



**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**Determinación de la concentración de Cadmio y Plomo en Huevos  
(clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en  
mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en  
Lima, Junio 2017**

**Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico**

**Presentado por:**

Br.: Mejía Campos Yojana Heidy

Br.: Quispe Castro Jenny Albina

**Asesor:**

Q.F Manuel Gregorio Hernández Aguilar

**Lima – Perú**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a Dios en primer lugar por darnos la fortaleza, sabiduría, esperanza y vida, haciendo posible la culminación de nuestra tesis.

A nuestros padres por darnos la vida, ya que fueron quienes día a día estuvieron motivándonos a superar nuestros propios obstáculos y grandes temores.

A nuestros hermanos, tíos por aconsejarnos cada día y por estar en todo momento apoyándonos y guiándonos.

A todos ellos muchas gracias por formar parte de nuestras vidas y ser autores de un logro más, alcanzado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Q.F. Hernández Aguilar Manuel Gregorio, por su asesoría consecutiva en el desarrollo del trabajo de tesis, y a todos aquellos maestros por sus aprendizajes y grandes enseñanzas que han contribuido en nuestra formación día a día en el sendero de la vida formándonos con valores y disciplina superando los obstáculos y barreras que se nos presente en el largo caminar de nuestras vidas, a todos ellos les dedicamos este trabajo hecho con mucho esfuerzo y dedicación cada una de estas páginas de esta tesis.

## ÍNDICE

**RESUMEN**

**SUMMARY**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	2
1.1.1 Situación Problemática	2
<b>1.2 OBJETIVOS</b>	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
<b>1.3 HIPÓTESIS</b>	4
1.3.1 Hipótesis General	4
1.3.2 Hipótesis Específicas	4
<b>1.4 VARIABLES</b>	5
1.4.1 Variable Independiente	5
1.4.2 Variable Dependiente	5
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	5
<b>2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	5
<b>2.2 BASES TEÓRICAS</b>	10
2.2.1 El Huevo	10
2.2.1.1 Composición del Huevo	11
2.2.1.1.1 La Cáscara	11
2.2.1.1.2 La Clara	11
2.2.1.1.3 La Yema	12
2.2.1.2 Composición Nutricional del Huevo	13
2.2.1.2.1 Yema	13
2.2.1.2.2 Clara	13
2.2.2 El Huevo de Codorniz	17

2.2.2.1 Composición Nutricional	17
2.2.3 Ingesta de alimentos de las Codornices ponedoras	20
2.2.4 Diferencia entre Huevos de Codorniz y Huevos de Gallina	21
2.2.5 Consumo de Huevos en Latinoamérica	25
2.2.6 Producción de aves Ponedoras en Latinoamérica	26
2.2.7 Metales Pesados	26
2.2.7.1 El Plomo	26
2.2.7.1.1 Características Fisicoquímicas	27
2.2.7.1.2 Toxicocinética	27
2.2.7.1.3 Toxicodinamia	28
2.2.7.1.4 Efectos sobre la Salud	28
2.2.7.2 El Cadmio	29
2.2.7.2.1 Características Fisicoquímicas	30
2.2.7.2.2 Toxicocinética	30
2.2.7.2.3 Toxicodinamia	31
2.2.7.2.4 Efectos sobre la Salud	31
2.2.8 Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito	32
<b>3. PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>33</b>
<b>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>33</b>
<b>3.2 METODOLOGÍA</b>	<b>33</b>
3.2.1 Población y Muestra	33
3.2.1.1 Población	33
3.2.1.2 Muestra	33
3.2.2 Materiales, reactivos y equipos	34
3.2.2.1 Materiales	34
3.2.2.2 Reactivos	34

3.2.2.3 Equipos	34
3.2.3 Procedimiento	35
3.2.3.1 Procesamiento de la muestra	35
3.2.3.2 Acondicionado y Limpieza de los materiales	36
3.2.3.3 Método de Digestión Asistida por Microondas	36
3.2.3.4 Determinación de Plomo y Cadmio	36
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>55</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>57</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla Nº 1</b> Composición de la Yema del Huevo	13
<b>Tabla Nº 2</b> Proteínas de la Clara del Huevo	14
<b>Tabla Nº 3</b> Minerales del Huevo	16
<b>Tabla Nº 4</b> Valor Nutricional del Huevo de Codorniz	18
<b>Tabla Nº 5</b> Vitaminas presentes en el Huevo de Codorniz	19
<b>Tabla Nº 6</b> Ácidos grasos presentes en el Huevo de Codorniz	20
<b>Tabla Nº 7</b> Necesidades nutricionales de las Codornices ponedoras	20
<b>Tabla Nº 8</b> Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (entero crudo)	21
<b>Tabla Nº 9</b> Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (entero cocido)	22
<b>Tabla Nº 10</b> Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (clara cocida)	22
<b>Tabla Nº 11</b> Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (yema cocida)	23
<b>Tabla Nº 12</b> Huevo de Codorniz vs Huevo de Gallina	24
<b>Tabla Nº 13</b> Consumo de Huevo per cápita en América Latina en el año 2016	25
<b>Tabla Nº 14</b> Evolución de la producción de aves ponedoras en Latinoamérica 2012-2016	26
<b>Tabla Nº 15</b> Procedencia y cantidad de los Huevos de Codorniz	35
<b>Tabla Nº 16</b> Estadísticos para una Muestra	37
<b>Tabla Nº 17</b> Distribución de la concentración de Plomo (mg/Kg) en Huevos (clara y yema) de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017	38
<b>Tabla Nº 18</b> Comparación de la concentración de Plomo (mg/Kg) en Huevos (clara y yema) de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017	40
<b>Tabla Nº 19</b> Prueba T para una Muestra	41
<b>Tabla Nº 20</b> Estadísticos para una Muestra	42

<b>Tabla Nº 21</b> Distribución de la concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “ <i>Coturnix coturnix</i> ” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017	43
<b>Tabla Nº 22</b> Comparación de la concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “ <i>Coturnix coturnix</i> ” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017	45
<b>Tabla Nº 23</b> Prueba T para una Muestra	46
<b>Tabla Nº 24</b> Correlación de Pearson	48
<b>Tabla Nº 25</b> Concentración de Cadmio en Huevos (clara y yema) de Codorniz “ <i>Coturnix coturnix</i> ” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017	62
<b>Tabla Nº 26</b> Concentración de Plomo en Huevos (clara y yema) de Codorniz “ <i>Coturnix coturnix</i> ” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017	63
<b>Tabla Nº 27</b> Parámetros de Instrumento para Determinación de Plomo	64
<b>Tabla Nº 28</b> Parámetros de calibración para Determinación de Plomo	64
<b>Tabla Nº 29</b> Parámetros de Medición de Muestra para Determinación de Plomo	65
<b>Tabla Nº 30</b> Calibración completa para Determinación de Plomo	65
<b>Tabla Nº 31</b> Parámetros de Instrumento para Determinación de Cadmio	67
<b>Tabla Nº 32</b> Parámetros de calibración para Determinación de Cadmio	67
<b>Tabla Nº 33</b> Parámetros de Medición de Muestra para Determinación de Cadmio	68
<b>Tabla Nº 34</b> Calibración completa para Determinación de Cadmio	68



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1</b> Corte esquemático de la estructura del Huevo	11
<b>Gráfico N° 2</b> Concentración de Plomo (mg/Kg) en los Huevos (clara y yema) de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017	39
<b>Gráfico N° 3</b> Concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017	44
<b>Gráfico N° 4</b> Diagrama de dispersión de la concentración de Cadmio vs. la concentración de Plomo (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017	47
<b>Gráfico N° 5</b> Distribución de la concentración promedio de Plomo (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " según mercados observados en el distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017	49
<b>Gráfico N° 6</b> Distribución de la concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " según mercados observados en el distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017	50
<b>Gráfico N° 7</b> Distribución de la concentración de Plomo (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " según mercados observados en el distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017	51
<b>Gráfico N° 8</b> Distribución de la concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz " <i>Coturnix coturnix</i> " según mercados observados en el distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017	52
<b>Gráfico N° 9</b> Curva de Calibración: Relación de Absorbancia y Concentración de Plomo	66
<b>Gráfico N° 10</b> Curva de Calibración: Relación de Absorbancia y Concentración de Cadmio	69
<b>Gráfico N° 11</b> Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito	70

## RESUMEN

Los metales pesados constituyen los contaminantes ambientales de mayor exposición a nivel mundial, siendo el Perú uno de ellos por su amplia riqueza en el sector de minería, actualmente nuestro país carece de normas sobre los límites permisibles de estos tóxicos en alimentos.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la concentración de Cadmio y Plomo en Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en los mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres. Se tomó como muestra veinte huevos de codornices y se les analizó la clara y yema conjuntamente por el método de Espectroscopia de Absorción Atómica con Horno de Grafito y finalmente se comparó los resultados con la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 para el Cadmio (0.05 mg/Kg), y con el Reglamento Técnico MERCOSUR para el Plomo (0.1 mg/Kg). Los resultados hallados con respecto al Cadmio fluctuaron entre 0.04 mg/Kg y 0.14 mg/Kg con una media de 0.083 mg/Kg, donde 07 muestras (35%) se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles, y 13 muestras (65%) superaron los valores máximos permitidos. En relación al Plomo, los valores obtenidos fluctuaron entre 0.08 mg/Kg y 0.26 mg/Kg con una media de 0.150 mg/Kg, donde 02 muestras (10%) se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles, y 18 muestras (90%) superaron los valores máximos permitidos.

Concluyendo que los valores de los metales Cadmio y Plomo en los huevos de codorniz, se encuentran por encima de los valores máximos permitidos según lo establecido por las Normas ya mencionadas.

**Palabras claves:** huevo de codorniz, plomo, cadmio, absorción atómica

## SUMMARY

Heavy metals are the environmental pollutants of greatest exposure worldwide, Peru being one of them for its extensive wealth in the mining sector, currently our country has no regulations on the permissible limits of these toxins in food.

The objective of this work was to determine the concentration of Cadmium and Lead in Eggs (clear and yolk) of Codorniz "*Coturnix coturnix*" sold in the most popular markets of the district of San Martin de Porres. Twenty quail eggs were sampled and the white and yolk were analyzed jointly by the Atomic Absorption Spectroscopy method with Graphite Oven and finally the results were compared with the Official Mexican Standard NOM-159-SSA1-1996 for Cadmium (0.05 mg / Kg), and with the MERCOSUR Technical Regulation for Lead (0.1 mg / Kg).

The results found with respect to Cadmium fluctuated between 0.04 mg / Kg and 0.14 mg / Kg with an average of 0.083 mg / Kg, where 07 samples (35%) were found below the maximum permissible limits, and 13 samples (65%) exceeded the maximum allowed values. In relation to Lead, the obtained values fluctuated between 0.08 mg / Kg and 0.26 mg / Kg with an average of 0.150 mg / Kg, where 02 samples (10%) were found below the maximum permissible limits, and 18 samples (90 %) exceeded the maximum allowed values.

Concluding that the values of the Cadmium and Lead metals in the quail eggs are above the maximum values allowed as established by the Norms already mentioned.

**Keywords:** quail egg, lead, cadmium, atomic absorption

## 1. INTRODUCCIÓN

La alimentación equilibrada es muy importante en el aspecto nutricional de la población cuyo objetivo es tener una vida saludable libre de patologías, donde los expendios de los alimentos, deben cumplir ciertos parámetros que brinden seguridad en la salud de las personas. Uno de ellos, el huevo, el cual constituye la base de los hogares en la alimentación diaria por su contenido proteico y vitamínico, pero que sin embargo puede estar expuesto a contaminantes ambientales durante su proceso de distribución y expendio.

El Director de Negocios Agrarios, Marco Vinelli Ruíz del **Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)**, en Lima el **10 de octubre del 2014 expresó que conforme a cifras del MINAGRI**, el incremento del consumo de huevo entre los años 2004 al 2013, pasó de 118 unidades per cápita a las 184 unidades por persona. Finalmente, Vinelli mencionó que el huevo es considerado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como el alimento más nutritivo de la naturaleza. Es un alimento completo y una gran fuente de nutrientes<sup>1</sup>, por otro lado, **el Diario UNO, el 12 de marzo del 2016** publicó, que según investigaciones, el huevo de codorniz contiene la variedad más rica y mezcla de aminoácidos que son indispensables para el crecimiento y desarrollo saludable de los niños, adolescentes y adultos jóvenes. Además, es una fuente muy valiosa de vitaminas, hierro, magnesio, zinc, cobre, fósforo y otros micronutrientes esenciales, y aminoácidos, por lo que se recomienda para el consumo humano.<sup>2</sup>

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿La clara y yema de los Huevos de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima en el periodo de Junio 2017, presentan Cadmio y Plomo en valores superiores a los establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 y el Reglamento Técnico MERCOSUR?

### **1.1.1 Situación Problemática**

La presencia de metales tóxicos en diferentes alimentos pueden producir patologías diversas en la salud de la población, quienes al ingerir estos alimentos, que pueden estar contaminados, poco a poco se acumulan en el organismo, conllevando de esta forma, a una intoxicación de tipo crónica, producida principalmente por metales pesados debido a una contaminación cruzada y exposición a los mismos de acuerdo al lugar, concentración de los tóxicos y tiempo de exposición.

El huevo de codorniz es un alimento, cuyo consumo se ha ido popularizando en la dieta diaria de la población, sobre todo por ser reconocida como un alimento con alto contenido nutricional, pues gracias a sus propiedades y beneficios, han incrementado el interés de la población por esta especie e incluso por ser de fácil disponibilidad en lugares públicos de la capital y de todo el Perú.<sup>3</sup>

La presentación de los huevos de codorniz tiene una variedad de colores mixtos que son muy uniformes y en relación a su presentación son de tipo redondo alargado. El consumo de este alimento va en aumento día a día por lo que es necesario determinar la presencia y concentración de metales pesados como Plomo y Cadmio, con el objetivo de conocer si estos se encuentran dentro de los límites permisibles determinados por los entes rectores.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Determinar las concentraciones de Cadmio y Plomo en Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la concentración de Plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.
- Determinar la concentración de Cadmio en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.
- Determinar si la concentración de Plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, supera el límite máximo permisible establecido por el Reglamento Técnico MERCOSUR (0.1 mg/Kg).
- Determinar si la concentración de Cadmio en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, supera el límite máximo permisible establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 (0.05 mg/Kg)
- Realizar una correlación existente o no entre los valores de Plomo y Cadmio encontrados en Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

## **1.3 HIPÓTESIS**

### **1.3.1 Hipótesis General**

- Los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, presentan concentraciones de Plomo y Cadmio superiores a los establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 y el Reglamento Técnico MERCOSUR.

### **1.3.2 Hipótesis Específicas**

- Los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, presentan concentraciones de Plomo superiores a lo establecido por el Reglamento Técnico MERCOSUR (0.1 mg/kg).
- Los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, presentan concentraciones de Cadmio superiores a lo establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 (0.05 mg/kg).
- Existe correlación entre la concentración de Plomo y Cadmio en Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

## 1.4 VARIABLES

### 1.4.1 Variable Independiente

Los Huevos (clara y yema) de codorniz expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres - Lima.

### 1.4.2 Variable Dependiente

VARIABLES	INDICADORES
CONCENTRACIÓN DE CADMIO	Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 (0.05 mg/kg)
CONCENTRACIÓN DE PLOMO	Reglamento Técnico MERCOSUR (0.1 mg/Kg).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

No se han reportado estudios de investigación de la presencia de metales presente en los huevos de codorniz.

