



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

“Evaluación comparativa de las características de porosidad entre el
Cemento Portland, MTA y Biodentine con Microscopio Electrónico de
Barrido”

Tesis para optar el título de:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CARIELOGÍA Y ENDODONCIA

Presentado por:

CD. Luis Manuel Bravo Eslava (0000-0002-7142-632X)

Asesor:

ESP. César Antonio Gallardo Gutiérrez (0000-0001-7122-1802)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, a los **10** días del mes de **AGOSTO** del **2020**, siendo las 21:40 horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **MG. CARMEN ROSA GARCÍA RUPAYA**, los miembros del Jurado **MG. MIGUEL CABRERA IBERICO** y **MG. ROCÍO AYARZA FLOREZ**; y el Asesor de la Tesis **ESP. CESAR GALLARDO GUTIERREZ**. El **C.D. LUIS MANUEL BRAVO ESLAVA**, autor de la tesis Titulada: **“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE POROSIDAD ENTRE EL CEMENTO PORTLAND, MTA Y BIODENTINE CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO”**, con el fin de optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en **CARIELOGÍA Y ENDODONCIA**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido **...Aprobado...** con el calificativo de **...Quince..... (15)**

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las 23:00 horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.




Presidente
MG. CARMEN ROSA GARCÍA RUPAYA
 DNI: 09075393

Miembro
MG. MIGUEL CABRERA IBERICO
 DNI: 07968574




Miembro
MG. ROCÍO AYARZA FLORES
 DNI: 10005434

Asesor
ESP. CESAR GALLARDO GUTIERREZ
 DNI: 09647518

RESUMEN

Objetivo: El propósito del presente estudio fue evaluar comparativamente las características de porosidad entre el cemento Portland, MTA Angelus® y Biodentine Septodont® en Microscopio Electrónico de Barrido. **Materiales y Métodos:** Se prepararon los cementos según las indicaciones del fabricante y se empaquetaron en tubos cilíndricos de polietileno con un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm. Se analizó la porosidad de las muestras mediante el microscopio electrónico de barrido. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba Kruskal Wallis. El nivel de significancia se estableció en 0.05 **Resultados:** Se observó la descripción de la media de los valores del diámetro de los poros, encontrándose el tamaño mayor en el cemento Portland (11.07). Existen diferencias significativas entre las medias del diámetro de los poros con un $p=0.05$. Se identificó que el MTA Angelus® tiene la mayor cantidad de poros, le sigue el Biodentine Septodont® y por último el Portland. Se comparó la cantidad de poros entre los tres cementos y no se encontraron diferencias significativas con un $p=0.09$. **Conclusión:** Los análisis realizados en los cementos endodónticos dieron como resultado que el cemento Portland tiene mayor diámetro de poro a diferencia de los otros dos cementos, orientándonos a determinar que tanto el Biodentine Septodont® y el MTA Angelus® tienen mejores propiedades de resistencia y de permeabilidad evitando la microfiltración, siendo mejores para la solución de casos clínicos. **Palabras claves:** Agregado de Trióxido Mineral; Biodentine; Cemento Portland; Microscopio electrónico de barrido.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to comparatively evaluate the porosity characteristics between Portland cement, MTA Angelus® and Biodentine Septodont® in scanning electron microscope. **Materials and Methods:** Cements were prepared according to the manufacturer's instructions and packed in cylindrical polyethylene tubes with an internal diameter of 10 mm and a height of 5 mm. The porosity of the samples was analyzed using the scanning electron microscope. Statistical analysis was performed using the Kruskal Wallis test. The level of significance was established at 0.05. **Results:** The description of the mean of the pore diameter values was observed, the largest size being found in Portland cement (11.07). There are significant differences between the means of pore diameter with a $p = 0.05$. It was identified that the MTA Angelus® has the largest number of pores, followed by Biodentine Septodont® and finally Portland. The amount of pores between the three cements was compared and no significant differences were found with a $p = 0.09$. **Conclusion:** The analyzes carried out on the endodontic cements showed that Portland cement has a larger pore diameter than the other two cements, guiding us to determine that both Biodentine Septodont® and MTA Angelus® have better resistance and permeability properties, avoiding microleakage. best for solving clinical cases. **Key words:** Mineral Trioxide Aggregate; Biodentine; Portland cement; Scanning electron microscope.

