



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

JEFATURA DE LA CARRERA DE CIRUJANO DENTISTA

ESTUDIO DE LOS NIVELES DEL PH DEL CEMENTO PORTLAND  
CON TRES MEDIOS DE CONTRASTE: YODOFORMO, LIMADURA  
DE PLATA Y SULFATO DE BARIO. ESTUDIO LONGITUDINAL.

Reporte de Investigación que presentan:

IXCHEL JAC-NICTE SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

RAMSES CARRILLO USCANGA

Para obtener el Título de Cirujano Dentista en la modalidad de

Tesis de Investigación

Director de Tesis: Dr. Eduardo Llamosas Hernández

Los Reyes Iztacala, Noviembre 2015.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

Introducción	2
Planteamiento del Problema	3
Objetivos	4
Justificación	5
Marco Teórico	6
Hipótesis	10
Metodología Experimental	10
Resultados	14
Discusión	23
Conclusiones	25
Bibliografía	26
Anexo	28

## **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia de la odontología la investigación sobre los materiales dentales ha ocupado un lugar preponderante en apoyo a la práctica clínica. Cientos de cementos, pastas, compuestos y otros elementos han sido valorados para poder recomendar su uso en diversas condiciones clínicas. La práctica de la Endodoncia no ha sido ajena a esta situación y específicamente en la reparación de las perforaciones dentales, en retrobturaciones, en recubrimientos pulpaes y pulpotomías, se ha sugerido el uso de diversos materiales.

De esta manera, se llegó al desarrollo y uso del Mineral Trióxido Agregado (MTA) que ha sido considerado como el material ideal para algunas de estas situaciones, ya que presenta todas las características que llevan a la regeneración del tejido pulpar y periodontal.

El Cemento Portland (CP) es un material que posee todas las características físicas del MTA, por lo que se presenta como un sustituto de éste. Por esto se ha desarrollado un área de investigación muy amplia en torno a estos dos materiales, para determinar su utilidad en la clínica.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los últimos 15 años el CP ha tenido gran presencia en la literatura odontológica, en especial en el área de la Endodoncia, debido a que es un material muy parecido al MTA, que es un patentado de la compañía Dentsply. Este cemento se está utilizando en diferentes condiciones clínicas, como el sellado de perforaciones producidas durante los tratamientos de conductos, en la retrobturación de raíces y en pulpotomías.

Una de las virtudes del MTA es su pH alcalino, que evita la proliferación bacteriana en su contorno, lo que beneficia la salud de los tejidos circundantes. Sin embargo, no existe mucha información en la bibliografía acerca de las posibles modificaciones de los niveles del pH a través del tiempo es decir, después de varios meses de haber sido preparado.

Por otro lado, la única diferencia entre el CP y MTA es que éste contiene óxido de bismuto que le da radiopacidad. Se ha propuesto añadir al CP algunos elementos para cumplir este propósito, como el yodoformo, limadura de plata y sulfato de bario.

Por esto surge la interrogante de investigación ¿Existirá variación del grado de pH del CP adicionado con diferentes sustancias radiopacas después de transcurrido 3 meses de haber realizado la preparación?

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Determinar las modificaciones en el pH del Cemento Portland con el añadido de diversas sustancias radiopacas y en diferentes tiempos.

### **ESPECÍFICOS**

Establecer el pH del Cemento Portland:

- Inmediatamente después de ser preparado
- A las 24, 48 y 72 horas
- A los 30, 60 y 90 días

Adicionado con diferentes sustancias:

- Yodoformo al 5%
- Limadura de plata al 5%
- Sulfato de bario al 20%

## **JUSTIFICACIÓN**

Como parte de los tratamientos endodónticos existe la necesidad de desarrollar materiales que resuelvan las diversas condiciones clínicas, que sean biológicamente aceptables y accesibles económicamente.

Para tal propósito, se han utilizado muchísimos materiales, uno de los más recientes es el MTA dado que reúne las características deseables de un material para sellado, tales como la resistencia, pH alcalino, biocompatibilidad, actividad bacteriostática y radiopacidad. Desgraciadamente este material tiene un alto costo, lo que provoca su uso restringido. El CP se presenta como una alternativa de uso, con la ventaja de su bajo costo.

Por lo anteriormente expuesto se pretende aclarar la posible modificación en el pH del CP, después de 3 meses de haberse preparado y, si el añadido de diversas sustancias que dan radiopacidad, no alteran esta condición.