**Gonzales. S (2015)** en su estudio sobre “Determinación cuantitativa de Plomo, Cadmio y Mercurio en huevos de gallina de venta en mercados populares del Cono Norte de Lima”, tuvo como objetivo determinar cuantitativamente las concentraciones de Plomo, Cadmio y Mercurio en 40 huevos de gallina ; de este análisis de los huevos de gallina obtuvo como resultado que los valores encontrados con respecto al Plomo varían entre 0.16 ppm y 1.359 ppm en la clara; 0.1266 ppm y 1.2653 ppm, en la yema y 0.16 ppm y 1.28 ppm en el huevo entero. Los valores encontrados con respecto al Cadmio varían entre 0.0003 ppm y 0.009 ppm en la clara; 0.0001 ppm y 0.009 ppm en la yema y 0.00035 ppm y 0.00714 ppm en el huevo entero, en cuanto al Mercurio su



variación estuvo entre 0.093 ppm y 1.557 ppm en clara; 0.125 ppm y 0.954 ppm en la yema, 0.1092 ppm y 1.1092 ppm en el huevo entero; por lo que finalmente concluye que los valores de Plomo y Mercurio superan los límites máximos permitidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996, Bienes y Servicios. Huevo, sus Productos y Derivados. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias de 0.1 ppm y 0.03 ppm respectivamente, en cambio los valores de Cadmio, están por debajo de los valores máximos permitidos por la misma Norma (0.05 ppm).<sup>4</sup>

**Llaca N. y Col. (2014)** En su estudio sobre la Determinación Cuantitativa de Cadmio y Plomo en huevos de gallina (*Gallus domesticus*) expendidos en Lima Metropolitana durante el periodo de Enero – Abril 2014, tuvo como objetivo determinar las concentraciones de Cadmio y Plomo en huevos de gallina (*Gallus domesticus*) expendidos en Lima Metropolitana, y usando el método de Espectroscopia de Absorción Atómica asociado a horno de grafito realizado en 15 muestras tanto en yema como en clara, en el cual se obtuvo como resultado que el contenido promedio de Plomo en yema fue de 0.128 mg/kg , el valor mínimo fue de 0.03 mg/kg y el máximo de 0.06 mg/kg, en lo que respecta a la clara fue de un promedio de 0.12 mg/kg, valor mínimo de 0.03 mg/kg y el máximo fue 0.36 mg/kg; en cuanto al contenido de Cadmio en yema se obtuvo un valor promedio de 0.061 mg/kg, mínimo 0.030 mg/kg y valor máximo de 0.12mg/kg y en clara fue el valor promedio 0.045 mg/kg , valor mínimo 0.01 mg/kg y valor máximo de 0.14 mg/kg; por lo que finalmente concluye que los niveles de Cadmio en la muestra de yema supera ligeramente la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996, al igual que los niveles de Plomo en clara y yema de los mismos.<sup>5</sup>

**Tyocumbur E. y Col. (2014)** En este estudio se realizó la evaluación de Plomo y Cadmio en los huevos de gallina (*Gallus gallus*) en el área de Agbowo y Oluyole de Ibadán dicho estudio tuvo como objetivos evaluar el nivel de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd), estudiar la relación entre ambos metales y estimar el riesgo para la salud al momento de su consumo. Las muestras de huevo fueron recolectadas al azar y quincenalmente desde Julio hasta Septiembre del 2013 como temporada de lluvias y desde Enero a Febrero del 2014 como periodo seco, para el análisis de los metales pesado aplicaron el método denominado Espectroscopia de Absorción Atómica 210 VGP de Buck Scientific, los resultados muestran que en Oluyole la concentración media de metales en los huevos fue de la siguiente manera, para Plomo (Pb): Yema de huevo < clara de huevo < cáscara de huevo, en cuanto al Cadmio (Cd) fue: Yema de huevo < cáscara de huevo < clara de huevo en el mes de Julio del 2013; mientras que en Agbowo para el mismo mes fue para Cadmio (Cd): Yema de huevo < clara del huevo < cáscara de huevo, y la del Plomo (Pb) fue : Clara de huevo < yema de huevo < cáscara de huevo; por lo que finalmente se concluye que los valores de la estación lluviosa para el Cadmio y Plomo fueron inferiores a los de la estación seca en las áreas de Agbowo y Oluyole de Ibadán.

En Oluyole los valores de Cadmio (Cd) fueron mayores durante la temporada de lluvias (0.1156 ppm) que durante la estación seca (0.1022 ppm) con un patrón similar que se repite para el Plomo (Pb) en la cáscara del huevo.

El estudio muestra que en Oluyole de Ibadán estos productos analizados se ven afectados por metales pesados como Plomo y Cadmio, el contenido de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) son más concentrados en el huevo durante la estación seca que en la temporada de lluvia, lo cual podría generar mayor susceptibilidad al riesgo en la salud de los consumidores.<sup>6</sup>

**AL-Ashmawy, MA. (2013)** En su estudio denominado “Traza de residuos de metales en huevos de gallina y pato de producción comercial y casera de los mercados de Mansoura , Egipto”, en la cual se recolectaron 80 muestras de huevo de gallina y de pato , que fueron tomadas al azar de diferentes tiendas de abarrotes para ser analizados, para lo cual usaron el método de la Espectrometría de Absorción Atómica con llama, del cual finalmente concluyeron que las muestras de los huevos examinados cumplen con los límites permisibles , excepto el Plomo, que sólo el 95% de huevos de gallina marrón cumplen, en cuanto a los huevos de gallina Baladi solo el 65% y en huevo de pato el 85%, pero no se pudo detectar en todos los huevos examinados. La ingesta diaria estimada aceptable "AEDI" se calculó como 0.325 mg para Cobre, 2.652 mg para Magnesio, Hierro y 0.020 mg para Plomo, que representaron 0.93%, 4.74% y 4.08% de AEDI (70 kg persona).

Finalmente concluyen que las concentraciones de Cu, Fe y Pb en los huevos de los mercados de la ciudad de Mansoura se establecen dentro de los límites estándar, el cual los hace seguros para el consumo humano.<sup>7</sup>

**Husrev (2013)** En el estudio titulado “Contenido de metales pesados en huevos de gallina consumidos en el territorio de Van, Turquía” donde tuvieron como objetivo determinar las concentraciones de Zinc, Cobre, Cadmio, Manganeso, Níquel en clara y yema de huevo, se emplearon muestras de huevo de gallina de 27 granjas distribuidas en la provincia de Van, de las cuales se recogieron 10 huevos de cada granja, para el análisis se utilizó como método, la Espectrometría de Absorción Atómica (AAS).

Luego se obtuvieron como resultado que el contenido de Zinc era 35.6 ppm y 42.2 ppm en yema, 4.3 ppm y 7.4 ppm en clara; Cobre: 2.7 ppm y 10.5 ppm en yema, 7.0 ppm y 1.5 ppm en clara; Cadmio: 0.34 ppm y 1.24 ppm en yema, 0.31 ppm y 1.25 ppm en clara; Manganeso: 1.9 ppm y 6.8 ppm en yema, 2.0 ppm y 4.5 ppm en clara y Níquel 1.7 ppm y 3.1 ppm en yema, 2.8 ppm y 3.7 ppm en clara respectivamente de lo cual se concluyó que, las cantidades de Cadmio calculados en huevos de gallina sugieren que los huevos son seguros en términos de cuatro metales en comparación con la cantidad tolerada provisional de la OMS y la FAO. Los huevos son fuentes ricas en Zn, Cu, Mn, Ni.<sup>8</sup>

**Azza M. y Col. (2011)** Realizaron un estudio sobre “Determinación de algunos metales pesados en huevos de gallina de mesa en la localidad de Egipto”, donde su objetivo fue determinar el contenido de Cobre, Zinc, Plomo, Cadmio y Arsénico (huevos comerciales, caseros y orgánicos, 40 para cada uno), para el análisis de las muestra se empleó el Espectrofotómetro de Absorción Atómica de las cuales se obtuvieron como resultado que los huevos comerciales, caseros y orgánicos fueron  $0.644 \pm 0.02$ ,  $0.62 \pm 0.03$  y  $0.436 \pm 0.04$ /ppm de Cobre respectivamente ;  $53.35 \pm 1.06$ ,  $60.56 \pm 1.14$  y  $49.76 \pm 0.6$  ppm de Zinc;  $0.23 \pm 0.08$ ,  $0.057 \pm 0.02$  y  $0.096 \pm 0.04$  de Plomo respectivamente, mientras que Cadmio y Arsénico no se pudo detectar de ninguna de las muestras examinadas.

La ingesta diaria media (mg / kg / persona) debida al consumo de 100 g de huevos / día se calculó como 0.058 para Cobre, 5.52 para Zinc y 0.013 para Plomo, mientras que la IDA (mg / 70 kg de persona / día) son 0.5 y 35.70 para los dos primeros metales, respectivamente. Finalmente se concluyó que los huevos son fuente pobre de Cobre y Zinc.

El 100% de las muestras producidas en el hogar y el 90% de las muestras orgánicas de huevo se encontraban dentro del límite permisible de Plomo, mientras que la presencia de Zinc en todas las muestras (100%) fueron mayor que el límite permisible. Se concluyó que la alimentación de las gallinas criados en casa en Egipto tiene niveles más bajo de metales.<sup>9</sup>

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 El Huevo**

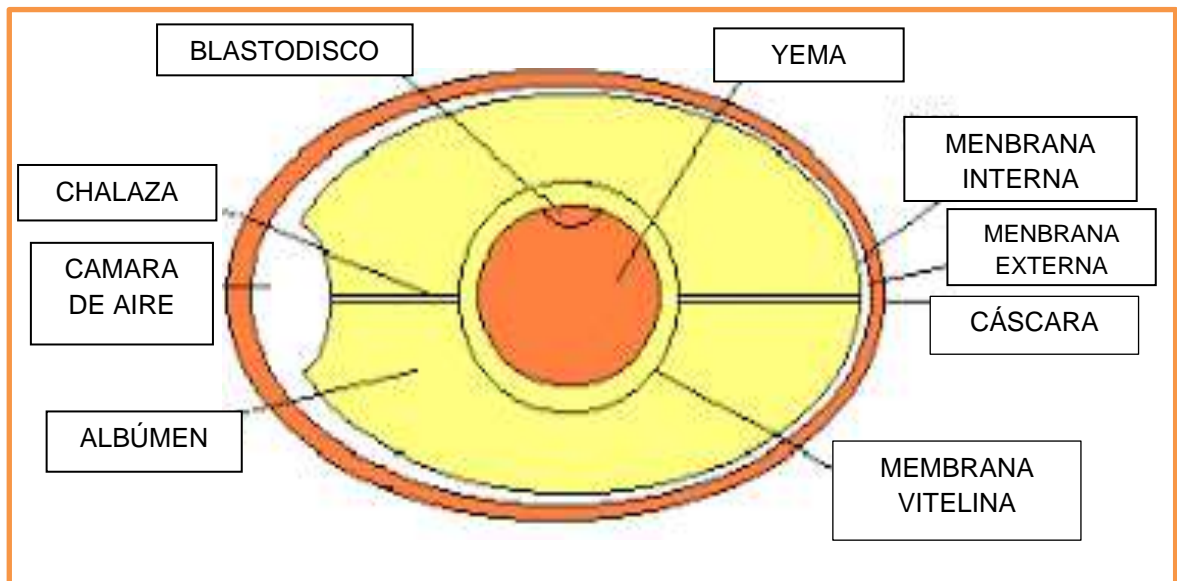
El huevo ha servido de alimento para el hombre desde tiempos muy antiguos, contiene valiosos nutrientes en forma concentrada y fácilmente absorbible que se aprovechan de múltiples maneras en la industria alimentaria y en la esfera doméstica.

El huevo está envuelto por una cáscara calcárea de 0.2-0.4mm de espesor de carácter poroso. La cáscara esta revertida interiormente por dos finas membranas que constituyen una envoltura; ambas telillas se separan entre sí para constituir la cámara de aire, esta mide en el huevo fresco unos 5 mm de espesor.

La clara del huevo (porción líquida blanquecina) es un fluido acuoso, ligeramente amarillento y viscoso.

La yema está constituida por una serie de capas amarillentas y blancuzcas, que alternan concéntricamente.

Sus principales componentes son agua (74%) proteínas (12%) y lípidos (11%).<sup>11</sup>



**Gráfico N° 1 Corte esquemático de la estructura del Huevo<sup>11</sup>**

### **2.2.1.1 Composición del Huevo**

#### **2.2.1.1.1 La Cáscara**

La cáscara se compone de cristales de carbonato cálcico y fibras proteicas (complejo proteína - mucopolisacárido), además existen pequeñas cantidades de carbonato magnésico y de fosfatos, la capa exterior de la membrana de la cáscara, compuesta por dos capas de fibras proteína-polisacáridos, se encuentran sólidamente adheridas a la cáscara, tiene poros que discurren desde la membrana a la superficie. Los poros están llenos de fibras proteicas, que dificultan la entrada de microorganismos.<sup>10</sup>

#### **2.2.1.1.2 La Clara**

La clara del huevo es una solución acuosa, de diversas proteínas que contienen fibras de ovomucina. La porción espesa de la clara se diferencia de la más fluida únicamente en que contiene unas cuatro veces más cantidades de ovomucina. El pH de la clara en el huevo fresco de 7.6-7.9, aumentando hasta 9.7 durante el almacenaje de acuerdo con la temperatura.<sup>10</sup>

### 2.2.1.1.3 La Yema

La yema de huevo es una emulsión de grasa en agua con una cifra de extracto seco al 50% aproximadamente y que en un tercio se compone de proteínas y en dos tercios de lípidos.

La yema contiene partículas de diferentes tamaños que se clasifican en dos grupos:

- **Gotitas de yema**, de tamaño muy distinto de 20-40µm de diámetro que se asemejan a glóbulos grasos, están compuestas principalmente de lípidos y en parte tienen membrana proteica se trata esencialmente de lipoproteínas de baja densidad LDL.
- **Gránulos**, con diámetros de 1.0 a 1.3 µm son más pequeños que las gotitas de yema, de tamaño más uniforme, pero menos unitario en la forma, se componen fundamentalmente de proteínas, pero también contienen lípidos y minerales.<sup>10</sup>

## 2.2.1.2 Composición Nutricional del Huevo

### 2.2.1.2.1 Yema

COMPONENTE	CANTIDAD APROX.	PROPIEDADES PARTICULARES
<i>Grasas:</i>		
Glicéridos neutros	42%	Sus ácidos varían con la dieta aprox: 3/4 lecitina y 1/4 cefalina principalmente colesterol.
Fosfolípidos	20%	
Esteroles	2%	
Lípidos o grasa total	64%	
<i>Proteínas</i>	33%	
<i>Otros componentes</i>		
Principalmente azúcares y sales	3%	

Tabla N°1 Composición de la Yema del Huevo<sup>12</sup>

### 2.2.1.2.2 Clara

La Clara está compuesta por:

#### **Proteínas**

Las proteínas de la clara poseen actividad biológica, por ejemplo: las enzimas (lisozima), inhibidores enzimáticos (ovomucoide, ovoinhibidor) y como formadores de complejos de coenzimas (avidina); es posible que esta actividad biológica exista como protección del huevo frente a la descomposición microbiana.<sup>10</sup>



PROTEÍNA	PARTICIPACIÓN DE LA PROTEÍNA TOTAL (%)	OBSERVACIONES
Ovoalbúmina	54	
Conalbumina (ovotransferrina)	12	Une iones metálicos
Ovomucoide	11	Inhibidor de proteinasas
Ovomucina	3.5	Inhibe hemaglutinación viral
Lisozima (ovoglobulina G1)	3.4	N-acetilmuramidasa
Globulina G2	4	Buena formadora de espuma
Globulina G3	4	
Ovoinhibidora	0.1	Inhibidora de proteinasas
Avidina	0.05	Une biotina

**Tabla N°2 Proteínas de la Clara del Huevo<sup>10</sup>**

**a. Ovoalbúmina**

La ovoalbúmina está formada por una cadena peptídica de 385 restos de aminoácidos. La ovoalbúmina es relativamente estable frente al calor, pero se desnaturaliza con relativa facilidad.<sup>10</sup>

**b. Conalbúmina (ovotransferrina)**

La conalbumina consta de una cadena peptídica y contiene una unidad oligosacárida compuesto por cuatro restos de manosa y ocho de N-acetilglucosamina.

Ejerce una fuerte acción contra los microorganismos que requieren hierro y por lo tanto desempeña una importante acción defensiva en el huevo.<sup>12</sup>

### **c. Ovomucoide**

Representa el 11% del total de proteínas es una glicoproteína rica en glucosamina (14%) y aminoácidos azufrados (12%), contiene nueve puentes disulfuro lo que le hace resistente a la coagulación por calor.<sup>5</sup>

### **d. Lizosima**

Es una proteína, que contiene N - Acetilmuramidasa cuya función es hidrolizar la pared celular de las bacterias Gram positivas (mureína).<sup>11</sup>

Es una enzima de fácil cristalización y actúa como despolimerizador de polisacáridos, bactericida (lisando la envoltura de microorganismos susceptibles).<sup>12</sup>

### **e. Ovoglobulinas**

Estas proteínas se conocen como buenas formadoras de espuma.