INTRODUCCIÓN

Los materiales odontológicos han mejorado a través de los años mediante los avances tecnológicos, proporcionándoles excelentes propiedades físicas, químicas y biológicas.⁽¹⁾ El material de reparación endodóntico debe tener radiopacidad, ser biocompatible, antibacteriano, poseer estabilidad dimensional, fácil manipulación, osteoinductor y sellado hermético.⁽²⁾ El Cemento Portland se compone de 4 óxidos principales: cal (CaO), sílice (SiO₂), alúmina (Al₂O₃) y óxido férrico (Fe₂O₃). La cal se obtiene por disgregación de la piedra caliza (CaCO₃) y los otros componentes se producen a partir de esquistos (Arsénico y plomo) y no es aprobado para uso clínico.⁽³⁾

Los radiopacificadores alternativos como el sulfato de bario, óxido de zirconio, yodoformo, polvo de oro, dióxido de titanio, óxido de plomo, subnitrito de calcio, tungsteno de calcio, carbonato de bismuto y subnitrito de bismuto se propusieron para superar las desventajas del bismuto como la genotoxicidad la cual interfiere negativamente en la porosidad y la resistencia a la compresión.⁽⁴⁾

El mineral trióxido agregado (MTA) es un material bioactivo a base de silicato de calcio. Compuesto de 75% de cemento Portland, 20% de óxido de bismuto, 5% de yeso y cantidades mínimas de sulfato de sodio (Na₂SO₄), sulfato de potasio (K₂SO₄), óxido de silicio (SiO₂), óxido de magnesio (MgO) y óxido de calcio (CaO); su uso clínico para la obturación retrograda, apicoformación, apexificación, recubrimiento pulpar, revascularización y reparación de perforaciones a nivel de la porción radicular del diente pero sus desventajas es el extenso tiempo de fraguado, consistencia de la mezcla y decoloración de los dientes.⁽⁵⁻¹⁰⁾

Biodentine es un nuevo material biocompatible, bioactivo, a base de Alite (Ca₃SiO₅) de alta pureza compuesto por una parte sólida que contiene silicato tricálcico (3CaO SiO₂), carbonato de calcio (CaCO₃) y óxido de zirconio (ZrO₂) y una parte líquida que contiene cloruro de calcio (CaCl₂ 2H₂O), y un agente reductor de agua; que puede estimular la regeneración de la dentina mediante la inducción de odontoblastos diferenciación de las células progenitoras de la pulpa, sus características de fraguado y comportamiento mecánico lo hacen apropiado como un sustituto de la dentina.^(11,12)

La porosidad es una medida de los espacios vacíos en una sustancia. Puede aumentar la permeabilidad del material fraguado, puede tener un impacto en muchos otros factores, como la absorción, la permeabilidad, la resistencia y la densidad. Puede actuar como un portal de entrada para microorganismos por microfiltración y está directamente relacionada con el comportamiento de filtración del material del relleno de conducto. La porosimetría es la medición del volumen, el tamaño, la densidad y la porosidad de distribución del material sometido.⁽¹³⁾

Saghiri y col. (2017) Encontraron que el MTA mostró menor porosidad de la superficie en comparación con el Biodentine.⁽¹³⁾

Formosa y col. (2014) Hallaron que el MTA plus mezclado con gel antilavado tiene una porosidad inicial más baja que MTA plus mezclado con agua.⁽¹⁴⁾