## MARCO TEÓRICO

En 1993 Torabinejad, Watson y Ford, de la Universidad de Loma Linda en California EUA<sup>1</sup>, mencionan por primera vez el MTA y hacen referencia a sus propiedades selladoras, reparativas, biocompatibles, antibacterianas y como un compuesto útil para la limitación y separación del diente y los tejidos periodontales.<sup>2, 3, 4</sup>

El MTA es un compuesto formado de lo siguiente:

a) Silicato tricálcico		}
b) Aluminio tricálcico	75%	
c) Silicato dicálcico		
d) Aluminiato ferricotetracálcico		
e) Oxido de Bismuto	20%	}
f) Sulfato de calcio dihidratado	5%	}
g) Silica cristalina		}
h) Oxido de calcio	0.6% (residuos insolubles)	
i) Sulfatos de potasio y sodio		

Está formado por finas partículas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad, transformándose en un gel coloidal que presenta un pH de 10.2 elevándose por 3 hasta alcanzar los 12.5 para permanecer constante en esa alcalinidad. Este gel coloidal solidifica en 4 horas, y alcanza una resistencia a la compresión de 70 Mpa (kg/cm<sup>2</sup>),<sup>5</sup> además demostró ser dimensionalmente estable.

En 1997 Koh y cols, así como Kettering y Torabinejad descubrieron en el MTA las cualidades de inducir la formación celular, nula carcinogenicidad y alta biocompatibilidad.<sup>6, 7</sup>

En 1999 Torabinejad y Chivian proponen el uso del MTA para:<sup>2</sup>

- Recubrimiento pulpar o pulpotomía (en ápices inmaduros)
- Sellado de perforaciones radiculares
- Sellado de ápices inmaduros
- Obturación retrograda
- Sellado de la cámara pulpar después del tratamiento endodóntico

En 2001 Holland y cols, presentaron resultados sobre estudios histológicos donde se demostró su sobresaliente capacidad para inducir la formación de depósitos de cemento en las raíces de dientes tratados con este material.<sup>2,6</sup>

El MTA ha sido investigado y puesto a prueba en innumerables estudios in vitro, cuyos resultados dicen que no provoca inflamación y que actúa como un estimulante del desarrollo tanto de hueso como de cemento nuevo.<sup>8, 9</sup>

En resumen, el Mineral Trióxido Agregado (MTA), está siendo utilizado ampliamente por que cumple con los requerimientos necesarios para un excelente sellador, como por ejemplo en los defectos en las raíces dentales.

Por otro lado, el CP es ampliamente conocido y utilizado en diversas presentaciones dentro de la industria de la construcción. Es un producto cerámico, que tiene su origen en las rocas calcáreas así como en las arcillas y al molerlas intensivamente en proporciones adecuadas, el compuesto de la caliza (CaO) se vincula de una manera homogénea con los compuestos de la arcilla (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). El producto resultante denominado polvo crudo ingresa al horno y se produce el clinker. Éste se mezcla con yeso obteniendo el Cemento Portland, el

cual presenta características hidrofílicas, ya que desarrolla resistencia y endurecimiento en presencia de agua. Físicamente el CP es un polvo fino de color gris perla; químicamente tiene cuatro compuestos principales, (*dos de ellos idénticos a los del MTA*) silicato dicálcico ( $C_2S$ ), silicato tricálcico ( $C_3S$ ), aluminato tricálcico ( $C_3A$ ) y el ferroaluminato tetracálcico( $C_4AF$ ); los otros dos en contacto con agua modifican su estructura produciendo hidróxido de Calcio. <sup>10, 11,12</sup>

Wucherpfennig AL y Green DB en 1999, mencionan por vez primera que el CP es similar al MTA dado que el mayor compuesto de éste, el Fosfato de Calcio, es también el principal componente del CP y que los resultados de exámenes macroscópicos y microscópicos, así como su reacción en presencia de rayos X los clasificaron como materiales idénticos. En pruebas físicas demostraron la solubilidad al agua, elemento que inicia e intensifica su proceso de endurecimiento, en el estudio se concluye que la única diferencia que existía entre estos materiales, era únicamente la presencia de óxido de bismuto en el MTA, agente que proporciona radiopacidad. Estos autores realizaron también recubrimientos pulpaes en molares de ratas adultas, observándolas en un periodo de 1 a 3 semanas, obtuvieron resultados idénticos tanto con el MTA como con el CP al actuar sobre las células pulpaes, en algunas muestras se encontraron puentes de dentina que se clasificó como terciaria o reparativa. Por todo esto se sugiere el uso del CP como un material ideal de sellado. <sup>13</sup>

Estrela y cols, complementaron estos hallazgos a través de un estudio donde comparaban el efecto antimicrobiano del CP con el MTA, demostrando que ambos presentan resultados inhibitorios similares. <sup>14</sup>

Holland y cols, estudiaron acerca de la reacción pulpar en recubrimientos directos y pulpotomías con MTA y CP en dientes de perro. Los resultados histológicos determinaron la formación de puentes de dentina en casi la totalidad de las muestras, en estas mismas pruebas se observó un dato importantísimo, que la vitalidad pulpar se mantuvo en las pulpas expuestas a los dos cementos. <sup>15</sup>