### **f. Ovomucina**

Esta proteína, forma fácilmente estructuras fibrilares, contribuyendo a la viscosidad de la clara del huevo.<sup>10</sup>

Considerado como el principal componente de las fibras mucosas de la clara. Este complejo es el principal causante de la estructura gelificada de la capa espesa del albúmen.

### **g. Ovoinhibidor**

Esta proteína también es un inhibidor de la proteinasa tripsina, quimo tripsina y enzimas microbianas.<sup>10</sup>

### **h. Avidina**

Es una glicoproteína de secuencia aminoacídica , que encontrándose en la clara de huevo en la forma libre de biotina, podría desempeñar una función antibacteriana.

## Lípidos

La proporción de lípidos en la clara de huevo es de (0.03%).

## Carbohidratos

Los Carbohidratos (1% aprox.) se encuentran fijados a proteínas (0.5% aprox.) y en partes libres (0.4 a 0.5%)

Se componen en un 98% de glucosa a la que le acompañan: manosa, galactosa, arabinosa, xilosa, ribosa y desoxirribosa, no hay oligosacáridos ni polisacáridos libres.<sup>10</sup>

## Minerales

Los huevos contienen numerosos **minerales**:

<b>Elementos</b>	<b>Clara (%)</b>	<b>Yema (%)</b>
Azufre	0.195	0.016
Fósforo	0.018	0.543 - 0.980
Sodio	0.161 - 0.169	0.070 - 0.093
Potasio	0.145 - 0.167	0.112 - 0.360
Magnesio	0.009	0.032 - 0.128
Calcio	0.008 - 0.02	0.121 - 0.262
Hierro	0.0009	0.0053 - 0.011

**Tabla N°3 Minerales del Huevo<sup>10</sup>**

## **Vitaminas**

El huevo es fuente de Vitamina A (100 g de parte comestible aportan un 28.4% de la Cantidad Diaria Recomendada - CDR), Vitamina D (36%), Vitamina E (15.8%), Vitamina B2 (26.4%), Vitamina B3 (20.6%), Vitamina B9 (25,6%), Vitamina B12 (84%), Vitamina B7 o Biotina (40%), Vitamina B5 o Ácido pantoténico (30)<sup>13</sup>.

### **2.2.2 El Huevo de Codorniz**

Es un alimento rico en carotenoides y vitaminas como la Colina, el Ácido fólico y la Vitamina B12, que se encuentran exclusivamente en la yema, en la que se concentra también la mayor parte de Biotina, Ácido pantoténico y Vitaminas B1 y B6. El huevo de codorniz se considera un alimento muy nutritivo, siendo uno de los mejores y una fuente económica de proteínas de alta calidad. En su composición se encuentran también minerales y ácidos grasos esenciales para la nutrición humana; el perfil nutricional del huevo de codorniz es el que lo posiciona como un alimento ideal para su consumo debido a que su contenido de proteínas es superior a la del huevo de gallina.<sup>4, 14</sup>

#### **2.2.2.1 Composición Nutricional**

Según España C. debido al aporte de Fósforo, los huevos de codorniz contribuyen a la mejora de determinadas funciones del organismo como la formación de huesos y dientes, por su contenido en hierro incrementa la resistencia ante diversas enfermedades previniendo estados de fatiga o anemia.<sup>15</sup>

Estructura del huevo de codorniz	
Yema	42.3 %
Clara	46.1 %
Membrana	1.4 %
Cascara	10.2 %
Agua	73.9 %
Proteínas	15.6 %
Grasas	11.0 %
Sales minerales	12.2 %
Composición mineral del huevo de codorniz	
Calcio	0.08 %
Fosforo	0.22 %
Cloro	0.13 %
Potasio	0.14 %
Sodio	0.13 %
Azufre	0.10 %
Hierro	0.031 %
Manganeso	0.33 %
Cobre	1.86 %
Yodo	0.09 %
Magnesio	0.04 %
Composición de la yema de huevo de codorniz	
Lípidos	60 %
Fosfolípidos	35 %
Esteroles	5 % (lecitina 11 %, aneurina 0.6 %, colessterina 0.8 %)
Composición de la clara de huevo de codorniz	
Ovo albumina	80 %
Ovomucoide	10 %
Ovomucina	7 %
Ovoglobulina	3 %

**Tabla N°4 Valor Nutricional del Huevo de Codorniz**<sup>15</sup>

## Vitaminas

Las vitaminas presentes en los huevos de codorniz cumplen una acción biocatalítica estimulante del crecimiento, desarrollo y producción, siendo factores necesarios para el mantenimiento de la salud.<sup>16</sup>

Vitaminas	mg en cada 100g
Vitamina B1	0.13
Vitamina B2	0.79
Vitamina B3	0.15
Vitamina B5	1.761
Vitamina B6	0.15
Vitamina B12	0.00158
Vitamina B9	0.066
Vitamina B7	263.4
Vitamina E	1.08
Vitamina D	0.0014
Vitamina K	0.0003

**Tabla N° 5 Vitaminas presentes en el Huevo de Codorniz<sup>15</sup>**

## Ácidos Grasos

España C., hace mención en su trabajo, que el contenido de ácidos grasos convierte a los huevos de codorniz en una fuente de energía que ayudará a regular la temperatura corporal, a proteger órganos vitales como el corazón riñones y a transportar vitaminas liposolubles (A, D, E, K).<sup>15</sup>

Ácido graso	g en 100g de huevo entero
Ácidos grasos saturado	
14:0 Mirístico	0.05
16:0 Palmítico	2.67
18:0 Esteárico	0.84
Ácidos grasos monoinsaturados	
16:1 Palmitoleico	3.56
18:1 Oleico	3.85
Ácidos grasos polinsaturados	
18:2 Linoleico	0.94
18:3 Linolenico	0.04
20:4 Araquidónico	0.12

**Tabla N° 6 Ácidos grasos presentes en el Huevo de Codorniz<sup>15</sup>**

### 2.2.3 Ingesta de alimentos de las Codornices ponedoras

Las codornices, por ser animales de alto rendimiento productivo (carne y huevos), necesitan alimentos proteicos (más de 22%).

Se deben agregar otros alimentos simples, ricos en proteínas, como la harina de soja, de girasol y de hueso, que aportan calcio y fósforo. De la mezcla correcta de distintas cantidades de alimentos simples se obtiene el alimento balanceado.<sup>17</sup>

NUTRIENTE	INICIACIÓN Y CRECIMIENTO	POSTURA
Proteína cruda %	24.00	20.00
Calcio %	0.80	2.50
Fosforo %	0.30	0.35
Lisina %	1.30	1.00
Metionina %	0.50	0.45
Cistina- metionina %	0.75	0.70

**Tabla N° 7 Necesidades nutricionales de las Codornices ponedoras.<sup>18</sup>**

## 2.2.4 Diferencia entre Huevos de Codorniz y Huevos de Gallina

<b>Diferencia entre huevo de codorniz y huevo de gallina</b>			
<b>(Composición en 100g de alimento) entero crudo</b>			
<b>Componente &lt;IDENTIFICADOR&gt;</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad en huevo de codorniz</b>	<b>Cantidad en huevo de gallina</b>
Energía <ENERC>	Kcal	140	156
Energía <ENERC>	KJ	586	652
Agua < WATER>	g	70,8	72,2
Proteínas <PROCNT>	g	12,6	12,7
Grasa total < FAT>	g	9,4	11,1
Cenizas < ASH>	g	1,2	1,1
Calcio < CA>	mg	.	29
Fósforo <P>	mg	.	140
Zinc <ZN>	mg	.	1,49
Hierro <FE>	mg	.	2,60
Tiamina <THIA>	mg	.	0,08
Riboflavina <RIBF>	mg	.	0,26
Niacina < NIA>	mg	.	0,13

**Tabla N° 8 Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (entero crudo).<sup>19</sup>**



<b>Diferencia entre huevo de codorniz y huevo de gallina</b>			
<b>(Composición en 100g de alimento) entero cocido (duro)</b>			
<b>Componente &lt;IDENTIFICADOR&gt;</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad en huevo de codorniz</b>	<b>Cantidad en huevo de gallina</b>
Energía <ENERC>	Kcal	168	145
Energía <ENERC>	KJ	701	605
Agua < WATER>	g	69,9	75,6
Proteínas <PROCNT>	g	12,7	12,8
Grasa total < FAT>	g	12,4	9,9
Cenizas < ASH>	g	1,1	0,9
Calcio < CA>	mg	.	44
Fósforo <P>	mg	.	160
Zinc <ZN>	mg	.	1,61
Hierro <FE>	mg	.	3,04
Vitamina A equivalentes totales < CARTBQ>	µg	.	169,0
Tiamina <THIA>	mg	.	0,07
Riboflavina <RIBF>	mg	.	0,39
Niacina < NIA>	mg	.	0,12

**Tabla N° 9 Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (entero cocido).<sup>19</sup>**

<b>Diferencia entre huevo de codorniz y huevo de gallina</b>			
<b>(Composición en 100g de alimento) clara cocida.</b>			
<b>Componente &lt;IDENTIFICADOR&gt;</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad en huevo de codorniz</b>	<b>Cantidad en huevo de gallina</b>
Energía <ENERC>	Kcal	47	55
Energía <ENERC>	KJ	197	229
Agua < WATER>	g	86,4	86,0
Proteínas <PROCNT>	g	10,6	11,9
Grasa total < FAT>	g	0,1	0,3
Cenizas < ASH>	g	0,8	0,8

**Tabla N° 10 Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (clara cocida).<sup>19</sup>**

<b>Diferencia entre huevo de codorniz y huevo de gallina</b>			
(Composición en 100g de alimento) yema cocida.			
<b>Componente &lt;IDENTIFICADOR&gt;</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad en huevo de codorniz</b>	<b>Cantidad en huevo de gallina</b>
Energía <ENERC>	Kcal	295	360
Energía <ENERC>	KJ	1234	1507
Agua < WATER>	g	50,2	48,7
Proteínas <PROCNT>	g	13,5	16,3
Grasa total < FAT>	g	26,2	32,1
Cenizas < ASH>	g	1,7	1,9
Calcio < CA>	mg	.	120
Fosforo <P>	mg	.	500
Zinc <ZN>	mg	.	4,62
Hierro <FE>	mg	.	8,25
Retinol	µg	.	678
Tiamina <THIA>	mg	.	0,24
Riboflavina <RIBF>	mg	.	0,71
Niacina < NIA>	mg	.	0,14

**Tabla Nº 11 Comparación de la Composición Nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (yema cocida) <sup>19</sup>**

CARACTERISTICAS	CODORNIZ	GALLINA
<b>PROTEINAS</b>	13.23%	12.03%
<b>GRASAS</b>	10.83%	12.30%
<b>CONTENIDO DE MINERALES</b>	↑	↓
<b>CALCIO</b>	59%	58.5%
<b>FOSFORO</b>	220%	237.9%
<b>HIERRO</b>	3.8%	2.25%
<b>VITAMINA A</b>	300%	221%
<b>TIAMINA</b>	0.12%	0.09%
<b>RIBOFLAVINA</b>	0.85%	0.32%
<b>NIACINA</b>	0.1%	0.09%
<b>ACIDOS ESENCIALES</b>	↑	↓
<b>ACIDO NICOTINICO</b>	0.1gr	0.001gr
<b>CALORIAS</b>	108K/cal	183 K/cal
<b>AGUA</b>	74.6%	50 %
<b>DIGESTIBILIDAD</b>	↑	↓
Concentraciones de vitaminas A, B1, B2, C, D, E y H	↑	↓
<b>COLESTEROL</b>	76 a 90mg	201 a 400mg

**Tabla N° 12 Huevo de Codorniz vs. Huevo de Gallina.**<sup>20</sup>

## 2.2.5 Consumo de Huevos en Latinoamérica

<b>PAÍSES</b>	<b>AÑO 2016</b>
Argentina	271
Bolivia	138
Brasil	190
Colombia	263
Costa Rica	206
Chile	205
Ecuador	140
El Salvador	204
Guatemala	162
Honduras	135
México	387
Nicaragua	115
Panamá	154
Paraguay	130
Perú	198
República Dominicana	155
Uruguay	272
Venezuela	188

Tabla N° 13 Consumo de Huevo per cápita en América Latina en el año 2016 <sup>21</sup>

## 2.2.6 Producción de aves ponedoras en Latinoamérica

País	MILLONES DE PONEDORAS				
	2012	2013	2014	2015	2016
Argentina	34.00	38.27	41.20	42.50	43.10
Bolivia	4.48	3.97	3.97	3.97	4.50
Brasil	83.30	91.10	94.00	91.20	91.20
Chile	12.50	12.50	12.00	12.00	12.70
Colombia	31.82	31.82	34.70	37.00	40.45
Costa Rica	2.89	2.89	2.89	3.50	3.80
Ecuador	113.42	95.00	95.00	95.00	9.50
El Salvador	3.80	5.65	5.65	5.65	6.00
Guatemala	7.42	7.42	7.64	8.50	8.50
Honduras	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50
México	145.70	137.00	152.00	154.00	162.00
Nicaragua	1.60	1.80	1.80	2.00	2.20
Panamá	1.32	2.51	2.51	2.51	2.50
Paraguay	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80
Perú	16.00	16.00	16.00	16.00	22.30
República Dominicana	6.50	6.50	6.50	6.00	6.00
Uruguay	3.15	3.10	3.10	3.20	2.80
Venezuela	21.21	21.21	21.21	14.00	12.50
Totales	495.61	483.24	506.67	418.32	437.35

Tabla N°14 Evolución de la producción de aves ponedoras en Latinoamérica 2012 – 2016. <sup>21</sup>

## 2.2.7 Metales Pesados

### 2.2.7.1 El Plomo

El Plomo es un metal pesado que se distribuye ampliamente en nuestro medio ambiente, pues es un elemento que no cumple ninguna función biológica dentro del organismo del ser humano, una intoxicación de la misma puede ser debido a que somos expuestos a ellos en el ámbito laboral, dado que la enfermedad por metales pesados es la más frecuente.

También sabemos que el Plomo está caracterizado por ocasionar efectos tóxicos sobre el tracto gastrointestinal, sistema renal, sistema nervioso central y periférico, así como interferencias con sistemas enzimáticos implicados en la síntesis del grupo hemo.<sup>22</sup>

La dosis letal del Plomo absorbido se estima en 0.5 g; la acumulación y toxicidad ocurren si se absorben más de 0.5mg/ día.

La vida media del Plomo en los huesos es de 32 años y de 7 en los riñones. El límite de exposición para el Plomo y el Arsenato de plomo en aire es de 0.15 mg/m<sup>3</sup>. El límite de exposición para el Plomo en alimentos es de 2.56 mg/kg.<sup>23</sup>

#### **2.2.7.1.1 Características Fisicoquímicas**

El Plomo es un metal pesado de color gris azulado, es flexible inelástico, se funde con facilidad, su fusión se produce a 327.4°C, pero cuando se calienta por encima de los 550°C, emite vapores muy tóxicos que en contacto con se aire se transforma en óxido de plomo.

El Plomo (Pb) tiene un peso atómico de 207.2 g/mol y está situado en la parte inferior de la tabla periódica de los elementos con el número atómico 82.

Presenta una excelente maleabilidad, es muy resistente a la corrosión y forma con facilidad aleaciones, se puede deducir que todas las sales de plomo inorgánicas son bastantes insolubles con la excepción de las de nitrato y cloruro.

El Plomo también forma compuestos orgánicos estables siendo el más conocido de ellos el tetraetilo de plomo (Pb (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>) utilizado como antidetonante en combustibles.<sup>24, 25</sup>

#### **2.2.7.1.2 Toxicocinética**

El Plomo ingresa al organismo a través de la vía respiratoria, digestiva y cutánea, en los adultos la más frecuente es por la vía inhalatoria (humos, vapores y polvos) del cual se absorbe el 50% de concentración respirada.

