DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO EN EL AIRE DE CONSULTORIOS Y CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS EN CARTAGENA COLOMBIA

ARMIDA MARÍA ARRÁZOLA DÍAZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA
CONVENIO CON UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
BOGOTÁ, D.C.
2011

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO EN EL AIRE DE CONSULTORIOS Y CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS EN CARTAGENA COLOMBIA

ARMIDA MARÍA ARRÁZOLA DÍAZ

Código: 598935

Trabajo de grado para optar título de Magíster en Toxicología

Director

JESÚS OLIVERO VERBEL, Q.F. Ph.D.

Profesor Títular Universidad de Cartagena

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA

CONVENIO CON UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

BOGOTÁ, D.C.

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS
GRUPO DE COLECCIONES

FORMATO UNICO PARA ENTREGA DE LOS TRABAJOS DE GRADO

TÍTULO EN ESPAÑOL:

Determinación de los niveles de mercurio en el aire de consultorios y clínicas odontológicas en Cartagena Colombia

TÍTULO EN INGLÉS:

Determination of mercury levels in the air of dental offices and clinics in Cartagena, Colombia

RESUMEN EN ESPAÑOL:

El vapor de mercurio generado por la colocación y extracción de amalgamas dentales es un contaminante en los ambientes clínicos odontológicos debido a su toxicidad y energía cinética que le imprime la pieza de mano utilizada para este fin, haciendo más fácil su penetración al tracto respiratorio.
El objetivo primordial de la presente investigación fue determinar los niveles de mercurio en el aire de consultorios y clínicas odontológicas de la ciudad de Cartagena, Colombia. Para tal fin se utilizó un estudio descriptivo de corte transversal; en el cual, se establecieron los vapores de este metal en el ambiente, en la escupidera y mesón de trabajo de 64 consultorios clínicos mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. El periodo empleado para la recolección de las muestras fue de seis meses, comprendido entre noviembre de 2010 y abril de 2011.
Los resultados mostraron niveles de vapores de mercurio en el 56.66% de las diferentes aéreas sin pacientes promediados: 2.206 ng/m^3 aire ambiental, 4.435 ng/m^3 escupidera, 2.116 ng/m^3 mesón de trabajo. En relación al 43.34% de los sitios con atención de pacientes en el momento de la medición el promedio es el siguiente: 32.837 ng/m^3 aire ambiental, 21.088 ng/m^3 escupidera, 11.394 ng/m^3 mesón de trabajo; encontrándose niveles muy por encima de los estándares permisibles de acuerdo a los requerimientos de la EPA (300ng/m^3)
Se concluye que existe un desconocimiento total del peligro a nivel laboral y ambiental en la utilización de las amalgamas dentales y que los profesionales del área de odontología no reciben educación ni capacitación sobre la temática.

ABSTRACT

The mercury vapor generated by the placement and removal of dental amalgam is a contaminant in dental clinical settings because of its toxicity and kinetic energy that gives it the handpiece used for this purpose, making it easier to penetrate the respiratory tract.

The primary objective of this investigation was to determine the levels of mercury in the air of dental offices and clinics of the city of Cartagena, Colombia. To this end we used a cross sectional study, in which were set fumes of mercury in the atmosphere in the spittoon and work table of 64 clinical offices using the technique of atomic absorption spectrophotometry. The period used for collection of samples was six months between November 2010 and April 2011.

The results showed mercury vapor levels in 56.66% of the different areas without patients averaged: 2,206 ng/m3 ambient air, 4,435 ng/m3 spittoon, 2116 ng/m3 bench. In relation to 43.34% of sites with patient care at the time of measuring the average is as follows: 32,837 ng/m3 ambient air, 21,088 ng/m3 spittoon, 11,394 ng/m3 work table, found much higher levels permissible standards according to the requirements of the EPA (300. ng/m3)

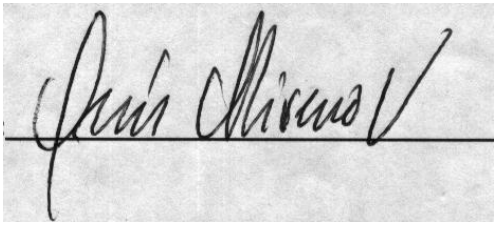
We conclude that there is a total ignorance of the danger to occupational and environmental level in the use of dental amalgam and the dental professionals, education or training on the subject.

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL:

Odontología, mercurio, amalgamas dentales, vapores de mercurio

KEYWORDS:

Key words: dentistry, mercury, dental amalgam, mercury vapors

FIRMA DEL DIRECTOR: 

AUTOR: Armida María Arrazola Díaz (1959)

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

_____
Firma del director trabajo de grado

_____
Firma del evaluador

Bogotá, Agosto de 2011

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Amado Padre Celestial, por ser mi centro y mi guía en este camino tan arduo. Gracias Señor por darme la fuerza para seguir adelante, hasta culminarlo con satisfacción.

A mis hijas Natalia y Cristina, los dos tesoros más hermosos que la vida me ha dado por su compresión y apoyo durante esta tarea.

AGRADECIMIENTOS

A la doctora Myriam Gutiérrez quien con su tesón, dedicación y perseverancia hizo posible la realización de la maestría en Toxicología en la ciudad de Cartagena de Indias.

Al Doctor Jesús Oliveros Verbel y al grupo de química ambiental y computacional de la Universidad de Cartagena por su compromiso y por facilitar el equipo necesario para realizar las mediciones mercurio en campo.

De igual manera les doy mis agradecimientos al cuerpo docente de la maestría de toxicología de la Universidad Nacional de Colombia y de la Universidad de Cartagena.

A Wilson Maldonado, quien me entrenó sobre la utilización del equipo y acompañó en varias ocasiones a la evaluación en campo.

A todas las personas que en una u otra forma me brindaron su apoyo incondicional para que este logro fuera posible.

CONTENIDO

Pág.

LISTA DE TABLAS 10

LISTA DE FIGURAS 11

LISTA DE ANEXOS 12

INTRODUCCIÓN 15

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18

2. JUSTIFICACIÓN 23

3. OBJETIVOS 25

3.1 OBJETIVO GENERAL 25

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 25

4. MARCO TEÓRICO 26

4.1 GENERALIDADES DEL MERCURIO 26

4.2 TOXICOCINÉTICA DEL MERCURIO 28

4.3 TOXICODINAMIA DEL MERCURIO 28

4.4 CICLO DEL MERCURIO 29

4.5 MERCURIO Y ODONTOLOGÍA 30

4.6 MÉTODO ANALÍTICO PARA EVALUACION DE MERCURIO EN AIRE 33

5. DISEÑO METODOLOÓGICO 35

5.1 TIPO DE ESTUDIO 35

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA 36

5.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSION 37

Pág.

5.3.1. Criterios de inclusión: 37

5.3.2. Criterios de exclusión: 37

5.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES 37

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 38

7. CONCLUSIONES 43

8. RECOMENDACIONES 45

9. IMPACTO ESPERADO 46

BIBLIOGRAFÍA 47

ANEXO A. SIGLAS Y ABREVIATURAS 55

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Características físico-químicas del mercurio.....27

Tabla 2 Operacionalización de Variables.....37

Tabla 3 Determinación de la concentración de mercurio en el ambiente de trabajo odontológico sin paciente. 38

Tabla 4 Determinación de la concentración de mercurio en la escupidera sin paciente 39

Tabla 5 Determinación de la concentración de mercurio en el mesón de trabajo sin pacientes 40

Tabla 6 Determinación de la concentración de mercurio en el mesón de trabajo con pacientes.....40

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Mapa geográfico de la ciudad de Cartagena 20

Figura 2 Ciclo del mercurio 29

Figura 3 Imagen de amalgama dental e instrumental utilizado 30

Figura 4 Imagen de la colocación de una amalgama dental 31

Figura 5 Zeeman analizador de mercurio RA-915^{+} 33

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo A	Siglas y abreviaturas .	**53**
Anexo B	Concentraciones de mercurio medidos en el aire de diferentes centros odontológicos de la ciudad de Cartagena.	**54**

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO EN EL AIRE DE CONSULTORIOS Y CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS EN CARTAGENA COLOMBIA

DETERMINATION OF MERCURY LEVELS IN THE AIR OF DENTAL OFFICES AND CLINICS IN CARTAGENA, COLOMBIA

RESUMEN

El vapor de mercurio generado por la colocación y extracción de amalgamas dentales es un contaminante en los ambientes clínicos odontológicos debido a su toxicidad y energía cinética que le imprime la pieza de mano utilizada para este fin, haciendo más fácil su penetración al tracto respiratorio.

El objetivo primordial de la presente investigación fue determinar los niveles de mercurio en el aire de consultorios y clínicas odontológicas de la ciudad de Cartagena, Colombia. Para tal fin se utilizó un estudio descriptivo de corte transversal; en el cual, se establecieron los vapores de este metal en el ambiente, en la escupidera y mesón de trabajo de 64 consultorios clínicos mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. El periodo empleado para la recolección de las muestras fue de seis meses, comprendido entre noviembre de 2010 y abril de 2011.

Los resultados mostraron niveles de vapores de mercurio en el 56.66% de las diferentes aéreas sin pacientes promediados: 2.206 ng/m^3 aire ambiental, 4.435 ng/m^3 escupidera, 2.116 ng/m^3 mesón de trabajo. En relación al 43.34% de los sitios con atención de pacientes en el momento de la medición el promedio es el siguiente: 32.837 ng/m^3 aire ambiental, 21.088 ng/m^3 escupidera, 11.394 ng/m^3 mesón de trabajo; encontrándose niveles muy por encima de los estándares permisibles de acuerdo a los requerimientos de la EPA (300ng/m^3)

Se concluye que existe un desconocimiento total del peligro a nivel laboral y ambiental en la utilización de las amalgamas dentales y que los profesionales del área de odontología no reciben educación ni capacitación sobre la temática.

Palabras Claves: odontología, mercurio, amalgamas dentales, vapores de mercurio

ABSTRACT

The mercury vapor generated by the placement and removal of dental amalgam is a contaminant in dental clinical settings because of its toxicity and kinetic energy that gives it the handpiece used for this purpose, making it easier to penetrate the respiratory tract.