Guerrero y col. (2018) Obtuvieron por medio de la *microtomografía* computarizada que el Biodentine tiene una porosidad más baja que ProRoot MTA.⁽¹⁾

Chang (2018) Mostró que el Biodentine y MTA Angelus tiene menor diámetro de poros.⁽¹⁵⁾

De esta manera, se ha informado que las investigaciones de las pruebas mecánicas sencillas permiten una correlación de las propiedades mecánicas con el rendimiento clínico y pueden aconsejar a los odontólogos que los cementos necesitan cuidados especiales o conllevan riesgos particulares durante la mezcla y colocación del material.⁽¹⁶⁾

La evaluación de las propiedades físicas de Biodentine demostró que la adición de aditivos a los cementos a base de silicato tricálcico influye en las propiedades físicas de los materiales.⁽¹⁷⁾

Por lo tanto, el propósito del presente estudio es evaluar comparativamente las características de porosidad entre el cemento Portland, MTA y Biodentine en Microscopio Electrónico de Barrido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) con el número de protocolo: 255-2019-POS8.

Este estudio descriptivo transversal, fue realizado en el laboratorio de equipamiento especializado de la Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM en el período de agosto del 2019.

La muestra consistió en cilindros de MTA, Biodentine y cemento Portland. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de comparación de medias con el dato de la varianza de la prueba piloto y con un nivel de confianza de 95% y un margen de error 5%, dando como resultado cinco muestras por grupo. Se consideraron cajas de cementos con fecha de expiración dentro del tiempo permisible y se excluyeron cajas de cementos con empaques adulterados y cementos previamente utilizados.

GRUPOS	MTA	BIODENTINE	CEMENTO PORTLAND
MUESTRAS	5 TUBOS	5 TUBOS	5 TUBOS

Se utilizó el cemento Portland Cemento Sol® Perú, MTA Angelus® Brasil, Biodentine Septodont® Francia. Los cementos se mezclaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante: El cemento Portland se mezcló con una espátula de cemento metálica en un vaso pírrex 1g cemento Portland – 1 ml agua obteniendo una consistencia pastosa, se empaquetó con un porta amalgama en el tubo cilíndrico de polietileno con un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm, se dejó fraguar por 10 horas.

El MTA se espatuló durante 30 segundos con una espátula de cemento metálica en una platina de vidrio 1g MTA – 1 gota de agua destilada obteniendo una consistencia arenosa, se empaquetó con un porta amalgama en el tubo cilíndrico de polietileno con un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm, se dejó fraguar por 15 minutos.

Se colocó dentro de la cápsula de Biodentine 5 gotas cloruro de calcio, se mezcló con un amalgamador por 30 segundos obteniendo una consistencia espesa, se empaquetó con un

porta amalgama en el tubo cilíndrico de polietileno con un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm, se dejó fraguar por 12 minutos. (Fig.1)

Luego las muestras se fijaron en cinta de carbono en plataformas de metal denominadas “stub”. (Fig.2)

Se realizó el metalizado por “sputter” mediante el bañado en oro (1 minuto y 30 segundos; a 18 miliamperios mA) y se evaluaron con un microscopio electrónico de barrido (Marca: FEI Modelo: Inspect S50, República Checa). (Fig.3)

Al enfocar con MEB los cilindros de cada cemento se dividieron en cuatro cuadrantes. Se seleccionó el cuadrante por muestreo aleatorio simple de cada muestra para su análisis. Se tomaron y analizaron las microfotografías a 5000 X aumentos.(Fig.4)

El investigador se capacitó y se calibró en el manejo del programa Image J para el cálculo de número y diámetro de poros de cada cuadrante de las microfotografías con el técnico de laboratorio, se aplicó la prueba estadística coeficiente de correlación intraclase siendo el coeficiente de correlación interobservador: 0.98 y coeficiente de correlación intraobservador: 1.