Vía digestiva presenta una absorción más baja debido a la baja solubilidad de la mayoría de los compuestos de Plomo, en adultos alcanza un 10% pero en niños es 50%.

A través de la vía cutánea es de menor importancia, ya que solo se absorberían algunos derivados orgánicos liposolubles.

Una vez absorbido el Plomo, se realiza la distribución por tres compartimentos; en la sangre un 2% del contenido total se representa por Plomo; el 95% circula ligado a los eritrocitos con una vida media de 36 días, el cual posteriormente se distribuye en los tejidos blandos (hígado, riñón y sistema nervioso) y huesos.

Las dos vías de excreción son la orina (por filtración glomerular y secreción tubular) y las heces. Se excreta también en la bilis, sudor y saliva, depositándose en pelo y uñas.<sup>22</sup>

#### **2.2.7.1.3 Toxicodinamia**

Este metal interacciona con metales pesados esenciales como Ca, Fe, Zn y Cu compitiendo con ellos o modificando sus concentraciones celulares. Además, inhibe la ATPasa Na/K incrementando la permeabilidad celular y la síntesis de ADN, ARN y proteínas. Inhibe también, la síntesis del grupo hemo, por lo tanto, todas las enzimas respiratorias que lo contienen y también la hemoglobina por inhibición específica de la ALAD ( $\delta$ -aminolevulínico-deshidrasa), coprofibrinógeno-oxidasa y ferroquelatasa. Adicionado a todo esto, también altera los microtúbulos.<sup>5</sup>

#### **2.2.7.1.4 Efectos sobre la Salud**

##### **Intoxicación aguda**

Las formas organometálicas del Plomo presentan mayor toxicidad aguda que los compuestos inorgánicos. Tras la ingestión de plomo son frecuentes los síntomas gastrointestinales, como irritación de mucosas

digestivas, náuseas, vómitos blanquecinos por formación de cloruro de plomo, diarreas negruzcas, por formación de sulfuro plúmbico o bien, melénicas por hemorragia gastrointestinal. Las diarreas son seguidas, posteriormente, por estreñimiento. Además puede originar anemia, por la existencia de crisis hemolíticas.

Puede desencadenarse daño hepático e insuficiencia renal aguda con necrosis de los túbulos proximales, aminoaciduria, glucosuria y fosfaturia. Puede producirse, también, daño cerebral permanente, convulsiones, trastornos cardiorrespiratorios, bradicardia, colapso y muerte por parálisis cardíaca.<sup>26</sup>

### **Intoxicación Crónica**

Se produce anemia y, además, con cierta frecuencia, aparece un punteado basófilo en los glóbulos rojos por el depósito de ácidos nucleicos.

Las alteraciones renales plúmbicas comprenden una nefropatía tubular, reversible en niños, pero no en adultos, por destrucción progresiva de células tubulares renales, y una nefropatía intersticial irreversible que se produce, principalmente, en adultos. Todas las formas de plomo son neurotóxicas y afectan tanto al sistema nervioso central como al periférico. La encefalopatía plúmbica se presenta fundamentalmente en niños, siendo rara en adultos, y cursa con irritación, cefaleas persistentes, insomnio, alteraciones de la memoria y del carácter, e incluso convulsiones, estupor, coma y muerte.<sup>26</sup>

#### **2.2.7.2 El Cadmio**

El Cadmio es un metal utilizado en la industria con un progresivo aumento de su producción, pues se emplean en aleaciones, fundiciones, soldaduras, metalizado, galvanizado, electro plateado, grabados,



pinturas, coloración de vidrios, cerámica, la industria del plástico, en baterías, pilas alcalinas, plaguicidas y fertilizantes. El cadmio también se libera en combustiones de aceites, carbones y en las plantas incineradoras.

El Cadmio puede hallarse en algunos alimentos que se contaminan a partir de la tierra (aguas contaminadas, sedimentos y fertilizantes), entre ellos destacan cereales, frutas y verduras.<sup>27</sup>

En el agua, leche, huevos y pescado, las concentraciones son más bajas. La ingestión prolongada de Cadmio produce un acúmulo en el organismo humano, sobre todo en hígado y riñones que a partir de 0.2 – 0.3 mg Cd/g en corteza renal conduce entre otras, a lesiones en los túbulos. Se considera que la dosis semanal tolerable de Cadmio es 0.5 mg.<sup>22</sup>

#### **2.2.7.2.1 Características Fisicoquímicas**

Elemento químico cuyo símbolo es Cd y su número atómico es 48 relativamente poco abundante, peso atómico de 112.40 g/mol, su punto de fusión de 320.9°C y de ebullición de 765°C.<sup>28</sup>

El Cadmio es un elemento químico que se encuentra en el grupo 12 de la Tabla Periódica, junto con el Mercurio y el Zinc, en su forma de metal puro es blando, dúctil y maleable, de color plateado claro, al ser calentado se combina con Oxígeno, Azufre, Fósforo y Halógenos, es fácilmente disuelto por ácidos; su comportamiento se asemeja a la del Zinc, pero es mucho más afín al Azufre.<sup>29</sup>

#### **2.2.7.2.2 Toxicocinética**

Se absorbe principalmente por vía inhalatoria. Por ingestión se absorbe sólo el 6%; este porcentaje puede variar en función de varios factores como las proteínas, calcio y hierro. Es frecuente la absorción laboral por mezcla de partículas microscópicas de Cadmio con la saliva.

Por vía dérmica se absorbe escasamente. Se transporta unido a hemoglobina, metalotioneína y albúmina. Se deposita en corteza renal, hígado.

Se elimina por vía gastrointestinal y renal, pero muy lentamente, teniendo una vida media larga (10-30 años).<sup>27</sup>

#### **2.2.7.2.3 Toxicodinamia**

Inhibe las enzimas con grupos sulfhidrilo (tioles). Estimula la glucólisis e inhibe la respiración celular, la síntesis de proteínas, la absorción del hierro, etc.

Interfiere en el metabolismo del zinc y del calcio. Al alterarse la función renal se pierden por la orina aminoácidos, glucosa, minerales, calcio y fósforo. Como mecanismo defensivo estimula la síntesis de metalotioneína, especialmente en el hígado.<sup>26,30</sup>

#### **2.2.7.2.4 Efectos sobre la Salud**

##### **Intoxicación aguda**

Si la intoxicación es por vía digestiva se produce un cuadro gastrointestinal en forma de náuseas, vómitos, diarreas y dolores abdominales.

En las horas siguientes a la inhalación de Cadmio se produce irritación, tos, disnea, cianosis, cefaleas, vértigos, debilidad, irritación ocular, dolores musculares y síntomas gastrointestinales. A veces progresa a traqueo bronquitis severa, neumonitis y edema agudo de pulmón que puede llevar a la muerte. Puede producir alteraciones testiculares y ováricas.<sup>26</sup>

##### **Intoxicación crónica**

La intoxicación crónica por Cadmio puede tardar muchos años en desarrollarse como enfermedad. Puede producir rinitis, anosmia,

enfermedad pulmonar obstructiva crónica o enfisema pulmonar, reacciones inmunitarias, erupciones cutáneas, prurito; síntomas gastrointestinales, anorexia, insomnio, fatiga, anemia; nefropatía cádmica con daño tubular renal proximal, proteinuria de origen tubular, aminoaciduria, glucosuria, hiperglucemia; alteraciones del sistema nervioso central y periférico; cefaleas; déficit de vitamina D, con osteomalacia, osteoporosis, dolores óseos, dolor lumbar, fracturas espontáneas, mialgias, perforación del tabique nasal, pigmentaciones anulares amarillas en los dientes, etc.

La exposición crónica medioambiental al Cadmio produjo una intoxicación masiva en Japón, conocida como enfermedad de *Itai-Itai*, caracterizada por una interferencia con la vitamina D que originó grave daño renal y osteomalacia dolorosa.

Si se inhala Óxido de cadmio a bajas concentraciones puede aparecer la llamada fiebre de los fundidores, caracterizada por fiebre, sudor, dolores en diferentes localizaciones y dificultad respiratoria.<sup>26</sup>

### **2.2.8 Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito**

Es un método instrumental que permite determinar la concentración de un elemento particular (analito) en una muestra, dicho método consiste en la atomización del analito de una muestra, mediante un horno de grafito ya que debido a su selectividad y sensibilidad es usado comúnmente para ciertos elementos traza en muestras acuosas (y otros líquidos)

Principalmente se fundamenta en que los electrones de los átomos en el atomizador absorberán una cantidad de energía (o longitud de onda) la cual se refiere específicamente a una transición de electrones en un elemento particular, y en general, cada longitud de onda que proporciona la lámpara de cátodo hueco corresponde a un solo elemento

### **3. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

- **Descriptiva:** Porque nuestro estudio estuvo basado en la descripción y cuantificación de las concentraciones de Plomo y Cadmio, es decir lo cuantitativo de una determinada población que en este caso serán los huevos de codorniz (clara y yema).
  
- **Transversal:** Por que las variables de nuestro estudio en la determinación de los metales mencionados fueron medidas en un momento y tiempo definido.

#### **3.2 METODOLOGÍA**

##### **3.2.1 Población y Muestra**

###### **3.2.1.1 Población**

La población de estudio estuvo constituida por los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

###### **3.2.1.2 Muestra**

El tamaño de muestra estuvo comprendido por veinte muestras de Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

La muestra se recolectó de forma aleatoria, recorriendo los diferentes puestos de los principales mercados del distrito de San Martín de Porres de Lima.

### **3.2.2 Materiales, reactivos y equipos**

#### **3.2.2.1 Materiales**

- ✓ Pipetas automáticas de 500 µL – 5000 µL
- ✓ Pipetas automáticas de 100 µL – 1000 µL
- ✓ Pipetas de 5mL y 10 mL
- ✓ Pipetas de 5 y 10 mL
- ✓ Tips de 100uL – 1000µL
- ✓ Tips de 500uL – 5000µL
- ✓ Tubos de polibicarbonato neutro de 15mL de plástico de tapa azul.
- ✓ Fiola de 25mL y 100 mL Clase A
- ✓ Matraz aforado de 100 mL Clase A
- ✓ Matraz de 100 mL Clase A
- ✓ Cooler

#### **3.2.2.2 Reactivos**

- ✓ Agua ultra pura Tipo I.
- ✓ Ácido nítrico ultra puro.
- ✓ Ácido clorhídrico ultra puro.
- ✓ Peróxido de hidrogeno al 30%. Ultra puro.
- ✓ Solución estándar de Plomo 1000 ug/mL en HNO<sub>3</sub> 1%
- ✓ Solución estándar de Cadmio 1000 ug/mL en HNO<sub>3</sub> 1%

#### **3.2.2.3 Equipos**

- ✓ Lámpara de Cátodo para Plomo
- ✓ Lámpara de Cátodo para Cadmio
- ✓ Campana extractora
- ✓ Destilador de agua
- ✓ Equipo Nano Pure para agua ultra pura
- ✓ Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito  
Modelo: ANALYST 600 PERKIN ELMER.
- ✓ Digestor Microondas SEM MARS

### 3.2.3 Procedimiento

#### 3.2.3.1 Procesamiento de la muestra

Las muestras se adquirieron de forma aleatoria, un total de veinte huevos de codorniz, de los diversos mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres, los cuales fueron almacenados en un cooler a 5°C hasta su respectivo transporte y análisis en el Centro Toxicológico S.A.C (CETOX).

<b>N°</b>	<b>PROCEDENCIA</b>	<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>
1	Mercado Virgen de Fátima San Martín de Porres 15106	2
2	Mercado Condevilla San Martín de Porres 15107	2
3	Mercado Puente Camote Av. Sta. Rosa, San Martín de Porres 15109	2
4	Mercado San Antonio Av. Lima 3529 226 Urb. Perú San Martín de Porres	2
5	Mercado Nuevo Horizonte Av. Pacasmayo, San Martín de Porres	2
6	Mercado de Vipol San Martín de Porres 15113	2
7	Mercado Ovalo de Huandoy Av. Naranjal, San Martín de Porres 15109	2
8	Centro Comercial Caquetá Av. Miguel Grau, San Martín de Porres 15102	6
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>

**Tabla N° 15 Procedencia y cantidad de los Huevos de Codorniz**

### **3.2.3.2 Acondicionado y Limpieza de los materiales**

Todo el material de vidrio que se usó en este análisis después de su lavado fue enjuagado con Ácido Nítrico y Agua Ultra Pura y finalmente secado en estufa.

### **3.2.3.3 Método de Digestión Asistida por Microondas**

Se realizó el método Digestión Asistida por Microondas, es decir exposición a radiación de microondas, con la finalidad de lograr una vibración de los enlaces de las moléculas de agua para producir como resultado la destrucción de la materia orgánica, el proceso consistió en lo siguiente:

Se colocó 0.5 g de la muestra en un tubo de teflón, al que se le adicionó 6 mL Ácido Nítrico ultra puro más 2 mL Ácido Clorhídrico ultra puro y 0.5 mL de Peróxido de Hidrógeno ultra pura al 30%; se selló y fue llevado a Digestión Asistida por Microondas (**Ver Anexo pág.72**) para lo cual se empleó un digestor de marca MARS 6 a una potencia de 1600w, a un tiempo de digestión de 15 minutos con una temperatura de 180°C, 60 Bar de presión y 45 minutos de enfriamiento.

Luego fueron transvasados a fioles de 25 mL y enrasados con agua ultra pura tipo I quedando listos para su lectura correspondiente en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

### **3.2.3.4 Determinación de Plomo y Cadmio**

Se utilizó el equipo previamente estandarizado de acuerdo a los parámetros correspondientes para la determinación de cada uno de los diferentes metales. (**Ver Anexo pág.66**).

Para ambos metales se empleó lámparas de cátodo hueco con longitudes de onda, en el caso de Plomo fue de 283.3 nm y para el Cadmio fue de 228.8 nm; ambos elementos con Horno de grafito, tubo de grafito que cuenta con plataforma L'vov.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

	N	Media	Desviación típ.	Mínimo	Máximo	Coef. Variación	95% Intervalo de confianza	
							Inferior	Superior
<b>Concentración de Plomo (mg/Kg)</b>	20	0.1500	0.0513	0.08	0.26	34%	0.126	0.174

**Tabla N° 16 Estadísticos para una Muestra**

En esta tabla, podemos observar que la concentración promedio de Plomo (mg/Kg) en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es de 0.150 mg/Kg, con una desviación estándar de 0.0513 mg/Kg; la distribución de la concentración de Plomo es heterogénea (CV= 34%); encontrándose los valores observados en la muestra entre 0.08 y 0.26 mg/Kg.

La tabla también indica que la concentración promedio de plomo estimada está entre 0.126 y 0.1740 mg/Kg con un nivel de confianza del 95%.

