

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE VETERINARIA

Departamento de Medicina y Cirugía Animal



TESIS DOCTORAL

Apicectomías de dientes premolares y molares mandibulares en el conejo de raza neo zelandesa: estudio histológico usando distintos materiales de obturación apical

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Jesús María Fernández Sánchez

Directores

**Fidel San Román Ascaso
Pilar Marín García
Concepción Rojo Salvador**

Madrid, 2016

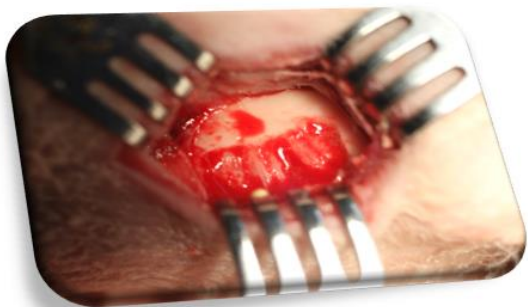
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE VETERINARIA

Departamento de Medicina y Cirugía Animal



**APICECTOMÍAS DE DIENTES PREMOLARES Y MOLARES
MANDIBULARES EN EL CONEJO DE RAZA NEO ZELANDESA:
ESTUDIO HISTOLÓGICO USANDO DISTINTOS MATERIALES
DE OBTURACIÓN APICAL.**



Tesis doctoral

JESÚS MARÍA FERNÁNDEZ SÁNCHEZ

2015

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE VETERINARIA

Departamento de Medicina y Cirugía Animal



**APICECTOMÍAS DE DIENTES PREMOLARES Y MOLARES
MANDIBULARES EN EL CONEJO DE RAZA NEO ZELANDESA:
ESTUDIO HISTOLÓGICO USANDO DISTINTOS MATERIALES
DE OBTURACIÓN APICAL.**

**Memoria presentada por D. Jesús María Fernández Sánchez para optar al grado
de Doctor en Veterinaria.**

Directores:

Dr. Fidel San Román Ascaso.

Dra. Pilar Marín García.

Dra. Concepción Rojo Salvador.

MADRID

OCTUBRE 2015

ISBN 978-84-608-3431-1

D. Fidel San Román Ascaso, Doctor en Veterinaria y Catedrático de Cirugía de la Facultad de Veterinaria de Madrid de la Universidad Complutense de Madrid.

Dña. Pilar Marín García, Doctora en Veterinaria y Profesora Titular de Anatomía y Embriología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid.

Dña. Concepción Rojo Salvador, Doctora en Veterinaria y Profesora Contratado Doctor de Anatomía y Embriología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid.

Certifican que:

D. **Jesús María Fernández Sánchez**, Licenciado en Veterinaria por la Universidad Complutense de Madrid, ha realizado bajo nuestra dirección el trabajo experimental titulado **“APICECTOMÍAS DE DIENTES PREMOLARES Y MOLARES MANDIBULARES EN EL CONEJO DE RAZA NEO ZELANDESA: ESTUDIO HISTOLÓGICO USANDO DISTINTOS MATERIALES DE OBTURACIÓN APICAL “** para optar al grado de Doctor en Veterinaria.

El trabajo reúne, a nuestro juicio, las condiciones de originalidad y rigor metodológico necesarios para que pueda ser sometido a su lectura y defensa ante la comisión correspondiente.

Madrid a 10 de octubre de 2015.

“ El mundo está lleno de genios, pero hacen falta más maestros ”

Fernando Savater (1947-)

A Marta, Guillermo y Patricia: por su amor, paciencia y ayuda.

A mi padre.

A Fidel y Pilar: mis mejores maestros y queridos amigos.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Dr. Fidel San Román, Dra. Pilar Llorens Pena, Dra. Pilar Marín García y Dra. Concepción Rojo Salvador, de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid por su gran ayuda, profesionalidad e inestimable amistad.

A mi mujer, Dña. Marta del Campo Velasco, por su ayuda, dedicación, paciencia, cariño y por sus conocimientos de gran valor en medicina y cirugía de lagomorfos.

A Dña. Inmaculada Casado Fernández de la Clínica Veterinaria Río Duero por su inestimable colaboración y amistad

A los miembros del servicio de Cirugía Experimental del Hospital Militar Central de la Defensa “Gómez Ulla”.

ÍNDICE

Apartado	Página
1. INTRODUCCIÓN.	12
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	16
2.1. Apicectomías dentarias en el hombre.	17
2.1.1. Ápice dentario del hombre.	20
2.1.2. Técnicas de apicectomías dentarias en el hombre.	35
2.2. Anatomía dentaria y fisiología de la masticación en el conejo.	43
2.2.1. Anatomía dentaria en el conejo.	43
2.2.2. Fisiología de la masticación en el conejo.	53
2.3. Histología dentaria y del ápice en el conejo.	56
2.4. Técnicas de apicectomías dentarias en odontología veterinaria.	71
2.4.1. Técnicas de apicectomías dentarias en pequeños animales.	73
2.4.2. Técnicas de apicectomías dentarias en animales exóticos.	82
2.4.3. Técnicas de apicectomías dentarias en caballos.	84
2.4.4. Técnicas de apicectomías dentarias en conejos.	85
2.5. Materiales dentales usados en apicectomías.	88
2.5.1. Materiales dentales usados en apicectomías en el hombre.	89
2.5.2. Materiales dentales usados en apicectomías en odontología veterinaria.	91
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.	95
4. MATERIALES Y MÉTODOS.	97
4.1. Materiales.	98
4.1.1. Animales.	98
4.1.2. Instalaciones.	96
4.1.3. Material e instrumental.	99
4.1.3.1. Material auxiliar.	99
4.1.3.2. Realización de las apicectomías.	100

4.1.3.3. Colocación de los distintos materiales de sellado y retrobturación.	100
4.1.3.4. Radiología.	101
4.1.3.5. Fotografía.	101
4.1.3.6. Anestesia.	102
4.1.3.7. Eutanasia y necropsia.	102
4.1.3.8. Material para la ejecución de las preparaciones.	102
4.1.3.9. Realización de tinciones e histología.	103
4.1.3.10. Estudio estadístico.	104
4.2. Métodos.	104
4.2.1. Protocolo.	104
4.2.2. Preparación de animales y anestesia.	105
4.2.3. Preparación del campo quirúrgico.	106
4.2.4. Procedimiento quirúrgico.	106
4.2.4.1. Realización de la exposición quirúrgica del hueso mandibular.	106
4.2.4.2. Realización de la ostectomía de la corteza mandibular para la exposición radicular.	108
4.2.4.3. Realización de las apicectomías.	108
4.2.4.4. Colocación de los materiales de sellado y obturación de los ápices dentarios.	109
4.2.4.5. Postquirúrgico.	112
4.4.4.6. Sacrificio.	113
4.2.5. Radiología.	113
4.2.6. Histología.	113
4.2.6.1. Técnica histológica.	113
4.2.7. Estudio estadístico.	119
5. RESULTADOS	120
5.1. Resultados clínicos.	121
5.2. Imágenes radiológicas.	121
5.3. Resultados radiológicos.	126
5.4. Imágenes histológicas.	128
5.5. Resultados histológicos.	144

5.5.1. Evaluación histológica semicuantitativa.	144
5.5.1.2. Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo [®] (Dentaflux, España) y en pasta Dycal [®] Dentin (Dentsply, Suecia).	145
5.5.1.3. Grupo con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]).	145
5.5.1.4. Grupo con composite (Tetric EvoFlow [®]).	145
5.5.2. Evaluación histológica cuantitativa.	146
5.5.2.1. Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo [®] (Dentaflux, España) y en pasta Dycal [®] Dentin (Dentsply, Suecia).	147
5.5.2.1.1. Grupo de animales sacrificados a las 4 semanas.	147
5.5.2.1.2. Grupo de animales sacrificados a las 8 semanas.	150
5.5.2.2. Grupo con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]).	152
5.5.2.2.1. Grupo de animales sacrificados a las 4 semanas.	152
5.5.2.2.2. Grupo de animales sacrificados a las 8 semanas.	155
5.5.2.3. Grupo con composite (Tetric EvoFlow [®]).	158
5.5.2.3.1. Grupo de animales sacrificados a las 4 semanas.	158
5.5.2.3.2. Grupo de animales sacrificados a las 8 semanas.	160
6. DISCUSIÓN	171
6.1. Modelo animal y técnica quirúrgica.	171
6.2. Radiología.	172
6.3. Histología.	172

6.4. Interés clínico.	174
7. CONCLUSIONES.	177
8. LISTA DE ABREVIATURAS.	178
9. LISTA DE FIGURAS.	181
10. LISTA DE TABLAS.	190
11. LISTA DE GRÁFICOS.	193
12. RESUMEN.	196
12.1. Introducción.	197
12.2. Objetivos.	198
12.3. Resultados.	198
12.4. Conclusiones.	200
13. SUMMARY.	201
13.1. Title.	202
13.2. Introduction.	202
13.3. Objectives.	203
13.4. Results.	203
13.5 Conclusions.	204
14. LISTA DE REFERENCIAS.	206

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La apicectomía es una técnica de cirugía odontológica periapical, que consiste en la amputación o resección de la porción más apical de la raíz dentaria y el sellado del ápice con algún material, con el objetivo de conservar el diente afectado de alguna patología apical¹ (Fig.1). A la colocación de una obturación en el ápice preparado se le llama retrobturación, obturación retrógrada u obturación apical.

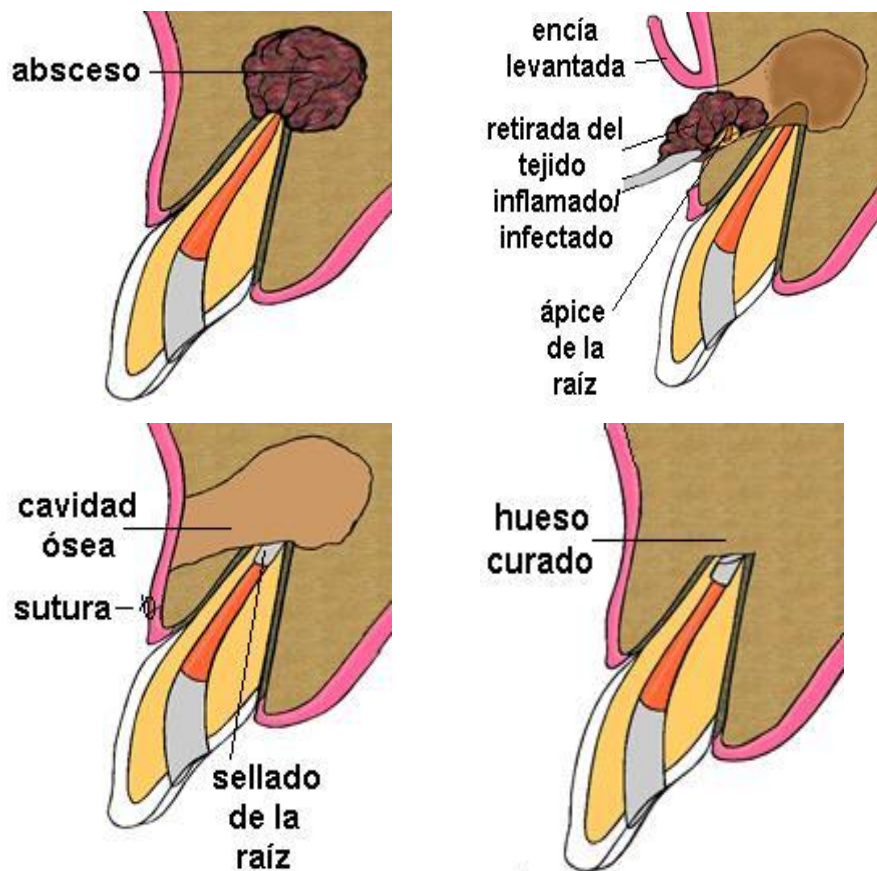


Fig. 1. Representación esquemática de las fases de la apicectomía (fuente: <http://www.dentalwebsmith.com>)

Los primeros indicios de la cirugía periapical datan desde hace más de 4.500 años donde se describe la incisión para tratar un absceso apical agudo. Según Guerini fue hace 1.500 años cuando Aetius, médico y dentista griego, hizo una incisión con un

bisturí pequeño². Posteriormente, el procedimiento fue refinado y popularizado por Hullihen³ en 1844, que describe la técnica de la amputación radicular⁴.

La primera referencia bibliográfica acerca de cirugía periapical data del año 1843 en un libro de odontología publicado en París (Francia) por Desirabode^{5,6,7}. Farrar⁸ en 1884, describe la técnica de la apicectomía en su artículo “*Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth*”. Rhein⁹ en 1890 propone la amputación de las raíces para el tratamiento del absceso alveolar. En el siglo XIX se realizaban algunos abordajes quirúrgicos de la región periapical, directamente penetrando desde el exterior del vestíbulo hasta el área indicada; pero ya durante el siglo XX se comenzaron a realizar éstas, mediante el abordaje quirúrgico por medio de colgajos vestibulares.

En el siglo XIX el tratamiento era juzgado solamente por la presencia o ausencia de dolor, inflamación o fístula. Pero con el descubrimiento de los rayos X por el físico alemán Roentgen en el año de 1895, llegó la primera revolución en la historia de la endodoncia, siendo empleados por Kells en 1899, solo cuatro años después de que se descubrieron. Kells, era un cirujano dentista de Nueva Orleans, y fue el primero en utilizar los rayos X para verificar que el conducto radicular había sido bien obturado¹⁰.

El medio de diagnóstico radiográfico, evidenció una alteración patológica hasta entonces desconocida como eran las lesiones periapicales. Hasta esa época, los malos resultados de los tratamientos endodónticos no habían sido conocidos ni criticados, y en 1910, un médico inglés, Hunter criticó violentamente la mala odontología que se practicaba, diciendo que ella era responsable de los focos de infección o “sepsis bucal” como los llamo¹¹, y creía que la dentina no tenía circulación, sensibilidad, capacidad de reparación o cualquiera de las condiciones de un tejido vivo.

El sellado quirúrgico del ápice dentario comenzó a preconizarse muy temprano, en el año 1771, como complemento a la cauterización pulpar en el contexto de tratamiento endodóntico. El británico Hunter¹², en su libro “*The Natural History of the Human Teeth*” (Londres, 1771), fue el primero en describir el tratamiento retrógrado de

la pulpa dental y describió las dificultades técnicas que había encontrado a nivel de piezas antrales y ápices cercanos al canal dentario.

Al principio del siglo XX, los clínicos hacían resecciones apicales muy amplias y traumáticas y sin conocimiento de los dientes afectados. En el decenio de 1950, los avances médicos definieron los objetivos de la cirugía endodóntica, limitando la cirugía a dientes anteriores y ocasionalmente a premolares unirradiculares, que eran sellados con amalgama.

Estudios realizados en ésta época, indicaban que el precipitado electrolítico del carbonato de zinc contenido en la amalgama, producía un grado de inflamación con destrucción ósea. Estos hechos llevaron a recomendar para el futuro la eliminación del zinc contenido en la amalgama.

Posteriormente, entre 1980 y 1990, como resultado de investigaciones acerca de las propiedades ideales del material de obturación retrógrada, empezó la revolución en cuanto al estudio de los materiales, para ir superando las propiedades de los mismos¹³.

La mayoría de las investigaciones sobre obturaciones apicales se han enfocado hacia la evaluación de la biocompatibilidad de los materiales de obturación o la microfiltración apical. Históricamente la calidad del sellado apical ha sido estudiada con diferentes materiales, a través de la penetración de tintes a lo largo de la interfase entre el tejido dentario y el material obturador, penetración de radioisótopos, penetración bacteriana, medios electroquímicos, por microscopía electrónica de rastreo, tinción por electroforesis y flourometría. Siendo los radioisótopos y la penetración pasiva de tintes, los métodos más utilizados. Sin embargo muestran grandes desventajas, pues estas técnicas requieren la destrucción de las muestras obtenidas y debido a las fugas o alteraciones de los tintes, se excluían cambios apreciables en el sellado apical sobre los tiempos de las muestras¹⁴.

Una vez obturado el espacio pulpar y con un adecuado material de sellado apical, se previene el paso de microorganismos, exudado o sustancias tóxicas o de potencial antigénico, desde los conductos hacia los tejidos periapicales. Además se evita

la entrada desde el espacio periodontal al interior del conducto de sangre, plasma, etc., donde se trata de generar un medio ambiente biológico en el cual se promueve, si es posible o al menos se facilita, el proceso de curación periapical^{15,16}.

En la actualidad, se posee el conocimiento y la capacidad para efectuar cirugía endodóntica en casi cualquier raíz en ambas arcadas; además, los avances tecnológicos han desarrollado el uso del microscopio quirúrgico, el cual provee al endodoncista de las ventajas de magnificación e iluminación sin dejar atrás el uso del instrumental microquirúrgico¹⁷.

La terapia endodóntica convencional es el tratamiento de elección para la mayoría de los pacientes con evidencia de daño pulpar y perirradicular, permitiéndonos la eliminación del proceso inflamatorio o infeccioso, conservándose el diente en función en un elevado porcentaje de casos. Sin embargo, y a pesar de las avanzadas técnicas diagnósticas y operatorias, los fracasos en éstos tratamientos aparecen en un considerable número de pacientes, estando indicada la realización de la técnica quirúrgica para poder salvar la dentición y mantener la integridad de la arcada¹⁸.

Las apicectomías se presentan hoy en día como una alternativa al fracaso del tratamiento conservador, sobre todo en aquellos casos de ápices ramificados, patologías periapicales de cierto tamaño que exigen un procedimiento quirúrgico, o la presencia de instrumentos fracturados. En términos técnicos, la apicectomía sólo significa la retirada del ápice radicular; y sólo constituye una parte menor del procedimiento quirúrgico. En la actualidad se utiliza la expresión: resección del ápice radicular, para referirse a la eliminación del vértice de la raíz, y se le llama radisección, para diferenciarla de la resección parcial efectuada cuando se bisela el ápice radicular¹⁹.

En nuestro caso concreto, en la familia de los lagomorfos, Crossley²⁰ es el único autor que ha realizado apicectomías en premolares y molares mandibulares de conejos como animal doméstico en la clínica veterinaria, para evitar la exodoncia de los mismos y como tratamiento de los graves abscesos mandibulares derivados de maloclusiones dentarias en esta especie.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 APICECTOMÍAS DENTARIAS EN EL HOMBRE

La técnica de la apicectomía, entendida como la resección de la raíz de un diente y su obturación retrógrada, aparece ya descrita a mediados del siglo XVIII (1756) en Rusia gracias a Pfaff^{21,22}, cirujano alemán que combinaba el reimplante dentario, descrito por Abulcasis en el siglo V d.C., con la resección del ápice radicular y posterior obturación con cera.

Ya en el siglo XIX, son varias las referencias encontradas acerca de esta técnica, por ejemplo, Morrison, en 1862 reporta 300 casos clínicos tratados a lo largo de 16 años en los que realizaba la resección y obturación del diente antes de la reimplantación²³.

En 1877, Taft recomendaba la técnica de reimplante con apicectomía del diente en piezas que mostrasen abscesos radiculares²⁴.

En 1966, Grossman, definió la reimplantación como “la remoción intencional de un diente y su casi inmediata reimplantación, con el objeto de obturar los conductos desde apical mientras el diente está fuera de su alveolo”, quedando sentadas las bases de la apicectomía actual, en la cual, gracias a los nuevos avances en técnicas e instrumental, no es necesaria la extracción del diente del alveolo para la obturación de los conductos²⁵.

Algunos de los hechos históricos puntuales a destacar, por ser los inicios de la técnica de apicectomía actual o por promover el desarrollo de la técnica, fueron:

- Da Vigo en la Edad Media (1514), fue uno de los primeros en realizar obturaciones con hojas de oro²⁶.
- En el siglo XIX, aparecieron los principios de la amalgama. Taveau, en 1816, desarrolló la primera amalgama consistente en monedas de plata mezcladas con mercurio²⁷.

- En 1871, Morrison patenta el primer taladro dental mecánico²³.
- En 1895, Röntgen descubrió la radiación X, siendo Walkhoff el primero en realizar una radiografía dental de sus propios dientes maxilares²⁸.
- A finales del siglo XIX, Black, estandariza la preparación de cavidades y el proceso de manufactura de rellenos de plata²⁹.
- En 1907, Mc Taggart inventa la máquina de la cera perdida, que permitía a los odontólogos realizar rellenos precisos para las cavidades³⁰.
- En 1957, Borden inventa la pieza de mano de alta velocidad de aire, incrementando la potencia de preparación, de las tradicionales de 5.000 rpm a 300.000 rpm, lo cual acortaba el tiempo de preparación dental para realizar rellenos³¹.

Hacia la última década del siglo XIX, muchos autores comenzaron a publicar resultados, anticipar posibles indicaciones y relatar complicaciones acontecidas en la cirugía periapical. Farrar en 1884, expuso la amputación apical y legrado como tratamiento del absceso alveolar³². Rhein³³ en 1890 y Schamberg³⁴ en 1906, aplicaron la técnica en diferentes contextos clínicos, describieron la apicectomía en piezas dentarias no monorradiculares y se mostraron de acuerdo con el riesgo potencial que entrañaba lesionar el nervio alveolar mandibular en la apicectomía de piezas de la arcada inferior y el peligro de perforar la mucosa del seno maxilar en el caso de las apicectomías realizadas en dientes de la arcada superior.

Sin embargo, la auténtica popularización de la amputación apical llegó a mediados del siglo XX. A partir de la década de 1950, numerosos cirujanos orales presentaron muchos casos clínicos en las que analizaban los hallazgos anatomopatológicos y microbiológicos encontrados en las lesiones radiolúcidas periapicales tras la apicectomía. En esta época, el diagnóstico por imagen comenzaba a difundirse en las consultas y se estaba observando un gran porcentaje de refractariedad clínica y radiológica a la pulpectomía tradicional realizada con tóxicos como el arsénico³⁵. Comenzaba a plantearse la necesidad no sólo de inducir la necrosis de la

pulpa, sino también de obturar el conducto dentario para evitar la filtración, e incluso realizar dicha obturación de forma retrógrada. Las características de las lesiones radiolúcidas periapicales persistentes fueron estudiadas exhaustivamente, por autores como Bhaskar³⁶ en 1966 y Winstock³⁷ en 1980, quien publicó una extensa serie de 9.804 ápices intervenidos, en la que se observaban las lesiones periapicales con el microscopio óptico y se realizaban cultivos microbiológicos. También aparecieron estudios que comparaban la eficacia de diversos materiales destinados a retrobturar el conducto dentario, como la amalgama de plata, la gutapercha, el durelon y otros³⁸.

En las décadas posteriores, la técnica fue perdiendo importancia progresivamente. Sumi et al³⁹, calcularon que el éxito de la apicectomía quirúrgica clásica debía rondar el 50%, aunque autores más pesimistas lo situaban en un 37%. Se trata de una estimación somera, dado que los criterios de curación no estaban lo suficientemente estudiados, como para poder contrastar unos estudios con otros. Pero sí es útil para comprender el desprestigio y el consiguiente abandono de la técnica, relegada en la praxis clínica a casos anecdóticos.

La generalización de la implantología como técnica predecible y de gran rentabilidad económica, contribuyó a desterrar definitivamente la cirugía periapical de los recursos terapéuticos de los cirujanos orales, a su vez presionados por la creciente demanda social de resultados inmediatos. Dejó de merecer la pena emplear tiempo y esfuerzo sobre una pieza cuyo pronóstico era malo. Resultaba más rentable exodonciarla y posteriormente rehabilitarla con un implante dental osteointegrado.

Pero poco después, a finales de la década de 1990, comenzaron a surgir refinamientos de la técnica que mejoraban drásticamente los resultados anteriormente expuestos. El propio Sumi³⁹, pero también otros autores como Cohn⁴⁰ en 1998, comenzaron a publicar artículos en los cuales anunciaban éxitos clínicos que rondaban el 90%.