En otro estudio realizado por Kyung-San y col, en células humanas de la pulpa dental, observaron la respuesta positiva de estas ante el CP, lo que sugiere que es biocompatible y promotor de la regeneración de tejido mineralizado, de tal manera que se propone su uso en recubrimientos pulpares.<sup>16</sup>

Saidon, He, Zhu, y cols, demostraron la biocompatibilidad y la no toxicidad del CP al compararlo con el MTA, al ser implantados en la mandíbula de cobayos, donde se presentó una respuesta inflamatoria mínima, y sin diferencias relevantes a la del MTA. Los autores lo proponen como un buen material para uso en retroobturaciones radiculares.<sup>17</sup>

Hungaro y col, publicaron dos estudios en el que se evalúa la cantidad de arsénico en dos tipos de CP y dos tipos de MTA (ProRoot y Angelus). Los resultados indican que los niveles de arsénico hallados en los cuatro cementos fueron similares y muy por debajo de los niveles considerados dañinos, demostrando nuevamente que su uso es seguro.<sup>18, 19</sup>

Así, se han publicado decenas de investigaciones realizadas en base al CP, donde se ha analizado su composición, posibles usos y aplicaciones, que lo ubica como un material alternativo al MTA para uso odontológico.

En lo referente al pH, Flores y col, realizaron un estudio transversal donde establecieron un nivel de 10 en el pH del CP.<sup>20</sup>

Hungaro y cols,<sup>21</sup> realizaron un estudio longitudinal para determinar estos valores a las 3, 24, 72 y 168 horas del MTA original y del MTA Angelus que es un patentado brasileño. Ellos reportan que prácticamente no hubo modificaciones en los valores del pH de ambas presentaciones en los tiempos estudiados.

En lo referente al CP no existen estudios longitudinales que determinen el pH con el añadido de elementos de contraste radiográfico como el yodoformo, el sulfato de bario o la limadura de plata, por lo que se pretende cubrir esta falta de información.

## **HIPÓTESIS:**

El añadido de medios de contraste radiográfico, como son el yodoformo, el sulfato de bario y la limadura de plata, no modifican el pH del Cemento Portland en evaluaciones a las 24, 48 y 72 horas y a los 30, 60 y 90 días.

## **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **Metodología**

Se realizó un estudio experimental, prospectivo y longitudinal tipo serie cronológica.

### **Ubicación del Estudio**

Se llevó acabo en las instalaciones de la Clínica de Ortodoncia, de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

### **Materiales**

500 gramos de CP

100 gramos de Sulfato de Bario

100 gramos de Yodoformo

100 gramos de Limadura de Plata

40 litros de agua bidestilada

Gotero con medidor

Loseta de vidrio

Espátula para cementos

20 tubos de plástico transparente y flexible de 4 cm de longitud y 3 mm de diámetro

1 mango con hoja de bisturí

20 frascos de plástico con tapa

1 recipiente de vidrio tipo pecera con tapa

4 gradillas de laboratorio de acero inoxidable

500 ml de solución buffer (phosphate), pH 7 de la marca J.T. Baker<sup>®</sup>

## **Equipo**

Balanza analítica

Termostato de la marca LOMAS ThermoJet<sup>®</sup>

Termómetro para pecera

Medidor de pH marca PH METER KL-009 (I)<sup>®</sup>

## **Procedimiento**

El estudio experimental se realizó siguiendo la metodología propuesta por Hungaro y cols, con modificaciones personales.<sup>18</sup>

En total se realizaron 20 muestras de CP de la marca Cruz Azul de color gris que, como se mencionó en el marco teórico, está principalmente compuesto por los minerales  $3\text{CaO-SiO}_2$ ,  $2\text{CaO-SiO}_2$ ,  $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ ,  $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{CaSO}_4$ . Para esta investigación se mezclaron 2 gramos de CP con 10 ml de agua bidestilada, la mezcla fue vaciada en pequeños tubos de plástico de 4 cm de longitud y 3 mm de diámetro.

Para obtener el porcentaje propuesto de los diferentes radiopacadores a gramos y poder añadirlo con el CP, se utilizó una regla matemática de proporcionalidad simple y una balanza analítica quedando; limadura de plata al 5% = 0.10 g, sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ ) al 20% = 0.40 g y yodoformo ( $\text{CHI}_3$ ) al 5% = 0.10 g.

Cada agente radiopacador fue mezclado con 2 gramos de CP en una loseta de vidrio y con espátula de cementos, con un gotero se fueron vertiendo 10 ml de agua bidestilada, hasta formar una masa uniforme grisácea. Las mezclas fueron vaciadas en tubos de plástico previamente etiquetados, de 4 cm de longitud y 3 mm de diámetro, para que al fraguar se obtuviera la forma cilíndrica deseada.

Después de 4 horas las muestras ya estaban fraguadas, con el bisturí se cortó en sentido longitudinal los tubos de plástico para poder extraer los cilindros.