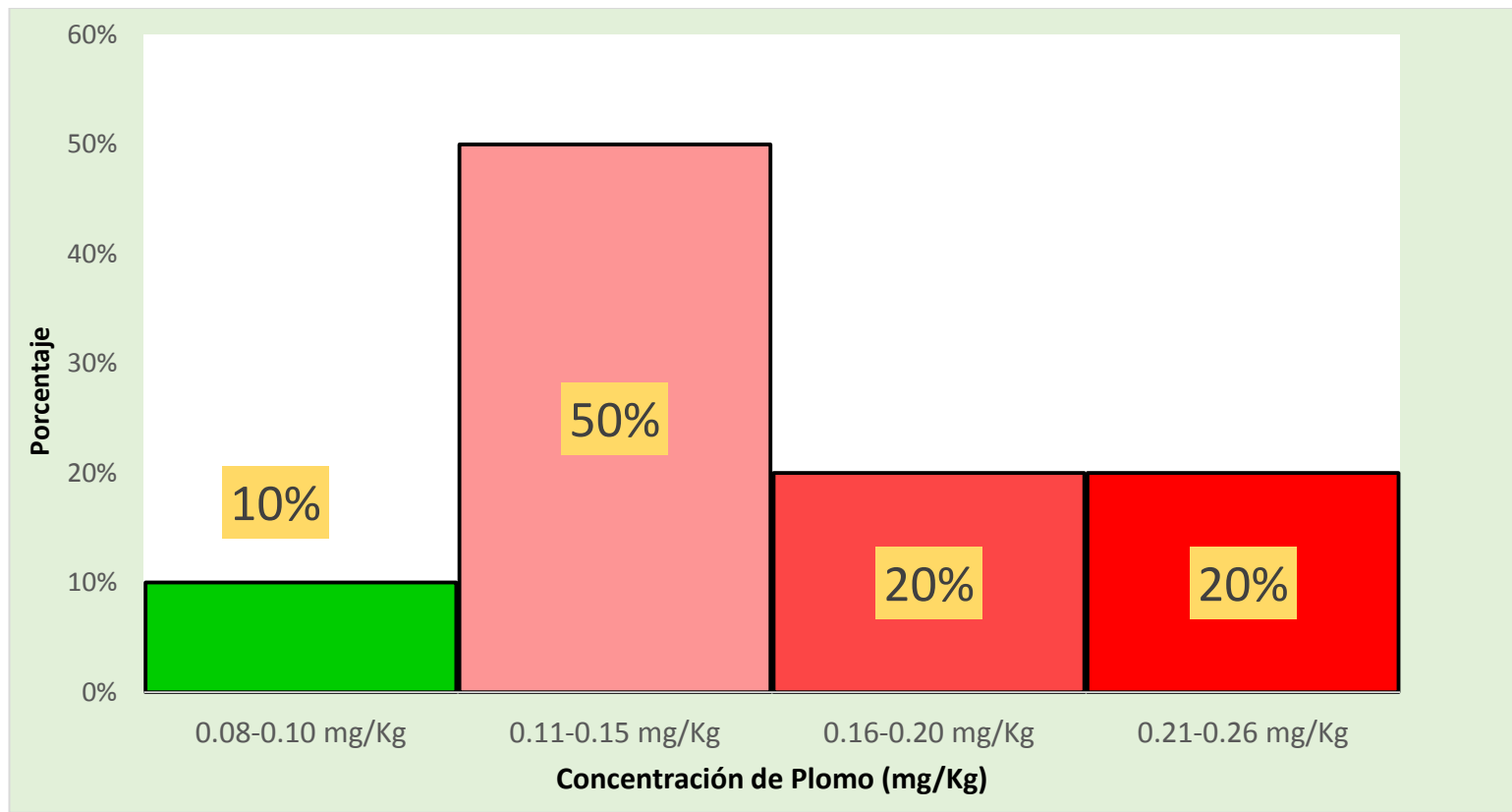


Concentración de Plomo (mg/Kg)	Frecuencia	Porcentaje
<b>0.08-0.10 mg/Kg</b>	2	10%
<b>0.11-0.15 mg/Kg</b>	10	50%
<b>0.16-0.20 mg/Kg</b>	4	20%
<b>0.21-0.26 mg/Kg</b>	4	20%
TOTAL	20	100%

**Tabla N° 17 Distribución de la concentración de Plomo (mg/Kg) en Huevos (clara y yema) de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017**

Esta Tabla, presenta los valores reportados por el laboratorio en 4 grupos, la primera con valores permisibles y las tres últimas con valores superiores a la concentración máximo permitido por el Reglamento Técnico MERCOSUR de metales pesados para el Plomo (0.1 mg/Kg).

Estos valores son presentados en la **Gráfico N° 2**, en la cual la barra verde presenta los porcentajes de los casos permisibles 10%(2) y las rojas los porcentajes de valores superiores al máximo permitido.



**Gráfico N° 2 Concentración de Plomo (mg/Kg) en los Huevos (clara y yema) de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017**

Análisis	Norma	Límite máximo permisible	N° Muestras superan límite
Concentración del Plomo	Legislación de Mercosur	0.1 mg/Kg	18/20 = 90%

**Tabla N° 18 Comparación de la concentración de Plomo (mg/Kg) en Huevos (clara y yema) de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017**

Podemos observar que el 90% de las muestras analizadas superan el límite permisible establecido de Plomo.

**Prueba de Hipótesis:**

**H<sub>0</sub>:** La concentración promedio de plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es menor igual a 0.1 mg/Kg.

**H<sub>1</sub>:** La concentración promedio de plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es mayor a 0.1 mg/Kg.

	Valor de prueba = 0.10					
	t	gl	Sig.	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
<b>Concentración de Plomo (mg/Kg)</b>	4.359	19	0.000	0.050	0.026	0.074

**Tabla Nº 19 Prueba T para una Muestra**

Dado que la significancia de la Prueba T es menor al 0.05 (0.000) rechazamos la Hipótesis Nula  $H_0$ , por lo que concluimos que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que la concentración promedio de Plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es mayor a 0.1 mg/Kg.

El valor promedio de dicha concentración supera el mínimo permisible entre 0.026 y 0.074 mg/Kg con un nivel de seguridad del 95%.

	N	Media	Desviación típ.	Mínimo	Máximo	Coef. Variación	95% Intervalo de confianza	
							Inferior	Superior
<b>Concentración de Cadmio (mg/Kg)</b>	20	0.083	0.036	0.04	0.14	44%	0.066	0.100

**Tabla Nº 20 Estadísticos para una Muestra**

En la tabla, podemos observar que la concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es de 0.083 mg/Kg, con un desviación estándar de 0.036 mg/Kg; la distribución de la concentración de Cadmio es heterogénea (CV= 44%); los valores extremos observados en la muestra están entre 0.04 y 0.14 mg/Kg.

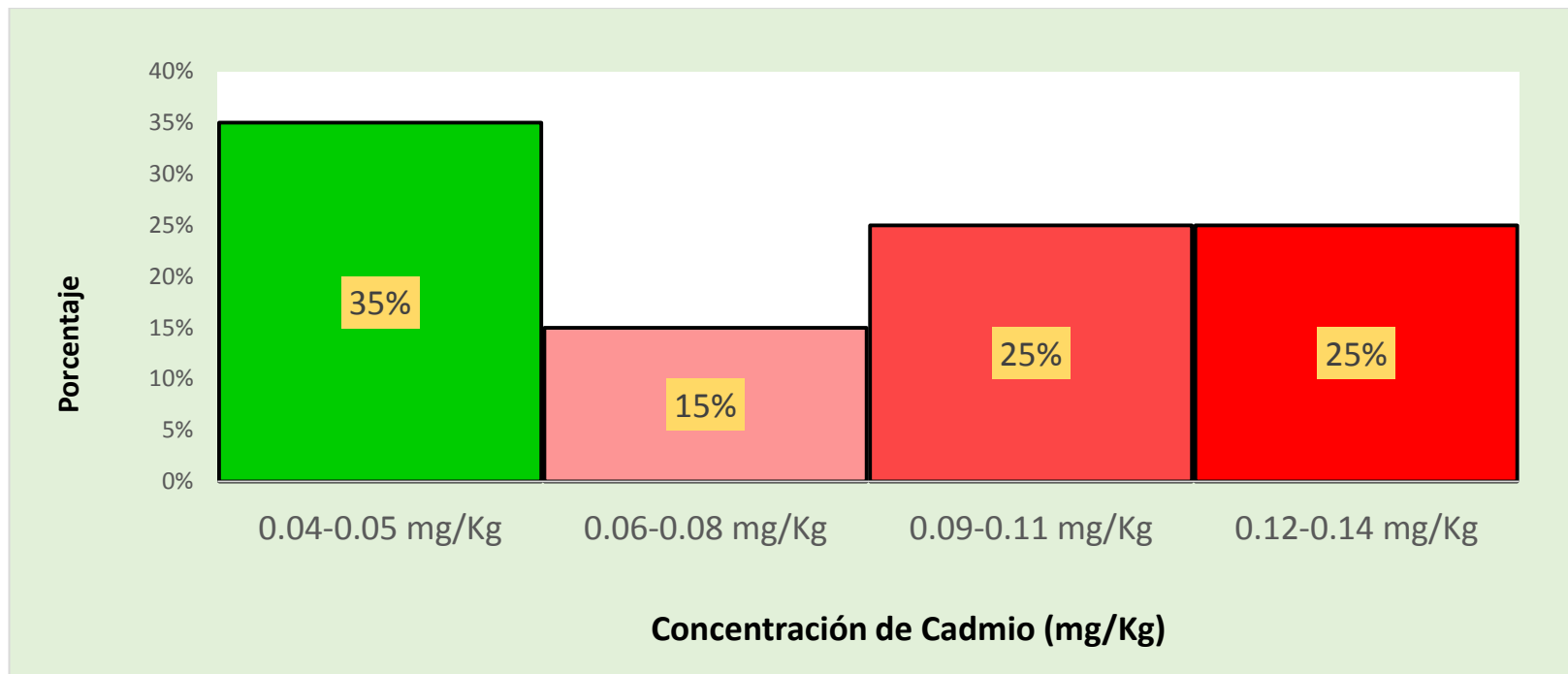
La tabla también indica que la concentración promedio de cadmio estimada esta entre 0.066 y 0.100 mg/Kg con un nivel de confianza del 95%.

Concentración de Cadmio (mg/Kg)	Frecuencia	Porcentaje
0.04-0.05 mg/Kg	7	35%
0.06-0.08 mg/Kg	3	15%
0.09-0.11 mg/Kg	5	25%
0.12-0.14 mg/Kg	5	25%
<b>Total</b>	20	100%

**Tabla N° 21 Distribución de la concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017**

La Tabla presenta los valores reportados por el laboratorio en 4 grupos, la primera con valores permisibles y las tres últimas con valores superiores a la concentración máximo permitido por la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 para el Cadmio (0.05 mg/Kg).

Estos valores son presentados en el **Gráfico N° 3**, en la cual la barra verde presenta los porcentajes de los casos permisibles 35% (7) y las rojas los porcentajes de valores superiores al máximo permitido.



**Gráfico N° 3 Concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017**

Análisis	Norma	Límite máximo permisible	N° Muestras superan límite
Concentración del Cadmio	NOM-159-SSA1-1996	0.05 mg/Kg	13/20 = 65%

**Tabla N° 22 Comparación de la concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017**

Podemos observar que el 65% de las muestras analizadas superan el límite permisible establecido de Cadmio.

Prueba de Hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La concentración promedio de Cadmio en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017, es menor igual a 0.05 mg/Kg.

**H<sub>1</sub>:** La concentración promedio de Cadmio en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martin de Porres en Lima, Junio 2017, es mayor a 0.05 mg/Kg.



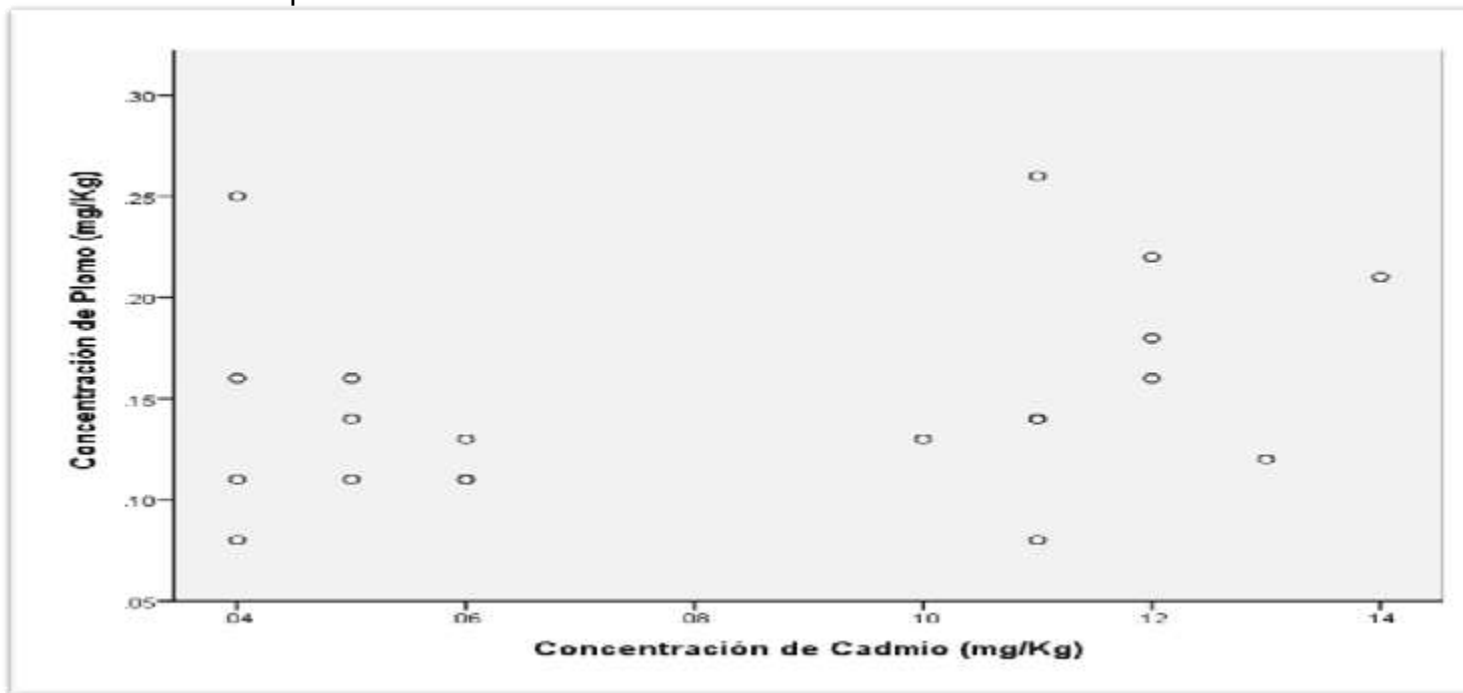
	Valor de prueba = 0.05					
	t	gl	Sig.	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
<b>Concentración de Cadmio (mg/Kg)</b>	4.067	19	0.001	0.033	0.016	0.050

**Tabla Nº 23 Prueba T para una Muestra**

Dado que la significancia de la prueba T es menor al 0.05 (0.001) rechazamos la Hipótesis Nula  $H_0$ , por lo que concluimos que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que la concentración promedio de Cadmio en los Huevos de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es mayor a 0.1 mg/Kg.

El valor promedio de dicha concentración supera el mínimo permisible entre 0.016 y 0.050 mg/Kg con un nivel de seguridad del 95%.

Para observar si hay alguna relación entre la concentración de Cadmio y Plomo, se procedió a construir un gráfico de dispersión el cual no evidencia ningún patrón que sugiera algún tipo de correlación entre dichas características como se puede ver a continuación.



