



**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 plomo en lápices delineadores de  
ojos de procedencia china comercializados en el  
Centro de Lima**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

**AUTOR**

Margaret SOLANO ROMANÍ

**ASESOR**

Jesús Víctor LIZANO GUTIÉRREZ

Lima, Perú

2018



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

---

Solano M. Determinación de plomo en lápices delineadores de ojos de procedencia china comercializados en el Centro de Lima [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2018.

---

## AGRADECIMIENTOS

Dedico esta investigación a Dios por ser mi fuente de paz, inspiración y progreso.

A mis padres, Wilmer y Ana María por no dejarme abandonar la carrera.

A mis hermanos Ever y Wilmer por ser mi compañía fiel durante mis años de estudio.

A mis abuelos Virgilio y Dolores por cuidarme hasta hoy, y ser mi cable a tierra.

A Richard y Adán por ser amigos pieza clave en mi formación profesional durante los 5 años, por los cuidados y la atención.

A Giancarlo mi gran amigo y asesor, quien me ayudó en el desarrollo de esta tesis especialmente en los días determinantes.

A Juan, por ser un buen compañero en la búsqueda de información, editor y pieza clave de la redacción de esta tesis.

A Geraldine y Katherine por sus consejos y su apoyo amoroso.

A mis jurados por su paciencia y consejos.

Finalmente, a mi asesor Mg. Q.F. Lizano por confiar en mi trabajo.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la presencia y concentración de plomo en lápices delineadores de ojo expendidos en el Centro de Lima. Para este estudio se empleó 20 muestras de lápices delineadores de ojos de 4 diferentes marcas y de 5 colores distintos por marca (negro, marrón, azul oscuro, verde y blanco). Los lugares donde se recolectaron las muestras fueron: Galerías Mina de Oro I, Santa Catalina, Alfa y Tradición. La metodología empleada fue la espectrofotometría de absorción atómica de horno de grafito, método que ofrece una buena linealidad y sensibilidad, que se realizó en el Centro De Información, Control Toxicológico Y Apoyo a La Gestión Ambiental - CICOTOX de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <sup>1</sup> Como resultados se obtuvo una concentración media de plomo de 8,717 ppm de todas las muestras, con un valor máximo de 26,796 ppm y mínimo de 3,2 ppm. Existe una diferencia significativa en la concentración promedio de plomo entre los 5 colores con promedios de: 5,276 ppm para el color blanco; 16,183 ppm para el color negro; 8,866 ppm para el color marrón; 4,402 ppm para el color azul y 8,859 ppm para el color verde. Del total de muestras el 25% superan los límites establecidos por la *United States Food and Drug Administration (FDA)* para el plomo ( $\leq 10$  ppm). Se concluye que la concentración media de plomo para cada grupo de muestras no supera los límites establecidos por la *Food and Drug Administration (FDA)*.

Se recomienda realizar un seguimiento eficaz a los productos cosméticos importados, tanto en su elaboración, como regulación sanitaria, y establecer una normativa técnica nacional para el adecuado control de metales pesados en los cosméticos que se comercializan en el país.

**Palabras clave:** Lápiz delineador de ojos, Plomo, Espectrofotometría de absorción atómica, concentración máxima permisible ó CMP.

## SUMMARY

The objective of this work is to determine the presence and concentration of lead in eyeliner pencils worn in the Center of Lima. For this study 20 samples of eyeliner pencils from 4 different brands and 5 different colors by brand (black, brown, dark blue, green and white) were selected. The places where the samples were collected were: Gallery Mina de Oro I, Gallery Santa Catalina, Gallery Alfa and Gallery Tradition. The methodology used was the atomic absorption spectrophotometry of graphite furnace, a method that offers good linearity and sensitivity, which was carried out in the Information Center, Toxicological Control and Support for Environmental Management - CICOTOX of the Faculty of Pharmacy and Biochemistry of the National University of San Marcos.. The results showed an average lead concentration of 8,717 ppm obtained for all samples, with a maximum value of 26,796 ppm and a minimum of 3,2 ppm. There is a significant difference in average lead concentration between the 5 colors with averages of: 5,276 ppm for white; 16,183 ppm for black; 8,866 ppm for brown; 4,402 ppm for blue and 8,859 ppm for green color. Of the total samples, 25% exceed the limits established by the Food and Drug Administration (FDA) for lead ( $\leq 10$ ppm).

It is recommended to keep track of imported cosmetic products, both in their preparation, and health care, and the establishment of a national technical regulation for the proper control of heavy metals in cosmetics that are marketed in the country.

**Key words:** Pencil eyeliner, Lead, Atomic absorption spectrophotometry, maximum permissible concentration or MPC.

# ÍNDICE

Pág.

## RESUMEN

## SUMMARY

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3.3. Hipótesis.....	3
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes de Investigación.....	4
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Anatomía y fisiología de los ojos.....	6
2.2.1.1. Estructuras accesorias de los ojos.....	8
2.2.2. Cosméticos en la antigüedad y en la actualidad.....	11
2.2.3. Clasificación de maquillaje.....	12
2.2.4. Cosméticos para los ojos.....	13
2.2.5. Delineadores de ojos.....	14
2.2.5.1. Tipos de delineadores de ojos.....	15
2.2.5.2. Ingredientes de un lápiz delineador de ojos.....	16
2.2.5.3. Formulación.....	17
2.2.6. Legislación.....	19
2.3. Plomo.....	25
2.3.1. Propiedades fisicoquímicas.....	25
2.3.2. Límites de exposición.....	26
2.3.3. Fuentes de contaminación.....	27
2.3.4. Toxicocinética.....	30
2.3.4.1. Adsorción.....	30
2.3.4.2. Distribución.....	32

2.3.4.3. Excreción .....	32
2.3.5. Toxicodinamia .....	33
2.3.6. Aspectos toxicológicos .....	34
2.3.6.1. Intoxicación.....	34
2.3.6.2. Tratamiento.....	37
<b>III. Metodología .....</b>	<b>37</b>
3.1. Recolección de muestras .....	37
3.2. Obtención de la muestra.....	38
3.3. Método empleado .....	39
3.3.1. Fundamento .....	39
3.4. Materiales, reactivos y equipos .....	41
3.5. Determinación de plomo.....	42
3.5.1. Preparación de curva de calibración.....	42
3.5.2. Preparación de la muestra.....	43
3.5.3. Análisis en el equipo de absorción atómica.....	44
3.5.3.1. Lectura en el horno de grafito .....	44
3.5.4. Curva de calibración .....	46
<b>IV. Resultados .....</b>	<b>48</b>
4.1. Determinación de Plomo .....	48
4.1.1. Análisis de las concentraciones de plomo vs. Marca de delineadores .....	49
4.1.2. Análisis estadístico de los niveles de plomo por comparación se varianzas (ANOVA) en base a concentración de plomo en base a marcas.....	54
4.1.3. Prueba de T-student entre los valores hallados de plomo y el límite establecido por la FDA.....	57
4.1.4. Análisis estadístico de los niveles de plomo por comparación de varianzas (ANOVA) en base a concentración de colores .....	58

<b>V.</b>	<b>Discusión</b> .....	60
<b>VI.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	64
<b>VII.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	65
<b>VIII.</b>	<b>Referencias bibliográficas</b> .....	66
<b>IX.</b>	<b>Anexos</b> .....	73

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de cosméticos se remonta desde el antiguo Egipto hasta nuestros días, evolucionando con el paso del tiempo, gracias al avance en los conocimientos científicos, tecnológicos y toxicológicos que nos es posible determinar la identidad, calidad e inocuidad de los mismos. Como consecuencia aparecen las normativas que controlan la calidad e inocuidad de materias primas y procesos para la fabricación de los mismos. Todo esto con el fin de proteger al consumidor de sustancias tóxicas o nocivas.<sup>2</sup>

Sin embargo, existen muchas otras investigaciones que corroboran la presencia de metales pesados en formulaciones cosméticas actuales, que han producido daños en el consumidor como: tintes de cabello, maquillaje, sombras y labiales. Por otro lado, refiriéndonos a la Investigación y Desarrollo de productos cosméticos (I&D), la caracterización de las materias primas constituye un punto primordial de análisis, existiendo metodologías específicas y sensibles para la determinación y cuantificación de metales pesados, una de ellas la Espectroscopía de Absorción Atómica de llama, sin embargo, a pesar de que en la industria cosmética la espectrofotometría de absorción atómica ha tenido un especial uso en el análisis de cosméticos, la *Food and Drug Administration* (FDA), no determina un límite de plomo en cosméticos en general, lo que sí ha determinado es el límite de plomo como impureza en aditivos de colores.<sup>3</sup>

Según el último informe emitido por la FDA "*Lead in Cosmetic Lip Products and Externally Applied Cosmetics: Recommended Maximum Level Guidance for Industry*" el límite de concentración para plomo en productos cosméticos se redujo de 20 ppm a 10 ppm, lo que aún es preocupante, y es que el tema de la

bioacumulación de plomo en el organismo ha despertado un amplio interés, ya que aunque los valores de plomo en los productos cosméticos estén dentro del límite aceptable, su uso frecuente generaría una acumulación que estaría siendo causa de intoxicación en el ser humano.

En la actualidad el mercado de cosméticos peruano lo constituyen principalmente productos importados y se ha incrementado la comercialización de los mismos por parte de distribuidoras populares, estos productos cosméticos se expenden en nuestro país a bajo costo y existen antecedentes de presencia de metales pesados como plomo en las materias primas con que son elaborados, por lo que es necesario determinar la presencia y cantidad de plomo que estos productos podrían contener y determinar el riesgo al que podrían estar expuestos los usuarios. La mayoría de cosméticos de bajo costo que se comercializan en el interior del país son adquiridos en los centros comerciales o galerías localizadas en el Centro de Lima, casi en su totalidad estos cosméticos son importados de China, India, etc.; los principales consumidores de estos cosméticos son en su mayoría adolescentes y adultos. Dichos productos cosméticos en algunos casos resultan muy económicos, despertando dudas sobre la calidad del producto.<sup>1</sup>

En los últimos años el uso de delineadores de marcas chinas se ha venido incrementando debido a su menor costo y su accesibilidad, después de dicha observación, existe una necesidad creciente de investigar la concentración de metales tóxicos en cosméticos de uso común, planteándose el siguiente problema: ¿Los lápices delineadores para ojos de diferentes marcas y de procedencia China expendidos en el Centro de Lima presentan concentraciones de plomo cuyos valores superan los límites dados por la FDA?<sup>4</sup>

### **1.1 Objetivo general:**

- Determinar la presencia y concentración de plomo en lápices delineadores de ojos de procedencia china que se comercializan en el Centro de Lima, y comparar con el límite máximo permisible dado por la FDA.

### **1.2 Objetivos específicos:**

- Determinar la presencia de plomo en lápices delineadores de ojos de procedencia China, en 4 galerías del Centro de Lima: Santa Catalina, Tradición, Alfa y Mina de oro II

- Determinar la concentración de plomo en lápices delineadores de ojos de procedencia China, en 4 galerías del Centro de Lima: Santa Catalina, Tradición, Alfa y Mina de oro II y comparar con el límite máximo permisible dado por la FDA.

- Determinar si existe correlación entre el color y la concentración de plomo de los delineadores de ojos de procedencia China, en 4 galerías del Centro de Lima: Santa Catalina, Tradición, Alfa y Mina de oro II

### **1.3 Hipótesis**

- Los lápices delineadores de ojos de diferentes marcas y de procedencia China expendidos en el Centro de Lima presentan concentraciones de plomo cuyos valores superan los límites establecidos por la *Food and Drug Administration*.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de investigación

La globalización ha permitido que productos provenientes de Asia y África tengan acceso a nuestros mercados. Las normativas de control de calidad de dichos productos, no siempre responden a los estándares internacionales de calidad. Este es el caso de algunos productos cosméticos, ya que diversos estudios han demostrado que no cumplen con el contenido de plomo establecido para colorantes que son utilizados en el área de los ojos.

En el año 2017 se realizó un estudio en la Universidad de El Salvador donde se cuantificó el contenido de plomo de delineadores de ojos y de esmalte de uñas de las 3 marcas más comercializadas en San Salvador provenientes de Guatemala, China y México, empleando el método de Absorción Atómica con Llama. Según la Norma Oficial Mexicana, el contenido de plomo utilizado como colorante o como impureza en cosméticos no debe exceder el límite máximo de 10 mg/kg, sin embargo, en este estudio, todas las muestras excedieron el límite permitido, encontrándose en las muestras de delineador concentraciones mínimas de 15.3 mg/kg y máxima de 23.7 mg/kg; y en las muestras de esmaltes concentraciones mínima de 15.6 mg/kg y máxima de 23.0 mg/kg.<sup>5</sup>

En el año 2012 en la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador se realizó el estudio “Espectroscopia de absorción atómica con llama y su aplicación para la determinación de plomo y control de productos cosméticos” mencionó que el tema de la bioacumulación de plomo en el

organismo ha despertado un amplio interés, ya que, aunque los valores de plomo en los productos cosméticos estén dentro del límite aceptable, su uso frecuente generaría una acumulación que estaría siendo causa de intoxicación en el ser humano. Por lo que sugiere un monitoreo más preciso y continuo para determinar el impacto en la salud de la presencia de metales en cosméticos.<sup>6</sup>

En la Universidad Ahmadu Bello en Nigeria se determinó los niveles de plomo, cadmio, níquel, cobre, zinc, cromo, cobalto y manganeso en 20 colores de sombras de ojo, de 7 marcas distintas de procedencia china. Se tomó como país de origen de cosméticos a China debido a que el 60 % de retiro de productos en ese país eran de origen chino debido al alto contenido de metales pesados. Los productos fueron seleccionados de manera aleatoria en diferentes mercados ubicados en Nigeria. El análisis por método de espectrofotometría de absorción atómica por generación de llama, detectó níquel, cobre, zinc, cobalto y manganeso en todos los colores de la sombra de ojos en concentraciones variables. En la mayoría de los productos, el contenido de plomo fue inferior al límite  $20 \mu\text{g}^{-1}$ , solo dos marcas (3 colores) excedían el límite permitido de Pb de  $20 \mu\text{g}^{-1}$ . 20 colores (35%) de las marcas presentaron cadmio. El contenido de cobre fue generalmente bajo. Algunos de los colores analizados presentaron concentraciones de níquel, cobalto y cromo por encima de este límite.<sup>7</sup>

El año 2015, en el Perú se determinó la concentración de plomo por espectrofotometría de absorción atómica en sombras de ojos que se comercializan en los pequeños mercados de Tacna, en este estudio se utilizó 45 sombras de ojos de 15 marcas comerciales distribuidas en

pequeños mercados de la ciudad de Tacna. Según la codificación de muestras, las concentraciones de plomo que se detectó fueron: muestra “SO-05” (15,387 ppm), muestra “SO-07” (11,286 ppm), muestra “SO-08” (13,911 ppm) y muestra “SO-10” (17,227 ppm); las que contrastadas con el límite máximo permisible (LMP) establecido por la FDA (20 ppm) y ASEAN, PNUMA (10 ppm); dieron como resultado que todas las sombras de ojos analizadas se encontraban dentro del LMP establecido por la FDA, que en ese entonces era 10 ppm de Plomo.<sup>8</sup>

Según el último informe emitido por la Food and Drug Administration “*Lead in Cosmetic Lip Products and Externally Applied Cosmetics: Recommended Maximum Level Guidance for Industry*” el límite de concentración para plomo en productos cosméticos se redujo de 20 ppm a 10 ppm, lo que ha ocasionado para muchas empresas cosméticas la reformulación de sus productos, y por lo cual nuevos estudios son necesarios.<sup>9</sup>

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Anatomía y fisiología de los ojos**

El ojo humano es un órgano con forma de esfera, que en condiciones normales tienen un peso medio de 7,5 gramos y un diámetro antero-posterior de 24 mm.

Está envuelto por tres capas:

#### **1. Capa externa.**

Constituida por:

**a. Córnea:** Situada anteriormente, se caracteriza por ser transparente y presentar una curvatura regular, lo que la convierte en un lente convergente.

**b. Esclerótica:** Si seguimos hacia atrás la córnea nos encontramos con un resalte al que denominamos limbo esclerocorneal y, posterior a éste, la esclera. Ésta es una capa blanquecina constituida por tejido conjuntivo, que a su vez está formado por fibras elásticas tan resistentes que constituyen una auténtica capa protectora para el polo posterior del ojo.

## **2. Capa media o úvea**

La capa media proporciona vasos nutricios al ojo y está constituida por:

**a. Iris:** Situado anteriormente, actúa como diafragma que regula la cantidad de luz que penetra a través de la pupila.

**b. Cuerpo ciliar:** Esta protusión se continúa por delante con el iris y hacia atrás con la coroides y la retina. Por fuera la limita la esclerótica y por dentro el humor vítreo. La zona externa del cuerpo ciliar está formada por el músculo ciliar, que al contraerse produce la relajación del ligamento suspensorio del cristalino y consiguientemente, el abombamiento de éste: lo que conocemos como acomodación del ojo. La zona interna está formada por los procesos ciliares y la "pars" plana, cuya función es segregar el humo acuso en la cámara posterior.

**c. Coroides:** Se extiende hacia el polo posterior entre la esclerótica y la retina, en su interior existen multitud de vasos sanguíneos que nutren a la retina.

## **3. Capa interna o retina**

La retina es una estructura derivada del ectodermo neural especializada en recoger, elaborar y transmitir los estímulos visuales. Situada entre las coroides y

el vítreo, es posible visualizarla en el fondo del ojo como una zona de aspecto transparente y rojizo. En ella se distinguen funcionalmente varias capas: La más externa está formada por células pigmentarias y contacta con la coroides; las capas internas están formadas por elementos neuronales, fotorreceptores, células panchionares y bipolares, y células gliales.