### **División en grupos**

Se crearon cuatro grupos, como lo muestra en la tabla

GRUPO	No. Muestras	MEZCLA
1	5	Cemento Portland solo
2	5	Cemento Portland con yodoformo al 5%
3	5	Cemento Portland con limadura de plata al 5%
4	5	Cemento Portland con sulfato de bario al 20%

Los 20 frascos de plástico fueron etiquetados en la tapa, con el nombre de la mezcla y número de muestra. Se les agregó 15 ml de agua bidestilada a una temperatura de 36°C, después, se introdujeron los cilindros en los frascos que les correspondían, para realizar la medición inmediata de pH con el potenciómetro, marca PH METER KL-009<sup>®</sup> (I) que fue calibrado con una solución buffer (phosphate), pH 7 de la marca J.T. Baker<sup>®</sup> antes de cada toma de medición. Los frascos con las muestras fueron cerrados y sellados con un polímero sintético.

En un recipiente de tipo pecera, se colocó verticalmente un termostato y un termómetro, que se orientó hacia la parte frontal para optimizar la visión de la temperatura, donde se vertieron 10 litros de agua bidestilada a 36°C.

Cada grupo de frascos sellados se colocaron en una gradilla de acero inoxidable, y se sumergieron en el recipiente donde el agua se mantuvo a la misma temperatura.

Se realizaron las siguientes cuantificaciones:

- Inmediatamente después de ser preparadas las muestras
- A las 24, 48 y 72 horas
- A los 30, 60 y 90 días

Los datos obtenidos fueron registrados en una hoja de Excel de la siguiente manera:

Grupo	Inmediato	24 horas	48 horas	72 horas	30 días	60 días	90 días
1							
2							
3							
4							

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

<b>Tipo de Cemento</b>	<b>Inmediato</b>	<b>24 hrs</b>	<b>48 hrs</b>	<b>72 hrs</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>	<b>90 días</b>
<b>Cemento Portland 100%</b>	11	12.4	12.4	12.5	12.8	12.8	13
<b>Cemento Portland + BaSO4 20%</b>	10.65	12.4	12.4	12.4	12.55	12.55	12.6
<b>Cemento Portland + Limadura de Plata 5%</b>	10.85	12.4	12.4	12.45	12.5	12.7	12.8
<b>Cemento Portland + Yodoformo 5%</b>	10.8	12.35	12.4	12.45	12.45	12.45	12.45

El grupo de muestras de CP al 100% obtuvo a los 90 días un pH alcalino de 13 seguido por el grupo de CP y limadura de plata al 5% a los 90 días con un pH que oscilaba en 12.8, el grupo de CP y Sulfato de Bario al 20% obtuvo un pH de 12.6 a los 90 días y finalmente el grupo de CP y Yodoformo al 5% con un pH de 12.5 a los 90 días esto se muestra en la tablas 1 a 4.

Tabla 1. Mediciones de pH del CP sin radiopacador.

<b>Tipo de Cemento</b>	<b>Inmediato</b>	<b>24 hrs</b>	<b>48 hrs</b>	<b>72 hrs</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>	<b>90 días</b>
<b>Cemento Portland 100%</b>							
<b>Muestra 1</b>	11.1	12.4	12.5	12.5	12.8	12.9	13
<b>Muestra 2</b>	11	12.5	12.5	12.5	12.8	12.8	12.9
<b>Muestra 3</b>	11.1	12.4	12.5	12.5	12.8	12.8	13
<b>Muestra 4</b>	11	12.4	12.4	12.5	12.8	12.9	13
<b>Muestra 5</b>	11	12.4	12.4	12.5	12.8	12.8	13
<b>MEDIA</b>	11.04	12.42	12.46	12.5	12.8	12.84	12.98
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	0.054772	0.044721	0.054772	0	0	0.054772	0.044721

Tabla 2. Mediciones de pH del CP con Limadura de Plata al 5%.

<b>Tipo de Cemento</b>	<b>Inmediato</b>	<b>24 hrs</b>	<b>48 hrs</b>	<b>72 hrs</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>	<b>90 días</b>
<b>Cemento Portland + Limadura de Plata 5%</b>							
<b>Muestra 1</b>	10.9	12.3	12.3	12.4	12.5	12.7	12.8
<b>Muestra 2</b>	10.7	12.4	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7
<b>Muestra 3</b>	10.9	12.4	12.4	12.5	12.5	12.7	12.8
<b>Muestra 4</b>	10.8	12.4	12.4	12.4	12.5	12.7	12.8
<b>Muestra 5</b>	10.8	12.5	12.5	12.5	12.5	12.7	12.8
<b>MEDIA</b>	10.85	12.4	12.4	12.45	12.5	12.7	12.8
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	0.070711	0.141421	0.141421	0.070711	0	0	0

Tabla 3. Mediciones de pH del CP con Sulfato de Bario al 20%.