The primary objective of this investigation was to determine the levels of mercury in the air of dental offices and clinics of the city of Cartagena, Colombia. To this end we used a cross sectional study, in which were set fumes of mercury in the

atmosphere in the spittoon and work table of 64 clinical offices using the technique of atomic absorption spectrophotometry. The period used for collection of samples was six months between November 2010 and April 2011.
The results showed mercury vapor levels in 56.66% of the different areas without patients averaged: 2,206 ng/m3 ambient air, 4,435 ng/m3 spittoon, 2116 ng/m3 bench. In relation to 43.34% of sites with patient care at the time of measuring the average is as follows: 32,837 ng/m3 ambient air, 21,088 ng/m3 spittoon, 11,394 ng/m3 work table, found much higher levels permissible standards according to the requirements of the EPA (300. ng/m3)
We conclude that there is a total ignorance of the danger to occupational and environmental level in the use of dental amalgam and the dental professionals, education or training on the subject.

Key words: dentistry, mercury, dental amalgam, mercury vapors

INTRODUCCIÓN

El mercurio es un metal que por sus propiedades ha sido utilizado en diferentes campos, entre los que se encuentra la odontología en la elaboración de amalgamas de dentales. Su uso y toxicidad han sido estudiados desde tiempos antiguos (Chaari, et al., 2009), hoy día sigue siendo uno de los más graves problemas para la salud humana y ambiental. La contaminación por mercurio es la causa de una variedad de efectos adversos en los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como en el hombre. Por ser altamente tóxico, por su amplia distribución y uso es considerado potencialmente un contaminante a nivel mundial (Gutiérrez et al., 2008).

El mercurio es un metal pesado liquido, de color blanco plateado, que a temperatura ambiente se vaporiza, pudiendo permanecer en la atmósfera hasta por un año (Rutowski et al., 2006). Cuando se libera al aire, es transportado y depositado globalmente (Olivero, 2002). En la naturaleza puede encontrarse como sulfuro (cinabrio), aunque sus especies principales son el mercurio metálico o elemental (Hg), mercurio inorgánico o sales de mercurio (Hg+) y mercurio orgánico (Castro et al., 2005); siendo de mayor utilidad en el campo de la salud el mercurio elemental, el cual es utilizado en los instrumentos de medición de temperatura y presión arterial, también en la elaboración de las amalgamas dentales como elemento restaurativo (Ramírez, 2008).

Desde hace tiempo este metal ha sido utilizado en la práctica odontológica por su capacidad de unir metales (amalgamar), por su bajo costo y rápida fijación en la reparación de piezas dentales. Existe una gran controversia acerca de la seguridad de las amalgamas dentales ya que el mercurio es un residuo peligroso de gran toxicidad (Al-Khatib et al., 2010), por lo que constituye una preocupación

constante como riesgo ocupacional para los odontólogos, sus asistentes y por supuesto los pacientes que se exponen a los vapores de mercurio, potencialmente tóxicos (Paksoy et al., 2008; Gioda et al., 2007; Langworth et al., 1997; Ritchie et al., 2004). La liberación de partículas de amalgamas dentales en la práctica odontológica es un asunto de particular interés, debido al vertimiento de residuos de amalgamas directamente a aguas residuales contribuyendo a la liberación de mercurio en el medio ambiente (Jokstad, 2006; National Mercury Programs, 2001; Arenholt, 1992).

En odontología la aleación de mercurio y otros metales (plata, cobre, estaño, zinc), es conocida como amalgama dental, siendo uno de los materiales más utilizados para la restauración funcional y morfológica dentaria por su bajo costo y fácil manipulación (Chaari et al., 2009). Aunque en la práctica privada no es usada la amalgama dental como restaurador de las piezas dentarias, si se realizan extracciones de ellas que son depositadas en las aguas residuales. En el caso especifico de Cartagena-Bolívar, los vertederos de las aguas residuales son la Ciénaga de la Virgen y la Bahía de Cartagena, también utilizados para actividades como pesca, entretenimiento, los cuales tienen comunicación directa con el Mar Caribe.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) confirmó que el mercurio presente en las amalgamas dentales, es la mayor fuente de vapores del metal en poblaciones no industrializadas, exponiendo a las personas afectadas a niveles que exceden significativamente los establecidos para los alimentos y el aire.

Investigaciones científicas han reportado que la presencia de mercurio en el aire, el medio ambiente y dentro de centros de atención odontológica, excede los límites de exposición humana permisibles (Gioda et al., 2007; Stone et al., 2006;

Ritchie et al., 2004; Brown et al., 2002; Stonehouse et al., 2001). Dentro del grupo de profesionales del área de odontología, las más expuestas son las auxiliares, debido a la manipulación de las amalgamas dentales produciéndoles mal funcionamiento cognitivo (Hilt et al., 2009). En necropsias realizadas para medir las exposiciones de Hg en el cuerpo humano, ha sido encontrado que las principales fuentes de exposición de la población en general, son metilmercurio presentes en los alimentos, particularmente pescados y mariscos, Hg inorgánico de los alimentos y el vapor de mercurio de las amalgamas dentales (Björkman et al., 2007).

Por las razones expuestas anteriormente, este estudio brinda una primera aproximación al conocimiento de las concentraciones de mercurio al que están expuestos los pacientes, personal auxiliar y los odontólogos que elaboran en los centros odontológicos de la ciudad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los vapores de mercurio elemental son altamente tóxicos, su exposición aguda a niveles >1.000 ng/m^3 puede causar neumonía y otros signos de daño pulmonar, a niveles <100 ng/m^3 dan lugar a gingivitis, temblores de manos y eretismo (desordenes de personalidad, psicológicos que incluyen delirio, alucinaciones, cambios de comportamiento, etc.); en concentraciones de 25-100 ng/m^3 a largo plazo están asociadas a síntomas más suaves como temblores casi imperceptibles, irritabilidad, insomnio o lasitud (Cabañero, 2009), además puede ocasionar trastornos neurológicos irreversibles (Pranjić et al., 2003), incluyendo afectación de la velocidad psicomotora, capacidad de atención, memoria visual inmediata (Ellingsen et al., 2001), función visual (Barboni et al.,2009), así como alteraciones en el sistema inmunológico, reproductivo y renal (Jarosińska et al., 2008; Rutowski et al., 2006; Morales et al.,2003; El-Safty et al., 2002).

Las amalgamas dentales han sido usadas desde hace aproximadamente 200 años para obturar las cavidades dentarias ocasionadas por caries dentales (Hylander et al., 2006). Estas liberan vapor de Hg, el cual es absorbido en un 80% cuando se inhala, más aún, algunas partículas de mercurio son disueltas en la saliva y absorbidas posteriormente por el tracto gastrointestinal (Barregard et al.,1995; WHO 1991). A pesar de esto, la agencia internacional de regulación ha evaluado el potencial efecto de la amalgama dental de mercurio en la salud y no encontraron en 1997 razones para no recomendar su uso.

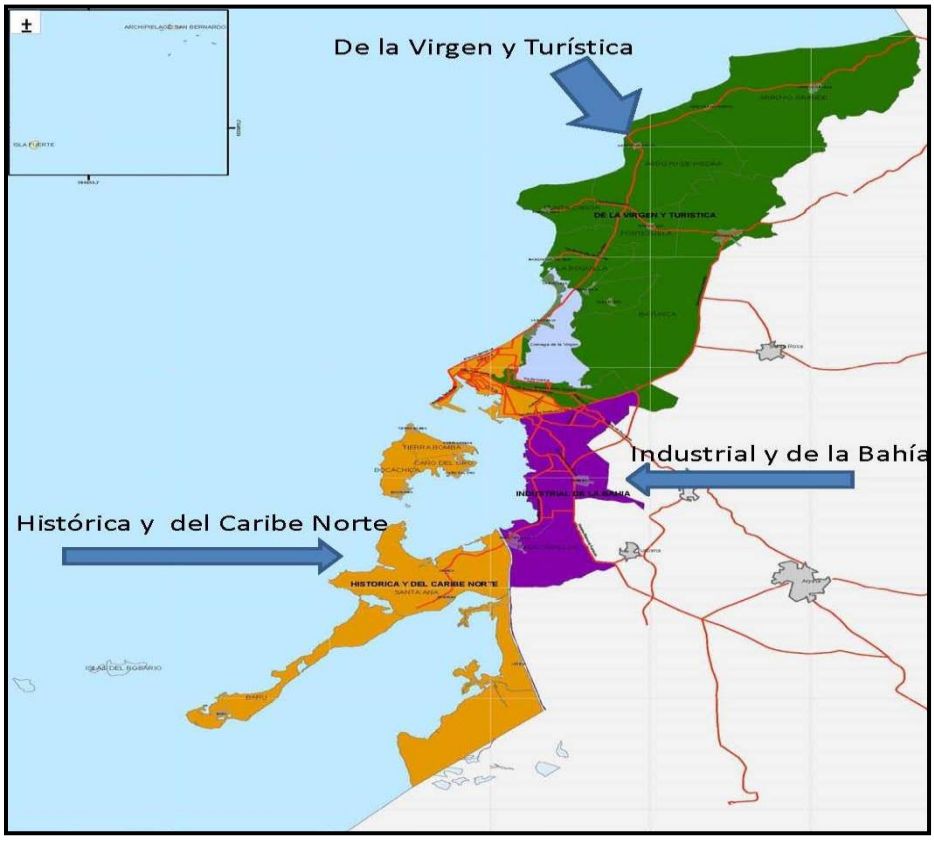
En el desarrollo de esta controversia sobre el uso del mercurio en odontología, la Organización Mundial de la Salud (OMS) determino: “El mercurio de uso odontológico es un contaminante ambiental no solamente de la atmósfera del

consultorio, sino también de aguas residuales" (Rutowski et al., 2006; Ruiz et al., 2005; Vandeven et al., 2004), ya que los residuos de las amalgamas dentales son probablemente los químicos más importantes por su toxicidad generados a partir de la práctica clínica dental debido a la presencia de metales pesados entre sus componentes, principalmente mercurio (Pereira et al., 2010; Al-Khatib et al., 2010). Un estudio realizado en Canadá muestra que el mercurio ambiental se encuentra en el flujo de partículas de amalgamas dentales en aguas residuales y es biodisponible para los peces acumulándose en sus tejidos (Kennedy, 2003). Así mismo una investigación realizada en la Bahía de Cartagena en el año 1977, y citado por (Córdoba, 2001) en su libro de Toxicología dice: "Se han vertido a la Bahía de Cartagena siete toneladas de mercurio metálico y si consideramos que 250 gramos del metal son capaces de contaminar 10 millones de libras de pescado, podemos fácilmente imaginar el peligro de esta situación".