Se estima que la incidencia de afección periapical se halla en el 2,9% en la población general y el 80-90% de estos casos se resuelven satisfactoriamente a través de una endodoncia⁴¹. Los pacientes en los que fracasa la endodoncia, a pesar de haber

recibido un tratamiento correcto, constituyen la población que potencialmente puede beneficiarse de la apicectomía⁴². No es necesario explicar las enormes repercusiones socio-sanitarias que tiene el hecho de recuperar la apicectomía como técnica quirúrgica predecible y el gran número de piezas dentales que pueden beneficiarse de ella.

2.1.1 Ápice dentario en el hombre.

Anatomía dentaria y del tercio apical dentario

Los dientes están formados por 3 tipos de tejidos duros: **esmalte**, **dentina** y **cemento**, y un tejido blando en el centro: **pulpa dentaria**. Se disponen en forma de arco en el hueso maxilar y mandibular, y se mantienen en posición gracias al periodonto, el cual está protegido por la encía. Constan de 2 porciones: corona y raíz (Fig.2).

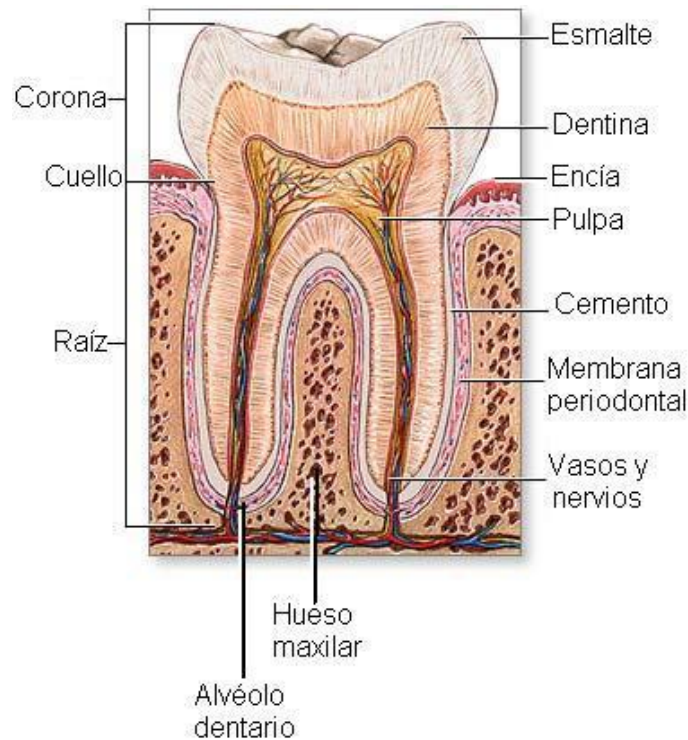


Fig.2. Sección longitudinal de un diente molar humano. Netter FH. Atlas de Anatomía Humana (3ª ed.)Edit. Masson, 2003.

La porción coronal o **corona** y la porción radicular o **raíz**, están, en su mayoría, formadas por dentina, la cual contiene en su espesor la pulpa dentaria, que se localiza en una cavidad central, que a nivel coronario se llama **cámara pulpar**, y a nivel de la raíz, **conducto radicular**. La dentina está formada y surcada por los túbulos dentinarios, que a su vez están ocupados por las prolongaciones odontoblásticas, cuyos cuerpos celulares se encuentran en la superficie de la pulpa en contacto con la pared dentinaria de la cavidad dental⁴³.

A nivel coronario la dentina está protegida por un tejido más duro que es el esmalte, y a nivel radicular, está protegida por otro tejido duro, menos resistente que el esmalte, llamado cemento. El cemento recibe la inserción dentaria del **ligamento alveolodentario** o **periodontal**.

La pulpa es un tejido blando constituido por elementos vasculares y nerviosos, necesarios para la función de la pieza dentaria.

El vértice de la raíz constituye el **ápice radicular**, y a este nivel se abre el conducto radicular en un orificio que se denomina **foramen apical**.

Entre la corona y la raíz, que constituyen la raíz anatómica y la corona anatómica, está la unión entre el esmalte y el cemento, denominada **unión amelocementaria**, que determina la línea cervical o gingival, denominada cuello anatómico, que corresponde a la inserción de la encía a la pieza dentaria. Esta línea puede estar a distinto nivel en la pieza dentaria, según la edad, estado de erupción o calidad y estado de la encía.

Como hemos descrito anteriormente, cada diente posee una cavidad en el interior de su núcleo central de dentina, llamada cavidad dental o cavidad pulpar, que está limitada en toda su extensión por dentina, excepto a nivel del foramen o forámenes apicales; con la forma aproximada del exterior del diente, pero sin presentar la misma regularidad⁴³. Esta cavidad está dividida en dos porciones: la coronaria y radicular:

- **Porción coronaria** denominada cámara pulpar. Está situada en el centro de la corona, siempre es única, acompaña la forma externa de la corona, por lo general es voluminosa y aloja la pulpa coronaria. Está constituida por:
 - a. Pared oclusal, incisal o techo: presenta forma cóncava, con la concavidad hacia la cara oclusal o el borde incisal y prominencias dirigidas hacia las puntas de las cúspides, donde se alojan los cuernos pulpares.
 - b. Pared cervical o piso, es la cara opuesta al techo y más o menos paralela a la pared oclusal. En un corte transversal del diente, a la altura del cuello dental, se aprecia que el piso de la cámara tiene con frecuencia en la parte media una superficie convexa, lisa y pulida que presenta en sus ángulos, unos nichos de forma cónica que corresponden a los orificios de entrada a los conductos radiculares. De acuerdo con Pagano⁴⁴, la zona convexa del piso de la cámara pulpar, en la que se inician las líneas demarcatorias que entrelazan los orificios de entrada de los conductos radiculares, se denomina "*Rostrum Canalium*". Identificado con facilidad

en los dientes birradiculares o trirradiculares, no existiendo en los unirradiculares, donde hay continuidad entre la cámara y el conducto radicular.

- c. Paredes laterales circundantes, mesial, distal, vestibular y lingual o palatina, nombre correspondiente a las caras del diente hacia donde están orientadas. Por seguir la forma externa del diente, frecuentemente presentan el espolón, codo o zoclo cervical que forma un escalón en la región más profunda de la pared lateral.

3. **Porción radicular** o conductos radiculares: es la parte de la cavidad pulpar correspondiente a la porción radicular de los dientes; en los que presentan más de una raíz se inicia en el piso y termina en el foramen apical. Tiene forma cónica con la base mayor dirigida hacia el piso y el vértice hacia la porción apical, forma similar a la de la raíz. Con fines didácticos y para su descripción, es posible dividir el conducto radicular en tercios apical, medio y cervical.

El conducto radicular está constituido por dos conos unidos por sus vértices: uno largo o conducto dentinario, donde se localiza la pulpa dentaria, tiene por límite apical la unión cemento - dentina - conducto (CDC) y otro conducto muy corto o conducto cementario (Fig. 3).

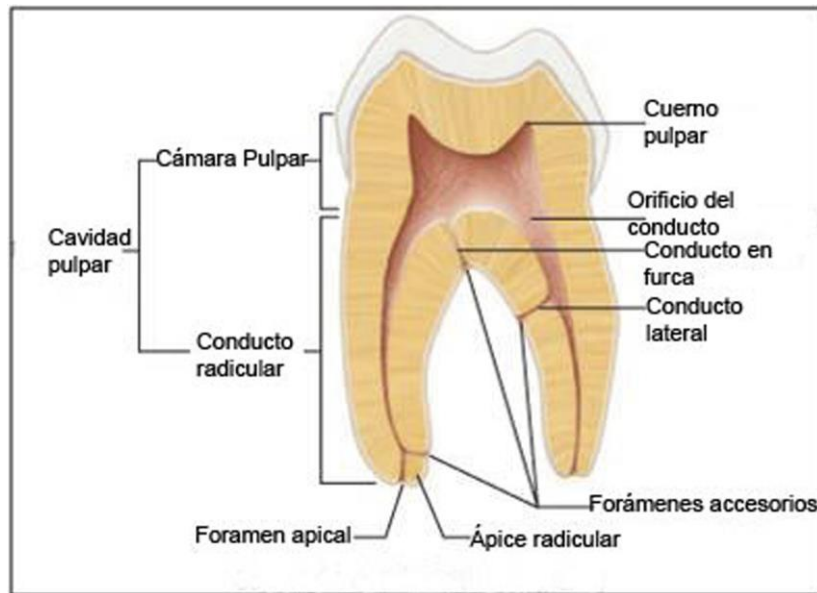


Fig.3. Corte longitudinal dentario mostrando la anatomía radicular. (<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas2Morfologia/morfologiacavidad.html>).

El foramen, es el orificio apical de tamaño variable y la terminación del conducto principal. También ha sido definido como la circunferencia o borde redondeado - como el de un embudo o cráter - que separa la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz. Se confunde con frecuencia el foramen con el ápice, con el vértice radicular o con la parte cementaria del conducto, siendo partes diferentes.

Puede haber uno o varios forámenes en el ápice; los múltiples se presentan con frecuencia en los dientes multirradiculares. Cuando está presente más de uno, el mayor se conoce como foramen apical y los pequeños como conductos accesorios (o en combinación, como delta apical). El tamaño del foramen apical en un diente maduro va desde 0,3 hasta 0,6 mm, los diámetros mayores se encuentran en los conductos distales de los molares inferiores y en la raíz palatina de los superiores. Sin embargo, el tamaño del foramen es imprevisible y no se puede determinar de manera exacta a nivel clínico⁴⁵.

Las foraminas, son los diferentes orificios que se encuentran alrededor del foramen y que permiten la desembocadura de los diversos conductillos que forman el delta apical⁴⁶.

En 1912, Fischer acabó con la creencia de que el conducto termina en el ápice por un solo foramen, poniendo en evidencia las ramificaciones apicales y estimando que se presentan en el 90% de los casos⁴⁷ (Fig. 4).



Fig. 4. Espécimen descalcificado y seccionado longitudinalmente con deltas apicales⁴⁸. (Beer R. Atlas de Endodoncia. 1998).

Kuttler, propuso una nomenclatura sobre la anatomía de los conductos radiculares en la que prevalece la definición de estructuras a nivel del tercio apical⁴⁹ (Fig. 5).

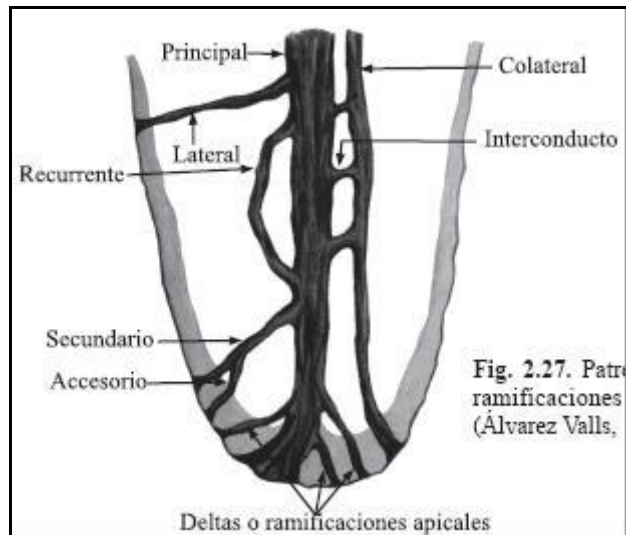


Fig. 5. Patrón morfológico general de las ramificaciones de los conductos radiculares⁵⁰. (Álvarez Valls L. Endodoncia. 1977).

La nomenclatura descrita es:

Conducto lateral. Surge del conducto principal y se dirige lateralmente, casi perpendicular al conducto principal, hacia el espacio periodontal en el cual desemboca.

Conducto colateral. Emerge del conducto principal, ligeramente paralelo a él y corre a lo largo de la raíz desembocando en un pequeño agujero individual, cuyo diámetro es menor que el del conducto principal.

Conducto secundario. Tiene su origen en el conducto principal, generalmente a nivel del tercio apical de la raíz, se dirige oblicuamente hacia el ápice y termina en el espacio del ligamento periodontal.

Conducto accesorio. Se refiere al tipo de conducto que deriva de un conducto secundario y desemboca individualmente.

Conducto interrecurrente: Es el conducto de pequeño diámetro, corto y en número variable, que intercomunica al conducto principal con otro similar o con un conducto colateral.

De Deus⁵¹ en 1975, investigó la frecuencia, localización y dirección de conductos laterales, secundarios y accesorios, mediante un estudio de 1.140 dientes humanos extraídos, correspondientes a la dentición permanente. Llegó a las conclusiones de que en el 27,4% de los dientes estudiados, se evidenciaron la presencia de conductos laterales, secundarios y accesorios, siendo las ramificaciones laterales, las localizadas con mayor frecuencia en el área apical (17,0%).

Hess⁵², examinó bajo el microscopio óptico, series de 50 secciones de dientes, 48 de ellos mostraron conductos laterales a nivel apical con morfología y disposición diferente. En estas investigaciones, el autor determinó que la raíz mesio-vestibular de los molares superiores, es la que muestra mayor porcentaje de conductos laterales a nivel apical.

Seltzer⁵³, afirmó que la presencia de éstos, en dientes con pulpas enfermas permite un intercambio de productos inflamatorios de desecho entre el espacio pulpar y los tejidos perirradiculares que puede influir en el resultado del tratamiento del conducto radicular y en la conservación de la salud periodontal (Fig. 6).



Fig. 6. Microfotografía mediante microscopía de scanner electrónico que muestra la presencia de un conducto lateral⁵⁴. (Tam A, Yu D. 2003).

La presencia de conductos laterales en las áreas de bifurcación de los molares ha sido bien demostrada y su incidencia es alta. En un 59% de los molares se encuentran conductos laterales permeables en el tercio coronal o medio⁵⁵.

CONDUCTO CEMENTARIO

De acuerdo con Kuttler⁴⁹, el conducto radicular está dividido en una larga porción cónica de dentina y en una corta porción de cemento en forma de túnel. La porción cementaria o conducto cementario, generalmente tiene la forma de un cono invertido con su diámetro más estrecho en o cerca de la unión cemento-dentina (UCD) y su base en el foramen apical (Fig. 7).

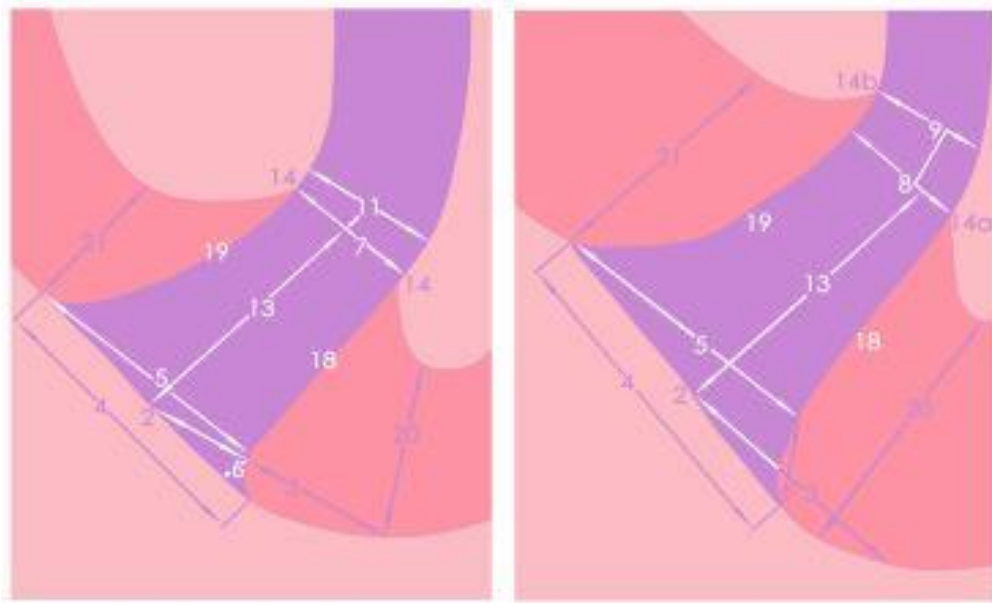


Fig. 7. 1. vértice o centro apical. 2. centro del foramen. 3 distancia entre el vértice o centro apical al centro del foramen. 4. diámetro del foramen. 5. diámetro foramen-conducto. 6. desnivel de los diámetros. 7 diámetro del conducto a la altura de los puntos de unión cemento-dentina-conducto (CDC) que se encuentran al mismo nivel. 8. diámetro del conducto al nivel del punto de unión CDC distante. 9. diámetro del conducto al nivel del punto de unión CDC cercano. 11. ubicación del diámetro menor del conducto (42%). 13. distancia entre el centro foraminal y el diámetro más estrecho del conducto. 14, 14a, 14b puntos de unión entre el cemento, dentina y conducto. 18. grosor del cemento del lado derecho del conducto. 19. grosor del cemento del lado izquierdo del conducto. 20. grosor del cemento derecho en su rápido adelgazamiento. 21. grosor del cemento izquierdo en su rápido adelgazamiento⁴⁹. (Kuttler Y, 1955).

El conducto dentinario no sigue la misma vía del conducto cementario, ya que este último se desvía en diferentes ángulos en relación a él. Esto ocurre como resultado de la adaptación del diente a algunas influencias funcionales como la lengua, presión oclusal y movimientos mesiales.

En ocasiones, el cemento termina directamente sobre la dentina del ápice; aunque a veces, el cemento se extiende, en una distancia considerable, dentro del conducto radicular, revistiendo la dentina de una manera irregular. Las variaciones

sucedan especialmente en los dientes afectados periodontalmente o aquellos que hayan sido sometidos a fuerzas ortodóncicas.

El concepto clásico de la anatomía radicular apical se basa en 4 hitos anatómicos e histológicos presentes en la región apical de una raíz: *La constricción apical (CA)*, *la unión cemento dentina (UCD)*, *el foramen apical (FA)* y *las foraminas accesorias*.

Constricción apical (CA): Kuttler⁴⁹ señala que el diámetro más estrecho del conducto no se encuentra en el punto de salida del mismo, sino que suele localizarse en la dentina, justo antes de las primeras capas del cemento dentario. Generalmente situada a menos de 0,5 a 1,5 mm del FA. En general, la CA se considera la parte del conducto radicular con menor diámetro; también es el punto de referencia usado por lo clínicos con más frecuencia como terminación apical para la conformación, limpieza y obturación. Los vasos sanguíneos de la pulpa son estrechos en la CA, lo que dificulta el tratamiento con éxito de la inflamación en el conducto. Las molestias postoperatorias, por lo general, son mayores cuando esta zona es afectada por los instrumentos o los materiales de obturación y el proceso de cicatrización puede verse comprometido (Fig. 8)

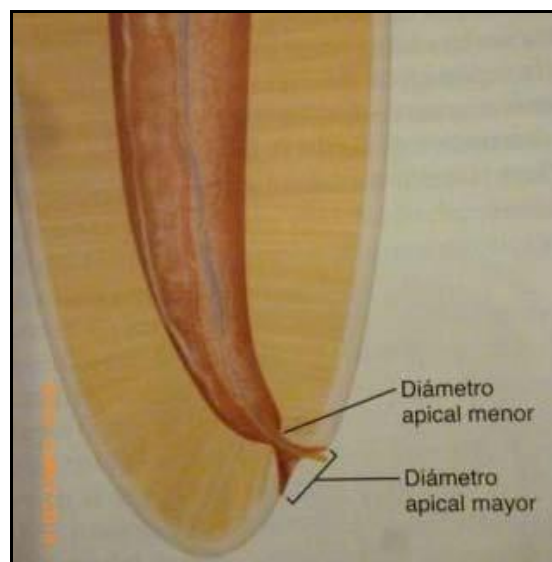


Fig. 8. Esquema que muestra la CA, denominado diámetro apical menor⁴⁹. (Kuttler Y, 1955).

Unión cemento-dentina (UCD): Es el punto del conducto donde el cemento se une con la dentina, también es el punto donde termina el tejido pulpar y comienza el tejido periodontal. La localización de la UCD en el conducto radicular es muy variable. Generalmente no se encuentra en la misma zona que la CA, y suele estar situada aproximadamente a 1 mm desde el FA⁵⁶.

Desde la CA (o diámetro apical menor) el conducto se ensancha conforme se acerca al FA (o diámetro apical mayor). La distancia entre los diámetros apical mayor y menor se ha descrito como forma de embudo o hiperbólica, su distancia promedio es de 0,5 mm en las personas jóvenes y 0,67 mm en las persona mayores, esta diferencia se debe a la aposición de cemento a lo largo de la vida del individuo⁴⁹ (Fig. 9).

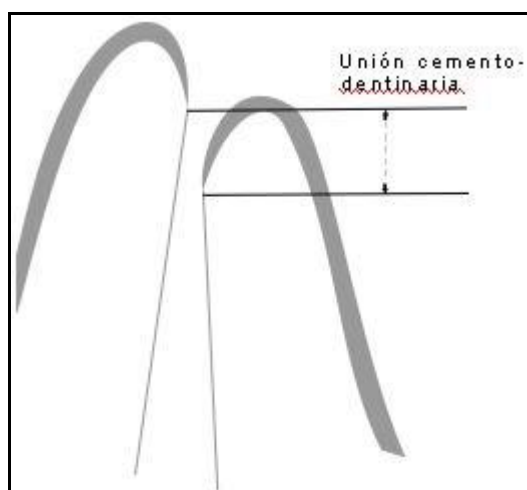


Fig. 9. La unión cemento-dentina está localizada a diferentes niveles de la pared del conducto y no coincide con la constricción apical⁵⁷. (Ricucci D, 1998)

Foramen apical (FA): Es el “borde circular o redondeado”, como un embudo o cráter, que diferencia entre la terminación del conducto cementario y la superficie exterior de la raíz⁴⁹. El diámetro puede variar entre 502 μm , en individuos de 18 a 25 años, a 681 μm en individuos mayores de 55 años, lo que demuestra el crecimiento de FA con los años. En comparación, esos tamaños son mayores que el diámetro transversal de las limas n° 50 y 60, respectivamente. El FA no se encuentra normalmente en el ápice anatómico, sino que esta desplazado entre 0,5 y 3 mm. Esa variación aumenta con la edad, debido al depósito de cemento. Diversos estudios han

demostrado que el FA coincide con el vértice del ápice radicular entre el 17 a 46% de los casos⁵⁸.

La extensión del cemento desde el FA en el conducto radicular difiere considerablemente, incluso cuando se comparan paredes opuestas del mismo conducto.

El cemento alcanza el mismo nivel en todas las paredes en solo un 5% de los casos. Esa variabilidad confirma que la UCD y la CA no están generalmente en la misma zona, y que la UCD solo debe considerarse como una unión variable en la que se unen dos tejidos histológicos que se encuentran al interior del conducto radicular⁵⁹ (Fig. 10).

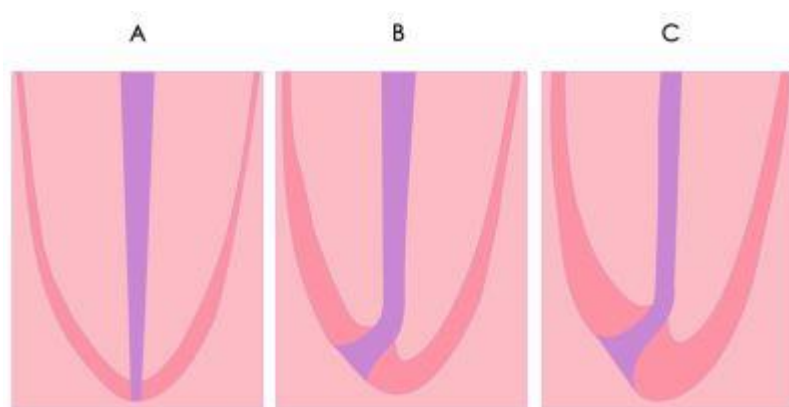


Fig. 10. Topografía del ápice. A: concepto erróneo. B: dibujo esquemático según los promedios obtenidos en la serie de 18 a 25 años. C: de la serie de 55 años en adelante⁴⁹. (Kuttler Y, 1955).

Melius y col⁶⁰ en el año 2002, determinaron la distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico mediante un estudio comparativo de visualización radiográfica y digital en 30 dientes monoradiculares. En las radiografías digitales, la distancia entre la punta del instrumento y el centro del ápice radiográfico fue de 0,494 mm para radiografías convencionales y 0,594 mm para radiografías digitales (Fig. 11).



Fig. 11. Aspecto del tercio apical de un premolar superior visto al microscopio electrónico. Foramen situado en posición lateral (flecha)⁶¹. (Goldberg F, 2002).

Foraminas accesorias: Exámenes histológicos de cortes seriados de raíces, evidencian la presencia frecuente de foraminas accesorias. Kramer, en el año 1960, visualizó por medio de su técnica de inyección vascular, anastomosis entre los vasos de los conductos radiculares principales. En ciertos casos, el ancho de las foraminas accesorias se evidenció extremadamente pequeño, permitiendo solo la presencia de vasos de un calibre de menor diámetro⁶².

En un estudio, hecho por Morfis⁶³, se encontró más de un foramen principal en todas las raíces, excepto en la raíz palatina (rP) de los molares superiores y en la raíz distal (rD) de los molares inferiores. No se observó ni un foramen principal en el 24% de los premolares superiores, ni en el 26% de los incisivos superiores. Las raíces mesiales de los molares inferiores (50%), los premolares superiores (48%) y los molares superiores (41,7%) presentaron el porcentaje más alto de forámenes principales múltiples. Ese dato está de acuerdo con la observación de que las raíces romas suelen tener más de un conducto radicular. Los tamaños varían entre 210 μm en los premolares superiores y 392 μm en las raíces distales de los molares inferiores.

Todos los grupos de dientes presentaron por lo menos un foramen accesorio. Los premolares superiores tenían los forámenes accesorios más numerosos y más grandes (tamaño medio 53,4 μm), así como la morfología apical más complicada. Los

premolares inferiores mostraron características notablemente similares, una posible razón por la que el tratamiento de conducto puede fracasar en los premolares⁶⁴.

Pucci y Reig⁶⁵, afirman que en el momento en que se va a alcanzar la apertura apical, un conducto puede dividirse en dos o más ramas, teniendo cada una el mismo o casi el mismo diámetro. Este sistema, correspondiente a un "**delta apical**" lo definieron como "un complejo anatómico el cual está constituido por múltiples terminaciones de distintos conductos que alcanzan el foramen apical, formando un delta de ramas terminales" (Fig. 12).

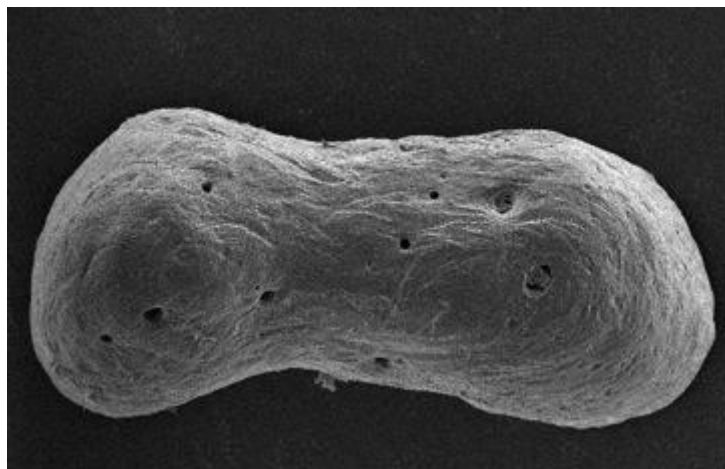


Fig. 12. Zona apical de la raíz mesial de un primer molar inferior⁶¹. (Goldberg 2002).

El mayor porcentaje de ramificaciones se observa entre los 20 y 40 años, mientras que en dientes monorradiculares, se ha comprobado una disminución de esas ramificaciones entre los 40 y 55 años; en los dientes multirradiculares aumenta durante ese mismo periodo⁶⁶. Este segmento anatómico significa, quizás, el mayor problema histopatológico, terapéutico y de pronóstico de la endodoncia actual (Fig. 13).



Fig. 13. Radiografía que muestra, a nivel apical, la obturación de las ramificaciones terminales que forman un delta⁶⁷. (Bóveda C, 1992).

2.1.2 Técnicas de apicectomía dentaria en el hombre

El tratamiento de las lesiones apicales, conservando el diente afectado, se conoce con el nombre de cirugía periapical. Este procedimiento quirúrgico consta de tres técnicas básicas que son: el legrado apical, la apicectomía y la obturación retrógrada⁶⁸.

Las indicaciones de la cirugía periapical se han ido limitando con los cambios en los conceptos endodóncicos y avances tecnológicos. De esta manera, la cirugía queda limitada a casos muy concretos e indicaciones muy precisas, donde no sea posible la realización de un retratamiento y reobturación del conducto, que debe considerarse siempre como la primera alternativa y sólo en aquellos casos que no sea posible recurrir a la cirugía¹⁹.

Los autores consultados^{18,19,68,69} consideran, por tanto, imprescindible la realización de cirugía periapical en los siguientes casos:

- Cuando el ápice presenta una gran curvatura o dilaceración que impida la instrumentación y obturación radicular.
- Cuando existen puentes fijos muy extensos o dientes con grandes reconstrucciones, coronas y pernos que impiden un nuevo tratamiento de conductos, y que presentan patología periapical.
- Cuando aparecen instrumentos rotos en el tercio apical y no pueden ser retirados por vía normógrada.
- Cuando existe una sobreobturación y el material invade el periápice actuando como irritante produciendo dolor, inflamación y radiolucidez.
- Cuando existen quistes apicales muy grandes y es imposible limpiar por vía endodóncica la porción apical de la raíz, no remitiendo la lesión apical.
- Cuando por un traumatismo existe una fractura en el tercio apical de la raíz y presentan manifestaciones patológicas.
- Cuando hay un ápice abierto, que es muy difícil de obturar por vía normógrada o existen reabsorciones externas del extremo final de la raíz.
- Cuando existe una perforación en la raíz en el tercio apical de la raíz.

En la actualidad en todas estas indicaciones, es recomendable la cirugía periapical, siempre teniendo en cuenta otros factores que la contraindican o limitan porque implican un riesgo añadido, como pueden ser; pacientes con boca séptica, enfermedades sistémicas, enfermedad periodontal grave, peligro por proximidad de estructuras anatómicas o acceso difícil al campo quirúrgico, lesiones óseas y radicales extensas e imposibilidad de restaurar el diente^{18, 19, 68, 69}.

Además de hacer una correcta selección de los casos y del paciente, la técnica quirúrgica seguirá un modelo secuencial similar al que se emplea en el acto quirúrgico. Los pasos seguidos serán:

- **Preparación del paciente.** Consiste en la realización de una historia clínica detallada, diagnóstico e información al paciente del procedimiento quirúrgico⁶⁸.
- **Anestesia.** En la actualidad los anestésicos y las técnicas quirúrgicas nos eliminan la sensibilidad de la zona a intervenir y proporcionan una correcta isquemia local. Habitualmente se utilizan técnicas de anestesia locorregional y la anestesia general se deja para casos muy concretos.
- **Incisión y diseño del colgajo.** Las incisiones pueden ser varias, pero siempre teniendo como finalidad la realización de un colgajo de espesor total, para obtener una buena visibilidad de la zona a intervenir y realizar el menor daño posible, favoreciendo la cicatrización por primera intención. La elección del colgajo se hará en función del número de dientes a intervenir y de los datos obtenidos por el examen clínico y radiográfico⁷⁰.

Se pueden realizar distintos tipos de incisiones que nos van a permitir la obtención de diferentes colgajos:

- *Incisión intrasulcular o de Neumann.* Es la de elección en endodoncia y se basa en la realización de una incisión en el surco gingival, festoneando los cuellos dentarios y seccionando las papilas interdentarias, acompañadas de una (colgajo triangular) o dos (colgajo rectangular o trapezoidal) incisiones verticales liberadoras. Con estos diseños el tejido movilizado contiene todos los vasos supraparióísticos, la cicatrización es por primera intención, sin alterar el epitelio de inserción ni provocar recesiones gingivales⁷¹.
- *Incisión semilunar o de Partsch.* Se realiza una incisión horizontal curva con la porción convexa orientada hacia la zona gingival, consiguiendo un colgajo semilunar de espesor completo. Está en desuso por el poco campo quirúrgico

que proporciona, el traumatismo tisular y mantiene un mayor tiempo de inflamación y una cicatriz más visible⁴.

- *Incisión semilunar modificada o colgajo mucogingival*. Conocido como colgajo de Luebke-Ochsenbein, requiere una incisión horizontal festoneada en la encía adherida de 3 a 5 mm del margen gingival y dos incisiones verticales liberadoras. En la unión de las incisiones verticales con la horizontal se evitarán los ángulos de 90°, siendo preferible una aproximación redondeada o en ángulo obtuso⁷². Con esta técnica no se altera la encía marginal ni se lesiona la inserción epitelial, evitando recesiones gingivales, sin embargo, hay mayor dificultad para suturar y una mayor cicatriz por fibrosis en los tejidos blandos⁶⁸.
- *Incisión festoneada palatina o colgajo palatino*. Se realiza siguiendo los márgenes gingivales de las caras palatinas de los dientes y se utiliza, generalmente, para el tratamiento de raíces palatinas. En caso necesario se pueden realizar incisiones liberadoras, obteniendo colgajos palatinos triangulares o cuadrangulares^{4, 72}.
- **Despegamiento del colgajo**. Este debe realizarse separando y elevando el periostio que debe formar parte del colgajo que, a su vez, se despegará desde la cara interna y en dirección hacia apical con el periostótomo en contacto con el hueso alveolar. La separación del colgajo debe ser apoyándose sobre el hueso y no en tejidos blandos, para evitar equimosis y tumefacciones postquirúrgicas por la compresión del colgajo por los separadores⁷¹.
- **Acceso apical y legrado periapical**. Para localizar el ápice del diente o dientes afectados, habitualmente debemos realizar una ostectomía de la cortical vestibular para localizar la lesión. La ventana que realicemos debe ser lo suficientemente grande como para permitir el acceso y la enucleación de la lesión, y un control visual de las raíces afectadas.

La ostectomía se debe realizar con fresa redonda de carburo de tungsteno montada en pieza de mano y bajo abundante irrigación. Los estudios histológicos comparando la cicatrización ósea tras la utilización de instrumentos rotatorios a diferentes velocidades, demuestran que la cicatrización es más rápida con fresa de tungsteno a alta velocidad y bajo irrigación constante. Esta ostectomía debe de ser realizada con un movimiento de pincelada y hasta exponer y visualizar los tres últimos milímetros apicales del diente⁷⁰. El legrado o cureteado, consiste en la remoción del tejido patológico que rodea el ápice dentario y el cemento apical. Para ello nos ayudamos de cucharillas rectas o acodadas, curetas e incluso excavadores de endodoncia.

Algunos autores han confirmado que aun realizando un buen legrado, la cicatrización sólo acontece si se elimina el contenido séptico de los conductos o tras haberlos sellado, aislándolo del tejido periapical^{73, 74}.

El material extraído debe ser remitido al anatomopatólogo para su estudio histológico, según Arens⁷⁵ “un tejido que merece ser extirpado, también merece un estudio microscópico”.

- **Apicectomía o tratamiento apical.** Consiste en la resección apical con los objetivos principales de eliminar los conductos accesorios apicales infectados, tener un buen acceso a la parte lingual o palatina de la raíz y facilitar la obturación retrógrada.

En la actualidad se recomienda ser conservador en la resección apical, normalmente alrededor de 2 ó 3 mm, que permite eliminar el 90% de los conductos laterales y ramificaciones accesorias, y sellar parte de los conductos accesorios restantes con la colocación de la obturación retrógrada en el conducto principal^{19,48}.

La amputación radicular debe realizarse preferentemente con fresa de fisura. Su diseño, es decir, el ángulo y la extensión de la resección han sido temas controvertidos y dependen principalmente de la etiología del tratamiento.

Actualmente tienden a desaparecer las resecciones en “pico de flauta” con un ángulo linguovestibular de 45°, y se tiende a aproximarlos a un ángulo recto o bisel de 0°^{71,87}.

Los avances tecnológicos, microespejos y ultrasonidos, que permiten mejor visualización del campo operatorio⁷³ y los estudios realizados por autores, como Giheany y cols.⁷⁶, demuestran que a medida que el bisel es mayor aumenta la superficie de túbulos dentinarios expuestos y, por consiguiente, la filtración.

- **Preparación de la cavidad retrógrada.** Con la finalidad de conseguir un mejor sellado apical, la mayoría de autores coinciden en realizar una microcavidad retentiva en el mismo eje de la raíz del diente, con el fin de colocar un material de obturación que selle perfectamente el extremo apical de la raíz⁷⁷.

Las características que debe cumplir una preparación retrógrada ideal son: limpieza y conformación de los 3 mm últimos de conducto radicular y de 1,5 mm de diámetro, preparación con paredes paralelas superpuestas al conducto radicular, adecuada retención, eliminación del tejido del istmo y no debilitar las paredes dentinarias remanentes⁶⁹.

Según Gartner y cols. la preparación básica para recibir una obturación apical es semejante a la de una restauración oclusal clase I (caries o defecto solo en la cara oclusal del diente)⁷⁸. Arens sugiere que se debe preparar una cavidad clase I, de aproximadamente 3 a 5 mm de profundidad después que el ápice ha sido reducido⁷⁵. El diseño debe incluir una ligera depresión para buscar retención. Es preferible contar con ángulos internos un poco redondeados, ya que los agudos pueden debilitar la estructura dental remanente y lograr una zona donde no fluya el material restaurativo, y evitar la formación de burbujas de aire^{79, 80, 81, 82, 83}.

Además podría argumentarse que debido al cambio en la dirección de los túbulos dentinarios en el tercio apical, una mayor remoción de estructura dental

abrirá significativamente más túbulos patentes dentro de la superficie del corte de la raíz y el sistema radicular del conducto (se han mostrado en la región de la unión cemento dentina, aproximadamente 13.000 túbulos por milímetro cuadrado) , esto siguiendo un corte angulado del ápice. Estos túbulos patentes o instrumentados pueden contener grandes cantidades de contaminantes o podrían servir finalmente como vías de contaminación bacteriana por filtración coronal⁸⁴.

Se han sugerido algunos factores guía para el grado de remoción del ápice radicular, entre ellos⁸⁴:

- a. Acceso y visibilidad del operador al sitio quirúrgico.
- b. Posición y anatomía de la raíz dentro del hueso alveolar.
- c. Anatomía y superficie radicular del corte relativo al número de conductos y su configuración.
- d. Necesidad de colocar una obturación dentro del tejido dental sano.
- e. Presencia y localización de algún error inducido por el operador, por ejemplo perforaciones.
- f. Presencia de una fractura horizontal.
- g. Presencia de un defecto periodontal.
- h. Presencia de una consideración anatómica, por ejemplo proximidad radicular a dientes adyacentes a nivel de la cresta ósea remanente.

- i. Evidencia documentada de presencia de conductos accesorios. Las raíces con formación de conductos accesorios deberían recibir mayor consideración en la extensión de la resección. La remoción de la punta de la raíz de 1 a 2 milímetros sería suficiente para manejar estos conductos accesorios.

Es importante extender lo suficiente la profundidad de la preparación, para abarcar todos los túbulos dentinarios. Además la resección apical debe ser de 2 a 3 mm para eliminar los conductos accesorios a ese nivel^{79,80}. La profundidad mínima que debe tener el material para obtener un sellado adecuado es de 3mm. Cuando se necesite un bisel largo, la profundidad podría aumentar⁷⁹.

Actualmente se introduce el láser de dióxido de carbono como un medio para realizar procedimientos de cirugía apical. Se indican buenos resultados en el éxito de los tratamientos, y se citan la ventaja y facilidad de la aplicación del láser para esterilizar y remover el ápice radicular, así como el aumento de la hemostasis y cicatrización de los tejidos periapicales⁸⁵.

Varios análisis muestran que el incremento en la profundidad de la obturación apical disminuía significativamente la filtración y que hubo un incremento significativo en esta cuando se incrementó la cantidad de bisel^{86,87}.

Sin embargo con el advenimiento de la cirugía microscópica hay varios factores que se oponen a la apicectomía biselada, y para algunos es preferible una amputación a 90 grados, pues existe una mejor visión con un microscopio quirúrgico, adecuada iluminación y la ayuda de las puntas ultrasónicas diminutas que permiten una mejor visión del ápice y del conducto, lo que ha modificado el ángulo de enfoque y acceso⁸⁰.

- **Obturación retrógrada o retrobturación.** El éxito del tratamiento quirúrgico en un conducto bien instrumentado y obturado tridimensionalmente se puede lograr con el legrado completo de la lesión con o sin resección apical, sin

embargo el no realizar la obturación retrógrada lleva cierto riesgo. La mayoría de estudios anatómicos con microscopía electrónica han puesto de manifiesto la complejidad morfológica del sistema de conductos, lo que hace que se cuestione la prudencia de legar la lesión y cortar el ápice sin obturación retrógrada⁷².

La retrobturación debe realizarse en un ambiente seco y aséptico, por ello es importante el control de la hemorragia. La retrocavidad se seca con aire y con puntas de papel estériles. A continuación el material de obturación se coloca siguiendo las indicaciones del fabricante y se realiza una radiografía para comprobar la calidad de la obturación y la limpieza de la cavidad ósea y del campo quirúrgico.

Las características ideales de un material de obturación retrógrada son las mismas que las de un material de obturación de conductos. Estos materiales deben adherirse a las paredes de la preparación y sellar el sistema de conductos radiculares, no debe ser tóxico ni electroquímicamente activo, debe ser bien tolerado por los tejidos perirradiculares y no teñirlos, debe estimular la cicatrización, ser fácil de manipular y radiopaco, dimensionalmente estable, no absorbible y no ser afectado por la presencia de humedad⁸⁸.

2.2. ANATOMIA Y FISIOLÓGÍA DE LA MASTICACIÓN EN EL CONEJO

2.2.1 Anatomía dentaria del conejo

Los animales, tienen distintos tipos de denticiones, adaptadas a su forma de alimentarse y entorno, Kertesz⁸⁹ en 1993 estableció la clasificación de la dentición y los dientes, de la siguiente forma:

Dentición homodonta. Todos los dientes tienen la misma forma. Aparece en los reptiles, a excepción de las serpientes que tienen dientes inoculadores de veneno, y en los cetáceos odontocetos: delfines, cachalotes, orcas, calderones, beluga, ...que se han

adaptado a una dieta piscívora y han desarrollado una homodoncia secundaria con dientes iguales y muy numerosos.

Dentición heterodonta. Los dientes tienen diferente forma y función. Los mamíferos son los únicos vertebrados que muestran heterodoncia, siendo una característica generalizada en toda la clase. Significa que poseen piezas dentarias diferentes y especializadas en distintas tareas: cortar, masticar, retener, desgarrar, triturar,...La excepción, como hemos visto antes, son los cetáceos odontocetos. También existen mamíferos que carecen de dientes como son algunas ballenas, los monotremas y los osos hormigueros.

Los conejos, pertenecen al orden de los *Lagomorfos*, el cual está compuesto por la familia *Leporidae*, que incluye al conejo europeo o doméstico (*Oryctolagus cuniculus*), la liebre (*Lepus spp.*), los conejos de cola blanca (*Sylvilagus spp.*) y la familia Ochtonidae (*pikas*)^{90,91}. El conejo europeo tiene 28 razas y 77 variedades y es el lagomorfo más habitual en la medicina veterinaria⁹⁰.

Existen unos términos que debemos definir para clasificar la dentición del conejo²⁰, como son:

- **Anelodonto.** Diente que tiene un periodo limitado de crecimiento.
- **Elodonto.** Diente que crece continuamente y no desarrolla una raíz dentaria. También se usa el término de arradicular (p.ej. incisivos, premolares y molares del conejo).
- **Braquiodonto.** Dientes con corona corta (p. ej. premolares y molares del Perrito de las Praderas).
- **Hipsodonto.** Dientes con corona larga (p. ej. Caballos).
- **Difiodonto.** Animales que desarrollan dos tipos de dentición: primaria o decidua y permanente.

- **Monofiodonto.** Animales que tienen un solo tipo de dentición permanente.
- **Duplicidentata.** Animales con dos incisivos en cada hemimaxila (p.ej. Conejos).
- **Simplicidentata.** Animales con un único diente incisivo en cada arcada maxilar. (p.ej. Roedores), también se denomina dentición simple⁹².
- **Bunodonto.** Dientes con cúspides cónicas oclusales prominentes (p.ej. premolares y molares de los Perritos de las Praderas).

Según esta clasificación, el tipo de dentición de los conejos es heterodonta, difiodonta, elodonto o arradicular, hipsodonto y duplicidentata.

En el pasado, se consideraba que la dentición del conejo era monofiodonta⁹³, pero en el año 1977, se descubrió que tenían dientes deciduos y, eran por lo tanto difiodontos, lo que ocurría es que la dentición decidua o de leche se perdía intrauterinamente o a los pocos días postnacimiento^{94,95}.

Los lagomorfos se distinguen de los roedores por tener 4 incisivos superiores en lugar de 2 y por los premolares adicionales^{96,97,216,217}.

La fórmula dental es:

$$2 \times (I 2/1 \quad C 0/0 \quad P 3/2 \quad M 2-3/3) = 26 - 28 \text{ dientes.}$$

Los dientes se pueden denominar de varias formas, la más usada es la nomenclatura Triadan modificada⁹⁸, donde cada diente se representa con tres dígitos, el primero indica la hemiarcada y el segundo y tercer dígito el tipo de diente. De esta forma los dientes del conejo⁹⁹, se nombrarían de la siguiente forma:

- Diente 101: 1° incisivo (I1) superior derecho.
- Diente 102: 2° incisivo (I2) superior derecho.
- Diente 106: 2° premolar (P2) superior derecho.
- Diente 107: 3° premolar (P3) superior derecho.
- Diente 108: 4° premolar (P4) superior derecho.
- Diente 109: 1° molar (M1) superior derecho.
- Diente 110: 2° molar (M2) superior derecho.
- Diente 111: 3° molar (M3) superior derecho.
- Diente 201: 1° incisivo superior izquierdo.
- Diente 202: 2° incisivo superior izquierdo.
- Diente 206: 2° premolar superior izquierdo.
- Diente 207: 3° premolar superior izquierdo.
- Diente 208: 4° premolar superior izquierdo.
- Diente 209: 1° molar superior izquierdo.
- Diente 210: 2° molar superior izquierdo.
- Diente 211: 3° molar superior izquierdo.
- Diente 301: 1° incisivo inferior izquierdo.

- Diente 307: 3º premolar inferior izquierdo.
- Diente 308: 4º premolar inferior izquierdo.
- Diente 309: 1º molar inferior izquierdo.
- Diente 310: 2º molar inferior izquierdo.
- Diente 311: 3º molar inferior izquierdo.
- Diente 401: 1º incisivo inferior derecho.
- Diente 407: 3º premolar inferior derecho.
- Diente 408: 4º premolar inferior derecho.
- Diente 409: 1º molar inferior derecho.
- Diente 410: 2º molar inferior derecho.
- Diente 411: 3º molar inferior derecho.

Los premolares y molares , superiores e inferiores, también se denominan con el nombre de molares como unidad funcional, de esta forma el segundo premolar superior derecho o 106 (nomenclatura Triadan) también se puede denominar como molar primero superior derecho, pues no se tiene en cuenta la ausencia del primer premolar superior y del primero y segundo premolares inferiores.

Los dos grandes incisivos superiores estriados encajan con los incisivos inferiores; existen también dos incisivos superiores rudimentarios más pequeños¹⁰⁰

situados palatalmente (detrás de los incisivos primeros), que apenas sobresalen de la encía⁹¹ (Fig. 14, 15), y pueden estar ausentes en algunos conejos por 4 causas:

1. Agenesia por rasgo hereditario dominante¹⁰⁰.
2. Fracaso en la erupción.
3. Incisivos de tamaño demasiado reducido que desaparecen poco después de la erupción¹⁰¹.
4. Pérdida traumática.

Su influencia sobre el desgaste normal de los incisivos parece insignificante⁹², pero se conoce que, en muchos casos, es un rasgo hereditario¹⁰⁰. En algunos conejos, pueden aparecer además otros incisivos pequeños supernumerarios un poco mayores que los segundos incisivos y situados entre los dos originales, pero son muy poco frecuentes y se deben a un rasgo hereditario recesivo^{102,103,104}. En el momento del nacimiento, puede haber un tercer par de incisivos superiores que se pierden inmediatamente¹⁰⁵.



Fig. 14. Vista lateral de los incisivos de un conejo. Obsérvese la oclusión normal de los incisivos inferiores entre los primeros (más grandes) y segundos incisivos superiores.



Fig. 15. Vista oclusal de los incisivos superiores de un conejo.

Como hemos descrito anteriormente, todos los dientes de lagomorfos son arradiculares o elodontos (los dientes crecen continuamente a lo largo de toda la vida y carecen de una verdadera raíz anatómica como ocurre en perro y gato) e hipsodontos (dientes de corona larga o alta) . Las raíces de los incisivos maxilares se extienden hacia el interior del hueso incisivo⁹¹. El proceso alveolar o porción ventral del maxilar contiene los premolares y molares superiores y el cuerpo de la mandíbula, los premolares y molares inferiores¹⁰⁰ (Fig. 16, 17, 18 y 19)

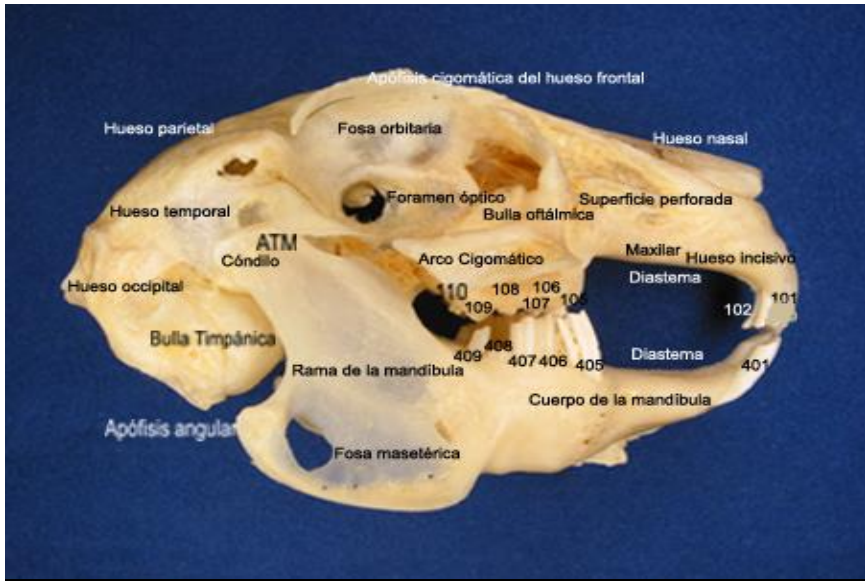


Fig. 16. Cráneo del conejo. Vista lateral. Anatomía ósea y nomenclatura dentaria.

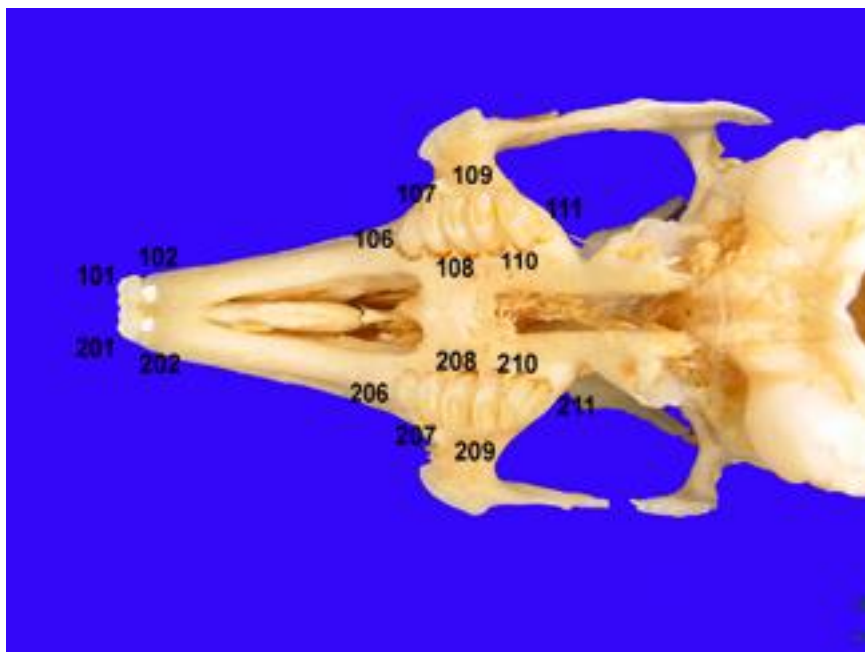


Fig. 17. Dientes superiores del conejo. Vista ventral del maxilar. Nomenclatura Triadan

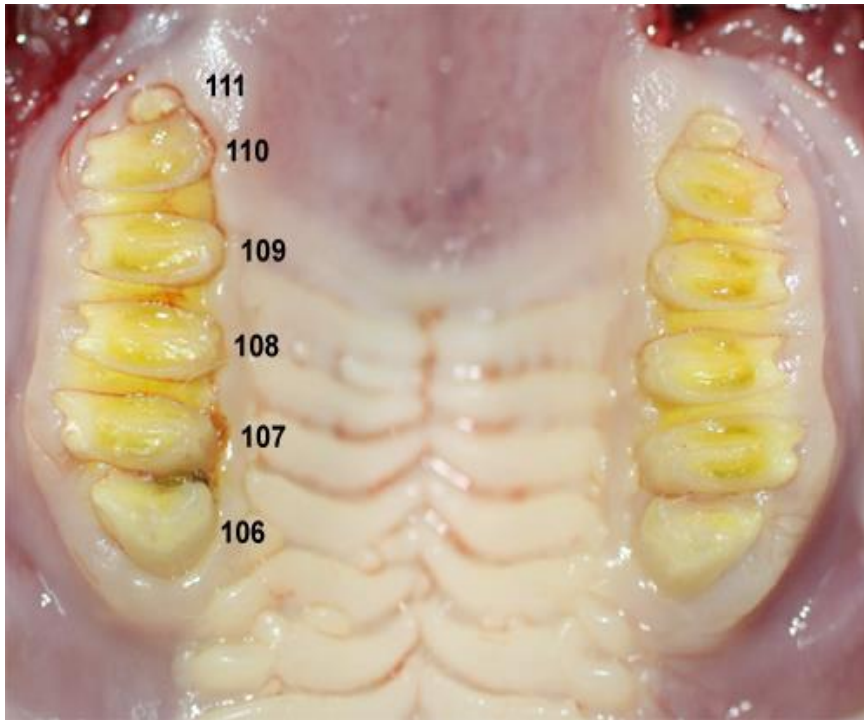


Fig. 18. Dientes superiores del conejo. Nomenclatura Triadan

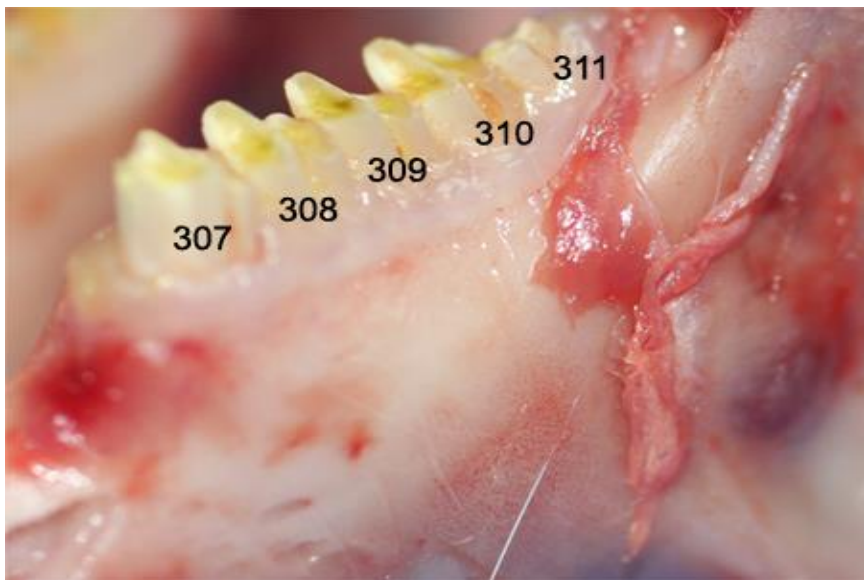


Fig. 19. Dientes inferiores del conejo. Nomenclatura Triadan

La velocidad de crecimiento de los incisivos de un conejo es de 2-3 mm a la semana, existiendo un equilibrio entre el crecimiento y desgaste de los mismos¹⁰⁶. Por

consiguiente la dieta debe contener materiales abrasivos (sílice) que aseguren este equilibrio¹⁰⁷. Los incisivos mandibulares y los dientes de masticación crecen más rápidos que los incisivos maxilares¹⁰⁸.

Los incisivos superiores, más grandes, crecen unos 2 mm. a la semana siguiendo una curva disto-oclusal, y los incisivos mandibulares unos 2,4 - 3 mm. a la semana siguiendo una curva mesio-oclusal^{100, 109, 110, 111}. Este crecimiento indica un desarrollo mayor de los incisivos inferiores que de los superiores, hecho que puede evidenciar un menor contenido de esmalte en los primeros o una mayor utilización de los mismos.

El esmalte de los incisivos no sigue una distribución uniforme alrededor del diente. La capa de esmalte es más gruesa en la cara vestibular y se va adelgazando a medida que se acerca a la zona interproximal y es más delgada e incluso inexistente en algunos individuos en la cara lingual, dejando expuesta la dentina¹⁰⁰.

Con los movimientos de masticación, se desgasta con mayor rapidez las superficies de dentina más blandas y las recubiertas por una capa de esmalte más delgada, lo que da, a los cuatro grandes incisivos, su típica forma biselada con bordes afilados^{112,216}.

Por lo general, el ápice de los incisivos maxilares del conejo, se localiza inmediatamente por encima del paladar duro a una distancia equivalente a la mitad de la longitud del diastema y caudalmente a la corona clínica (Fig. 20 A). El ápice de los incisivos mandibulares suele encontrarse cerca de la superficie mesial del tercer premolar, aproximadamente en el punto medio entre el borde mandibular ventral y la cresta alveolar (Fig. 20 B).

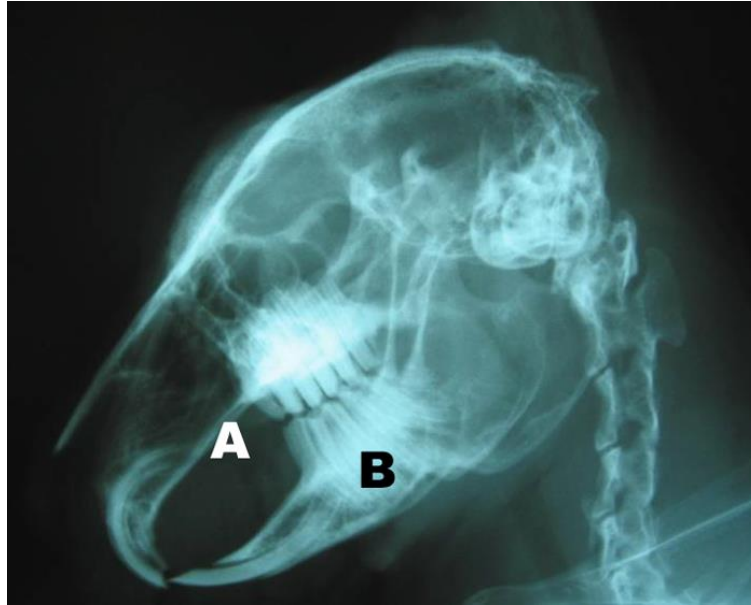


Fig.20. Radiografía del cráneo de un conejo. Apréciense la anatomía dentaria.

2.2.2.- Fisiología de la masticación en el conejo.

En condiciones normales los dientes de los conejos se desgastan de forma adecuada por abrasión de los alimentos, si se les proporcionan vegetales frescos y ocasionalmente granulados y así no suelen necesitar roer madera u otros materiales, al contrario de lo que ocurre en la mayoría de los roedores⁹⁶. Si la dieta que reciben no es lo suficientemente abrasiva, los dientes no se desgastarán de forma adecuada y aparecerán los problemas dentarios, que en muchas ocasiones originarán graves abscesos maxilares y mandibulares.

Sus dientes elodontos nunca forman verdaderas raíces anatómicas. La parte expuesta del diente se denomina “corona clínica”, la parte del diente que está dentro del alveolo “corona de reserva”, y apicalmente está el tejido germinal dentario o ápex^{113, 114}.

Los lagomorfos disponen de una fosa mandibular horizontal oval y la masticación se lleva a cabo mediante movimientos laterales en los que los incisivos inferiores hacen un efecto de tijera entre los incisivos superiores grandes o primeros y los pequeños o segundos⁹¹.

Para permitir el desplazamiento lateral de la mandíbula que requieren los incisivos, el contacto entre premolares y molares de las dos arcadas dentarias es muy uniforme y su superficie de oclusión es casi prácticamente horizontal ^{110, 111}.

Los molares caudales tienen profundos pliegues de esmalte dispuestos transversalmente y en ángulo recto respecto al eje de masticación, lo que proporciona una superficie muy eficaz para triturar los alimentos ¹¹².

Existe un diastema (espacio sin dientes entre los incisivos y premolares) muy largo y no disponen de caninos a diferencia de la mayoría de los mamíferos.

La oclusión dentaria normal en el conejo es distinta de incisivos y de molares (premolares y molares). Cuando el conejo usa los incisivos para el corte de la comida (hierba) no usa los molares y la oclusión normal de incisivos es contactando el borde incisal o cortante de los incisivos inferiores (301 y 401) entre el espacio interproximal de los bordes incisales o cortantes de los primeros y segundos incisivos superiores (101-102 y 201-202). En cambio cuando contactan entre sí las superficies de masticación u oclusales de los premolares y molares superiores con los inferiores, no contactan los incisivos (Fig. 21,22).

La oclusión normal de premolares y molares, en cada lado, es:

- P2 superior con P3 inferior.
- P3 superior con P3 y P4 inferior.
- P4 superior con P4 y M1 inferior.
- M1 superior con M1 y M2 inferior.
- M2 superior con M2 y M3 inferior.

- M3 superior con M3 inferior.



Fig. 21. Oclusión normal de premolares y molares en el conejo.

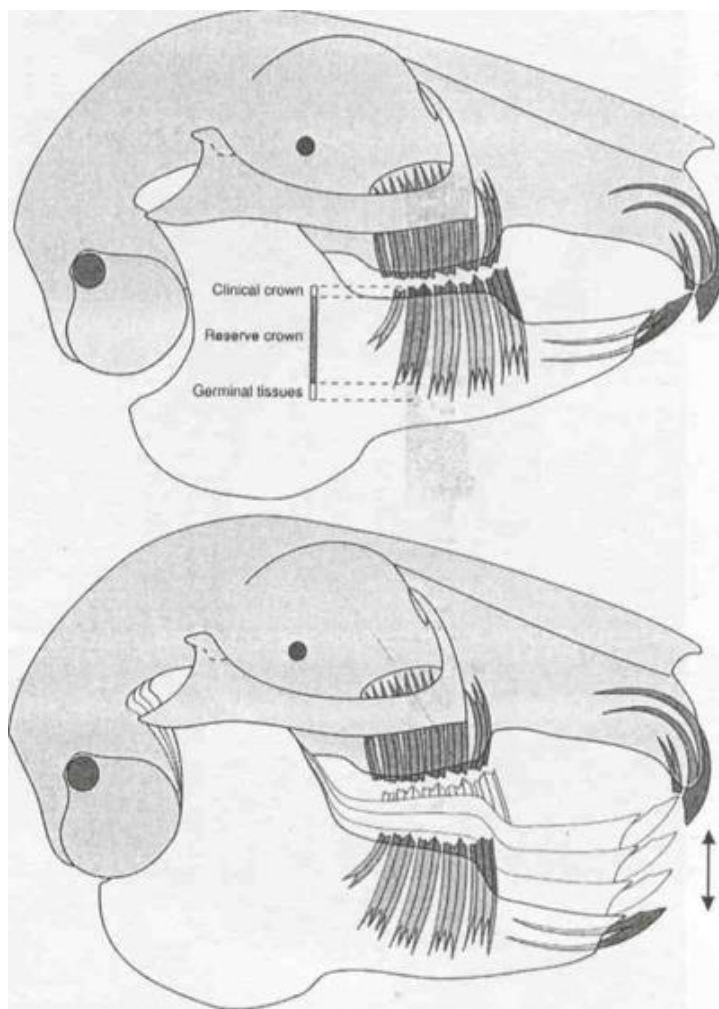


Fig.22. Al igual que ocurre en el caballos, la articulación temporomandibular está posicionada dorsalmente a las superficies oclusales de los dientes. En esta figura se muestran los límites normales de apertura de la boca y la división funcional de los dientes de masticación en corona clínica, corona de reserva y tejido germinal¹¹⁵. (Crossley DA, 2003)

2.3. HISTOLOGÍA DENTARIA Y DEL ÁPICE EN EL CONEJO

Las superficies de oclusión de los dientes premolares y molares están formadas por tres tejidos con diferentes grados de dureza (esmalte, dentina y cemento), dispuestos en diferentes capas. Los premolares son similares en forma a los molares y normalmente, ambos se denominan “malares” o dientes de masticación. Estos, están en contacto estrecho y forman una superficie de oclusión con múltiples pliegues y crestas

que ayudan en la masticación de los vegetales y reducen la velocidad de desgaste de los diente¹¹⁶.

La pulpa dentaria está formada por un tejido mesenquimatoso altamente especializado, caracterizado por la presencia de odontoblastos y rodeado por un duro tejido mineralizado. La función primaria de la pulpa dental es la formación de dentina. Otras funciones incluyen la nutrición de la dentina y la inervación y defensa del diente¹¹⁷. La pulpa dentaria esta infiltrada por una red de vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas que entran de la región apical¹¹⁸. La dentina está atravesada por numerosos túbulos dentinarios que mantienen una relación estrecha con el tejido pulpar a través de las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos¹¹⁹.

Se han realizado muchas investigaciones acerca de los mecanismos de crecimiento y erupción dentaria, usando como modelos los dientes incisivos elodontos de cobayas, ratas y ratones, pero muy pocas han sido realizadas estudiando las características histológicas y morfológicas del complejo pulpa-dentina en los dientes de crecimiento continuo de los conejos; incisivos, premolares y molares¹¹⁶.

Todos los premolares y molares están formados por dos partes longitudinales llamados *laminae*, que terminan en una característica apertura apical radicular, por consiguiente, cada diente tiene una doble apertura radicular. La cavidad pulpar se extiende, aproximadamente, unos $\frac{3}{4}$ de la longitud total del diente. Cada cámara pulpar se estrecha hacia el extremo oclusal y algunos cuernos pulpares largos y estrechos surgen de la cámara pulpar y se extienden verticalmente hacia la periferia del diente (Fig. 23). La forma cónica de la cavidad pulpar limita superior y lateralmente por la dentina, la cual debido a su depósito continuo oblitera la cavidad pulpar cerca de la superficie oclusal. La porción coronal de la pulpa aparece completamente cerrada y obliterada por calcificaciones, mientras que la porción apical de la pulpa está cerrada parcialmente, con algunas calcificaciones internas. La superficie oclusal de los premolares y molares aparecen rugosas y desiguales debido a las crestas del esmalte y surcos dentinarios¹¹⁶ (Fig. 24 y 25).

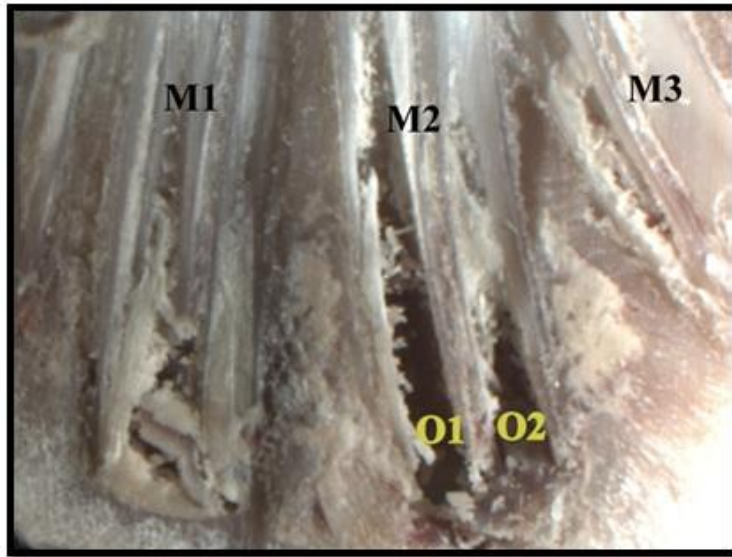


Fig. 23. Microfotografía (lupa binocular x10) de los molares inferiores del conejo de 3 meses de edad, mostrando el primer molar (M1), segundo molar (M2) y tercer molar (M3) con la característica doble apertura radicular (O1 y O2)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

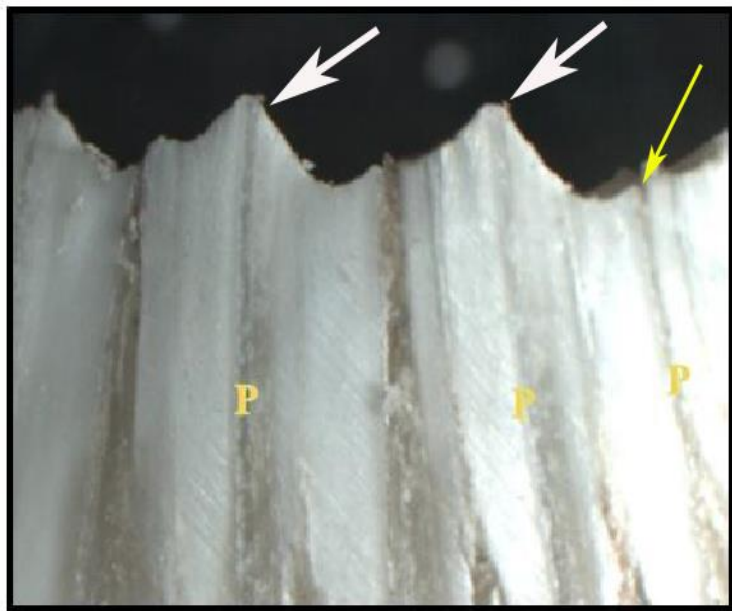


Fig. 24. Microfotografía (lupa binocular x20) de los molares inferiores de un conejo de 3 meses de edad, mostrando claramente la porción coronal de la pulpa completamente calcificada (P), las crestas del esmalte (flechas blancas) y los surcos de la dentina (flechas amarillas)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).



Fig. 25. Microfotografía (lupa binocular x20) de los molares inferiores de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la cavidad pulpar con la precipitación interna dentinaria¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

Al examen con el microscopio óptico de los premolares y molares del conejo, se aprecia una estructura histológica formada por dos láminas, alineadas mesial y distalmente entre sí. Cada lámina está formada por dentina, e incluyen una cámara pulpar separada, pero ambas se unen cerca del ápice y forman la típica doble apertura apical radicular. Las dos láminas están separadas por un gran surco cubierto por esmalte encima de la lámina mesial y por dentina encima de la lámina distal y rellenos de cemento celular. Se observan muchos ameloblastos dispuestos en columnas adyacentes al cemento celular que han depositado una gran cantidad de esmalte (Fig. 26). Cerca de la porción apical de los dientes molares y premolares, aparece una amplia cavidad pulpar cubierta por una capa de odontoblastos, una capa delgada de predentina y protegida por dentina y esmalte. La pulpa y los tejidos blandos apicales están muy vascularizados, con delgados canales vasculares dispuestos longitudinalmente. (Fig. 27).

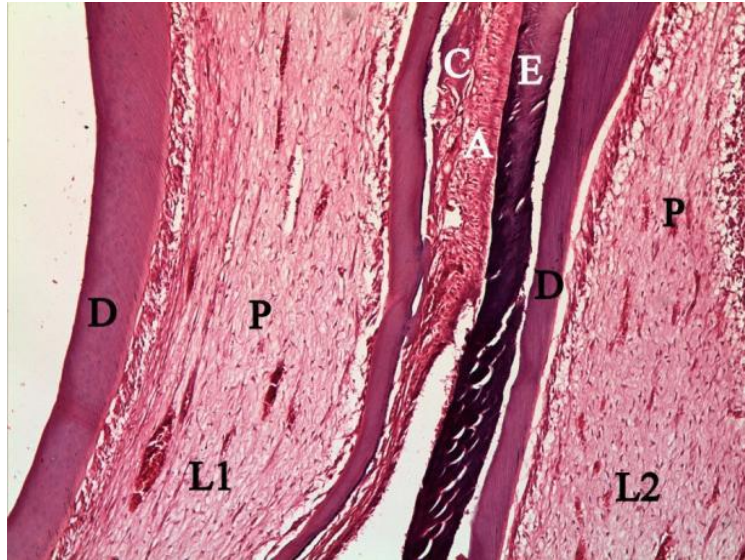


Fig. 26. Microfotografía (H&E x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la estructura histológica formada por las dos láminas (L1 & L2), alineadas mesial y distalmente, cada lámina esta formada por dentina (D) y adjunta la cámara pulpar (P), pero las dos cámaras se unen apicalmente, y están separadas por una gran surco forrado por la matriz del esmalte (E), ameloblastos (A) y cemento celular (C)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

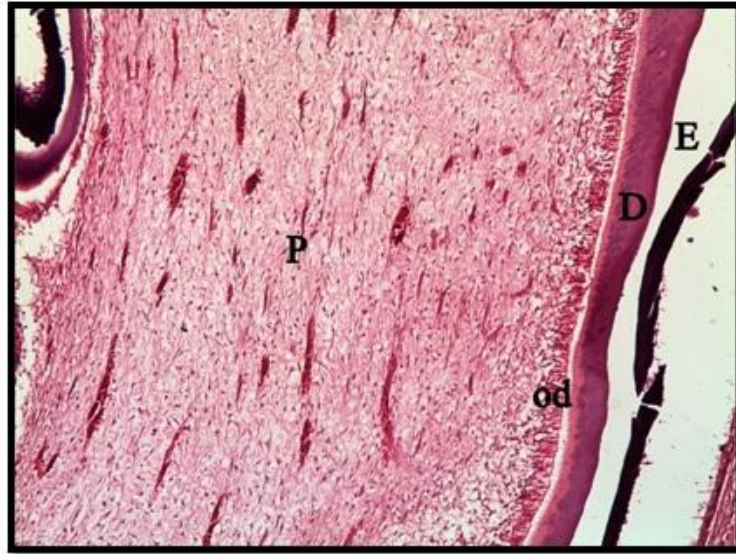


Fig. 27. Microfotografía (H&E x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la amplia cavidad pulpar cerca de la porción apical (P), tapizada por una capa de odontoblastos y cubierta por dentina (D) y esmalte (E) ¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

En la amplia y abierta región apical de la pulpa, está el tejido germinal o de crecimiento del diente, el cual está formado por células indiferenciadas o mesenquimales, como preodontoblastos que formaran una capa de dentina y maduraran formando odontoblastos secretores y formadores de la dentina tubular. El lazo cervical (Cervical Loop CP), es un término histológico que indica un estructura epitelial específica, localizada en la zona apical y periférica del germen dentario, que está formado por un núcleo reticular estrellado rodeado por un estrato intermedio y envuelto por una capa basal de epitelio, llamada epitelio del esmalte externo e interno, según este localizada en la capa externa o interna. Además, en la zona de los pliegues, el órgano del esmalte está continuamente entre las láminas del diente.

Los molares y premolares del conejo de crecimiento continuo, aparecen como estructuras complejas (Fig. 28 y 29). La parte final apical de estos dientes es el sitio de diferenciación y la región donde se inicia la odontogénesis. Una fila de odontoblastos dispuestos en columnas es identificada a lo largo de la periferia de la pulpa rodeando la misma (Fig. 29).



Fig. 28. Microfotografía (H&E x40) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la zona apical odontogénica: La cavidad pulpar cónica que aparece más ancha en el ápice se estrecha en la zona de la papila dental (P), el asa cervical (CL) y se continua con el órgano del esmalte (EO)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

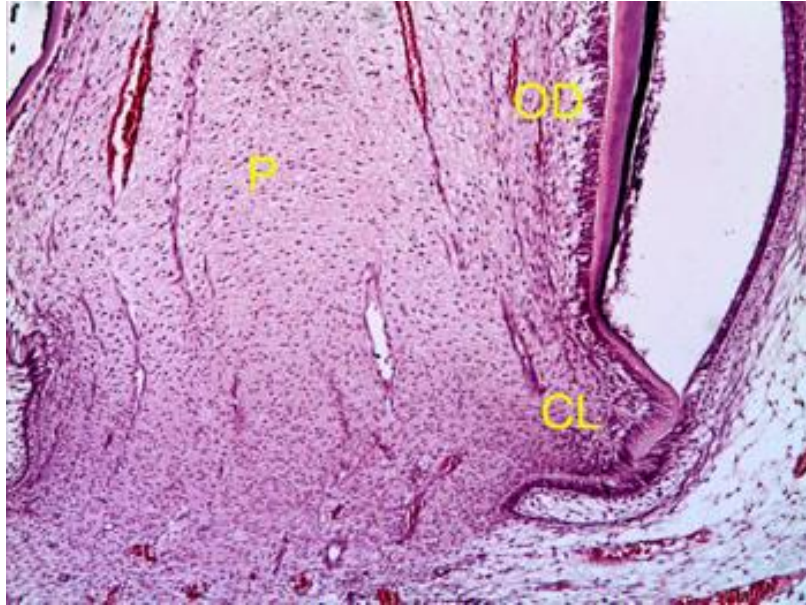


Fig. 29. Microfotografía ampliada de la imagen anterior (H & E x100), mostrando la región mesial de la parte basal del diente molar de un conejo, la papila dental (P), la típica asa cervical (CP), con el epitelio interno y externo del esmalte, los altas células columnares odontoblásticas (OD) de la papila dental están formando y depositando dentina¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

El examen histológico de la pulpa en la porción media, revela la presencia de numerosos dentículos a lo largo del borde de la pulpa y una zona de proliferación de células pulpares. La cámara pulpar se caracteriza por la presencia de un tejido pulpar normal, recubierto por capas de odontoblastos que están cubiertas por dentina y esmalte sobre su superficie externa. La superficie que está frente a los surcos, entre las dos láminas, aparece cubierta por dentina, esmalte y cemento celular, pero la capa de esmalte que recubre el surco es mucho más delgada que la que cubre la superficie externa del diente y está cubierta por cemento celular. El cemento que recubre los dientes de masticación (premolares y molares) es predominantemente celular y su grosor varía alrededor de cada diente y entre ellos (Fig. 30).

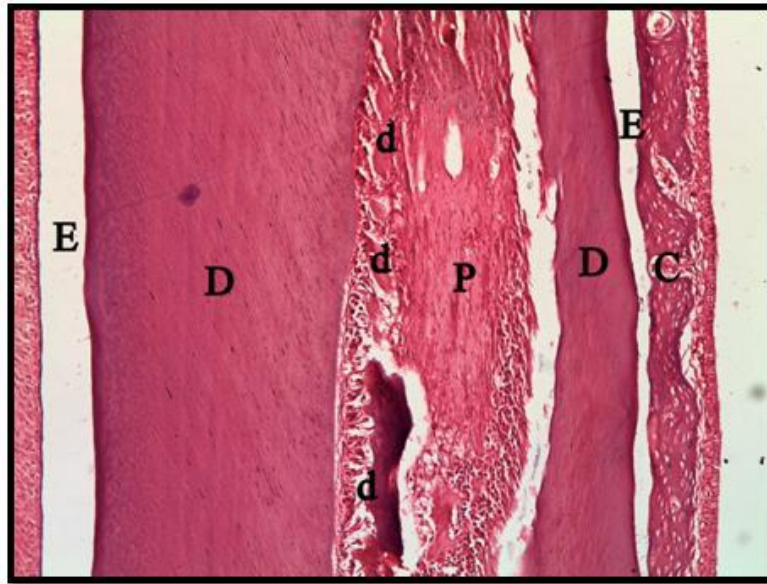


Fig. 30. Microfotografía (H&E x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la porción media con numerosos dentículos (d) a lo largo de la pulpa (P), cubierta de dentina (D), esmalte (E) y cemento celular (cemento vascular) (C)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

En algunos individuos se aprecia una fusión de los pequeños dentículos formando grandes dentículos obliterando la porción media. Con muchos aumentos, se observa al microscopio óptico que estos grandes dentículos contienen pequeños números de túbulos dentinarios (Fig. 31). Cuando se va estrechando la cámara pulpar, la dentina primaria aumenta su espesor. Las capas de odontoblastos que tapizan la cámara pulpar, gradualmente modifican su morfología desde células columnares altas en la parte final basal, hasta células cuboides bajas en la parte oclusal (Fig. 29-31).

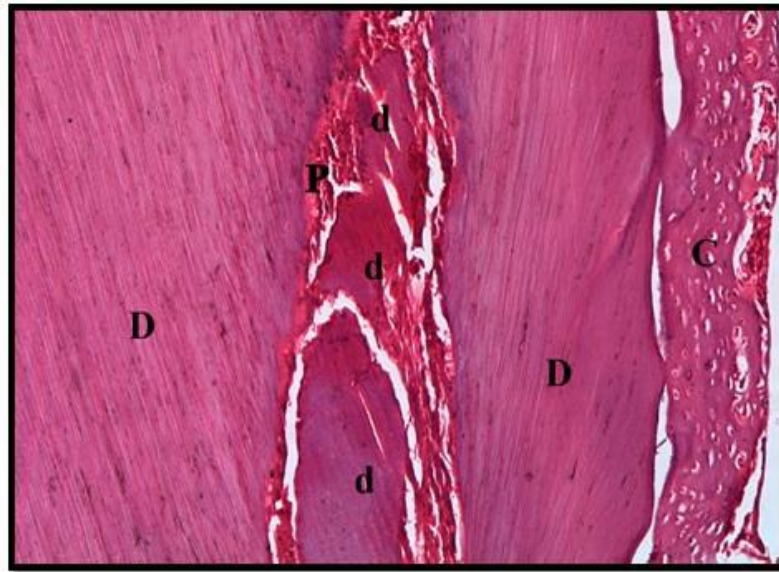


Fig. 31. Microfotografía (H&E x400) de la porción media dentaria mostrando numerosos y largos dentículos formados por dentina tubular a lo largo de la pulpa (P)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

La mayoría de los dientes examinados tienen distintas líneas de aumento del depósito de dentina (líneas incrementales), que casi siempre son rectas y en una disposición longitudinal, cerca y paralelas a la capa de odontoblastos de la pulpa, y se aprecian hasta el nivel donde los odontoblastos se comprimen y se forma la hendidura pulpar. Estas líneas incrementales forman un patrón constante en toda la longitud del diente, e indican que ha existido un constante estado de crecimiento y erupción dentaria (Fig. 30 y 32).

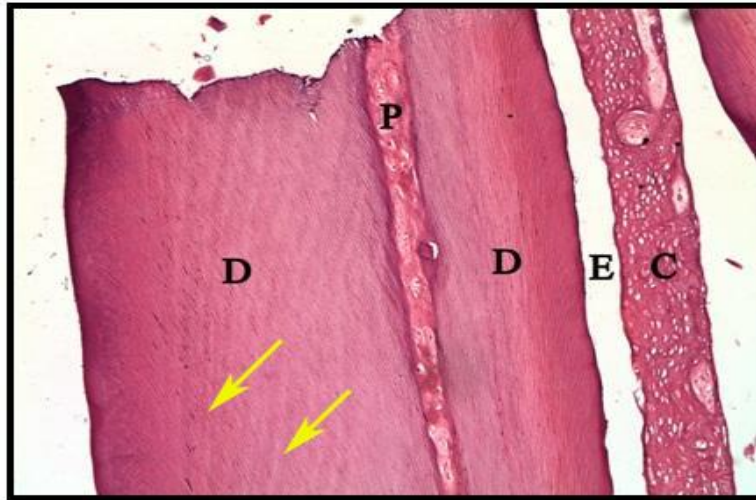


Fig. 32. Microfotografía (H&E x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la porción coronal con la pulpa (P) totalmente obliterada con osteodentina. Apréciense las líneas longitudinales de aumento (líneas incrementales) entre la dentina (flechas). Dentina (D). Esmalte (E). Cemento celular (C). Pulpa (P) ¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

El examen histológico de la pulpa de la porción coronal, revela la completa obliteración de la cavidad pulpar. La mayoría de la dentina es tubular, pero cerca del extremo oclusal del diente, la zona central de la pulpa está formada por dentina y células formadoras de un material tipo osteodentina. La osteodentina se extiende a lo largo de toda la pulpa. Una osteodentina reparadora irregular aparece depositada en la pulpa coronal de los molares del conejo (Fig. 32). Con mayor magnificación, se detecta la presencia de osteodentina que contiene muchas lagunas celulares y estrechos canales que contienen tejido pulpar y se asemejan al tejido óseo (Fig. 33).

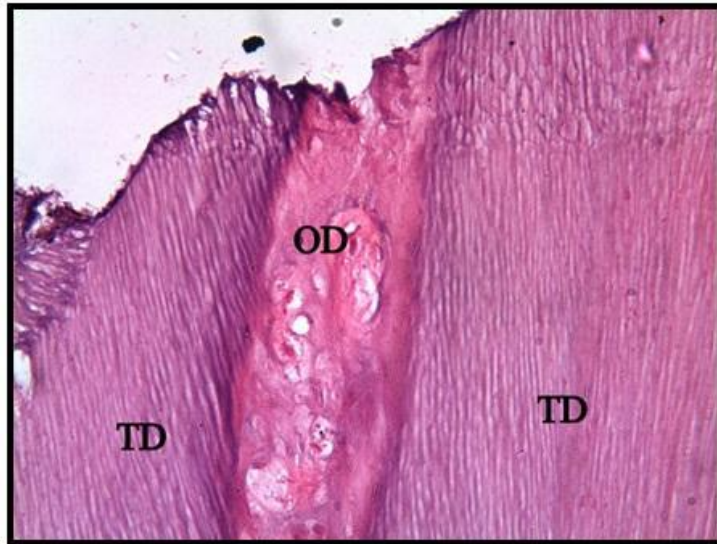


Fig. 33. Microfotografía con más aumento (H&E x400) de la figura anterior, mostrando la completa obliteración de la pulpa con osteodentina (OD), rodeada por túbulos de dentina primaria (TD)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

Aunque la morfología de los incisivos del conejo, es menos compleja que la de los premolares y molares, las características estructurales de la pulpa y dentina son similares. Los dientes incisivos también tienen crecimiento continuo. La cámara pulpar contiene una papila dental que está compuesta por tejido mesenquimal y odontoblastos los cuales producen dentina primaria con sus típicos túbulos dentinarios. También la estructura histológica del lazo cervical (CP), del lado labial de los dientes incisivos están formadas por el epitelio interno del esmalte, el estrato intermedio, el retículo estrellado y el epitelio externo del esmalte. A pequeña distancia desde el lazo cervical, las células del epitelio interno del esmalte se convierten en ameloblastos productores de esmalte. En el lado lingual del asa cervical es mucho más pequeña (Fig. 34). Las células dentro del asa cervical labial se diferencian en ameloblastos que producen esmalte que cubre la superficie labial. Sin embargo, las funciones del asa cervical lingual es como un análogo de la raíz, formando la vaina radicular de Hertwig y el epitelio de anclaje del incisivo en la mandíbula (Figs. 35A & B).

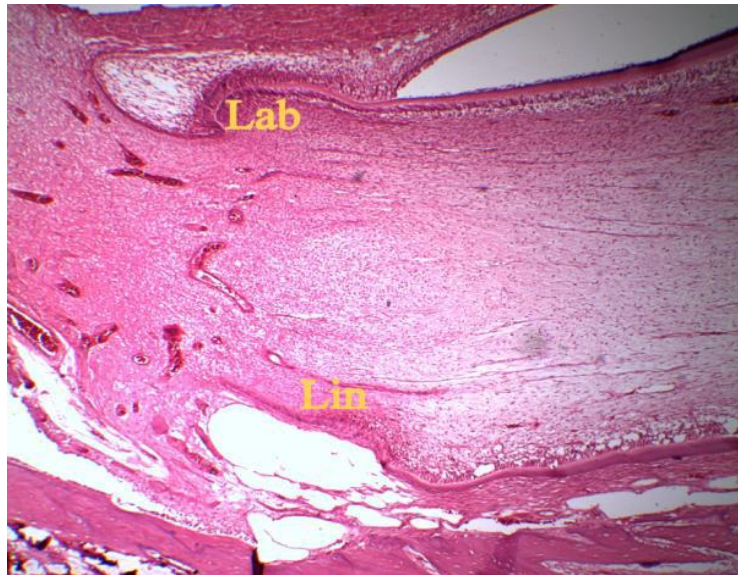


Fig. 34. Microfotografía (H&E x40) de la sección sagital de un incisivo inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la porción apical de la cavidad pulpar con el lado labial del asa cervical (Lab) y el lado lingual (Lin)¹¹⁶. (Michaeli Y,1980).

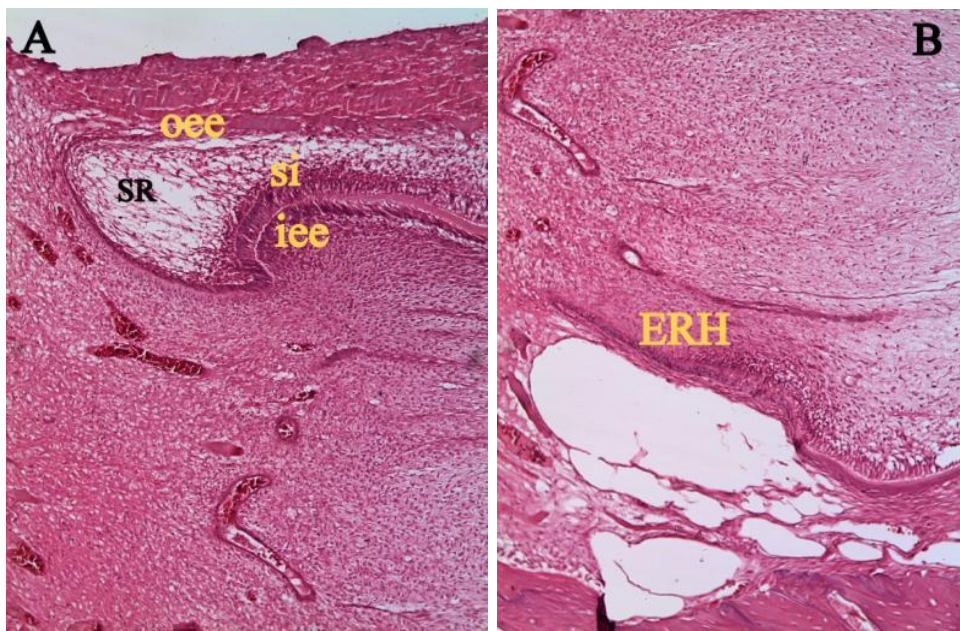


Fig. 35. Microfotografía con mayor aumento (H&E x100) de la figura anterior mostrando (A) el asa cervical labial, el epitelio interno del esmalte (iee), el epitelio externo del esmalte (oee), estrato intermedio (si) y el retículo estrellado (sr). (B) Vaina epitelial radicular de Hertwigs (ERH)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

El examen histológico con tinción (H&E) de los incisivos mandibulares revela que están formados por una parte central de dentina cubierta por una capa delgada de esmalte en la capa labial y una delgada capa de cemento acelular en la capa lingual (Figs. 36 A&B). En la parte final incisal, la cavidad pulpar está cerrada por un depósito de osteodentina en su porción central y dentina en sus paredes. Por otra parte, en la mayoría de los individuos, la formación de osteodentina se extiende a través de la pulpa, incluyendo los espacios de la porción coronal y la formación de un tejido similar al hueso (Fig. 36A&B).

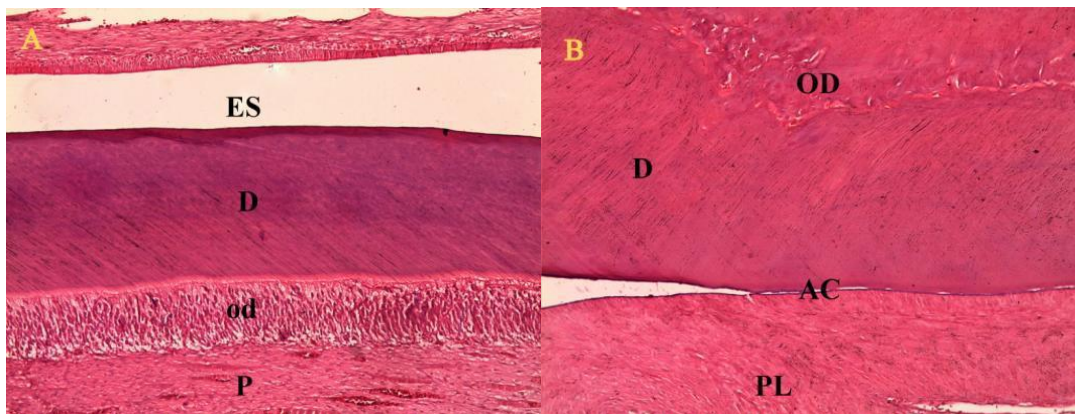


Fig. 36. Microfotografía (H&E x100) de un diente incisivo inferior de un conejo de 3 meses de edad. (A) lado labial mostrando los ameloblastos (A), espacio del esmalte (E), dentina (D), predentina (Pd), odontoblastos (O) y pulpa (P). (B) Lado lingual mostrando el ligamento periodontal (PL), cemento acelular (AC), dentina (D) y osteodentina (OD)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

En secciones transversales de los premolares y molares, se aprecian las dos láminas mesial y distal unidas por un estrecho puente de dentina en la superficie bucal. La lámina distal es más pequeña que la lámina mesial. Los núcleos bilaminares de dentina están cubiertos por una capa de esmalte de grosor variable. Se aprecia una capa de cemento externamente al esmalte o donde falta este (Fig. 37 y 38).

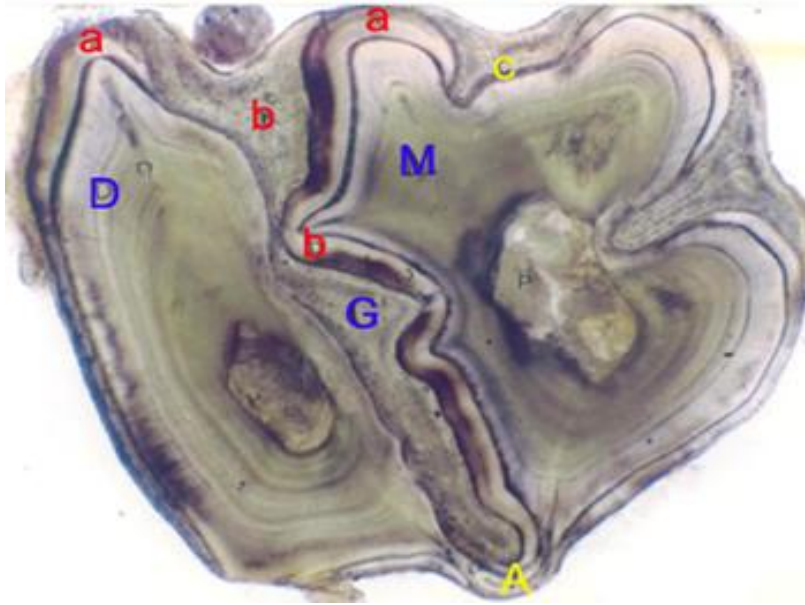


Fig. 37. Microfotografía (sin tinción x25) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad mostrando: la lámina mesial (M), lámina distal (D), puente vestibular estrecho (A), esmalte externo (a), esmalte interno (b), surco de desarrollo (G) y cemento celular (C)¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

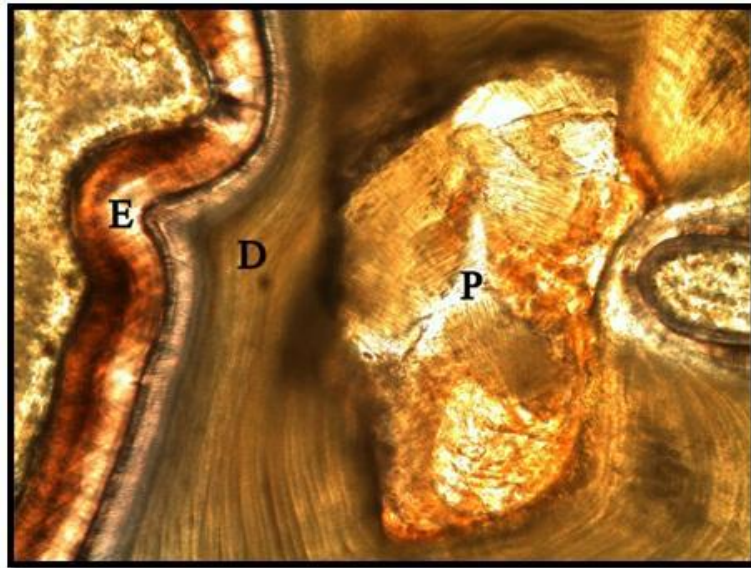


Fig. 38 . Microfotografía (sin tinción x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad mostrando la presencia de múltiples túbulos dentinarios (verdaderos dentículos) dentro de la cavidad pulpar (P). Esmalte (E). Dentina (D) ¹¹⁶. (Michaeli Y, 1980).

2.4. TÉCNICAS DE APICECTOMÍAS DENTARIAS EN ODONTOLOGÍA VETERINARIA

En odontología veterinaria, la apicectomía es una técnica muy importante, cuando la conservación del diente afectado es imprescindible para su función en los perros de trabajo (perros policía, perros de guarda...), por razones estéticas (perros de concursos, animales de zoológicos...) o por conservación de la mecánica de masticación (caballos).

Las principales indicaciones, en odontología veterinaria, de esta técnica son¹²⁰:

- Dientes inmaduros con el ápice abierto e infección periapical concomitante que no responde al tratamiento endodóntico ordinario.
- Perforación apical durante el tratamiento endodóntico que produzca un fracaso clínico o radiográfico.

- Rotura de la punta de una lima de endodoncia incrustada en el canal radicular o su pared, la cual interfiere con la preparación y obturación completas del canal y, en consecuencia, puede producir el fracaso clínico o radiográfico.
- Errores en el procedimiento del tratamiento de canales radiculares (subobturación, sobreobturación, perforación radicular...).
- Acceso coronario imposible (formación de canales aberrantes, piedras pulpares o canales calcificados).
- Fractura horizontal del ápice.
- Eliminación de infecciones apicales en premolares y molares mandibulares del conejo, para evitar la formación de abscesos de origen dentario.

Sin embargo, esta técnica está totalmente contraindicada en los casos de:

- Estado de salud delicado del paciente.
- Acceso difícil (raíz mesiopalatina del cuarto premolar maxilar) que resulta en una técnica deficiente.
- Estructura radicular y coronaria compleja.
- Raíces muy débiles o dañadas.
- La necesidad de remover un exceso de hueso en la mandíbula, lo cual puede debilitarla y ocasionar una fractura.

Se pueden diferenciar, básicamente, tres tipos de apicectomías según la localización del diente a tratar. Así tendremos las apicectomías maxilares, mandibulares

y caudales. La dificultad que presentan estos tipos de apicectomías, se basan en el acceso de la raíz afectada. Por ejemplo, en el caso del canino mandibular, la raíz se sitúa muy próxima al foramen mentoniano, por lo que, en ocasiones, se requiere un abordaje extraoral, con una incisión cutánea y disección del borde ventrolateral de la mandíbula, para evitar lesiones nerviosas. Otro ejemplo se observa en las apicectomías caudales, las cuales son muy comunes en el cuarto premolar superior (diente 108 y 208), que presenta su raíz mesiovestibular muy próxima al foramen infraorbital, por lo que el abordaje debe ser en dirección ventrocaudal para evitar posibles traumas del nervio infraorbitario^{121, 122}.

2.4.1. Técnicas de apicectomías dentarias en pequeños animales

En las especies animales donde la apicectomía dentaria, ha adquirido mayor desarrollo e importancia es en los pequeños animales (perros y gatos). El interés por el estudio y divulgación de los conocimientos de la misma (desarrollo de modelos para mostrar los lugares de acceso)¹²², queda reflejado en la existencia de publicaciones desde hace unos años, en cuyo estudio puede apreciarse la importancia de la apicectomía como una alternativa muy valorada a la extracción dentaria, recogiendo las experiencias y aportaciones de los diferentes clínicos y estudios realizados¹²³.

Los animales carnívoros, con una dentición similar a la especie humana, tiene un ápice dentario muy parecido al del hombre, con características anatómicas e histológicas similares, a excepción del tamaño y forma (muy variable, dependiendo de las razas) y la morfología del delta apical, que presenta muchas más ramificaciones y más estrechas en estas especies¹²⁴ (Fig. 39).



Fig.39. Microfotografía del delta apical del perro. Raíz apical descalcificada y teñida con tinta china. Apréciense los numerosos canales del tercio apical de la raíz y los canales laterales accesorios¹²⁵. (Hale FA, 2004).

Esta técnica, como se ha comentado en apartados anteriores, en perros y gatos, se lleva a cabo en dientes con ápices abiertos y presencia de infección periapical sin respuesta a terapias endodónticas convencionales; perforaciones apicales; presencia de fragmentos de material quirúrgico que impiden la correcta preparación del diente y el sellado idóneo; difícil acceso a la corona (canal estrecho, formación de canales aberrantes...) y fracturas horizontales del ápice de la raíz¹²⁶.

La mayoría de los artículos publicados revisados en estas especies, son mayoritariamente en perros, y tienen como objetivo la investigación de materiales y procedimientos para la evolución de la técnica. No se han encontrado artículos centrados en la revisión de los resultados de la técnica en un número de casos estadísticamente significativo, artículos, por otra parte, si son frecuentes en otras especies (humanos) en los que la implantación de la técnica es más reciente y habitual. Esto vuelve a reflejar la instauración de la apicectomía como técnica habitual en la clínica odontológica de los pequeños animales y el intento de mejorar una técnica ya de por sí satisfactoria.

Los dientes que, con mayor frecuencia, necesitan una apicetomía en el perro son los caninos maxilares (Fig. 40), mandibulares (Fig. 41), cuarto premolar maxilar (Fig. 42 y 43) y el primer molar mandibular y en el gato son los dientes caninos. El ápice de estos dientes, está localizado cerca de estructuras importantes como el canal infraorbitario, la cavidad nasal y el canal mandibular¹²⁷ (Fig. 44 - 47).



Fig. 40. Absceso periapical del canino maxilar del perro. Apréciase la flecha indicando la salida del trayecto de drenaje¹²⁷ (Verstraete FJM, 1999).



Fig. 41. Trayecto de drenaje cutáneo originado por un absceso periapical en el canino mandibular de un perro¹²⁷ (Verstraete FJM, 1999).



Fig. 42. Trayecto de drenaje cutáneo originado por una patología periapical de la raíz distal del cuarto premolar maxilar de un perro¹²⁷ (Verstraete FJM, 1999).

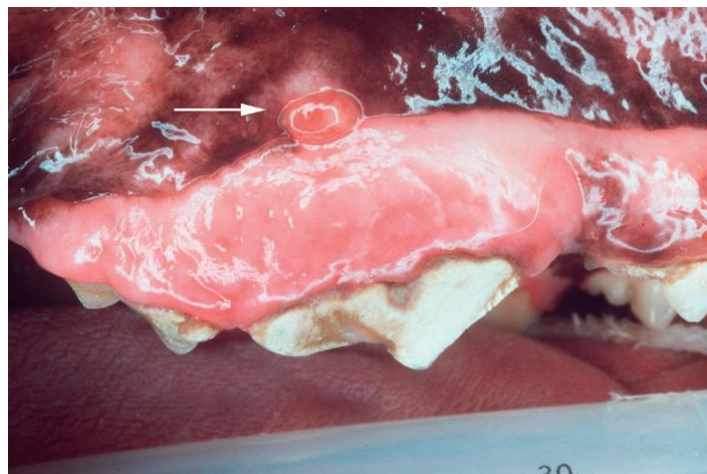


Fig. 43. Trayecto de drenaje (flecha) originado por un absceso periapical en la raíz mesiovestibular del cuarto premolar maxilar superior en un perro¹²⁷ (Verstraete FJM, 1999).

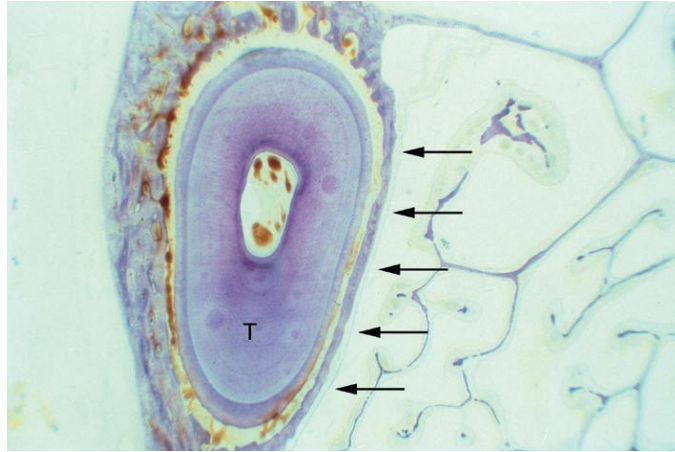


Fig. 44. Anatomía topográfica mostrando los cortes histológicos de los ápices radiculares de dientes del perro y las estructuras adyacentes. Raíz del diente canino maxilar de un perro, apréciase la delgada capa de hueso que está separando el hueso alveolar de la cavidad nasal (flechas)¹²² (Marretta SM, 1994).

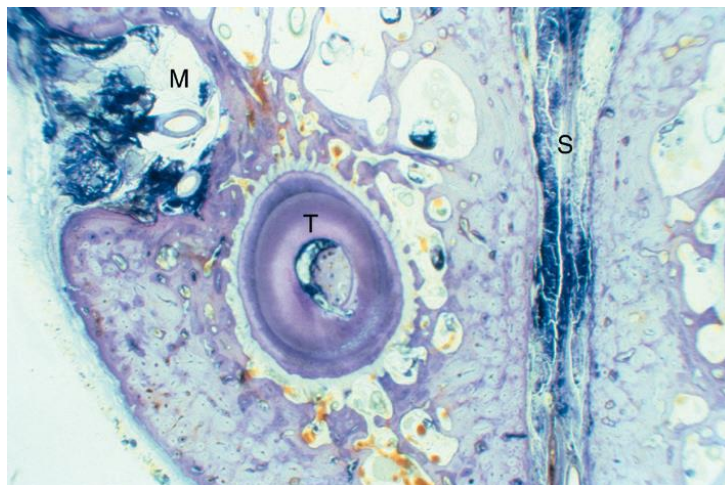


Fig. 45. Raíz (T) del diente canino mandibular de un perro, próximo al foramen medio mentoniano (M) y la sínfisis mandíbular¹²² (Marretta SM, 1994).



Fig. 46. Raíz mesiovestibular (T) del diente cuarto premolar maxilar en un perro, apréciase la delgada capa de hueso separando el hueso alveolar del canal infraorbitario (C), (flechas).¹²² (Marretta SM, 1994).

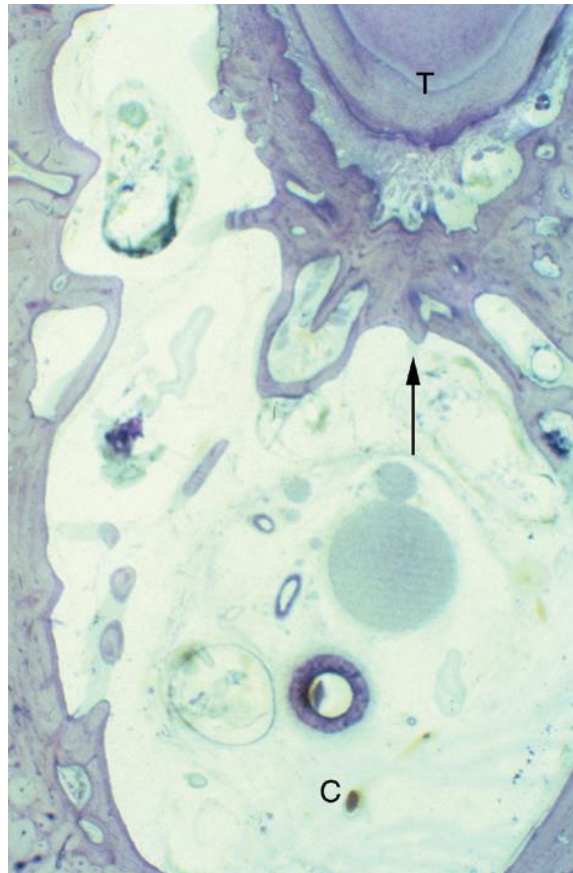


Fig. 47. Raíz mesial (T) del diente primer molar mandibular del perro, apréciase la delgada capa de hueso, separando el hueso alveolar del canal mandibular (C), (flechas)¹²² (Marretta SM, 1994).

Hay publicaciones que describen como se deben realizar los abordajes quirúrgicos a las distintas raíces dentarias en el perro y gato. Se deben realizar colgajos de mucosa oral y/o mucogingivales libres de tensión y de espesor completo, para tener un adecuado suministro sanguíneo y una amplia exposición del ápice y tejidos periapicales¹²⁸.

Es muy importante realizar una amputación completa del ápice, porque la mayoría de las endodoncias fracasan por un sellado insuficiente del ápice. Los estudios actuales recomiendan seccionar el ápice con un ángulo ligeramente oblicuo de 80° con respecto al eje longitudinal axial del diente y eliminar al menos 4 mm^{128,129,130} (Fig. 48).

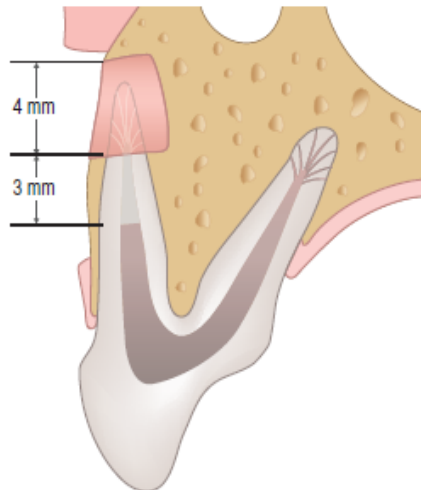


Fig. 48. Apicectomía y relleno retrógrado de la raíz mesiovestibular del cuarto premolar maxilar del perro. Apréciase el acceso lateral creado, eliminando 4 mm de ápice y tejido periapical y el relleno retrógrado de 3 mm del canal radicular¹²⁷. (Verstraete FJM, 2012).

Un gran número de artículos de investigación se centran en el estudio de diferentes materiales de relleno como la amalgama, cemento de óxido de Zinc y Eugenol (ZOE) modificado mediante adición de ácido etoxibenzoico (Bosworth superEBA[®], Bosworth Company), y agregado de trióxido mineral, MTA (ProRoot MTA[®], Dentsply). Siendo el MTA el material más evaluado, ya que, en odontología humana, es el que aporta un porcentaje de éxito superior al 80%¹⁴.

En otro estudio de evaluación de la regeneración del hueso periapical utilizando como material de relleno la amalgama, SuperEBA[®] y MTA se concluye que la mayor regeneración ósea se produce al utilizar el MTA, siendo la distancia entre el material y el hueso regenerado similar al grosor del ligamento periodontal¹³¹.

Otros estudios, utilizan diferentes materiales de relleno para evaluar la recuperación del tejido periapical. Uno de los estudios realiza una evaluación sobre los materiales óxido de Zinc y Eugenol (IRM[®], Dentsply), cemento de ionómero de vidrio (Geristore[®], DenMat Holdings LTT) y MTA, determinando, que los que permiten una mejor recuperación del tejido periapical son el IRM[®] y el MTA, no existiendo diferencias significativas entre ellos¹³².

Estos buenos resultados del MTA quedan reflejados en otros estudios en los que se observa que este material, produce una escasa inflamación y respuesta periapical¹³³ y es un material biocompatible que estimula la regeneración periapical¹³⁴. Otros estudios comparativos entre el MTA, IRM[®] SuperEBA[®] demuestran que aunque todos tienen buenos efectos histológicos periapicales, el MTA es el único que permite una deposición de los tejidos duros en contacto con el material¹³³, si además se utiliza el MTA fresco en lugar de fraguado, la incidencia de formación de cemento es mayor¹³⁵. Estos buenos resultados, en cuanto a la reparación de los tejidos periapicales con la elección del MTA como material de relleno, no mejoran con el uso de membranas o injerto de hueso¹³⁶.

También aparecen estudios centrados en la recuperación de los tejidos periapicales, en los que se comparan otros materiales de relleno como la gutapercha y el Diaket[®], 3M Espe (cemento sellador a base de resina polivinílica), en los que se comprueba que la respuesta del tejido es mejor con el uso de este último¹³⁷, no habiendo diferencias estadísticamente relevantes entre el uso del Diaket[®] en combinación o no con fosfato tricálcico¹³⁸.

Otro punto de estudio sobre los materiales de relleno es su capacidad de impermeabilización, evaluando de este modo si las filtraciones están relacionadas con la aparición de problemas en la reparación de los tejidos. En un estudio de evaluación donde se comparaban las diferentes permeabilidades de la amalgama, el ionómero de vidrio y el composite, se comprobó que no había diferencias significativas entre ellos, por lo que se descarta la relación del uso de uno u otro en la aparición de problemas en la reparación de los tejidos relacionados con la permeabilidad de los materiales¹³⁹.

Numerosos artículos evalúan el uso de varios compuestos tras la apicectomía, para mejorar la regeneración de los tejidos blandos o el hueso. Así, se han hecho estudios sobre la influencia de la adición del sulfato de calcio como estimulante de la reparación periradicular, comprobándose que no existe diferencia entre su uso o no.

Hay una publicación que compara los resultados entre el uso de membranas de politetrafluoretileno expandido (e-PTFE), de ácido láctico-co ácido glicólico (PLGA) y de colágeno con el sulfato de calcio, determinándose que los mejores resultados, se obtienen con la membrana e-PTFE (no reabsorbible) y que ésta puede sustituir al uso del sulfato de calcio¹⁴¹. También existes referencias bibliográficas comprobando los buenos resultados del uso de la proteína de la matriz del esmalte (EMP) en el uso como adyuvante en la regeneración periodontal¹⁴².

Existen estudios histológicos que documentan el seguimiento de la respuesta pulpar tras la realización de una apicectomía en una de las raíces de un diente multiradicular¹⁴³, y estudios histológicos sobre la reparación de los tejidos, tras el uso de membranas reabsorbibles que mejoran la regeneración ósea cuando existen defectos óseos a la hora de realizar la cirugía periapical¹⁴⁴.

Se han encontrado referencias bibliográficas, menos profundas, sobre la influencia del diámetro del foramen apical y la intensidad de la contaminación del canal, sobre la reparación de los tejidos periapicales en los casos de necrosis pulpar¹⁴⁵, acerca de los buenos resultados con la utilización de factores de crecimiento exógenos (Factor de crecimiento fibroblástico FGF, Factor de crecimiento insulínico IGF y Factor de crecimiento plaquetario PDGF) en la regeneración del hueso periapical, en estudios experimentales en perros¹⁴⁶ y sobre el uso del láser CO₂ como mecanismo de esterilización de la cavidad pulpar, no suponiendo ningún obstáculo para la curación¹⁴⁷.

2.4.2. Técnicas de apicectomías dentarias en animales exóticos

Debido a los buenos resultados obtenidos tras la realización de apicectomías como resolución de problemas periapicales en especies donde esta técnica tiene un mayor desarrollo, se ha optado, en ciertas ocasiones, por aplicar la misma en distintas especies de animales exóticos. De este modo, en la revisión, se pueden encontrar tanto artículos de seguimiento como de divulgación de los resultados de la aplicación de la técnica en animales donde es menos común.

Parte de la bibliografía encontrada se centra en el estudio retrospectivo de un gran número de casos de abscesos apicales en llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Vicugna pacos*), la mayoría de ellos tratados mediante extracción dentaria. En este estudio fueron registrados todos los datos posibles sobre signos clínicos, historia, dientes afectados, desarrollo de la técnica, complicaciones postoperatorias (reinfeción, osteomielitis...). Tras realizar el estudio se comprobó que aquellos animales que llegaban a la cirugía en buena condición corporal, tenían una supervivencia mayor que aquellos que tenían alguna patología debilitante o concomitante, sufriendo estos últimos mayores complicaciones, pudiendo estar asociados con la alimentación, debida a la nueva mecánica de masticación resultante de las extracciones realizadas, de este modo podría conocerse si, en este caso, la apicectomía sería una mejor técnica de resolución del problema, no ya desde un punto de vista estético sino funcional¹⁴⁸.

Otro caso describe la aplicación de la técnica en un Castor Americano (*Castor canadensis*) en el que la apicectomía tenía como objetivo solucionar un problema de sobrecrecimiento de un incisivo mandibular, en el cual la extracción dentaria fue rechazada, debido a la gran porción dentaria alojada en la mandíbula, típico de los roedores, que podría acarrear distintas complicaciones¹⁴⁹.

Hay una referencia bibliográfica sobre una apicectomía realizada en un Koala (*Phascolarctos cinereus*) con un seno mandibular supurativo¹⁵⁰. En este caso, durante la intervención, la fresa quedo encajada debido a la anatomía del diente, teniendo que recurrir a la realización de una apicectomía. El problema periapical quedo resuelto dos años después de la intervención.

Sin embargo, a la hora de revisar la bibliografía disponible, puede apreciarse que la mayoría de los trabajos realizados, sobre las apicectomías en los animales exóticos, tienen como objetivo la experimentación. Se han utilizado distintas especies animales como “minipigs”, primates, ratas, hurones... siendo los primates (*Macaca mulatta*) la especie más utilizada debido a la mayor fiabilidad a la hora de extrapolar los resultados obtenidos en la especie humana.

Entre los estudios encontrados es todas estas especies, destaca el estudio en “minipigs” Göttingen sobre el uso de conos de óxido de zirconio vs. titanio para sellar los dientes tras la apicectomía, obteniéndose unos resultados positivos¹⁵¹.

En los macacos pueden encontrarse estudios sobre los patrones de resorción tras la apicectomía¹⁵², estudios histopatológicos, de diferente duración de seguimiento, de la respuesta pulpar y periapical tras la apicectomía^{153,154}, observando que la degeneración pulpar es reemplazada por el ligamento periodontal y se reviste la zona por cemento. Hay otras referencias sobre la influencia del injerto de hidroxiapatita para rellenar los defectos óseos en la regeneración ósea¹⁵⁵, comprobándose que es un material biocompatible y tolerable, que permite una buena osificación. Varios estudios se centran en la evaluación del ionómero de vidrio como material de relleno, examinando la respuesta tisular producida a su alrededor^{156,157}.

En la rata (*Mus musculus*), hay varias publicaciones que evalúan la respuesta del tejido periapical a distintos materiales de relleno¹⁵⁸, siendo este también un tema recurrente en los estudios realizados en los hurones, donde pueden encontrarse dos estudios que comparan, por un lado, la amalgama y el óxido de Zinc-Eugenol¹⁵⁹ (IRM[®], Dentsply) y en otro estudio, el ionómero de vidrio y la gutta-percha¹⁶⁰, extrayéndose de estos dos estudios que la amalgama y el ionómero de vidrio son los mejores materiales de relleno, no existiendo estudios en los que se enfrente estos dos mejores materiales, ya que producen una menor inflamación y permiten una curación tisular y regeneración ósea mejor.