Contiene: Cristalino, humor acuoso, humor vítreo

### **2.2.1.1 Estructuras accesorias de los ojos**

Para el funcionamiento y la protección adecuadas de los ojos, el cuerpo humano presenta algunas estructuras accesorias vinculadas con ellos. Estas son:

#### **a. Las Cejas**

Son unas filas de pelos cortos y gruesos que yacen sobre los márgenes superiores de las órbitas oculares las que ayudan a dar sombra a los ojos reduciendo la incidencia de luz solar y además retienen las gotas de sudor que corren de la frente evitando su entrada en los ojos.

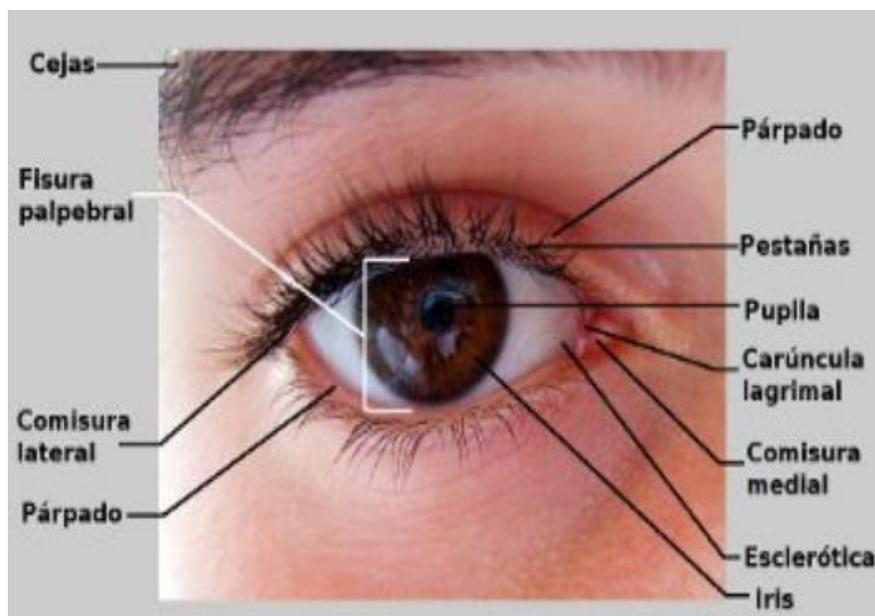
#### **b. Párpados**

Son dos pliegues cutáneos modificados para proteger el globo ocular frente a los agentes externos, su constante movilidad proporciona la hidratación necesaria de las capas anteriores oculares al distribuir el líquido segregado por las glándulas lacrimales. Existen dos párpados, uno superior y otro inferior separados por la hendidura palpebral y continuados sin límite real con los tegumentos de la cara.

Paralelas al borde libre de los párpados se disponen las pestañas y por detrás de éstas se encuentran los orificios glandulares de las glándulas de Meibomio. En el interior del párpado encontramos también fibras musculares correspondientes al

músculo orbicular palpebral (oclusión palpebral), el músculo elevador (apertura palpebral), y el músculo de Muller, así como el tarso, un tejido fibroso muy denso donde se alojan las glándulas sebáceas de Meibomio y Zeiss y las sudoríparas de Moll.

Los párpados también son un sitio común para el adorno cosmético. Hay más cosméticos de color para el área del párpado que cualquier otra área del cuerpo incluidos rímel, delineador de ojos, sombra de ojos y lápiz de cejas. Estos cosméticos y los productos utilizados para eliminarlos puede ser una fuente de dermatitis de contacto alérgica e irritante.<sup>10</sup>



**Figura 1.** Anatomía superficial del ojo y las estructuras asociadas.<sup>11</sup>

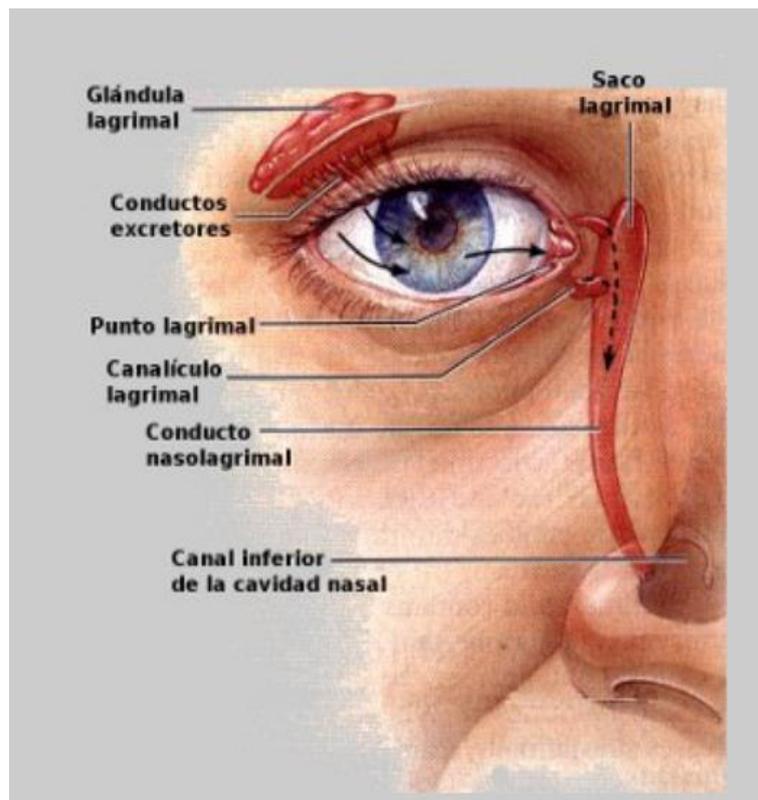
### 3. La conjuntiva

Es una membrana mucosa transparente que recubre los párpados como conjuntiva palpebral y se pliega para recubrir la superficie anterior del globo ocular como conjuntiva ocular. La conjuntiva solo cubre la parte blanca de los ojos, no la

córnea, que es la ventana transparente que está en la zona de la pupila y el iris. Sobre el globo ocular la conjuntiva es muy fina y los vasos sanguíneos se ven claramente detrás de ella. La función principal de la conjuntiva es producir un moco lubricante que previene que el ojo se seque.

#### 4. Sistema lacrimal

El sistema lacrimal está constituido por glándulas de secreción basal y por las vías lacrimales encargadas de canalizar las lágrimas segregadas hasta las fosas nasales a través de los orificios lacrimales (superior e inferior), los canaliculos lacrimales (superior e inferior), el saco lacrimal y finalmente el conducto lácrimo-nasal, en el meato inferior. Las lágrimas bañan permanentemente la córnea, la conjuntiva y los fondos de saco conjuntivales, defendiéndolas frente a las infecciones y nutriendo a la córnea.



**Figura 2.** El sistema Lacrimal.<sup>11</sup>

## **2.2.2 Cosméticos en la antigüedad y en la actualidad**

Los delineadores se han utilizado desde hace más de 4000 años atrás, donde los utilizaron por primera vez, con una línea negra alrededor de los ojos lo hicieron en honor a los gatos ya que ellos tienen una línea negra muy sofisticada en sus ojos. En aquella época los cosméticos no eran exclusivos de las mujeres, sino que eran transversales a toda la sociedad. Como ejemplo, los faraones del Egipto antiguo eran asiduos al uso de maquillaje, pues los usaban para resaltar sus rasgos reales, Subsecuentemente comenzaron a usarlo las mujeres árabes. Asimismo, los griegos y los romanos, también utilizaron cosméticos. Nuevamente los cosméticos eran utilizados tanto por hombres, como por mujeres. Lo mismo ocurrió en la cultura persa, la cual, al igual que los egipcios, utilizaban los cosméticos para resaltar sus rasgos faciales.

En la cultura japonesa, los cosméticos, eran utilizados por las geishas, que eran mujeres entrenadas para satisfacer a los varones. Ellas utilizaban una gran capa de maquillaje en su rostro, la cual era pintada de manera muy prolija, principalmente con un color blanco, para provocar un aspecto intrigante y sensual.<sup>5, 12</sup>

En la actualidad existe una frenética actividad diaria de las personas esto hace que el envejecimiento, la salud y la imagen de piel perfecta sean temas del momento. Los productos cosméticos innovadores, ahora avalados por médicos por sus múltiples beneficios, son aprovechados por las marcas debido a la notoriedad que tienen a la hora de renovarse y de lanzar al mercado productos que permiten satisfacer las exigencias de las personas.

Los cosméticos son muy específicos para cada tipo de usuario y su consumo depende del estado socio-psicológico de un individuo, la moda actual, los estados de ánimo y la cultura a menudo dictan la demanda de cosméticos dentro de una sociedad.<sup>13</sup>

A través del desarrollo de la tecnología en la industria cosmética se ha superado la producción que existió tiempo atrás en que el único maquillaje disponible para las mujeres eran las sombras azules para ojos. Actualmente, la mujer de hoy posee una multitud de opciones frente a ella, así que puede crear diferentes apariencias para muchas ocasiones distintas. Y aunque esto resulta emocionante, también puede ser difícil elegir el producto adecuado.<sup>5</sup>

### **2.2.3 CLASIFICACIÓN DE MAQUILLAJE**

En general, el maquillaje se divide en:

- a) **Base Maquillaje:** que incluye correctores de la tez general que busca ocultar defectos tales como manchas marrones y pecas
- b) **Spot Maquillaje:** donde los productos se aplican selectivamente a áreas como los labios, ojos o en pómulos para iluminar la tez y hacerlos parecer más prominentes. Entre estos, el maquillaje de los ojos se utiliza para definir los ojos y dejar una fuerte impresión, y los delineadores de ojos, en particular, son utilizados para hacer que los ojos se vean más grandes y más alargados, mientras que las máscaras de pestañas se utilizan para cambiar o complementar la forma de los ojos haciendo que las pestañas se vean más largas y más llenas.

## 2.2.4 Cosméticos para los ojos

Los productos de maquillaje de ojos incluyen rímel, sombra de ojos, delineador de ojos, lápices de cejas, y “surma”. Los lápices blandos utilizados para maquillaje tipo sombra y para delinear se han vuelto populares en los últimos años.

Según la DIGEMID dependiendo del tipo de maquillaje para ojos tenemos a:

- a) **Máscara de pestañas:** Es un cosmético cuya función es aumentar el encanto natural de las facciones, oscureciendo las pestañas y aumentando su longitud aparentemente.

La máscara de pestañas es apropiada en forma de compacto o crema, y se emplean técnicas ligeramente diferentes en su aplicación.<sup>14</sup>

- b) **Sombras de ojos:** Se pueden considerar como coloretos compactos con sistemas diferentes de colorantes. En general, contienen concentraciones de colorantes superiores a los productos coloretos, y esto ha de tenerse en cuenta en la fabricación de los productos.

- c) **Lápices de cejas:** Son cosméticos usados para remodelar las cejas después de la depilación. Son coloreados y sirven para oscurecer o acentuar el color de las cejas. En general se usan bajo la forma de lápices y su color de uso está en función del pelo, el excipiente debe tener un punto de fusión de 40°C o un poco más.<sup>15</sup>

- d) **Removedor de maquillaje para ojos:** Es un cosmético para ojos y pieles sensibles capaz de desmaquillar de forma eficaz. Su textura oleosa facilita la retirada de cualquier máscara de pestañas y lápiz de ojos.<sup>16</sup>

e) **Delineador de ojos:** Es un cosmético preparado para utilizarlos sobre los párpados, particularmente los superiores, cerca de las pestañas, y ayudar a acentuar la expresividad de los ojos. Se presentan en forma líquida, pastilla y lápiz. La forma en polvos compactos es similar en composición al rímel en pastilla.<sup>14</sup>

f) **Otros productos para el área de los ojos:**

Dependiendo de su composición, actualmente los productos de maquillaje de ojos disponibles en el mercado se dividen en:

- Maquillaje a prueba de agua (removibles con desmaquillante, no con agua).
- Maquillaje resistente al agua (lavables con agua tibia o jabonosa)
- Tipos no descritos que son susceptibles al agua y pueden ser removidos con facilidad.

Los productos para el maquillaje de los ojos, usados mayormente en verano, requieren propiedades de resistencia al agua, como los colores en estos productos deben permanecer adheridos y no deben manchar o salir a pesar de diversas actividades acuáticas o la sudoración. También deben cumplir con los estándares de calidad y seguridad que requieren las normas sanitarias.<sup>17, 18</sup>

### **2.2.5 Delineador de ojos**

Los delineadores de ojos son cosméticos preparados para utilizarlos sobre los párpados, particularmente los superiores, cerca de las pestañas.

El objetivo de un delineador de ojos es realzar el maquillaje del ojo mediante un trazo más o menos grueso, muy próximo a las pestañas, y ayudar a acentuar la expresividad de los ojos. Aunque es utilizado principalmente por las mujeres,

actualmente también lo utilizan algunos hombres, y varias marcas han comenzado a sacar a la venta productos exclusivos para ellos.

### **2.2.5.1 Tipos de delineadores de ojos**

Hay cuatro fórmulas disponibles en el mercado: cada una produce un efecto diferente.

#### **a) Delineador líquido:**

Es un líquido opaco que actualmente aparece en frasco pequeño y se aplica con un pequeño cepillo o un aplicador especial parecido a un pincel. Forma una línea acentuada y precisa.

#### **b) Lápiz delineador de ojos:**

Presentado en la forma de un lápiz de madera. Los hay de diferentes colores, grosores y texturas.

#### **c) Delineador en gel:**

Son el punto intermedio entre los lápices y los líquidos. Se aplican con una brocha.

#### **d) Delineador Kohl:**

Es un polvo delineador suave muy utilizado en la cultura árabe. Este compuesto dura muchísimo, y lo podemos encontrar en polvo, o en cómodos crayones.<sup>19, 20</sup>

La forma en polvos compactos es similar en composición al rímel en pastilla, como ejemplo de un delineador seco de ojos, *Fishbach* tiene la siguiente composición:

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Aceite mineral	5
Colorante	30
Dioxido de titanio	5
Talco	60

Fuente: Cosmetología de Harry. España. 1990

**Tabla 1:** Composición de polvos compactos.<sup>14</sup>

### 2.2.5.2 Ingredientes de un lápiz delineador de ojos

Generalmente los lápices delineadores de ojos están hechos a base de ingredientes oleosos, y polímeros.

Los delineadores dependiendo del resultado que se busque pueden contener los siguientes ingredientes:

**Tabla 2:** Ingredientes de delineador.<sup>21, 22</sup>

<b>INGREDIENTES</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Polímeros	Se utiliza para dar protección a prueba de agua y propiedades espesantes.
Bactericidas	Se emplea como bactericida y parabeno, que se usa como aditivo conservante Éter de glicol.
Conservantes	Tiene la finalidad de hacer el producto menos perecedero alargando así su fecha de expira. Hexamidina: conservante incoloro, con propiedades bacteriostáticas, bactericidas, fungistáticas y cicatrizantes. BHA (hidroxibutilanisol): es un conservante antioxidante que se agrega a muchos alimentos para garantizar la frescura con el paso del tiempo. BHT (Butil hidroxitolueno): se utiliza ampliamente como conservador en la industria cosmética y de los alimentos.
Solventes	Isododecano: hidrocarburo utilizado como solvente en productos para la piel y soluble con siliconas.

Formadores de película	Ceras de origen animal, vegetal y mineral
Pigmentos	Se consideran pigmentos a todas aquellas sustancias que producen soluciones fuertemente coloreadas en el medio que se disuelven. Los pigmentos son sustancias insolubles en agua. Existen dos categorías: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orgánicos</li> <li>- Inorgánicos: Rojo 33</li> </ul>
Polímeros fijadores	Fenoxietanol: antiséptico tópico.
Humectantes	Se utiliza como excipiente en formulaciones cosméticas dadas sus propiedades emolientes. Metilpropileno. Propilpropileno. Estearato de glicerina y propilenglicol.

**Fuente:** Determinación de plomo en sombras para ojos diferentes marcas comercializadas en lima metropolitana. UNMSM. 2018

### 2.2.5.3 Formulación

Para obtener un lápiz delineador de ojos, generalmente los componentes grasos se funden a 80 ° C. Luego, el PC de polímero pulverulento se mezcla, se perfuma opcionalmente y se moldea por fundición o extrusión para obtener conductores para lápices cosméticos.

**Tabla 3:** Fórmula básica de delineador seco de ojos.<sup>14</sup>

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Agua	40,00
Methocel HG 60-50 V	1,00
Veegum	1,00
Goma Laca	1,08
Ácido oleico	0,50
Trietanolamina	0,40
Agua	3,02
Pigmento	18,20
Alcohol SD-40	5,00
Agua, conservante hasta	100,00

Fuente: Cosmetología de Harry. España. 1990

**Tabla 4:** Fórmula de delineador de ojos a base de polímero pc.<sup>23</sup>

<b>Lápiz delineador</b>	
<b>Componente</b>	<b>%</b>
Ciclometicona	30
Aceite de lanolina	6,7
Cera de carnauba	8,0
Cera de abeja	3,3
Aceite de parafina	22,7
Alcohol cetílico	2,7
Polímero PC como talco	20,0
Pigmento azul 15	5,6
Pigmento de óxido de hierro	1,0

Fuente: Aplicación de patente Estados Unidos No.2002/013194<sup>123</sup>

**Tabla 5:** Fórmula de Lápiz delineador Kohl.<sup>23</sup>

<b>Formulación Lápiz delineador Kohl</b>	
<b>Componente</b>	<b>%</b>
Lanolina hidroxilato	34,3
Cocoglicerida hidrogenada	17,1
Lanolina	2,9
Estearato glicérico	28,6
Polimero PC en polvo	17,1

**Fuente:** Aplicación de patente Estados Unidos No.2002/0131941<sup>23</sup>

### **2.2.6 Legislación**

En cualquier departamento de cosmética de grandes almacenes, en cualquier cadena de perfumería, o en cualquier Farmacia con sección de dermofarmacia, sin duda la atención se verá atraída por las imágenes repletas de colorido de los productos para el maquillaje en todos los cosméticos de mostrador: polvos coloreados y polvos faciales, sombras de ojos y máscaras de pestañas (rímel), perfiladores de ojos, coloretes y barras labiales.