El número de poros se calculó utilizando el programa Image J versión 1.52 (Rasband WS, ImageJ; Instituto Nacional de Salud de EE. UU., Bethesda, MD, EE. UU.).Cada figura fue invertida mediante este programa y el brillo se ajustó para seleccionar los orificios de cada figura que fueron contabilizados por este calculando el número total de poros.

El diámetro de poros se calculó utilizando el Software Image J donde cada poro de la superficie de los cementsos se midió con una regla virtual dando una medida en μm .(Fig.5)

Se realizó el análisis de Kruskal Wallis mediante el programa estadístico SPSS versión 25.0 año 2017 . El análisis de los datos obtenidos se realizó estadística descriptiva obteniendo media, desviación estándar, valor menor y valor mayor de la variable, número de poros y diámetro de poros.

Se utilizó estadística inferencial mediante la prueba de Kruskal Wallis con una significancia 0.05 para comparar número de poros y diámetro de poros de los cementsos Portland, MTA y Biodentine.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se puede observar la descripción de la media de los valores del diámetro de los poros, encontrándose el mayor tamaño en el cemento Portland (11.07 μm), seguido por el Biodentine (9.21 μm) y por último de menor tamaño MTA (8.41 μm). En la Tabla 2 podemos ver que existen diferencias significativas entre las medias del diámetro de los poros con un $p=0.03$. En la Tabla 3 se identifica que el MTA tiene la mayor cantidad de poros (2925.20 μm^2), le sigue el Biodentine (2062.00 μm^2) y por último el Portland (1139.60 μm^2). En la Tabla 4 al comparar la cantidad de poros entre los tres cementos no se encuentran diferencias significativas con un $p=0.09$.

Tabla 1. Descripción de los valores del diámetro en micras de los poros de los cementos

MTA, Portland y Biodentine

Valores	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Biodentine	9.21	4.88	2.92	28.02
MTA	8.41	6.06	2.17	27.83
Portland	11.07	11.51	2.92	92.64

Tabla 2. Evaluación comparativa de las características de porosidad del diámetro de los poros de los cementos.

Cementos	Media	P
Biodentine	9.21	0.03
MTA	8.41	
Portland	11.07	

Prueba Kruskal Wallis

Tabla 3. Descripción de los valores del número de poros en micras cuadradas de los cementos Biodentine, Portland y MTA

Valores	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Biodentine	2062.00	1550.10	739.00	4593.00
MTA	2925.20	1670.43	1121.00	4794.00
Portland	1139.60	833.78	526.00	2586.00

Tabla 4. Evaluación comparativa de las características de porosidad del número de poros de los cementos Biodentine, MTA y Portland

Cementos	Media	P
Biodentine	2062.00	0.09
MTA	2925.20	
Portland	1139.60	

Prueba Kruskal Wallis

DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó materiales de tipo biocerámicos, que han demostrado mejores propiedades tanto biológicas como mecánicas al ser utilizados en contacto directo con tejidos periapicales.

Para este estudio se utilizó la herramienta Image J que sirve para muchos tipos de mediciones. Este es un programa que se utiliza en el área de histología para las mediciones de células.

Los resultados obtenidos muestran, en la descripción de la media de los valores del diámetro de los poros, un mayor tamaño en el cemento Portland (11.07 μm), Biodentine (9.21 μm) y de menor tamaño MTA(8.41 μm) . En las medias del diámetro de los poros, sí existe diferencia estadísticamente significativa con un $p=0.03$. En cuanto a la descripción de la media de los valores del número de los poros, el MTA tiene la mayor cantidad de poros (2925.20 μm^2), Biodentine (2062.00 μm^2) y por último el Portland (1139.60 μm^2). Al comparar las medias del número de poros entre los tres cementos, no existe diferencia estadísticamente significativa con un $p=0.09$.

