



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

SOLUBILIDAD DEL CEMENTO PORTLAND ASOCIADO A  
NANOPARTÍCULAS DE PLATA

SOLUBILITY OF PORTLAND CEMENT ASSOCIATED WITH  
SILVER NANOPARTICLES

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

AUTOR

LILIANA ROMERO CUENCA

ASESOR

PIERRE ALFREDO MEJIA ROJAS

LIMA - PERÚ

2024



**ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO**

**ASESOR**

Mg. Esp. Pierre Alfredo Mejia Rojas

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0009-0007-9650-6063

Fecha de aprobación: 26 de Setiembre de 2024

Calificación: Aprobado

## **DEDICATORIA**


El producto del esfuerzo de este trabajo se lo dedico a mis hijos Camila y Alvaro, a mi esposo Wheeler, y a toda mi familia.

## **DECLARACION DE CONFLICTO DE INTERES**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Similitud **16%** Marcas de alerta



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

SOLUBILIDAD DEL CEMENTO PORTLAND ASOCIADO A  
NANOPARTÍCULAS DE PLATA

SOLUBILITY OF PORTLAND CEMENT ASSOCIATED WITH  
SILVER NANOPARTICLES

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

AUTOR  
LILIANA ROMERO CUENCA

ASESOR  
PIERRE ALFREDO MEJIA ROJAS

LIMA - PERÚ  
2024

Informe estándar ⓘ  
Informe en inglés no disponible [Más información](#)

## 16% Similitud estándar

Filtros

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas ⓘ

1	Internet	repositorio.upch.edu.pe	8%
		13 bloques de texto 205 palabra que coinciden	
2	Internet	hdl.handle.net	2%
		6 bloques de texto 57 palabra que coinciden	
3	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	1%
		4 bloques de texto 38 palabra que coinciden	

## TABLA DE CONTENIDOS

Resumen .....	
Abstract .....	
I. Introducción .....	1
Ii. Objetivos .....	5
Iii. Materiales y Métodos .....	6
Iv. Resultados esperados .....	12
V. Conclusiones .....	13
Vi Referencias Bibliográficas .....	14
Vii Presupuesto y Cronograma .....	18
Anexos	

## RESUMEN

**Introducción:** Los cementos que tienen como base al silicato de calcio (CSC) son comúnmente utilizados en procedimientos endodónticos. Entre estos se incluyen el Agregado de Trióxido Mineral (MTA), Biodentine y el cemento Portland (CP), los que comparten propiedades fisicoquímicas, mecánicas y biológicas similares.

La solubilidad de los CSC es un factor clave para garantizar su estabilidad y capacidad de sellado, ya que una mayor solubilidad podría provocar filtración bacteriana y efectos adversos en la salud bucal. Diversos estudios han mostrado que la incorporación de nanopartículas de plata (nPAg) en CP puede mejorar sus propiedades antimicrobianas y mecánicas, pero se desconoce su impacto sobre la solubilidad. **Objetivo:** El propósito del estudio es evaluar la solubilidad del CP asociado a nPAg. **Materiales y Métodos:** Se evaluará los materiales: CP asociado a nPAg, MTA y Biodentine. Los períodos experimentales serán de 4h y 28 días. Los datos serán obtenidos y enviados a test de ANOVA y Tukey. **Conclusiones:** Los resultados permitirán conocer si la adición de nanopartículas de Ag al CP disminuirá los valores de solubilidad favoreciendo las propiedades químicas resultando un cemento con mejores propiedades para uso de la comunidad endodóntica.

**Palabras clave:** Cemento Portland, Cementos de silicato de calcio, solubilidad, nanopartículas de plata.



## ABSTRACT

**Introduction:** The calcium silicate-based cements (CSC) are commonly used in endodontic procedures. These include Mineral Trioxide Aggregate (MTA), Biodentine and Portland cement (PC), which share similar physicochemical, mechanical and biological properties.

The solubility of CSC is a key factor in ensuring their stability and sealing capacity, as higher solubility could lead to bacterial leakage and adverse effects on oral health. Many studies have shown that the addition of silver nanoparticles (nPAg) in PC can improve its antimicrobial and mechanical properties, but its impact on solubility is unknown. **Aim:** This study aims to assess the solubility of PC associated with nPAg. **Materials and methods:** It will be evaluated CP associated with nPAG, MTA and Biodentine. The experimental periods will be 4 hours and 28 days. The data will be obtained and processed by ANOVA and Tukey tests. **Conclusions:** the results will allow us to know if the addition of silver nanoparticles to the CP would decrease the solubility values, favoring the chemical properties, resulting in a cement with better properties for dental use of the endodontic community.