<b>Tipo de Cemento</b>	<b>Inmediato</b>	<b>24 hrs</b>	<b>48 hrs</b>	<b>72 hrs</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>	<b>90 días</b>
<b>Cemento Portland + BaSO4 20%</b>							
<b>Muestra 1</b>	10.6	12.4	12.4	12.4	12.6	12.6	12.6
<b>Muestra 2</b>	10.7	12.3	12.5	12.5	12.6	12.6	12.6
<b>Muestra 3</b>	11	12.4	12.5	12.5	12.6	12.6	12.6
<b>Muestra 4</b>	10.7	12.3	12.4	12.4	12.5	12.5	12.6
<b>Muestra 5</b>	10.7	12.4	12.4	12.4	12.5	12.5	12.6
<b>MEDIA</b>	10.65	12.4	12.4	12.4	12.55	12.55	12.6
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	0.070711	0	0	0	0.070711	0.070711	0

Tabla 4. Mediciones de pH del CP con Yodoformo al 5%.

<b>Tipo de Cemento</b>	<b>Inmediato</b>	<b>24 hrs</b>	<b>48 hrs</b>	<b>72 hrs</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>	<b>90 días</b>
<b>Cemento Portland + Yodoformo 5%</b>							
<b>Muestra 1</b>	10.7	12.3	12.3	12.4	12.4	12.4	12.4
<b>Muestra 2</b>	10.8	12.4	12.4	12.4	12.5	12.5	12.5
<b>Muestra 3</b>	10.9	12.4	12.4	12.4	12.4	12.5	12.5
<b>Muestra 4</b>	10.8	12.4	12.4	12.4	12.5	12.5	12.5
<b>Muestra 5</b>	10.9	12.4	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
<b>MEDIA</b>	10.8	12.35	12.4	12.45	12.45	12.45	12.45
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	0.14142	0.07071	0.14142	0.07071	0.07071	0.07071	0.07071

Por ser las variables de tipo cuantitativo y tener en la muestra más de dos grupos, los resultados obtenidos fueron analizados con la prueba estadística Análisis de Varianza de una Vía, encontrándose diferencia significativa entre los cuatro grupos de estudio.

#### Análisis de Varianza de una Vía

##### RESUMEN

Inmediatamente y a los 30, 60 y 90 días.	
T = 116.65	Los grupos se comportaron diferentes.
Critica = 3.49	
Valor D = 4.2	

#### Análisis de Varianza de una Vía

##### RESUMEN

30, 60 y 90 días.	
T/ = 0.5	A partir de los 30 días ya se estabiliza y no hay significancia estadística.
Critica = 4.25	
Valor P = 0.60	

Después de encontrar diferencias significativas entre los cuatro grupos de estudio se usó la prueba de t de Student para determinar en qué grupos existía tal diferencia. Primero se analizaron los pH iniciales de CP al 100% y CP con Sulfato de Bario al 20%, después CP al 100% y CP con Limadura de Plata al 5% y finalmente CP al 100% y CP con Yodoformo al 5%.

Tabla 5. Prueba t de Student para dos muestras.

Grupo	Mediciones	Resultados
Cemento Portland 100% Y CP + Sulfato de Bario 20%	Inicial	Si hay diferencia significativa.
Cemento Portland 100% Y CP + Limadura de Plata 5%	Inicial	Si hay diferencia significativa.
Cemento Portland 100% Y CP + Yodoformo 5%	Inicial	Si hay diferencia significativa.

Tabla 6. Prueba t de Student para dos muestras.