Esta investigación fue desarrollada tomando como base los datos suministrados por el Departamento Administrativo Distrital de Salud (DADIS), el cual registra que en Cartagena existen 385 establecimientos odontológicos entre consultorios privados y clínicas, de los cuales 150 no contestaron las llamadas, los 235 sitios odontológicos contactados están distribuidos de la siguiente manera: Localidad 1, 2 y 3 con 190, 13 y 32 establecimientos odontológicos respectivamente

La ciudad de Cartagena de Indias, es la capital del Departamento de Bolívar, ubicado en el Caribe Colombiano, con una superficie de 109,11 km²; se encuentra a 10° 25' 30" latitud norte y 75° 32' 25" longitud oeste, temperatura 28° C; altitud 2 msnm; su población según el DANE 892.5451 habitantes.

Figura 1 Mapa geográfico de la ciudad de Cartagena



Fuente: http://midas.cartagena.gov.co/(2011)

Políticamente, Cartagena de Indias, está dividida en 15 unidades comuneras de gobierno urbano (UCGU), que según Ley 768 de 2002 y mediante acuerdo 029 del mismo año las agrupa en tres localidades que son:

▶Localidad Histórica y del Caribe Norte (1), a la que pertenecen las unidades comuneras urbanas 1,2,3,8,9,10. (Figura 1).

▶Localidad De la Virgen y Turística (2), a la que pertenecen las unidades comuneras 4,5,6,7. (Figura 1).

▶Localidad Industrial y de la Bahía (3), a la que pertenecen las unidades comuneras 11,12,13,14,15. (Figura 1)

Esta ciudad, está rodeada por tres cuerpos de agua que son: la Bahía de Cartagena, la Ciénaga de la Virgen o de Tesca y el Mar Caribe, los cuales están interconectados y son utilizados para diversas actividades, tales como natación, pesca, entretenimiento, recolección de alimentos del mar, navegación, transporte y asimilación de residuos y desperdicios por el vertimiento de alcantarillado a la Bahía de Cartagena y a la Ciénaga de la Virgen.

De acuerdo con Aguas de Cartagena (ACUACAR) a finales de la década pasada fué estimado el nivel de descarga de la siguiente manera:

Ciénaga de la Virgen	:	Alcantarillado	62.400m^3/día
		Caños y lagunas	25.000 m^3/día
Bahía de Cartagena	:	Alcantarillado	44.000 m^3/día
		Caños y lagunas	12.000 m^3/día

El total del vertimiento diario del alcantarillado a la Ciénaga de la Virgen y la Bahía de Cartagena es de 106.400 m^3 y cada día aumenta.

Estudios realizados sobre la presencia de mercurio en el aire de los consultorios odontológicos demuestran un incremento en su concentración al momento de la aplicación, pulido y remoción de las amalgamas dentales (Paksoy et al., 2008; Takahashi et al., 2001); además la temperatura es un factor que influye en la volatilización del mercurio (Costa et al., 2008); por ello, los profesionales de la

odontología están seriamente expuestos de manera crónica al mercurio elemental (Atesagaoglu, et al.,2006; Morales, et al.,2003; Chin et al.,2000).

También fue realizado un estudio en la Universidad de Antioquia sobre la contaminación con mercurio en entidades odontológicas y encontró los siguientes resultados: “Existe riesgo latente de contaminación por mercurio en 97% de las entidades grandes estudiadas, por cuanto en 12 de ellas la temperatura de trabajo está entre 18 y 24 °C, rango a partir del cual empieza una notable evaporación. El riesgo se hace mucho mayor porque en 17 de las 30 instituciones la temperatura es superior a 24 °C, lo que favorece en forma exponencial la velocidad de evaporación de mercurio” (Ruiz et al., 2008); necesario revisar los sistemas de ventilación existentes en estos sitios para garantizar una atmósfera de trabajo adecuada (Morales et al., 2003). Una investigación reciente concluye que: “en seis de las entidades que preparan más de 200 superficies de amalgama a la semana se visualizaron gotas de mercurio derramado en cuatro de ellas; además, en otras tres tienen una mala práctica de emplear un pedazo de tela para escurrir el exceso de mercurio (tela que permanece expuesta en las repisas), lo que puede contribuir a que la atmósfera se contamine” (Ruiz et al., 2008).

Bajo este contexto es planteada la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuáles son los niveles de mercurio en los consultorios y clínicas odontológicas de la ciudad de Cartagena?*

2. JUSTIFICACIÓN

La sociedad está expuesta de diversas maneras a metales pesados como el mercurio que con el tiempo, en forma crónica, propician el desarrollo de enfermedades a partir de intoxicaciones. Esto ha motivado la realización de campañas de prevención y control del uso de algunas de estas sustancia. En el presente se mira más los beneficios actuales y no los perjuicios futuros permanentes, provocados por la ingenuidad y/o ignorancia de los pacientes y algunos profesionales del área de la salud frente a las diversas complicaciones causadas por este metal que van desde obstrucciones de la vía metabólica hasta depresiones en el sistema nervioso central.

En la actualidad es necesario evaluar cuantitativamente el impacto de los niveles o vapores de mercurio presentes en la manipulación de las amalgamas y las consecuencias que esto genera en la salud humana a corto y largo plazo. Por ello, es de suma importancia monitorear con frecuencia los ambientes odontológicos, en donde es manipulado este metal, ya sea colocando o extrayendo amalgamas dentales; tomando muestras de aire, así como realizar periódicamente pruebas de laboratorio al personal en riesgo dando cumplimiento de esta manera a una recomendación de la Federación Dentaria Internacional (FDI), concerniente a la higiene del mercurio.

Es necesaria la cuantificación mercurial en el aire de los ambientes clínicos odontológicos en Cartagena, abarcando consultorios, clínicas dentales de la ciudad para comparar la información obtenida con valores permisibles por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados unidos (EPA, USA)

Conocer si los niveles de la posible contaminación mercurial, constituirá un fundamento para recomendar a las autoridades de las Facultades de Odontología de la ciudad de Cartagena, de igual manera a las clínicas y consultorios dentales, las modificaciones en los protocolos de prevención e infraestructura de las clínicas y laboratorios donde se maneja el mercurio de amalgamas dentales, y así hacer más seguros los ambientes de trabajo y estudio y evitar la posible contaminación ambiental. Así mismo los resultados obtenidos en la investigación se daran a conocer a entidades privadas y gubernamentales motivándolas a la capacitación de los odontólogos y auxiliares acerca de los riesgos y contaminación ambiental a los que están sometidos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de mercurio en el aire en los ambientes de los consultorios y clínicas odontológicas de la ciudad de Cartagena, Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la medición de mercurio en aire ambiental, escupidera y mesón de trabajo con un equipo AR-915+, de la casa Lumex en ng- Hg/m^3 presente en el área laboral de los consultorios y clínicas odontológicas de la ciudad de Cartagena

- Comparar los niveles de mercurio obtenidos en el aire en establecimientos odontológicos con los estándares internacionales, con el fin de determinar el riesgo de toxicidad.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL MERCURIO

El mercurio es un metal líquido blanco plateado (cromado), de evaporación lenta, cuyos vapores puede acumularse en la atmosfera aproximadamente por un período de tiempo de un año (Rutowski et al., 2006; Goldwater, 1972). Este vapor, es invisible e inoloro requiriéndose de un equipo especial para su detección. El símbolo del mercurio es “Hg” que proviene de la palabra griega hydrargyros, que significa “agua plateada”. Desde la antigüedad ha sido utilizado por casi todas las culturas. atribuyéndole poderes mágicos (Garetano et al., 2006; Goldwater, 1972). Se creía que podía prevenir enfermedades tales como reumatismo, disentería y cólicos. Aristóteles recomendaba este elemento diluido con saliva para tratar ciertas enfermedades de la piel (Gaona, 2004).

Su empleo medicinal probablemente inició en China e India hace aproximadamente 2.000 años; el cual, era empleado en tratamiento para la sífilis y enfermedades de la piel (Clifton, 2007). Además en India se creía que tenia poderes afrodisiacos (Gaona, 2004).

En la Edad Media, comienzan a identificarse los efectos adversos del uso de mercurio. Las primeras descripciones de su toxicidad en el riesgo laboral fueron descritos por Ellenberg en 1473 (Ramírez, 2008). Paracelsus fue el primer hombre que intentó explicar los efectos adversos del mercurio en el ser humano. Para el año 1557, el francés Jean Fernel fue el primero en describir los síntomas y signos del envenenamiento con mercurio. Fue la primera substancia en ser objeto de legislación para controlar las enfermedades que causaba (Goldwater, 1972).

Tabla 1 Características físico-químicas del mercurio

Nombre químico	Mercurio
sinónimos	Azogue
Número CAS	7439-97-6
Fórmula	Hg
Aspecto y color	Líquido argénteo, pesado e inodoro
Olor	No hay información disponible
Presión de vapor	0.26 Pa a 20ºC
Densidad relativa (agua =1)	13.5
Densidad relativa de vapor (aire=1)	6.93
Punto de ebullición	357ºC
Punto de fusión	-39ºC
Peso molecular	200/mol

El mercurio es un metal líquido a temperatura ambiente (20°C) con una presión de vapor de 0.00212 mm de Hg, lo cual lo hace volátil y fácilmente dispersable en la atmósfera. El metal es altamente denso (Tabla 1) y es poco soluble en agua, trayendo como consecuencia su acumulación en los sedimentos de los cuerpos de agua (Olivero 2002).

De acuerdo con las diferentes formas del mercurio puede clasificarse como:Mercurio Metálico o Elemental (Hg): Utilizado en la extracción de oro y plata, en amalgamas dentales y en instrumentos de medición de temperatura y presión arterial, además en la industria. Mercurio Orgánico: empleado como fungicida y antiséptico, el más importante es el metilmercurio ($H_3C\text{-}Hg^+$) y el dimetilmercurio ($(H_3C)_2Hg^{++}$) los cuales tienen efecto acumulativo en la cadena trófica. Mercurio Inorgánico o Sales de Mercurio (Hg^+ o Hg^{2+}): Usado como antiséptico, cremas para aclarar la piel, antibacterianos, diuréticos y purgantes (Clifton, 2007).