**Keywords:** Portland cement, calcium silicate cements, solubility, silver nanoparticles.

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los materiales más usados en procedimientos de restauración y reparación de tejidos dentales son los cementos de silicato de calcio (1), los más utilizados en este grupo son el Agregado de Trióxido Mineral (MTA), Biodentine y el cemento Portland (CP) que tienen como composición química principalmente al silicato di-cálcico y tri-cálcico, llamados también cementos hidráulicos, que al mezclarse agua destilada producen principalmente hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) y silicato de calcio hidratado ( $\text{CaOSiO}_2\text{H}_2\text{O}$ ); esta composición origina un gel coloidal de silicato de calcio hidratado que al solidificar forma una estructura dura (2).

Los CSC comerciales son de gran importancia clínica en endodoncia para casos de reparación de perforación radicular y reabsorción radicular, pulpotomía y terapia pulpar vital (3). Los cementos MTA, Biodentine y CP comparten componentes similares, a excepción del MTA que presenta en su composición óxido de bismuto y óxido de zirconio en el Biodentine (3). Además, se ha demostrado que MTA y CP presentan actividad antimicrobiana, biocompatibilidad, capacidad de sellado, adaptación marginal, estabilidad dimensional y tolerancia a la humedad similares (4,5). Sin embargo, estos cementos presentan ciertas desventajas como su difícil manejo, largo tiempo de fraguado y su alto costo (5). Estas similitudes han motivado la investigación sobre el uso de CP por su accesibilidad, propiedades físicas y químicas como una alternativa al MTA (6).

Es importante que los CSC presenten adecuadas propiedades físicas, mecánicas y químicas. En relación a las propiedades químicas la solubilidad está relacionada a

la estabilidad dimensional química y la capacidad de sellado de un cemento de obturación endodóntico (7). La solubilidad es definida como la capacidad de una sustancia para poder disolverse en otra, siendo evaluada por disminución de la masa del material después de la inmersión en agua/ solvente durante un período de tiempo (7). En los CSC se detectó que la solubilidad puede estar directamente relacionados con la capacidad de sellado del material (8). La estabilidad dimensional y la solubilidad adecuada contribuyen a un menor grado de filtración de bacterias y fluidos. Además, se reportó en la medición de la solubilidad durante períodos de tiempos prolongados hasta de 28 días de los CSC pueden estar en contacto con los fluidos tisulares y producir efectos negativos en la salud bucal como desarrollo de caries secundaria por aumento de filtración bacteriana, también irritaciones o reacciones alérgicas en la mucosa oral (8-11).

El MTA es un cemento que se compone de silicato de calcio (CSC) y ha sido uno de los materiales de reparación tisular más estudiados, mostrando excelentes propiedades biológicas y fisicoquímicas satisfactorias (2). En comparación con el Biodentine, el MTA muestra una menor solubilidad, aunque este análisis se realizó utilizando un período corto de evaluación de 24 horas. Estudios han utilizado períodos más largos de 28 días por los picos de expansión y fraguado del material pudiendo ser importantes para comprender las propiedades de los materiales (11,12).

Tanto el cambio dimensional y solubilidad pueden estar directamente relacionados con la capacidad de sellado del material. Algunos autores evalúan la filtración bacteriana en diferentes metodologías (10). Estos estudios sugieren que la

estabilidad dimensional y la insolubilidad adecuadas contribuyen a un menor grado de filtración de bacterias y fluidos (9).

Se ha reportado el CP y MTA tienen un tiempo de fraguado prolongado y se consideran poco estables frente a condiciones y sustancias irrigantes (11). Se conoce que el MTA es menos soluble que el CP y está por debajo del 3% de pérdida máxima de peso determinada como aceptable por la Organización Internacional de Normalización (ISO 6876), después de su almacenamiento en agua destilada durante períodos iniciales de 04 horas, 24 horas y tardíos hasta de 28 días (9,12,13). Estas investigaciones se han realizado basándose en la disminución de la masa de las muestras endurecidas y secas, circunstancia completamente diferente a la observada en los tejidos bucales, donde se utilizan diversas soluciones irrigantes diferentes al agua destilada (9,10). Siendo las pruebas de inmersión de materiales, las que proporcionan resultados de una mayor similitud con aplicación clínica (11).