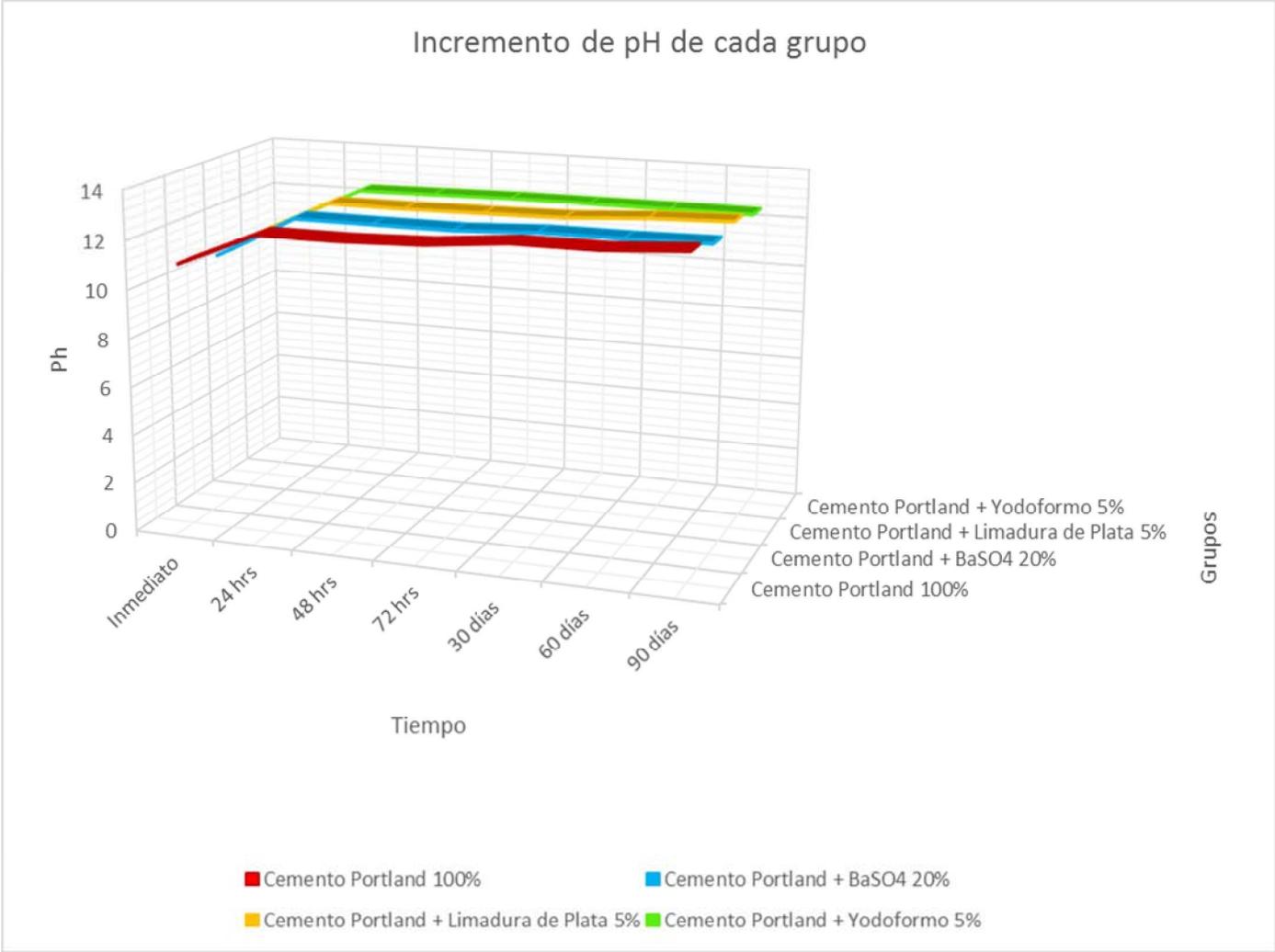
Grupo	Mediciones	Resultados
CP 100%	Inmediato y 24 horas	Hay diferencia significativa
CP + Sulfato de Bario 20%	Inmediato y 24 horas	Hay diferencia significativa
CP + Limadura de Plata 5%	Inmediato y 24 horas	Hay diferencia significativa
CP + Yodoformo	Inmediato y 24 horas	Hay diferencia significativa

Tabla 7. Prueba t de Student para dos muestras.

Grupo	Mediciones	Resultado
CP 100%	Inmediato y 90 días	Si hay diferencia significativa
CP + Sulfato de Bario 20%	Inmediato y 90 días	Si hay diferencia significativa
CP + Limadura de Plata 5%	Inmediato y 90 días	Si hay diferencia significativa
CP + Yodoformo 5%	Inmediato y 90 días	Si hay diferencia significativa

En la siguiente grafica lineal se muestra el incremento de pH que se obtuvo por grupo.

Grafica 1. Incremento de pH de cada grupo.



## DISCUSIÓN

El modelo utilizado para esta investigación estuvo basado en lo propuesto por Hungaro y cols. Para evaluar el pH del CP adicionado con diferentes agentes radiopacadores.

Al elegir un cemento de uso dental este no debe ser tóxico, no mutagénico, no reabsorbible, producir un adecuado sellado, ser estable dimensionalmente, ser bien tolerado por los tejidos perirradiculares, bacteriostático, radiopaco y promover la cicatrización tisular. Los resultados nos permitieron ver la importancia y el valor que tiene el pH en cualquier material que se quiera usar como cemento sellador. De acuerdo a la bibliografía consultada el CP cumple con estas características por lo que se ha recomendado como alternativa del MTA.

Uno de los factores primordiales del efecto benéfico del CP es su alta alcalinidad. Por tanto es importante determinar si los niveles del pH se mantienen a largo plazo. Las diferencias observadas en los cuadros y gráficas indican diferencias sutiles en la medición del pH.

Un dato interesante es que el CP recién mezclado presenta niveles de pH más alcalinos que las cuatro muestras que contenían elementos radiopacos, manteniéndose así hasta las 24 horas. En las demás lecturas, el pH del CP y las cuatro muestras con medios de contraste se igualan a las 48, 72 horas y a los 30 y 60 días.