4.2 TOXICOCINÉTICA DEL MERCURIO

De acuerdo con sus propiedades químicas y las diferentes formas de interacciones biológicas, el mercurio, tiene una toxicocinética específica: el mercurio elemental es soluble en lípido, altamente difusible a través de las biomembranas y bio-oxidado intracelularmente a Hg inorgánico, el cual, es soluble en agua y menos difusible a través de las biomembranas; el mercurio orgánico es soluble en lípidos y rápidamente degradable en el organismo (Español, 2001).

El mercurio ingresa al organismo por tres vías: respiratoria, digestiva y cutánea; siendo la vía inhalatoria la más importante para el mercurio elemental alcanzado niveles en sangre del 80% del volumen inhalado (Ramírez, 2008). Los vapores de mercurio elemental son depositados en el tracto respiratorio, dada su alta presión de vapor penetrando al árbol bronquial. Al ser oxidado en los eritrocitos a iones de mercurio se distribuye a cerebro, riñón e hígado en mínimas cantidades. Su excreción es predominantemente renal (Boening, 2000).

4.3 TOXICODINAMIA DEL MERCURIO

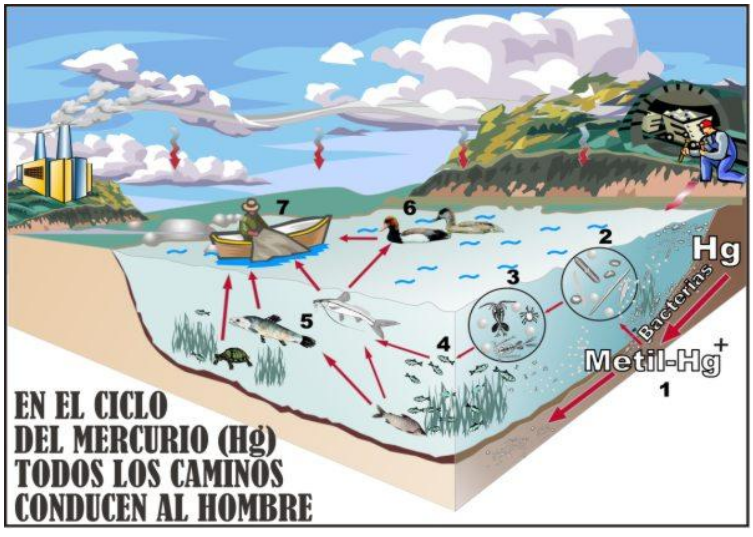
El mercurio puede unirse a través de enlaces covalentes al sulfuro de los grupos sulfhídricos; reemplaza el ion hidrógeno ubicado en estos grupos, lo que da como resultado disfunción de los complejos enzimáticos, de los mecanismos de transporte y de las membranas y alteración del funcionamiento de las proteínas estructurales. El mercurio reacciona con grupos fosforilados, carboxilados y aminados (Gutiérrez, 2008). Los iones de mercurio son precipitantes de proteínas, causan necrosis severa por contacto directo con los tejidos, a nivel de boca, esófago, piel, conjuntivas, córnea, tracto gastrointestinal y su ruta de excreción es renal. A nivel celular los iones de mercurio, ligados a grupos sulfidrilos (SH), ingresan en la célula lentamente, inhibiendo la captación de glucosa, luego entran

de forma rápida e inhibe la respiración celular progresivamente, hasta romper la membrana celular (Mutter et al., 2005).

4.4 CICLO DEL MERCURIO

El mercurio es emitido a la atmósfera a partir de las fuentes naturales y antropogénicas en forma de vapor elemental (Hg^o). Una vez en la atmósfera el 95% del metal es distribuido globalmente en forma de vapor de mercurio (Hg°), compuestos inorgánicos (cloruros y óxidos) así como órganomercuriales. El mercurio atmosférico regresa a la tierra por deposición atmosférica en forma de lluvia, incorporándose en aguas oceánicas en forma del ion $[HgCl_4]^{2-}$. En las fuentes de agua continentales, sin embargo, donde hay poco cloruro el mercurio existe como $Hg(OH)_2$. (Olivero, 2002) (Figura 2).

Figura 2 Ciclo del mercurio



Fuente: Grupo de química ambiental y computacional. U. de C.

0. Residuos de Hg 1. Metilmercurio 2. Fitoplancton 3. Zooplancton

4. Peces pequeños 5. Peces grandes 6. Aves 7. Hombre

4.5 MERCURIO Y ODONTOLOGÍA

Dentro del ejercicio de la profesión odontológica, está el área de la operatoria dental, que se encarga de recuperar la anatomía perdida de los dientes por los procesos de caries dentales, la cual se manifiesta como la degradación de los tejidos duros de los dientes. Estas lesiones son el resultado de la disolución mineral de sus tejidos duros por los productos finales del metabolismo ácido de las bacterias *Streptococo mutans*, A*ctinomices viscosus* y *Lactobacilus sp.,* capaces de fermentar carbohidratos, en especial el azúcar, formando lesiones irreversibles (cavidades micro-macroscópicas) que necesitan restaurarse y así devolver la funcionalidad y morfología de las piezas dentarias como son: mantener la dimensión vertical, fonación, triturado de los alimentos (masticación) y estética. Son diversas las técnicas y materiales empleados para este fin, entre los cuales encontramos las amalgamas dentales que aún se siguen utilizando por su bajo costo y fácil manipulación (Houeto et al., 1994) (Figura 3).

Figura 3 Imagen de amalgama dental e instrumental utilizado

Fuente: Fotos tomada en consultorio al momento de manipular amalgama/

Las amalgamas dentales siguen siendo el material de relleno dental de uso más común (Anusavice et al., 2004), Su composición (varía de acuerdo a la casa comercial), está dada por la mezcla de mercurio líquido (50%) y aleación de otros metales sólidos (en polvo o partículas diminutas), los cuales son: 25% plata, 15% estaño, 7% cobre, 4% zinc. (Anusavice et al., 2004); sin embargo la profesión odontológica ha sido cuestionada por el uso continuado de mercurio en las amalgamas dentales, tanto para la salud pública y medio ambiente (Kao et al., 2004). Algunas de las partículas de amalgama dental forman sedimentos en los tubos de desagües (M al-Shraideh et al., 2002)(Figura 4).

Figura 4 Imagen de la colocación de una amalgama dental

Fuente: Foto en la colocación de una amalgama en consultorio odontológico

La amalgama dental sufre diversas fases en su preparación:

a) Triturado u homogenización de los elementos que la integran.

b) Condensación, es el paso cuando es llevada a la cavidad oral para ser depositada en el diente a restaurar.

c) Tallado, bruñido y pulido, es la fase en la que se eliminan los excedentes, se le da forma, se pule y deja brillante.

Este último procedimiento se genera calor, ya que, la turbina de la pieza de mano odontológica emplea una velocidad 40.000 revoluciones por minuto siendo una de las principales fuentes de exposición de mercurio elemental en el hombre (Petrucci et al., 2008). También se ha descrito el mercurio como factor predisponente para la aparición de Alzheimer (Cummings, 2004; Mutter et al., 2007).

Cuatro estados de los Estados Unidos de Norteamérica y Noruega prohíben el uso del mercurio en las restauraciones dentales, y tomaron la iniciativa de dar folletos informativos antes de iniciar el tratamiento desde el 2008; concluyeron que debería tomarse un consentimiento informado para la colocación de amalgamas en pacientes con necesidad de tratamiento de obturaciones dentales, e informarles que éstas contienen mercurio.

Cualquier tipo de amalgama de plata cuya base sea el mercurio, produce vapores de mercurio. Los vapores de mercurio elemental se depositan en el tracto respiratorio, dada su alta presión y su solubilidad en agua; los más solubles se disuelven en membranas mucosas, los menos solubles penetran al árbol bronquial. Al ser oxidado en los eritrocitos a iones de mercurio se distribuye al cerebro, riñón e hígado en mínimas cantidades. Su excreción es predominantemente renal (Morales et al., 2003).De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estado Unidos (EPA, USA), los niveles limites de exposición para la concentración de vapores de mercurio ambiental es de 300 $ng/m^{3.}$

4.6 MÉTODO ANALÍTICO PARA EVALUACION DE MERCURIO EN AIRE

La técnica instrumental de absorción atómica es una herramienta de la química analítica de gran sensibilidad y selectividad, que determina una gran variedad de analitos en una sola medida y sin interferencia, ha sido utilizada investigada y estudiada en laboratorios.(Stone et al, 2007)

Para análisis de mercurio en aire son empleadas varias herramientas, una de las más comunes involucra el uso de Lumex RA-915^{+}, el cual es un equipo portátil, multifuncional, analizador de mercurio que emplea el efecto de la absorción de radiación de resonancia de los átomos de mercurio de manera continua. (Figura 5). El RA-915^{+} ofrece una capacidad única de llevar a cabo directa y rápida, las mediciones precisas de la concentración de mercurio en diversos medios. (Disponible en internet;http://spanish.alibaba.com/product-free/mercury-analyzer-239601693.html)

Figura 5 Zeeman analizador de mercurio RA-915^{+}

Fuente: foto del equipo del grupo de Química Ambiental y Computacional de la U. de C.

Ventajas del equipo

- Ultra límite de detección bajo.
- Alta selectividad de análisis.
- La determinación de mercurio directa continúa (sin concentración de mercurio preliminar sobre un sorbente).
- Capacidad de operación en el campo utilizando una batería integrada.
- Antecedentes control de aire atmosférico.
- El análisis directo de complejas mezclas de gases.
- Mediciones en línea.
- Amplio rango dinámico de las mediciones directas.

5. DISEÑO METODOLOÓGICO

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Fue realizado un estudio descriptivo de corte transversal, para la determinación de los vapores de mercurio ambiental, escupidera y mesón de trabajo en los consultorios y clínicas odontológicas de la ciudad de Cartagena, a través de la técnica instrumental de espectrofotometría de absorción atómica, con un equipo analizador de mercurio referencia RA-915+, de la casa Lumex, el cual cumple con métodos EPA 1631, 7470 y 7471, para la determinación de mercurio en el aire. El período empleado para la recolección de las muestras fue de seis meses, comprendido entre noviembre de 2010 hasta abril de 2011.