La fabricación prioritaria de los cosméticos es mejorar la apariencia del consumidor; y la mayor parte de esta función se debe al color que aportan los cosméticos decorativos.

Para llevar a cabo las principales formulaciones debe tener en cuenta el cambiante escenario social y las también cambiantes modas, especialmente durante los últimos cuarenta años. Este cambio ha sido especialmente dramático en los años sesenta y setenta con el resurgimiento del culto a la belleza y a la juventud, así como también con el aumento del poder adquisitivo y el nivel de vida.

Antes de la década de los sesenta, la moda progresaba lentamente y sus usuarios, conformistas eran principalmente los miembros más maduros de las clases sociales medias y superiores. El maquillaje era una máscara de color uniforme que presentaba las facciones naturales. Durante el día se llevaba bases coloreadas, que se realzaba con un denso y rojo lápiz de labios y, quizás, con un toque de colorete en las mejillas. Solamente, para los acontecimientos sociales nocturnos, las sombras de ojos y la máscara de pestañas, completaban el maquillaje.

Con los setenta llega una explosión en la expresión de los jóvenes y del movimiento *hippie*. La juventud lleva la delantera en los modos, tanto en el vestir como en el maquillaje. Nada de maquillaje, o como mucho una base reducida para completar, más bien que para corregir el rostro natural, y lo más llamativo de todo, un cambio de énfasis en el maquillaje desde los labios hasta los ojos. Pesadas sombras de ojos e incluso máscaras de pestañas más pesadas todavía, eran de uso habitual durante el día, y no precisamente para la noche.

En los últimos años, la moda se ha vuelto casi libre para todo. Literalmente, cualquier cosa sirve para crear tu propio estilo. Muchas chicas prefieren que parezca que no van maquilladas en la cara, y un color aún mucho más delicado para los labios. Aún se sigue prefiriendo acentuar el maquillaje en los ojos, si bien,

de una forma no tan marcada como la del maquillaje ocular se los sesenta. Otros, sin embargo, han retomado el uso de los pesados maquillajes, obteniendo un aspecto más artificial. Han llegado al extremo con sus maquillajes de fantasía y durante el día, lo llevan también. En la actualidad, el maquillaje no es exactamente de la misma magnitud en las chicas jóvenes que en las señoras. Muchos hombres jóvenes, también, se muestran bastante abiertamente maquillados y sin miedo a los prejuicios de la sociedad.<sup>24</sup>

#### **a) Evaluación de seguridad de cosméticos**

La directiva marco sobre cosméticos de la unión europea es decir la norma directiva 76/768/CCE y las siguientes legislaciones desarrolladas en los Estados miembros requieren que los productos cosméticos no dañen en absoluto al usuario. Con esta finalidad, todos los productos deberán formularse de manera que sean seguros, y además, deberían analizarse para asegurarse de que lo son.

Las pruebas de engloban en tres categorías:

- Ensayos de seguridad microbiológica
- Ensayos de toxicidad
- Ensayos de irritabilidad y sensibilización

#### **b) Seguridad microbiológica**

Las bacterias, los hongos y las levaduras se encuentran en cualquier superficie. La mayor parte de los cosméticos, especialmente los que contienen agua, constituyen un alimento potencial y un lugar de crecimiento para estos microorganismos. Si logran abrir una pequeña brecha en un producto, con

seguridad lo devastarán totalmente, generando incluso un peligro para la salud del consumidor.

Debido a que uno generalmente no quiere mantener refrigerados sus cosméticos y usarlos en el plazo de dos días, como en el caso de los alimentos, la mayoría de los cosméticos requiere la adición de un conservador. Su función es destruir cualquier microorganismo en el producto. Es, por lo tanto, un veneno, y, en consecuencia, debe incorporarse al producto en la menor cantidad posible. De esta manera, uno puede garantizar que el producto recién elaborado esté libre de microorganismos como sea posible. El conservador debe ser suficiente en el producto durante su uso. Tanto en las materias primas como en el producto acabado se evalúa el contenido microbiano. Esto se realiza diluyendo un volumen conocido se muestra con un volumen conocido de agua estéril, y usándola para inocular una placa de agar gelificado. Esta placa es un plato de vidrio recubierto (una placa petri), que contiene una fina capa de agar gelificado, a la cual se le ha añadido un medio nutriente adecuado. Si ésta se incuba, poniéndola en lugar cálido, en el plazo de dos días, cada microorganismo viable habrá crecido hasta formar una colonia lo suficientemente grande para ser observada y contada. A partir de este recuento, se puede calcular el número de microorganismos viables por cada centímetro cúbico del producto. Esto es el recuento total de microorganismos viables o RTV. El objetivo es obtener un RTV menor de 10 por centímetro cúbico.

Un fabricante generalmente quiere saber, no solamente si su producto tiene una buena calidad microbiológica, sino también, si el conservador que le ha añadido será efectivo. Para probar esto, se realiza un ensayo de riesgo de contaminación. Una muestra del producto se contamina deliberadamente con una cantidad

conocida de microorganismos, y posteriormente se analiza según se ha descrito para determinar cuántos de ellos sobreviven. Si no sobreviven más de 10 microorganismos por centímetro de producto, el conservante ha hecho su trabajo.

### **Precauciones:**

La práctica microbiología puede ser peligrosa. Solo debe realizarse en un laboratorio microbiológico adecuadamente equipado bajo condiciones y supervisión adecuadas.

Cualquiera de los microorganismos que crece en las muestras puede ser de tipo salvaje, no perteneciente a las cepas de laboratorio conocida; de manera que una vez iniciando, el cultivo no debe destaparse hasta que se eliminen los microorganismos mediante esterilización. Todos los cultivos deben etiquetarse con la fecha de la esterilización.

Antes de embarcarse en cualquier aspecto microbiológico, debe consultarse la legislación actualizada, así como las reglamentaciones técnico sanitarias vigentes.

### **c) Toxicidad**

Una sustancia tóxica es una sustancia nociva para la salud. En los cosméticos de deberán emplear productos no tóxicos. Este es el caso de los países productores donde existen normativas reguladoras que aseguran su inocuidad.

Existen, sin embargo, algunos ingredientes que, por la propia naturaleza de su acción, pueden resultar potencialmente dañinos. A este respecto, la legislación establece los límites máximos permisibles de estas sustancias en un producto cosmético, por lo que conviene estar actualizados. Substancias como el ácido

bórico, el ácido tioglicólico o el formaldehído están en continua revisión, debiéndose especificar entre otros, el porcentaje máximo y pH máximo permitido.

Ha habido ocasiones en las que se han encontrado tóxicos conocidos en los cosméticos. Por ejemplo, el óxido de antimonio o *stibio* ha sido usado como pigmento en las barras se *khol* importadas de Asia.

En ocasiones, lo que puede causar problemas es la presencia de impurezas tóxicas o contaminaciones de materiales inocuos. Por ejemplo:

- Asbestos cancerígenos en talcos.
- Contaminación con términos del talco u otros minerales.

Para fines cosméticos es esencial usar materiales con patrones de pureza adecuados y preestablecidos.

Tanto en los Estados Unidos como en la Unión Europea, a todas las materias primas destinadas al uso en productos de consumo se les debe determinar su toxicidad potencial. Lotes de animales de laboratorio (ratas o ratones) reciben una dosis de la sustancia a evaluar, proporcional a su concentración en el producto determinado, para determinar si causa muerte o algún daño. Los resultados permitirán a la legislación establecer si un producto puede ser usado libremente, ser estrictamente controlado, o ser prohibido. Estas pruebas en animales, sin embargo, fueron prohibidas en España a partir del 30 de junio del 2000.

- **Reacciones alérgicas**

Un problema de toxicidad mucho más difícil es el de las reacciones alérgicas. Existen muchas sustancias que son completamente inocuas para la mayoría de las personas, mientras que para otras pocas son, en efecto, verdaderos tóxicos.

El efecto más común de estas sustancias es producir un cierto tipo de erupción de la piel o dermatitis, aunque puede estar asociado a un estado de malestar generalizado en todo el cuerpo. Esto es debido a que existen dos tipos fundamentales de reacciones alérgicas:

1. Irritación primaria
2. Sensibilización

- **Irritación primaria**

La irritación primaria es el resultado de la acción directa de la sustancia agresora. Sus efectos pueden ser físicos, químicos o fisiológicos, pero generalmente se limitan al área de aplicación de la sustancia. Esta condición se denomina dermatitis irritante de contacto, y a la sustancia que la provoca se le denomina irritante primario.

En ocasiones, el irritante puede penetrar en el organismo y distribuirse por todo el cuerpo a través del torrente sanguíneo, provocando una mayor expansión de los síntomas a medida que esto ocurre. Puede incluso bajar una gravedad hasta los pies y los tobillos, haciendo que la reacción alérgica se produzca en esos lugares es una reacción granulomatosa.

## **2.3 Plomo**

### **2.3.1 Propiedades Físicoquímicas**

El plomo es un elemento químico, cuyo símbolo es Pb, su número atómico es 82 y su peso atómico es de 207.19 según la tabla periódica actual hecha por Julius Lothar Meyer. Las características fisicoquímicas del plomo debido a que es un metal pesado con: densidad relativa, o gravedad específica de 11,4 a 16 °C

(61°F), color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate, es flexible, e inelástico. Su punto de fusión es de 327.4 °C (621.3 °F) y su punto de ebullición a la presión atmosférica es de 1725 °C (3164 °F). Tiene cuatro isótopos naturales: 208, 206, 207, 204, por orden de abundancia. Este metal es anfotérico y forma sales plúmbicas y plumbosas.

El plomo posee cuatro electrones en su capa de valencia, pero sólo dos ellos se ionizan fácilmente. En consecuencia, el estado habitual de oxidación del plomo en los compuestos inorgánicos es de +2, por lo que es sensible a ácidos como el ácido nítrico, dicha reacción forma el nitrato soluble en agua. Lo mismo sucede con el ácido acético, formando como resultado acetato de plomo, y las sales correspondientes dependiendo de los ácidos orgánicos débiles con los que reaccione.<sup>25, 26</sup>

El plomo está presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha incluido al plomo dentro de una lista de diez productos químicos causantes de graves problemas de salud pública que exigen la intervención de los Estados Miembros para proteger la salud de los trabajadores, los niños y las mujeres en edad fértil.<sup>27</sup>

### **2.3.2 Límites de exposición**

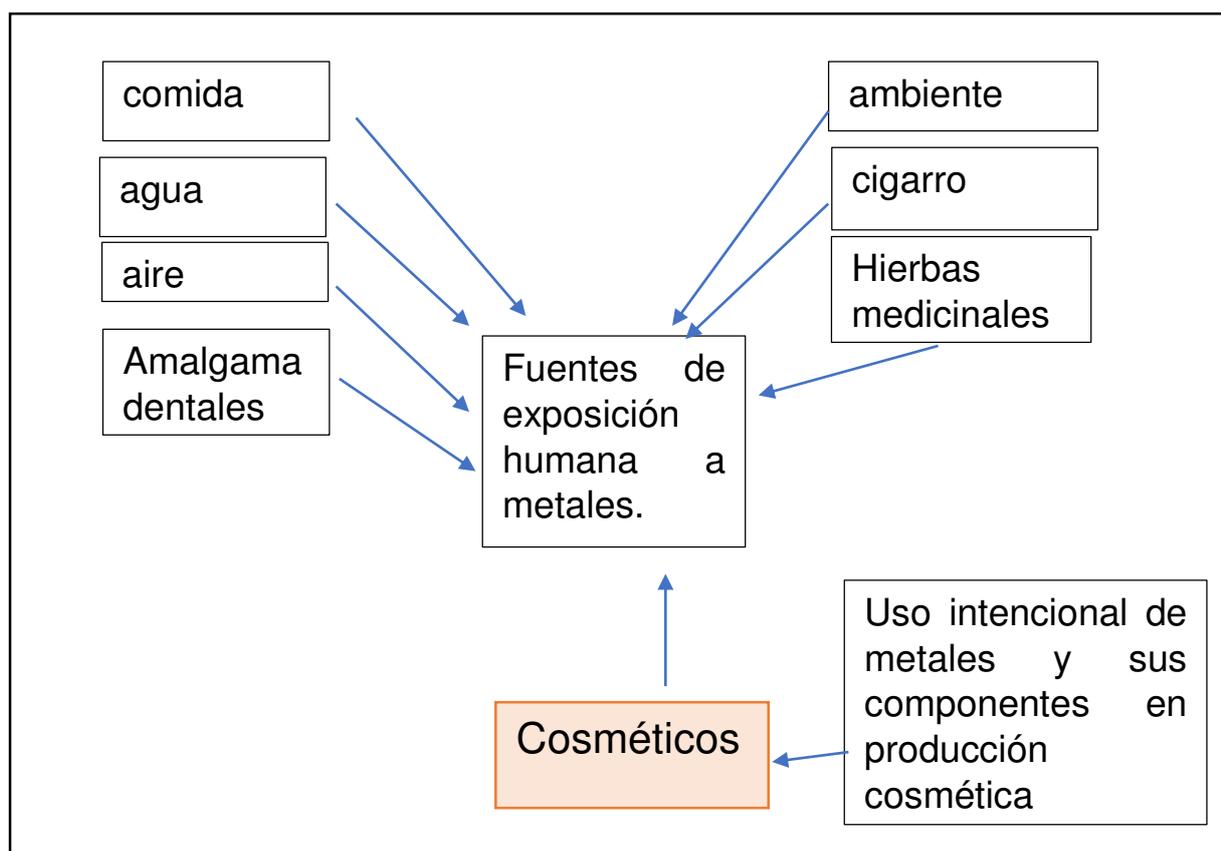
Existen diferentes organismos internacionales que desarrollan y establecen límites de exposición permitidos para el plomo, con el afán de proteger la salud pública, estos son:

- *Environmental Protection Agency (EPA)*: El límite de exposición de plomo en el aire debe de ser no mayor a  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  promediando durante 3 meses.<sup>28</sup>
- *Food and Drug Administration (FDA)*: Los límites de exposición al plomo varían de acuerdo al tipo de alimento, al uso de colorantes, etc. Nos brinda lineamientos generales sobre las concentraciones máximas de plomo en productos cosméticos labiales y de uso externo, siendo el límite máximo de 10 ppm.<sup>29</sup>
- *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*: El límite de exposición permisible establecido por la norma es de 50 microgramos de plomo por metro cúbico de aire ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), promediado en un día laboral de 8 horas.<sup>30</sup>
- *NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)*: Recomienda que el límite de exposición de plomo en el aire no debe ser más de  $0,050 \text{ mg}/\text{m}^3$  en una jornada laboral de 8 horas.<sup>28</sup>
- *ICCR (Indian Council for Cultural Relations)*: Recomienda que el límite de exposición de plomo como impureza sea de 10 ppm para productos cosméticos.<sup>31</sup>

### **2.3.3 Fuentes de contaminación**

El plomo es una sustancia tóxica que ha dado lugar a una gran contaminación del medio ambiente, puede causar graves problemas de salud pública, porque se va acumulando en el organismo, creando afecciones en el tiempo; hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y los huesos. Principalmente se deposita en dientes y huesos.

Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo. Otras fuentes de contaminación menos importantes, pero igual de considerable importancia son: algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales.