**Gráfico N° 4** Diagrama de dispersión de la concentración de Cadmio Vs. la concentración de Plomo (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

## Prueba de Hipótesis

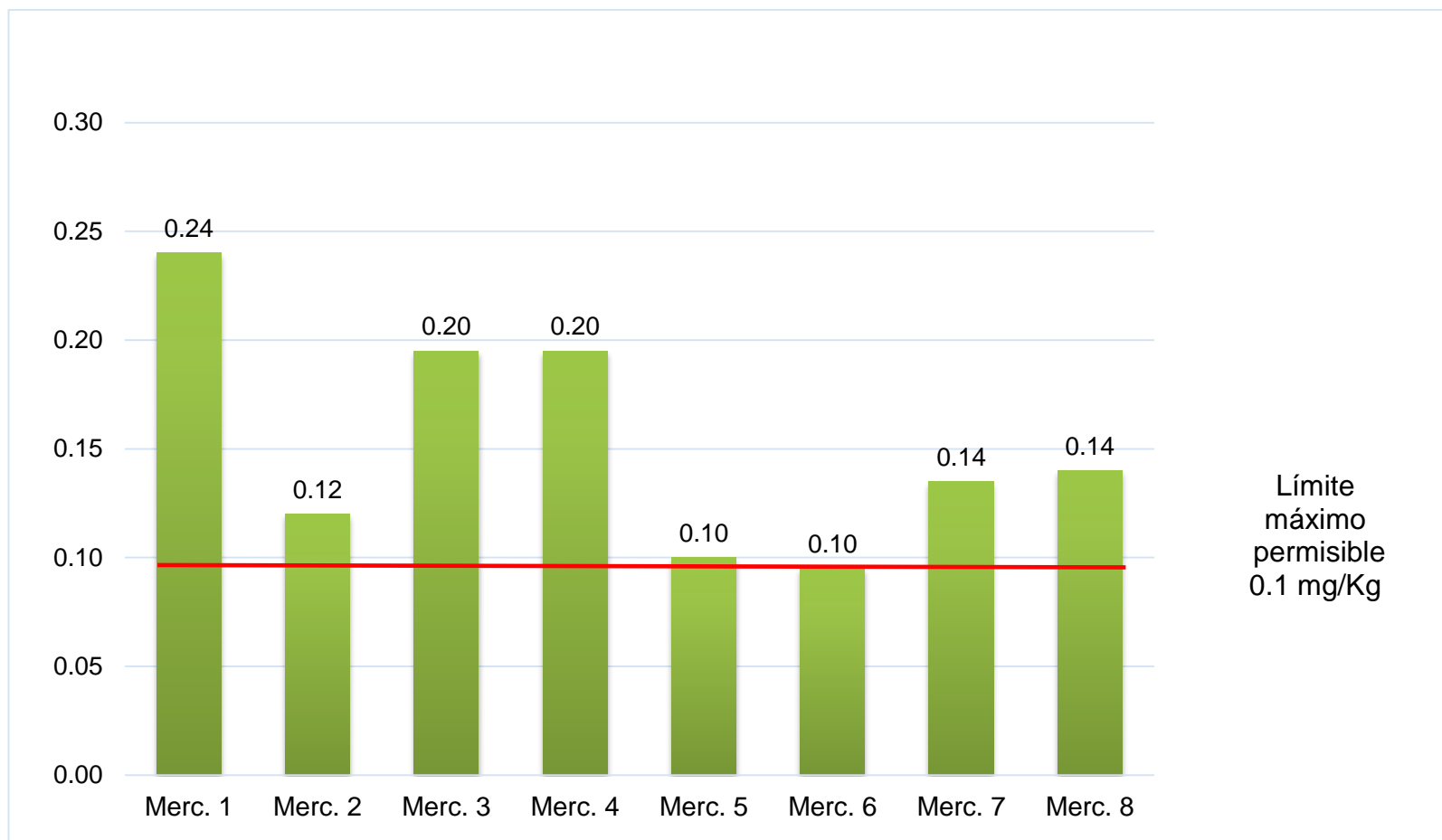
**H<sub>0</sub>:** La concentración Cadmio no está relacionada con la concentración de plomo en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017

**H<sub>1</sub>:** La concentración de Cadmio si está relacionada con la concentración de plomo en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017

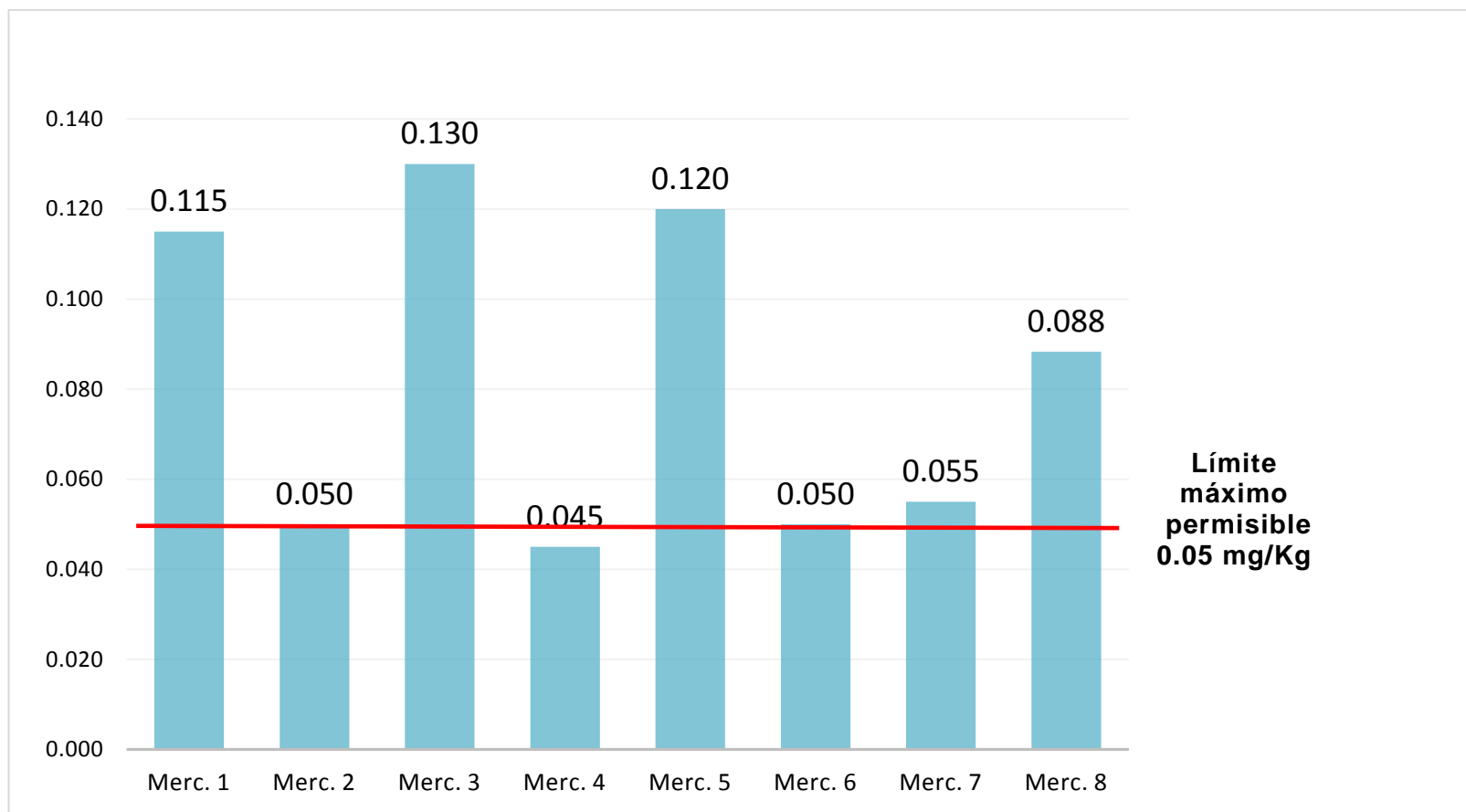
	Concentración de Cadmio (mg/Kg)	
Concentración de Plomo (mg/Kg)	Correlación de Pearson	0.280
	Sig. (bilateral)	0.232
	N	20

**Tabla N° 24 Correlación de Pearson**

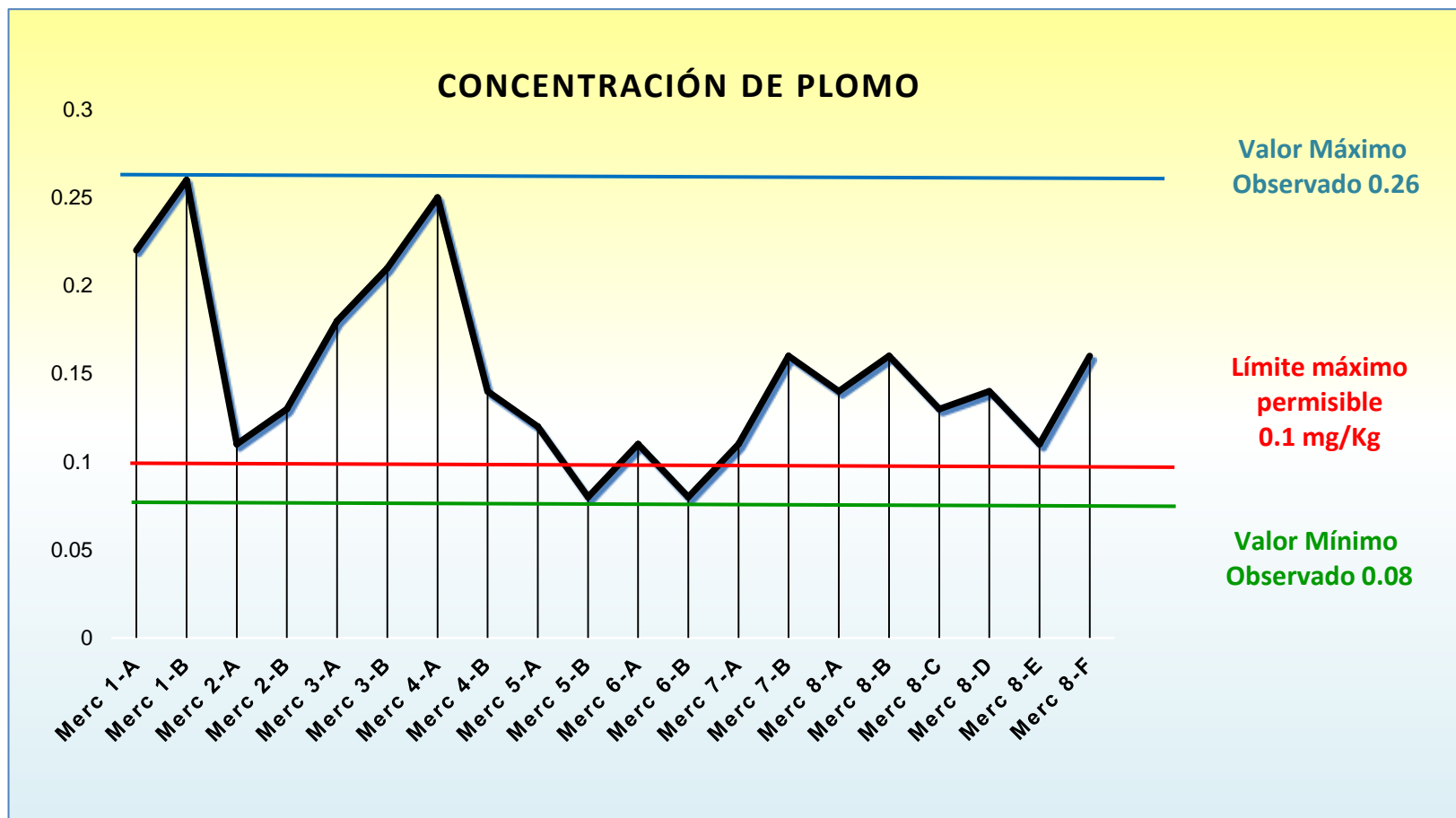
El coeficiente de correlación lineal estimado de Pearson es igual a 0.280 el cual es un valor bastante despreciable y aún más al presentar una significancia ( $p$  valor= 0.232) mayor a 0.05 no se puede rechazar la hipótesis Nula, por lo que se concluye que la concentración promedio de Cadmio no está relacionada con la concentración de Plomo en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.



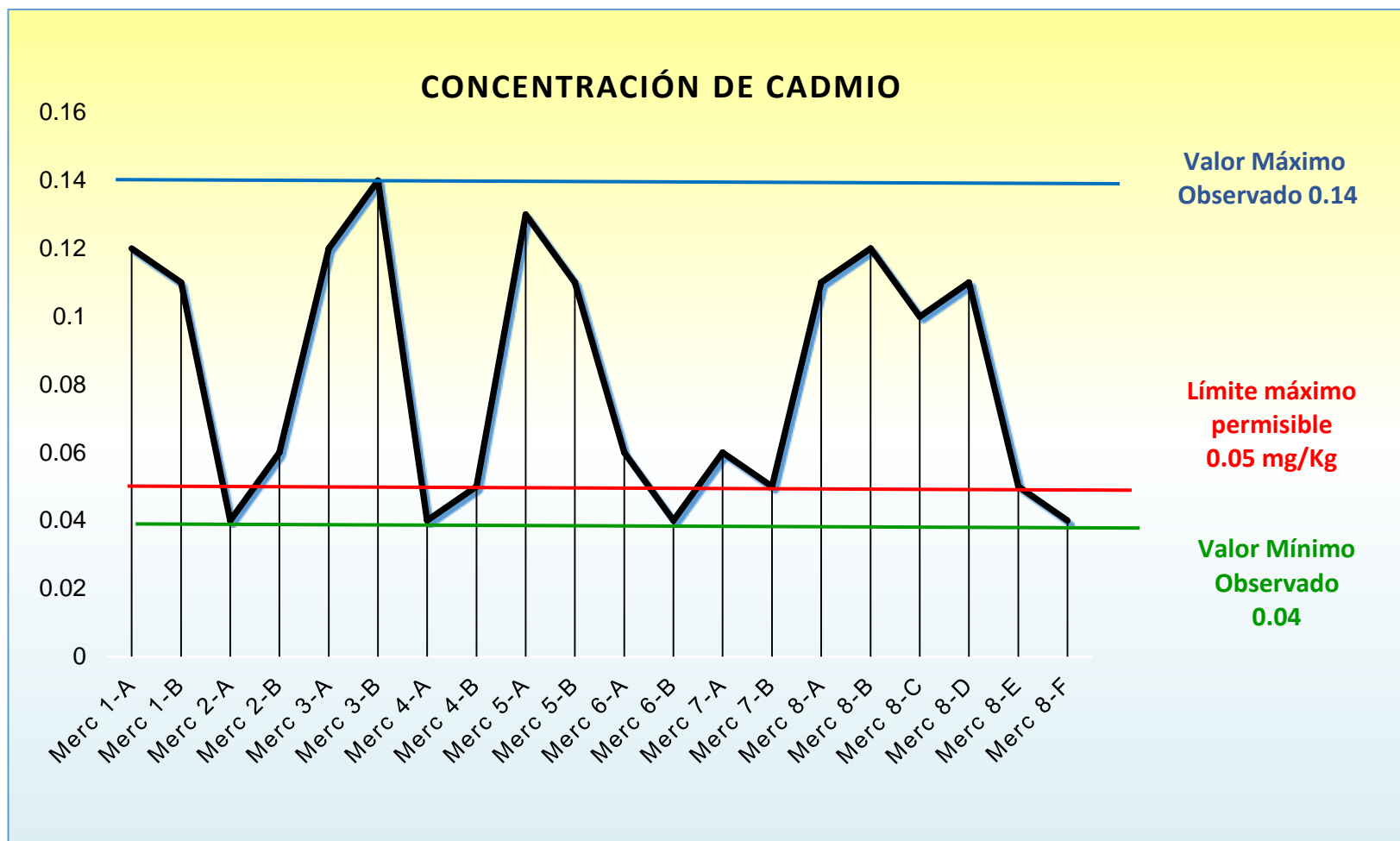
**Gráfico N° 5 Distribución de la concentración promedio de Plomo (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” según mercados observados en el distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.**



**Gráfico N° 6** Distribución de la concentración promedio de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz "*Coturnix coturnix*" según mercados observados en el distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.



**Gráfico N° 7 Distribución de la concentración de Plomo (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” según mercados observados en el distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.**



**Gráfico N° 8** Distribución de la concentración de Cadmio (mg/Kg) en los Huevos de Codorniz “*Coturnix coturnix*” según mercados observados en el distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se ha puesto en evidencia que los metales pesados Cadmio y Plomo se encuentran presentes en los Huevos de Codorniz que se comercializan en los mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres.

De las muestras analizadas con respecto al Cadmio los valores obtenidos fluctuaron entre 0.04 mg/Kg y 0.14 mg/Kg, con una media de 0.083 mg/Kg donde 07 muestras (35%) se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles, y 13 muestras (65%) superaron los valores máximos permitidos. En relación al Plomo, los valores obtenidos fluctuaron entre 0.08 mg/Kg y 0.26 mg/Kg, con una media de 0.150mg/kg, donde 02 muestras (10%) se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles, y 18 muestras (90%) superaron los valores máximos permitidos. Ambos resultados se encuentran por encima de los límites máximos permisibles reportados por los organismos rectores (Reglamento Técnico MERCOSUR y la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996), por lo que son sustancias que pueden desencadenar enfermedades, contaminaciones en la población e incluso ser sustancias de predisposición al cáncer.

A pesar de que no se encontraron reportes sobre investigación en Huevos de Codorniz, se puede determinar que en relación con, Gonzales. S (2015) en "Determinación cuantitativa de Plomo, Cadmio y Mercurio en huevos de gallina de venta en mercados populares del Cono Norte de Lima", cuyos resultados en relación con el Plomo varían entre 0.16 ppm y 1.359 ppm en la clara; 0.1266 ppm y 1.2653 ppm, en la yema y 0.16 ppm y 1.28 ppm en el huevo entero. Los valores encontrados con respecto al Cadmio varían entre 0.0003 ppm y 0.009 ppm en la clara; 0.0001 ppm y 0.009 ppm en la yema y 0.00035 ppm y 0.00714 ppm en el huevo entero, lo cual indica que sus valores son inferiores a los nuestros.