En el presente estudio los resultados son similares a los obtenidos por Guerrero y col. (2018); debido a que ambos estudios dan como resultado un mayor número de poros en el MTA.⁽¹⁾

La porosidad de MTA es mayor que el Biodentine, estos valores difieren de los encontrados por Saghiri y col.(2017), quienes mostraron que el MTA mostró menor porosidad de la superficie en comparación con Biodentine. Posiblemente esta diferencia de ambos resultados se debe a que en su metodología sumergieron los tubos en agua destilada y fluido sintético de tejido.⁽¹³⁾

En el estudio también se obtuvo que el cemento Portland tiene mayor diámetro de poros siendo igual a los resultados obtenidos por Antonijevic y col. (2014), no obstante sus resultados incluyeron diferentes cantidades de radiopacificadores en el cemento Portland.⁽⁴⁾

Investigación efectuada por Chang (2018) encontró que el cemento Portland tiene mayor diámetro de poros a diferencia de los cementos Biodentine y MTA, similares a nuestros resultados.⁽¹⁵⁾

Las características de porosidad se evaluaron de acuerdo al número y al diámetro de poros. Siendo el cemento Portland quien presentó los poros con mayor diámetro, mientras que el MTA y Biodentine presentaron mayor cantidad de poros pero de menor calibre que el Portland.

Los poros de menor diámetro proporcionan a los cementos *endodónticos* una mejor resistencia mecánica y permeabilidad evitando la microfiltración de bacterias y sus toxinas en la dentina.⁽⁴⁾

Asimismo, en la investigación se empleó el Microscopio Electrónico de Barrido para medir la porosidad en diferentes cementos endodónticos sería conveniente analizar en otro tipo de equipo, por ejemplo el porosímetro que nos puede dar otro panorama sobre la porosidad.

La importancia de este estudio radica en dar a conocer las características de porosidad de los cementos *endodónticos* que puedan orientar al clínico para la mejor selección del material en cuanto a su resistencia mecánica y permeabilidad en el tratamiento de los diferentes casos clínicos como perforaciones radiculares, recubrimientos pulpares, cirugías apicales y reabsorciones internas/externas.

CONCLUSIONES

Se concluye que el cemento Portland al presentar mayor diámetro de poros podría ser menos resistente a la compresión a diferencia de los cementos Biodentine y MTA observados a la microscopía electrónico de barrido. En cuanto al número de poros no presento diferencia significativa en los cementos Portland, Biodentine y MTA.

Contribución del autor: Luis Manuel Bravo Eslava y César Antonio Gallardo Gutiérrez han participado en la concepción, la recolección de datos, la redacción y la aprobación de la versión final del artículo.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado.

Conflicto de intereses: El autor declara no tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guerrero F. , Berástegui E .Porosity analysis of MTA and Biodentine cements for use in endodontics by using micro-computed tomography.J Clin Exp Dent.2018;10(3):e237-40 DOI: 10.4317/jced.54688
2. Henrique A, Aguirre O, Ricci L, Siebert G, Meireles A, Zina O, et al .Physicochemical Properties of MTA and Portland Cement after Addition of Aloe Vera. Iran Endod J. 2017;12(3): 312-7. DOI: 10.22037/iej.v12i3.10635
3. Hwang Y, Kim D, Hwang I, Song S, Park Y, Koh J, et al. Chemical Constitution, Physical Properties, and Biocompatibility of Experimentally Manufactured Portland Cement. J Endod.2011;37(3):58–62. DOI: 10.1016/j.joen.2010.09.004
4. Antonijevic D , Medigovic I , Zrilic M , Jokic B , Vukovic Z , Todorovic L. The influence of different radiopacifying agents on the radiopacity, compressive strength, setting time, and porosity of Portland cement. Clin Oral Investig. 2014; 18(6):1597-1604. DOI: 10.1007/s00784-013-1130-0
5. Chang S, Bae W , Yi J , Lee S, Lee D, Kum K, et al.Odontoblastic differentiation ,inflammatory response ,andangiogenic potential of 4 calcium silicate-based cements: Micromega MTA, ProRoot MTA, RetroMTA, and experimental calcium silicate cement. J Endod.2015;41(9):154-159. DOI: 10.1016/j.joen.2015.04.018