**Figura 3:** Los cosméticos como fuente adicional de exposición humana a los metales.<sup>32</sup>

Fuente : Acumulación de plomo en huesos y sus defectos en la salud . México 2008

El plomo causa daños duraderos en los adultos, por ejemplo, aumenta el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales. En las embarazadas, la exposición a concentraciones elevadas de plomo puede ser causa de aborto natural, muerte fetal, parto prematuro y bajo peso al nacer, y provocar malformaciones leves en el feto.<sup>33</sup>

Los cosméticos son uno de las más importantes fuentes de liberación de metales pesados. Diferentes variedades de productos químicos se utilizan en productos cosméticos como ingredientes y algunos se utilizan como conservantes. En su mayoría estos son de origen mineral como los óxidos de titanio y hierro, existen también pigmentos orgánicos (pigmentos verdaderos, tónicos y lagos).<sup>34, 35</sup>

**Tabla 6.** Derivados de Plomo.<sup>36</sup>

FORMA	COMPUESTO	FÓRMULA	USOS	COMENTARIOS
<b>Orgánico</b>	Tetraetilo de Plomo	$Pb(C_2H_5)_4$	Aditivo gasolina	Antidetonante
	Acetato de Plomo	$Pb(C_2H_3O_2)_2$	Tintes para cabello, desecante de pinturas y Barnices	Sal de Saturno azúcar de plomo
<b>Inorgánico</b>	Carbonato de Plomo	$Pb(OH)_2(CO_3)_2$	Colorantes	Blanco de Plomo
	Arseniato de Plomo	$AsHO_4Pb$	Insecticida	Sin uso conocido
	Sulfuro de Plomo "galena"	$PbS$	Sin uso conocido	Forma principal de presentación en la naturaleza
	Monóxido de Plomo	$PbO$	Insecticida, desecante de aceites y Barnices	Litargo
	Trióxido de Plomo	$Pb_3O_4$	Pinturas anticorrosivas	Minio "rojo de plomo"

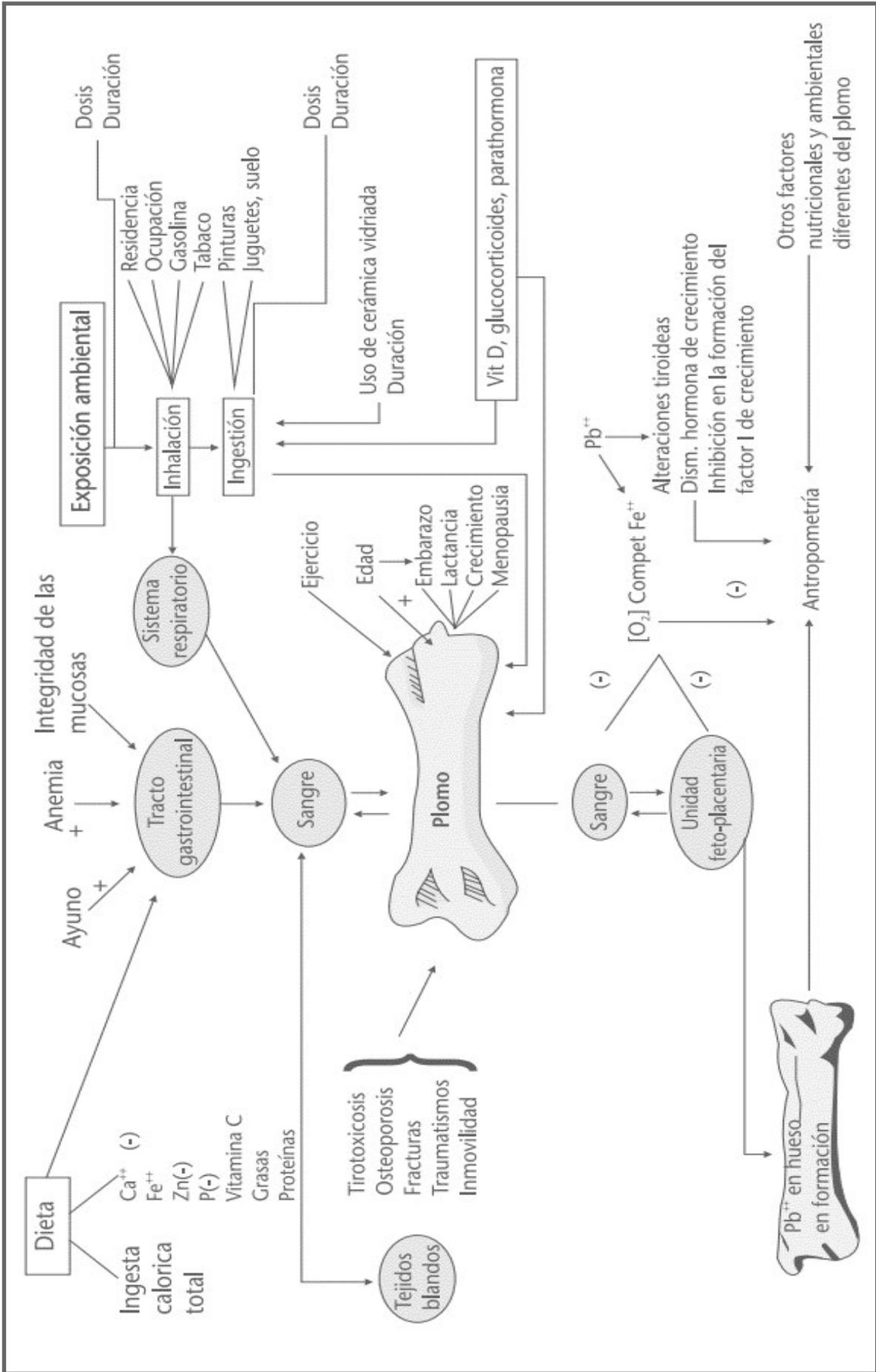
	Cromato de Plomo	PbCrO <sub>4</sub>	Preparación de pigmentos amarillos	Cromato de plomo
--	------------------	--------------------	------------------------------------	------------------

**Fuente :** Gómez u. Toxicología clínica. Medellín 2010

### 2.3.4 Toxicocinética

#### 2.3.4.1 Absorción

El plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio o ingerido y por el tracto gastrointestinal; la absorción percutánea del plomo inorgánico es mínima, pero el plomo orgánico si se absorbe bien por esta vía. Después de la ingestión de plomo, éste se absorbe activamente, dependiendo de la forma, tamaño, tránsito gastrointestinal, estado nutricional y la edad; hay mayor absorción de plomo si la partícula es pequeña, si hay deficiencia de hierro y/o calcio, si hay gran ingesta de grasa o inadecuada ingesta de calorías, si el estómago está vacío y si se es niño, ya que en ellos la absorción de plomo es de 30 a 50 % mientras que en el adulto es de 10%<sup>3</sup>. El modelo biológico del plomo se puede ver en la Figura 3.<sup>37</sup>



**Figura 4: Modelo biológico del plomo.**<sup>32</sup>

Fuente : Acumulación de plomo en huesos y sus defectos en la salud . México 2008

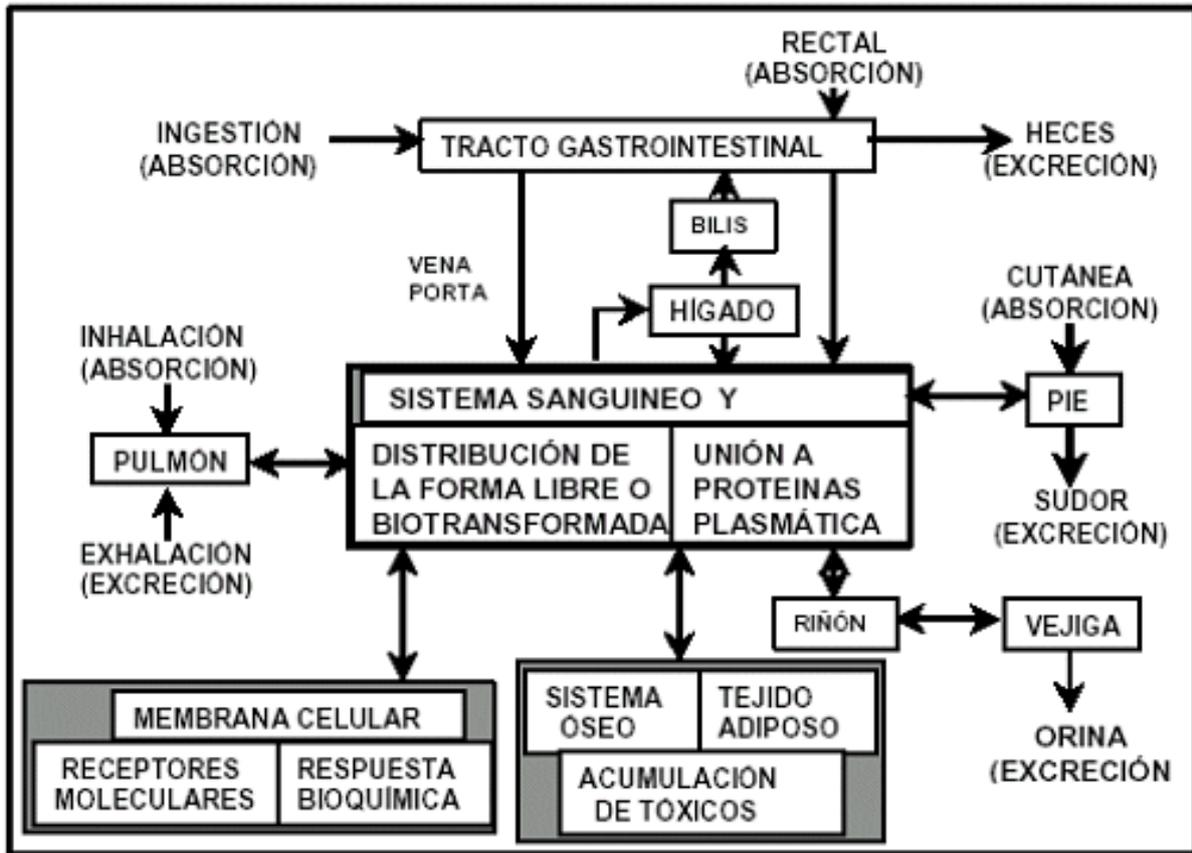
#### **2.3.4.2 Distribución**

El Plomo se distribuye por tres compartimientos, modelo tricompartmental: sangre, tejidos blandos (hígado y riñones) y esqueleto. Sangre (99% en eritrocitos y 1% en plasma), su vida media es de 35 días. El segundo compartimiento lo conforman el hígado y riñón y contienen alrededor de 0,3% a 0,9% de Plomo. Su vida media biológica es de 40 días. El tercer compartimiento lo constituye el esqueleto, la fracción de Plomo en los huesos aumenta con la edad, del 70% del total de Plomo en la infancia a 95% del total de Plomo en los huesos en la edad adulta. El Plomo en los huesos es una fuente endógena de exposición debido a que contribuye hasta en 50% del Plomo en la sangre.<sup>28</sup>

#### **2.3.4.3 Excreción**

El plomo se excreta fundamentalmente por orina (80%) y de forma secundaria por heces, sudor, saliva y faneras. La excreción renal de plomo suele ser a través del filtrado glomerular con alguna reabsorción tubular renal.

La excreción fecal por vía biliar representa un tercio de la excreción total del plomo absorbido.<sup>38</sup>



**Figura 5:** Vías de absorción, distribución y eliminación del plomo en el organismo humano.<sup>39</sup>

Fuente: Acumulación de plomo en huesos y sus defectos en la salud. México 2008

### 2.3.5 Toxicodinamia

El plomo tiene gran afinidad por los grupos sulfhídrico, en especial por las enzimas dependientes de zinc. El mecanismo de acción es complejo; en primer lugar parece ser que el plomo interfiere con el metabolismo del calcio, sobre todo cuando el metal está en concentraciones bajas, el plomo altera el calcio de las siguientes formas: Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula. Finalmente, esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que explicaría en

parte la hipertensión y la neurotoxicidad. Por otro lado, el plomo es tóxico para las enzimas dependientes del zinc, los órganos más sensibles a la toxicidad son el sistema hematopoyético, el sistema nervioso central y el riñón. Interfiere con la síntesis del grupo hem, ya que se une a los grupos sulfhidrilos de las metaloenzimas como son la  $\alpha$  aminolevulínico deshidratasa, coproporfirinógeno oxidasa y la ferroquelatasa; siendo el resultado final, el aumento de las protoporfirinas como la zinc-protoporfirina (ZPP) y la anemia. A nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa, hay inclusiones intranucleares en los túbulos renales, produce una tubulopatía, que en estadios más avanzados llega a atrofia tubular y fibrosis sin compromiso glomerular, caracterizándose por una proteinuria selectiva. Varias funciones del sistema nervioso central están comprometidas, principalmente porque el plomo altera en muchos pasos el metabolismo y función del calcio como explicamos previamente. El plomo se acumula en el espacio endoneural de los nervios periféricos causando edema, aumento de la presión en dicho espacio y finalmente daño axonal.<sup>40</sup>

## **2.3.6 Aspectos toxicológicos**

### **2.3.6.1 Intoxicación**

A pesar de las mejoras en las políticas ambientales y las reducciones significativas en los niveles promedio de plomo en la sangre, la exposición al plomo sigue siendo una preocupación especialmente entre ciertas poblaciones y subgrupos con mayor riesgo de exposición como las mujeres embarazadas, lactantes, y niños.

La concentración de plomo en la sangre ocasiona manifestaciones clínicas, es conocido que la exposición prenatal de plomo, influencia en la salud infantil , el

parto y el desarrollo neurológico del bebé, es particularmente peligroso para los niños porque sus cuerpos en crecimiento absorben más plomo que los adultos y sus cerebros y sistemas nerviosos son más sensibles a los efectos dañinos del plomo.

Los adultos, incluyendo mujeres embarazadas pueden estar expuestos al plomo al comer y beber alimentos o agua contaminados con el metal, al estar en contacto con envases que contengan plomo, o estar en áreas con altos niveles de plomo en el ambiente.

El plomo puede afectar a casi todos los órganos y sistemas de su cuerpo, dependiendo de las concentraciones que tenga el metal en el organismo, y los efectos que produce, las intoxicaciones se clasifican en leves, graves y crónicas.

## **1. Intoxicaciones leves**

### Niños:

Incluso niveles bajos de plomo en la sangre de los niños pueden resultar en:

- Problemas de comportamiento y aprendizaje.
- Menor coeficiente intelectual e hiperactividad.
- Crecimiento lento.
- Escuchando problemas.
- Anemia.
- En casos raros, la ingestión de plomo puede causar convulsiones, coma e incluso la muerte.

## 2. Intoxicaciones graves

### Mujeres embarazadas:

- Causa que el bebé nazca demasiado temprano o demasiado pequeño.
- Lastiman el cerebro, los riñones y el sistema nervioso del bebé.
- Riesgo de aborto involuntario.

### Otros adultos:

- Efectos cardiovasculares, aumento de la presión arterial e incidencia de hipertensión.
- Disminución de la función renal.
- Problemas reproductivos (tanto en hombres como en mujeres).
- Encefalopatía.

## 3. Intoxicaciones crónicas

### **Fase de pre saturnismo o de impregnación:**

Cuando los niveles de plumbemia alcanzan 60 - 70  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ ; el individuo presenta cansancio, dispepsia, dolores abdominales y musculares, artralgias, insomnio, pérdida de fuerza y adelgazamiento.

**Fase de intoxicación franca:** Se acrecientan los síntomas en la fase de pre saturnismo: anorexia, adelgazamiento, dolores musculares, tinte terroso de la piel, línea saturnina en el borde gingival (Ribete de Burton) y cansancio.

**-Fase de impregnación antigua:** Se considera esta fase como una consecuencia de una exposición prolongada al Plomo. El paciente puede presentar cuadros de hipertensión permanente y nefritis.<sup>41, 42</sup>

### **2.3.6.2 Tratamiento**

El plomo es un metal que por más mínimo sea el nivel en la sangre es potencialmente peligroso y causar mucho daño en el organismo humano, para ello el tratamiento médico por intoxicación con plomo se basa en la formación de un complejo de un ion metálico y un receptor (agente quelante). Los agentes quelantes estimulan la expulsión de plomo.<sup>43</sup>

El EDTA monocálcico disódico es el quelante de elección. Se administra por vía intravenosa a la dosis de 50 mg/Kg/día durante 5 días. Tras 2 días de descanso, puede repetirse la misma dosis si la plumbemia es superior a 60 µg/dL. Como alternativa al EDTA y a la d-penicilamina, se están utilizando derivados del dimercaprol: el ácido 2,3 dimercaptosuccínico (DMSA) y el 2,3-dimercapto-1-propanosulfonato (DMPS).<sup>28</sup>

## **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Recolección de muestras**

Para este estudio se empleó 20 muestras de lápices delineadores de ojos de 4 diferentes marcas y de 5 colores distintos por marca (negro, marrón, azul oscuro, verde y blanco).

Todas las muestras fueron de procedencia China. Los lugares donde se recolectó las muestras fueron los puntos de mayor concentración de venta masiva de cosméticos en el Centro de Lima: Galerías Mina de Oro I, Santa Catalina, Alfa y Tradición.

### 3.2 Obtención de la muestra

#### Toma de Muestra

1. Se rotuló las muestras en base al orden establecido:

Los códigos fueron las iniciales de las Galerías de donde se recolectó las muestras. La numeración fue en base a los tonos: (1) Blanco, (2) Negro, (3) Marrón, (4) Azul, (5) Verde

**Tabla 7.** Tabla de identificación de las muestras.

	CODIFICACIÓN	COLOR	NOMBRE DE LOS TONOS
M.M Galería Alfa	A1	blanco	white 112
	A2	Negro	black 35
	A3	marrón	dark brown 102
	A4	azul oscuro	satin blue 136
	A5	Verde	green emerald 110
PiWi Galería Mina de oro II	M1	blanco	white Lp 077
	M2	Negro	black Lp 072
	M3	marrón	dark brown Lp 075
	M4	azul oscuro	navy blue Lp 0120
	M5	Verde	lemon green Lp 0116
Aliyein Galería Santa Catalina	S1	blanco	white
	S2	Negro	black
	S3	marrón	capuchino
	S4	azul oscuro	acean -blue
	S5	Verde	dark green
BelleSpa Galería Tradicción	T1	blanco	white
	T2	Negro	black
	T3	marrón	dark brow
	T4	azul oscuro	acean blue
	T5	Verde	lemon green

Fuente : Elaboración propia 2018.

2. Se trasladó inmediatamente las muestras al CENTRO DE INFORMACIÓN, CONTROL TOXICOLÓGICO Y APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL - CICOTOX

de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, para su respectivo tratamiento y posterior análisis.

### **3.3 Método empleado**

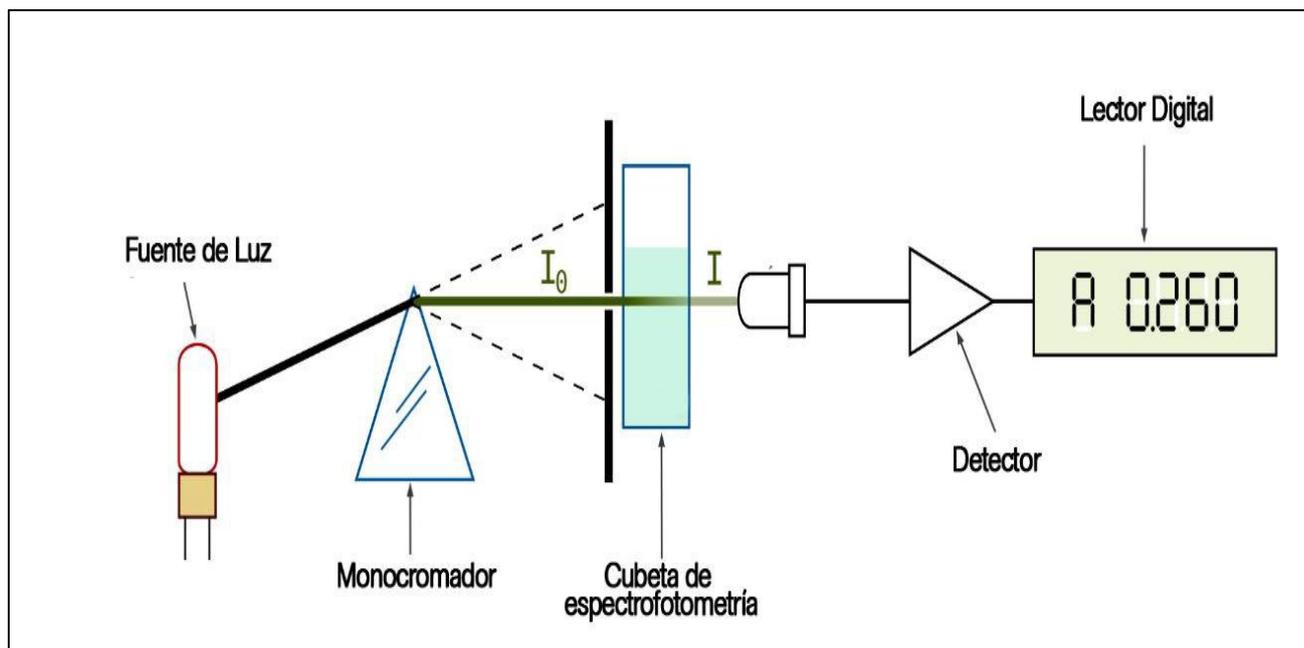
Para la cuantificación de los niveles de plomo en los lápices delineadores de ojos se empleó el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito

#### **3.3.1 Fundamento**

La absorción atómica es el proceso que ocurre cuando átomos de un elemento en estado fundamental absorben energía radiante a una longitud de onda específica y, luego, la pierden en forma de calor, por lo que las muestras se vaporizan y se convierten en átomos libres, en un proceso denominado atomización. La energía absorbida es proporcional a la concentración del elemento que se mide.<sup>44</sup>

La muestra, por su naturaleza, no puede ser usada directamente en el equipo y requiere un proceso previo de preparación que permita obtener una disolución del analito adecuada para la atomización.<sup>45</sup>

El diseño instrumental básico del espectrofotómetro de absorción atómica (*Atomic Absorption Spectroscopy AAS*), consiste en una fuente de radiación, una zona de muestra (contiene la muestra gaseosa atomizada), un selector de longitud de onda, un detector, un procesador de señal y de lectura de salida (figura 6). Es un método específico y sensible para más de sesenta elementos metálicos y metaloides, ya que las líneas de absorción atómica son considerablemente estrechas de (0.002 a 0.005  $\mu\text{m}$ ).<sup>46</sup>



**Figura 6:** Partes de un espectrofotómetro de absorción atómica<sup>47</sup>

Fuente: Laguna L., Ricaldi E. Determinación de plomo en lápices labiales de diferentes marcas que se expenden en Lima Metropolitana. Lima 2017.

Dentro del método de absorción atómica se encuentra la técnica asociada al horno de grafito.

**- Espectroscopía de absorción atómica horno de grafito (GF-AAS)**

Surge de la necesidad de contar con una técnica que emplee volúmenes mínimos de la muestra (inferior a 100  $\mu\text{L}$ ) o directamente sobre muestras orgánicas. Su elevada sensibilidad (niveles de partes por billón) hace que la técnica se aplique en la detección de metales, en productos de alta pureza, productos industriales, aguas de bebida y de acuíferos (determinación de la presencia de cobre, cromo, cadmio, plomo, arsénico, mercurio, etc.).<sup>43</sup>

La espectrofotometría de absorción atómica se fundamenta en la absorción de una luz monocromática por los átomos del elemento que se va a analizar. La longitud de onda a la cual la luz es absorbida es específica de cada elemento a estudiar.

Se mide la atenuación de la intensidad de la luz como resultado de la absorción, siendo la cantidad de luz absorbida proporcional a la cantidad de átomos del elemento presente en la muestra (absorbancia proporcional a la concentración de elemento).

El método involucra fundamentalmente 2 procesos: la atomización de la muestra que se realiza en el horno de grafito y la absorción de radiación proveniente de una fuente por los átomos libres.<sup>48</sup>

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

**a. Secado:** La muestra inyectada (2-20  $\mu\text{L}$ ) en el horno de grafito es sometida a una temperatura algo inferior al punto de ebullición del solvente ( $80^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$ ).

Aquí se evaporan el solvente y los componentes volátiles de la matriz.

**b. Mineralización o calcinación:** Destruye la matriz orgánica sin pérdida de la muestra ( analito ). La temperatura de calcinación usada varía típicamente en el rango de  $350^{\circ}\text{C}$  a  $1600^{\circ}\text{C}$ .

**c. Atomización:** Consigue llevar los átomos al estado fundamental mediante temperaturas elevadas, para medir su absorbancia.

La temperatura de atomización depende de la volatilidad del elemento.

Se mide la absorbancia durante este paso.

**c. Barrido o limpieza:** Elimina los restos que puedan quedar en el tubo.<sup>49</sup>

### **3.4 Materiales, reactivos y equipo**

#### **a. REACTIVOS Y ESTÁNDARES**

- Estándar Solución Patrón de Plomo: Nitrato de Plomo [Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] de 1000 mg/L
- Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) concentrado ultrapuro al 65 – 70%.
- Fosfato de amonio 10%
- Agua ultrapura
- Solución diluyente de fosfato de amonio:  
4mL modificador de matriz (Fosfato de amonio [NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]) al 10%, enrasado hasta 100 mL con agua ultra pura en una fiola
- Solución patrón de plomo de 1000 mg/L.
- Gas argón UHP.
- Ácido clorhídrico químicamente puro.

#### **b. EQUIPOS Y MATERIALES**

- Equipo Absorción atómica Marca *Thermo Scientific* y modelo *THERMO SCIENTIFIC iCE 3000*
- Horno de grafito modelo: GFS33
- Balanza analítica de precisión
- Mufla eléctrica
- Micropipetas de 100 y 1000µL
- Fiolas de 50mL y 100mL de vidrio tipo A c/ tapa.
- Cubas de 2mL

### **3.5 Determinación de Plomo**

#### **Procedimiento Operatorio**

##### **3.5.1 Preparación de Curva de Calibración**

Se preparó los estándares para la curva de calibración a partir de una solución patrón de 1000 µg /L como sigue:

Plomo: 100 µg/L, 200 µg/L, 500 µg/L, 1000 µg/L

**Nota:** Se empleó como blanco agua ultrapura.

##### **3.5.2 Preparación de la muestra**

- Triturar la muestra (núcleo extraído de los lápices delineadores) hasta homogeneidad. Tomar una alícuota de 2 g y transferir a un crisol.
- Realizar un secado de los crisoles en una estufa a 105 °C por 3 horas.
- Colocar los crisoles en plancha termostática a 350 °C hasta completar pre calcinación.
- Llevar las muestras pre calcinadas en una mufla y calcinar 500°C por 3 horas
- Enfriar y adicionar 25 mL de una solución de ácido clorhídrico 6M.
- Calentar en plancha termostática por 5 minutos y transferir cuantitativamente a una fiola de 100 mL y diluir con agua ultra pura. Agitar y dejar reposar.
- Filtrar un volumen necesario con un filtro de membrana de 0.45 µm y proceder a realizar las lecturas para plomo.

##### **3.5.3 Análisis en el equipo de absorción atómica**

### 3.5.3.1 Lectura en el horno de grafito



**Figura 7.** Equipo Absorción atómica Marca *Thermo Scientific* y modelo *THERMO SCIENTIFIC ICE 3000* equipado con Horno de Grafito del Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental (CICOTOX) de la UNMSM

#### **Procesamiento de los estándares y muestra**

- Se toma una alícuota de 500  $\mu\text{L}$  de estándar y muestra, se le adiciona 500  $\mu\text{L}$  de la solución diluyente de fosfato de amonio, y homogenizar
- Se coloca los viales en el automuestreador del horno de grafito y leer bajo las condiciones espectrofotométricas descritas a continuación:

## Condiciones espectrofotométricas instrumentales

- Longitud de onda: 217 nm
- Ranura (Slit): 0,5 nm
- Tipo de corrección: Lámpara de deuterio.
- Fuente de luz: Lámpara de cátodo hueco de Plomo
- Medida de señal: Área del pico
- Volumen de inyección: 10  $\mu$ L

## Rampa de calentamiento del horno grafito:

Tabla 8: Rampa de calentamiento del horno.

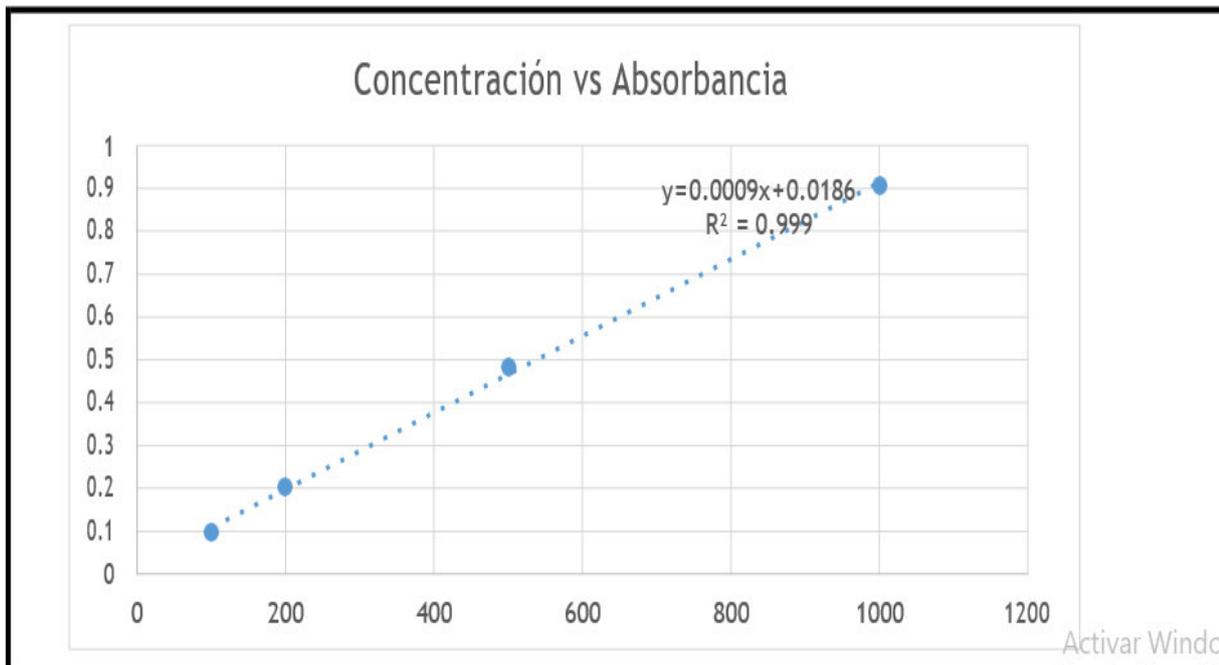
Fase	Temperatura (°C)	Tiempo (seg)	Rampa (°C/seg)	Gas flujo
1	105	18.0	60	0.3 L/min
2	400	5.0	150	0.3 L/min
3	400	0.5	50	Apagado
4	1800	2.0	0	Apagado
5	2600	4.0	0	0.3 L/min

### 3.5.4 Curva de Calibración

CÓDIGO	FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	MUESTRA	ANÁLISIS
86981-87000	03/11/2018	08:30 a.m.	10:30 p.m.	Lápiz delineador es de ojos	Plomo

VOLUMEN DE MUESTRA	10 $\mu$ L	LONGITUD DE ONDA	217 NM	PRE TRATAMIENTO	DIGESTIÓN VÍA SECA
--------------------	------------	------------------	--------	-----------------	--------------------

NOMBRE	CONCENTRACIÓN $\mu$ g/L (ppb)	ABSORBANCIA
BLANCO	0	0.001
Estándar 1	100	0,097
Estándar 2	200	0,201
Estándar 3	500	0,481
Estándar 4	1000	0,907



**Figura 8. Curva de calibración estándares de plomo**

<b>Sensibilidad del Equipo</b>	<b>0.03 ppb</b>	<b>R2</b>	<b>0.999</b>	<b>Resultado</b>	<b>y: 0,0009x + 0.0186</b>
--------------------------------	-----------------	-----------	--------------	------------------	----------------------------

<b>ANALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>
<b>Q.F. Américo Figueroa</b>	<b>Dr. Alfonso Apesteguía</b>

## IV. RESULTADOS

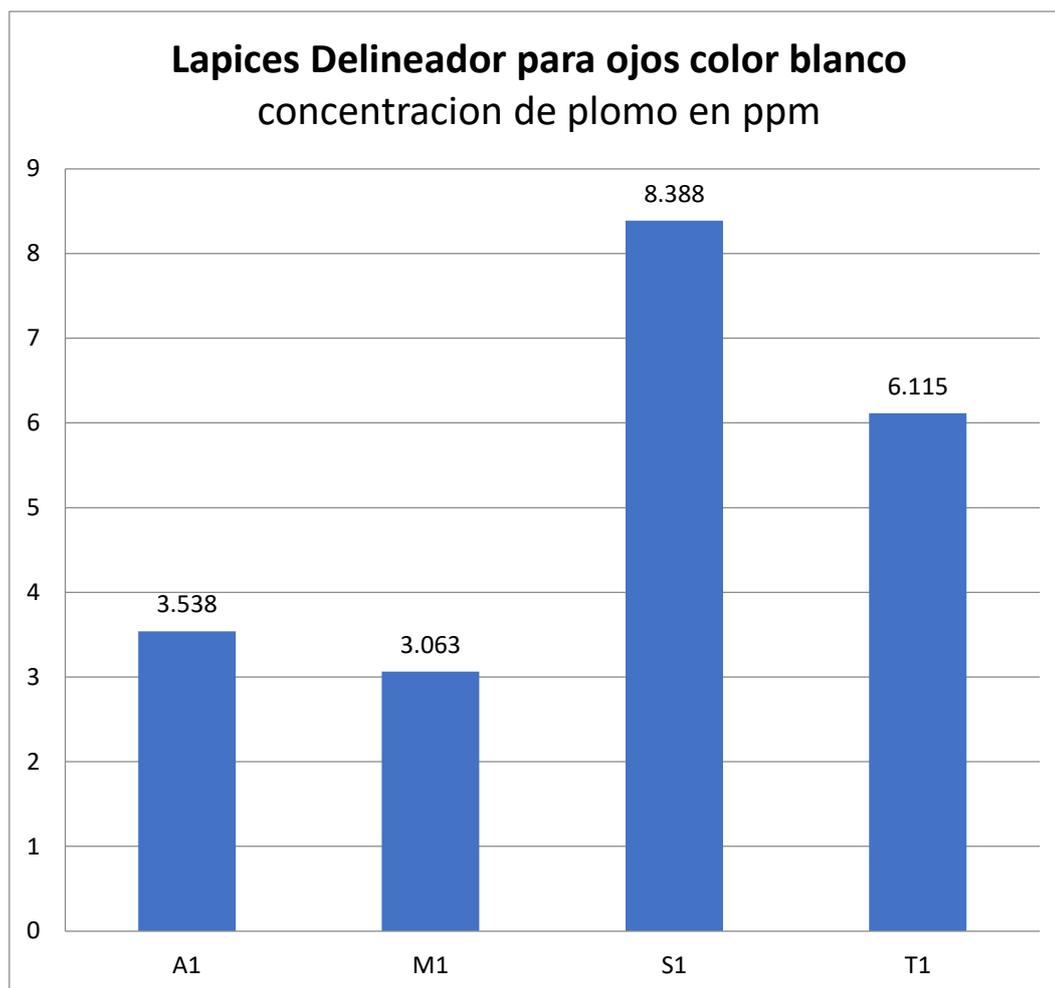
### 4.1 Determinación de plomo

**Tabla 9.** Se observan los valores de plomo de las 20 muestras analizadas debidamente codificadas donde A, M, S y T representan las 4 marcas analizadas y los números 1, 2, 3, 4 y 5 los colores: blanco, negro, marrón, azul y verde respectivamente. (Ver anexo 1)