Comparado a Llacsá N. y Col. (2014) En su estudio sobre la Determinación Cuantitativa de Cadmio y Plomo en huevos de gallina (*Gallus domesticus*) su valor mínimo de Plomo fue de 0.03 mg/kg y el máximo de 0.06 mg/kg, en lo que respecta a la clara fue de un promedio de 0.12 mg/kg, valor mínimo de 0.03 mg/kg y el máximo fue 0.36 mg/kg; en cuanto al contenido de Cadmio en yema se obtuvo un valor promedio de 0.061 mg/kg, mínimo 0.030 mg/kg y valor máximo de 0.12 mg/kg y en clara fue el valor promedio 0.045 mg/kg, valor mínimo 0.01 mg/kg y valor máximo de 0.14 mg/kg; lo cual se concluye que se encuentran también con valores por debajo de los nuestros.

También, en cuanto a lo mencionado por Azza M. y Col en el 2011 en su trabajo sobre Determinación de algunos metales pesados en huevos de gallina de mesa en la localidad de Egipto, observamos que no contenían Cadmio y que el 90% de las muestras orgánicas de huevo y el 100% de las muestras producidas en el hogar, se encontraban dentro del límite permisible de Plomo, mientras que, en nuestros resultados para huevos de codorniz, el 90% superaron el límite permisible.

De acuerdo con los hallazgos, debe fomentarse la educación sanitaria, alimentaria, el correcto transporte de los alimentos, que minimizan los riesgos de contaminación para la salud.

## 5. CONCLUSIONES

- La concentración promedio de Plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es de 0.150 mg/kg con cifras extremas de 0.08 y 0.26 mg/kg.
- La concentración de promedio de Cadmio en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, es de 0.083 mg/kg con cifras extremas de 0.04 y 0.14 mg/kg.
- El 90% de las concentraciones de Plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, superan el límite máximo permisible establecido en el Reglamento Técnico MERCOSUR (0.1 mg/kg).
- El 65% de las concentraciones de Cadmio en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017, superan el límite máximo permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996 (0.05 mg/kg).
- La concentración de Cadmio no está relacionada con la concentración de Plomo en los Huevos (clara y yema) de Codorniz "*Coturnix coturnix*" expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar el respectivo análisis en matrices como sangre, orina de las diversas personas que consumen estos productos para así lograr saber con exactitud los niveles de exposición que presentan estos metales.
- Realizar más estudios toxicológicos en otras zonas donde también se comercializan este tipo de productos para establecer comparaciones y tener mayor cantidad de datos que nos permitan controlar el porcentaje de Cadmio y Plomo en alimentos contaminados.
- La DIGESA debería establecer una Norma Técnica Peruana que mencione los límites máximos permisibles de metales (Cadmio y Plomo) que deben presentar los productos derivados de aves como en este caso Huevos de Codorniz.
- Sugerir e instar a las autoridades responsables que puedan realizar inspecciones en las avícolas, distribuidoras de huevos de codorniz para su respectivo monitoreo y vigilancia asegurándose de que cumplan con los parámetros establecidos de salubridad de los productos que proporcione al consumidor.
- Realizar más estudios donde se realicen análisis independientes para Cadmio y Plomo en clara y yema de huevos de codorniz, para poder ver con exactitud la presencia de metales y poder cuantificarlos de acuerdo a la norma técnica establecida.
- Realizar estudios con una mayor población en los diferentes lugares de expendio, comparándolos con productos de etiqueta o de marca para diferenciar si existe diferencia en las concentraciones de ambos metales.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Se elevó el consumo del huevo del país: Pasó de 118 a 184 unidades por persona [en línea]. Perú: Oficina de comunicaciones e imagen institucional ministerio de agricultura y riego, 2014. [citado en agosto del 2017].  
Disponible en:  
<http://www.minagri.gob.pe/portal/notas-de-prensa/notas-de-prensa-2014/11574-se-elevo-el-consumo-del-huevo-del-pais-paso-de-118-a-184-unidades-por-persona>.
2. Los huevos de codorniz y su valor para la salud [en línea] .Perú: DIARIO UNO, 12 de marzo del 2016.[ citado en agosto del 2017] .Disponible en:  
<http://diariouno.pe/2016/03/12/los-huevos-de-codorniz-y-su-valor-para-la-salud/>.
3. Rosario J, Nieves D, Producción y Calidad de Huevos de Codornices Alimentadas con Dietas con Harina de Residuos Aserrados de Carnicerías. Revista Científica [en línea], 2015. [citado en junio del 2017] vol. XXV, Nº 2, pp,139-144.  
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95935857008>.
4. González S. Determinación cuantitativa de plomo, cadmio y mercurio en huevos de gallina de venta en mercados populares del cono norte de Lima-Perú. [Tesis para optar al Grado Académico de Magíster en Ciencias de los Alimentos] Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015. [citado en abril del 2017]. Disponible en:  
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4439>.
5. Llacsá N., Araujo O. Determinación Cuantitativa de Cadmio y Plomo en huevos de gallina (*Gallus domesticus*) expendidos en Lima Metropolitana durante el periodo enero-abril 2014, [TESIS para optar el título profesional de Químico Farmacéutico], Perú, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Norbert Wiener, 2014 [citado en abril del 2017]. Disponible en:  
<http://www.uwiener.edu.pe/biblioteca/vieww.asp?rut=adocument%20testesis%20docpsdojasdkjahdaj/file/tuas007846273462374arrjhsdfdd/file/wruddseprestdfrrrasdfyb0321rest0000sdsdteresdfshfsd/fil>.
6. Tyocumbur E, Daramota T. *Assessment of Lead and Cadmium in the Eggs of Gallus gallus in Ibadan, Nigeria. American Journal of Food Science and*

- Nutrition* [en línea].2014. [citado en abril del 2017], Vol.1, No.4, pp. 47-54. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Emmanuel\\_Tyokumbur/publication/283892656\\_Assessment\\_of\\_lead\\_and\\_cadmium\\_in\\_the\\_eggs\\_of\\_Gallus\\_gallus\\_in\\_Ibadan\\_Nigeria/links/5666d4f508ae4931cd629fcd/Assessment-of-lead-and-cadmium-in-the-eggs-of-Gallus-gallus-in-Ibadan-Nigeria.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Emmanuel_Tyokumbur/publication/283892656_Assessment_of_lead_and_cadmium_in_the_eggs_of_Gallus_gallus_in_Ibadan_Nigeria/links/5666d4f508ae4931cd629fcd/Assessment-of-lead-and-cadmium-in-the-eggs-of-Gallus-gallus-in-Ibadan-Nigeria.pdf)
7. AL-Ashmawy, M.A.M .*Trace elements residues in the table eggs rolling in the Mansoura City markets Egypt. International Food Research Journal*. [en línea] 2013, [citado en abril del 2017,]20(4): 1783-1787.Disponible en:  
[http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20\(04\)%202013/38%20IFRJ%2020%20\(04\)%202013%20Maha%20Egypt%20\(028\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20(04)%202013/38%20IFRJ%2020%20(04)%202013%20Maha%20Egypt%20(028).pdf)
  8. Husrev, D. *The Heavy Metal Content in Chicken Eggs Consumed in Van Lake Territory. Ekoloji* [en línea]. 2013,[citado en abril del 2017],22, (86), 19-25.Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/272657614\\_The\\_Heavy\\_Meta\\_Content\\_in\\_Chicken\\_Eggs\\_Consumed\\_in\\_Van\\_Lake\\_Territory](https://www.researchgate.net/publication/272657614_The_Heavy_Meta_Content_in_Chicken_Eggs_Consumed_in_Van_Lake_Territory).
  9. Azza M.K. Sobeih y Hanaa M.R. Hegazy. *Determination of Some Heavy Metals in Table Hen's Eggs*.*Journal of American Science* [en línea] 2011;[citado en abril del 2017],7(9). Disponible en:  
[http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0709/032\\_6668am0709\\_224\\_229.pdf](http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0709/032_6668am0709_224_229.pdf)
  10. Belitz H, Grosh W. Capítulo 11, Huevos. Química de los Alimentos, 2<sup>o</sup> Edición, Zaragoza España, Acribia, 1992. p.587-597.
  11. Sastre A, Ortega R, Tortuero F, Suárez G, Vergara G, López C, Cepero R, García S, Campo J, Fernández M. Formación, Estructura y composición del huevo, El Libro del Huevo [en línea], 2<sup>o</sup> Edición, Madrid, Instituto de Estudios del Huevo, 2003 [citado en abril del 2017]p.22-25. Disponible en:  
[http://www.institutohuevo.com/images/archivos/el\\_libro\\_del\\_huevo\(1\).pdf](http://www.institutohuevo.com/images/archivos/el_libro_del_huevo(1).pdf)
  12. Montes A. Capítulo I. Composición Valor Nutritivo huevos. Bromatología Tomo I, 2da edición, Buenos aires, Universitaria, 1991, p. 567-581.
  13. Carbajal A. Calidad Nutricional de los Huevos y relación con la salud, Revista de Nutrición Práctica [en línea], 2006 [citado en mayo del 2017]10:73-76.  
Disponible en: [https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-11-26-Carbajal\\_NutrPractica2006.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-11-26-Carbajal_NutrPractica2006.pdf).

14. Casas N, Moncayo D, Cote S, Cárdenas A, Espitia L .Evaluación de la Estabilidad del huevo de codorniz en conserva con sales y conservantes orgánicos. *Scientia Agropecuaria* [en línea] 2016. [citado en mayo del 2017] 7(3):231–238.Disponible en:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7nspe/a10v7nspe.pdf>.
15. España C. Evaluación de Calidad Del Huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) comercializado en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño [Tesis profesional para obtener el título de Zootecnista] Pasto-Colombia, Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Producción y Procesamiento Animal. Programa de Zootecnia, Universidad de Nariño, 2014. [citado en mayo del 2017]. Disponible en:  
<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90080.pdf>.
16. Ochoa N., Manual de Manejo para la Cría y Explotación de la Codorniz (coturnicultura), [TESIS profesional para obtener el título de Médico Veterinario Y Zootecnista], Guadalajara-México, División de Ciencia Veterinaria, Universidad de Guadalajara. 1997. [citado en mayo del 2017].  
Disponible en:  
[http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3197/Ochoa\\_Vazquez\\_Noe.pdf?sequence](http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3197/Ochoa_Vazquez_Noe.pdf?sequence).
17. Díaz V., Díaz M., Domínguez S., Gómez A. Producción de huevos de codorniz [en línea], 29 de noviembre de 2016, [citado en mayo del 2017]  
Disponible en:  
<https://previa.uclm.es/profesorado/produccionanimal/PMP/Trabajos/G3.pdf>.
18. Linares G, Comparación Productiva y Económica de un Concentrado Comercial y tres Alternativos En Codornices de Postura (*Coturnix coturnix japonica*). [Tesis para optar al título de Licenciada en Medicina Veterinaria Y Zootecnia]. San Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Universidad De el Salvador, Junio de 2014. [citado en mayo del 2017]. Disponible en:  
<http://ri.ues.edu.sv/5968/1/13101555.pdf>.

19. Reyes M, Gómez I, Espinoza C. Tablas Peruanas de Composición De Alimentos, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición [Diapositiva] Lima-Perú. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. 2013, 120 Diapositivas. Disponible en:  
[http://www.bvs.ins.gob.pe/insprint/CENAN/Tablas\\_peruanas\\_composici%C3%B3n\\_alimentos\\_2013.pdf](http://www.bvs.ins.gob.pe/insprint/CENAN/Tablas_peruanas_composici%C3%B3n_alimentos_2013.pdf).
20. Montenegro D. Proyecto de Factibilidad en Coturnicultura en el Municipio de Sutatenza (Boyacá). [Proyecto de Gestión de Empresas Agropecuarias, Agroindustriales y Agroecológicas] Bogotá, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad De La Salle, 2011. [citado en mayo del 2017]. Disponible en:  
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5251/T12.11%20M764p.pdf?sequence=1>
21. Industria Avícola AVESUI. [en línea], México. Industria Avícola Digital Marzo 2017.[citado en Diciembre del 2017]. Disponible en:  
<http://www.industriaavicola-digital.com/201703/index.php?startid=34#/38>
22. Bataller Sifre R. Intoxicaciones por metales. Toxicología Clínica. 1º Ed. Valencia – España. Universitat de València; 2004.p.171-213.
23. Dreisbach - R. / True - B. El Plomo. Manual de Toxicología Clínica de Dreisbach: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. 7º Ed, traducida de la 13º Ed. en inglés, México. El Manual Moderno; 2003.p.220-234.
24. Bacon F. Plomo y sus Aleaciones [en línea], Argentina, Facultad de Química e Ingeniería, Universidad Católica Argentina,2008, [citado en junio del 2017] Disponible en:  
<https://estudiyensayo.files.wordpress.com/2008/11/plomo-y-aleaciones.pdf>
25. Ministerio del Medio Ambiente [en línea], 2006. [citado en junio del 2017] Disponible en:  
[http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/cap1\\_1\\_tcm7-20809.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/cap1_1_tcm7-20809.pdf).
26. Ballesteros S, Ramón F, Repetto G, Repetto R, Intoxicaciones por Productos Alimentarios. Metales, Mencías E, Mayero L, Manual de Toxicología Básica.Madrid – España, Ediciones Díaz de Santos, S. A. Juan. 2000 .p. 183-230, 619-647.

27. Belitz H, Grosh W. Contaminación De Los Alimentos, Química de los Alimentos, 2da Edición, Zaragoza España, Acribia, 1992.p.507-517.
28. Romo E, Determinación de Metales Pesados en Sedimentos del Rio Nazas, [TESIS para obtener el título de Ingeniero en Procesos Ambientales], México, División De Carreras Agronómicas, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” 2012. [citado en junio del 2017]. Disponible en: [repositorio.uaaan.mx:8080/.../EDNA%20CAROLINA%20ROMO%20FEMAT T.pdf](http://repositorio.uaaan.mx:8080/.../EDNA%20CAROLINA%20ROMO%20FEMAT%20T.pdf)
29. Sánchez G, Ecotoxicología del cadmio Riesgo Para La Salud De La Utilización De Suelos Ricos En Cadmio [en línea], Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, 2016, [citado en junio del 2017].Disponible en:<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GARA%20SANCHEZ%20BARRON.pdf>.
30. Cameán A., Repetto M., Principales Mecanismos de Absorción de Tóxicos presentes en Alimentos. Toxicología Alimentaria [en línea] 2º Ed. Madrid – España, Ediciones Díaz de Santos, S. A. Juan. 2012 .p.19-61-76.Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=SbUticcNWoMC&pg=PR13&dq=ANA+MARIA+CAMEAN+TOXICOLOGIA+ALIMENTARIA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj58L1ir7UAhVJFT4KHW8oBEoQ6AEIQjAE#v=onepage&q=ANA%20MARIA%20CAMEAN%20TOXICOLOGIA%20ALIMENTARIA&f=false>



## 8. ANEXOS

Nº de Muestras	Código	Procedencia	Concentrac ión de CADMIO (clara y yema mg/kg)	Valor min. del Cadmio (mg/kg)	Valor max. del Cadmio (mg/kg)	Norma Oficial Mexicana NOM-159- SSA1-1996 (mg/kg)
1	Merc 1-A	Mercado Virgen de Fátima	0.12	0.04	0.14	0.05
2	Merc 1-B	Mercado Virgen de Fátima	0.11	0.04	0.14	0.05
3	Merc 2-A	Mercado Condevilla	0.04	0.04	0.14	0.05
4	Merc 2-B	Mercado Condevilla	0.06	0.04	0.14	0.05
5	Merc 3-A	Mercado Puente Camote	0.12	0.04	0.14	0.05
6	Merc 3-B	Mercado Puente Camote	0.14	0.04	0.14	0.05
7	Merc 4-A	Mercado San Antonio	0.04	0.04	0.14	0.05
8	Merc 4-B	Mercado San Antonio	0.05	0.04	0.14	0.05
9	Merc 5-A	Mercado Nuevo Horizonte	0.13	0.04	0.14	0.05
10	Merc 5-B	Mercado Nuevo Horizonte	0.11	0.04	0.14	0.05
11	Merc 6-A	Mercado de Vipol	0.06	0.04	0.14	0.05
12	Merc 6-B	Mercado de Vipol	0.04	0.04	0.14	0.05
13	Merc 7-A	Mercado Ovalo de Huandoy	0.06	0.04	0.14	0.05
14	Merc 7-B	Mercado Ovalo de Huandoy	0.05	0.04	0.14	0.05
15	Merc 8-A	Centro Comercial Caquetá	0.11	0.04	0.14	0.05
16	Merc 8-B	Centro Comercial Caquetá	0.12	0.04	0.14	0.05
17	Merc 8-C	Centro Comercial Caquetá	0.10	0.04	0.14	0.05
18	Merc 8-D	Centro Comercial Caquetá	0.11	0.04	0.14	0.05
19	Merc 8-E	Centro Comercial Caquetá	0.05	0.04	0.14	0.05
20	Merc 8-F	Centro Comercial Caquetá	0.04	0.04	0.14	0.05