6. Corbella S, Ferrara G, El Kabbaney A, Taschieri S. Apexification, apexogenesis and regenerative endodontic procedure. *Minerva Stomatol.*2014; 63(11):375-389. DOI: 25503339
7. Chung C, Kim E, Song M, Park J, Shin S. Effects of two fast-setting calcium-silicate cements on cell viability and angiogenic factor release in human pulp-derived cells. *Odontology.* 2016;104(2):143-151. DOI: 10.1007/s10266-015-0194-5
8. Ramos J, Palma P, Nascimento R, Caramelo F, Messias A, Vinagre A, et al. 1-year in vitro evaluation of tooth discoloration induced by 2 calcium silicate-based cements. *J Endod.* 2016;42(9):1-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.06.012>
9. Cianconi L, Palopoli P, Campanella V, Mancini M. Composition and microstructure of MTA and Aureoseal Plus: XRF, EDS, XRD and FESEM evaluation. *Eur J Paediatr Dent.* 2016; 17(4): 281-285. DOI: 28045315
10. Saghiri M, Asgar K, Lotfi M, Karamifar K, Neelakantan P, Ricci J. Application of mercury intrusion porosimetry for studying the porosity of mineral trioxide aggregate at two different Ph. *Acta Odontol Scand.* 2012; 70(1): 78–82. DOI: 10.3109/00016357.2011.597777
11. Raskin A, Eschrich G, Dejoux J, About I. In vitro microleakage of Biodentine as a dentin substitute compared to Fuji II LC in cervical lining restorations. *J Adhes Dent.* 2012;14(6):535-542. DOI: 10.3290/j.jad.a25690
12. Dammaschke T. A new bioactive cement for direct pulp capping. *Int Dent J.* 2012; 2 (2)1-6. DOI: https://www.moderndentistrymedia.com/mar_april2012/Dammaschke.pdf
13. Saghiri M, Shabani A, Asatourian A, Sheibani N. Storage Medium Affects the Surface Porosity of Dental Cements. *J Clin Diagn Res.* 2017; 11(8):116-119 DOI: 10.7860/JCDR/2017/28657.10517
14. Formosa L, Damidot D, Camilleri J. Mercury Intrusion Porosimetry and Assessment of Cement-dentin Interface of Anti-washout-type Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 2014; 40 (7): 958-63. DOI: 10.1016/j.joen.2013.11.015
15. Chang S. Chemical Composition and Porosity Characteristics of Various Calcium Silicate-Based Endodontic Cements. *Bioinorg Chem Appl.*2018;11(12):1-6 DOI: 10.1155/2018/2784632
16. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater.*2013; 29(8):20-28. DOI: 10.1016/j.dental.2012.11.007
17. Cedrés C, Giani A, Laborde J. Una Nueva Alternativa Biocompatible: BIODENTINE. *Actas odontol.*2014; 11(1): 11-16. DOI: <https://docplayer.es/36362769-Una-nueva-alternativa-biocompatible-biodentine.html>