N° ANÁLISIS	MUESTRA	RESULTADO	LIMITE FDA 10ppm	Observación LMP
1	A1	3.538 ppm	≤ 10	No Supera
2	A2	14.599 ppm	≤ 10	Supera
3	A3	13.831 ppm	≤ 10	Supera
4	A4	6.33 ppm	≤ 10	No Supera
5	A5	17.481 ppm	≤ 10	Supera
6	M1	3.063 ppm	≤ 10	No Supera
7	M2	15.198 ppm	≤ 10	Supera
8	M3	9.804 ppm	≤ 10	No Supera
9	M4	4.775 ppm	≤ 10	No Supera
10	M5	5.088 ppm	≤ 10	No Supera
11	S1	8.388 ppm	≤ 10	No Supera
12	S2	26.796 ppm	≤ 10	Supera
13	S3	8.004 ppm	≤ 10	No Supera
14	S4	3.303 ppm	≤ 10	No Supera
15	S5	8.415 ppm	≤ 10	No Supera
16	T1	6.115 ppm	≤ 10	No Supera
17	T2	3.138 ppm	≤ 10	No Supera
18	T3	3.826 ppm	≤ 10	No Supera
19	T4	3.200 ppm	≤ 10	No Supera
20	T5	4.450 ppm	≤ 10	No Supera

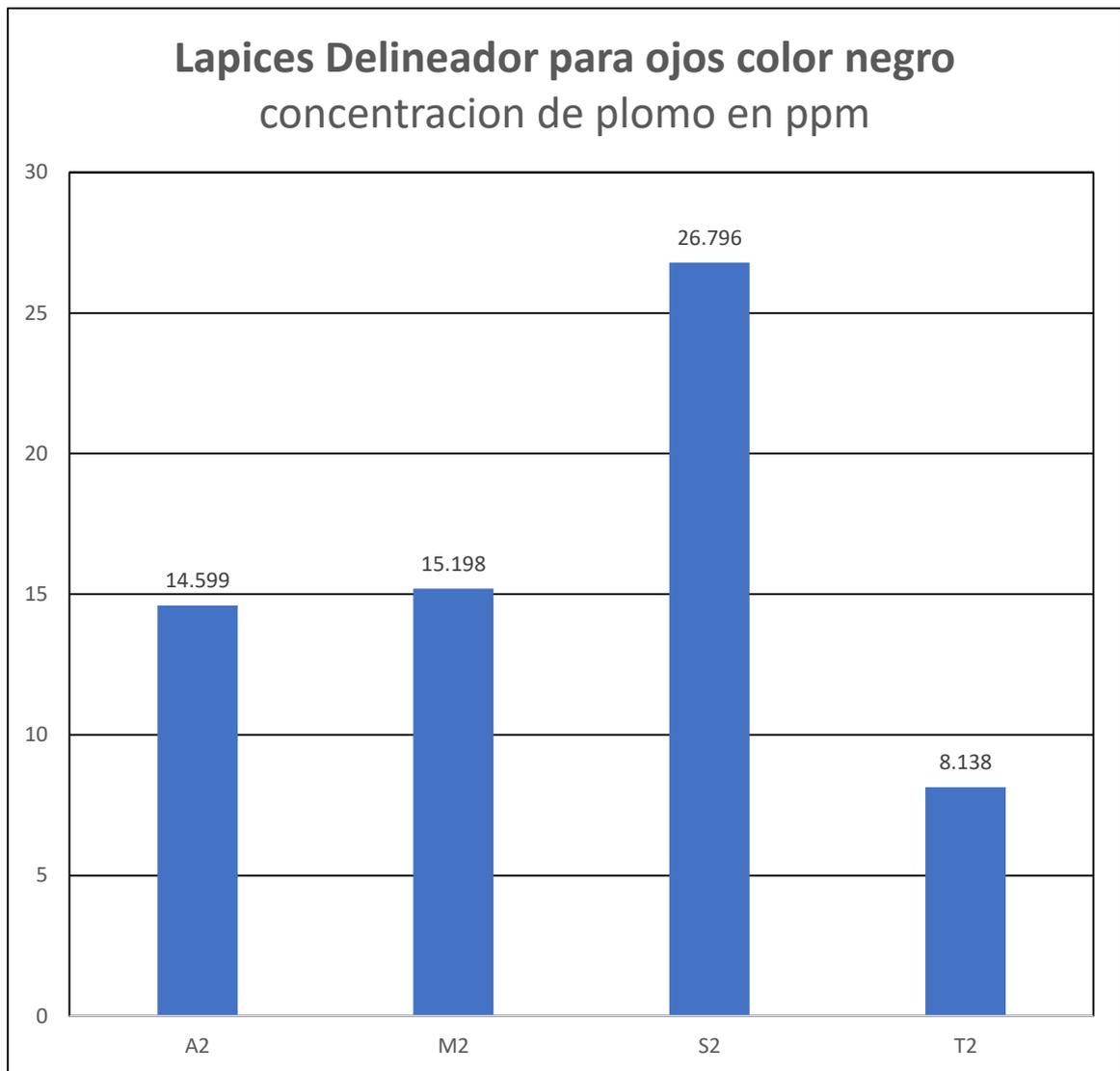
**Fuente:** Elaboración propia 2018.

#### 4.1.1. Análisis de las concentraciones de Plomo vs. Marca de Delineador



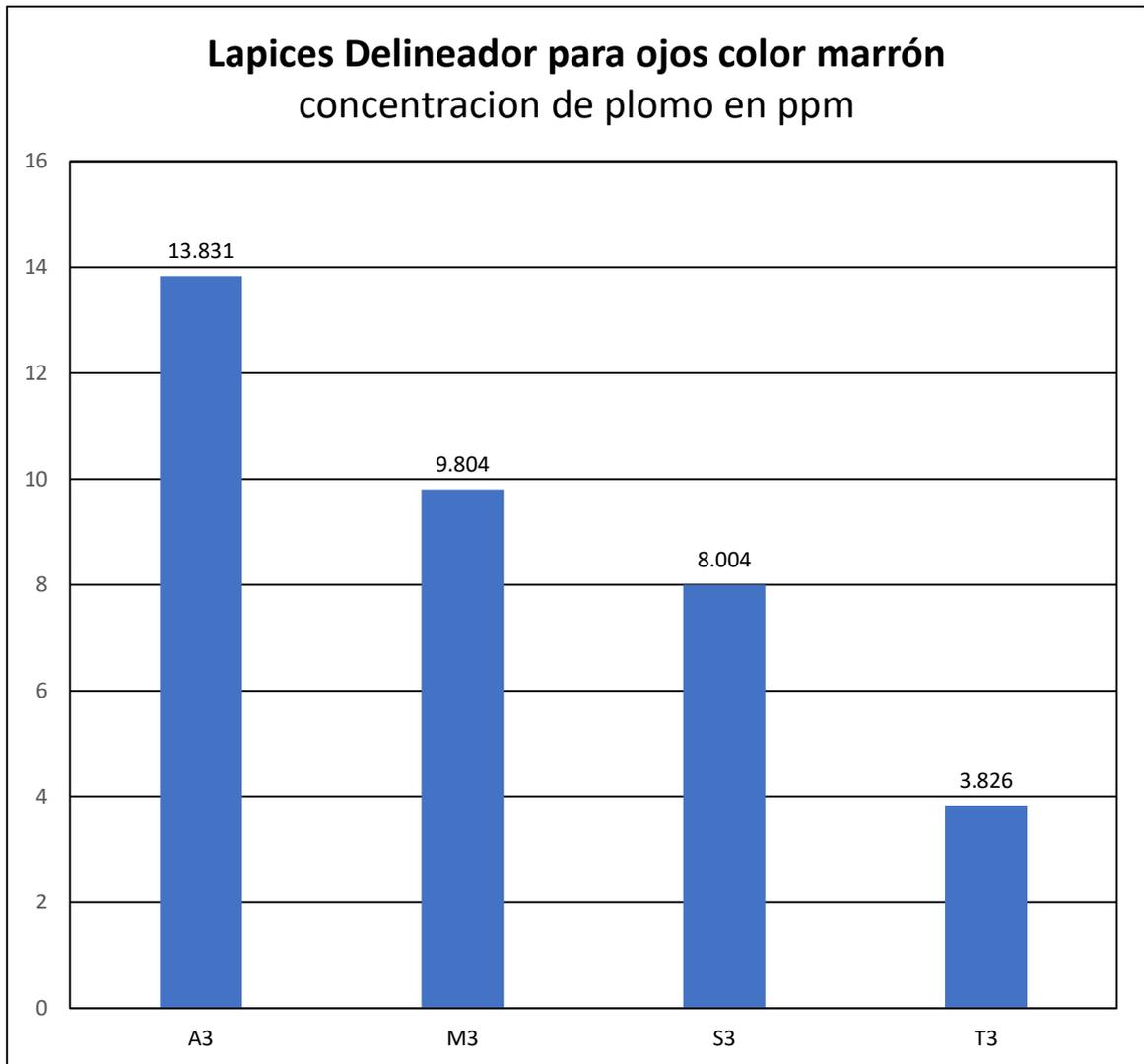
**Figura 9:** Concentración de Plomo vs Delineadores de color Blanco (ppm).

Se visualiza las concentraciones de plomo de las muestras de delineadores de color blanco. Se aprecia que la marca representada por el código S1 presenta mayor concentración de Plomo, pero se encuentra dentro del límite permitido por la FDA. Las marcas representadas por los códigos A1, M1 y T1 presentan bajo contenido de Plomo y se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la FDA.



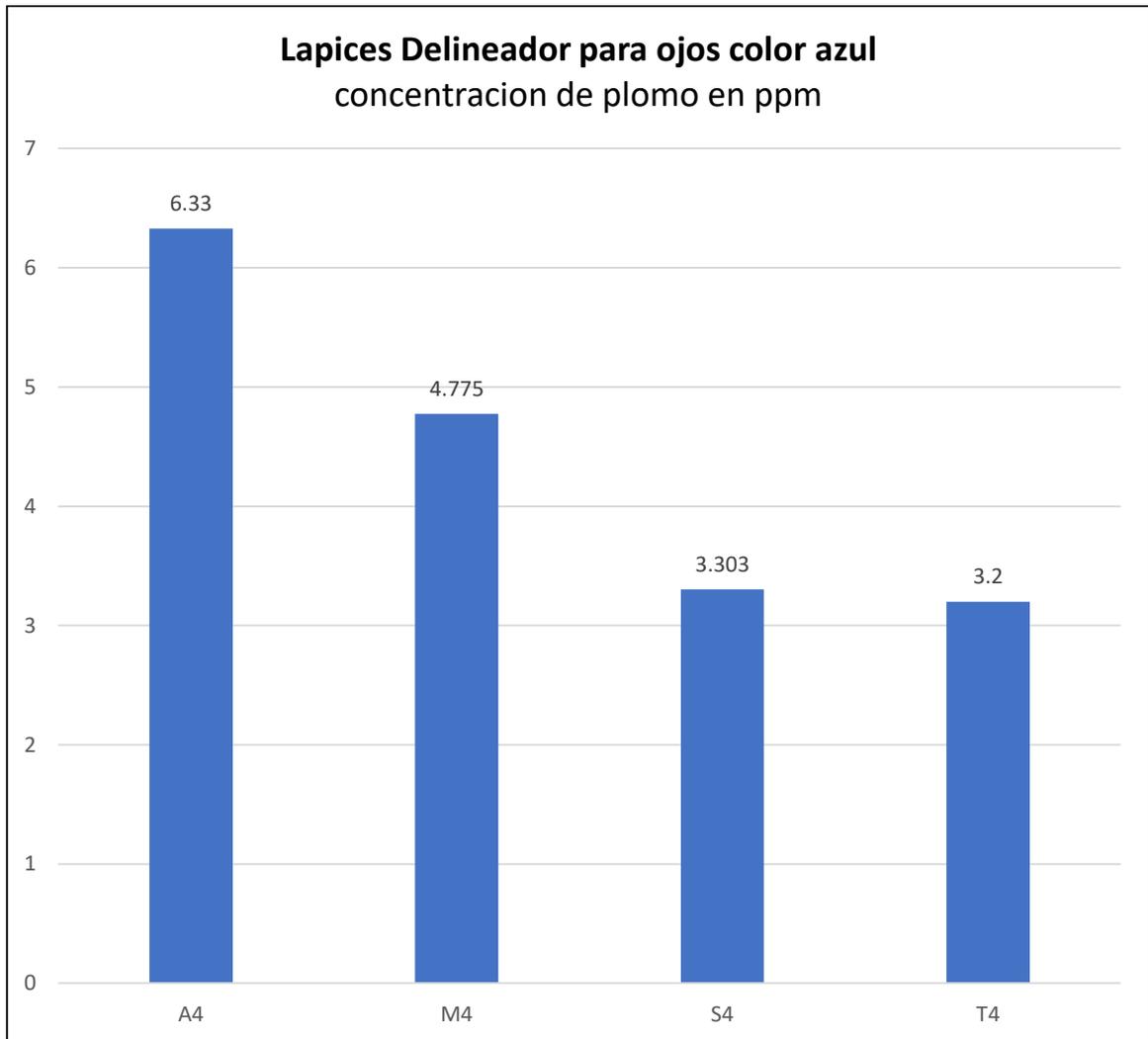
**Figura 10:** Concentración de Plomo vs Delineadores de color Negro (ppm).

Se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color negro. se aprecia que la marca representada por el código A2, M2 y S2 presentan concentraciones de Plomo que exceden el límite permitido por la FDA, mientras que la marca representada por el código T2 tiene bajo contenido de Plomo, y se encuentra dentro de los límites permisibles.



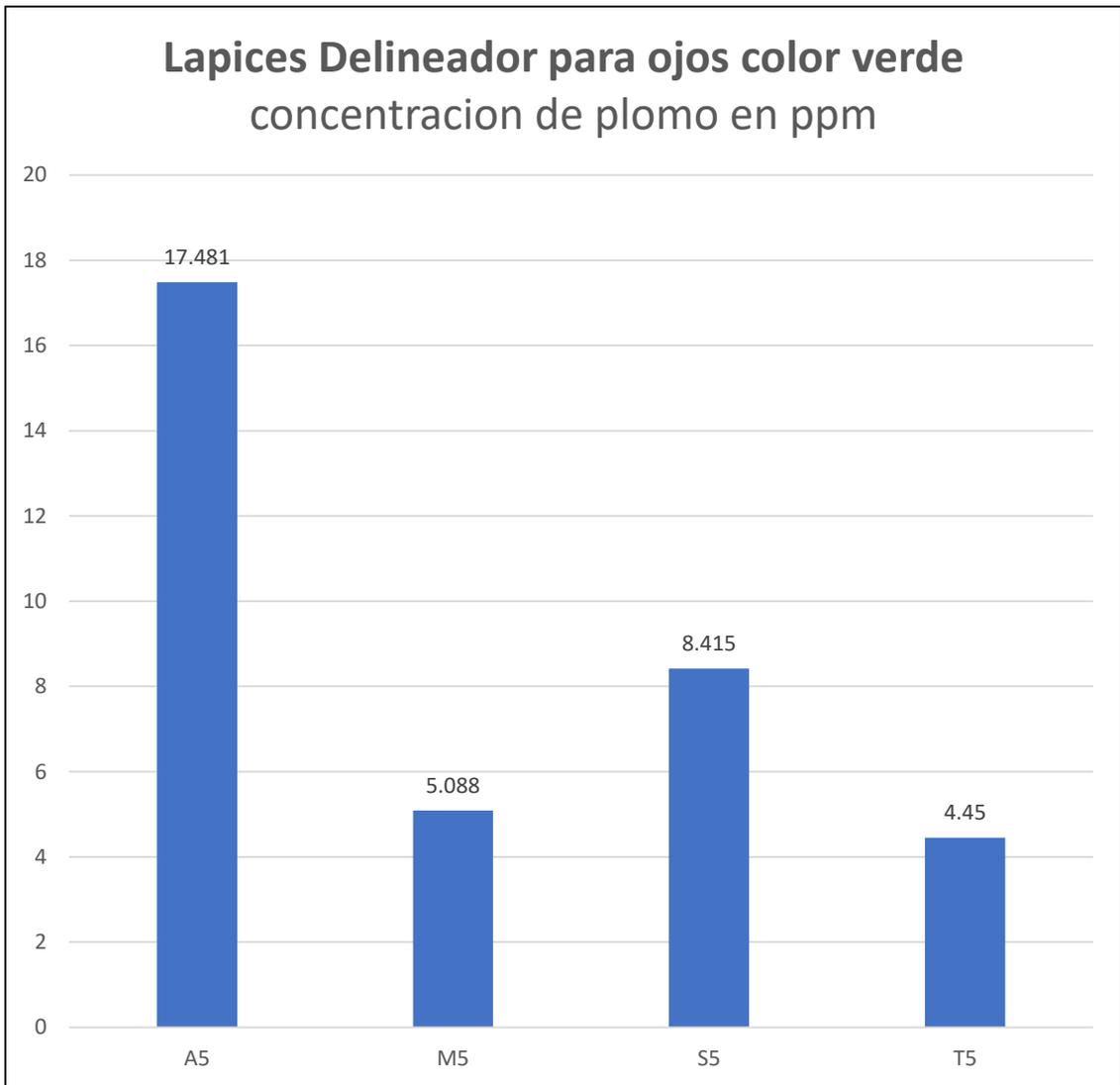
**Figura 11:** Concentración de Plomo vs Delineadores de color Marrón Oscuro (ppm).

Se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color marrón. Se aprecia que la marca representada por el código A3 excede los límites de plomo establecidos por la FDA y las marcas representadas por los códigos M3, S3 y T3 se encuentran dentro de los límites permisibles de plomo.