**Tabla N° 25 Concentración de Cadmio en Huevos (clara y yema) de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017**

Nº de Muestra	Código	Procedencia	Concentración de PLOMO (clara y yema mg/Kg)	Valor min. Del plomo (mg/kg)	Valor máx. del Plomo (clara y yema) mg/kg	Reglamento Técnico MERCOSUR
1	Merc 1-A	Mercado Virgen de Fátima	0.22	0.08	0.26	0.1
2	Merc 1-B	Mercado Virgen de Fátima	0.26	0.08	0.26	0.1
3	Merc 2-A	Mercado Condevilla	0.11	0.08	0.26	0.1
4	Merc 2-B	Mercado Condevilla	0.13	0.08	0.26	0.1
5	Merc 3-A	Mercado Puente Camote	0.18	0.08	0.26	0.1
6	Merc 3-B	Mercado Puente Camote	0.21	0.08	0.26	0.1
7	Merc 4-A	Mercado San Antonio	0.25	0.08	0.26	0.1
8	Merc 4-B	Mercado San Antonio	0.14	0.08	0.26	0.1
9	Merc 5-A	Mercado Nuevo Horizonte	0.12	0.08	0.26	0.1
10	Merc 5-B	Mercado Nuevo Horizonte	0.08	0.08	0.26	0.1
11	Merc 6-A	Mercado de Vipol	0.11	0.08	0.26	0.1
12	Merc 6-B	Mercado de Vipol	0.08	0.08	0.26	0.1
13	Merc 7-A	Mercado Ovalo de Huandoy	0.11	0.08	0.26	0.1
14	Merc 7-B	Mercado Ovalo de Huandoy	0.16	0.08	0.26	0.1
15	Merc 8-A	Centro Comercial Caquetá	0.14	0.08	0.26	0.1
16	Merc 8-B	Centro Comercial Caquetá	0.16	0.08	0.26	0.1
17	Merc 8-C	Centro Comercial Caquetá	0.13	0.08	0.26	0.1
18	Merc 8-D	Centro Comercial Caquetá	0.14	0.08	0.26	0.1
19	Merc 8-E	Centro Comercial Caquetá	0.11	0.08	0.26	0.1
20	Merc 8-F	Centro Comercial Caquetá	0.16	0.08	0.26	0.1

**Tabla Nº 26 Concentración de Plomo en Huevos (clara y yema) de Codorniz “*Coturnix coturnix*” expendidos en mercados más concurridos del distrito de San Martín de Porres en Lima, Junio 2017.**

### **PARÁMETROS DE LECTURA PARA PLOMO**

**Método:** Determinación de Plomo por Horno de grafito.

<b>PARÁMETROS DE INSTRUMENTO</b>	
Tipo de Sistema	Horno
Elemento	Pb
Matriz	Ácido Fosfórico.
Corriente de Lámpara	5.00mA
Longitud de Onda	283.30nm
Ancho de corte	0.50nm
Tamaño de Apertura	Reducido

**Tabla Nº 27 Parámetros de Instrumento para Determinación de Plomo**

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

**Tabla Nº 28 Parámetros de calibración para Determinación de Plomo**

<b>PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE MUESTRA</b>	
Modo de Medición	Área máxima.
Introducción de Muestras	Automático
Constante de Tiempo	0.00
Replicas	2

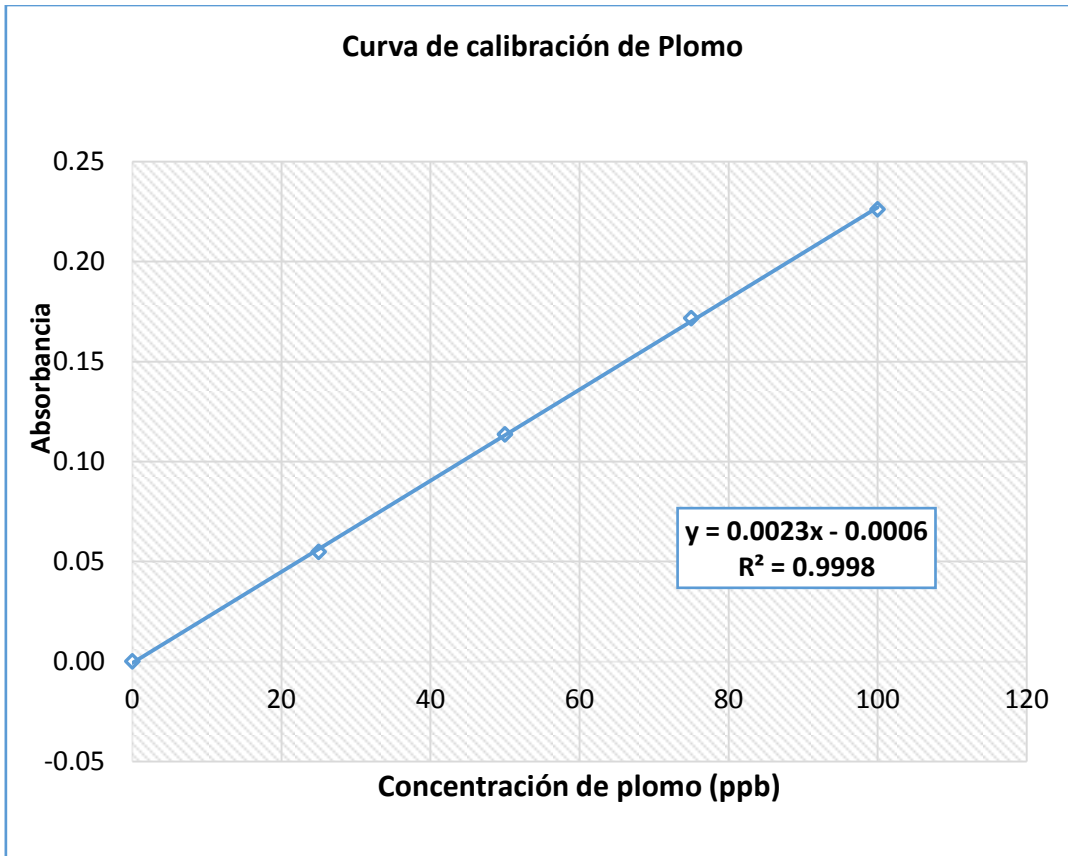
**Tabla N° 29 Parámetros de Medición de Muestra para Determinación de Plomo**

➤ **CALIBRACIÓN COMPLETA:**

**Modo de calibración:** LS Lineal A través de Cero, **Error máx.:** 0.6331, **R<sup>2</sup>:** 0.9998, **R:** 0.9999, **Conc. = 439.6764\*Abs.**

<b>Muestra Etiquetada</b>	<b>Conc. Pb (ppb)</b>	<b>Media Abs.</b>
Cal Blanco	-----	0.0000
Estándar 1	25.00	0.0569
Estándar 2	50.00	0.1144
Estándar 3	75.00	0.1719
Estándar 4	100.00	0.2294

**Tabla N° 30 Calibración completa para Determinación de Plomo**



**Gráfico Nº 9 Curva de Calibración: Relación de Absorbancia y Concentración de Plomo**

## PARÁMETROS DE LECTURA PARA CADMIO

**Método:** Determinación de Cadmio por Horno Grafito.

<b>PARÁMETROS DE INSTRUMENTO</b>	
Tipo de Sistema	Horno
Elemento	Cd
Matriz	Ácido Fosfórico.
Corriente de Lámpara.	3.00mA
Longitud de Onda	228.80nm
Ancho de corte	2.00 nm
Tamaño de Apertura	Reducido

**Tabla N° 31 Parámetros de Instrumento para Determinación de Cadmio**

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

**Tabla N° 32 Parámetros de calibración para Determinación de Cadmio**

PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE MUESTRA	
Modo de Medición	Área máxima.
Introducción de Muestras	Automático
Constante de Tiempo	0.00
Replicas	2

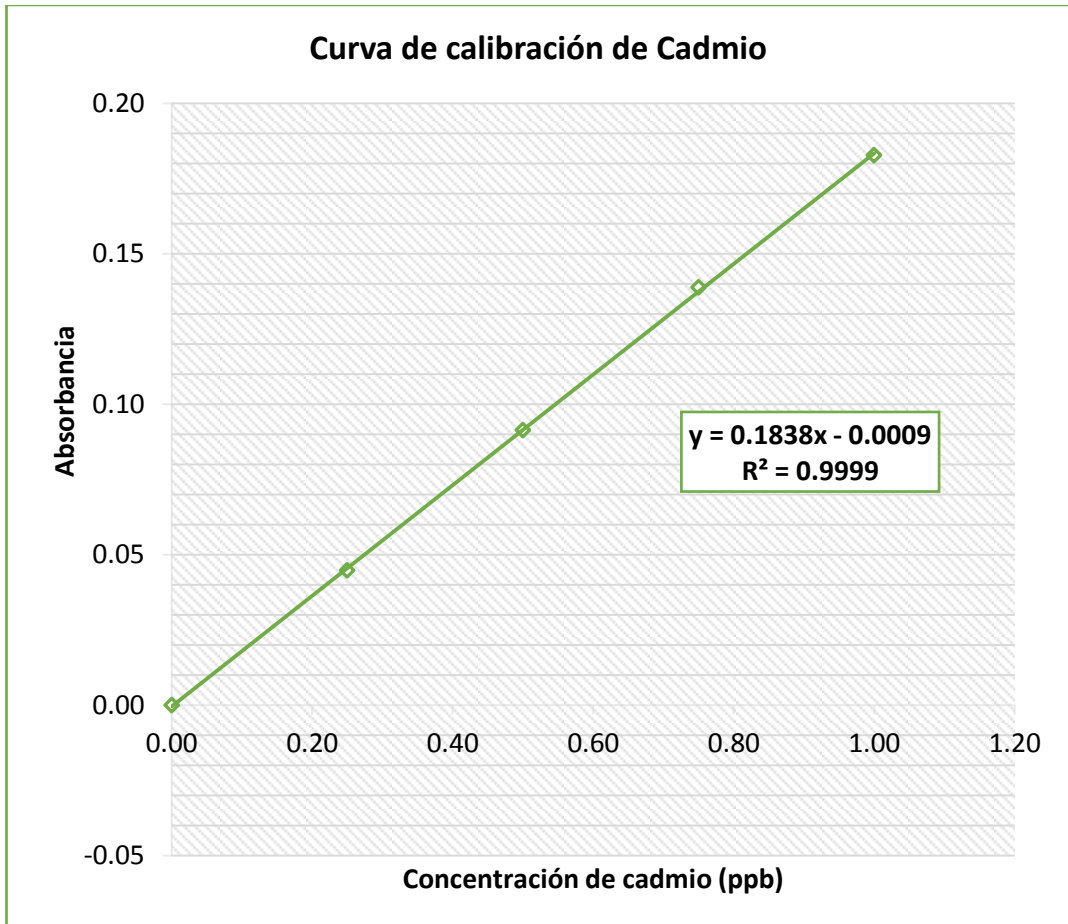
**Tabla N° 33 Parámetros de Medición de Muestra para Determinación de Cadmio**

➤ **CALIBRACIÓN COMPLETA:**

**Modo de calibración:** LS Lineal A través de Cero, **Error máx.:** 0.0087, **R<sup>2</sup>:** 0.9997, **R:** 0.9999, **Conc. = 5.4585 \*Abs.**

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

**Tabla N° 34 Calibración completa para Determinación de Cadmio**



**Gráfico Nº 10 Curva de Calibración: Relación de Absorbancia y Concentración de Cadmio**



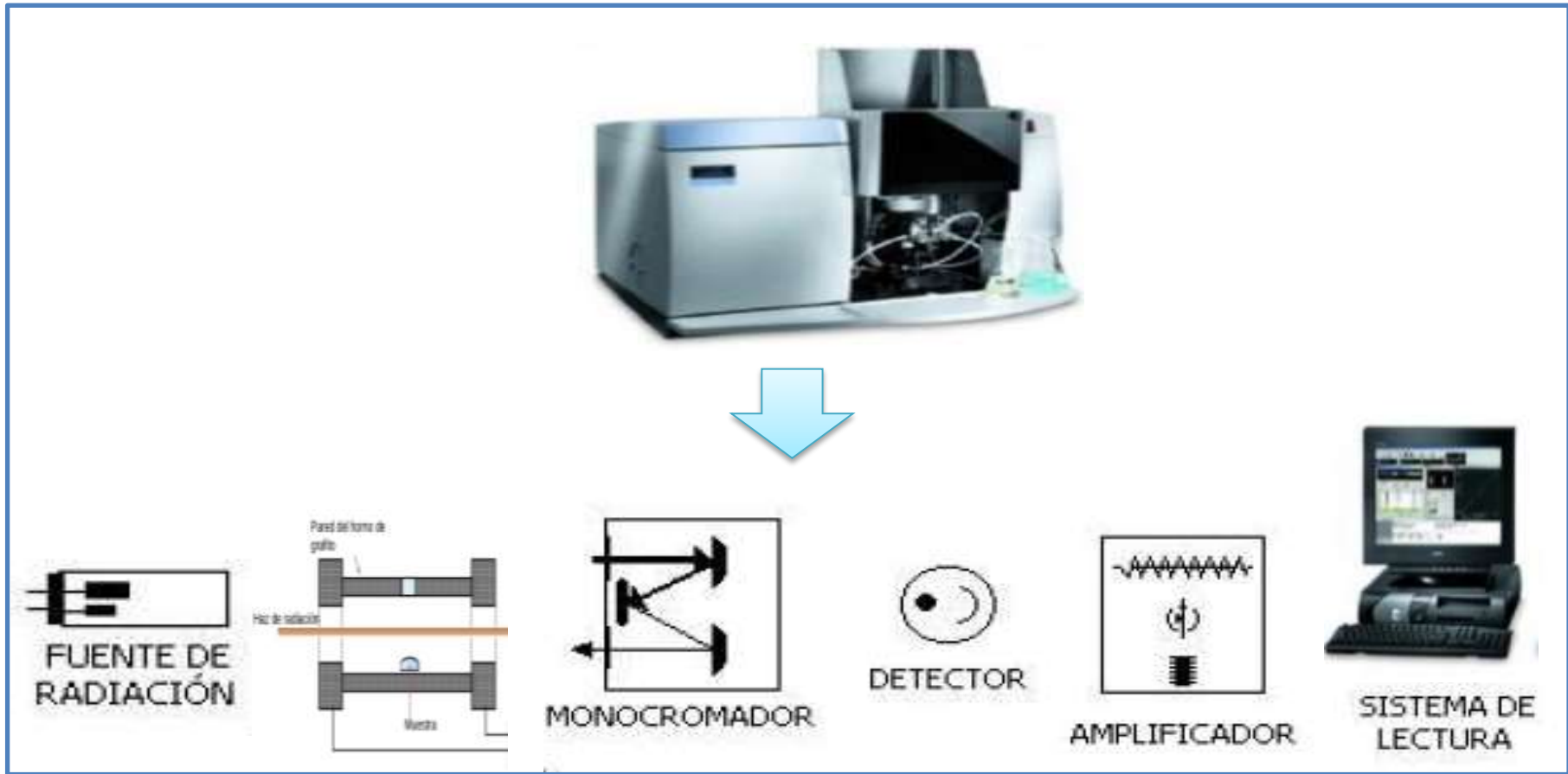


Gráfico Nº 11 Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito