



UNIVERSIDAD MICHOCANA  
DE SAN NICOLAS DE  
HIDALGO.



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS:  
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”**

**TESINA**

PRESENTA:

Cirujano Dentista: **MIRIAM GALLARDO DÍAZ**

PARA OBTENER EL GRADO DE:  
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA.

ASESORA:

C.D.E.E. ADRIANA LUCÍA ARENAS PÉREZ

MORELIA, MICHOACÁN. MÉXICO

Agosto 2016

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## **DEDICATORIA.**

**A Dios,** por darme la bendición de la vida, de la sabiduría, por la familia que eligió para mí y darme la dicha de concluir este gran sueño.

**A mis padres;** José Jesús Gallardo López y Maricela Díaz Cerna, por ser mi principal motor día a día, por sus múltiples palabras de aliento en cada uno de mis metas, por estar aquí presentes viendo cumplir mis sueños, por enseñarme a ser una mejor persona y profesionalista, a ti mamá por enseñarme a ser bien luchona y jamás decir no puedo y gracias por todas tus oraciones para que saliera adelante, a ti papa gracias por estar siempre tan pendiente de mí en cada paso, por enseñarme a ser responsable y nunca darme por vencida. Gracias por la confianza sin ustedes jamás lo hubiera logrado.

**A mis hermanas;** Bere y tete que desde pequeña han sido mis ejemplos a seguir, siempre dándome su apoyo y su amistad. Las quiero lindas.

**A mis sobrinos;** Sebastián y Santiago; que día a día hacen que saque mi mejor sonrisa con solo verlos y jugar con ustedes.

**A mi novio;** Eduardo Escobar Barajas; gracias por estar en cada meta que nos hemos propuesto, por escucharme y entenderme cuando comenté contigo mis dudas de mis pacientes, por verme estresada y seguir escuchándome.

**A mi Amiga;** Georgina Palominos Salas (†) por tantos recuerdos que me dejaste, por apoyarme siempre en esta meta que logramos juntas, por todas las palabras de aliento, y las miles de risas que pasamos durante la especialidad, simplemente gracias por hacer esta etapa la mejor.

**A mi asesora;** Dra. Adriana Lucia Arenas Pérez por todo su tiempo que me regalo para la realización de este proyecto, por todas sus enseñanzas tanto en el aula como en la clínica. Sin usted no lo hubiera logrado. Gracias Dra.

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por darme la bendición de la vida, de la sabiduría, por la familia que eligió para mí y darme la dicha de concluir este gran sueño.*

*A mis papás; Jesús Gallardo López y Maricela Díaz Cerna por el inmenso amor, y ser mis motores día a día.*

*A mis doctores especialmente a la Dra, Adriana Lucía Arenas Pérez quien me asesoro día a día para la realización de este sueño, y estar al pendiente de todas mis dudas.*

*A los doctores especialistas en endodoncia; C.D.E.E. Janeth Morales Cortés, y C.D.E.E. Fernando Fernández Treviño. Por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo y por su ayuda en la corrección del mismo.*

*A mi tío C.D.E.E. Salvador López Zavala, por todas las enseñanzas y buenos consejos que me ha aportado día a día, para ser una mejor persona y profesionalista.*

*A mis compañeros y amigos de especialidad; Deya, Chely, Yuny, Gina, Sandy, Marisol, Javier, Beto, Gio, Luis y Víctor, por ofrecerme su amistad y su apoyo.*

**GRACIAS.**

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## ÍNDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
GLOSARIO.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. OBJETIVO GENERAL.....	18
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
3. JUSTIFICACIÓN.....	19
4. ANTECEDENTES GENERALES.....	20
4.1 BIOCMPATIBILIDAD DE LOS CEMENTOS SELLADORES ENDODONTICOS.....	23
4.1.1 CEMENTOS SELLADORES A BASE DE ÓXIDO DE ZINC- EUGENOL.....	31
4.1.2 CEMENTOS SELLADORES BASE DE HIDROXIDO DE CALCIO .....	34
4.2 CEMENTOS SELLADORES A BASE DE RESINA.....	37
4.2.1 CEMENTOS SELLADORES A BASE DE IONOMERO DE VIDRIO.....	40

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

4.3	CEMENTOS SELLADORES A BASE DE SILICONAS.....	41
4.3.1	CEMENTOS SELLADORES A BASE DE METACRILATO.....	42
4.3.2	CEMETOS SELLADORES A BASE DE MTA.....	45
5.	ANTECEDENTES ESPECIFICOS.....	49
6.	DISCUSIÓN.....	76
7.	TABLA DE RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS QUE CUMPLIERON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	80
8.	CONCLUSIONES.....	84
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## LISTA DE TABLAS

PÁGINA		
TABLA 1	Los cementos selladores a base de óxido de Zinc-eugenol	
TABLA 1.1	Sellador Rickert-Kerr Pulp Canal Sealer	32
TABLA 1.2	Sellador de Roth-Procoseal, Roth 801, Fill Canal y EndoSeal	32
TABLA 1.3	Tubliseal	33
TABLA 1.4	Canals.	33
TABLA 2.	Cementos selladores a base de Hidróxido de calcio.	
TABLA 2.1	CRCS Calcibiotic Root Canal Sealer	35
TABLA 2.2	Sealapex	36
TABLA 2.3	Apexit	36
TABLA 3.	Cementos selladores a base de Resina	
TABLA 3.1	Diaket	37
TABLA 3.2.	AH-26	38
TABLA 3.3	AH-PLUS	39
TABLA 3.4.	Lee Endo-Fill	39
TABLA 4.	Cementos a base de Ionómero de Vidrio	
TABLA 4.1	Ketac-Endo	40
TABLA 5.	Cementos selladores a base de Siliconas	
TABLA 5.1	Guttaflow	41
TABLA 5.2	RoeKoseal.	42

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

TABLA 6.	Cementos selladores a base de metacrilato	
TABLA 6.1	EndoRez	43
TABLA 6.2	Epiphany	44
TABLA 6.3	Metaseal	44
TABLA 7.	Sellador endodóntico a base de MTA	
TABLA 7.1	MTA Fillapex	47
TABLA 7.2	ProRoot Endo Sellador	48
TABLA 7.3	Endosequence	48
TABLA 8.	Resumen de los artículos que cumplieron los criterios de Selección.	80

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

LISTA DE FIGURAS		
FIGURA		PÁGINA
Figura 1	Obturación completa de conductos accesorios (Alberto Iruretagoyena, 2014)	20
Figura 2	Raíces obturadas transparentes por aclaramiento, muestra una buena obturación de la anatomía accesoria. (Christopher Stock, 1996)	22
Figura 3	Consistencia deseable del cemento sellador endodóntico. (Christopher Stock, 1996)	30
Figura 4	Sellador Kerr-Pulp Canal Sealar ( <a href="http://www.sybronendo.com.mx/pulp-canal-sealer/">http://www.sybronendo.com.mx/pulp-canal-sealar/</a> ).	32
Figura 5	Sellador Proco-Sol, marca comercial Star Dentak. (2016)	32
Figura 6	Sellador endodóntico Tubli-Seal (Kerr). ( <a href="http://www.coadental.c/catalogo">http://www.coadental.c/catalogo</a> ).	33
Figura 7	Sellador endodóntico Canals. (Ricardo Rivas, 2011).	33
Figura 8	Sellador endodóntico CRCS: Calcibiotic Root Canal Sealer. (coltene whaledentl).	35
Figura 9	Sellador endodóntico Sealapex ( <a href="http://www.coadental.cl/">http://www.coadental.cl/</a> ).	36
Figura 10	Sellador endodóntico Apexit ( <a href="http://www.ivoclarvivadent.com/">http://www.ivoclarvivadent.com/</a> )	36

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Figura 11	Sellador endodóntico AH-26. <a href="http://www.dentsply.es/DFU/esp">http://www.dentsply.es/DFU/esp</a> .	38
Figura 12	Sellador endodóntico AH-Plus (Cohen 1999).	39
Figura 13	Sellador endodóntico Lee-EndoFill. (Ricardo Rivas, 2011).	39
Figura 14	Sellador endodóntico Ketac-Endo. (Ricardo Rivas, 2011).	40
Figura 15	Sellador endodóntico GuttaFlow. Roeko. ( <a href="http://dentimar.com/guttaflow2">dentimar.com/guttaflow2</a> )	41
Figura 16	Sellador endodóntico RoeKoseal. ( <a href="http://www.dent.cz/navody/colteane,Roekoseal.pdf">www.dent.cz/navody/colteane,Roekoseal.pdf</a> ).	42
Figura 17	Sellador endodóntico EndoREZ. (Ultradent-Products-inc-usa).	43
Figura 18	Sellador endodóntico Epiphany (Cinthia B. Lioni, 2010).	44
Figura 19	A. Radiografía preoperatoria con raíz distal perforada. B) sitio de la perforación y extensión después de retirar poste. C) Reparación de la perforación con MTA. D) Radiografía postoperatoria que muestra reparación completa de la perforación. (Torabinejad 1999).	46

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Figura 20	Sellador endodóntico MTA Fillapex (Cohen 1999)	47
Figura 21	Sellador endodóntico ProROOT MTA (Cohen 1999).	48
Figura 22	Sellador endodóntico EndoSequence (Producto/endosequence-bc-sealer).	48
Figura 23	Citotoxicidad de tres selladores determinados por la técnica de inmersión de la raíz. (About 2003)	51
Figura 24	Citotoxicidad de AH-Plus y Roekoseal en células L929. (Ivana Miletic 2005).	52
Figura 25	Citotoxicidad de AH-Plus y RoeKoseal en células HeLa. (IvANA Miletic 2005).	52
Figura 26	Muestra la actividad enzimática de tres selladores, mostrando que el sellador epiphany es más citotóxico. (Lodiene 2008)	54
Figura 27	A) Flecha células gigantes, macrófagos (+) e infiltrado linfoplasmático intenso (*). En respuesta a EndoRez después de 30 días. B) La reacción a la presencia de AH-Plus después de 30 días, presencia de un infiltrado linfoplasmático moderado (*). C)Absceso (Flecha) y macrófagos (+) presentes en regiones tratadas con EndoFill. Después de un periodo de 60 días. d) El tejido cicatricial fibroso grueso. F) Grupo control después de 60 días.	55

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Figura 28	Intrafill. Área periapical con infiltrado inflamatorio de células (A) y sin sellado apical (B) (Mario Filho, 2009).	56
Figura 29	AH-Plus. Imagen de ápice que muestra sello biológico parcial por deposición de tejido mineralizado (A). Infiltrado de células inflamatorias (B) (Mario Filho, 2009).	57
Figura 30	Roekoseal. Imagen de ápice que muestra sellado biológico parcial por deposición de tejido mineralizado (A) e infiltrado de células inflamatorias (B). ( Mario Filho, 2009).	57
Figura 31	Ephiphany/Resilón. Imagen de ápice que muestra sellado biológico parcial por deposición de tejido mineralizado (A) e infiltrado de células inflamatorias (B) (Mario filho, 2009)	58
Figura 32	Porcentaje de viabilidad celular, después de la exposición a los fluidos sin diluir de los selladores. (S. Al Hiyasat, 2010).	59
Figura 33	Los efectos citotóxicos después de la exposición directa a los diferentes selladores endodonticos en células MRC5 de fibroblastos. (E.J.N.L. Silva 2011).	60
Figura 34	Selladores endodonticos colocados en incubadora de cultivo celular durante 24 horas. (Zoufan, 2011).	61
Figura 35	Reacción inflamatoria después de 7,15 y 30 días. (Las puntuaciones manejadas 0-ninguno, 1-leve, 2-moderado y 3-grave) (Camila Maia Maggi Silveira, 2011).	62

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Figura 36	Resultados del ensayo de proliferación con células PDL en contacto con selladores radiculares. (Ines Willershausen, 2011).	63
Figura 37	La viabilidad celular expresada en porcentajes de control después de cada tiempo. (Zaccaro Miriam, 2012).	65
Figura 38	Viabilidad celular de células del ligamento periodontal después de ser incubadas con selladores MTA, MTA Fillapex y Cemento Portland en 24 h (A), 48h (B) y 72 h (C) (Patricio Yoshino, 2013).	67
Figura 39	Gráfico de líneas que muestra los cambios en la viabilidad celular con el tiempo después que fueron colocados los ocho selladores endodónticos. (Emmanuel Joao Nogueira, 2013).	68
Figura 40	Efectos citotóxicos después de la exposición a los selladores en fibroblastos 3T3. (Emmanuel J.N.L. Silva 2013).	69
Figura 41	La viabilidad celular de extracto con diferentes concentraciones A) AH-Plus, B)Endosequence BC. C)MTA Fillapex durante 3 días. D)Los selladores frescos. (Hui-min Zhou, 2015).	72

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## RESUMEN

El uso de un cemento sellador para obturar los conductos radiculares es esencial para el éxito del proceso de obturación. Ayudan a lograr el sellado tridimensional, rellenar las irregularidades del conducto radicular y las pequeñas discrepancias entre la pared dentinaria y el material sólido de obturación. Se considera que la biocompatibilidad de un sellador con tejidos vivos es considerada como una de sus características más importantes ya que, durante la obturación pueden ser inadvertidamente extruidos en los tejidos periapicales. Y pueden causar inflamación que retrase o impida el proceso de curación.

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de la literatura científica sobre la citotoxicidad de los cementos selladores endodónticos basada en artículos clásicos y durante un periodo de 2005-2016, clasificándolos en selladores a base de óxido de zinc-eugenol; hidróxido de calcio; resina; siliconas; metacrilatos y silicatos de calcio. Estudiando las propiedades físico/químicas de los selladores, su respuesta inflamatoria y su grado de citotoxicidad que presentan al estar en contacto con los tejidos periradiculares.

Fueron analizados 51 artículos de revistas científicas los cuales fueron estudios In Vitro, In Vivo; artículos de revisión y Meta-análisis.

Analizando la citotoxicidad y biocompatibilidad obtenida de cada estudio y llegando a la conclusión que aún no existe el cemento sellador endodóntico que cumpla las características para ser considerado un sellador ideal.

**PALABRAS CLAVE:** Cementos selladores endodónticos, obturación endodóntica, biocompatibilidad, citotoxicidad, biomateriales endodónticos, reacción inflamatoria.

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## ABSTRACT

Using a cement sealant to seal the root canals is essential to the success of the closing process. They help achieve the three-dimensional sealing, filling the root canal irregularities and small discrepancies between the dentinal wall and sealing the solid material. It is considered that a sealer biocompatibility with living tissues is considered one of its most important features because, during sealing can be inadvertently extruded into the periapical tissues. And they can cause inflammation to delay or impede the healing process.

The aim of this study was to conduct a review of the scientific literature on the cytotoxicity of sealers endodontic cements based on classic items and for a period of 2005-2016, classifying them based sealers zinc oxide eugenol; calcium hydroxide; resin; silicones; methacrylates and calcium silicates. By studying the physical / chemical properties of sealants, the inflammatory response and the degree of cytotoxicity have to be in contact with the peri-radicular tissues.

They were analyzed 50 scientific journal articles which were studies in vitro, in vivo; review articles and meta-analysis.

Analyzing the cytotoxicity and biocompatibility obtained from each study and concluding that there is still no endodontic sealer cement that meets the characteristics to be considered an ideal sealant.

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## GLOSARIO

- **BIOCOMPATIBILIDAD** la capacidad de un material para funcionar en una aplicación específica en la presencia de una respuesta del huésped apropiada.
- **BIOMATERIALES** elementos, ordinariamente químicos; que se integran de forma armónica con los tejidos naturales del organismo sin causarles daño alguno y sin que el cuerpo humano lo rechace, de tal manera que se establece un equilibrio de compatibilidad biológica entre ambos.
- **CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS** Son agentes selladores para obturar los conductos radiculares son esenciales para el éxito del proceso de obturación.
- **CICATRIZACIÓN** proceso de curación que da por resultado la formación de una cicatriz; puede efectuarse por primera o segunda intención.
- **ENDODONCIA** es una rama de la odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y de los tejidos periapicales.
- **INFLAMACIÓN** es el mecanismo de reacción del tejido vascularizado frente a una injuria o agresión local
- **LAS PRUEBAS IN VITRO** se realizan con el material o un extracto de este que se pone en contacto (exposición) con algún sistema biológico; en este caso, dientes sanos obtenidos por razones terapéuticas como las que se aplican en ortodoncia.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

- **LAS PRUEBAS IN VIVO** se puede determinar la muerte o el crecimiento celular, la función celular y, en algunos casos, se puede evaluar la integridad del material genético de la célula.
- **MICROORGANISMOS Y SUBPRODUCTOS** son la principal causa de enfermedad pulpar y periapical.
- **OBTURACIÓN ENDODÓNTICA** relleno permanente del “espacio endodóntico” y el reemplazo del contenido normal o patológico del conducto, por materiales que deben de estar bien compactados y adaptados a las paredes del mismo.
- **REPARACIÓN** es el resultado de la inflamación. Se presenta cuando el agente agresor ha sido eliminado y le permite al tejido agredido recuperar su fisiología.
- **PULPA DENTAL** es el tejido blando que forma la estructura interna del diente y que contiene nervios y vasos sanguíneos.
- **TEJIDOS PERIRRADICULARES** El periodonto es el tejido que rodea y reviste la raíz del diente, y está constituido por el cemento, el LPD y el hueso alveolar. La pulpa y el periodonto están unidos por el foramen apical y los conductos accesorios.
- **CITOTOXICIDAD** el cual se entiende como el potencial relacionado con la dosis de un material que causa la muerte celular o tisular.

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos más importantes dentro de la terapia del conducto radicular es la eliminación de todos los microorganismos del sistema de conductos radiculares, estos presentan una anatomía compleja con irregularidades en las paredes a las que no es posible acceder con los instrumentos, sin embargo el uso de irrigantes y selladores endodónticos con propiedades antibacterianas ayudan a erradicar las bacterias. La obturación de los conductos radiculares juega un papel importante en el éxito del tratamiento endodóntico ya que consiste en reemplazar el contenido natural o patológico de los conductos por materiales que logren un sellado conveniente que no permita el paso a bacterias y sus subproductos, fluidos y que sean bien tolerados por los tejidos periapicales. La función de la obturación es sellar el conducto tridimensionalmente y eliminar toda puerta de acceso a los tejidos periapicales. Este objetivo se puede alcanzar la mayoría de veces, sin embargo, no siempre es posible. Los cementos endodónticos, se utilizan solos o con materiales de relleno de núcleo sólido, el cemento sellador estará en contacto dependiendo de sus características físico/químicas con los tejidos periapicales, por lo que se debe de considerar su biocompatibilidad y el grado de citotoxicidad que presentan, ya que esta nos puede causar reacciones inflamatorias de los tejidos perirradiculares y retrasar la cicatrización, que se manifiesta como dolor, sensibilidad e hinchazón de la zona afectada.

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 2. OBJETIVO GENERAL.

Realizar una revisión bibliográfica actualizada acerca de la citotoxicidad que producen en los tejidos periapicales los cementos selladores endodónticos que se utilizan en el tratamiento de conductos radiculares.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar por medio de una revisión de estudios originales, revisiones y meta-análisis las propiedades físico/químicas de los selladores endodónticos utilizados a base de óxido de zinc eugenol, hidróxido de calcio, resina, ionomero de vidrio, siliconas, metacrilato y a base de MTA.
- Analizar de acuerdo a los resultados de los artículos revisados el grado de citotoxicidad de cada uno de los cementos selladores endodónticos analizados.
- Analizar el grado de respuesta inflamatoria ocasionada por cementos endodónticos durante la obturación y pos-obturación de conductos radiculares.
- Determinar de acuerdo a los resultados encontrados en la revisión, cual cemento sellador endodóntico es más citotóxico.

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 3. JUSTIFICACIÓN

Para obturar los conductos radiculares preparados sigue utilizándose la gutapercha, que usó el Dr. Asa Hill por primera vez en 1847. Gracias a la obturación de los conductos radiculares con este material, muchos dientes han podido seguir funcionando sin ningún síntoma, y los posibles fallos no se han debido a este material. Para cualquier técnica en la que se utilice la gutapercha es imprescindible un sellador o cemento radicular. Estos productos cumplen diversas funciones; por ejemplo, actúan como lubricantes para facilitar la obturación y mejoran la adherencia para reforzar la estanquidad y estabilidad de la obturación radicular. Cuando se mezclan correctamente, pueden levantarse de la placa de mezclas aproximadamente 2,54 cm y mantenerse así durante 5-10 s sin soltarse del instrumento, penetrará en los túbulos de dentina si se ha eliminado el barrillo dentinario y podrá salir por los conductos laterales o accesorios.

Todo sellador debe ser antibacteriano y biocompatible; algunos selladores o parte de sus componentes pueden absorberse al entrar en contacto con los tejidos y los fluidos. (Gutmann 2006). Debemos conocer que todos los cementos selladores presentan toxicidad cuando están recién mezclados; sin embargo, la toxicidad disminuye mucho al fraguar. (Cohen 2011). Es de suma importancia durante la obturación colocar un material que sea Biocompatible sin olvidar que un Biomaterial es aquel elemento, que se integra de forma armónica con los tejidos naturales del organismo sin causar daño y sin que el cuerpo humano lo rechace, de tal manera que se establece un equilibrio de compatibilidad biológica entre ambos. Dentro del contexto de la biocompatibilidad, existe otro término relacionado como lo es toxicidad, el cual se entiende como el potencial relacionado con la dosis de un material que causa la muerte celular o tisular.

Por lo tanto el objetivo de la obturación es lograr un sellado tridimensional utilizando materiales biocompatibles. (Ángela M. VILLEGAS y Cols., 2008).

## 4. ANTECEDENTES GENERALES

Se ha postulado que un correcto tratamiento endodóntico está basado en una tríada de factores que se relacionan entre sí y que incluyen el acceso, la preparación biomecánica y la obturación radicular. Estos factores no son suficientes para lograr el éxito, pues deben ser complementados por la irrigación, la medicación intraconducto, cuando el caso lo requiera y un buen sellado coronario temporal y definitivo mediante una adecuada rehabilitación de la pieza dentaria con la finalidad de restituir su función (Taylor G. 1984).

El objetivo de la obturación del sistema de conductos radiculares es evitar la recontaminación por microorganismos, tanto por aquellos remanentes en el conducto después de la preparación como por nuevos invasores por acceso coronal o conductos laterales. La obturación deberá ser, por lo tanto, capaz de destruir los microorganismos residuales y adaptarse de forma adecuada a las paredes del conducto para evitar su paso o crecimiento. También deberá evitar la filtración de moléculas capaces de promover el crecimiento microbiano o iniciar una respuesta periapical de defensa. (Stock, Walker y Cols., 1996).



Figura 1. Obturación completa de conductos accesorios. (Alberto Irruretagoyena, 2014)

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

La variedad de materiales empleados para obturar los conductos radiculares es muy extensa; desde sus inicios podemos encontrar que Grossman clasificó los materiales de obturación aceptables en: plásticos, sólidos, cementos y pastas. Y también formuló 11 requisitos para un material de obturación radicular ideal, para lograr un sellado efectivo y promover la curación, este sellador ideal debe poseer ciertas características:

Requisitos de Grossman 1958:

- No irritante para los dientes y los tejidos periapicales
- Capacidad de sellado hermético
- Bactericida
- No debe pigmentar
- Insoluble en los fluidos tisulares
- Radiopaco
- Buena adherencia dentro del conducto radicular
- Largo tiempo de fraguado para su colocación
- No contracción
- Buena consistencia de mezcla
- Soluble en un disolvente común

El uso de un cemento sellador para obturar los conductos radiculares es esencial para el éxito del proceso de obturación, ya que no solo ayuda a lograr el sellado tridimensional sino también sirve para rellenar las irregularidades del conducto y las pequeñas discrepancias entre la pared dentinaria y el material sólido de obturación. También se utilizan como lubricantes y ayudan al asentamiento del material sólido de obturación durante la condensación (Cohen, 1999).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Los selladores suelen proyectarse a través de los conductos accesorios o laterales y ayudan al control microbiano al expulsar los microorganismos ubicados en las paredes del conducto radicular o en los túbulos dentinarios (Spangberg, 1998). Un cemento sellador debe reunir varios de los requerimientos mencionados, pero se considera que la compatibilidad de un sellador con tejidos vivos es considerada como una de sus características más importantes ya que, durante la obturación pueden ser inadvertidamente extruidos en los tejidos periapicales. Y pueden causar inflamación que retrase o impida el proceso de curación (Pertot Wilhem *et al.*, 1992).

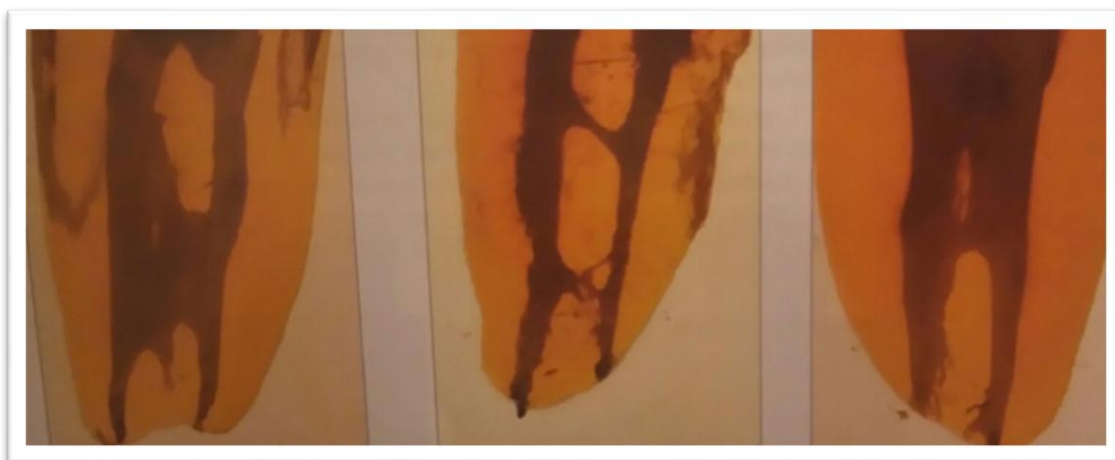


Figura 2. Raíces obturadas transparentes por aclaramiento, muestran una buena obturación de la anatomía accesoria. (Christopher Stock, 1997).

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 4.1 BIOCOMPATIBILIDAD DE LOS CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS.

Entre las características ideales de los materiales para el sellado de los conductos, está la biocompatibilidad, ya que estos entrar en contacto directo con los tejidos conectivos periapicales durante largos periodos y pueden provocar daño por irritación, por reacción de cuerpo extraño, así como retrasar la reparación del mismo. En ocasiones el cemento obturador cuando alcanza los tejidos periapicales tiene la capacidad de causar daños, como degeneraciones inflamatorias o en contraste estimular los tejidos para que reparen (Landy Solanyi Diaz Canedo y Cols., 2011). Los cementos selladores no deben ser mutagénicos ni carcinogénicos; no deben provocar reacción inmunitaria en los tejidos apicales y periapicales, por lo tanto debe de ayudar o estimular la reorganización de las estructuras dañadas para que la reparación pueda producir el sellado biológico del ápice y aislar cualquier cuerpo extraño.

“Un material que sea bien tolerado por los tejidos periapicales pero que no tenga buena capacidad de sellado; o bien que sea buen sellador pero que irrite los tejidos periapicales, no debe ser considerado como buen sellador” (Lioni, Cintia B., 2010).

La biocompatibilidad se define como la capacidad de un material para funcionar en una aplicación específica en la presencia de una respuesta del huésped apropiada (C. H. J. Hauman y Cols., 2003).

La sociedad europea de biomateriales, en 1987 definió la biocompatibilidad como la habilidad de un material de actuar con una adecuada respuesta en el huésped, en una aplicación específica. Además, denota la capacidad de dos entidades biológicas para existir juntas sin anulación ni efectos secundarios en su función (Helmus MN y Cols., 2008).

Los parámetros que definen la biocompatibilidad de un sellador son la citotoxicidad, la genotoxicidad, propiedad antimicrobiana y el potencial alergénico.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

La citotoxicidad es la capacidad del material de dañar las células provocando inflamación. Puede alterar los mecanismos de defensa locales y causarles daño a las células del sistema inmune, modificando su información genética. A esto se le da el nombre de Genotoxicidad o Mutagenicidad. Brzovic et al, (2009) en su estudio nos dice que todos los selladores fueron biológicamente aceptables en términos de genotoxicidad.

Las respuestas a largo plazo de los tejidos perirradiculares a materiales citotóxicos pueden retardar la curación periapical y contribuir al fracaso del tratamiento de conductos. En cuanto a sus propiedades antimicrobianas, deben tener acción sobre bacilos gramnegativos anaerobios y sobre *Candida albicans*. El potencial alergénico lo miden por los síntomas clínicos que puedan presentar después de su aplicación. Todos los selladores de conductos poseen un grado de agresión, que es tolerado con el tiempo por la capacidad de defensa del organismo. (Lioni Cintia B., 2010).

La compatibilidad de los materiales y dispositivos de fabricación artificial con los tejidos y los líquidos corporales son requisito fundamental para que determinado procedimiento odontológico se desenvuelva correctamente sin afectar al huésped.

Es aquí donde debemos conocer la importancia de la utilización de un biomaterial: que es un material diseñado para actuar artificialmente con sistemas biológicos, con el fin de evaluar, tratar, aumentar o sustituir algún tejido, órgano o función del cuerpo.

Los materiales odontológicos, son un grupo de sustancias que son manipuladas durante el diagnóstico, tratamiento o prevención de las enfermedades bucales, razón por la cual se deben estudiar las propiedades de cada uno de ellos que permitan tener una mejor cohesión con los tejidos del ser humano evitando causar efectos indeseables en el mismo.

Para el análisis de la biocompatibilidad de los materiales usados en odontología se clasifican a los mismos de acuerdo a su función y a su composición.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

De acuerdo a su función; se sub-dividen en:

1. Materiales auxiliares, que son usados para un tratamiento pero no son parte definitiva de la restauración.
2. Biomateriales: que son aquellos que se ponen en contacto directo con el tejido para sustituir, modificar o corregir la función del tejido a ser tratado. En esta parte encontramos Materiales de relleno: como la gutapercha, selladores y pastas de endodoncia (Apaza Butrón y Cols., 2013).

Los materiales de endodoncia se pueden clasificar en términos generales como los que se utilizan para mantener la vitalidad de la pulpa y los que se utilizan en la terapia de conducto radicular (irrigantes y medicamentos intraconductos) y materiales de obturación (materiales sólidos y selladores). Su biocompatibilidad se caracteriza por muchos parámetros, como la genotoxicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad, citotoxicidad y efectos microbianos. Por tanto, es imposible caracterizar los materiales biológicamente por un único método y sus propiedades deben ser investigadas por métodos in vitro e in vivo.

La respuesta del organismo frente a una sustancia determinada se expresa por el grado de inflamación que esta origina; la inflamación es el mecanismo de reacción del tejido vascularizado frente a una injuria o agresión local, la reparación es el resultado de este proceso cuando el agente agresor ha sido eliminado y le permite al tejido agredido recuperar su fisiología.

Por lo tanto, la reacción completa multifacética del huésped al trauma se denomina inflamación, o respuesta inflamatoria.

Existen distintas vías inflamatorias, cada una de las cuales se lleva a cabo a través de eventos biológicos los cuales son controlados por citocinas, quimiocinas u otras moléculas a los que se les da el nombre de mediadores inflamatorios.

Cualquier célula que participa en las reacciones inflamatorias se puede llamar célula inflamatoria. El término es aplicable a múltiples tipos diferentes de células.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Algunas residen por periodos prolongados en tejidos normales como las células cebadas y macrófagos; otras células circundantes que penetran a los tejidos solo durante el transcurso de una respuesta inflamatoria como son los linfocitos, neutrófilos, eosinófilos, basófilos y plaquetas. Tres clases de células inflamatorias, neutrófilos, macrófagos y linfocitos son las principales células efectoras de la mayor parte de las reacciones inflamatorias o inmunitarias agudas; estas células provocan una reacción para destruir los agentes patógenos. De acuerdo con su naturaleza, estos pueden ser biológicos: microorganismos patógenos que actúan, por medio de toxinas, de su metabolismo o directamente, tejidos necróticos y todos los tipos de reacción inmunológica; y los no biológicos o inanimados: agentes físicos y químicos.

Para llegar al proceso de reparación o cicatrización es importante remover los agentes ya mencionados que desencadenan una reacción básica de defensa del organismo, como la inflamación.

La inflamación tiene fases distintas según las características clínicas locales y/o sistémicas. Abarca aspectos semiológicos con referencia a señales y síntomas, y a aspectos microscópicos de las poblaciones celulares en determinadas fases de la evolución de la reacción, y puede, de esta forma, en asociación con estas características, determinar la fase aguda y crónica del proceso después de pasar por una fase subaguda y subcrónica. La permanencia de la fase crónica de la inflamación demuestra que el agente inflamatorio que originó el proceso de defensa todavía permanece en el lugar de la lesión y mantiene la actividad inflamatoria en la región, e indica que en ese lugar es necesario que lleguen las células de defensa para identificar y eliminar el posible agente inflamatorio. Después de remover el agente irritante, hay una evolución de este proceso crónico para la reparación definitiva de la lesión. Es de suma importancia saber que el proceso de reparación sólo se inicia con la inflamación y finaliza cuando se retiran definitivamente los agentes irritantes que provocaron una respuesta inflamatoria del organismo. Para el desarrollo de la inflamación es importante la presencia de

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

los siguientes factores: sangre, tejido conjuntivo y microcirculación, de lo contrario, es imposible que el organismo reaccione ante los agentes inflamatorios.

La reparación de las lesiones puede producirse por dos procesos: regeneración o cicatrización, y esto depende de la capacidad regenerativa de las células afectadas, extensión de la lesión y actividad proliferativa del estroma conjuntivo. La regeneración es el proceso que lleva a la sustitución del tejido dañado por células similares a las que se perdieron, restituyéndole la forma y función a ese tejido. En cambio, la cicatrización se caracteriza por la formación de un tejido con predominio del tejido conjuntivo de origen fibroblástico (Estrela Carlos y Cols., 2005).

Por ello es importante el uso de materiales obturadores poco tóxicos y por el contrario, estimuladores de la reparación ya combatida la infección, evitando así irritaciones químicas persistentes.

El estudio de la biocompatibilidad se entiende como la descripción y caracterización de una respuesta reproducible por parte del tejido biológico relativo a los materiales estudiados (Helmus MN, y Cols., 2008).

Autian (1970) fue el primero en proponer un enfoque estructurado como un concepto que consiste en tres niveles:

- 1 La toxicidad no específica (cultivos de células o animales pequeños de laboratorio);
- 2 Toxicidad específica (pruebas de uso, por ejemplo, en los primates subhumanos);
- 3 Las pruebas clínicas en humanos.

Según Autian (1970) el término "no específica" se refiere a probar los sistemas que no reflejan la aplicación de un material en una situación clínica, mientras que el término "específica" se aplica a la utilización de modelos biológicos que simula

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

el uso clínico real del material. La siguiente secuencia fue adoptada por la ISO (1984) en el Informe Técnico 7405:

1. Las pruebas iniciales (citotoxicidad, mutagenicidad);
2. pruebas secundarias (pruebas de sensibilización, de implantación, irritación de la mucosa);
3. pruebas de uso.

En ambos conceptos, el desarrollo de nuevos materiales deben ser sometidos a los tres pasos en la secuencia dada desde lo simple a lo complicado método de ensayo, desde in vitro a los ensayos con animales y desde preclínica a pruebas clínicas en seres humanos (C. H. J. Hauman y Cols., 2003).

Werner Geurtsen y Cols., (2001) mencionan que deben existir interacciones químico-biológicas de los materiales obturadores endodónticos que deben ser investigados por estudios in vitro e in vivo que deben realizarse antes de la aplicación clínica. Las pruebas in vitro se aplican principalmente para determinar citotóxicidad no específica y los efectos microbianos. Además, la potencia mutagénica o genotóxica de los biomateriales orales que pueden ser examinadas por ensayos utilizando células procariotas o eucariotas. Las pruebas In vitro se realizan con el material o un extracto de este que se pone en contacto (exposición) con algún sistema biológico; en este caso, dientes sanos obtenidos por razones terapéuticas como las que se aplican en ortodoncia. Para este fin, se emplean tubos de ensayo, placas de cultivo celular, muflas u otros recipientes, a través de medios biológicos específicos como células de mamíferos, organelas celulares, tejidos, bacterias o algún tipo de enzima que se ponen en contacto inmediato con la corona del o de los dientes cuyas raíces se protegen para que no entren en contacto con el material cuya capacidad de penetración se desea verificar. In vivo, se estudian las reacciones no específicas de los tejidos causados por materiales de obturación del conducto radicular o puntas de gutapercha y también reacciones específicas. Se puede determinar la muerte o el crecimiento celular, la función

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

celular y, en algunos casos, se puede evaluar la integridad del material genético de la célula.

Los ensayos In vitro resultan muy útiles para la evaluación de los efectos biológicos de los biomateriales y tienen como ventajas que no requieren el uso de animales de experimentación, la rapidez con que se realizan los estudios y su relación costo-efectividad. Sin embargo, las respuestas in vitro no siempre son indicadoras de reacciones in vivo ya que las condiciones que pueden reproducirse in vitro son sólo una parte de las que pueden presentarse In vivo. Por último, los estudios clínicos prospectivos, retrospectivos o preferiblemente controlados en humanos son necesarios para determinar la biocompatibilidad a largo plazo de los materiales de endodoncia permanentes. Se debe destacar sin embargo, que todos los estudios, incluyendo ensayos clínicos prospectivos bien realizados, sólo se producirá una aproximación estadística de la biocompatibilidad de un material oral o de endodoncia. Así, los materiales que están clasificados con una buena biocompatibilidad, en general, pueden causar reacciones adversas en un número de pacientes.

Para medir la citotoxicidad producida por los materiales de endodoncia se realizan estudios utilizando las líneas celulares inmortales y células primarias, que son directamente cultivadas a partir de biopsias de tejidos de animales o seres humanos, y se han aplicado para determinar la potencia citotóxica de los materiales de endodoncia. Se ha discutido que las células diana primarias derivadas de los tejidos humanos, como los fibroblastos del ligamento periodontal o células humanas de la médula alveolar, son más relevantes para la biocompatibilidad. Por lo tanto, diversas líneas celulares se deben aplicar para una investigación expresiva de los efectos citotóxicos de selladores endodónticos definitivos.

Una buena consistencia del cemento sellador ayuda a su manipulación por lo que será importante una buena mezcla. Las formulaciones pasta/pasta dan una consistencia estándar y las formulaciones de polvo/líquido permiten una mayor

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

variabilidad. La consistencia deseable para la mayoría de los selladores de óxido de zinc/eugenol deberá ser suficientemente viscosa para que se levante un hilo del material mezclado de forma homogénea. (Stock, Walker, & Goodman, 1996)

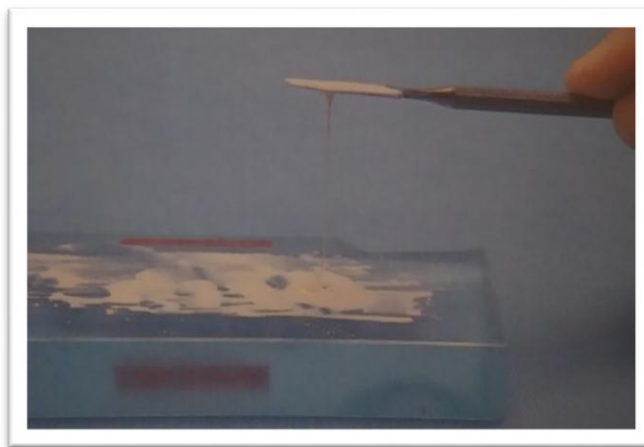


Figura 3. Consistencia deseable del cemento sellador endodóntico. (Christopher Stock, 1996)

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Mónica Topalian K. y cols., 2001, (K, 2001) agrupa los principales materiales para la obturación de conductos actualmente en uso o en investigación clínica, en las siguientes categorías:

### **4.1.1 CEMENTOS SELLADORES A BASE DE ÓXIDO DE ZINC- EUGENOL (tabla 1)**

El polvo contiene óxido de zinc adicionado de pequeñas cantidades de resina blanca que reducen la fragilidad del cemento y acetato de zinc como reactor y promotor de mayor resistencia y acelerador de la reacción de endurecimiento. El vehículo de la mezcla para estos materiales es el eugenol que es un derivado fenólico conocido comúnmente como esencia de “clavo” (flor seca que sirve de condimento de cocina y forma de clavo), el cual le proporciona efecto antimicrobiano. Por ser un compuesto fenólico, ejerce una importante acción sobre bacterias, hongos y formas vegetativas; la unión del eugenol con el óxido de zinc por cristalización forman el Eugenolato de zinc, en presencia de una mínima cantidad de agua, la cual se formará como subproducto, el eugenolato de zinc tiene la desventaja de disolverse en los tejidos, liberando eugenol y óxido de zinc; el eugenol libre siempre permanece en el sellador y actúa como un irritante. La consistencia debe ser suave y cremosa, una vez cristalizado el cemento tiene un pH de 6- 8 y un tiempo de fraguado de 4 a 5 minutos. Es frecuente encontrar formación de tejido cementoide delgado cerca del foramen apical, pero nunca en contacto con el cemento sellador (Gómez P. y Cols., 2004). Algunos de los cuales podemos encontrar:

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

## 1.1 Sellador de Kerr-Pulp Canal Sealer®

		%
Polvo	Óxido de zinc	34-41.2
	Plata (molecular/precipitada)	28-30
	Oleorresinas	16-30
	Yoduro de Timol	11-12.5
Líquido	Aceite de clavos	78-80
	Bálsamo de Canadá	20-22



Figura 4. Sellador Kerr-Pulp Canal Sealer. (<http://www.sybronendo.com.mx/pulp-canal-sealer/>)

1.2. El sellador de Roth: Se conoce comercialmente como sellador no manchador ProcoSol®, Roth 801®, Fill Canal® y Endosea®.

		%
Polvo	Óxido de Zinc	42
	Resina Staybelite	27
	Subcarbonato de Bismuto	18
	Sulfato de Bario	18
	Borato de Sodio	1
Líquido	Eugenol	100

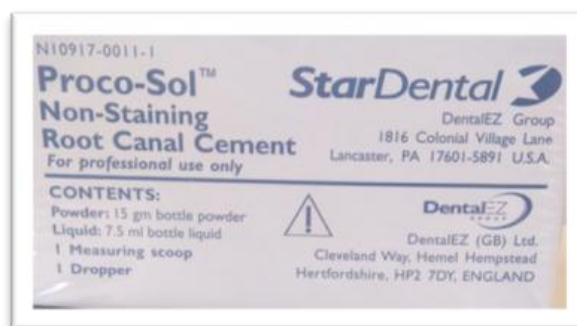


Figura 5. Cemento sellador Proco- Sol, Marca comercial Star Dental. (2016)

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

### 1.3. TubliSeal: Sistema de dos pastas

Polvo	Óxido de zinc	57.4-59 %
	Oleorresinas	18.5-21.25 %
	Trióxido de bismuto	7.5 %
	Yoduro de timol	3.75-5 %
	Aceites y ceras	10- 10,1 %
Catalizador	Eugenol	*
	Resina polimerizada	*
	Anidalina	*



Figura 6. Sellador endodóntico Tubli-Seal (Kerr). (<http://www.coadental.cl/catalogo>)

### 1.4. Canals®

Polvo	Óxido de Zinc	%
		40
	Resina	30
	Sulfato de Bario	15
Líquido	Subcarbonato de Bismuto	15
	Aceite de clavo	92
	Aceite de Maní	8



Figura 7. Sellador endodóntico Canals. (Ricardo Rivas, 2011)

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 4.1.2 cementos selladores a base de hidróxido de calcio. (Tabla 2)

Las pastas de hidróxido de calcio se han utilizado como medicamento intraconducto en el manejo de exudados, para tratar resorciones radiculares internas y externas, como agente bactericida y en perforaciones de la raíz entre otras indicaciones. Es un medicamento que se usa como componente de cementos selladores para la obturación de conductos radiculares. Estos se promocionan por ejercer un efecto terapéutico debido a su contenido de hidróxido de calcio; sin embargo, para que el hidróxido de calcio sea eficaz, debe dissociarse en ion calcio e ion hidróxido; por lo tanto, para ser terapéutico un sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio debe liberar estos iones que puedan afectar a la integridad estructural del sellador y comprometer el sellado a largo plazo.

Las dos razones más importantes para el uso de hidróxido de calcio como material de obturación son la estimulación de los tejidos periapicales con el fin de mantener la salud o promover la curación y en segundo lugar por sus efectos antimicrobianos. Los mecanismos exactos son desconocidos, pero se han propuesto los siguientes mecanismos de acción:

1. El hidróxido de calcio es antibacteriano dependiendo de la disponibilidad de los iones hidroxilo libres. Tiene un pH muy alto (grupo hidroxilo) que estimula la reparación y la calcificación.
2. El pH alcalino de hidróxido de calcio neutraliza el ácido láctico a partir de los osteoclastos y evita la disolución de los componentes mineralizados de los dientes. Este pH también activa la fosfatasa alcalina que juega un papel importante en la formación de tejido duro.
3. El hidróxido de calcio desnaturaliza proteínas que se encuentran en el conducto radicular y las hace menos tóxicas.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

4. El hidróxido de calcio activa la reacción trifosfatasa de adenosina dependiente de calcio asociada con la formación de tejido duro.

5. El hidróxido de calcio se difunde a través de los túbulos dentinales y puede comunicarse con el espacio del ligamento periodontal para detener la resorción radicular externa y acelerar la curación.

Estos selladores se caracterizan generalmente por tener buena citocompatibilidad (Gómez, P. y Cols., 2004) (C. H. J. Hauman y Cols., 2003) (Shalin Desai y Cols., 2009).

Algunos ejemplos de este tipo de selladores endodónticos son:

### 2.1. CRCS®: (Calcibiotic Root canal Sealer)

Polvo		%
	Hidróxido de Calcio	*
	Óxido de Zinc	*
	Dióxido de Bismuto	*
Líquido	Sulfato de Bario	*
	Eugenol	*
	Eucaliptol	*
*Proporciones de los componentes no indicados por el fabricante		



Figura 8. Sellador endodóntico CRCS: Calcibiotic Root Canal Sealer. (Coltene Whaledent).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.2. Sealapex ®: 2 sistemas de pastas.

Base		%
	Hidróxido de Calcio	25
Óxido de Zinc	6.5	
Catalizador	Sulfato de Bario	18.6
	Dióxido de Titanio	5.1
	Estearato de Zinc	1.0



Figura 9. Sellador endodóntico Sealapex.  
(<http://www.coadental.cl/>)

### 2.3. Apexit®.

		%
Base	Hidróxido de calcio	31,9
	Óxido de Zinc	5,5
	Oxido de calcio	5,6
	Dióxido de Silicona	8,1
Catalizador	Trimetilo hexandioldisalicilato	25
	Carbonato de Bismuto básico	18,2
	Óxido de Bismuto	18,2
	Dióxido de silicona	15
	1,3-butandioldisalicilato	11,4
	Colofonia hidrogenada	5,5
	Fosfato Tricálcico	5



Figura 10. Sellador endodóntico Apexit.  
(<http://www.ivoclar.com>)

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 4.2 CEMENTOS SELLADORES A BASE DE RESINA. (TABLA 3)

Han sido introducidos con la finalidad de conseguir un preparado estable en el interior de los conductos radiculares. Presentan un sistema de pasta-pasta, la base es una resina que una vez mezclada con el catalizador tiene un fraguado lento y por lo tanto nos da un tiempo de trabajo en clínica mayor. Además permite una mayor adhesión a la dentina, fácil manipulación y mejoran el sellado. Una importante ventaja de estos selladores es que al no tener eugenol en su composición no afectan a la polimerización de composites y adhesivos.

No poseen efectos indeseables sistémicamente y las reacciones locales de tipo alérgicas son raras. Se recomienda la “técnica sin tocar” debido a que los materiales no polimerizados pueden ser mutagénicos. Una vez endurecidos, la citotoxicidad y mutagenicidad es muy baja pero presentan una alta toxicidad inicial que genera una respuesta inmunológica que desaparece rápidamente; debido a que su trama de resina es radiólucida, se les incorporo sales metálicas para hacerlos radiópacos. Su sobrepaso al periápice determina una larga permanencia en éste, ya que al organismo se le hace difícil la reabsorción o le es prácticamente imposible (Gómez, P. Montoya y Cols., 2004) (Augusto Alejandro Merino Jiménez y Cols., 2011).

Algunos ejemplos son:

### 3.1. Diaket®. En deshuso.

		%
Polvo	Óxido de Zinc	98
	Fosfato de Bismuto	2
	2,2-Dihidroxi-5,5 diclorodifenilmetano	*
	Propionilacetofenona	*
	Trietanolamina	*

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Líquido	Ácido Caprónico	*
	Copolímeros de acetato de vinilo	*
	Cloruro de vinilo y éter isobutílico de vinilo	*
*Proporciones de los componentes no indicados por el fabricante		

### 3.2. AH-26. Sustituido por AH-Plus

Polvo		%
	Polvo de plata	10
	Óxido de Bismuto	60
	Hexametenotetramina	25
	Oxido de Titanio	5
Líquido	Éter bisfenoldiglicídico	100



Figura 11. Sellador endodóntico AH-26  
(<http://www.dentsply.es/DFU/esp>)

### 3.3 AH-Plus®

AH-Plus fue un sustituto de AH26® introducido por Dentsply/DeTrey. Según el fabricante, el nuevo producto posee las ventajosas propiedades físicas de AH26®, pero preserva la química de las aminas epóxicas para que el material no libere la sustancia tóxica formaldehído, mejorando así sus propiedades biológicas.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Pasta		%
Epóxica	Resina epóxica	*
	Tungstato de Calcio	*
	Óxido de Zirconio	*
	Aerosil	*
	Óxido de Hierro	*
	Amina adamantina	*
Pasta amina	N,N-Dibenzyl-5-oxanonano-diamina-1,9-TCD-diamina	*
	Tungstato de Calcio	*
	Aerosil	*
	Aceite de silicona	*
		*
*Proporciones de los componentes no indicados por el fabricante		



Figura 12. Sellador endodóntico AH-Plus (Cohen 1999)

### 3.4. Lee Endo-Fill®

		%
Base	Subnitrato de Bismuto	*
	Dimetilpolisiloxano	*
	Ácido Undecilénico	*
	Alcohol Bencílico	*
	Sílice amorfo hidrófobo	*
	Tetraetilortosilicato	*
Catalizador	Polidimetilsiloxano	*
		*
*Proporciones de los componentes no indicados por el fabricante		



Figura 13. Sellador endodóntico Lee-EndoFill (Ricardo Rivas 2011).

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

## 4.2.1 Cementos selladores a base de ionómero de vidrio. (Tabla 4)

El cemento de ionómero de vidrio fue introducido por Wilson y Kent en 1970 como material de restauración por su capacidad de unirse químicamente a la dentina. Pitt Ford propuso el uso del ionómero de vidrio como sellador endodóntico en 1979, pero fue en 1991, que el ionómero de vidrio fue introducido por primera vez como un cemento sellador endodóntico por la compañía ESPE llamado Ketac-Endo®. Se sugirió inicialmente que el cemento se utilice con un cono único sin la condensación lateral convencional con la idea de disminuir la posibilidad de crear fracturas radiculares. Entre las ventajas de este material se mencionan la adhesión a la dentina, por lo que se adapta a las paredes del conducto, radiopacidad similar al del cemento de Grossman, contracción mínima, excelente estabilidad dimensional, buen sellado y escasa irritación tisular. Sin embargo su principal desventaja es la dificultad de ser retirado del conducto radicular en caso de ser necesario un retratamiento, ya que hasta ahora no se conoce solvente alguno para los ionómeros de vidrio (Mónica Topalian K 2001).

### 4.1 Ketac Endo:

		%
Polvo	Lantato de calcio- aluminio-fluoruro- silicato-vítreo	*
	Wolframito de Calcio	*
	Pigmentos	*
Líquido	Copolímero de ácido maléico y ácido cítrico	*
	Ácido tartárico	*
*Proporciones de los componentes no indicados por el fabricante		



Figura 14. Ketac-Endo (Ricardo Rivas. 2011)

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

## 4.3 Cementos selladores a base de Siliconas. (Tabla 5)

En 1984, la silicona se introdujo por primera vez como un sellador de conductos radiculares. Las siliconas de adición muestran comparativamente pequeña fuga, son prácticamente no tóxicos, pero no muestran actividad antibacteriana. Se ha introducido en una matriz de silicona (polidimetilsiloxano (PDMS), con partículas de plata que se han añadido como conservante. Estos selladores presentan un tiempo de trabajo de 15 minutos y el tiempo de fraguado es de 25-30 minutos. Entre sus características nos dicen que son insolubles, tienen buena biocompatibilidad, expansión post-ajuste, gran fluidez, y la capacidad para proporcionar una fina capa de sellador, y por lo tanto una mayor adherencia a la pared dentinaria. Tiene nanoplata en su composición y Nanosilver que es plata metálica que se distribuye uniformemente sobre la superficie del relleno. Que no causan cambios de corrosión o de color en el sellador. Y contiene suficiente nanoplata en el material para impedir la propagación de bacterias y es altamente biocompatible (Sanjeev Tyagi y Cols., 2013).

Algunos ejemplos son:

### 5.1 GuttaFlow®

	%
Polvo de Gutapercha	*
Polidimetilsiloxano	*
Catalizador de Platino	*
Dióxido de Zirconio	*
Micro plata (Conservante)	*
Coloración	*



Figura 15. Cemento sellador GuttaFlow. Roeko. (Guttaflow-2—roeko catalogo.html)

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

## 5.2. RoeKoSeal®

	%
Polidimetilsiloxano	*
Aceite de Silicona	*
Aceite a base de Parafina	*
Catalizador de Platino	*
Dioxido de Circonio	*



Figura 16. Sellador endodóntico RoeKoseal. ([www.dent.cz/navody/ColtE9ne/RoekoSeal.pdf](http://www.dent.cz/navody/ColtE9ne/RoekoSeal.pdf).)

Los selladores endodónticos han evolucionado con el paso de los años, en la literatura más reciente encontramos:

### 4.3.1 Cementos selladores a base de metacrilato. (Tabla 6)

Estos son los selladores adheribles, y por lo tanto se une el material del núcleo, junto con la pared del conducto radicular, formando de esta manera un monobloque presentando como características: Cuando se forma el 'Monoblock' mejoran más el sellado apical. Tienen una mayor resistencia a la fractura de la raíz. Buena radiopacidad. Polimerización lenta. Estos selladores pueden ser bien tolerados por los tejidos conectivos y el tejido óseo.

Selladores de Metacrilato a base de resinas utilizadas con Resilon o gutapercha se eliminaron de manera más eficaz, con menos material de relleno remanente de sellador convencional o gutapercha. Pero existen sus desventajas mencionadas en general son citotóxico, incluso después de diluirlos. Presentan significativamente más huecos y espacios que los conductos obturados con gutapercha y selladores convencionales. El acoplamiento químico entre los selladores con base de resina de metacrilato contemporánea para erradicar los materiales de relleno es generalmente débil o insuficientemente optimizado.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Mencionan que existe un arrastramiento de selladores resinosos incompletamente polimerizados, lo que resulta en un fracaso a lo largo de la interfaz de sellador-dentina. Existe la presencia de monómeros residuales en los conductos radiculares y su citotoxicidad se considera que aumenta con el tiempo lo que plantea importantes riesgos citotóxicos (Sanjeev Tyagi y Cols., 2013).

Estos han sido divididos en:

Primera Generación	Hydron®	En desuso
Segunda Generación	EndoRez®	
Tercera Generación	Epiphany®	
Cuarta Generación	MetaSeal®	

### 6.1. EndoREZ®

		%
BASE	Trietilenglicoldimetacrilato	17
	Oxícloruro de Bismuto	40.5
CATALIZADOR	Trietilenglicoldimetacrilato	17
	Oxícloruro de Bismuto	40.5

Tyagi Sanjeev y cols., 2013



Figura 17. Sellador endodóntico EndoREZ (/ultradent-products-inc-usa)

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 6.2. Epiphany®

		%
	UDMA	*
	PEGDMA	*
	EBPADMA	*
	Resina Bis-GMA	*
	Borosilicato de bario con Silano	*
	Sulfato de Bario	*
	Sílice	*
	Hidróxido de calcio	*
	Oxiclорuro de Bismuto	*
	Peróxido	*
	Pigmentos	*
S. Al-Hiyasat y cols., 2009		



Figura 18. Sellador endodóntico Epiphany. (Cintia B. Lioni, 2010)

### 6.3. MetaSeal®

		%
	HEMA	*
	4-META	*
	Dimetacrilatos	*
	Óxido de circonio	*
	Sílice	*
	Inicador de polimerización amorfo	*
* Proporciones de los componentes no indicadas por el fabricante		

S. Al-Hiyasat y cols., 2009

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

### 4.3.2 Cementos selladores a base de MTA (Tabla 7)

Torabinejad y cols., 1999. (Mahmoud Torabinejad, 1999) El trióxido mineral agregado (MTA) ha sido investigado como un compuesto potencial para sellar las vías de comunicación entre el sistema del conducto radicular y la superficie externa del diente.

MTA es un polvo de partículas hidrófilas finas (endurece en presencia de humedad). El resultado es un gel coloidal con un pH de 12,5 que se solidifica a una estructura dura. El tiempo de fraguado del cemento es 4 h. La resistencia a la compresión de MTA a los 21 días es 70 MPa, que es comparable con la de IRM y Super-EBA, pero significativamente menor que la amalgama. Se investigó la citotoxicidad de MTA, utilizando los métodos de superposición y el cromo de radio de liberación de agar y se encontró que era menor que la de IRM o Super-EBA. MTA se ha utilizado como un material de recubrimiento en pulpas expuestas mecánicamente, para inducir la formación del ápice radicular en dientes inmaduros, reparación de perforaciones radiculares y como una barrera durante el blanqueamiento interno de dientes tratados endodónticamente. Debe prepararse inmediatamente antes de su uso, mantenerse en recipientes con tapas herméticas y fuera de humedad. El polvo debe ser mezclado con agua estéril en una proporción de 3:1 en una loseta de vidrio o papel con la ayuda de espátulas de vidrio o metal.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

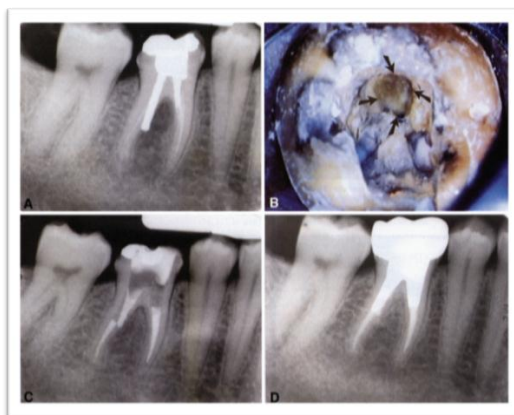


Figura 19. A. Radiografía preoperatoria con raíz distal perforada. B) sitio de la perforación y extensión después de retirar poste. C) Reparación de la perforación con MTA. D) Radiografía postoperatoria que muestra reparación completa de la perforación. (Torabinejad 1999).

El aumento de estudios acerca del MTA resultó en el desarrollo de una nueva generación de materiales endodónticos, los cementos a base de silicato de calcio. MTA se compone básicamente de cemento Portland (CP) en asociación con óxido de bismuto. Silicatos Tricálcico y dicálcico son los principales compuestos de cemento Portland. En consecuencia, MTA puede ser clasificado como cemento a base de silicato de calcio. ( Sanjeev y Cols., 2013).

MTA no se puede utilizar como sellador convencional en la obturación de conductos radiculares debido a la falta de capacidad de flujo. Por lo tanto, los materiales derivados de la fase cristalina más reactiva, que es el silicato tricálcico, se han desarrollado para tener las ventajas de las propiedades biológicas exhibidas por MTA en la terapia endodóntica convencional.

El uso de MTA en varias condiciones clínicas revela la incorporación de materiales biocerámicos como materiales de reparación de endodoncia. Esto se justifica por la excelente propiedad reparadora exhibida por este material. CP se ha sugerido como alternativa a MTA, ya que representa el compuesto básico de MTA y presenta una composición similar y propiedades biológicas. Sin embargo, cemento

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Portland puede contener impurezas, tales como metales pesados y este hecho justifica la sustitución del cemento Portland por silicato tricálcico puro (TANOMARU M y Cols., 2016),

Una variedad de selladores de conductos radiculares a base de MTA, CP o silicato de calcio están dispuestos en el mercado, entre ellos podemos encontrar:

### 7.1 MTA Fillapex

	salicilato de metilo	%
Binder A	butileno-glicol	*
	Colofonia	*
	trióxido de bismuto	*
	nanopartículas de sílice	*

Binder B	MTA	silicato tricálcico	*
		silicato dicálcico	*
		Tricálcico aluminato	*
		óxido de calcio	*
	sílice nanoparticulas	*	
	dióxido de titanio	*	
	rosinato pentaeritrilo	*	
	toluenosulfonamida	*	



Figura 20. Sellador endodóntico MTA Fillapex (Cohen 1999).

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

## 7.2 ProRoot Endo Sealer®

		%
POLVO	Silicato Tricálcico	*
	Silicato dicálcico	*
	Sulfato de calcio	*
	Óxido de bismuto	*
	Aluminato tricálcico	*
LÍQUIDO	Solución acuosa de polímero	*
* Proporciones de los componentes no indicadas por el fabricante		



Figura 21. Sellador endodóntico ProROOT MTA (Cohen 1999).

## 7.3. EndoSequence®

Silicato Tricálcico	*
Silicato dicálcico	*
Fosfato de calcio	*
Sílice coloidal	*
Hidroxido de calcio	*
Óxido de zirconio	*

Tyagi Sanjeev y cols., 2013



Figura 22. Sellador endodóntico Endosequence.  
(Producto/endosequence-bc-sealer-

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 5. ANTECEDENTES ESPECIFICOS.

Desde años atrás, encontramos artículos donde nos hablan sobre la citotoxicidad de los cementos endodónticos. A continuación describiremos algunos:

Yesilsoy y cols., (1988) el estudio implicó conejillos de indias, de los cuales hicieron un examen de la inflamación causada por los cementos más comunes: 1) sellador de Grossman. 2) eucapercha. Selladores nuevos: 1) Endo-Fill, 2) calciobiotic sellador (CRCS), 3) Sealapex. El material de prueba final era Hypocal. El grupo control fue con solución salina estéril. Sus resultados obtenidos mostraron, en intervalo de 6 días sellador Sealapex y Endo-Fill tuvieron menos inflamación que sellador de Grossman, CRCS, eucapercha e Hypocal. En intervalo de 15 días Sealapex, Endo-Fill, y eucapercha tuvieron estadísticamente menor inflamación que sellador de Grossman, CRCS, e Hypocal. En el intervalo de tiempo de 80 días se hizo una comparación de los materiales de prueba entre sí, se encontró que todos ellos tenían inflamación leve (grado 1) y que no fueron significativamente diferentes entre sí. Llegaron a la conclusión; sellador Sealapex y eucapercha, parecen ser clínicamente útil. (Sealapex, CRCS) podrían ser útiles en los casos en los que la reparación de tejido duro es importante (por ejemplo, perforación, ápices abiertos, grandes áreas periapicales de patología). Sellador de Grossman y CRCS, han tenido buen éxito. Por lo tanto, no se puede afirmar que los selladores basados en ZOE no deben ser utilizados.

Cohen, Brett I. y cols., (2000) estudian la citotoxicidad de dos materiales selladores a base de resina epóxica (AH26 Y AH-PLUS). Determinaron la reactividad biológica de células de fibroblastos L929 de ratón. Estos fueron mezclados según las indicaciones del fabricante. Su reactividad biológica (degeneración celular y malformación) fue evaluado en una escala de grado 0 (sin reactividad); grado 4 (reactividad grave) con un periodo de evaluación de 24

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

horas, como resultados encontraron que los grupos de AH26 y AH-Plus exhibieron reactividad grave (grado 4). El grupo control positivo mostró reactividad moderada (grado 3). No se observaron signos de reactividad (grado 0) para el grupo de control negativo. Las muestras analizadas de AH26 y AH-Plus se consideraron citotóxicas. Se midió la cantidad de formaldehído (CH<sub>2</sub>O) que presenta AH26 y AH-PLUS y se encontró que presentan 1,347 ppm y 3,9 ppm, respectivamente. La presencia de formaldehído en AH-Plus fue muy sorprendente, porque su fabricante afirma que es "libre de formaldehído." El formaldehído en AH-Plus es debido a la reacción de la resina epóxica con las aminas para iniciar la reacción de fraguado. AH26 contiene hexametilentetramina que en un entorno ácido se descompone en amoníaco y formaldehído. Por lo tanto se considera que debido a sus componentes presentan el grado de citotoxicidad mencionada.

Camps Jean y Cols., (2003) el propósito del estudio fue comparar la norma ISO10993-5 frente a una nueva técnica de inmersión de la raíz para la evaluación in vitro de la citotoxicidad de los selladores AH Plus, Cortisomol y Sealapex sobre fibroblastos L 929. Utilizaron 30 dientes unirradiculares. Como resultados con la Norma ISO dieron una citotoxicidad superior que la técnica de inmersión de la raíz, sea cual sea el sellador y el tiempo de exposición. Las normas ISO mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los selladores. AH Plus era no citotóxico, Cortisomol mostró una alta citotoxicidad disminuyendo con el tiempo, y Sealapex aparece una alta citotoxicidad que no disminuye con el tiempo. La nueva técnica mostró: La elevada citotoxicidad de Sealapex disminuyó con el tiempo, pero la citotoxicidad de AH Plus y Cortisomol no lo hizo. Este estudio muestra que la norma ISO puede fuertemente sobre-evaluar la citotoxicidad de los selladores endodónticos.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Root Canal Sealer	Cytotoxicity (Percentage of Cell Mortality)			
	1 day	2 days	30 days	Decrease Over Time
AH Plus	6 ± 2 <sup>c</sup>	5 ± 2 <sup>b</sup>	7 ± 2 <sup>b</sup>	NS
Cortisomol	15 ± 5 <sup>a</sup>	12 ± 4 <sup>a</sup>	10 ± 4 <sup>a</sup>	NS
Sealapex	9 ± 7 <sup>b</sup>	0 ± 4 <sup>c</sup>	0 ± 3 <sup>c</sup>	p < 0.001

Groups with the same superscript letter are not statistically significant.  
NS = not significant.

Figura 23. Citotoxicidad de tres selladores determinados por la técnica de inmersión de raíz. (About 2003).

Miletic Ivana y Cols., (2005) evaluaron los efectos citotóxicos de selladores endodónticos RoekoSeal y AH Plus in vitro en células humanas de carcinoma (HeLa) y fibroblastos de ratón (L929), en diferentes tiempos de fraguado. Los selladores se mezclaron de acuerdo a las indicaciones del fabricante y les fue colocado el cultivo celular por periodos de 1 h, 24 h, 48 h, 7 días y 1 mes. El experimento se repitió dos veces para cada sellador y cada período. Obtuvieron como resultados; sellador AH Plus mostro un fuerte efecto citotóxico sobre las dos líneas celulares inmediatamente después de mezclar y después de 24 y 48 horas. Después de 7 y 30 días de incubación, la destrucción no se observó dentro de las poblaciones de células después de la aplicación directa de AH Plus, mientras tanto RoeKoSeal no tuvo ningún efecto citotóxico sobre cualquier línea celular o en cualquier período de prueba. El estudio concluye que el sellador RoeKoSeal mostró una alta biocompatibilidad con células L929 y HeLa. Y puede representar el progreso de materiales biocompatibles de endodoncia. (Ivana Miletic´, 2005)

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

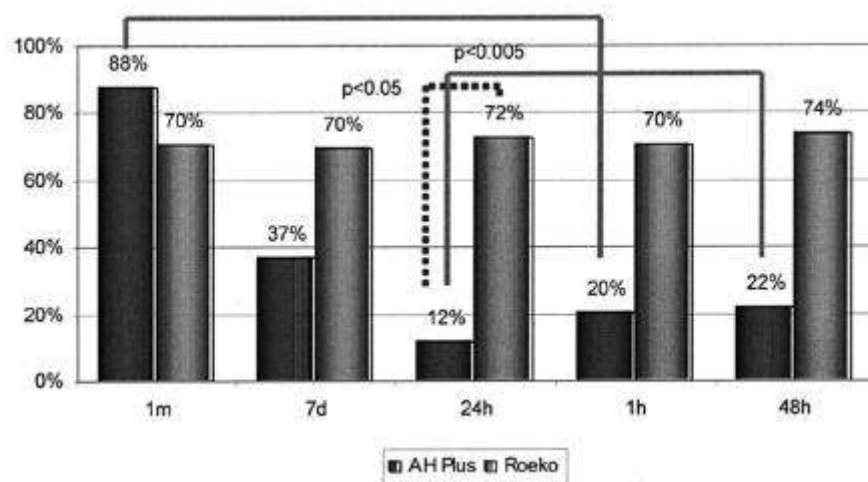


Figura 24. Citotoxicidad de AH-Plus y Roekoseal en células L929 (Ivana Miletic 2005)

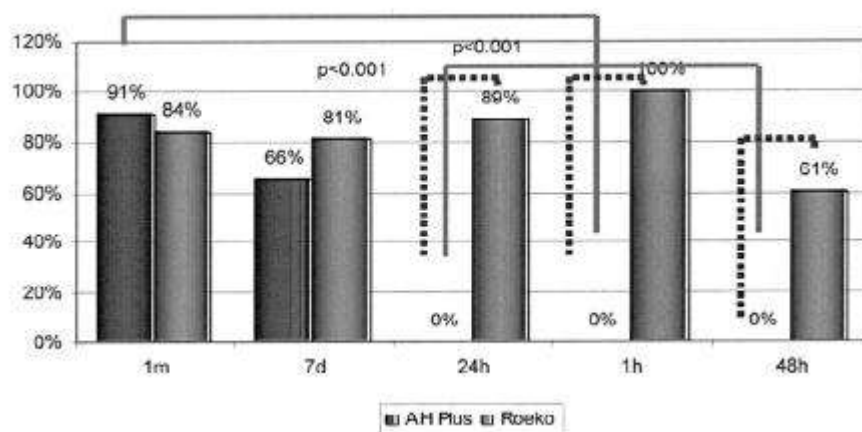


Figura 25. Citotoxicidad de AH-Plus y Roekoseal en células HeLa. (Ivana Miletic, 2005).

Bouillaguet Serge y Cols., (2006) realizan estudio con el propósito de evaluar la respuesta biológica temprana de tres selladores endodónticos AH plus, Epiphany y Guttaflow. Los tres selladores fueron mezclados según las indicaciones del fabricante, los selladores fueron colocados en cultivos celulares de fibroblastos

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

3T3 de ratón. Sus respuestas citotóxicas se evaluaron en 24 y 72 horas. Obteniendo como resultados A las 24 y 72 horas, Guttaflow era significativamente menos citotóxico que AH Plus, Epiphany y Resilon. AH Plus era moderadamente tóxico inicialmente (24 horas de exposición), pero la toxicidad aumenta con el tiempo (72 horas de exposición). El adhesivo de Epiphany y Resilón suscitó respuestas citotóxicas graves en ambos intervalos. En general los resultados sugieren que la citotoxicidad empeora con el tiempo, independientemente del material. (Serge Bouillaguet, 2006)

G. Lodiene, y Cols., 2008 Presentan su estudio que tiene como objetivo comparar la citotoxicidad de los selladores endodónticos actualmente utilizados basados en metacrilato, siliconas y resina epóxica. Fue realizado en fibroblastos de ratón (L929), y los resultados fueron calificados como severamente, moderadamente, ligeramente, o no citotóxico. Y obtuvieron que el sellador endodóntico AH Plus era citotóxico recién mezclado, pero después de 24 h dejó de ser citotóxico. EndoREZ no mostró ninguna citotoxicidad, ya sea cuando se probó directamente después de la irradiación o cuando dejó de fraguar 24 h después de la irradiación. RoekoSeal era no citotóxico ya sea recién mezclado o durante 24 h. Epiphany fue calificado gravemente citotóxico en las pruebas de recién mezclado y moderadamente citotóxico (0 y 24 h). El sellador Epiphany que contiene una variedad de compuestos, exhibió el potencial citotóxico más alto entre los materiales investigados. Los resultados del presente estudio no mostraron efectos citotóxicos o muy limitados de EndoREZ y RoekoSeal, ya sea recién mezclado o después de fraguar.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

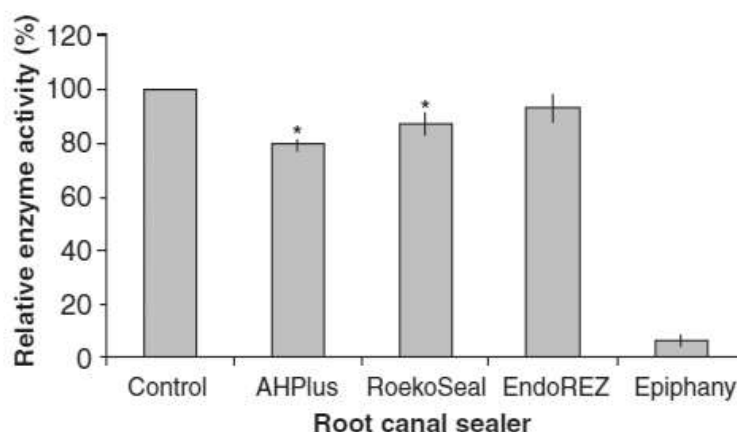


Figura 26. Tabla de actividad enzimática de tres selladores, mostrando que sellador Epiphany es más citotóxico. (G. Lodiene 2008).

Tadeu da Silva I Paulo y Cols., (2008) evaluaron *in vitro* la citotoxicidad de cuatro selladores de conductos radiculares (Topseal; EndoRez; Tubliseal y Kerr Pulp Canal Sealer EWT). La citotoxicidad fue determinada por la presencia de peróxido de hidrógeno y óxido nítrico, estas moléculas son importantes en la señalización celular y son eficaces para la respuesta microbicida y citotóxica de los macrófagos después de su estimulación. Utilizaron ratones Suizos, estudiaron las células macrófagos e hicieron pruebas de inmunocitotoxicidad estas permiten la medición de la respuesta citotóxica en los cultivos, y nos indican el efecto de los selladores endodónticos sobre la actividad de los macrófagos ya que juegan un papel clave en las defensas inmunitarias innatas y adquiridas y en la patogénesis de la inflamación. Los selladores se prepararon de acuerdo a las instrucciones del fabricante bajo condiciones asépticas. Ambos selladores a base de resina (Topseal y EndoREZ) requieren más energía para ser fagocitados, por lo tanto indica que estos son más citotóxicos que TubliSeal y Kerr Pulp Canal Sealer EWT, respectivamente. Concluyen que Topseal presentó mayor citotoxicidad entre los selladores probados, liberando mayores concentraciones de óxido nítrico y peróxido de hidrógeno en los macrófagos.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Kochenborger Roberta y Cols.,(2009) evaluaron las reacciones de tejido conectivo subcutáneo en ratas Wistar utilizando selladores EndoREZ, AH Plus y EndoFill. Utilizaron 18 ratas a las cuales se les implantaron tubos de polietileno que contiene los selladores de prueba. Después de 7, 30, y 60 días, los tejidos se retiraron para biopsia y se procesaron para la evaluación histológica. Se hicieron observaciones del componente celular inflamatorio, la condensación fibrosa y la formación de abscesos. Y obtuvieron como resultados que EndoRez presentó una reacción inflamatoria intensa, en donde observaron un infiltrado linfoplasmático y presencia de macrófagos. El sellador AH Plus presentó reacción inflamatoria leve en comparación de EndoRez y EndoFill durante los tres periodos de muestras. Mientras que EndoFill tuvo reacción inflamatoria intensa durante los tres periodos. Por lo tanto presento una mayor inflamación. Esta observación hace evidente que ninguno de los selladores evaluados ofrece las características ideales de biocompatibilidad deseables en un sellador endodóntico.

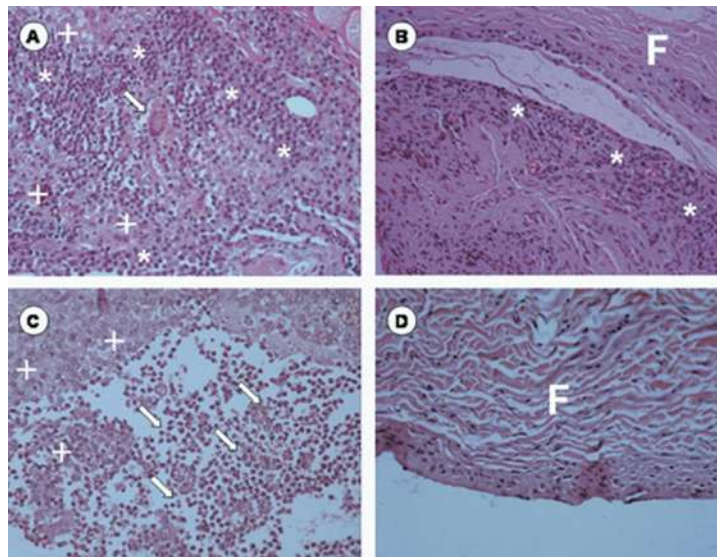


Figura 27. A) Flecha indica células gigantes, macrófagos (+) e infiltrado linfoplasmático intenso (\*). En respuesta a EndoRez después de 30 días. B) La reacción a la presencia de AH-Plus después de 30 días, presencia de un infiltrado linfoplasmático moderado (\*). C) Absceso (flecha) y macrófagos (+) presentes en regiones tratadas con EndoFill después de un periodo postoperatorio de 60 días.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

D) Tejido cicatricial fibroso grueso. F) grupo control después de 60 días. (Kochenborger Roberta 2009).

Mário Filho Tanomaru y Cols., (2009) tiene como objetivo evaluar las propiedades biológicas de los selladores Intrafill, AH Plus, Roeko Seal y Resilon / Sistema Epiphany, mediante la evaluación de la reparación periapical después de la obturación del conducto en 64 raíces de 4 perros utilizados con la finalidad de ocasionar una perforación apical. Después de un periodo de 90 días, fueron sacrificados y estudiados, los resultados nos indican; Intrafill presentó los resultados menos favorables en términos de reparación periapical en comparación con AH Plus, Roeko Seal y Resilon / Epiphany ya que estos tenían reparación periapical similar, y mostraron resultados más favorables que Intrafill. Como conclusión indican sellador Resilon /Epiphany, Roeko Seal y AH Plus presentan buenos resultados en términos de reparación periapical. Basándose en esta propiedad biológica, se puede sugerir que estos materiales son opciones adecuadas para la aplicación clínica.

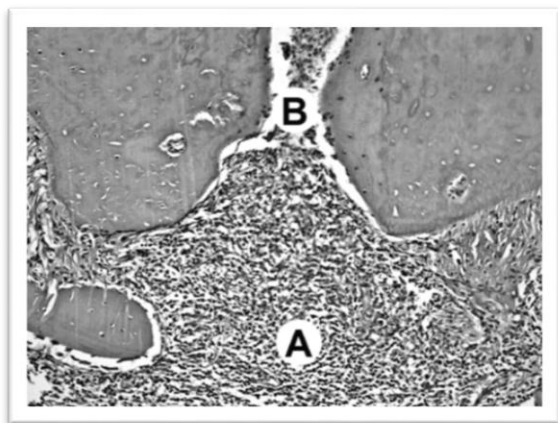


Figura 28. Intrafill. Área periapical con infiltrado inflamatorio celular (A) y sin sellado apical (B). (Mário Filho Tanomaru, 2009).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

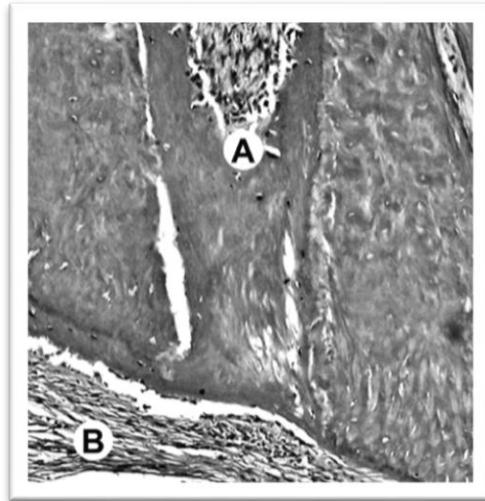


Figura 29. AH-Plus. Imagen de ápice que muestra sellado biológico parcial por deposición de tejido mineralizado (A). Infiltrado de células inflamatorias leve (B). (Mário Filho Tanomaru 2009)

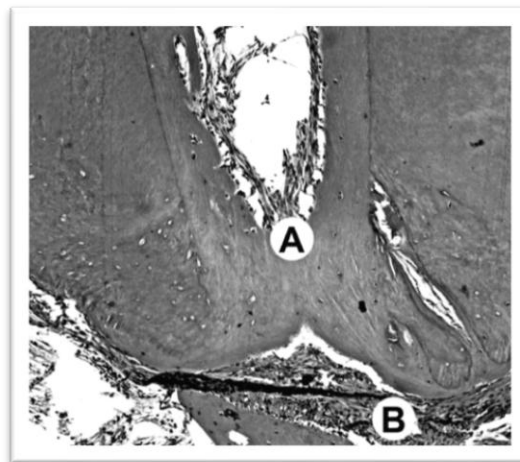


Figura 30. RoeKoseal. Imagen de ápice que muestra sellado biológico parcial por deposición de tejido mineralizado (A). Infiltrado de células inflamatorias suaves (B). (Mário Filho Tanomaru 2009).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

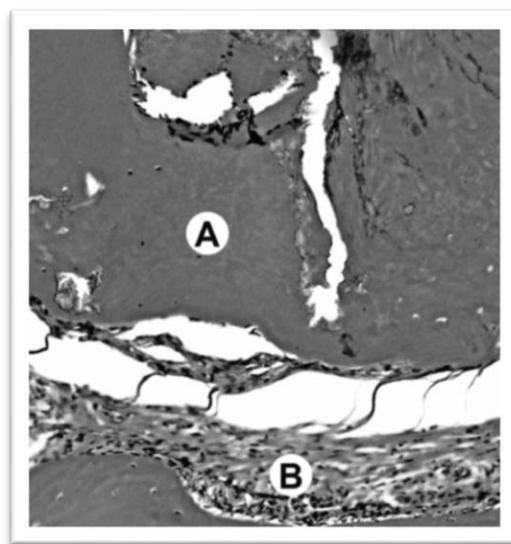


Figura 31. Ehiphanía/Resilón . Imagen de ápice que muestra sellado biológico parcial por deposición de tejido mineralizado (A). Infiltrado de células inflamatorias suaves (B). (Mário Filho Tanomaru, 2009).

S. Al-Hiyasat y Cols., (2010) el objetivo de su estudio fue investigar la citotoxicidad del sellador endodóntico Metaseal y comparar los resultados obtenidos con sellador AHPlus, EndoRez, y Epiphany. Utilizaron en los experimentos Fibroblastos 3T3 Balb (de ratón) para la evaluación de la citotoxicidad. Fueron mezclados según las indicaciones de los fabricantes. Evaluaron la citotoxicidad que presentaba cada sellador endodóntico en el momento de ser mezclado y en sus resultados obtuvieron que el sellador AHPlus era el menos citotóxico; seguido por EndoRez, Epiphany, y Metaseal, que era el más citotóxico. Encontrando que el material más citotóxico probado fue el sellador más novedoso Metaseal a base de resina llegaron a la conclusión de que el sellador AH Plus mostró baja citotoxicidad. El sellador a base de un solo metacrilato (EndoREZ) mostró toxicidad moderada y el sellador a base de resina-multi-metacrilato (Epiphany) era altamente citotóxico. Además el sellador a base de resinas (Metaseal) mostro toxicidad grave.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

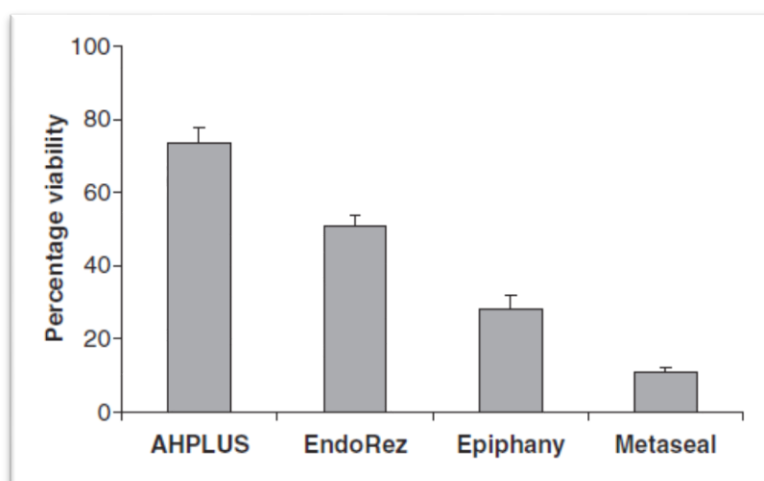


Figura 32. Porcentaje de viabilidad celular, después de la exposición de los selladores sin diluir. (S. Al Hiyasat, 2010).

C. Chang y Cols., (2010) realizaron un trabajo con el objetivo de estudiar la citotoxicidad de cinco selladores de conductos de uso común (Canals, Canals- N, Sealapex, Tubliseal y Topseal) en fibroblastos humanos PDL, los cuales fueron fijados durante 24 horas; después colocaron los selladores endodónticos, fueron incubados durante 3 y 18 horas. Resultando más tóxico el sellador Canals®, seguido por Topseal, Sealapex y Tubliseal que fueron moderadamente tóxicos, mientras que Canals-N reveló poca citotoxicidad de fibroblastos PDL. Como conclusión mencionan las diferencias en los componentes del sellador Canals que contiene eugenol y aceite de oliva; por lo tanto produce citotoxicidad significativa a los fibroblastos PDL mientras Canals-N exhibió poca citotoxicidad; contiene propilenglicol en lugar de eugenol y reveló poca citotoxicidad en los fibroblastos de ratón L929.

E. J. N. L. Silva, y Cols., (2011) el objetivo fue investigar la actividad gelatinolítica de MMP-2 y MMP-9 producido por los fibroblastos humanos tras la estimulación con selladores endodónticos, se evaluaron cuatro selladores: AH Plus, Endometasona N, Pulp Canal Sealer EWT y Sealapex. Se mezclaron de acuerdo

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

con las instrucciones del fabricante. Para comprobar si los selladores recién mezclados eran citotóxicos, los fibroblastos fueron expuestos a los selladores y se cultivaron durante 30 min, 1, 4 y 24 horas. Todos los selladores probados fueron citotóxicos, pero la toxicidad dependía de los selladores evaluados y la forma de contacto utilizada. Entre los selladores ensayados en contacto directo después de la mezcla, Sealapex exhibió la citotoxicidad más baja. AH Plus y Pulp Canal Sealer EWT fueron significativamente más citotóxicos que Sealapex en todos los tiempos. Endometasona demostró efectos citotóxicos, pero la citotoxicidad fue significativamente menor que AH Plus y Pulp Canal Sealer a los 30 min y 1 h. AH Plus causó efectos citotóxicos significativos cuando se usó en contacto directo, y observaron que todos los materiales mostraron efectos citotóxicos en los diferentes tiempos evaluados. Los resultados del presente estudio mostraron que todos los selladores endodónticos disponibles actualmente tienen efectos citotóxicos en la condición de recién mezclado.

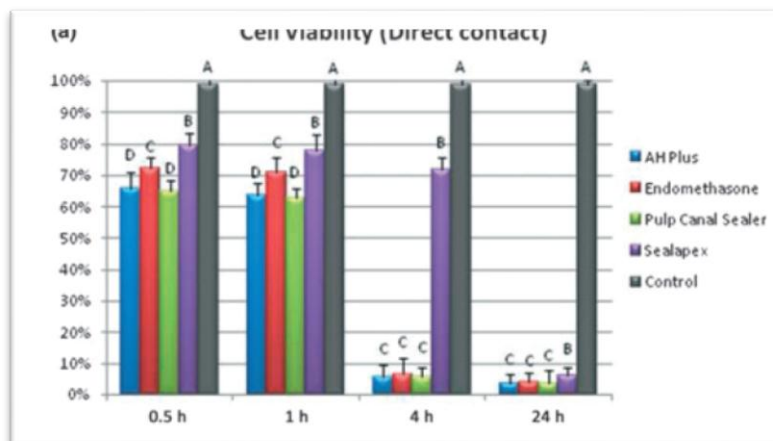


Figura 33. Los efectos citotóxicos después de la exposición directa de los diferentes selladores en células MRC5 de fibroblastos. (E. J. N. L. Silva, 2011)

Zoufan, y Cols., (2011) evaluaron la citotoxicidad de los selladores BC y Guttaflow y los compararon con selladores endodónticos tradicionales como son sellador AH

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Plus y Tubli-Seal. El estudio se llevó a cabo en Fibroblastos de ratón L929. Cada sellador recién mezclado fue fijado y se incubó con 3 cantidades diferentes en medio de cultivo celular (300ml, 600 ml, y 1000ml) durante 24 y 72 horas (1 día y 3 días). En sus resultados mencionan que el 1° día, AH Plus tuvo mayor citotoxicidad que los otros 3 selladores; Tubli-Seal fue más citotóxico que los selladores BC y Guttaflow en los Grupos de cultivo 300ml y 600ml. En el grupo 1000 ml, AH Plus fue más citotóxico que todos los otros selladores endodónticos, y no hubo diferencia en la citotoxicidad entre BC, Tubli-Seal y sellador Guttaflow. En el 3° día, AH Plus exhibió más citotoxicidad que los otros 3 selladores, y Tubli-Seal sellador fue más citotóxico que BC y Guttaflow en 300ml, 600ml, y 1000ml. No hubo diferencia entre la citotoxicidad Guttaflow y sellador BC en todos los grupos de medio de cultivo. En el sellador recién mezclado, AH Plus mostró citotoxicidad severa en todos los cultivos. La citotoxicidad disminuyó cuando se puso, en el cultivo de 1000ml.

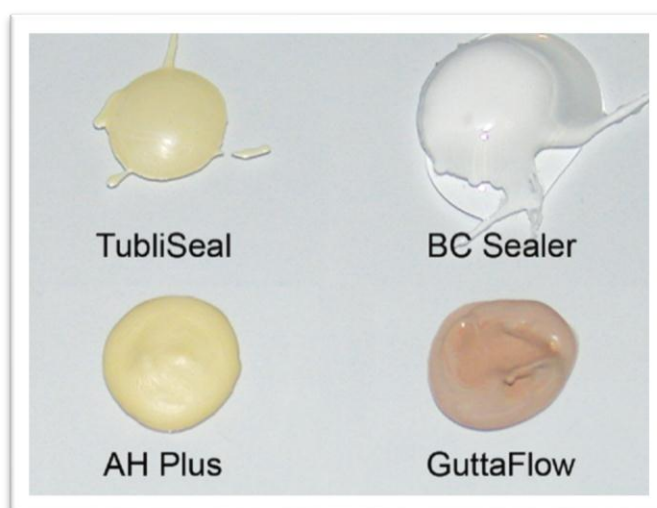


Figura 34. Selladores utilizados en el estudio los cuales fueron colocados en incubadora de cultivo celular durante 24 horas. Todos los selladores habían fraguado. (Zoufan, 2011).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Silveira C. y Cols., (2011) el objetivo de este estudio fue evaluar la biocompatibilidad subcutánea de: Epiphany, AH Plus, Pulp Canal sealer y Sealapex. Sesenta ratas fueron asignadas a 4 grupos, de acuerdo con el sellador. Tubos de polietileno que contiene los selladores estudiados fueron insertados en el tejido conectivo. Los implantes fueron retirados después de 7, 15 y 30 días, y se examinaron las muestras de tejido al microscopio óptico. Se estudió la reacción inflamatoria. Después de 7 días, todos los selladores mostraron moderada a severa reacción inflamatoria. Después de 15 días, Epiphany y AH Plus mostraron una reacción inflamatoria moderada, mientras que Pulp Canal sealer y Sealapex inducen reacciones inflamatorias graves y leves, respectivamente. Después de 30 días, se observaron reacciones inflamatorias leves de Epiphany, Sealapex y AH Plus. Sealapex induce la respuesta inflamatoria más baja en todos los períodos de evaluación, y sólo Pulp Canal sealer no mostró una disminución en la reacción inflamatoria con el paso del tiempo.

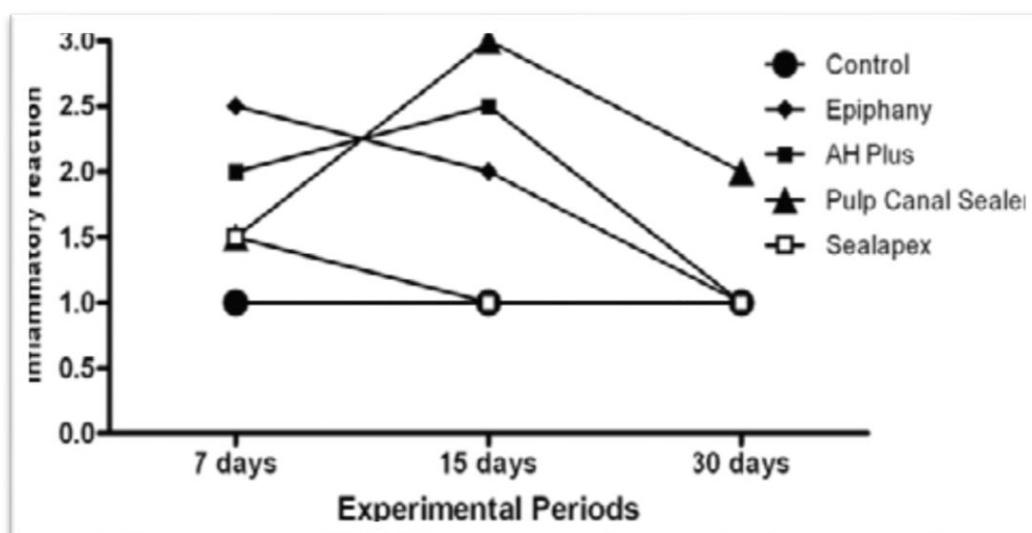


Figura 35. Reacción inflamatoria después de 7, 15 y 30 días (las puntuaciones: 0 = ninguno, 1 = leve, 2 = moderado, 3 = grave). (Camila Maia Maggi Silveira, 2011).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Willershausen y Cols., (2011) el objetivo fue investigar in vitro la citotoxicidad y las propiedades antibacterianas de cuatro selladores endodónticos utilizando la proliferación de células de fibroblastos del ligamento periodontal humano y el análisis visual de inhibición del crecimiento. Los selladores fueron: Guttaflow; Endosequence BC sellador; Pulp Canal sealer EWT y AH Plus. Los selladores se prepararon de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y obtuvieron como resultados del estudio de proliferación celular que el sellador Pulp Canal Sealer EWT y AH Plus inhibieron significativamente el crecimiento celular, y mostraron una biocompatibilidad menor en comparación con Guttaflow y Endosequence BC. Y llegan a la conclusión de que los selladores Endosequence BC y Guttaflow demostraron alta biocompatibilidad, pero no efecto antibacteriano contra *E.faecalis*; sin embargo AH Plus y Pulp Canal sealer EWT, mostraron una biocompatibilidad menor pero ejerce un fuerte efecto antimicrobiano sobre *Parvimonas micra*.

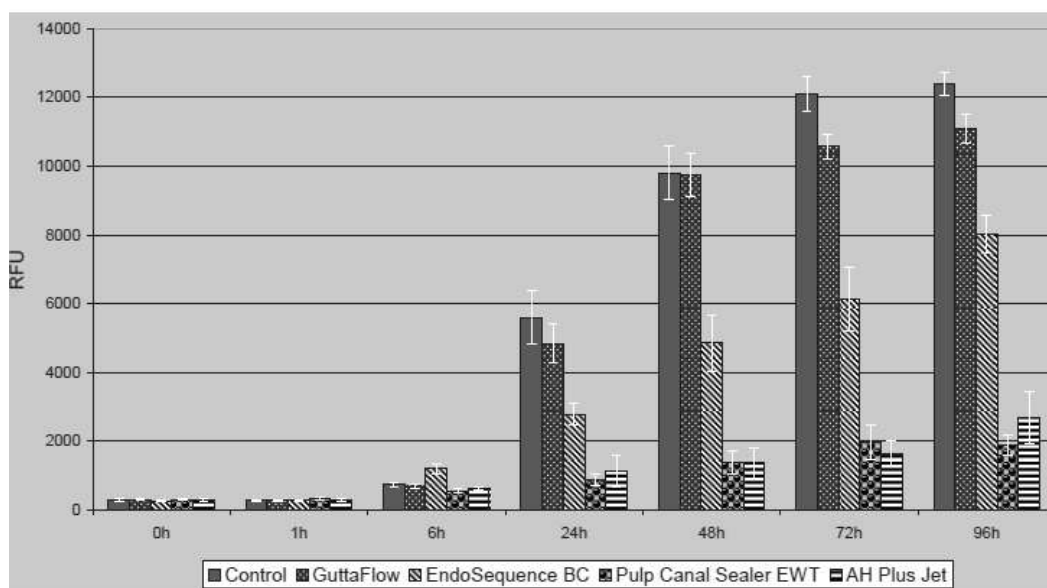


Figura 36. Resultados del ensayo de proliferación celular PDL en contacto con selladores radiculares, (Ines Willershausen, 2011).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Beth Ann Damas y Cols., (2011) realizaron este estudio con el objetivo de comparar la citotoxicidad de 2 marcas de cemento MTA blanco (ProRoot MTA y MTA-Angelus) y dos tipos de sellador EndoSequence reparación de materiales, y EndoSequence Masilla; mediante el uso de fibroblastos dérmicos humanos. Obtuvieron como resultados de citotoxicidad una viabilidad celular de 92.2% de sellador ProRoot; 96.7% MTA- Angelus; 94.0% Endosequense y 91.8% Endosequense Masilla. Llegaron a la conclusión de que el MTA (ProRoot y MTA Angelus) es biocompatible y no tóxico para las células, y se observó que Endosequense masilla fue el menos viable para las células. Llegaron a la conclusión de que los resultados de este estudio mostraron que Endosequense tiene un nivel estadísticamente similar de citotoxicidad al de MTA ProRoot blanco y MTA Angelus.

Zaccaro Miriam y cols., 2012. El objetivo fue evaluar la citotoxicidad de 6 diferentes selladores de conductos radiculares, Real Seal o Epiphany; AH Plus, Guttaflow, Sealapex, Roth 801 y ThermaSeal Plus con fibroblastos gingivales humanos. Los fragmentos se incubaron a 37°C durante 1, 7, 14, 21, o 28 días. Los resultados indican Guttaflow presenta significativamente menor citotoxicidad en el 1° día, en el día 7 la viabilidad celular de Guttaflow presento un incremento significativo en comparación con los grupos de selladores estudiados, a los 14 días la citotoxicidad de Sealapex fue superior que la de todos los grupos de selladores. A los 21 y 28 días, no hubo diferencia estadística significativa en la citotoxicidad de los diferentes grupos de selladores endodónticos. Todos los materiales presentan algún nivel de citotoxicidad en fibroblastos, en este estudio se demuestra que Guttaflow fue el sellador menos citotóxico, se describe que su citotoxicidad se presenta después de un tiempo, y se atribuye a la liberación de partículas de plata.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

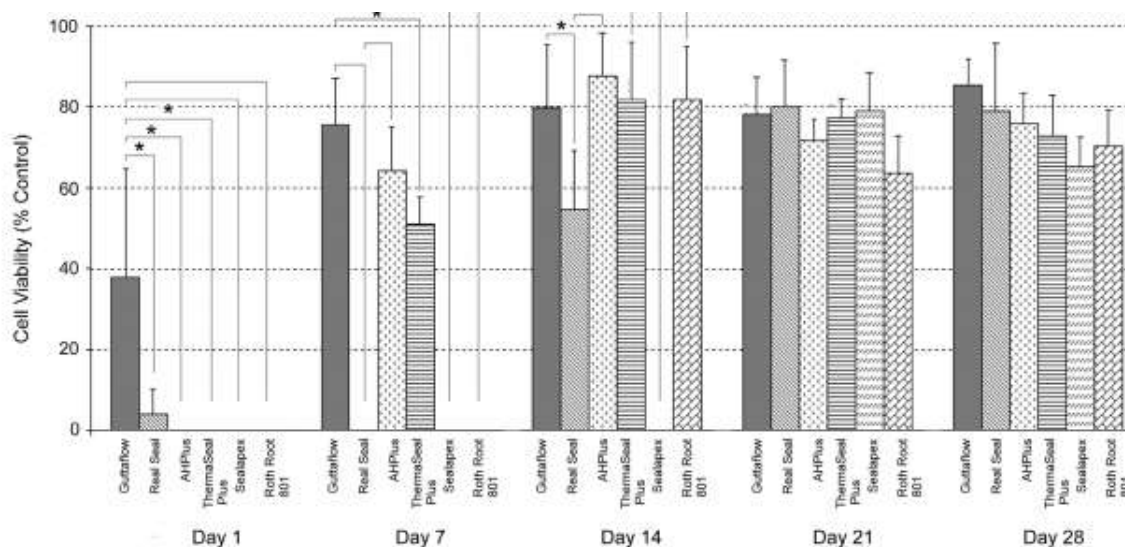


Figura 37. Viabilidad celular expresada en porcentaje de control de cada tiempo de selladores endodónticos. (Zaccaro Miriam, 2012).

V. Bin Claudia y Cols., (2012) presentaron su estudio con el propósito de evaluar la citotoxicidad y genotoxicidad del sellador MTA (Fillapex) en comparación con MTA blanco ProRoot y AH Plus. Utilizaron Fibroblastos de hámster (V79) los cuales pusieron en contacto con diferentes diluciones de medios de cultivo expuestos a las muestras de cada sellador que fueron incubadas durante 12, 48 y 72 horas. Obteniendo como resultados que la viabilidad celular se considera óptima cuando el valor obtenido fue de 50% o superior por lo tanto MTA blanco mantuvo las tasas de viabilidad celular por encima del 70% y no se clasificó como un material citotóxico. AH Plus indujo una citotoxicidad intermedia de una manera dependiente de la dilución, seguido de Fillapex MTA. Y llegan a la conclusión que el cemento más citotóxico es MTA Fillapex, que ha reducido drásticamente las tasas de supervivencia de células esto podría ser una consecuencia de uno de sus componentes de resina como salicilato presente en su composición.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Patrícia Yoshino y cols., (2013) han propuesto selladores endodónticos, como el MTA Fillapex® y el MTA regular. Realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la toxicidad in vitro de MTA blanco, MTA Fillapex y cemento Portland (PC) en los fibroblastos humanos del ligamento periodontal cultivados. En diferentes periodos de tiempo. Los resultados obtenidos a 24, 48 y 72 horas el MTA Fillapex presentó una toxicidad mayor. No se observaron diferencias significativas en la viabilidad celular para MTA y cemento Portland (PC). Por lo tanto los resultados sugieren que el MTA fue diseñado para sellar las superficies internas y externas con fines quirúrgicos y de reparación radicular. Haciendo hincapié en su característica más importante, la biocompatibilidad en comparación con cualquier otro sellador desarrollado en endodoncia.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

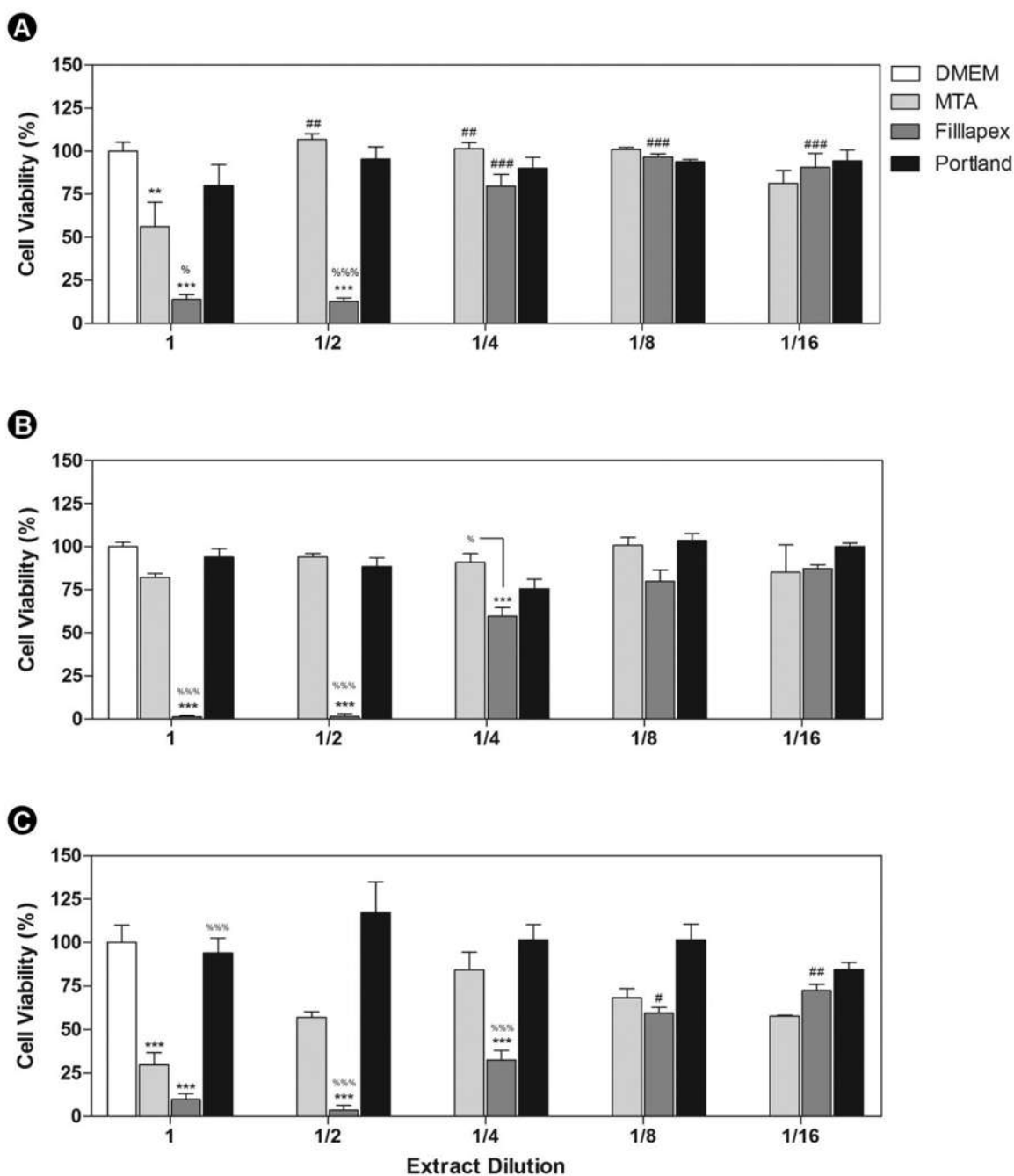


Figura 38. Viabilidad celular de fibroblastos del ligamento periodontal después de ser incubadas con selladores MTA, MTA Fillapex y CP en 24 h (A), 48 (B) Y 72 h (C). (Patricia Yoshino, 2013).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Leal da SILVA y Cols., (2013) realizan estudio sobre los efectos citotóxicos de 8 selladores endodónticos (AH Plus, Epifany, endometasona N, EndoREZ, MTA Fillapex, Pulp Canal sealer EWT, RoekoSeal y Sealapex). Fue realizado en fibroblastos (3T3) cada uno incubado con muestra de los selladores endodónticos en un periodo de tiempo de 5 semanas. El sellador RoekoSeal no mostró efectos citotóxicos en cualquier punto de tiempo. Los otros mostraron efectos tóxicos cuando se evaluaron recién mezclados. Después de 1 semana, endometasona N y Pulp Canal sealer EWT se convirtieron no citotóxicos sin diferencia estadísticamente significativa. AH Plus fue citotóxico en las primeras dos semanas, después de estas semanas pierde su toxicidad. Sealapex fue ligeramente citotóxico y se convirtió no citotóxico después de tres semanas. EndoREZ y Epifanía después de 5 semanas ambos se convirtieron no citotóxicos. MTA Fillapex permaneció ligeramente citotóxico durante todo el período experimental. Al final de la quinta semana, presento un nivel de toxicidad severo. Es importante evaluar los selladores durante períodos prolongados, ya que durante algún tiempo después de la aplicación clínica, se presenten cambios en los niveles de citotoxicidad.

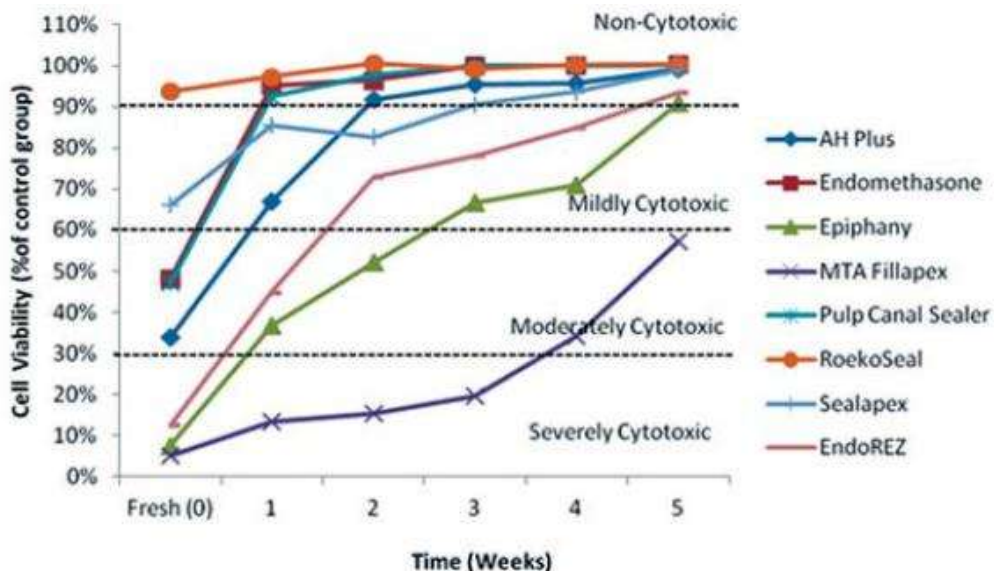


Figura 39. Gráfico que muestran cambios en la viabilidad celular después de colocar los selladores. (Emmanuel Joao, 2013)

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Emmanuel J.N.L. Silva, y Cols., (2013) en el realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la citotoxicidad de MTA Fillapex y compararla con sellador AH Plus. La citotoxicidad de los selladores se evaluó inmediatamente después de la mezcla y durante 4 semanas siguientes. Las respuestas de citotoxicidad se calificaron como severa (30%), moderada (30% -60%), leve (60% -90%), o no citotóxico (> 90%). En sus resultados observaron AH Plus era moderadamente citotóxico en condiciones frescas, fue ligeramente citotóxico después de 1 semana, y se convierten en no citotóxico después de 2 semanas. A la inversa, MTA Fillapex permaneció severamente citotóxica durante todo el período experimental. Los resultados están de acuerdo con estudios anteriores que mostraron que se afecta fuertemente la viabilidad celular con MTA Fillapex. Una posible explicación de estos resultados es la presencia de componentes tóxicos.

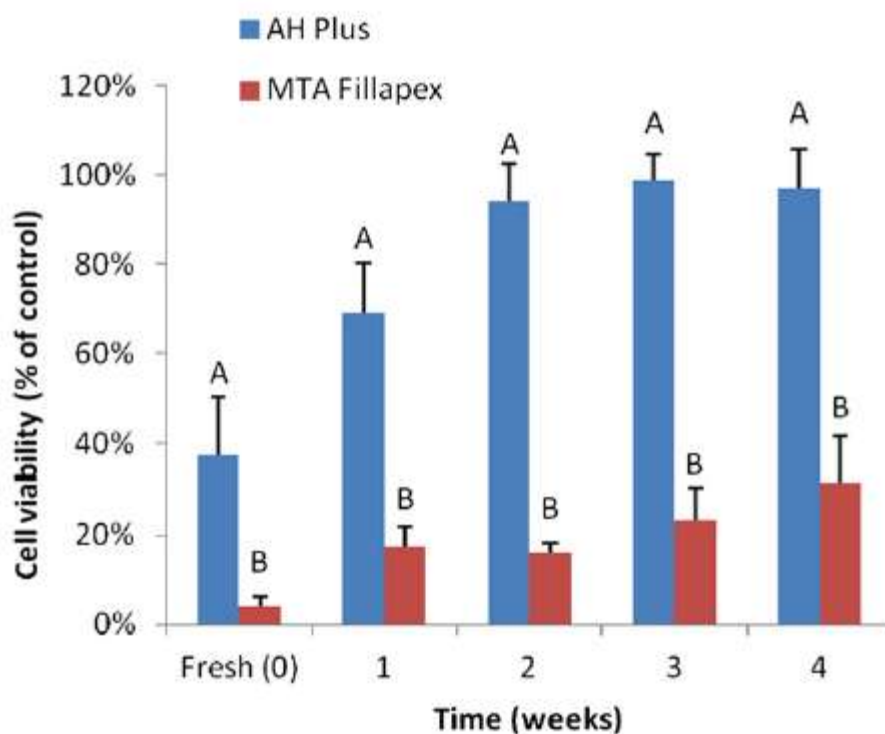


Figura 40. Efectos citotóxicos después de la exposición a los selladores en fibroblastos 3T3. (Emmanuel J.N.L. Silva 2013).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Camargo R. y Cols., (2014) realizaron un estudio con el objetivo de su estudio fue evaluar los efectos citotóxicos de 3 selladores endodónticos AH Plus, EndoRez, y RoekoSeal. Fibroblastos de hámster chino (V79) se cultivaron en medio de Eagle modificado suplementado con suero bovino fetal al 10%, durante 24 horas. Los Extractos iniciales (1: 1) se diluyeron en serie en el medio de cultivo celular (1: 2, 1: 4, 1: 8, 1:16, y 1:32). Obteniendo como resultado que el sellador EndoRez era altamente citotóxico en diluciones concentradas (1: 1 y 1: 2), independientemente del tiempo de fraguado. El sellador AH-Plus era altamente citotóxico en diluciones bajas, pero las muestras de 12 horas presentaron baja citotoxicidad (1: 2 y 1: 4 diluciones). En dilución 1:8, era altamente citotóxico solamente a las 0 horas. Ninguno de los selladores es citotóxico a diluciones más altas (1:16 y 1:32). El tiempo de fraguado afectó la citotoxicidad de AH-Plus, lo que reduce sus efectos en 12 horas. Con una recuperación del efecto citotóxico a las 24 horas. El sellador EndoRez era el más citotóxico, seguido por AH-Plus, sellador RoekoSeal no fue citotóxico a cualquier concentración.

Kaur Amandeep y cols., (2015) determinaron la toxicidad de los selladores más comúnmente utilizados en la obturación endodóntica, óxido de zinc y eugenol (Pulp Canal sealer y Tubli-Seal), hidróxido de calcio (Apexit, Vitapex), y selladores a base de resina (AH26, AH Plus, Diaket). Estudiaron revistas indexadas y de alto impacto, en donde incluyeron artículos publicados del 2000-2012, que compararon la citotoxicidad de selladores a las 24 horas y entre 3 y 7 días. Obteniendo como resultado a las 24 h, no hay diferencia significativa entre los tres selladores, los selladores a base de hidróxido de calcio y óxido de zinc eugenol eran significativamente biotóxicos en comparación con selladores a base de resina después de 3 días. La toxicidad de hidróxido de calcio fue ligeramente más que la del óxido de zinc/eugenol después de 3 días. Cuando se compara entre 3er y 7º día, observaron una diferencia estadísticamente significativa entre los tres selladores y mostraron que los selladores a base de resina tenían valores

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

significativamente inferiores. No se observó diferencia significativa entre selladores a base de óxido de zinc eugenol y selladores a base de resina, sin embargo observaron aumento significativo después de 3 días en sellador de hidróxido de calcio.

Hui-min Zhou y Cols., (2015) el propósito del estudio fue comparar la citotoxicidad de MTA Fillapex y BC sellador inmediatamente después de ser mezclados y después de su configuración completa. Los resultados se comparan con un sellador a base de resina epoxica (AH Plus). Fue un estudio In vitro utilizando fibroblastos gingivales humanos. AH Plus, EndoSequence BC y MTA Fillapex fueron mezclados según las instrucciones del fabricante. En sus resultados recién mezclados encontraron AH Plus fue fuertemente citotóxico pero el efecto citotóxico se redujo conforme pasaron las semanas. MTA Fillapex mostró citotoxicidad muy similar a AH Plus. BC Sellador exhibió toxicidad leve. En la segunda semana, encontraron sellador AH Plus no presento efecto citotóxico. El sellador BC permaneció citotóxico durante todo el período de prueba de 4 semanas. Y MTA Fillapex después de una semana fue más citotóxico que recién mezclado. El duradero efecto citotóxico de MTA Fillapex puede ser causado por el plomo liberado. MTA Fillapex y BC Sellador producen un pH alcalino después de estar recién mezclados, lo que sugiere que el pH no explica la diferencia en la citotoxicidad.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

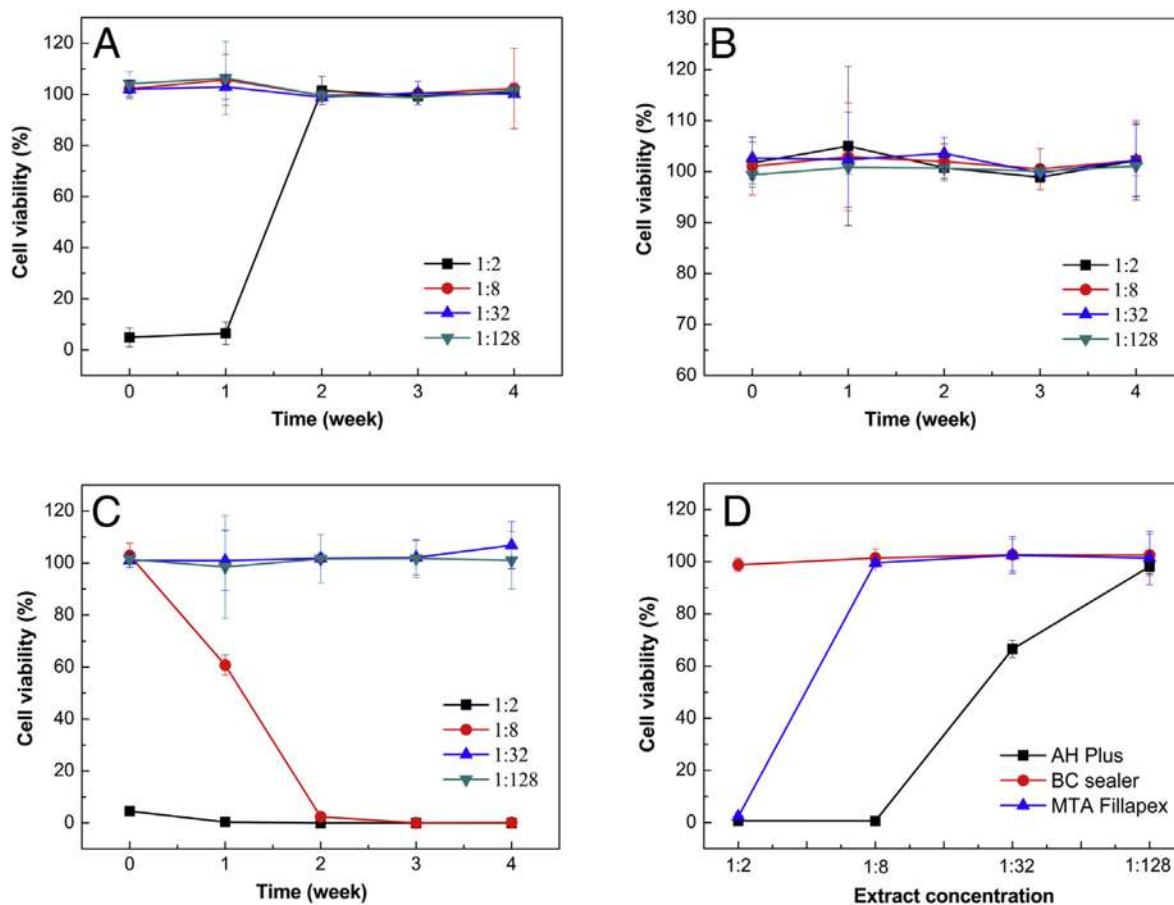


Figura 41. La viabilidad celular con diferentes concentraciones (A) AH-Plus, (B) Endosequence BC y (C) MTA Fillapex durante 3 días y (D) selladores frescos. (Hui-min Zhou, 2015).

Konjhodzic-Prcic A. y Cols., (2015) el objetivo fue investigar los efectos citotóxicos de los selladores EndoREZ, AH Plus, Apexit y Guttaflow en fibroblastos gingivales humanos en diferentes tiempos de fraguado. Los selladores después de ser preparados se dividieron en cuatro grupos. El primer grupo después de realizar la mezcla del sellador se sumergieron en el medio de cultivo para su evaluación. El segundo, tercero y cuarto grupo de muestras se almacenaron en ambiente húmedo a 37 °C durante 24 horas, 48 horas y 7 días y luego al medio de cultivo celular para la prueba. El sellador Apexit Plus mostró baja citotoxicidad en todos

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

los periodos. Guttaflow, mostró no ser citotóxico recién mezclado ni a las 24 horas, a las 48 horas mostro leve citotoxicidad. AH Plus en todos los periodos mostro una citotoxicidad insignificante. EndoREZ, presenta mayor citotoxicidad que los demás selladores en los intervalos de tiempo; pero esta fue disminuyendo con el tiempo. Se concluye: los cuatro selladores mostraron diferentes efectos de citotoxicidad en cultivo de células de fibroblastos gingivales humanos, pero todos ellos son un poco citotóxicos.

Simsek Nesliham y Cols., (2015) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la biocompatibilidad subcutánea de selladores AH Plus y Obtuseal. Utilizaron 30 ratas Winstar-Albino y fueron divididas en dos grupos; 1° AH Plus y 2° Obtuseal. Al final de los periodos 7,14 y 45 días, cinco animales fueron sacrificados y realizaron el estudio de citotoxicidad analizaron los indicadores de inflamación del tejido; por medio de los linfocitos y la infiltración de macrófagos. Y obtuvieron como resultado que el en infiltrado de linfocitos a los días 14 y 45 no hubo diferencias significativas entre AH Plus y Obtuseal. En el infiltrado de macrófagos AH Plus mostró un aumento significativo en el día 7, pero no se encontraron diferencias entre el AH Plus y Obtuseal en el 14 y 45 días, por lo que llegaron a la conclusión que AH-Plus presenta más concentración de linfocitos y macrófagos en todos los periodos experimentados y se puede considerar más agresivo durante el periodo inicial lo cual va disminuyendo con los días, a los 45 días Obtuseal y AH Plus produjeron una reacción tisular satisfactoria y son biocompatibles.

Domenico Ricucci y Cols., (2016) el objetivo del estudio fue evaluar los casos donde se presentó una extrusión de cemento sellador endodóntico y su influencia en el resultado del tratamiento endodóntico. Para este estudio se utilizaron 105 dientes de los cuales 75 presentaban periodontitis apical en el momento del tratamiento endodóntico, y 30 dientes con tejido apical normal. Se utilizaron cementos selladores endodónticos entre ellos; a base de ZOE (Pulp Canal Sealer

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

(psc); Pulp Canal Sealer con tiempo de trabajo extendido EWT y tubliseal. A base de resina AH-Plus; a base de hidróxido de Calcio (Apexit); y además Endometasona.

Después de realizar el tratamiento de endodoncia se les colocó una restauración apropiada y tuvieron un seguimiento a 1, 2 y 4 años. Obteniendo como resultados; seguimiento a 1 año: Del grupo tubliseal el material extruido desapareció por completo. Selladores Psc y Ewt se observó eliminación del sellador en el 43% y 36% de los casos.

Seguimiento a 2 años: El no. de los casos en los que el sellador extruido ha desaparecido aumento para todos los grupos, a excepción de AH Plus y Apexit.

Seguimiento a 4 años: Tubli-Seal mostró la desaparición del 100%.

- En la mayoría de los casos de endometasona, PCS, y grupos EWT, el material extruido ya no estaba presente.
- Sólo en unos pocos casos de los grupos AH Plus y Apexit fue el material eliminado por completo.
- El 79% de los dientes que presentaban periodontitis apical en el momento del tratamiento se había curado en comparación con el 100% de los dientes sin periodontitis apical.

Los autores llegaron a la siguiente conclusión; no todos los selladores extruidos se eliminaron de los tejidos periapicales.

- El resultado del tratamiento no se vio afectada significativamente por el tipo de sellador extruido.
- Se observó un resultado significativamente mejor para los dientes sin lesión en comparación con los dientes con periodontitis apical.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Afaf AL-Haddad y Cols., (2016) en su revisión de la literatura nos mencionan el uso de cementos selladores endodónticos biocerámicos y los clasifica en bioactivos o bioinertes. Los materiales bioactivos, tales como vidrio y fosfato de calcio, interactúan con el tejido circundante para fomentar el crecimiento de los tejidos más duraderos. Materiales bioinertes, tales como zirconia y alúmina, producen una respuesta insignificante del tejido circundante, sin ningún efecto biológico o fisiológico. Hay dos ventajas principales asociadas con el uso de materiales biocerámicos como selladores de conducto. 1.- Su biocompatibilidad previene el rechazo por los tejidos circundantes y 2.-que contienen fosfato de calcio que mejora las propiedades de fraguado de los materiales biocerámicos y resulta en un producto químico. Una desventaja importante de estos materiales está en la dificultad para retirarlos del conducto radicular. Los selladores basados en biocerámicos se han postulado por ser biocompatibles. Esta biocompatibilidad se atribuye a la presencia de fosfato de calcio, la literatura señala que muchos selladores biocerámicos tienen el potencial de promover la regeneración ósea cuando se extruye sin querer a través del foramen apical durante la obturación del conducto radicular o la reparación de perforaciones radiculares. EndoSequence y MTA-Fillapex mostraron toxicidad moderada cuando están recién mezclados; sin embargo, la citotoxicidad se reduce con el tiempo. MTA-Fillapex se encontró que tienen un efecto citotóxico grave en células de fibroblastos cuando está recién mezclado. Además, este efecto no disminuyó con el tiempo. El nivel de citotoxicidad se mantuvo moderado hasta cinco semanas después de la mezcla. Llegando a la conclusión de que selladores a base de biocerámicos muestran resultados prometedores como selladores de conductos radiculares. Sin embargo, las discrepancias en los resultados de estos estudios revelan que estos selladores no cumplen todos los requisitos exigidos para ser el sellador ideal. El efecto biocompatibilidad y biomineralización de estos selladores podría hacer uso de ellos para usos alternativos en el recubrimiento pulpar directo y llenado extremo de la raíz.

## 6. DISCUSIÓN

Los cementos selladores endodónticos son materiales que ayudan a sellar las zonas donde el material de obturación no puede llegar. Su función es impedir que exista una filtración entre el material obturante y el tejido dentario logrando obtener un sellado tridimensional en el conducto radicular.

Un cemento sellador como se mencionó anteriormente, debe reunir ciertas características físicas; se debe considerar la biocompatibilidad del sellador como una de las características más importantes ya que, durante la obturación, los cementos selladores pueden salir inadvertidamente hacia los tejidos periapicales, causar inflamación y retardar o impedir el proceso de cicatrización.

Un sellador biocompatible no debe obstaculizar la reparación tisular, por el contrario, debe ayudar o estimular la reorganización de las estructuras lesionadas para que la reparación pueda producir el sellado biológico del ápice radicular y aislar cuerpos extraños.

Se debe considerar la combinación adecuada de eficacia selladora y biocompatibilidad de un cemento sellador, ya este, es determinante para un pronóstico favorable durante el tratamiento endodóntico.

Esta revisión bibliográfica consta de 52 estudios originales que fueron realizados In Vitro; In Vivo; artículos de revisión y Meta- análisis. Los cuales fueron obtenidos de revistas indexadas como Journal Of Endodontics; International Endodontic Journal; Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology OOO; Brazilian Dental Journal y European Journal of Dentistry. Abarca principalmente un intervalo de tiempo 2005-2015 agregando artículos clásicos sobre la citotoxicidad de los selladores endodónticos. En la revisión bibliográfica presentada pude observar en

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

que la mayor parte de las fuentes consultadas los selladores más estudiados fueron:

-Selladores a base de Óxido de Zinc- eugenol: Keer Pulp Canal Sealer; ProcoSol-Grossman; FillCanal; Tubliseal; Canals y Canals-N.

-Selladores a base de Hidróxido de calcio: Sealapex, Apexit.

-Selladores a base de Resina: AH-Plus; AH-26 y Lee Endofill.

-Selladores a base de Siliconas: GuttaFlow; RoeKoSeal.

-Selladores a base de metacrilato: EndoRez, Epiphany; Metaseal.

-Selladores a base de MTA: MTA Fillapex y ProRoot Endo y EndoSequence Bc.

Uno de los artículos clásicos sobre toxicidad de cementos selladores endodónticos fue publicado por Yesilsoy y Cols., en 1988 realizó un estudio In vivo utilizando conejillos de india, llegando a la conclusión que, tanto selladores a base de hidróxido de calcio y óxido de zinc-eugenol pueden ser utilizados en la práctica clínica endodóntica. Un estudio más reciente de Cohen Brett y Cols., 2000 evaluó In vitro uno de los selladores más utilizados en la práctica endodóntica AH-Plus concluyendo que este sellador muestra una citotoxicidad grave recién mezclado y después de 24 horas. Camps Jean y Cols., 2003 estudiaron In vitro el sellador AH-Plus comparando con sellador Sealapex y obteniendo como resultados que ambos selladores presentan una elevada citotoxicidad. Estos artículos concuerdan con Miletic Ivana y Cols; 2005 en el cual demostró que sellador AH-Plus presenta un fuerte efecto citotóxico recién mezclado, a las 24 y 48 horas. Bouillaguet Serge y Cols., 2006 estudiaron la citototoxicidad de sellador AH-Plus, Epiphany y Guttaflow en un periodo de 24 y 72 horas en la cual sellador Guttaflow era el menos toxico. Y sellador AH-Plus fue el más citotóxico a las 24 y 72 horas. En el 2008, G. Loediene y Cols., difieren sobre los resultados obtenidos referentes al sellador AH-

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Plus, mencionando que este sellador es citotóxico recién mezclado, pero después de 24 horas pierde su citotoxicidad. El mismo autor refiere que sellador EndoREZ no mostró ninguna citotoxicidad recién mezclado ni después de 24 horas, y el sellador Epiphany mostro una citotoxicidad grave. Este articulo difiere con Tadeu da Silva y Cols., 2008 que menciona que el sellador EndoREZ es más citotóxico que los selladores a base de óxido de Zinc- eugenol (Tubliseal y Keer pulp canal sealer). Kochenborger Roberta y Cols., 2009 compararon los dos selladores AH-Plus y EndoREZ, y obtuvieron que sellador AH-Plus presentó toxicidad leve en comparación al sellador EndoREZ en un periodo de tiempo de 7, 30 y 60 días. S. Al-Hiyasat y Cols., 2010 evaluaron la citotoxicidad de AH-Plus y EndoREZ y confirman el estudio de Kochenborger Roberta en el cual el sellador AH-Plus presentó baja citotoxicidad; EndoREZ leve citotoxicidad y sellador Epiphany era altamente citotóxico. Emmanuel Joao y Cols., en el 2013 estudiaron selladores EndoREZ y Epiphany y confirmaron que ambos presentan alta citotoxicidad recién mezclados pero después de 5 semanas se convirtieron en no citotóxicos. Camargo R. y Cols., en el 2014, evaluaron la citotoxicidad de EndoREZ, AH-Plus y RoeKoSeal; llegaron a la conclusión que EndoREZ a las 24 horas fue el más citotoxico y RoelKoSeal no presento citotoxicidad.

Zoufan y Cols; Willershausen y Cols., coinciden que sellador AH-Plus es más citotóxico comparándolo con Endosequence BC y Guttaflow.

Konjhodzinc-Prcic Alma y Cols., 2015 coincide con los autores mencionados sobre que el sellador EndoREZ presenta mayor citotoxicidad que AH-Plus y Guttaflow demostrando que este sellador no fue citotóxico recién mezclado ni a las 24 horas. Hasta las 48 horas mostro leve citotoxicidad.

Silva E.J.N.L. y Cols., Camila Maia Silveira y Cols., coinciden que el sellador Pulp Canal Sealer fue más citotóxico que el sellador Sealapex.

El sellador endodóntico a base de siliconas RoekoSeal fue estudiado por varios autores de los cuales Miletic Ivana y Cols; 2005; Lodiene y Cols., 2008; Emmanuel

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

Joao y Cols., 2013 y Camargo R. y Cols., 2014 coinciden y llegan a la conclusión que el sellador RoekoSeal presenta una alta biocompatibilidad en cualquier periodo de prueba que fuese sometido y no hubo resultados de presentar algún grado de citotoxicidad.

Diversos autores investigaron la citotoxicidad de varios cementos endodónticos que se han introducido con gran auge en la obturación endodóntica. Beth Ann Damas y Cols., (2011) hicieron una comparativa de selladores a base de MTA, los cuales fueron MTA Pro Root y MTA ángelus, obteniendo una biocompatibilidad celular de 92,2% de MTA ProRoot y 96.7% MTA ángelus, llegando a la conclusión que estos selladores son biocompatibles para las células. Este estudio coincide con V. Bin Claudia y Cols., 2012 que menciona que sellador MTA ProRoot no es un sellador citotóxico.

De estos materiales encontramos una gran variedad de autores que estudian su citotoxicidad como Patricia Yoshino y Cols., (2013) quienes diferenciaron la citotoxicidad de MTA ProRoot y MTA Fillapex mostrando que MTA Fillapex presenta una mayor citotoxicidad que el sellador ProRoot, este estudio coincide con el de Emmanuel Silva y Cols., (2013) y Hui-min-Zhou y Cols., (2015) donde el sellador MTA Fillapex es severamente citotóxico.

De acuerdo a los autores mencionados; se pudo analizar que entre los cementos selladores endodónticos mas estudiados y utilizados en la práctica endodóntica fue el sellador a base de resina AH-Plus®, varios autores difieren sobre su citotoxicidad ya que mencionan que presenta mayor efecto citotóxico recién mezclado pero que después de 24 horas este disminuye. Por lo tanto lo consideran un cemento que no es biocompatible, pero no presenta daños irreversibles a los tejidos perriradiculares.

Los cementos a base de MTA tienen hoy en día un gran auge, sin embargo, no se consideran biocompatibles ya que el uso de MTA como tal no puede ser utilizado para la obturación de conductos radiculares por la falta de capacidad de flujo y su

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

característica de endurecer en presencia de humedad, por lo tanto; a estos cementos se les agrego el silicato de calcio. Por lo tanto no presentan las características de un cemento sellador ideal.

### 7. TABLA DE RESUMEN DE LOS ARTICULOS QUE CUMPLIERON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Tabla No. RESUMEN DE LOS ARTICULOS QUE CUMPLIERON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN					
TIPO DE ESTUDIO	AUTOR	DESCRIPCIÓN No. De muestras	AÑO DE PUBLICACIÓN	REVISTA	PAÍS
<b>IN VIVO</b>	Cemil Yesilsoy et al.,	12 conejillos de Indias	1988	Oral Surg, Oral Medicine, pathology, Radiology and Endodontology	Philadelphia, Pa.
<b>IN VITRO</b>	Cohen, Brett et al.,	Células de foibroblastos de ratón	2000	JOE	U.S.A
<b>IN VITRO</b>	Jean Camps et al.,	30 dientes	2003	JOE	U.S.A
<b>IN VITRO</b>	Ivana Miletic et al.,	Células de carcinoma (HeLa) y L929 de fibroblastos de ratón	2005	JOE	U.S.A
<b>IN VITRO</b>	Serge Bouillaguet et al	Cultivos celulares de fibroblastos 3T3 de ratón	2006	JOE	U.S.A
<b>IN VITRO</b>	G. Lodiene et al.,	Fibroblastos de ratón (L929)	2008	International Endodontic Journal IEJ	Oslo, Norway

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

<b>IN VIVO</b>	Paulo Tadeo da Silva et al.,	Ratones Suizos	2008	Braz Dent J.	Brasil.
<b>IN VIVO</b>	Roberta Kochenborger Scaparo	18 ratas albinas wistar	2009	JOE	Brasil
<b>In vivo</b>	Mario TANUMARUFILHO	64 conductos radiculares de perros.	2009	Braz. Dent J.	Brasil
<b>IN VITRO</b>	A.S. AL-HIYASAT	Fibroblastos 3T3 Balb C	2009	International Endodontic Journal	Irbia Jordania
<b>IN VITRO</b>	C. Chang	Fibroblastos humanos PDL	2010	International Endodontic Journal	Taiwan
<b>IN VITRO</b>	E.J.N.L. Silva	Fibroblastos 3T3	2012	International Endodontic Journal	Brasil
<b>IN VITRO</b>	Keivan Zoufan	Células de fibroblastos de ratón L929	2011	OOO Oral Surgery, Oral Medicine, Oral pathology, oral Radiology and Endodontology	Texas
<b>IN VIVO</b>	Camila Maggi Maia Silveira	60 ratas Winstar	2011	Braz Dent J	Brasil

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

<b>IN VITRO</b>	Ines Willershausen	Fibroblastos del ligamento periodontal humano	2011	Head & face Medicine	Germany
<b>IN VITRO</b>	Beth Ann Damas	Fibroblastos gingivales humanos	2011	JOE	U.S.A Michigan
<b>IN VITRO</b>	Zaccaro Miriam	Fibroblastos gingivales humanos	2012	Brazilian Oral	Brasil
<b>IN VITRO</b>	Claudia V. Bin	Fibroblastos V79 de hámster	2012	JOE	Brasil
<b>IN VITRO</b>	Patricio Yoshino	Fibroblastos humanos del ligamento periodontal de 3° molares	2013	JOE	Brasil
<b>IN VITRO</b>	Emmanuel Joao Nigueira Leal da Silva	Fibroblastos 3T3	2013	J. Appl Oral Sci.	Brasil
<b>IN VITRO</b>	Camargo R. Carlos Henrique	Fibroblastos de háster V79	2014	JOE	U.S.A
<b>Metaanálisis</b>	Amandeep Kaur	Base de datos de 2000-2012	2015	Journal Of Conservative Dentistry and Endodontic	India

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

<b>IN VITRO</b>	Hui-min Zhou	Fibroblastos gingivales humanos	2015	JOE	Cánada
<b>IN VITRO</b>	Alma Konjhodzic- Prcic	Fibriblastos gingivales humanos	2015	Journal Of the academy of medical Science in Bosnia and Herzegonia	Bosnia Herzegonia
<b>IN VITRO</b>	Simskek, Nesliham	3° Ratas Winstar- Albinas	2015	Eur J DENT	Europa

## 8. CONCLUSIONES

- La biocompatibilidad de un sellador endodóntico contribuye al éxito clínico de la endodóncia. Un sellador endodóntico tóxico puede retrasar la reparación de los tejidos periapicales causando una reacción tisular inflamatoria.
- Los artículos estudiados sobre la citotoxicidad de los selladores endodónticos no se pueden relacionar entre si debido a los diferentes materiales y técnicas, algunos de ellos son pruebas in vitro e in vivo por lo tanto se obtienen resultados diferentes en algunos casos.
- Todos los selladores presentados tienen un efecto citotóxico de mayor o menor grado sobre el tejido periapical, esta citotoxicidad demostró ser mayor recién mezclado, tanto en los estudios in vitro como en los estudios in vivo.
- Los selladores disponibles actualmente producen diferentes grados de irritación sobre los tejidos periapicales en estudios in vitro e in vivo, pero en la mayoría de los casos este efecto desaparece sin causar daños sobre los tejidos que impidan la cicatrización.
- Los selladores de hoy parecen funcionar bien, ya que una vez limpiado y conformado el sistema de conductos correctamente y realizada la obturación total y tridimensional con gutapercha y sellador, se obtiene reparación y cicatrización apical.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

- Se debe continuar la búsqueda de un sellador completamente biocompatible, que no produzca ningún efecto irritante sobre los tejidos periapicales.

# CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Afaf AL-Haddad and Zeti A. Che Ab Aziz. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. International Journal of Biomaterials Volume 2016, Article ID 9753210, 10 pages.
2. Alma Konjhodzic-Prcic, Selma Jakupovic, Lajla Hasic-Brankovic, Amra Vukovic. Evaluation of Biocompatibility of Root Canal Sealers on L929 Fibroblasts with Multiscan EX Spectrophotometer. ACTA INFORM MED. 2015 JUN 23(3): 135-137.
3. Amandeep Kaur, Naseem Shah, Ajay Logani, Navin Mishra. Biototoxicity of commonly used root canal sealers: A meta-analysis. Conserv Dent 2015;18:83-8.
4. Ángela M. VILLEGAS, Everaldo NARANJO, Diana M. GÓMEZ. Pruebas de biocompatibilidad de los materiales de uso odontológico: Revisión de la literatura. Rev. Estomat. 2008; 16(2):38-44.
5. Apaza Butrón Concepción Greyci; Mg. Sc. Bustamante Cabrera Gladys; PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS BIOMATERIALES EN ODONTOLOGIA, Revista de Actualización Clínica Volumen 30 2013. Pp 1478-1482.
6. A. S. Al-Hiyasat, M. Tayyar & H. Darmani. Cytotoxicity evaluation of various resin based root canal sealers. International Endodontic Journal, 43, 148–153, 2010.
7. Beth Ann Dama. Michelle A. Wheeler. Josef S. Bringas. and Michael M. Hoen. Cytotoxicity Comparison of Mineral Trioxide Aggregates and EndoSequence Bioceramic Root Repair Materials. JOE — Volume 37, Number 3, March 2011. P 372.
8. Brzovic, Miletic, Zeljexic, Mladinic, Kasuba, Ramic, Anic. “In vitro genotoxicity of root canal sealers”. International Endodontic Journal 42:253-63, 2009.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

9. Brett I. Cohen, Mark K. Pagnillo, Barry Lee Musikant, and Allan S. Deutsch. An In Vitro Study of the Cytotoxicity of Two Root Canal Sealers. JOURNAL OF ENDODONTICS. VOL. 26, No. 4, APRIL 2000.
10. Carlos Henrique R. Camargo, T. R. (2014). Setting Time Affects in Vitro Biological Properties of Root Canal Sealers. JOE, 530-533.
11. Celso Emanuel de Souza QUEIROZ, Janir Alves SOARES, Renato de Toledo LEONARDO, Iracilda Zeponi CARLOS, Welington DINELLI. EVALUATION OF CYTOTOXICITY OF TWO ENDODONTIC CEMENTS IN A MACROPHAGE CULTURE. J Appl Oral Sci 2005; 13(3): 237-42.
12. Claudia V. Bin. Marcia C. Valera. Samira E.A. Camargo. Sylvia B. Rabelo. Gleyce O. Silva, Ivan Balducci and Carlos Henrique R. Camargo, Cytotoxicity and Genotoxicity of Root Canal Sealers Based on Mineral Trioxide Aggregate. JOE — Volume 38, Number 4, April 2012. P 495.
13. Cintia B. Lioni. Agentes selladores. Relación entre la velocidad de reabsorción y la biocompatibilidad. E.J.E.R \ Electroni Journal Of Endodontics Rosario// Año 09// Volumen 02//oct 2010 pp 463-483.
14. C. H. J. Hauman & R. M. Love. Biocompatibility of dental materials used incontemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. International Endodontic Journal, 36,75 ^85, 2003.
15. C. H. J. Hauman & R. M. Love; Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 2. Root-canal-filling materials International Endodontic Journal, 36, 147 160, 2003.
16. Cemil Yesilsoy, Larry Z. Koren, Donald R. Morse, M.A. (Psychol), and Chihiro Kobayashi. A comparative tissue toxicity evaluation of established and newer root canal sealers. (ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL 1988;65:459-67).

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

17. Camila Maggi Maia SILVEIRA. Shelon Cristina Souza PINTO. Rosário de Arruda Moura ZEDEBSK. Fábio André SANTOS. Gibson Luiz PILATTI. Biocompatibility of Four Root Canal Sealers: A Histopathological Evaluation in Rat Subcutaneous Connective Tissue. *Braz Dent J* (2011) 22(1): 21-27.
18. Emmanuel J.N.L. Silva, Tiago P. Rosa, DDS, Daniel R. Herrera, Rog erio C. Jacinto, Brenda P.F.A. Gomes, and Alexandre A. Zaia. Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties of Calcium Silicate-based Endodontic Sealer MTA Fillapex. *JOE — Volume 39, Number 2, February 2013*.
19. Elismauro Francisco De Mendonca; Carlos Estrela. Proceso de reparación después del tratamiento endodóntico. *Biología pulpar*. Editor Carlos Estrela. Ed. Arres médicas Latinoamerica, 1° Edición español., 2005.
20. E. J. N. L. Silva, D. R. Herrera, J. F. A. Almeida, C. C. R. Ferraz, B. P. F. A. Gomes & A. A. Zaia. Evaluation of cytotoxicity and up-regulation of gelatinases in fibroblast cells by three root repair materials. *International Endodontic Journal*, 45, 815–820, 2012.
21. Emmanuel Joao Nogueira Leal da Silva, Carolina Carvalho SANTOS, Alexandre Augusto ZAIA. Long-term cytotoxic effects of contemporary root canal sealers. *J Appl oral sci* 2013, 21(1): 43-7.
22. G. Lodiene. Morisbak, E. Bruzell1 & D. Ørstavik. Toxicity evaluation of root canal sealers in vitro. *International Endodontic Journal*, 41, 72–77, 2008.
23. Helmus MN, Gibbons DF, Cebon D. Biocompatibility: meeting a key functional requirement of next-generation medical devices. *Toxicol Pathol*. 2008; 36:70-80.
24. Hui-min Zhou, Tian-feng ,Ya Shen, Zhe-jun Wang, Yu-feng Zheng, and Markus Haapasalo. In Vitro Cytotoxicity of Calcium Silicate–containing Endodontic Sealers. *JOE — Volume 41, Number 1, January 2015*.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

25. Ivana Miletic', Nevena Dev, Ivica Anic, Josipa Borc'ic', Zoran Karlovic', and Maja Osmak. The Cytotoxicity of RoekoSeal and AH Plus Compared during Different Setting Periods. *Journal Of Endodontics*. Volume 31, Number 4, April 2005. p. 307.
26. Ines Willershausen, Angelika Callaway, Benjamin Briseño and Brita Willershausen. In vitro analysis of the cytotoxicity and the antimicrobial effect of four endodontic sealers. *Willershausen et al. Head & Face Medicine* 2011, 7:15.
27. James LK. Gutman; Paul E. Lovdahl. Dificultades para la solución de problemas en la obturación de conductos radiculares. *Solución de problemas en endodoncia*. 5.º Edición Barcelona España. Elsevier; 2006 p. 218-222.
28. Jean Camps and Imad About. Cytotoxicity Testing of Endodontic Sealers: A New Method. *JOE*. VOL. 29, NO. 9, SEPTEMBER 2003. P. 583-586.
29. Landy Solanyi Diaz Canedo, Antonio Diaz Caballero y Raul Fortich Carballo. Extrusión de cemento sellador endodóntico al espacio periapical. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*. DUAZARY, JUNIO DE 2011, Vol. 8 N° 1. Pp 88-92.
30. Miriam Zaccaro Scelza; Jeffrey Coil; Gutemberg Gomes Alves. Effect of time of extraction on the biocompatibility of endodontic sealers with primary human fibroblasts. *Braz Oral Res.*, (São Paulo) 2012 Sep-Oct;26(5):424-30.
31. Mónica Topalian K. "Efecto Citotóxico de los Cementos Selladores Utilizados en Endodoncia Sobre el Tejido Periapical". *Odontólogo*, Universidad Central de Venezuela, 1996. PP. 1-35.
32. Mahmoud Torabinejad, Noah Chivian. Clinical Applications of Mineral Trioxide Aggregate. *JOURNAL OF ENDODONTICS*. VOL. 25, No. 3, MARCH 1999. Pp 193-205.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

33. Mário TANOMARU-FILHO, Juliane Maria Guerreiro TANOMARU, Mario Roberto LEONARDO, Lea Assed Bezerra da SILVA. Periapical Repair after Root Canal Filling with Different Root Canal Sealers. *Braz Dent J* (2009) 20(5): 389-395.
34. M. C. Chang, L. D. Lin, Y. J. Chen, Y. L. Tsai, Y. A. Cheng, C. S. Kuo, H. H. Chang, T. F. Tai, H. J. Lin, & J. H. Jeng. Comparative cytotoxicity of five root canal sealers on cultured human periodontal ligament fibroblasts. *International Endodontic Journal*, 43, 251–257, 2010.
35. Neslihan Simsek, Levent Akinci, Orhan Gecor, Hilal Alan, Fuat Ahmetoglu, Elif Taslidere. Biocompatibility of a new epoxy resin-based root canal sealer in subcutaneous tissue of rat. *European Journal of Dentistry*, Vol 9 / Issue 1 / Jan-Mar 2015.
36. Patrícia Yoshino, Celso Kenji Nishiyama, Karin Cristina da Silva Modena, Carlos Ferreira Santos, Carla Renata Sipert. In Vitro Cytotoxicity of White MTA, MTA Fillapex® and Portland Cement on Human Periodontal Ligament Fibroblasts. *Brazilian Dental Journal* (2013) 24(2): 111-116.
37. Paulo Tadeu da SILVA, Fernanda Geraldés PAPPEN, Erick Miranda SOUZA, João Eduardo DIAS, Idomeo BONETTI FILHO, Iracilda Zepponi CARLOS, Renato Toledo LEONARDO. Cytotoxicity Evaluation of Four Endodontic Sealers. *Braz Dent J* (2008) 19(3): 228-231.
38. Paola Andrea Gómez Montoya; CEMENTOS SELLADORES EN ENDODONCIA; [Gómez P. Cementos selladores en endodoncia. *Ustasalud Odontología* 2004; 3: 100 - 107].
39. Roberta Kochenborger Scarparo, Fabiana Soares Grecca, and Elaine Vianna Freitas Fachin. Analysis of Tissue Reactions to Methacrylate Resin-based, Epoxy Resin-based, and Zinc Oxide–Eugenol Endodontic Sealers. *JOE — Volume 35, Number 2, February 2009. P. 229.*

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

40. Stock, Christopher J.R.; Walker, Kishor Gulabivala Richard T.; Goodman, Jane R. Obturación. Endodoncia; segunda edición; editorial Harcourt Brace 1996. Pp. 152-153.
41. Shalin Desai, Nicholas Chandler. Calcium Hydroxide–Based Root Canal Sealers: A Review. April 2009 Volume 35, Issue 4, Pages 475–480.
42. Sanjeev Tyagi, Priyesh Mishra, Parimala Tyagi. Evolution of root canal sealers: An insight story. European Journal of General Dentistry Vol 2. Issue 3, September-December 2013.
43. Keivan Zoufan. a Jin Jiang. Takashi Komabayashi. Yu-Hsiung Wang. Kamran E. Safavi. Med,e and Qiang Zhu. Cytotoxicity evaluation of Gutta Flow and Endo Sequence BC sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011; 112:657-661.
44. Ricucci D1, Rôças IN2, Alves FR2, Loghin S3, Siqueira JF Jr2. Apically Extruded Sealers: Fate and Influence on Treatment Outcome. J Endod. 2016 Feb;42 (2):243-9.
45. Serge Bouillaguet .John C. Wataha. Franklin R. Tay. Martha G. Brackett and Petra E. Lockwood. Initial In Vitro Biological Response to Contemporary Endodontic Sealers. JOE — Volume 32, Number 10, October 2000. P. 989.
46. Taylor G. Técnicas avanzadas para la preparación y obturación intracanalicular en la terapéutica endodóncica sistemática. En Clínicas Odontológicas de Norteamérica, Ed. Interamericana. Vol. 4, 1984 Págs. 811-812.
47. TANOMARU M., VIAPIANA R., GUERREIRO J., 2016: From MTA to New Biomaterials Based on Calcium Silicate.-ODOVTOS-Int. J. Dental Sc., 18-1:18-22.
48. Werner Geurtsen. Biocompatibility Of Root Canal Filling Materials. AUSTRALIAN ENDODONTIC JOURNAL VOLUME 27 No. I APRIL 2001. Pp 12-21.

## CITOTOXICIDAD DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

---

49. William T. Johnson; James C. Kultd; Obturación del Sistema de conductos radiculares una vez limpios y remodelados; En: Kenneth M. Hargreaves; Stephen Cohen; Cohen Vías de la pulpa. Décima edición; Elviesier España 2011. Pp 349-389.

50. Wilhelm-Joseph Pertot, Jean Camps, Mireille Remusat, and Jean-Pierre Proust, Marseille, France. In vivo comparison of the biocompatibility of two root canal sealers implanted in to the mandibular bone of rabbits. (ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL 1992;73:613-20.