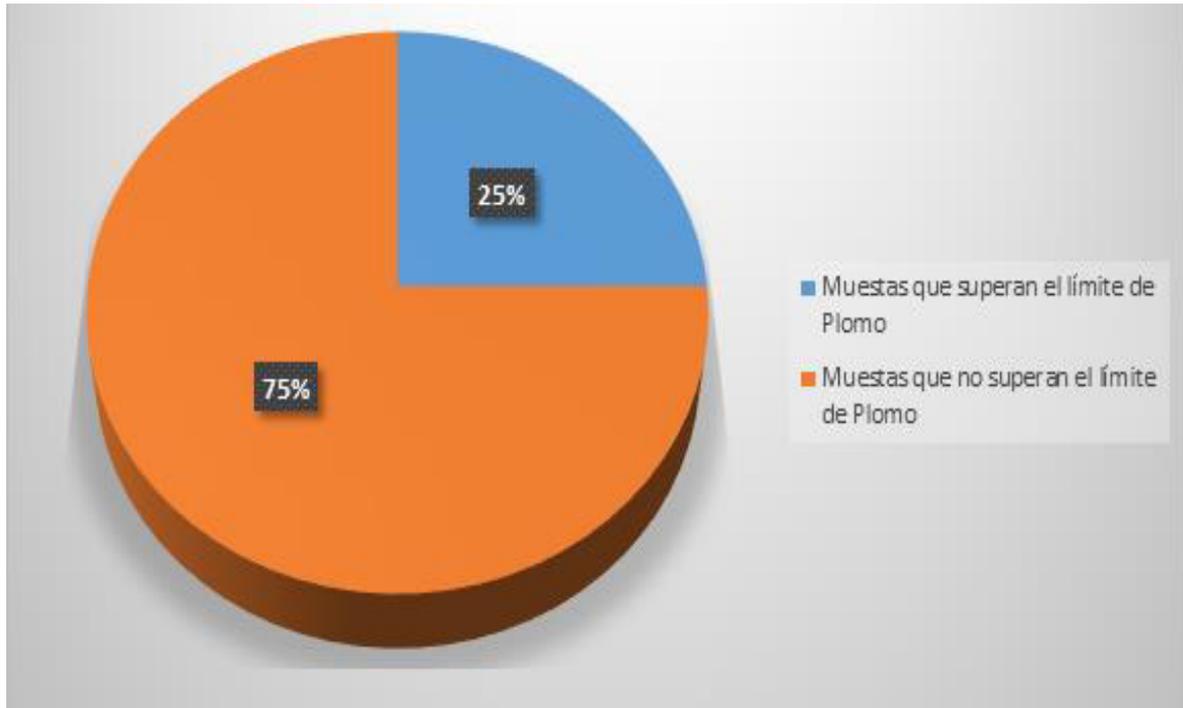
**Figura 12:** Concentración de Plomo vs Delineadores de color Azul Oscuro (ppm).

Se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color azul. Se aprecia que la marca representada por el código A4 presenta mayor concentración de Plomo respecto a las muestras M4, S4 y T4, pero a pesar de eso todo este grupo se mantiene dentro de los límites permitidos por la FDA.



**Figura 13:** Concentración de Plomo vs Delineadores de color Verde Limón (ppm).

Se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color verde. Se evidencia que la marca representada por el código A5 excede los límites permisibles de plomo según lo establecido por la FDA y las marcas representadas por los códigos M5, S5 y T5 presentan bajo contenido de Plomo y se encuentran dentro de los límites permisibles.



**Figura 14.** Porcentaje del número de muestras de la presente investigación que superan los límites de Plomo según la FDA.

#### **4.1.2. Análisis estadístico de los niveles de plomo por comparación de varianzas (ANOVA) en base a concentración de plomo según marcas.**

a) Hipótesis:

Ho: No hay diferencia significativa en la concentración promedio de plomo entre las 4 marcas.

H1: Hay diferencia significativa en la concentración promedio de plomo en al menos una de las marcas.

b) Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

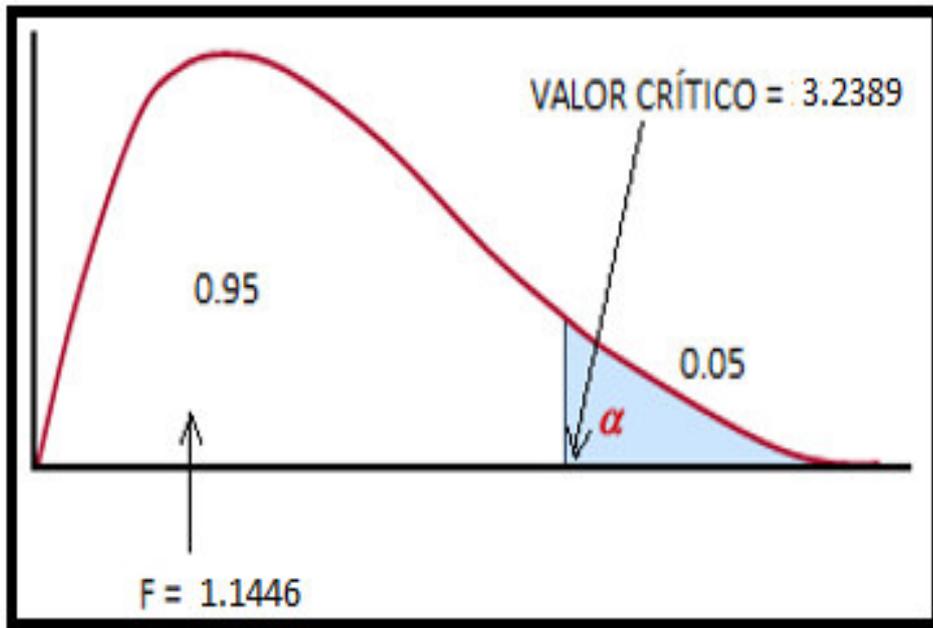
c) Análisis estadístico de varianzas (ANOVA) (Ver Tabla 10).

**Tabla 10.** Análisis estadístico de varianzas (ANOVA) para los niveles de plomo.

Grupos	Muestras	Suma	Promedio	Varianza
<b>A</b>	5	55.779	11.1558	35.0849247
<b>M</b>	5	37.928	7.5856	24.3653303
<b>S</b>	5	54.906	10.9812	82.8091107
<b>T</b>	5	25.729	5.1458	3.9761892

Origen de las variaciones	$\sum$ de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
<b>Entre grupos</b>	125.539412	3	41.84647	1.144	0.36121898	3.23887
<b>Dentro de los grupos</b>	584.94222	16	36.55888	-	-	-
<b>Total</b>	710.481632	19	-	-	-	-

d) Regiones críticas y valor crítico: (Ver Figura 15.)



**Figura 15.** Regiones críticas y valor crítico de análisis estadístico de varianzas para los niveles de plomo.

e) Decisión

- El Valor Crítico es mayor que F (Estadístico de Prueba)
- El valor de  $p=0,3312$  es mayor que  $0,05$ .

g) Conclusión

Con una significancia de 5%, se afirma que no hay diferencia significativa en la concentración promedio de plomo entre las 4 marcas.

#### 4.1.3 Prueba de T-student entre los valores hallados de plomo y el límite establecido por la FDA.

##### a) Hipótesis

***H<sub>0</sub>***: Existen diferencias significativas entre los valores hallados de plomo y el límite establecido por la FDA.

***H<sub>1</sub>***: No existen diferencias significativas entre los valores hallados de plomo y el límite establecido por la FDA.

**Tabla 11.** Comparación de los valores de plomo obtenido en los lápices delineadores para ojos y el límite establecido por FDA.

	Concentración de plomo en delineadores	Límite FDA
Media	8,717 ppm	10 ppm
Varianza	37,3937709	0
Observaciones	20	-
Diferencia hipotética de las medias	0	-
Grados de libertad	19	-
Estadístico t	-0,938227539	-
P(T<=t) una cola	0,17995	-

Si  $p < 0,05$  existen diferencias significativas

##### b) Conclusión

$p = 0,17995 \rightarrow$  Se acepta *H<sub>1</sub>*, por lo tanto, no existen diferencias significativas.

#### 4.1.4 Análisis estadístico de los niveles de plomo por comparación de varianzas (ANOVA) en base a concentración de colores

g) Hipótesis:

Ho: No hay diferencia significativa en la concentración promedio de plomo entre los 5 colores.

H1: Hay diferencia significativa en la concentración promedio de plomo entre los 5 colores.

h) Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

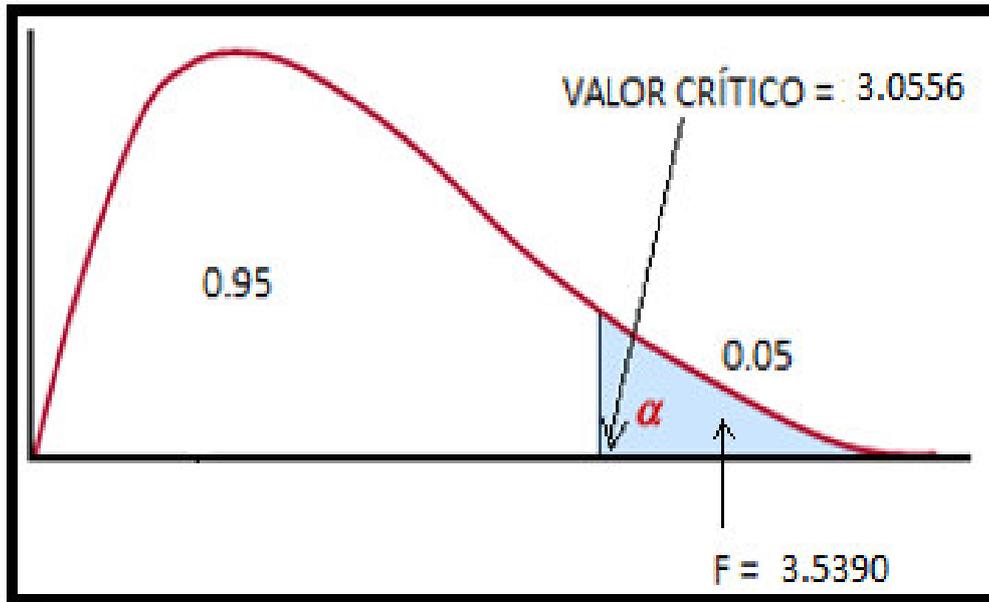
i) Análisis estadístico de varianzas (ANOVA) (Ver Tabla 12)

**Tabla 12.** Análisis estadístico de varianzas (ANOVA) para los niveles de plomo.

Grupos	Muestras	Suma	Promedio	Varianza
BLANCO	4	21.104	5.276	6.10215933
NEGRO	4	64.731	16.183	60.2790249
MARRÓN	4	35.465	8.866	17.2252376
AZUL	4	17.608	4.402	2.16963933
VERDE	4	35.434	8.8585	36.065247

Origen de las variaciones	$\sum$ de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	344.9577073	4	86.2394268	3.5390	0.0318	3.05557
Dentro de los grupos	584.94222	16	36.55888	-	-	-
Total	710.481632	19	-	-	-	-

j) Regiones críticas y valor crítico: (Ver Figura 16.)



**Figura 16.** Regiones críticas y valor crítico de análisis estadístico de varianzas para los niveles de plomo.

k) Decisión

- El Valor Crítico es menor que F (Estadístico de Prueba)
- El valor de  $p=0,0318$  es menor que 0,05

l) Conclusión

Con una significancia de 5%, se afirma que hay diferencia significativa en la concentración promedio de plomo entre los 5 colores.

## V. DISCUSIÓN

- Tomando en consideración el uso masivo de los delineadores para ojos en nuestro país el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la concentración de Plomo en lápices delineadores de ojos expendidos en el Centro de Lima y comparar con los valores permisibles de la Food and Drug Administración (FDA); los resultados obtenidos, demuestran la presencia de Plomo en los lápices delineadores para ojos que se expenden en el Centro de Lima.
- De las cuatro marcas comerciales de lápices delineadores para ojos evaluados, el 100% evidencia concentraciones de Plomo mayores a 3 ppm. El promedio de las concentraciones de plomo de todas las muestras es 8,671 ppm y se encuentra dentro de los límites establecidos por la FDA, que establece como límite máximo permisible 10 ppm para metales en cosméticos.
- En la figura 9 se visualiza las concentraciones de plomo de las 4 muestras de delineadores de color blanco. Se aprecia que la marca representada por el código S1 de concentración 8,388 ppm presenta mayor concentración en ese grupo, sin embargo, se encuentra dentro del límite permitido por la FDA. A la vez la concentración promedio de plomo para los delineadores de color blanco fue la menor a comparación con los colores negro, marrón, azul y verde.
- En la Figura 10 se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color negro. se aprecia que el 75 % de muestras de color negro exceden el límite máximo permisible con concentraciones de

14,599 ppm para la muestra A2; 15,148 ppm para la muestra M2 y 26,796 ppm para la muestra S2.

- En la Figura 11 se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color marrón. Se aprecia que la marca representada por el código A3 excede los límites de plomo establecidos por la FDA con una concentración de 13,831 ppm y las marcas representadas por los códigos M3, S3 y T3 se encuentran dentro de los límites permisibles de plomo.
- En la Figura 12 Se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color azul. Se aprecia que la marca representada por el código A4 con una concentración de 6,33 ppm presenta mayor concentración de Plomo respecto a las muestras M4, S4 y T4, pero a pesar de eso todo este grupo se mantiene dentro de los límites permitidos por la FDA.
- En la Figura 13 se visualiza las concentraciones de plomo en las muestras de delineadores de color verde. Se evidencia que la marca representada por el código A5 con concentración de 17,481 ppm excede los límites permisibles de plomo según lo establecido por la FDA y las marcas representadas por los códigos M5, S5 y T5 presentan contenido de Plomo menor a 9 ppm y se encuentran dentro de los límites permisibles.
- En la Tabla 9 se evidencia que la mayoría de los productos no supera los límites permisibles por la FDA con excepción de los lápices delineadores para ojos de color negro de los grupos A, M y S que sobrepasan a los valores establecidos por la FDA presentando concentraciones de 14,599 ppm, 15,198 ppm y 26,796 ppm respectivamente. Es probable que los

lápices delineadores para ojos de color negro sean potencialmente peligrosos para la población. Los elevados niveles de plomo pueden deberse a varios factores como el empleo de colorantes contaminados que contengan metales pesados, purificación mal controlada de la materia prima, y baja calidad de los ingredientes.

- En la tabla 12 el Análisis estadístico de los niveles de plomo entre los colores por comparación de varianzas (ANOVA) indica que el valor Crítico = 3,0556 es menor que  $F = 3,5390$  (Estadístico de Prueba) por lo tanto el valor de  $p=0,0318$  es menor que 0,05, lo que con una significancia de 5%, afirma que hay diferencia significativa en la concentración promedio de plomo entre los 5 colores, asimismo se observa varianzas más elevadas para las tonalidades oscuras de delineador para ojos, por lo que es probable que los colores oscuros contengan mayor cantidad de plomo.
- El método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito es uno de los métodos más sensibles en la determinación de plomo a comparación de métodos espectrofotométricos en llama o en plasma, por lo tanto, los resultados del presente estudio presentan un alto nivel de confiabilidad.
- De las cuatro marcas comerciales de procedencia China evaluadas, en el grupo A se ha encontrado un contenido de Plomo como promedio de 11,1558 ppm, mientras que en el grupo M se ha encontrado el contenido de Plomo promedio 7,5856 ppm, en el grupo S se tiene como promedio de contenido de Plomo 10,9812 y en el grupo T se tiene como promedio 5,1458 ppm, sin embargo en la tabla 10 el Análisis estadístico de los niveles de plomo entre las marcas por comparación de varianzas (ANOVA) indica

que no existen diferencias significativas entre los valores hallados de plomo entre las 4 marcas y el límite establecido por la FDA. Asimismo con la prueba *t-student* se obtuvo  $p=0,17995 > 0,05$ , lo cual indica que no existen diferencias significativas entre los valores hallados de plomo y el límite establecido por la FDA.

- El 25% de las muestras del total de muestras analizadas (5 muestras) superan los límites de plomo establecidos por la FDA. (Ver Figura 14.).

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que existe presencia de plomo en todos los lápices delineadores de ojos de procedencia china que se comercializan en el Centro de Lima
- Se determinó que la concentración media de plomo en los 5 grupos de muestras fue de 8,717 ppm, que no superó el límite establecido por la *Food and Drug Administration*.
- Al comparar los valores promedio obtenidos de cada grupo de muestras en base a las tonalidades: blanca (5,276 ppm), negra (16,183 ppm), marrón (8,866 ppm), azul (4,402 ppm) y verde (8,859 ppm), se determinó que, si existe correlación entre la tonalidad y la concentración de plomo, es decir los delineadores de colores más oscuros tienen más concentración de plomo.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que las entidades competentes regulen la importación de cosméticos de origen chino al país y que se establezcan normas nacionales para el límite de metales pesados en los productos cosméticos.
- Realizar estudios a mayor profundidad en cosméticos de uso masivo, pero poco comunes, como rímel de ojos, delineadores de labios, así como en productos nuevos de procedencia China.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bakkalia K, Ballesterosb E, Souhailc B, Ramos Martos N. Determinación de trazas metálicas en aceites vegetales de España y Marruecos mediante espectroscopía de absorción con cámara de grafito después de la digestión en horno de microondas. *Grasas y Aceites*. 2009; 60(5):490- 497.
2. Marmion D, *Handbook of U.S. Colorants, Foods, Drugs, Cosmetics and Medical Devices*, 3a. Edition, U.S.A, 2001.
3. Gallegos W. Espectroscopía de absorción atómica con llama y su aplicación para la determinación de plomo y control de productos cosméticos. La Granja. 2012; pp. 18 – 25.
4. Morales P., O'Connor J., Rivera J., Suárez M. Planeamiento Estratégico de la Industria Peruana de Cosméticos [Tesis]. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú. Escuela De Posgrado; 2017.
5. Rosales J. Determinación de plomo por el método de absorción atómica con llama en lápiz delineador de ojos y esmalte de uñas que se comercializan en el mercado municipal número 3 de la ciudad de Usulután [Tesis]. San Salvador- El Salvador: Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia; 2017.
6. Gallegos W, Vega M, Noriega P. Espectroscopía de absorción atómica con llama y su aplicación para la determinación de plomo y control de productos cosméticos. Quito, Ecuador: Centro de Investigación y Valoración de la Biodiversidad, CIVABI, Universidad Politécnica Salesiana; 2012.

