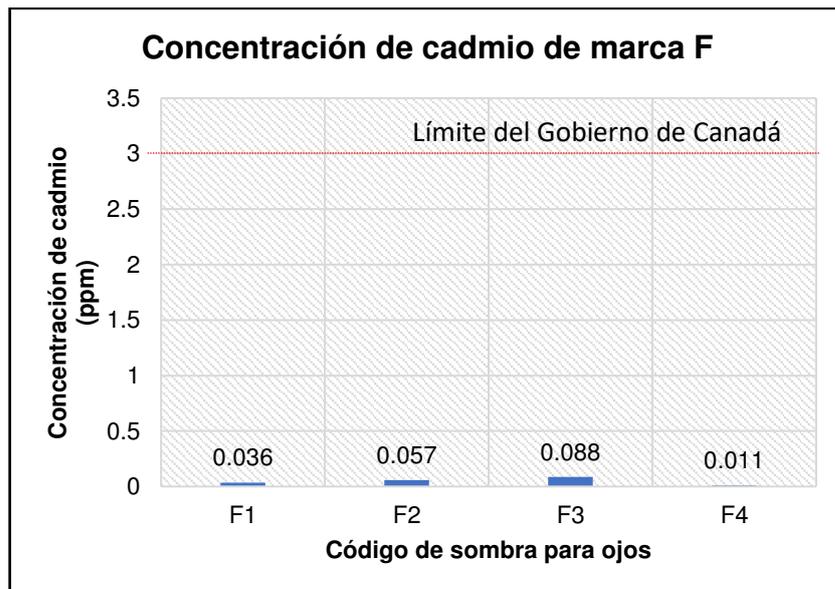
**Figura 21.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca D.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca E (Figura 22), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



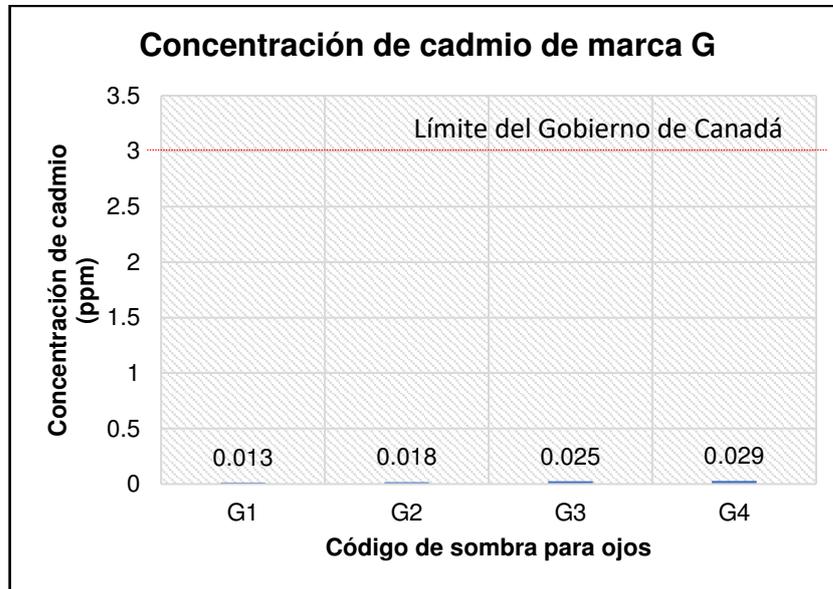
**Figura 22.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca E.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca F (Figura 23), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



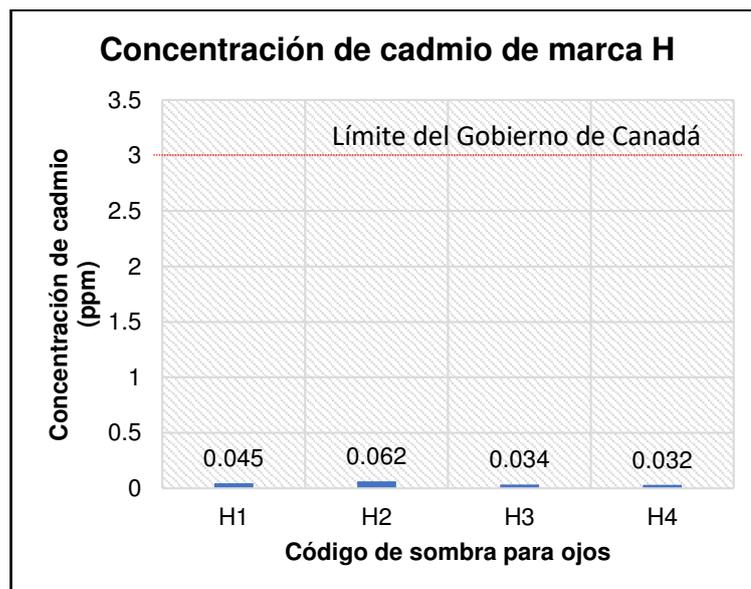
**Figura 23.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca F.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca G (Figura 24), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



**Figura 24.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca G.

En la comparación de las cuatro muestras de sombras para ojos de la marca H (Figura 25), todos los códigos están dentro del límite establecido por el Gobierno de Canadá ( $\leq 3,000$  ppm).



**Figura 25.** Concentración de cadmio de sombra para ojos marca H.