Muchos investigadores han tratado de optimizar las propiedades de los CSC añadiendo componentes para poder mejorar las propiedades químicas como la solubilidad. Las nanopartículas de plata (nPAg) han tomado importancia entre los nanoproductos alternativos gracias a sus propiedades antimicrobianas como físicas para la utilización en Odontología, como materiales de obturación radicular e implantes dentales, debido a su efecto como agente antimicrobiano (14-18).

Los estudios disponibles sobre la incorporación del agente nanoparticulado de plata (nPAg) en el CP se han enfocado en la actividad antimicrobiana, resistencia mecánica y radiopacidad, encontrando que al añadir nPAg favoreció la actividad antibacteriana y mejoró las características biomecánicas del CP (14,15). Sin embargo, no se encontró evidencia científica frente a la solubilidad del CP asociado con nPAg.

Este estudio tiene como propósito evaluar la solubilidad del CP asociado a nPAG. Para este fin nos planteamos la siguiente pregunta ¿Cuál será el efecto de la solubilidad del cemento de Portland asociado a Nanopartículas de plata?

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la solubilidad del Cemento Portland asociado a Nanopartículas de plata.

### **Objetivos Específicos**

1. Evaluar la solubilidad del cemento Portland asociado a nanopartículas de plata a las 04 horas y 28 días.
2. Evaluar la solubilidad del MTA a las 04 horas y 28 días.
3. Evaluar la solubilidad del Biodentine a las 04 horas y 28 días.
4. Comparar la solubilidad de los cementos de silicato de calcio: cemento Portland asociado a nanopartículas de plata, MTA y Biodentine a las 04 horas y 28 días.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Diseño del estudio

Experimental, *In vitro*, longitudinal prospectivo.

#### Muestra

La muestra estará conformada por discos de cemento Portland, Biodentine y MTA para la fabricación de los discos experimentales se considerarán las dimensiones de altura 1 mm y diámetro 7 mm ya que se encontró que las muestras de menor tamaño podrían ser una alternativa viable para probar la solubilidad de los materiales de obturación radicular, basándose en la Especificación No 57 del Instituto Nacional Americano de Estándares/ Asociación Americana (ANSI/ADA) (11,12,17).

Para determinar el tamaño muestral se desarrollará un estudio piloto en base a la metodología utilizada por Mesías R. (20) usando la fórmula de comparación de medias en el programa estadístico Epi Info™ 6.04.

$$n = \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 * S^2}{d^2}$$

Dónde:

n = especímenes necesarios en las muestras.

Z $\alpha$  = valor Z correspondiente al riesgo deseado.

Z $\beta$  = valor Z correspondiente a la potencia de la prueba.

$S^2$  = varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo de referencia.

$d$  = valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos)

nivel de confianza del 95%, poder estadístico del 90%, varianza de 0.50, nivel de significancia de 0.05 y precisión ( $d$ ) de 1.

Los especímenes serán divididos en tres grupos: (Anexo 1)

- Grupo 1: Cemento Portland asociado a nanopartículas de plata
- Grupo 2: Agregado de trióxido mineral (MTA) (Angelus, Londrina, Paraná Brasil)
- Grupo 3: Biodentine (Septodont, París, Francia)

### **Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

-Discos endodónticos a base de silicato de calcio preparados respetando las normas internacionales establecidos por la ISO 6876 (2012).

-Se seleccionarán discos a base de silicato de calcio, sin soluciones de continuidad, sin burbujas o líneas de fractura usando una lupa a la luz del día.

#### **Criterios de exclusión**

-Discos endodónticos que no tengan las dimensiones de altura 1 mm y diámetro 7 mm.



## **Variables (Anexo 2)**

**Cementos de silicato de calcio: Definición conceptual:** Material bioactivo que contiene una matriz a base de silicato de calcio **Definición operacional:** Cementos dentales a base de silicato de calcio que comparten similar composición excepto por el ox. de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) en MTA, ox. de Zr. ( $\text{ZrO}_2$ ) en Biodentine y nanopartículas de plata (nPAG) en el cemento experimental. **Variable** cualitativa, escala nominal, politómica. La unidad de medida será regida por la norma ISO 6876 de cementos de sellado endodóntico.

**Solubilidad: Definición conceptual:** capacidad de disolución de una sustancia (solute) en un medio (solvente). **Definición operacional:** método para medir la solubilidad, hallada usando una balanza analítica de precisión. **Variable** cuantitativa, de escala razón, la unidad de medida será % de peso perdido en mg.

**Tiempo: Definición conceptual:** magnitud física con la que se mide la duración o separación de acontecimientos. **Definición operacional:** tiempo que transcurre a partir del fraguado de los cementos dentales hasta el periodo de evaluación de 04 horas y 28 días. Indicador es el tiempo transcurrido, de tipo cuantitativa, de escala razón, unidad de medida de 04 horas y 28 días

## **Técnicas y/o procedimientos**

Método: observación estructura

### **Elaboración de muestras**

La preparación de discos endodónticos a base de silicato de calcio, se realizarán respetando las normas internacionales establecido por la ISO 6876 (2012), que no debe exceder 3% de la fracción de la masa. Estos discos tendrán como dimensiones de altura 1 mm y diámetro 7 mm (14,19).

Para la preparación de los cementos MTA y Biodentine se realizarán según las indicaciones de cada fabricante usando las proporciones de polvo/ líquido establecidas. Para la confección del disco de silicato del CP asociado a nPAG se prepararán según el estudio de Mesias R.William (20). Luego del fraguado del material serán retirados de su matriz para medirlas con un calibrador digital.

### **Almacenamiento de muestras**

Para que el proceso de fraguado no se altere se homogenizara las condiciones almacenando las muestras en una incubadora (MedicalExpo) manteniendo la temperatura a 37°C hasta que sean evaluadas a las 4 horas y 28 días. (17).

## **Solubilidad**

Se registrará el primer peso de cada muestra para lo cual usaremos una balanza digital de precisión que tenga un grado de exactitud de 0.0001 g (Mettler Un J150). Las muestras serán sumergidas en hipoclorito de sodio al 2.5% e incubadas a 37°C por los periodos de evaluación de 04 horas y 28 días. Para cada evaluación las muestras serán secadas con papel absorbente y aire por algunos segundos, seguidamente colocadas en un desecador por 1 hora. Luego serán pesadas nuevamente. Para cuantificar la solubilidad, se obtendrá la diferencia de resultados del peso inicial con el que se obtenga después del desecado. En cada muestra de discos de silicato de calcio experimentales se medirá por triplicado y se hallará el valor promedio de la solubilidad, bajo la norma ISO 6876 (8,17,19).

## **Descripción de instrumentos**

Se utilizará una ficha, para el registro de los datos obtenidos de los discos de cemento de silicato obtenidos en los diferentes periodos de tiempo. (Anexo 3)

## **Capacitación**

Además, se contará con una capacitación de un experto para evaluar la solubilidad de los CSC por el método del índice Kappa, se realizará una calibración para determinar los aciertos entre el capacitador y el investigador, obteniendo un valor Kappa cercano a 1 y así evitar posibles errores en la medición y la ejecución viable del proyecto.

### **Plan de análisis**

Se realizará el análisis estadístico con el paquete estadístico SPSS versión 22.0 / Epi-Info. Los datos se analizarán con la prueba de normalidad de Shapiro Will, del cual si se encuentra normalidad se procede a la prueba de estadística de varianza total de ANOVA y para la comparación por pares y para determinar el grupo alterado entre los discos endodónticos de silicato de calcio a través de la prueba de Tukey.

### **Criterios Éticos**

Se solicitará la autorización del Comité de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para la ejecución de la investigación.

Se solicitarán las autorizaciones y coordinaciones del laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. para la evaluación de la solubilidad de los materiales de silicato de calcio.

#### IV. RESULTADOS ESPERADOS

Al evaluar la solubilidad en el CP asociado a nPAG se espera encontrar una solubilidad baja que este por debajo del 3% de pérdida máxima de peso determinada como aceptable por la organización Internacional de Normalización (ISO 6876) luego de la revisión bibliográfica de Vasquez *et al.* (14), Jonaidi *et al.* (15), Nam KY (16), Bosso *et al.* (17) que encontraron que la incorporación de nanopartículas de plata mejora las características fisicoquímicas de los CSC.

-Al evaluar la solubilidad del CP asociado a nPAG, al MTA y Biodentine a las 4 horas se espera encontrar una menor solubilidad que la que se encuentre a los 28 días ya que luego de la revisión bibliográfica según Eren *et al.* (11), Galletti *et al.* (12) encontraron que las variables de tiempo y tipo de irrigante utilizado para evaluar la solubilidad podrían alterar estos valores.