Sin embargo en la lectura de los 90 días, de nueva cuenta, se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el pH alcalino del CP contra las 4 mezclas estudiadas. A pesar de estas diferencias el pH siempre se mantuvo por encima de los 12.4, considerado muy alcalino, manteniendo efectos benéficos para evitar la proliferación bacteriana e inducir a la calcificación de los tejidos orgánicos. Incluso es de destacar que el pH del CP a los 90 días fue de 13.

El CP adicionado con diferentes medios de contraste muestra una baja sutil en los niveles de pH, las cuatro mezclas estudiadas son recomendables para su uso clínico. Es posible que la mezcla con la Limadura de Plata al 5% pueda mostrar

inconvenientes en cuanto a la posible pigmentación de los tejidos dentales y de la encía, que se ha descrito en las apicectomías donde se utilizaba la amalgama de plata como material de retrobturación.<sup>22</sup>

Después de obtener y analizar los diversos resultados mostrados en este trabajo de investigación, se recomienda añadir alguno de los agentes radiopacadores que se utilizaron en este estudio.

## CONCLUSIONES

De los resultados y análisis previos se puede concluir que:

El CP es un material altamente alcalino, esta propiedad le permite crear condiciones óptimas para evitar la proliferación bacteriana.

El CP es menos radiopaco que la dentina. Lo cual es una desventaja en caso de ser utilizado clínicamente, ya que impide la realización de controles y seguimientos postoperatorios de los casos clínicos. Para que la radiopacidad no sea un impedimento para el uso de este cemento como sellador endodóntico, es necesaria la adición de algún medio de contraste, como los propuestos en esta investigación, dado que no afectan significativamente la alcalinidad del CP puro.

Se hace la recomendación de realizar más estudios sobre las características del CP y la limadura de plata, dado que resulta de una gran radiopacidad, habría que determinar si la plata no se desprende de la mezcla con el paso del tiempo, lo que produciría eventuales pigmentaciones en los tejidos dentales y la encía.

## BIBLIOGRAFIA

---

- 1 - Torabinejad, Watson y Ford. (1993). The sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material. *Journal of Endodontics*, 19, 591.
- 2 - Torabinejad, M., Chivian, N. (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *JOE*, 25, 197-205.
- 3 - Hollon, R., De Souza, V., Nery M.J., Deson, E. (1999). Reaction of rat connective tissue to implanted tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *JOE*, 25.
- 4 - Koh, E.T., McDonal, F., Pitt Ford, Torabinejad, M. (1998). Cellular response to mineral trioxide aggregate. *JOE*, 24, 543-547.
- 5 - Pitt Ford, T.R., Torabinejad, M. (2000). Use of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblast. *JOE*, 26, 288-291.
- 6 - Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, Kettering, J.D. (1995). Cytotoxicity of four root filling materials. *JOE*, 21, 489-492.
- 7 - Koh, E.T., McDonal, F., Pitt Ford, Torabinejad, M. (1998). Cellular response to mineral trioxide aggregate. *JOE*, 24, 543-547.
- 8 - Jew, R.C., Weine, F. (1982). A histological evaluation of periodontal tissues adjacent to root perforation filled with cavity. *Oral Surgery*, 24, 135-134.
- 9 - Balla, R., Loo Monaco, C.L., Escribner, J., Lyn, L.M. (1991). Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxyapatite, amalgam and life. *JOE*, 17, 234-238.
- 10 - [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com)
- 11 - [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- 12 - Merriam, F.S. (1991). *El Manual del Ingeniero Civil*. Tomo I, 3ª ed, México DF: MacGraw- Hill Interamericana.
- 13 - Wucherpfennig, A.L., Green, B.D. (1999). Mineral Trioxide Vs Portland Cement: two biocompatible filling materials. *Journals of Endodontics*, Vol 25 No 4, 308.

---

14 - Estrela Carlos, Bammann Lili, Estrela Cyntia et. al. (2000). Antimicrobial and Chemical Study of MTA, Portland Cement, Calcium Hydroxide Paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent Journal*, 11(1), 3-9.

15 - Holland, R., Sourza, V., Nery, J., et. al. (2001). Healing Process of Dog Dental Pulp after Pulpotomy and Pulp Covering with Mineral Trioxide Aggregate or Portland Cement. *Braz Dent Journal*, 12(2), 109-113.

16 - Kyung-San, Hyan Li, Hyo Jin, et. al. (2007). Human Pulp Cells Response to Portland Cement in vitro. *Journal of Endodontics*, Vol 33, N. 2, February.

17 - Saidon, J., He, J., Zhu, Q., Safavi, K. (2003). Cell and tissue reactions to Mineral Trioxide Aggregate and Portland Cement. *Oral Surg*, 95, 483-9.