7. Omolaoye J. Uzairu A. and Gimba C. *Heavy metal assessment of some eye shadow products imported into Nigeria from China* [Tesis]. Nigeria: Universidad Ahmadu Bello Zaria. Departamento de Química; 2010.
8. Delgado J. Determinación de la concentración de plomo por espectrofotometría de absorción atómica en sombras de ojos que se comercializan en los mercadillos de Tacna [Tesis]. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2015.
9. *Food and Drug Administration. Supporting Document for Recommended Maximum Lead Level in Cosmetic Lip Products and Externally Applied Cosmetics* [Internet] USA. Food and Drug Administration; 2016. [Citado 24 de enero de 2018] Disponible en: <https://www.fda.gov/Cosmetics/GuidanceRegulation/GuidanceDocuments/ucm452623.htm>
10. Taylor and Francis Group, LLC Taylor & Francis *is an Inform business COSMETIC SCIENCE AND TECHNOLOGY* Series Editor ERIC JUNGERMANN Jungermann Associates, Inc. Phoenix, Arizona: 2006.
11. Estructuras accesorias del ojo [Internet] Lima. Anatomía; [citado el 15 de noviembre del 2018]. Disponible en: <http://www.sabelotodo.org/anatomia/accesoriasdelojo.html>
12. Mansilla V. REFORMULACIÓN DE TRES PRODUCTOS COSMÉTICOS EN UN LABORATORIO COSMÉTICO NACIONAL [Tesis]. VALDIVIA-CHILE: 2009. 68 p.
13. Garat L. La Innovación en la Cosmética. Madrid-España. 2014. 50 p.

14. Wilkinson J. Moore R. *Cosmetología de Harry*. Madrid-España. Ediciones Díaz de Santos; 1990.
15. Fernandez M. *Dermofarmacia y Biocosméticos: fórmulas magistrales*. 2005.
16. Morales A. (vogue). *Desmaquillantes vogue* [Citado el 15 de octubre del 2018] disponible en:  
<https://www.vogue.es/belleza/maquillaje/galerias/desmaquillantes-waterproof-maquillaje-dificil-quitar-ojos/13960/image/1318219>
17. Butler H. Poucher's *Perfumes, Cosmetics and Soaps*, 10th edn. Kluwer Academic Publishers 151–165, 167–216. 2000.
18. Dempsey J, Fabula A, Rabe T, Lubbers J, Ye M. *Development of a semi-permanent mascara technology*. *Int. J. Cosmet. Sci.* 34, 29–35. 2012.
19. Mazuelas. *Delineador de Ojos, Mazuelas Profesional* [Consultado el 2 de abril del 2018]. Disponible en: <http://www.mazuelasonline.com/blog/aplicar-delineador-ojos/>
20. Kim M, Seo K, Boot Y. *A proposal of a standardized protocol to evaluate waterproof effect of eyeliner and mascara*. Korea: Skin Research Center, Seoul, Korea and Department of Molecular Medicine and Cell and Matrix Research Institute, Kyungpook National University School of Medicine, Daegu, *International Journal of Cosmetic Science*, 2016.
21. Olazabal G, Quispe R. *Determinación de plomo en sombras para ojos de diferentes marcas comercializadas en Lima Metropolitana* [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica, 2018.

22. MIRADAS SEDUCTORAS: LÁGRIMAS NEGRAS. [Consultado el 4 de octubre del 2018]. Disponible en:  
[https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria24/feria277\\_02\\_miradas\\_seductoras\\_lagrimas\\_negras.pdf](https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria24/feria277_02_miradas_seductoras_lagrimas_negras.pdf)
23. *Colorant-Containing Aqueous Polymer Dispersion. Patent Application Publication Pub. No.: US 2002/0131941 A1 Halbeck et al. Pub. Date: US 2002O131941A1 Sep. 19, 2002.*
24. Benaiges A. *Cosmética Decorativa Maquillaje, Barra de Labios y lacas de uñas. OFFARM. 2004.*
25. Cornejo L, Huamaní M. *Determinación de Cadmio y Plomo en Lápices Labiales Comercializados en la Ciudad de Arequipa [Tesis]. 2013. p. 114.*
26. Fabr e R. *La Toxicología. Paraninfo S.A. Madrid, España: tomo I. 1976. Pág. 17-20.*
27. *Organización Mundial de la Salud Intoxicación por plomo y salud, Nota descriptiva N 379. 2013 [Consultado el 9 de octubre del 2018]. Disponible en : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>*
28. Llahuilla J. *Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en lápices labiales para niñas, expendidos en el Cercado de Lima [Tesis]. Lima. 2017. Pag.9.*
29. *Food and Drug Association. Supporting Document for Recommended Maximum Lead Level in Cosmetic Lip Products and Externally Applied Cosmetics. Rockville: 2016.*
30. *Occupational Safety and Health Administration. Hoja de datos de sustancia para la exposición ocupacional al plomo. 1993 [Consultado el 10 octubre 2018]. Disponible en:*

<https://www.osha.gov/lawsregs/regulations/standardnumber/1926/1926.62App>

31. *Report for The International Cooperation On Cosmetics Regulation. Considerations on Acceptable Lead Levels in Cosmetic Products.* 2013 [Consultado el 10 octubre Del 2018]. Disponible en: [https://www.iccr-cosmetics.org/files/4314/2495/6253/201312\\_Recommendation\\_on\\_Lead\\_Traces\\_in\\_Cosmetics.PDF](https://www.iccr-cosmetics.org/files/4314/2495/6253/201312_Recommendation_on_Lead_Traces_in_Cosmetics.PDF).
32. Sanin H. Acumulación de plomo en huesos y sus efectos para la salud. *Salud Pública Mex* 1998; 40: 359-368.
33. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Intoxicación por plomo y salud. 23 de agosto de 2018 [Consultado el 03 octubre 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>.
34. Ahmed K. *Assessment of metals in cosmetics commonly used in Saudi Arabia.* Springer International Publishing Switzerland. 2016; 188: 553
35. Ziarati P, Moghimi S, Arbabi-Bidgoli S, Qomi M. *Risk Assessment of Heavy Metal Contents (Lead and Cadmium) in Lipsticks in Iran.* *International Journal of Chemical Engineering and Applications.* 2012; 3(6): 450-452.
36. Peña L, Arroyave C, Aristizábal J, Gómez U. *Toxicología Clínica.* 1ª ed. Medellín:Editorial CIB; 2010.
37. Valdivia, M. Intoxicación por plomo. *Rev. Soc. Per. Med. Inter.* 2005. pag.18(1)
38. Klaassen C, Casarett, Doull's *Toxicology. The basic science of poisons.* 7a ed. Kansas City: McGraw-Hill Medical Publishing Division. 2008.
39. Coret G, Galv L. Plomo. Serie Vigilancia. Ops/Oms.

40. Poma P. Intoxicación por plomo en humanos. *Anales de la Facultad de Medicina* [en línea]. 2008 [Consultado el 29 de julio de 2018]; 69 (2):120-126. Disponible en:<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v69n2/a11v69n2.pdf>.
41. Mazumbar M, Bellinger D, Gregas M, Abanilla K, Bacic J, Needleman H. *Low-level environmental lead exposure in childhood and adult intellectual function: a follow-up study. Environ Health*. 2011 [Consultado el 9 de octubre del 2018] Disponible en: <https://www.epa.gov/lead/learn-about-lead>
42. Portier C. *Guidelines for the Identification and Management of Lead Exposure in Pregnant and lactating women. National Center for Environmental Health*. Atlanta: 2010.
43. Cornejo C, Zuzunaga L. Determinación de Plomo en Sangre de varones y mujeres adultos de Asentamiento humano "Cultura y Progreso" del Distrito de Chaclacayo [Tesis]. Lima. 2007. pag.13.
44. Barrientos K, Sermeño L. Determinación de plomo en diferentes marcas de labiales en barra por método de absorción atómica con llama y emisión atómica con plasma inductivo [Tesis]. El Salvador: Universidad de El Salvador. 2010.
45. Gallegos W, Vega M, Noeriga P. Espectroscopía de absorción atómica con llama y su aplicación para la determinación de plomo y control de productos cosméticos. *LA GRANJA. Revista de ciencias de la vida*. 2012 [Consultado el 15 de octubre 2018]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/88247>. Repositorio Digital-UPS.
46. Morocho J, Jerez E, Astudillo S. Determinación de Ceras y Metales pesados en Labiales Genéricos comercializados en El Austro Ecuatoriano [Tesis]. Cuenca-Ecuador. Abril-2018. Pág. 75.

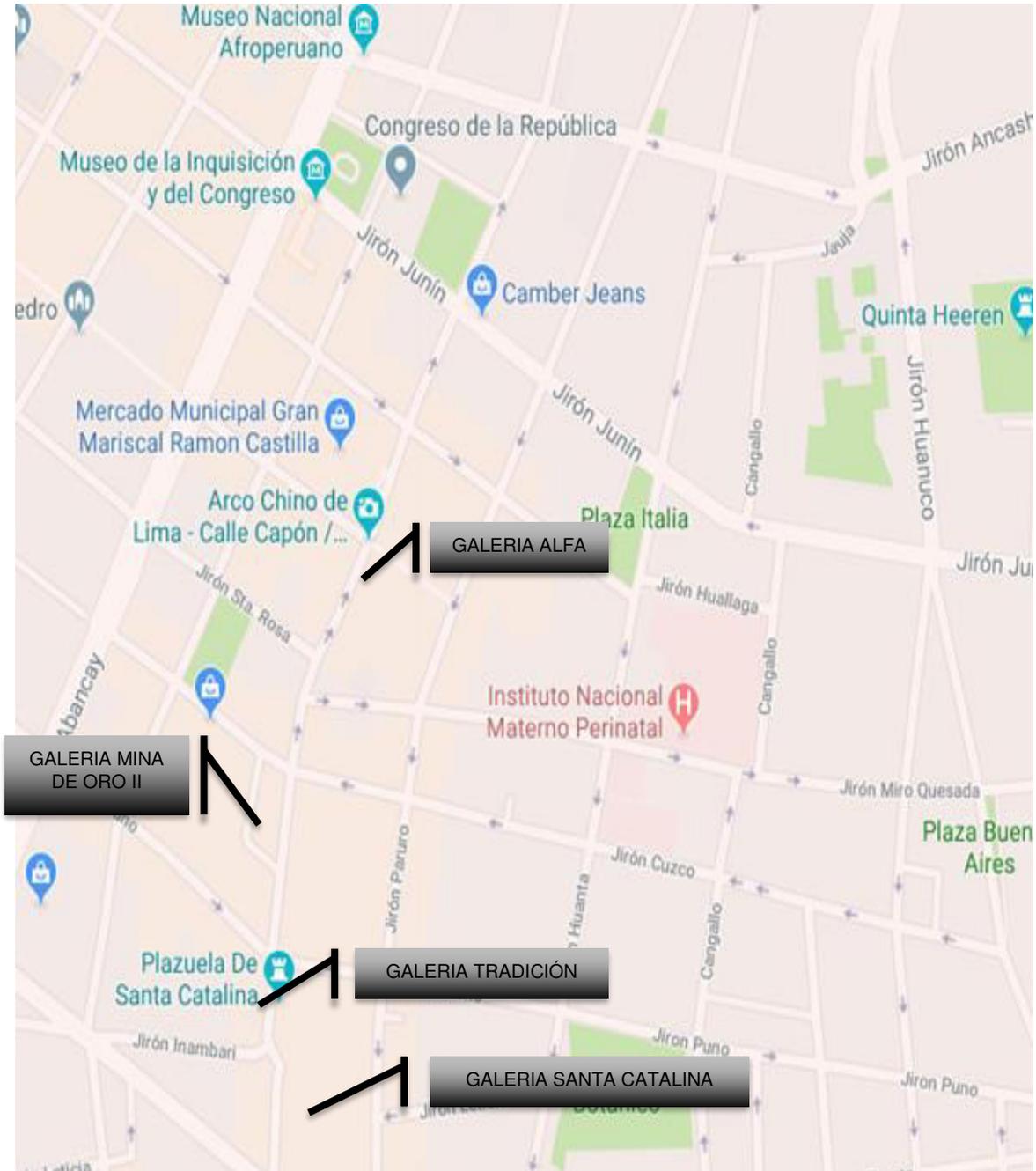
47. Laguna L, Ricaldi E. Determinación de plomo y arsénico en lápices labiales de diferentes marcas que se expenden en Lima Metropolitana [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. 2017.
48. Litter M, Armienta M, Farías S. IBEROARSEN Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. Buenos Aires, Argentina: CYTED. 2009. p.79-92.
49. López B, López K. Cuantificación de plomo y arsénico en el arroz del Programa de Alimentación y Salud Escolar de El Salvador [Tesis]. El Salvador: Universidad de El Salvador. 2015.
50. Perkin Elmer. *Atomic Spec: A Guide to Selecting the Appropriate Technique and System*. Miami. 2008.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Lista de codificación de los delineadores expendidos, marcas y nombre de tono del producto

MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO	COLOR
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A1	M.M	3.538 ppm	white 112
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A2		14.599 ppm	black 35
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A3		13.831 ppm	dark brouwn 102
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A4		6.33 ppm	satin blue 136
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A5		17.481 ppm	green emerald 110
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M1	PiWi	3.063 ppm	white Lp 077
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M2		15.198 ppm	black Lp 072
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M3		9.804 ppm	dark brown Lp 075
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M4		4.775 ppm	navy blue Lp 0120
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M5		5.088 ppm	lemon green Lp 0116
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S1	Aliyein	8.388 ppm	white
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S2		26.796 ppm	black
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S3		8.004 ppm	capuchino
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S4		3.303 ppm	acean -blue
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S5		8.415 ppm	dark green
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T1	BelleSpa	6.115 ppm	white
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T2		3.138 ppm	black
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T3		3.826 ppm	dark brow
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T4		3.200 ppm	acean blue
LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T5		4.450 ppm	lemon green

**Anexo 2.** Lugares donde se recolectaron las muestras en el centro de Lima.



**Anexo 3.** Lista de las marcas de delineadores y su lugar de adquisición.

<b>LUGAR DE ADQUISICIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>DISTRITO</b>
Galería Alfa	M.M	Centro de Lima
	M.M	Centro de Lima
Galería Mina de oro II	PiWi	Centro de Lima
	PiWi	Centro de Lima
Galería Santa Catalina	Aliyein	Centro de Lima
	Aliyein	Centro de Lima
Galería Tradición	BelleSpa	Centro de Lima
	BelleSpa	Centro de Lima

## Anexo 4. Reporte de resultados de análisis.



**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° 86981 - 87000**

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO**

**SOLICITANTE:** Sra. Margaret Solano Romani

**TESIS:** Determinación de plomo en lápices delineadores de ojos de procedencia de China comercializados en el centro de Lima.

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 de setiembre de 2018      **HORA:** 07:09 p.m.  
**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 20 de octubre de 2018      **HORA:** 03:40 p.m.  
**FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS:** 03 de noviembre de 2018      **HORA:** 10:30 p.m.

**MÉTODO** : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

**OBSERVACIONES:** Muestra agotada en el análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
86981	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A1	Cuantificación de Plomo	3.538 pppm
86982	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A2	Cuantificación de Plomo	14.399 pppm
86983	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A3	Cuantificación de Plomo	13.831 pppm
86984	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A4	Cuantificación de Plomo	6.313 pppm
86985	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: A5	Cuantificación de Plomo	17.481 pppm
86986	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M1	Cuantificación de Plomo	3.067 pppm
86987	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M2	Cuantificación de Plomo	15.198 pppm
86988	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M3	Cuantificación de Plomo	9.804 pppm
86989	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M4	Cuantificación de Plomo	4.775 pppm
86990	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: M5	Cuantificación de Plomo	5.088 pppm
86991	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S1	Cuantificación de Plomo	8.788 pppm
86992	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S2	Cuantificación de Plomo	26.796 pppm
86993	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S3	Cuantificación de Plomo	8.004 pppm
86994	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S4	Cuantificación de Plomo	3.303 pppm
86995	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: S5	Cuantificación de Plomo	8.415 pppm
86996	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T1	Cuantificación de Plomo	6.155 pppm
86997	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T2	Cuantificación de Plomo	3.138 pppm
86998	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T3	Cuantificación de Plomo	3.826 pppm
86999	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T4	Cuantificación de Plomo	3.200 pppm
87000	LAPIZ DELINEADOR CÓDIGO: T5	Cuantificación de Plomo	4.450 pppm

Lima, 03 de noviembre del 2018

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



**MÓNICA A. FIGUEROA VARGAS**  
 CQFP: 18579

**RECOGE RESULTADO**

**NOMBRE:** Margaret Solano Romani      **FIRMA:**   
**D.N.I:** 70252386      **FECHA:** 5/11/18      **HORA:** \_\_\_\_\_

**IMPORTANTE:** Cualquier reclamo se atenderá en un plazo máximo de 30 días de recepcionado el resultado.