-Al evaluar la solubilidad del CP asociado a nPAG en comparación al MTA y Biodentine se espera encontrar una menor solubilidad ya que según los estudios de Vasquez *et al.* (14), Jonaidi-Jafari *et al.* (15), Nam (16), Bosso *et al.* (17) encontraron que al adicionar nPAG favorecen a las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de algunos CSC.

## **V. CONCLUSIONES**

- La solubilidad de CP asociado a nPAG tendría una solubilidad baja.
- La solubilidad del CP asociado a nPAG, MTA y Biodentine tendrían una menor solubilidad a las 4 horas que a los 28 días.
- La solubilidad del CP asociado a las nPAG tendría una menor solubilidad en comparación con el MTA y Biodentine.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torabinejad M. Historical and contemporary perspectives on root-end filling materials. *J Endod.* 1993;19(8):432–3, Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)81519-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0099-2399(06)81519-0)
2. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater [Internet].* 2015;31(4):351–70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.004>
3. Camilleri J. Characterization and chemical activity of Portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. *Int Endod J [Internet].* 2008;41(9):791–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01439.x>
4. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: Review of literature with a comparative analysis. *J Clin Diagn Res [Internet].* 2017;11(8): ZG01–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7860/JCDR/2017/25840.10374>
5. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *Saudi Dent J [Internet].* 2018;30(4):273–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2018.07.004>

6. Saliba E, Abbassi-Ghadi S, Vowles R, Camilleri J, Hooper S, Camilleri J. Evaluation of the strength and radiopacity of Portland cement with varying additions of bismuth oxide. *Int Endod J* [Internet]. 2009;42(4):322–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01512.x>
7. Eskandari F, Razavian A, Hamidi R, Yousefi K, Borzou S. An updated review on properties and indications of calcium silicate-based cements in endodontic therapy. *Int J Dent* [Internet]. 2022; 2022:6858088. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2022/6858088>
8. Singh S, Podar R, Dadu S, Kulkarni G, Purba R. Solubility of a new calcium silicate-based root-end filling material. *J Conserv Dent* [Internet]. 2015;18(2):149–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.153053>
9. Moazami F, Rajabzadeh Z, Daneshmanesh H, Ghahramani Y. Evaluation the solubility and the porosity of the nano fast cement comparing to the mineral trioxide aggregate: An in vitro study. *J Dent (Shiraz)* [Internet]. 2023;24(1):28–33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.30476/DENTJODS.2021.92684.1668>
10. Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM, Bosso-Martelo R, Chavez-Andrade GM, Tanomaru Filho M. Solubility, porosity and fluid uptake of calcium silicate-based cements. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2018;26:e20170465. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0465>
11. Eren SK, Örs SA, Aksel H, Canay Ş, Karasan D. Effect of irrigants on the color stability, solubility, and surface characteristics of calcium-silicate based



- cements. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2022;47(1):e10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5395/rde.2022.47.e10>
12. Galletti C, María J, Rubens G-T, Moraima G, Villela FLC, Tanomaru-Fj M. Solubility and bacterial sealing ability of MTA and root-end filling materials. *Appl Oral Sci*. 2016;24(2).
13. Bodanezi A, Carvalho N, Silva D, Bernardineli N, Bramante CM, Garcia RB, et al. Immediate and delayed solubility of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2008;16(2):127–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-77572008000200009>
14. Vazquez-Garcia F, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Basso-Bernardi MI, Guerreiro-Tanomaru JM. Effect of silver nanoparticles on physicochemical and antibacterial properties of calcium silicate cements. *Braz Dent J* [Internet]. 2016;27(5):508–14. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/nRxmyfNVyXmpqGzzfbzBXHh/?format=pdf&lang=en>
15. Jonaidi-Jafari N, Izadi M, Javidi P. The effects of silver nanoparticles on antimicrobial activity of ProRoot mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium enriched mixture (CEM). *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2016;8(1):e22-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4317/jced.52568>
16. Nam KY. Characterization and antimicrobial efficacy of Portland cement impregnated with silver nanoparticles. *J Adv Prosthodont* [Internet]. 2017;9(3):217–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4047/jap.2017.9.3.217>

17. Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM, Viapiana R, Berbert FL, Duarte MA, Tanomaru-Filho M. Physicochemical properties of calcium silicate cements associated with microparticulate and nanoparticulate radiopacifiers. *Clin Oral Investig*. 2016;20(1):83–90.
18. Talabani RM, Garib BT, Masaeli R. Bioactivity and physicochemical properties of three calcium silicate-based cements: An in vitro study. *Biomed Res Int* [Internet]. 2020;2020:9576930. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2020/9576930>
19. ISO - International Organization for Standardization [Internet]. ISO. 2012 [citado el 23 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://www.iso.org>
20. Mesias R, Arturo W. Actividad antimicrobiana del cemento experimental portland asociado con nanopartículas de plata en comparación al cemento portland y el biodentine® frente al *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y *Cándida albicans* ATCC90028.