ANEXOS

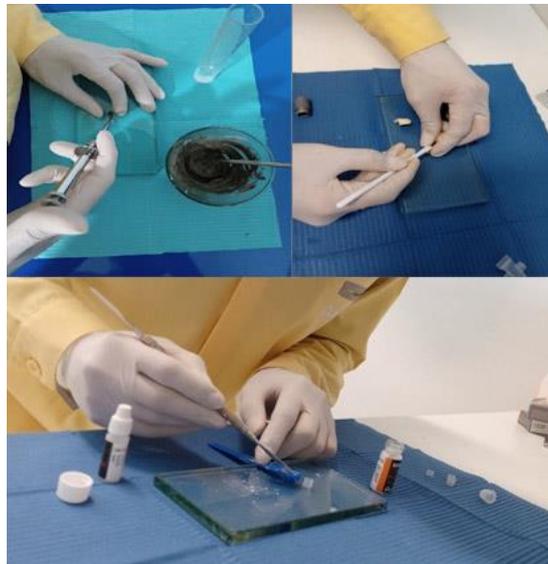


Fig.1 Preparación de los cementos endodónticos según el fabricante



Fig.2 Fijación de las muestras en las plataformas metálicas



Fig.3 Metalizado de las muestras

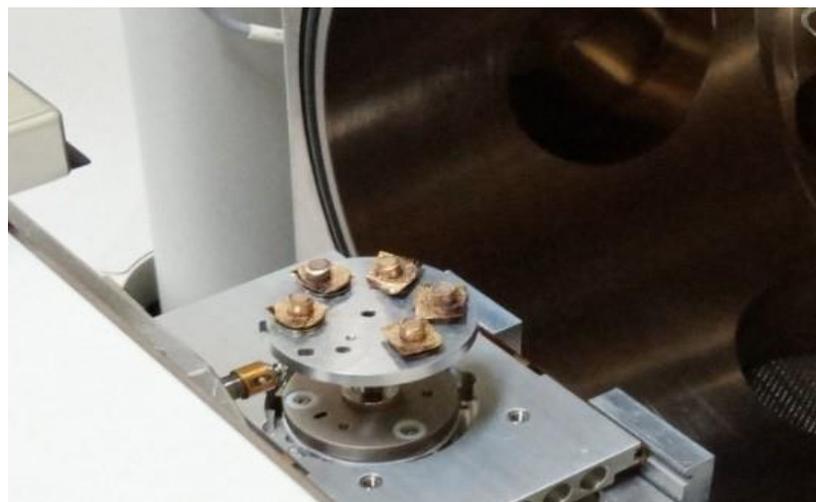


Fig.4 Evaluación de los cementos endodónticos en el Microscopio Electrónico de Barrido

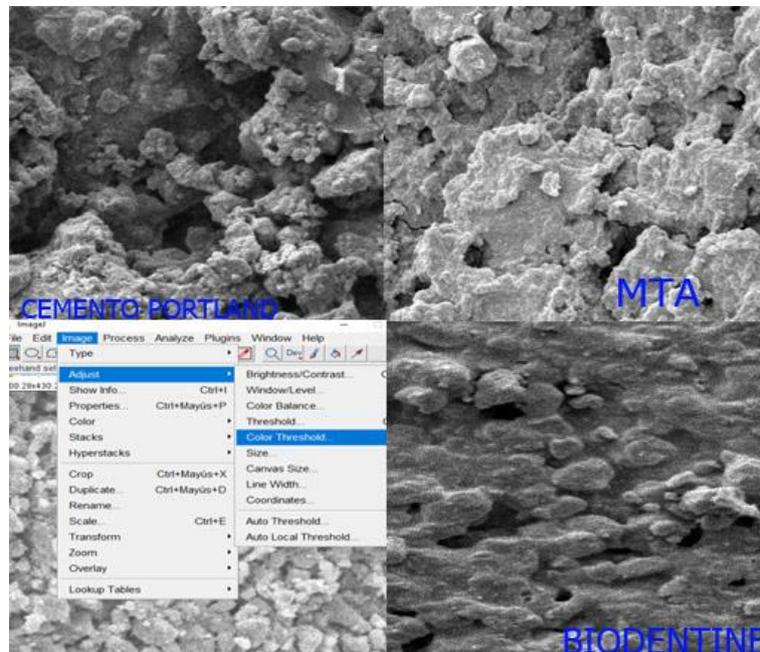


Fig.5 Microfotografías a 5000 X aumentos de cada muestra ingresadas y analizadas en el programa Image J