Por otra parte, fueron verificados los protocolos de los parámetros y alistamiento del equipo antes de realizar las mediciones. El valor de desviación del TEST CELL fue entre %R=0 y %R=10. Lo cual indicó que el equipo trabajó en condiciones normales ya que este valor debe ser ≤10. Luego se realizó un total de 15 mediciones en cada clínica y consultorio dental distribuidas de la siguiente manera: 5 mediciones en el aire del ambiente, 5 mediciones en la escupidera y 5 mediciones en el mesón de trabajo, las cuales, se promediaron y se le calculó la desviación estándar. Las mediciones se realizaron en el *on stream*, el cual es usado para medir la concentración de vapor de mercurio en aire.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estado Unidos (EPA, USA) en el presente reporta como valor máximo permitido para la concentración de vapores de mercurio en aire ambiental 300 ng/m^3.

Los resultados obtenidos fueron procesados y analizados en el grupo de química ambiental y computacional de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas de la Universidad de Cartagena, bajo la dirección del Dr. Jesús Olivero.

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación se tuvo en cuenta la base de datos del Departamento Administrativo Distrital de Salud (DADIS) de la ciudad de Cartagena, en la cual aparecen registrados 385 consultorios y clínicas odontológicas, de los cuales se escogió una muestra de 64 entre consultorio y clínicas, que estuvieron dispuestos a colaborar en el desarrollo de la presente investigación. La muestra se calculó con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Nz^2pq}{e^2N + z^2}pq$$

Donde:

n= 64 (la muestra tomada)
N= 385 (población de consultorios entregada por el DADIS)
Z= 1.96 (para una confiabilidad del 95%)
e= 0.099 (error muestral)
p= 0.3 (proporción esperada de consultorios sin contaminación ambiental con vapores de Hg; proveniente de una muestra piloto).
q= 0.7 (proporción esperada de consultorios con contaminación ambiental con vapores de Hg); proveniente de una muestra piloto).

5.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSION

5.3.1. Criterios de inclusión:

Consultorio y/o clínicas odontológicas que se encuentren registradas en la base de datos de entidades habilitadas, como lo es el Departamento Distrital Administrativo de Salud de Cartagena, (DADIS), que acepten voluntariamente se haga la medición de valores de mercurio en el ambiente, escupidera y mesón de trabajo.

5.3.2. Criterios de exclusión:

Fueron excluidos los consultorios y/o clínicas odontológicas que no se encuentren registrados en el sistema de habilitación del Departamento Administrativo Distrital de Salud de Cartagena (DADIS).

5.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Las variables fueron establecidas teniendo en cuenta que fueran encaminadas a satisfacer el objetivo general y los objetivos específicos.

Las variables que se definieron son las siguientes

Tabla 2 Operacionalización de Variables

NOMBRE VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	NIVELES DE MEDICIÓN	VALORES VARIABLE
Sitio de Atención odontologicas	Cualitativa	Nominal	Consultorio-clínica
Niveles de ng Hg/m^3 ambiente	Cuantitativa	Razón	0-50.000ng/m^3
Niveles de ng Hg/m^3 escupidera	Cuantitativa	Razón	0-50.000ng/m^3
Niveles de ng Hg/m^3 mesón de trabajo	Cuantitativa	Razón	0-50.000ng/m^3
Temperatura ambiente	Cuantitativa	Razón	0ºC- 40ºc
Existencia de Extractores	Cualitativa	Nominal	Si- No
Ventilación	Cualitativa	Nominal	Cerrado-Abierto

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las muestras se realizaron en 64 consultorios, 49 de ellos se encontraban sin paciente en el momento del muestreo. Al analizar el aire ambiental se observó que 24 consultorios (49%) presentaron niveles de Hg por debajo de 300 ng/m^3, promedio de Hg entre 135±19 ng/m^3 y se encontró vapores de mercurio por encima de los 300 ng/m^3 en 25 consultorios (51%) que presentaron concentraciones de vapores de Hg por encima de 300 ng/m^3, con un promedio estadístico de 2.206±175 ng/m^3 (Ver tabla 3). Este promedio de 2.206 ng/m^3 es sumamente elevado con respecto a lo establecido por la EPA, lo cual, probablemente está afectando la salud de odontólogos, auxiliares y pacientes.

Tabla 3 Determinación de la concentración de mercurio en el ambiente de trabajo odontológico sin paciente.

Valores de mercurio (EPA) ng/m^3	No. muestras	%	Promedio y desviaciones (X ± DE)
≤300 ng/m^3	24	49	135 ±19 ng/m^3
>300 ng/m^3	25	51	2.206 ± 175 ng/m^3
TOTAL	49	100	1.206 ± 142 ng/m^3

Fuente: Mediciones realizadas por la autora de la investigación
X=Promedio de desviaciones-DE=desviación estándar

En relación con las muestras tomadas de vapores de Hg en la escupidera de los consultorio sin paciente, se encontró que de los 49 consultorios muestreados, 20 de ellos (41%) presentaron niveles de Hg por debajo de 300 ng/m^3, correspondiéndole un promedio de 154±16ng/m^3, se encontró valores de vapores de Hg por encima de 300 ng/m^3 en 29 consultorios (59%); correspondiéndole un promedio estadístico de 4.435±989ng/m^3 (Ver tabla 4).

Este promedio significativamente alto de contaminación con vapores de mercurio se constituye en un probable factor de riesgo toxicológico que compromete la salud de las personas que están en estos consultorios odontológicos.

Tabla 4 Determinación de la concentración de mercurio en la escupidera sin paciente

Valores de mercurio (EPA) ng/m^3	No. muestras	%	Promedio y desviaciones (X ± DE)
≤300 ng/m^3	20	41	154 ± 16 ng/m^3
>300 ng/m^3	29	59	4.435 ± 989 ng/m^3
TOTAL	49	100	2.538 ± 879 ng/m^3

Fuente: Mediciones realizadas por la autora de la investigación
X=Promedio de desviaciones-DE=desviación estándar

En las muestras de mercurio que se recolectaron en los mesones de trabajo (donde se coloca el instrumental), de 49 consultorios sin la presencia de paciente; se encontró que 24 consultorios (49%) presentaron niveles de Hg menores de 300ng/m^3 y un promedio aritmético de contaminación de 138.5±74ng/m^3. En relación con los consultorios que superaron los 300 ng/m^3 se encontró que 25 de ellos (51%) están por encima de este parámetro; 2.116±1.551ng/m^3 (Ver tabla 5.). En el resultado de esta muestra es importante resaltar que aun sin pacientes, en el mesón de trabajo persiste la contaminación toxica por residuos del mercurio de las amalgamas dentales.

Tabla 5 Determinación de la concentración de mercurio en el mesón de trabajo sin pacientes

Valores de mercurio (EPA) ng/m^3	No. muestras	%	Promedio y desviaciones (X ± DE)
≤300 ng/m^3	24	49	138,5 ± 74 ng/m^3
>300 ng/m^3	25	51	2.116 ± 1,551 ng/m^3
TOTAL	49	100	

Fuente: Mediciones realizadas por la autora de la investigación
X=Promedio de desviaciones - DE=desviación estándar

De los 15 consultorios con pacientes que se muestrearon en el mesón de trabajo se encontró que el 100% superó el valor máximo estándar de la EPA con un promedio 11.394 ±13.9 ng/m^3 (ver tabla 6.), este hallazgo es alarmante, ya que, la principal vía de entrada al organismo del mercurio es por vía respiratoria.

Tabla 6 Determinación de la concentración de mercurio en el mesón de trabajo con pacientes

Valores de mercurio (EPA) ng/m^3	No. muestras	%	Promedio y desviaciones (X ± DE)
≤300 ng/m^3	0		
>300 ng/m^3	15	100	11.394 ± 13,9 ng/m^3
TOTAL			

Fuente: Mediciones realizadas por la autora de la investigación
X=Promedio de desviaciones - DE=desviación estándar

En cuanto a los niveles de vapores de mercurio en el aire ambiental de los consultorios con presencia de paciente se encontró que el 100% de ellos superaban los 300 ng/m^3 permisibles por la EPA con un promedio de 32.837±3.349 ng/m^3 · Igualmente sucede con las escupideras de los consultorios con la presencia de pacientes donde el 100% superó los límites permisible, con un promedio de 21.088±4.850ng/m^3; lo que indica, que en los procedimientos de la

operatoria dental de la colocación o extracción de amalgamas dentales, los niveles de mercurio alcanzan cifras realmente alarmantes desde el punto de vista toxicológico.

En todos los sitios donde se hicieron las determinaciones, sin importar la especialidad, se observó que durante la colocación o extracción de las amalgamas dentales los residuos son expulsado por el paciente bien sea en la escupidera o por el sistema eyector, los cuales, van a tener como destino el alcantarillado que vierte finalmente su contenido a los cuerpos de agua de la ciudad: el impacto ambiental es inminente, aunque sus efectos no se detecten de manera inmediata.

De la misma manera fué observado la utilización de amalgamas dentales como material restaurador en consultorios populares, en Instituciones Prestadoras de Servicios (IPS), Empresa Social del Estado Cartagena de Indias (E.S.E.), las cuales, deben ser talladas, bruñidas, pulidas y brilladas generando vapores de mercurio, cuyos residuos son eliminados de la forma descrita anteriormente. Al cuestionar sobre la utilización de malla-trampa para recoger los restos de amalgamas se encontró total desconocimiento sobre el tema, solo en una entidad su directora manifestó que allí se utilizaba para evitar la contaminación ambiental, pero por la falta de presupuesto para su mantenimiento y de vigilancia de la entidades encargadas dejaron de usarlas.

También se observó que todos los consultorios están totalmente cerrados, utilizan aire acondicionado, nunca se abren ventanas solo la puerta de acceso; únicamente el 2% de consultorios visitados tienen extractores de aire, los restantes argumentaron que el aire acondicionado extrae el aire del interior y así se realiza el recambio.