2.4.3 Técnicas de apicectomías dentarias en caballos

Como en el caso de los lagomorfos, la documentación disponible sobre la técnica de interés, en équidos, es reducida. Sin embargo, existe bibliografía sobre estudios experimentales, y artículos que se refieren a la idoneidad o no de la aplicación de dicho tratamiento al presentarse patologías periapicales.

Podemos encontrar estudios en los que la apicectomía es considerada un tratamiento adecuado para esta especie, considerando las indicaciones, contraindicaciones y complicaciones de la misma^{161, 162}.

En otro artículo posterior, se realiza la revisión de cuatro casos clínicos de caballos afectados por patologías periapicales, donde se destaca la conveniencia de la extracción dentaria frente a la apicectomía, en la enfermedades periapicales, debido a la dificultad presentada en la cura de la infección¹⁶³.

Estudios más recientes, reflejan la importancia de la adecuada selección de los casos (mediante técnicas de diagnóstico por imagen avanzadas) y la mejoría de las técnicas quirúrgicas, para que el porcentaje de fracaso de esta cirugía sea el menor posible¹⁶⁴, estableciéndose como conclusiones que debe haber una mayor evolución y desarrollo de la técnica, tanto en la selección de los casos como en la elección de los materiales, para que sea considerada una técnica de uso generalizado con un alto porcentaje de éxito.

Con respecto a los artículos sobre investigación de esta técnica en los équidos, en la revisión aparece un estudio in vitro en el que se compara la eficacia como material de sellado de tres materiales (cemento de óxido de zinc-eugenol reforzado-IRM[®], resina de ionómero de vidrio modificado y amalgama). En él se demuestra, que los resultados in vitro son mejores con cemento de óxido de zinc-eugenol reforzado (IRM), siendo el mejor material en la situación clínica, debido a su facilidad de manejo y la menor sensibilidad a la humedad del medio, comparado con los otros dos materiales¹⁶⁵.

2.4.4. Técnicas de apicectomías dentarias en conejos

Las apicectomía en los lagomorfos (conejos) es una técnica muy poco desarrollada, lo que se ve reflejado en la escasa bibliografía internacional disponible sobre el tema, de ahí el interés del proyecto de investigación del que es parte la presente revisión bibliográfica.

Como hemos descrito anteriormente, los dientes de los conejos, son de crecimiento continuo y el objetivo de la apicectomía en esta especie es detener el crecimiento de los mismos, cuando existen patologías periapicales que puedan producir los, siempre graves y de difícil tratamiento, abscesos mandibulares. Por la anatomía craneal de esta especie, solo se pueden realizar las apicectomías en los premolares y molares mandibulares, pues en el resto de los dientes (incisivos superiores, inferiores y premolares y molares superiores), el acceso quirúrgico a los ápices implicaría destrucción o lesiones de otros órganos y estructuras importantes, como serían: la cavidad nasal en el caso de los incisivos superiores, el cuerpo mandibular (con riesgo de fractura mandibular) en los incisivos inferiores y el globo ocular en los premolares y molares superiores.

La mayoría de los artículos revisados sobre la citada técnica en los lagomorfos, presentan como temática la investigación experimental de nuevas técnicas o procesos, como fase inicial para la implantación de los mismos en otras especies donde la técnica presenta un mayor desarrollo.

De toda la bibliografía consultada, destacan particularmente las publicaciones de Crossley , pues ha sido el autor, que más referencias sobre odontología y apicectomías en lagomorfos ha publicado. Ha sido el primero en describir la técnica en conejos y roedores y ver los cambios que sufre el diente apicectomizado. Explica que la apicectomía en conejos , como en otras especies, consiste en la extirpación quirúrgica del ápice del diente, pero la particularidad es que son dientes de crecimiento continuo, indicando que es un método sencillo para impedir un mayor crecimiento de los dientes premolares y molares mandibulares^{99, 114, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173,174} .

En una publicación¹⁶⁶ se indica como es la localización e identificación radiológica de las patologías de los ápices de los premolares y molares mandibulares, como realizar el acceso quirúrgico a los mismos, que material usar para el fresado del hueso, como controlar las poco frecuentes hemorragias graves en conejos y chinchillas, haciendo presión con una gasa húmeda y como lavar la herida y suturala.

Esta técnica también se ha aplicado en los dientes incisivos mandibulares en los grandes roedores. En la misma publicación se describe, que tras la apicectomía dentaria pueden ocurrir los siguientes cambios en el diente apicectomizado:

- El diente puede permanecer como estaba, sin crecer continuamente, y quedarse anquilosado.
- El diente puede reabsorberse total o parcialmente.
- El diente continua creciendo y erupcionando hasta que es desgastado o perdido.

Explica que en cualquiera de los dos casos, los dientes antagonistas necesitaran un mantenimiento continuo, pero, los dientes superiores crecerán y erupcionarán más lentamente, pero en algunas ocasiones, pueden dejar de hacerlo después de un intervalo variable.

Uno de los estudios pretende comprobar el efecto, sobre la permeabilidad del material de relleno y la reparación ósea, de la irrigación de doxiciclina o ácido cítrico¹⁷⁵. demostrándose que la permeabilidad del Super EBA[®] y MTA es menor que en el caso de la amalgama, independientemente de la irrigación, indicando que la irrigación de dichos componentes no tiene un efecto significativo ni en la permeabilidad ni en la reparación ósea.

Otro de los estudios trata también de buscar un adyuvante para la reparación de defectos óseos, que pueden presentarse en la apicectomía, mediante la reparación de dichos defectos con colágeno heterólogo tipo I, demostrándose que facilita la regeneración ósea en los defectos¹⁷⁶.

En una publicación, se realiza un estudio histológico que demostraba la mejoría de la osteogénesis y cementogénesis, tras las apicectomías mediante el injerto de matriz de hueso alogénico descalcificado¹⁷⁷.

Es importante destacar el papel que representan los lagomorfos en el desarrollo de diversas investigaciones, en este caso del área odontológica, debido a las características de dichos animales (facilidad de manejo y estabulación, pequeño tamaño, posibilidad de extrapolación a humanos...), como demuestran los diversos artículos

sobre investigación, de temática tan curiosa como el uso del maxilar inferior del orden lagomorfos como material de investigación en implantología experimental, en el que se demuestran los buenos resultados del uso de la región milohioidea de la mandíbula del conejo como alternativa al uso de la región diafisaria de la tibia o el implante intraoral en el diastema mandibular gracias al estudio de las características histológicas de dicha región¹⁷⁸.

2.5. MATERIALES USADOS EN APICECTOMÍAS

Las características ideales de un material de obturación retrógrada usado para las apicectomías, son las mismas que las de un material de obturación de conductos. Estos materiales deben adherirse a las paredes de la preparación y sellar el sistema de conductos radiculares, no deben ser tóxicos ni electroquímicamente activos, deben ser bien tolerados por los tejidos perirradiculares sin teñirlos, estimular la cicatrización, fáciles de manipular y radiopacos, dimensionalmente estables, no absorbibles y no ser afectados por la presencia de humedad⁸⁸.

La biotolerancia del material de obturación es importante por el hecho de que una vez aplicado, entra en contacto con el exudado líquido intersticial y no debe influir negativamente en la acumulación de tejido conectivo vital, a nivel transversal de la raíz, durante y después del proceso biológico de curación. Se han utilizado muchos tipos de materiales de obturación y aunque no existe ninguno que cumpla todos los requisitos, mencionados anteriormente, deben poseer unas condiciones básicas de carácter biológico, físico y práctico¹⁷⁹.

En la actualidad, se sigue investigando buscando el material ideal. Numerosos estudios muestran resultados satisfactorios con la gutapercha, cementos de óxido de zinc eugenol (ZOE), resinas compuestas (composites), compómeros, ionómeros de vidrio, cementos de policarboxilato, pins de cerámica y óxido de aluminio, tornillos de titanio, oro cohesivo, teflón, MTA, etc. Sin embargo, la amalgama de plata es el más,

común y, aunque no cumpla los requisitos del material ideal, por su uso extendido se puede considerar como el patrón de referencia¹⁸⁰.

2.5.1. Materiales dentales usados en apicectomías en el hombre

En los últimos años la literatura científica han destacado los inconvenientes del uso de la amalgama con argumentos que desaconsejan su uso. Dorn y Gartner, en 1990, publicaron en 1990 un estudio de 488 casos, con un seguimiento de 6 meses a 10 años, reflejando un porcentaje de éxitos del 95% para SuperEBA[®], del 91% para el IRM[®] y del 75% para la amalgama de plata sin zinc¹⁸¹.

Higa y cols., en 1994 realizaron un trabajo en 60 dientes mostrando una filtración significativamente menor el SuperEBA[®] e IRM[®] que la amalgama¹⁸².

O'Connor y cols., en 1995 evaluaron la capacidad de sellado de la amalgama con barniz y el cemento SuperEBA[®]. El análisis estadístico de los resultados mostró una filtración significativamente menor del SuperEBA[®] que la amalgama con barniz¹⁸³.

Torabinejad y cols., en 1994, compararon la filtración de un colorante en cavidades retrógradas obturadas con amalgama, SuperEBA[®], IRM[®] y MTA. Los resultados mostraron una diferencia estadísticamente significativa, en la filtración de los diversos materiales, siendo el MTA el que presentaba una filtración menor que el resto de los materiales^{88, 184}.

Los cementos de ionómero de vidrio han sido propuestos como una alternativa a la amalgama. Chong y cols. en 1994, estudiaron la actividad antibacteriana del ionómero de vidrio Vitrebond[®] (3M) comparándolo con otros materiales (cementos de óxido de zinc eugenol reforzado y amalgama de plata); los resultados de este trabajo mostraron una superioridad en la actividad antibacteriana del ionómero de vidrio frente al resto de materiales utilizados¹⁸⁵.

Sin embargo Biggs y cols. en 1995, realizaron un estudio en dientes retrobturados con amalgama, SuperEBA[®] e ionómero de vidrio reforzado con plata, y en todos los casos estudiados el ionómero presentó peores resultados¹⁸⁶.

McDonald y cols. en 1994, estudiaron la filtración usando un cemento de apatita, en comparación con la amalgama de plata con barniz y SuperEBA[®]. Los resultados de este estudio in vitro muestran que el cemento de apatita proporciona un sellado apical mejor, comparable a los otros dos materiales utilizados¹⁸⁷.

Danin y cols. en 1994, colocaron tornillos de titanio roscados para realizar la obturación retrógrada comparándolos con otros materiales. Los resultados de este estudio in vitro parecieron ser muy esperanzadores, pues se obtuvieron buenos resultados¹⁸⁸.

Desde 1993 el grupo de trabajo de Torabinejad⁸⁸, analiza una mezcla de MTA, consiguiendo una buena regeneración tisular con inducción cementoblástica, menor citotoxicidad y mejor sellado con ausencia de filtración, comparándola con el IRM[®] y el SuperEBA^{®184}.

Este material, MTA, está compuesto, principalmente, por silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico y óxido de silicato, con pequeñas cantidades de óxido de bismuto, que le da radiopacidad, homogeneidad y manejabilidad^{72, 189}. García Barbero y cols. en el año 2000, analizaron este material mediante microscopio electrónico de transmisión y difracción de rayos X, encontrando en su composición óxido de magnesio, sulfato cálcico deshidratado, silicato tricálcico, silicato bicálcico, ferritoaluminato tetracálcico, aluminato tricálcico y óxido de bismuto que son los componentes habituales de los cementos tipo Portland¹⁹⁰.

El MTA se ha indicado en protección pulpar directa, en pulpotomías en dientes con ápices inmaduros, en obturaciones retrógradas, en reparación de perforaciones radiculares y en el tratamiento de lesiones por reabsorción¹⁹¹.

Un trabajo realizado por Torabinejad y cols. en 1995 en perros, comparando el MTA y amalgama de plata, mostró una menor inflamación perirradicular adyacente al MTA y la presencia de cemento sobre la superficie del mismo¹⁹².

Yatsushiro y cols. en 1998, compararon la microfiltración de la amalgama y el MTA en un estudio in vitro, obteniendo un mayor porcentaje de filtración en el grupo de la amalgama¹⁹³.

En la actualidad se siguen realizando trabajos con diferentes materiales de obturación en búsqueda del material ideal. Sin embargo, es muy importante distinguir entre resultados in vitro y clínicos. Según Gay y cols. los mejores resultados clínicos se han obtenido con la amalgama de plata, la gutapercha bruñida en frío y el oro cohesivo; y los mejores resultados in vitro con el MTA, los composites, tornillos de titanio y los ionómeros de vidrio¹⁹⁴.

2.5.2. Materiales dentales usados en apicectomías en odontología veterinaria.

Existe poca bibliografía sobre el uso de materiales dentales usados para la apicectomía en odontología veterinaria y casi todas las referencias son en pequeños animales, alguna en équidos y animales de experimentación y casi ninguna en conejos.

Las características ideales del material usado, son las mismas que en odontología humana.

Se han usado distintos materiales para la retrobturación de los dientes apicectomizados en pequeños animales y todos ellos han demostrados buenos resultados^{127, 195, 196, 197}.

Las nuevas amalgamas con zinc con un alto contenido en cobre, son mejores que las de bajo contenido, debido a las menores alteraciones a nivel apical¹²⁷. Pero hay estudios que demuestran que la amalgama solo es eficaz en un 75% para prevenir las microfiltraciones debido a la corrosión¹⁹⁸.

La amalgama y el SuperEBA[®] han sido, tradicionalmente, los dos materiales más usados en las apicectomías en odontología humana ^{127, 196, 199}.

En comparación con la amalgama, el IRM ha demostrado unos resultados mejores, del 94%, debido a su mejor capacidad de sellado y baja contracción ^{127, 196}.

También se han usado composites, porque consiguen un buen sellado apical en comparación con otros materiales, pero la dificultad de este material, es que necesita ser puesto en un campo totalmente seco y son muy sensibles a su técnica de aplicación ^{127, 130}.

Los cementos de monómero de vidrio se han usado con buenos resultados, demostrando mejores resultados que el óxido de zinc-Eugenol y la amalgama en usos in vitro e in vivo ^{127, 200, 201}.

En otras publicaciones, se demuestran las ventajas del uso del MTA frente a otros materiales, debido a su menor toxicidad y excelente biocompatibilidad, pero como inconvenientes describen que es un material muy sensible con un mayor tiempo de fraguado y coste ^{127, 200, 202, 203}.

Gómez y cols. en 2013, observaron que el quitosán (polímero derivado de la quitina y extraído de crustáceos por tratamiento con ácido para disolver el carbonato cálcico seguido de extracción alcalina para solubilizar las proteínas), aplicado en forma de membrana tras las extracciones dentarias, en apicectomías y en defectos craneales en conejos, aumenta la formación de tejido óseo confirmado mediante radiografía y biopsia ósea ²⁰⁴.

Treviño en 2014, estudió la selección del material ideal para la obturación retrógrada, evaluando la biocompatibilidad de tres materiales; un nuevo material bioactivo sustituto de dentina que está compuesto de silicato tricálcico, carbonato de calcio, óxido de zirconio en polvo y un líquido a base de agua que contiene cloruro de calcio como acelerador de fraguado y reductor de agua del agente (Biodentine[®],

Septodon), otro material compuesto de silicatos de calcio, fosfato de calcio monobásico, óxido de zirconio, óxido de tántalo y agentes espesantes (ERRM[®], EndoSequence Root Repair Materials Putty, ERRM Putty; Brasseler, Savannah, GA) y finalmente el MTA, utilizando 16 ratones de la especie *Mus Musculus* y estableciendo como conclusiones que la Biodentine[®] y al ERRM[®] son unos materiales promesa para los procedimientos dentales clínicos por su buena biocompatibilidad presentada, convirtiéndose en interesantes alternativas al MTA, ya que este último fue el que menos biocompatibilidad presentó en esta investigación²⁰⁵.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La bibliografía existente hasta ahora referida a la apicectomía como técnica quirúrgica en odontología, muestra numerosas investigaciones en la especie humana, en las que se han usado distintas técnicas y materiales, y algunas referencias en pequeños animales (perro y gato) y en équidos. No se han estudiado las respuestas histológicas de los tejidos dentarios, periapicales y óseos, ni las características del material idóneo de retrobturación en los conejos, ni desde el punto de vista de los mismos como animales de experimentación, ni como sus aplicaciones clínicas.

Las primeras investigaciones sobre esta técnica en conejos son prometedoras y muestran que el ionómero de vidrio y el composite son materiales idóneos en cuanto a su facilidad de manejo, estabilidad, poca toxicidad, y baja incidencia de complicaciones y pueden ser empleados en la apicectomías de los premolares y molares inferiores del conejo. Sin embargo, son escasas las aportaciones realizadas al respecto. Por ello, y teniendo en cuenta el interés creciente del conejo como mascota en la clínica veterinaria, hemos considerado justificado la realización de este trabajo de investigación, y esperamos que la respuesta de los tejidos óseos periapicales y dentarios en los dientes inferiores o mandibulares del conejo sea buena usando el iónomero de vidrio y el composite, y además queremos determinar cuál de los dos materiales presenta mayores ventajas.

Por consiguiente, los objetivos de este trabajo son los que se enumeran a continuación:

1. Valorar los cambios dentarios y óseos periapicales mediante diagnóstico por imagen (radiología), en los premolares y molares inferiores apicectomizados en el conejo de experimentación utilizando tres distintos materiales:
 - Sellado con hidróxido de calcio en polvo y pasta.
 - Retrobturación con ionómero de vidrio.
 - Retrobturación con composite.

2. Valorar histológicamente los cambios dentarios apicales y óseos (periapicales) en los casos usados hidróxido de calcio en polvo y pasta, iónomero de vidrio y composite.

3. Describir las ventajas y desventajas del uso de cada tipo de material en la retrobturación de los dientes premolares inferiores del conejo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4. MATERIALES

4.1. MATERIALES

4.1.1. Animales.

Se realizaron las intervenciones en 10 conejos adultos machos de experimentación (Raza Neo Zelandesa). Los animales proceden de un centro productor reconocido de animales de experimentación, Granja Cunícola San Bernardo, S.L., Tulebras, Navarra. Esta granja está calificada como centro suministrador de animales de laboratorio.

Este estudio fue realizado en el servicio de cirugía experimental del Hospital Militar Central de la Defensa “Gómez Ulla” de Madrid, cumpliendo la normativa vigente sobre protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos del Real Decreto 1201/2005, de 10 de octubre de 2005 (BOE nº. 252)

4.1.2. Instalaciones.

Las intervenciones quirúrgicas y alojamiento de los animales durante el estudio, se realizaron en el Servicio de Cirugía Experimental del Hospital Militar Central de la Defensa “Gómez Ulla” de Madrid. Las instalaciones de las que hicimos uso durante la experiencia fueron las siguientes:

- Jaulas para el alojamiento de los animales.
- Zona de preparación.
- Zona de lavado prequirúrgico
- Quirófano con luz fría, aspirador quirúrgico, equipo anestésico con vaporizador de sevoflorano, monitorizadores de función cardíaca y respiratoria.

Las preparaciones histológicas fueron realizadas por el equipo del Dr. Fernando María Muñoz Guzón, del departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Facultad de Veterinaria de Lugo de la Universidad de Santiago de Compostela (España).

4.1.3. Material e instrumental.

4.1.3.1. Material auxiliar.

- Pijama quirúrgico.
- Gorros.
- Mascarillas.
- Calzas.
- Cateter endovenoso 22 G x 0,75" (0.7 x 19 mm).
- Jeringas estériles de 1 ml con aguja de 23 G x 1" (0.6 x 25 mm).
- Jabón antiséptico yodado para cirugía (Betadine[®] solución quirúrgica).
- Guantes estériles.
- Gasas estériles.
- Peladora.

4.1.3.2. Realización de las apicectomías.

- Material de cirugía general: mango de bisturí nº 3 y nº 4, hoja de bisturí nº 15 y 21, separadores de Farabeuf, pinzas de disección, tijeras de disección Mayo rectas, tijeras de Metzembaum rectas y curvas, portagujas de Mayo.
- Material específico de traumatología: periostotomo. Separadores de Senn – Miller.
- Sutura reabsorbible de ácido poliglicólico (PGA[®]) USP 4/0, 70 cm de largo, métrico 3.5, con aguja triangular de ½ círculo de 30 mm (Lab. Aragón S.A.).
- Equipo dental con micromotor de aire, pieza de mano recta, contra-ángulo y turbina.
- Fresas de bola de tungsteno para contra-ángulo RA- ISO 500 104 001 001 018.
- Fresas de fisura de diamante para turbina de grano medio (106 µm max.). FG – ISO 856 314 001 018.

4.1.3.3. Colocación de los distintos materiales de sellado y retrobturación.

- Minobrochitas odontológicas.
- Hidróxido de calcio puro en polvo[®] (Dentaflux, España).
- Pasta de hidróxido de calcio Dycal[®] Dentin (Dentsply, Suecia).
- Cemento de ionómero de vidrio Ketac Cem µ[®] (3M Espe, EEUU).
- Gel de grabado ácido al 37%[®] (Henry Schein, EEUU).

- Adhesivo dentario fotopolimerizable One Coat Bond® (Coltene, Suiza).
- Composite fluído nano-optimizado A3 Tetric EvoFlow® (Ivoclar Vivadent. Liechtenstein).
- Lámpara de fotopolimerización del composite Astralis 5® (Ivoclar Vivadent. Liechtenstein)

4.1.3.4. Radiología.

- Unidad de radiología RADIOLOGIA Mod DPV 100-100. (Radiología SA, España).
- Películas 24 x 30 cm (Kodak, MXG, EEUU).
- Cassette (Kodak x-omatic, EEUU).
- Líquidos de revelado.

4.1.3.5. Fotografía.

- Cámara Canon EOS 40 D.
- Objetivo Canon EF 50 mm f/2.5 Compact Macro.
- Flash Macro Ring Lite MR-14EX II- Flash Speedlite.

4.1.3.6. Anestesia.

- Ketamina (Imalgene 500[®], Meril Laboratorios SA, Barcelona, España).
- Lidocaína (Lidocaína 2% Braun[®], B Braun Medical SA, Barcelona, España).
- Medetomidina (Domtor[®], Pfizer SA, Madrid, España).
- Morfina (Cloruro Mórfico Braun[®] 1%, B Braun Medical SA, Barcelona, España).
- Mezcla gaseosa de oxígeno al 100% y sevoflorano al 3,5- 4% (SevoFlo[®], Esteve Veterinaria Laboratorios, Barcelona, España).
- Propofol (Vetofol[®] 10mg/ml, Esteve Veterinaria Laboratorios, Barcelona, España).

4.1.3.7. Eutanasia y necropsia.

- Pentobarbital sódico (Tiobarbital Braun[®], B. Braun Medical SA, Barcelona, España).
- Formaldehido al 4% y tamponado a ph 7.2.
- Bisturí nº. 4 con hoja del nº 21.

4.1.3.8. Material para la ejecución de las preparaciones.

- Alcohol al 70%, 80%, 96% y 100%.

- Glicolmetacrilato (Technovit 7200® VLC-Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania).
- Alcohol etílico.
- Peróxido de benzoilo (BPO®: Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania).
- Resina (Technovit 4000® Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania).
- Sistema de corte; sierra de banda (Exakt 300 CP® System, Aparatebau GMBH, Hamburgo, Alemania).
- Bomba de vacío (Exakt 401®, Aparatebau GMBH, Hamburgo, Alemania).
- Sistema de microdesgaste (Exakt 400CS®, Aparatebau GMBH, Hamburgo, Alemania).
- Papeles de lija abrasivos de carburo de silicio del nº. 1200 y 4000.
- Prensa de fotepegado (Exakt 402®, Aparatebau GMBH, Hamburgo, Alemania).
- Resina específica (Technovit 7210® - Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania).

4.1.3.9. Realización de tinciones e histología.

- Tinción de Levai- Laczkó.
- Microscopio óptico Nikon Mikrophot-FXA; Nikon, Leitz, Alemania.
- Cámara Kodak Professional DCS 420; Kodak, Rochester, NY, EEUU.