## VII PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

### Presupuesto

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumental y material</b>	<b>Costo Unitario</b>
<b>Materiales</b>			
7gr		Biodentine	145.00
		MTA	
		Cemento Portland	
10 gr			140.00
		Estabilizadores de Soluciones (Sigma Aldrich)	
12gr			125.00
22 matrices		Matriz de polietileno	5.00
33 unidades		Lija de agua	1.50
3tubos		Tubos de almacenamiento	7.00
1caja x100		Guantes	15.00
1caja x 50		Mascarillas	8.00
1paquete x20		Gorros	6.00
1paquete x 500		Hojas bond	12.00
<b>Servicios</b>			
		Laboratorio de High Technology Certificate SAC	
40 muestras			10.00
<b>TOTAL</b>			

## Cronograma

ACTIVIDADES	Set 2024	Set 2024	Set 2024	Oct 2024	Nov 2024	Dic 2024	enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025
Revisión bibliográfica	X	X	X						
Informe de proyecto de tesis		X	X	X	X				
Aprobación del proyecto de tesis					X	X			
Capacitación del investigador						X	X	X	X
Calibración del investigador						X	X	X	
Coordinación de permisos							X	X	
Ejecución de la prueba piloto								X	
Determinación de tamaño de muestra								X	
Ejecución del trabajo de investigación								X	
Obtención y análisis de resultados								X	X
Redacción del documento de tesis									X
Informe formato artículo									X
Envío a revista científica									X
Pre-banca y defensa de tesis									X
Informe final formato tesis									

## ANEXOS

### Anexo 1. Cementos de Silicato de Calcio

<b>Grupos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Manufactura</b>
CP asociado a nAg	CP + nPAG	Cemento Comacsa (Huascarán; Perú) + Nanopartículas de plata. (Sigma Aldrich).
MTA	MTA	Angelus, Londrina, Paraná Brasil
Biodentine	Biodentine	Septodont, París, Francia

CP+PAG: Cemento Portland asociado a nanopartículas de plata; MTA: Agregado de Trióxido Mineral; Biodentine: Biodentine.

## Anexo 2. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	VALORES O CATEGORIAS
Cementos de silicato de calcio <b>(variable independiente)</b>		Cementos hidráulicos que cuentan con una matriz a base de silicato de calcio (di-cálcico y tri-cálcico).	Los cementos de MTA, Biodentine y CP asociado a nPAG comparten componentes similares excepto por ox. de Bi en el MTA, ox. De Zr. en Biodentine y nPAg en el cemento experimental.	Cualitativo	La norma ISO 6876 de materiales para sellado endodóntico establece que el límite aceptable de pérdida de peso para la prueba de solubilidad es el 3%	Nominal politómica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MTA</li> <li>- Biodentine</li> <li>- Cemento Portland asociado a nPAG</li> </ul>
Solubilidad <b>(variable dependiente)</b>		Es la capacidad de una sustancia de disolverse (solute) en otra (solvente).	Es un método para medir la solubilidad, evaluada por la pérdida de la masa de una sustancia luego de la inmersión en un solvente.	cuantitativo	pérdida de la masa del CSC después de la inmersión en NaClO.	razón	% de peso perdido (mg) Balanza analítica de precisión

<b>Tiempo (covariable)</b>	<hr/>	es una magnitud física con la que se mide la duración o separación de acontecimientos.	Es el tiempo transcurrido desde el fraguado de los cementos dentales hasta el periodo de evaluación de 04 horas y 28 días.	Cuantitativa	Tiempo transcurrido en que se mide la solubilidad de los CSC.	Razón	T1: 04 horas T2: 28 días
----------------------------	-------	--	--	--------------	---	-------	-----------------------------

### ANEXO 3

#### Ficha de recolección de datos

“SOLUBILIDAD DE UN CEMENTO DE SILICATO DE CALCIO: CEMENTO  
PORTLAND ASOCIADO A NANOPARTÍCULAS DE PLATA”

**Tiempo de medición:** 04 horas ( ) 28 días ( )

N° de muestras	Cemento Portland + NpAg	MTA	Biodentine
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			