En un consultorio se encontró que los niveles de Hg (ver anexo B consultorio 18) fueron elevados en la escupidera, con un promedio de 1.269 ng/m^3, pues, ésta no es utilizada frecuentemente por el profesional, los residuos de mercurio de las amalgamas dentales acumulados en la tubería del alcantarillado del establecimiento podrían estar emitiendo vapores, escapándose los mismo por la escupidera, saturando así el ambiente laboral. Se volvió a realizar otra medición en la escupidera, para verificar los niveles de mercurio en la misma y los valores fueron similares a la primera medición. Se le pidió al profesional que vertiera agua en la escupidera y se realizó nuevamente la medición y los valores de Hg. bajaron considerablemente.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto y a los estándares de la EPA puede observarse que todos los profesionales en el área de la odontología podrían estar seriamente expuesto a intoxicaciones por vapores de mercurio; de igual manera, la población en general, como es el caso de los pacientes, también se está viendo expuesta a probable intoxicación por los vapores de mercurio en el momento de la colocación y remoción de las amalgamas dentales.

Los resultados del presente estudio se pueden comparar con estudios realizados por expertos como Stone et al., 2007 reportando niveles de mercurio en la remoción o colocación de amalgamas del aire extraído por el sistema de vacío, (eyector), obteniendo unos niveles de 35.425-73.737ng/m^3 .

7. CONCLUSIONES

Una vez determinados los niveles de mercurio en el aire de los consultorios y clínicas odontológicas en Cartagena Colombia, se encontró que en el 62.5% está por encima de los estándares permisibles de acuerdo a la EPA.

Se verificó que las condiciones en el 92.18% de los consultorios y clínicas dentales donde se tomaron las muestras no son las adecuadas, ya que, no tienen sistema de extracción de aire en el interior, además, son totalmente cerrados y la única entrada de aire es a través de la puerta de acceso, lo que no favorece su renovación pero si la saturación toxica.

Se está contaminando el medio ambiente, ya sea en la colocación de amalgamas y especialmente en su remoción; los residuos van al alcantarillado, el cual, vierte sus aguas en la Bahía de Cartagena y Ciénaga de la Virgen y regresa al hombre como metilmercurio a través de la cadena trófica.

Existe un desconocimiento total del peligro que representa el mercurio a nivel laboral y ambiental, pues, el mismo es altamente tóxico, ya que emite vapores a temperatura ambiente, esto sumado a la energía cinética por la acción de la pieza de mano le imprime mayor presión al vapor de mercurio facilitándole su ingreso al organismo. Igualmente existe desconocimiento del uso de trampas para residuos de amalgamas dentales, las cuales son utilizadas en los consultorios o clínicas dentales para la recolección de las mismas.

Finalmente se concluye que los profesionales del ejercicio odontológico no reciben educación ni capacitación para el manejo del mercurio en las amalgamas dentales.

8. RECOMENDACIONES

Informar los resultados de la presente investigación a las diferentes entidades para motivarlos a capacitarse en la utilización de la amalgama dental como material restaurador y en su eliminación o extracción.

Las facultades de odontología y formadoras de auxiliares de odontología, deben hacer énfasis de los riesgos en el ámbito personal, laboral y ambiental por la utilización del mercurio de las amalgamas dentales.

Los organismos de salud, deben educar e informar sobre los posibles riesgos en el uso inadecuado de las amalgamas dentales.

Realizar un estudio epidemiológico a nivel regional de toxicidad en los profesionales del área de odontología y uno acerca del impacto toxicológico ambiental por los residuos del mercurio de las amalgamas dentales, para obtener datos relevantes acerca de la temática.

9. IMPACTO ESPERADO

Con el desarrollo de la presente investigación se espera que:

Los profesionales de la odontología, deben tener información veraz acerca de la toxicidad del mercurio y los riesgos a los cuales están expuestos al momento de su manipulación. Así mismo, crear conciencia y generar responsabilidad en el quehacer profesional del odontólogo con el manejo adecuado del mercurio en las amalgamas dentales.

Incluir en la carrera de odontología información básica para los estudiantes sobre los riesgos a los que están expuestos y formas de prevenir toxicidad laboral y ambiental.

Reducir la contaminación ambiental con mercurio por parte de la práctica odontológica.

Brindar información escrita o medio magnético, para dar conocer los resultados del estudio a entes privados y gubernamentales que trabajan en el área de la salud, en aras, a contribuir con estadísticas veraces que ayude a controlar o disminuir la problemática.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Khatib, IA, Monou, M., Mosleh, SA., Al-Subu, MM., Kassinos, D. 2010. Dental solid and hazardous waste management and safety practices in developing countries: Nablus district, Palestine. *Waste Manag. Res*. 436-444.

- Anusavice, K., Phillips. 2004. la Ciencia de los Materiales Dentales. Barcelona España. *Elsevier S.A*. 1ª ed.

- Arenholt-Bindslev D. 1992. Dental amalgam--environmental aspects. *Adv Dent. Res*. 125-130

- Atesagaoglu A, Omurlu H, Ozcagli E, Sardas S, Ertas N. 2006. Mercury exposure in dental practice. *Oper. Dent*. 666-669.

- Barboni MT, Feitosa-Santana C, Zachi EC, Lago M, Teixeira RA, Taub A, da Costa MF, Silveira LC, Ventura DF. 2009. Preliminary findings on the effects of occupational exposure to mercury vapor below safety levels on visual and neuropsychological functions. *Occup. Environ. Med* 1403-1412

- Barregard, L., Sallsten, G., Jarvholm, B. 1995. People with high mercury uptake from their own dental amalgam fillings. *Occup. Environ. Med.* 124-128

- Björkman L, Lundekvam BF, Laegreid T, Bertelsen BI, Morild I, Lilleng P, Lind B, Palm B, Vahter M. 2007. Mercury in human brain, blood, muscle and toenails in relation to exposure: an autopsy study. *Environ. Health*. 6-30.

- Boening, D.W., 2000. Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. *Chemosphere.* 1335-1351.

- Brown D, Sherriff M. 2002. Twenty years of mercury monitoring in dental surgeries. *Br. Dent. J.* 437- 441

- Castro, L., Cuestas, F., Fuentes, J., Gomez, U., Manrique, C., Arroyave, C. 2005. Guías para el Manejo de Pacientes Intoxicados. U. de A. Colombia Secretaria de Salud Departamental de Antioquia.

- Cabañero A.2009.Acumulación-interacción de especies de mercurio y selenio en tejidos animales: desarrollo de nuevas metodologías de análisis. Tesis Doctoral Universidad Complutense Facultad de Ciencias Química, Madrid España.

- Chaari N, Kerkeni A, Saadeddine S, Neffati F, Khalfallah T, Akrout M. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 2009. Mercury Impregnation in dental assistants in Monastir city, Tunisia. *Rev.Stomaltol Chir Maxilofac* 139-144.

- Chin G, Chong J, Kluczewska A, Lau A, Gorjy S, Tennant M. 2000. The environmental effects of dental amalgam. *Aust Dent J.* 246 -249

- Cliftan J. 2007. Exposición al mercurio salud pública. Elsevier Saunders. 237-264.

- Costa RD, Cossich ES, Tavares CR. 2008. Influence of the temperature, volume and type of solution in the mercury vaporization of dental amalgam residue. *Sci. Total. Environ*. 1-6.

- Cummings, J.L. 2004. Alzheimer's disease. *N Engl J Med.* 56-67.

- Ellingsen DG, Bast-Pettersen R, Efskind J, Thomassen Y. 2001. Neuropsychological effects of low mercury vapor exposure in chloralkali workers. *Neurotoxicology.* 249-258.

- El-Safty IA, Gadallah M, Shafik A, Shouman AE. 2002. Effect of mercury vapour exposure on urinary excretion of calcium, zinc and copper: relationship to alterations in functional and structural integrity of the kidney. *Toxicol. Ind. Health*. 377-388.

- Gaona. 2004. El mercurio como contaminante global. Universidad Autónoma de Barcelona..

- Garetana G, Gochfeld M, Stern A. 2006.Comparison of Indoor Mercury Vapor in Common Areas of Residential Buildings with Outdoor Levels in a Community Where Mercury Is Used for Cultural Purpose. *Environmental Health Perspectives.*

- Gioda A, Hanke G, Elias-Boneta A, Jiménez-Velez B. 2007. A pilot study to determine mercury exposure through vapor and bound to PM10 in a dental school environment. *Toxicol. Ind. Health*. 103-113.

- Goldwater Leonard J. “Mercurio, una historia de Quicksilver” Libro editado en 1972

- Gutiérrez M. 2008. Guías para el Manejo de Urgencias Toxicológicas, *U.N. de Colombia. Ministerio de Protección Social.* 255-259.

- Hilt B, Svendsen K, Syversen T, Aas O, Qvenild T, Sletvold H, Melø I.2009. Occurrence of cognitive symptoms in dental assistants with previous occupational exposure to metallic mercury. Neurotoxicology. 1202-1206.

- Houeto P, Sandouk P, Baud FJ, Levillain P. 1994. Elemental mercury vapour toxicity: treatment and levels in plasma and urine. *Hum. Exp. Toxico.* 848-852.

- Hylander LD, Lindvall A, Gahnberg L. 2006. High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators. *Sci. Total. Environ.* 74-84.

- Jarosińska D, Horvat M, Sällsten G, Mazzolai B, Dabkowska B, Prokopowicz A, Biesiada M, Barregård L. 2008. Urinary mercury and biomarkers of early renal dysfunction in environmentally and occupationally exposed adults: a three-country study. *E. Environ. Res.* 224-232.

- Jokstad A, Fan PL. 2006. Amalgama de gestión de residuos. *Int Dent J.* 147-153.

- Kao RT, Dault S, Pichay T. 2004. Understanding the mercury reduction issue: the impact of mercury on the environment and human health. *J. Calif. Dent. Assoc.* 574-579.

- Kennedy CJ. 2003. Uptake and accumulation of mercury from dental amalgam in the common goldfish, Carassius auratus. *Environ. Pollut.* 321-326.

- Langworth S, Sällsten G, Barregård L, Cynkier I, Lind ML, Söderman E. 1997. Exposure to mercury vapor and impact on health in the dental profession in Sweden. *J. Dent. Res.* 1397-1404.