18 - Hungaro, M., Cardoso, A., Yamashita, J.C., et. al. (2005). Arsenic release provided by Mineral Trioxide Aggregate and Portland Cement. *Oral Surg*, 99 (5), 648-650.

19 - De-Deus, G., et. al. (2009). Negligible expression of arsenic in some. Comercially available brands of Portland Cement and Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, Vol 35, N.6, 887-890.

20 - Flores Botello, J. E., Maldonado, G., Juan, C., Paniagua, C.G., Llamosas Eduardo. (2000). Determinación de crecimiento bacteriano y pH del Cemento Portland. *Práctica Odontológica*, 21(9),8-10.

21 - Hungaro, M.A., Cardoso, A.C., Yamashita, J.C., Kuga, M.C., Campos, S. (2003). Ph and calcium ion release of 2 root-end filling materials. *Oral Surg*, 95,345-7.

22 – Cohen, S., Johnson, B.D., Fayad, M., Witherspoon, D.E. (2011). *Cohen´s Pathways of the pulp*. Perirradicular Surgery. En Hargreaves K. 10 ed. Mosby.

---

**ANEXO  
FOTOGRAFIAS**

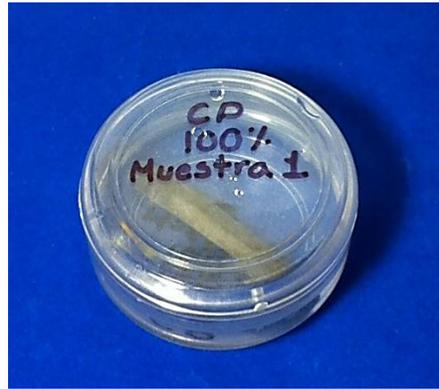


Imagen 1. Muestra cilíndrica sumergida en frasco de plástico con 10 ml de agua bidestilada.



Imagen 2. Formación de grupo 1 con cinco muestras etiquetadas.



Imagen 3. Grupo de muestras acomodado en las gradillas.

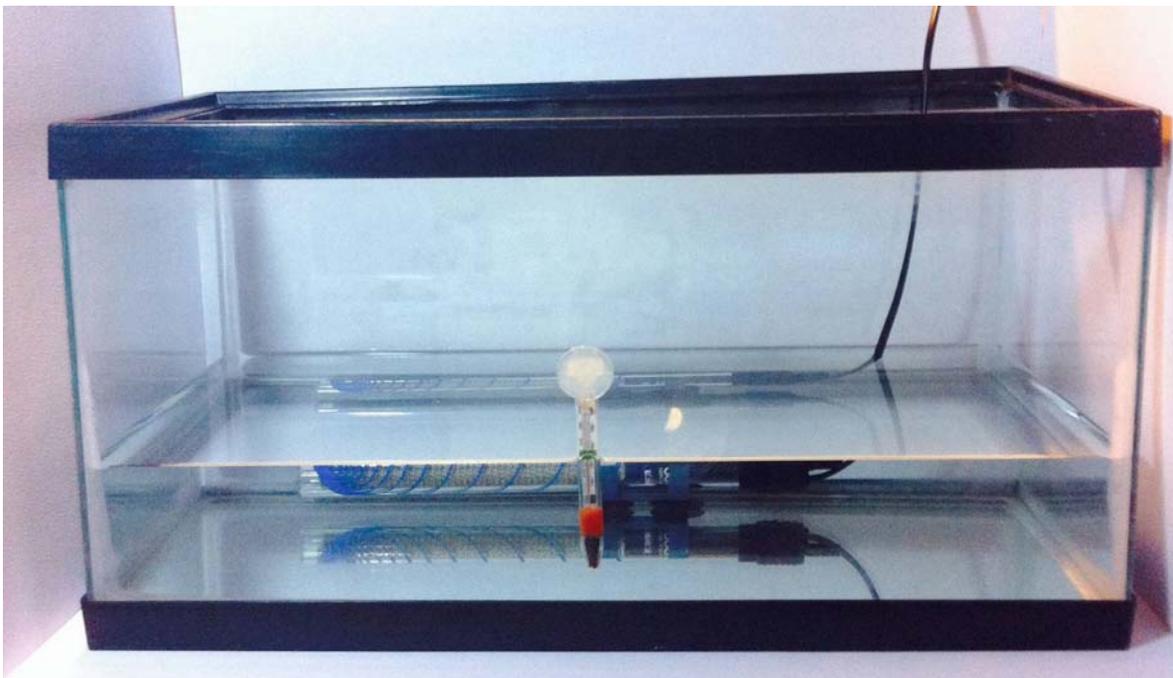


Imagen 4. Recipiente de vidrio con agua bidestilada, termostato y termómetro.



Imagen 5. Vista desde arriba del recipiente de vidrio con todos los grupos de muestras sumergidas en sus respectivas gradillas.



Imagen 6. El agua bidestilada en el recipiente de vidrio a una temperatura de 36°C.

---