- M al-Shraideh, al-Wahadni A, S Khasawneh, al-MJ Shraideh. 2002. La carga de mercurio en las aguas residuales liberadas de clínicas dentales. *SADJ.* 213-215

- Morales Fuentes, I. and R. Reyes Gil. 2003. Mercury and health in the dental practice. *Rev. Saude Pública.* 266-272.

- Mutter J, Naumann J, Schneider R, Walach H . 2007. Mercury and Alzheimer's disease. *Fortschr. Neurol. Psychiatr*. 528-538.

- Mutter J, Naumann J, Walach H, Daschner F. 2005. Amalgam risk assessment with coverage of references up to 2005. *Gesundheitswesen,* 204-216.

- National Mercury Programs. 2001. Canada-wide standards: a pollution prevention program for dental amalgam waste. *J. Can. Dent. Assoc*. 2703.

- Olivero, J. 2002. Programa de Desarrollo Sostenible de la región de la Mojana. Informe Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- OMS, Informes de la Organización Mundial de la Salud 2005

- Paksoy CS, Görgün S, Nalçaci R, Yagbasan A. 2008. Assessment of blood mercury levels in practicing Turkish clinicians, dental students, and dental nurses. *Quintessence INt.* 173-178.

- Pereira HA, Iano FG, da Silva TL, de Oliveira RC, de Menezes ML, Buzalaf MA. 2010. Recovery of silver residues from dental amalgam. *J Appl Oral Sci.* 121-126.

- Petrucci, F. and B. B, Epidemiology. 2007. Immunotoxicology, Strategies for Testing and Prevention Giovanni Forte. *Inflammation & Allergy - Drug Targets.* 145-162

- Pranjić N, Sinanović O, Jakubović R. 2003. Chronic psychological effects of exposure to mercury vapour among chlorine-alkali plant workers. *M. Med. Lav.* 531-541.

- Ramírez A. 2008. Intoxicación ocupacional por mercurio. *An. Fac. med.* 46-51

- Ritchie KA, Burke FJ, Gilmour WH, Macdonald EB, Dale IM, Hamilton RM, McGowan DA, Binnie V, Collington D, Hammersley R. 2004. Mercury vapuor levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. Br .*Dent. J.* 625-632.

- Ruiz C, Jairo et al. 2005. Manejo de la amalgama dental en consultorios odontológicos pequeños y medianos de Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y Bello. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública.* 59-69.

- Ruiz JA, Gómez GJ, Durán CJ, Villa VM, Zapata LA, Parra CM, et al. 2008. Contribución de las condiciones locativas y ambientales al riesgo de contaminación con mercurio en las entidades odontológicas de Antioquia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública.* 164-168.

- Rutowski J, Moszczyński P. 2006. Selected markers of subclinical renal damage in men occupationally exposed to mercury vapours. *P. Przegl. Lek.* 65-73.

- Stone ME, Cohen ME, Debban BA. 2007.Mercury vapor levels in exhaust air from dental vacuum systems. *Dent. Mater.* 527-532.

- Stonehouse CA, Newman AP. 2001. Mercury vapour release from a dental aspirator. *Br. Dent. J.* 558-560.

- Takahashi Y, Tsuruta S, Hasegawa J, Kameyama Y, Yoshida M. 2001. Release of mercury from dental amalgam fillings in pregnant rats and distribution of mercury in maternal and fetal tissues. *Toxicology.* 115-126.

- Vandeven JA, McGinnis SL. 2004. Cost-effectiveness of removing amalgam from dental wastewater. *J. Calif. Dent. Assoc*. 564-573.

- WHO, Inorganic mercury, in Environmental Health Criteria No 118. 1991, WHO: Geneva.

ANEXOS

ANEXO A. SIGLAS Y ABREVIATURAS

Hg	Mercurio
CH_3Hg^+	Metilmercurio
EPA	Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos..
OMS	Organización Mundial de la Salud..
ng/m^3	Nanogramos por metro cúbico de aire (peso/volumen)
DADIS	Departamento Administrativo Distrital de Salud
ACUACAR	Aguas de Cartagena

Anexo B. Concentraciones de mercurio medidos en el aire de diferentes centros odontológicos de la ciudad de Cartagena

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 1	1	1145	1	819	1	992	1
	2	1108	8	798	1	939	1
	3	1014	4	619	5	790	0
	4	1115	9	763	8	763	8
	5	1205	10	769	1	768	0
Temperatura promedio:		**21 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 2	1	1082	3	992	4	673	1
	2	893	2	618	3	769	2
	3	1095	5	714	1	661	1
	4	1202	10	583	4	593	2
	5	1212	5	472	3	685	1
Temperatura promedio:		**20 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 3	1	2119	4	2192	0	2074	4
	2	2115	4	2186	4	2081	3
	3	2135	0	2204	0	2112	1
	4	2145	5	2216	0	2079	0
	5	2153	0	2212	0	2079	0
Temperatura promedio:		**20 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 4	1	5836	8	2631	2	2893	0
	2	9010	6	2593	3	2439	3
	3	7050	5	8239	1	2125	0
	4	5057	10	2026	1	2120	1
	5	5335	7	2175	0	2116	0
Temperatura promedio:	**22 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 5	1	2963	4	2217	4	2500	4
	2	2854	6	2215	1	2554	3
	3	4462	8	2313	3	2584	1
	4	4263	9	2235	2	2587	4
	5	7059	10	2217	0	2598	1
Temperatura promedio:	**23 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 6	1	3629	4	1249	1	1248	0
	2	3900	0	2358	10	1255	0
	3	1694	4	2227	8	2351	0
	4	2069	10	2730	3	2321	1
	5	1939	9	2733	0	2363	0
Temperatura promedio:	**23 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 7	1	7961	8	2144	4	2252	7
	2	7046	4	2084	6	2182	3
	3	4425	9	2083	6	2203	0
	4	8716	10	2089	4	2185	1
	5	7083	9	2117	3	2178	2
Temperatura promedio:		**19 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 8	1	3336	8	2520	1	2063	2
	2	3479	9	2653	5	2108	0
	3	3038	7	2537	0	1981	6
	4	3622	10	2584	1	1862	0
	5	2880	3	2098	2	1849	7
Temperatura promedio:		**21 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 9	1	2555	10	2069	0	2060	0
	2	2624	7	3561	10	2140	0
	3	2892	7	2875	10	2135	0
	4	2977	2	2599	10	2150	0
	5	3060	6	2484	3	2138	0
Temperatura promedio:		**21 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 10	1	164	4	99	3	99	8
	2	155	2	90	6	90	2
	3	67	4	97	5	96	2
	4	176	3	98	10	96	3
	5	117	6	111	5	95	3
Temperatura promedio:		**23 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 11	1	301	10	324	6	200	8
	2	275	8	336	5	291	6
	3	311	3	302	8	333	1
	4	241	4	294	3	334	2
	5	243	1	255	10	332	1
Temperatura promedio:		**25 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 12	1	382	8	362	0	387	6
	2	367	3	378	4	378	0
	3	380	7	380	1	382	0
	4	352	6	379	1	374	1
	5	364	4	365	0	345	1
Temperatura promedio:		**24 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 13	1	146	5	291	2	275	1
	2	145	1	282	1	274	2
	3	147	2	288	1	274	1
	4	138	5	286	0	271	1
	5	137	7	292	0	274	1
Temperatura promedio:		**21 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 14	1	7437	6	378	6	485	1
	2	9762	3	379	3	447	0
	3	4680	4	387	1	450	1
	4	3042	7	388	1	442	2
	5	9560	2	385	3	438	6
Temperatura promedio:		**22 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 15	1	233	8	224	5	143	4
	2	213	6	342	2	125	5
	3	222	4	340	3	250	3
	4	202	10	342	6	281	2
	5	246	9	352	1	301	9
Temperatura promedio:		**24 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 16	1	486	5	331	1	383	2
	2	573	2	227	5	373	0
	3	645	2	244	0	372	0
	4	557	2	239	2	372	0
	5	575	4	239	4	366	4
Temperatura promedio:		**21 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 17	1	1134	5	1057	0	1077	0
	2	1301	9	1041	0	1084	0
	3	1215	1	1034	0	1087	0
	4	1237	9	1038	0	1077	0
	5	1188	5	1031	0	1103	1
Temperatura promedio:		**24 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	R %
Consultorio 18	1	15140	5	2115	2	1405	2
	2	9960	4	2138	0	2260	1
	3	15840	2	2151	3	2190	10
	4	13130	8	2161	1	1974	4
	5	9028	4	2239	4	2411	1
Temperatura promedio:		**20 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 19	1	1941	10	1960	3	2258	6
	2	1729	3	1942	1	2297	3
	3	1705	1	1942	3	2229	4
	4	1693	8	1926	6	2314	2
	5	1579	10	1935	0	2323	0
Temperatura promedio:		**21 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 20	1	452	2	71	4	168	3
	2	497	10	86	10	167	0
	3	472	2	90	4	165	1
	4	284	4	67	10	163	0
	5	227	9	159	8	162	0
Temperatura promedio:		**23 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 21	1	1629	5	1663	6	2007	6
	2	1142	6	2007	0	1724	0
	3	1669	4	2019	1	1531	0
	4	2133	4	2006	0	1396	2
	5	1778	0	2006	1	1735	1
Temperatura promedio:		**19 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 22	1	3115	8	2327	6	2515	10
	2	2948	3	2738	4	2882	1
	3	3144	10	2306	7	2885	1
	4	3040	10	2551	10	3093	8
	5	3019	6	2231	6	2832	6
Temperatura promedio:		**23 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 23	1	2834	3	2327	1	2072	0
	2	2513	5	2755	0	2044	4
	3	2575	5	2787	0	2038	0
	4	2667	7	2620	0	2049	0
	5	2701	5	2614	0	2007	6
Temperatura promedio:		**22 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 24	1	73	9	72	1	63	5
	2	73	9	69	1	64	0
	3	69	1	69	1	65	1
	4	68	2	69	1	66	1
	5	68	2	68	1	65	2
Temperatura promedio:		**26 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 25	1	1443	2	103	0	110	3
	2	4989	8	106	1	107	7
	3	1588	10	105	0	107	2
	4	2888	12	109	0	99	3
	5	5412	7	108	2	105	1
Temperatura promedio:	**28 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 26	1	234	7	238	6	236	9
	2	242	3	264	5	246	10
	3	250	8	282	2	233	10
	4	258	4	255	4	225	8
	5	226	4	258	3	245	9
Temperatura promedio:	**24 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 27	1	112	4	137	9	88	8
	2	47	5	138	10	33	9
	3	58	4	139	1	50	9
	4	52	3	140	6	52	10
	5	43	2	133	1	49	9
Temperatura promedio:	**24 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 28	1	206	9	158	2	146	1
	2	287	6	162	1	155	4
	3	288	10	170	2	160	0
	4	302	8	165	1	159	2
	5	341	9	159	4	159	2
Temperatura promedio:	**24 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 29	1	82	10	71	10	77	10
	2	88	3	74	3	62	4
	3	99	2	70	9	64	5
	4	10	3	70	1	64	1
	5	107	3	68	5	65	2
Temperatura promedio:	**24 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 30	1	116	2	56	6	116	3
	2	114	7	54	6	93	5
	3	100	1	57	5	93	4
	4	106	9	52	4	89	8
	5	104	3	52	5	94	3
Temperatura promedio:	**26 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 31	1	3076	10	107	9	52	5
	2	947	6	108	4	98	8
	3	907	8	104	3	93	3
	4	907	6	112	4	94	7
	5	703	4	105	2	102	2
Temperatura promedio:	**24 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 32	1	203	7	78	6	138	9
	2	172	1	72	7	142	5
	3	169	5	71	5	147	7
	4	163	6	71	3	137	8
	5	160	4	76	4	143	2
Temperatura promedio:	**25 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 33	1	480	4	158	5	167	6
	2	400	5	169	8	140	7
	3	522	4	143	1	140	8
	4	463	9	144	1	150	9
	5	597	6	152	6	149	11
Temperatura promedio:	**25 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 34	1	140	8	117	7	170	9
	2	164	1	116	9	145	1
	3	166	9	117	9	129	9
	4	166	1	113	4	137	1
	5	164	5	115	3	136	1
Temperatura promedio:		**24 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 35	1	91	1	77	4	120	4
	2	105	9	94	3	120	5
	3	119	1	97	4	70	1
	4	105	10	87	6	68	4
	5	106	8	70	4	86	7
Temperatura promedio:		**23 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 36	1	409	7	292	4	332	8
	2	380	1	286	3	333	9
	3	370	5	281	2	347	6
	4	390	6	277	5	340	7
	5	367	4	288	4	307	4
Temperatura promedio:		**26 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 37	1	181	8	164	6	155	8
	2	203	9	161	7	147	6
	3	101	6	153	5	158	4
	4	161	7	148	4	150	3
	5	144	5	150	8	155	6
Temperatura promedio:	**27 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 38	1	49	4	56	3	45	4
	2	55	2	106	4	44	1
	3	51	8	69	8	43	2
	4	54	4	100	7	43	1
	5	52	3	108	4	43	4
Temperatura promedio:	**22°C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 39	1	90	6	78	8	114	8
	2	85	3	93	4	99	6
	3	88	1	80	6	93	2
	4	77	2	76	4	90	4
	5	74	2	103	9	89	2
Temperatura promedio:	**26 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 40	1	4995	6	158	4	137	8
	2	4438	2	160	9	140	4
	3	3271	1	167	8	143	2
	4	2927	0	173	4	150	4
	5	2070	4	163	0	158	9
Temperatura promedio:		**29 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 41	1	262	4	209	9	305	4
	2	306	5	206	8	263	8
	3	287	4	200	4	256	10
	4	240	3	196	3	258	4
	5	316	5	221	4	263	9
Temperatura promedio:		**26 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 42	1	6105	5	7175	4	3106	7
	2	9454	8	7058	2	2954	8
	3	7421	10	7575	2	3446	6
	4	6823	3	7702	2	4217	10
	5	6717	7	7871	5	4330	5
Temperatura promedio:		**32 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 43	1	2279	8	2015	4	2133	3
	2	2267	4	2021	5	2177	2
	3	2281	7	1746	8	2313	4
	4	2362	9	2054	7	2431	2
	5	2333	2	2060	6	2488	1
Temperatura promedio:		**30 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 44	1	6453	6	5125	4	4945	6
	2	6162	2	5155	4	5436	1
	3	6149	8	5159	3	5497	3
	4	7973	2	5144	6	5477	3
	5	9463	1	5153	1	5504	0
Temperatura promedio:		**23 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	R %
Consultorio 45	1	5378	4	5282	4	5579	3
	2	4981	6	5326	7	5517	2
	3	6081	5	5315	1	5444	3
	4	7117	3	5238	4	5446	1
	5	5843	2	5226	1	5461	1
Temperatura promedio:		**22 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 46	1	10046	4	3562	2	5257	4
	2	10480	2	3530	4	5292	3
	3	6081	3	3691	3	5096	2
	4	7117	6	3549	2	5236	2
	5	9626	5	4047	1	5090	1
Temperatura promedio:		**21°C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 47	1	11330	8	2602	4	2641	8
	2	11431	6	2599	6	2631	4
	3	8421	6	2481	8	2766	4
	4	9497	2	2621	4	2823	9
	5	9192	3	2731	5	2671	4
Temperatura promedio:		**23°C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 48	1	6860	4	1359	6	1638	4
	2	13586	6	1375	1	1493	2
	3	7544	5	1202	4	1450	8
	4	6532	8	1174	3	1329	7
	5	4770	6	1187	2	1385	6
Temperatura promedio:		**22°C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)	Ambiente del Sitio	(R %)
Consultorio 49	1	1839	5	1120	7	2192	2
	2	1741	8	1131	7	2337	8
	3	3523	7	1118	8	2129	9
	4	2705	9	1182	10	2886	4
	5	1482	6	1205	7	1979	2
Temperatura promedio:	**25°C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 50	1	48312	6	41480	3	8433	1
	2	44541	9	23980	9	4659	9
	3	29370	7	19420	7	3424	9
	4	41480	3	27780	10	2324	6
	5	27170	7	15520	5	752	4
Temperatura promedio:	**26 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 51	1	>50000	5	14930	5	4754	3
	2	>50000	6	14380	6	1575	6
	3	>50000	5	10509	9	1536	6
	4	>50000	6	13050	7	1559	2
	5	>50000	8	9236	7	1433	6
Temperatura promedio:	**24 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	R %	Escupidero	R %	Mesón de Trabajo	R %
Consultorio 52	1	>50000	7	10450	4	6451	7
	2	>50000	6	31020	5	4352	6
	3	15250	7	12640	9	2805	2
	4	9853	6	9593	8	2601	1
	5	9848	6	7421	5	1542	10
Temperatura promedio:		**25 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	R %	Escupidero	R %	Mesón de Trabajo	R %
Consultorio 53	1	>50000	9	4236	4	3254	5
	2	>50000	7	6937	6	4777	10
	3	>50000	2	5010	7	3148	3
	4	>50000	6	5204	4	2800	8
	5	>50000	7	11080	5	1301	4
Temperatura promedio:		**27 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	R %	Escupidero	R %	Mesón de Trabajo	R %
Consultorio 54	1	50000	8	22710	2	14660	9
	2	34200	6	15870	3	13290	5
	3	35190	7	25090	4	11244	8
	4	40450	5	28840	8	10526	3
	5	>50000	1	21140	7	9658	6
Temperatura promedio:		**28 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 55	1	>50000	3	>50000	9	15560	6
	2	>50000	5	40920	7	14180	5
	3	49160	7	36350	4	14660	7
	4	>50000	2	32480	6	15570	5
	5	34040	1	32500	3	8354	2
Temperatura promedio:	**26 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 56	1	>50000	2	46500	2	14180	*6*
	2	34040	1	35900	4	13256	5
	3	32860	7	30010	7	14252	7
	4	26110	2	29420	8	15570	5
	5	27720	1	23640	5	10235	2
Temperatura promedio:	**28 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 57	1	45950	6	26100	7	14235	2
	2	35900	9	22710	4	13256	3
	3	24110	7	24180	5	17586	2
	4	30880	8	23640	8	16582	5
	5	23170	2	24600	4	12365	1
Temperatura promedio:	**25 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 58	1	36820	9	1050	5	25600	1
	2	40450	7	5990	7	18341	5
	3	40500	4	43100	4	19856	2
	4	>50000	6	40450	5	14575	6
	5	22600	7	23542	8	10253	9
Temperatura promedio:	**27 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 59	1	>50000	7	>50000	5	26455	7
	2	47350	4	33240	7	23412	4
	3	50000	3	38280	4	22658	5
	4	40450	5	37670	5	24560	6
	5	31860	3	35810	8	26541	8
Temperatura promedio:	**23 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	R %	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 60	1	>50000	6	24320	5	2652	7
	2	46220	4	22270	8	85624	4
	3	42480	7	30620	7	45621	7
	4	>50000	8	27720	4	63521	8
	5	42320	2	31050	2	4210	5
Temperatura promedio:	**24 °C**						

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 61	1	49360	7	24600	1	5632	7
	2	32750	4	19370	5	2245	4
	3	35900	8	18610	4	3556	7
	4	43810	6	14660	6	2597	8
	5	42100	7	14080	2	6521	5
Temperatura promedio:		**26 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 62	1	>50000	6	24320	5	2652	7
	2	46220	4	22270	8	85624	4
	3	42480	7	30620	7	45621	7
	4	>50000	8	27720	4	63521	8
	5	42320	2	31050	2	4210	5
Temperatura promedio:		**24 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 63	1	48312	7	41480	1	8433	7
	2	44541	4	23980	5	4650	4
	3	29370	8	19420	4	3424	7
	4	41480	6	27780	6	2324	8
	5	27170	7	15520	2	752	5
Temperatura promedio:		**26 °C**					

	Lectura (ng de Hg/m^3)						
	Medición	Ambiente del Sitio	(R %)	Escupidero	(R %)	Mesón de Trabajo	(R %)
Consultorio 64	1	46330	4	15440	4	4754	7
	2	34250	4	10690	2	1575	4
	3	26860	8	9648	4	1536	7
	4	25150	9	7180	2	1559	8
	5	21750	1	4456	7	1433	5
Temperatura promedio:		**24°C**					