- Adobe photoshop 7.0 Adobe, San Jose, CA, EEUU.
- Ordenador HP G 62 Notebook PC, Intel® Core i3 CPU.

4.1.3.10. Estudio estadístico.

- Programa estadístico SPSS v12.0 para Windows.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Protocolo.

Se procedió a realizar la apicectomía de los dientes 407, 408 y 409 (3° y 4° premolar inferior derecho y 1° molar inferior derecho) en los 10 animales. En todos los dientes apicectomizados, se aplicaron una primera capa de hidróxido de calcio en polvo (Hidróxido de calcio puro en polvo[®]), y una segunda con hidróxido de calcio en pasta (Dycal[®] Dentin). En el diente 407 apicectomizado no se puso ningún material de retrobturación. Pero en el diente 408 apicectomizado se realizó una retrobturación del mismo con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]) y en el diente 409 apicectomizado una retroobturación con composite (Tetric EvoFlow[®]).

El sacrificio de los animales fue realizado a las 4 y 8 semanas después de la intervención quirúrgica.

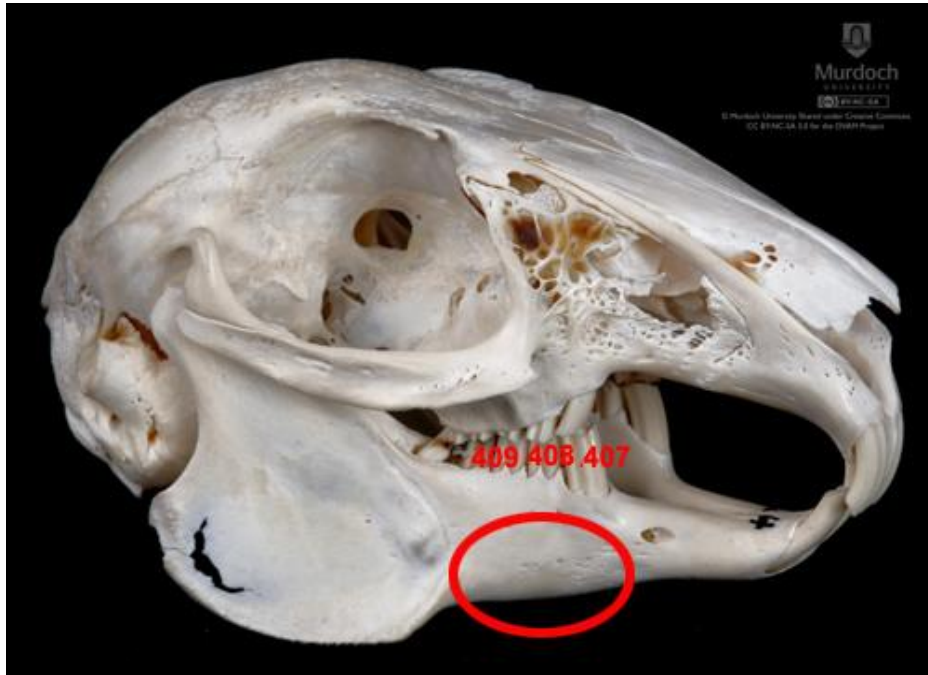


Fig. 49. Fotografía del cráneo de un conejo. Se muestra con una elipse roja, la zona quirúrgica de abordaje a los ápices dentarios de los dientes 407, 408 y 409²⁰⁶. (<http://www.onlineveterinaryanatomy.net/content/cottontail-rabbit-skull>).

4.2.2. Preparación de los animales y anestesia.

La premedicación se realizó con medetomidina (Domtor[®], Pfizer SA, Madrid, España), ketamina (Imalgene 500[®], Merial Laboratorios SA, Barcelona, España) y Morfina (Cloruro Mórfico Braun[®] 1%, B Braun Medical SA, Barcelona, España) por vía intramuscular en la extremidad posterior derecha en la misma jeringa.

Para la inducción usamos propofol intravenoso de 20-30 minutos después de la premedicación.

Una vez intubados endotraquealmente, se mantuvo el plano anestésico adecuado con una mezcla de oxígeno y sevoflorano (Tabla 1) y se realiza un bloqueo anestésico del nervio alveolar mandibular derecho con lidocaína.

PROTOCOLO ANESTÉSICO	
Premedicación	Medetomidina (0,25 mg/Kg IM), Ketamina (5 mg/Kg IM), Morfina (3 mg/Kg/IM)
Inducción	Propofol (5mg/Kg IV)
Mantenimiento	Mezcla gaseosa del oxígeno al 100% y Sevoflorano al 4%
Anestesia local nervio alveolar mandibular derecho	Lidocaína 2% (2 mg/Kg)

Tabla 1. Protocolo anestésico.

4.2.3. Preparación del campo quirúrgico.

Se procedió a depilar la zona a intervenir con una peladora y se realizaron tres lavados con alcohol y povidona yodada alternados.

4.2.4. Procedimiento quirúrgico.

4.2.4.1. Realización de la exposición quirúrgica del hueso mandibular.

El abordaje se realizó haciendo una incisión cutánea siguiendo el borde ventral de la mandíbula derecha (Fig. 50), profundizando a través del tejido subcutáneo e incidiendo la fascia muscular de inserción del músculo masetero hasta alcanzar el hueso

(Fig. 51). Una vez localizado el hueso mandibular, se incide con el bisturí en el periostio y se eleva subperióticamente las inserciones musculares.

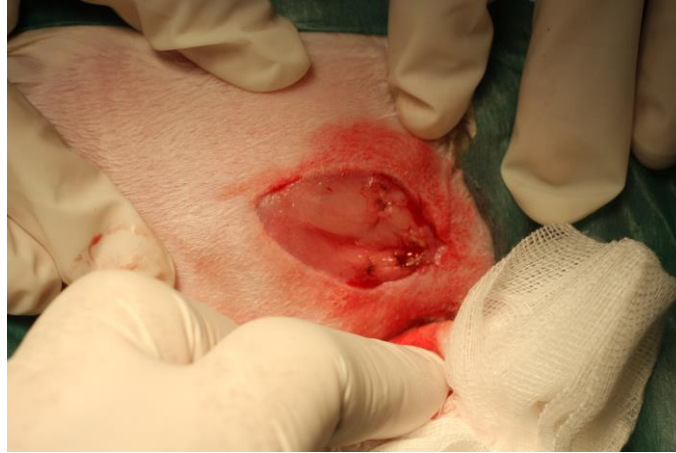


Fig. 50. Incisión en la piel y exposición del tejido subcutáneo y músculo masetero.

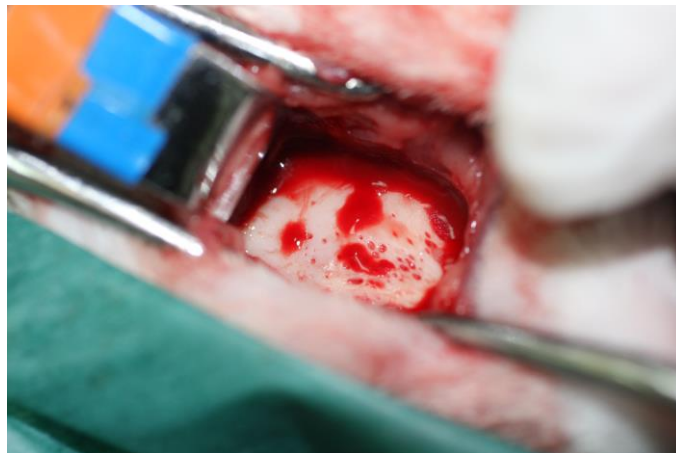


Fig. 51. Exposición del hueso mandibular.

4.2.4.2. Realización de la ostectomía de la corteza mandibular para la exposición radicular.

Desperiostizado el hueso mandibular, se fresa con contra-ángulo y fresas de bola de tungsteno RA-ISO 500 104 001 001 018, la cara externa de la hemimandíbula derecha hasta visualizar las raíces de los dientes 407, 408 y 409 (Fig. 52). La preparación ósea se realiza bajo irrigación abundante con suero fisiológico a menos de 2000 rpm.

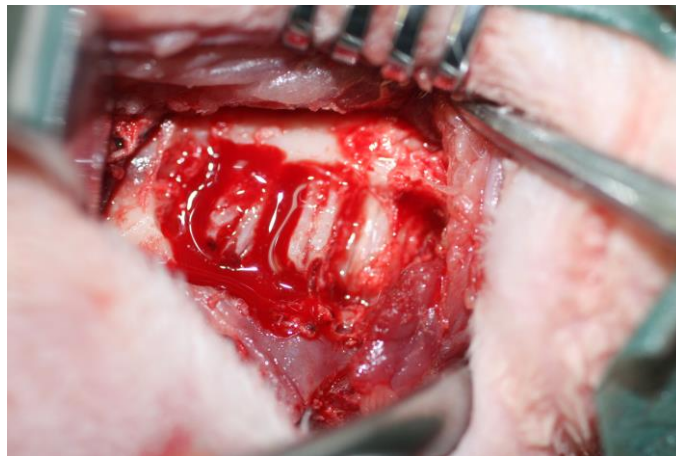


Fig. 52. Raíces de los dientes 407, 408 y 409, después del fresado del hueso mandibular.

4.2.4.3. Realización de las apicectomías.

Con una turbina y una fresa de fisura de diamante para turbina de grano medio (106 μ m max.). FG-ISO 856 314 001 018, se realiza una resección completa apical o apicectomía de los dientes 407, 408 y 409 (Fig. 53).

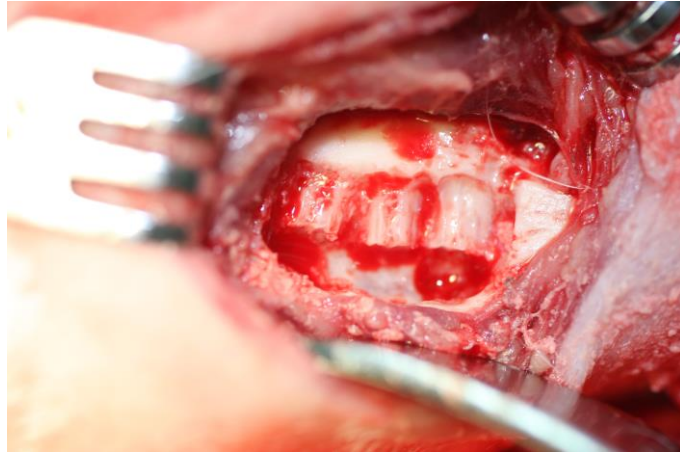


Fig. 53. Apicectomías de los dientes 407, 408 y 409.

4.2.4.4. Colocación de los materiales de sellado y obturación de los ápices dentarios.

A continuación sobre la porción de todos los dientes apicectomizados, se coloca una primera capa muy fina (< 1 mm) de hidróxido de calcio en polvo (Hidróxido de calcio puro en polvo[®]), y sobre esta una segunda capa, también muy fina (< 1 mm) de hidróxido de calcio en pasta (Dycal[®] Dentin) (Fig. 54).

En el primer diente, 407, no se coloca ningún material de retrobturación, para dejar esta pieza como control, pero en el diente 408 se realiza una retrobturación con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]) y en el 409 con composite (Tetric EvoFlow[®]), previo grabado ácido con gel de grabado ácido al 37%[®] y aplicación del adhesivo dentario fotopolimerizable One Coat Bond[®] (Fig. 55 - 58).

Por último, cerramos la incisión por planos, el subcutáneo con PGA[®] 4/0 en un patrón continuo simple y la piel, también, con PGA[®] 4/0 con una sutura intradérmica (Fig. 58).

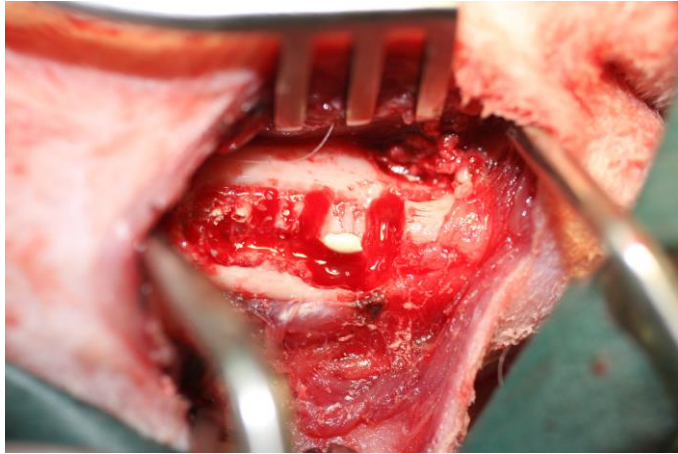


Fig. 54. Aplicación de hidróxido de calcio en polvo (Hidróxido de calcio puro en polvo[®]), y sobre esta una segunda capa, también muy fina (< 1 mm) de hidróxido de calcio en pasta (Dycal[®] Dentin) en el diente 407.

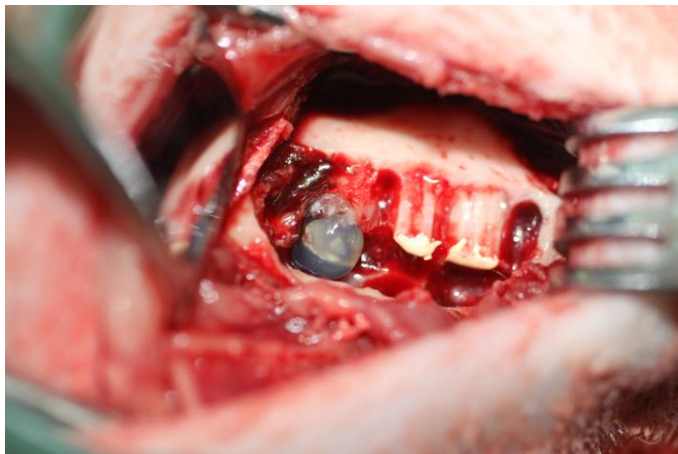


Fig. 55. Aplicación del gel de grabado ácido al 37%[®] en el diente 409.

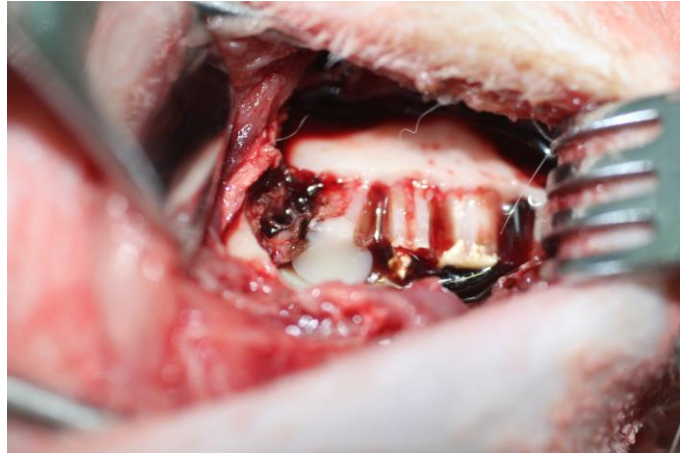


Fig. 56. Aplicación del material retrobturación composite Tetric EvoFlow[®] en el diente 409.

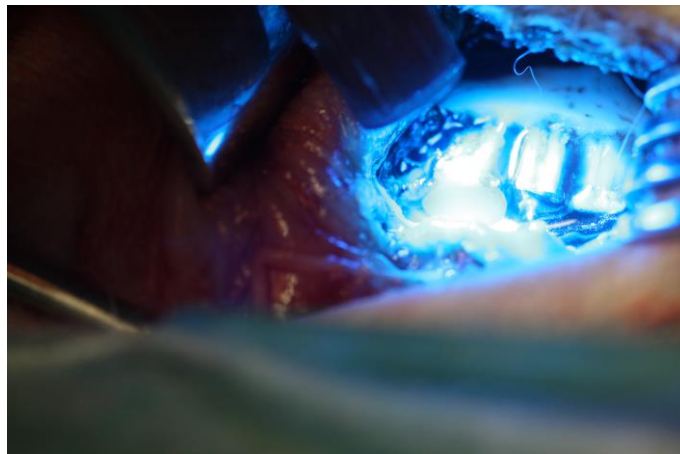


Fig. 57. Fotopolimerización con lámpara Astralis 5[®] del composite del diente 409.



Fig. 58. Aplicación del material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] en el diente 408.



Fig. 59. Cierre quirúrgico. Sutura intradérmica con PGA[®] 4/0.

4.2.4.5. Postquirúrgico.

Después de la cirugía se administró como antibioterapia Enrofloxacino 5 mg/Kg SC, cada 12 horas, durante 14 días (Baytril 5%[®] solución inyectable, Bayer España), Cefaloridina 11 mg/Kg IM cada 24 horas, durante 14 días (Cefaloridina Llorente 1g[®], Instituto Llorente S.A. España) y carprofeno como analgésico: 2 mg/Kg SC cada 12 horas durante 5 días (Rymadil[®], Pfizer SA, Madrid, España).

4.2.4.6. Sacrificio.

Cuatro y ocho semanas después de las cirugías se realizó el sacrificio de los animales con una sobredosis de pentobarbital intravenoso. Se realizó decapitación de las cabezas de cada animal para obtener la hemimandíbula derecha con los dientes apicectomizados. Las muestras se fijaron con formaldehído al 4% para su posterior estudio radiológico e histológico.

4.2.5 Radiología.

Las muestras se radiografiaron con proyecciones laterolaterales (LL) de la hemimandíbula derecha en la que se realizaron las apicectomías.

Las radiografías LL se realizaron con 40 Kv y 2 mAs.

4.2.6. Histología.

4.2.6.1. Técnica histológica.

Las muestras fueron enviadas al Prof. Dr. Fernando Muñoz Guzón, del Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Facultad de Veterinaria de Lugo de la Universidad de Santiago de Compostela (España), donde fueron procesadas usando técnicas de inclusión en metacrilato, siguiendo el método descrito por Donath y Breuner²⁰⁷ (1982) y Donath²⁰⁸ (1995), y se hicieron cortes de las muestras sin descalcificar de 70 μ m de espesor.

Se realizaron los siguientes pasos:

1. Fijación

Se realizó mediante inmersión de las mandíbulas en formol tamponado al 10% durante un mínimo de dos semanas debido al gran tamaño del fragmento óseo y hasta el momento de su procesado.

Para la identificación de las muestras utilizamos un código compuesto por la letra D, dos números y una letra R (indicando el lado derecho), de la siguiente forma:

- El primer número indicaba el animal (1 al 10):
 - D.1 a D.5: Animales sacrificados a las 4 semanas.
 - D.6 a D.10: Animales sacrificados a las 8 semanas.

- El segundo número indica el tipo de diente apicectomizado:
 - 1: Diente 407 (3° premolar inferior derecho). Sin material de retrobturación.
 - 2: Diente 408 (4° premolar inferior derecho). Retrobturado con ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} .
 - 3: Diente 409 (1° molar inferior derecho). Retrobturado con composite Tetric EvoFlow \circledR .

Por ejemplo la muestra D.5.2.R, representa la muestra mandibular derecha, con el diente 408 apicectomizado y retrobturado con ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} , del animal 5, sacrificado a las 4 semanas.

2. Deshidratación

Se realizó mediante pases sucesivos de los segmentos óseos por alcoholes de distinta concentración bajo agitación constante, como se indica a continuación:

- 70 % alcohol durante tres días.
- 80 % alcohol durante tres días.
- 96 % alcohol durante tres días.
- 100 % alcohol durante tres días.
- 100 % alcohol durante tres días.

3. Infiltración

La infiltración plástica se hizo mezclando glicometacrilato (Technovit 7200[®], VLC - Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania) y peróxido de benzoilo (BPO[®]: Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania) al 1% con alcohol etílico a distintas concentraciones, finalizando con dos infiltraciones de glicometacrilato puro, bajo agitación constante (Exakt 510), según el siguiente procedimiento:

- Technovit 7200[®] + BPO: alcohol (30:70) durante tres días.
- Technovit 7200[®] + BPO: alcohol (50:50) durante tres días.
- Technovit 7200[®] + BPO: alcohol (70:30) durante tres días.
- Technovit 7200[®] + BPO (100) durante tres días.
- Technovit 7200[®] + BPO (100) durante tres días en vacío.

4. Inclusión y polimerización

Para llevar a cabo la inclusión se introdujeron las muestras de tejido en unos moldes de polietileno que, posteriormente, se llenaron con resina (Technovit 7200[®]) bajo el efecto de vacío (Exakt 530 y 520).

La polimerización tuvo lugar en dos pasos:

- Paso 1: usando una luz de baja intensidad (manteniendo los moldes a una temperatura por debajo de 40° C, para que la resina se polimerizara extensamente). Este paso dura 4 horas.

- Paso 2: usando una luz azul de gran intensidad, de forma que el metacrilato que ha sido incluido dentro del tejido también resulte completamente polimerizado. Este paso tiene una duración de doce horas o más, debido al grosor de nuestras muestras.

Por último, permanecieron en la estufa durante 24 horas para que el BPO terminara su proceso de polimerización.

5. Preparación del bloque para obtener una superficie paralela

Una vez polimerizado, se extrajo el bloque del molde. El siguiente paso fue realizar un corte preliminar para aproximar el área de interés más cerca de la superficie del bloque. Esto se realizó con la ayuda de una sierra de banda (Exakt 300 CP) e irrigando para evitar el sobrecalentamiento de la muestra, que deterioraría los tejidos de la zona. A continuación, para preservar el paralelismo de los cortes a realizar, los bloques se montaron en una lámina acrílica con ayuda de una resina (Technovit 4000[®] - Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania) mediante el empleo de una prensa de pegado y una bomba de vacío (Exakt 401), que sujeta el porta a la parte superior de la prensa. La resina se extendió por la parte de atrás del bloque, de manera que la parte que va a ser examinada contacte con la parte de debajo de la prensa de pegado. Cuando la polimerización finalizó el bloque estuvo listo para ser pulido.

6. Preparación de la superficie de interés

Las secciones iniciales se hicieron a unas 200 μm del punto central de la porción apical del diente. De esta manera se obtienen finalmente cortes de la porción central del diente en sentido vestíbulo-lingual. El siguiente paso fue el pulido de la muestra por la superficie de interés con la ayuda de papeles abrasivos del número 1200. Tras realizar esta práctica, y con la ayuda de la prensa de fotopegado (Exakt 402) y una resina específica (Technovit 7210[®] - Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania) la cara a estudiar se pegó en el porta definitivo. Posteriormente, utilizando una sierra de banda

(Exakt 300 CP, System, Aparatebau GMBH, Hamburg, Alemania) y un portamuestra de vacío, se realizó un corte preliminar obteniendo una sección fina de 200 µm aproximadamente. Esta sección fue sometida a un microdesgaste (Exakt 400CS, Aparatebau GMBH, Hamburg, Alemania) y pulimento con papeles de carburo de silicio de 1200 y 4000.

El resultado final fueron secciones longitudinales de aproximadamente 70 micras de espesor.

7.- Tinción histológica de las muestras

Los cortes obtenidos se tiñeron utilizando la tinción Levai - Laczkó²⁰⁹ (Tabla 2).

TABLA 2. TINCIÓN DE LEVAI-LACZKÓ	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumergir en H₂O₂ al 30% durante 5 minutos. 2. Lavar con agua corriente 2 veces y secar. 3. Decalcificación de la superficie con ácido acético durante 1 minuto. 4. Lavar con agua corriente y secar. 5. Aplicar tinción A (papel de filtro) durante 20 minutos. 6. Lavar con agua corriente y secar. 7. Sumergir en "Pararosanilina" durante 5 segundos. Los cortes se deben sumergir individualmente en esta tinción. 8. Lavar con agua corriente 2 veces y secar. 	
TINCIÓN A	MATERIALES
Una parte de Azur II con una parte de azul de metileno y dos partes de Na ₂ CO ₃ (1%). Las soluciones deben ser filtradas antes de usar.	<p style="text-align: center;">Solución A</p> Azur II al 1% en agua destilada. Azul de metileno al 1% en agua destilada. Na ₂ CO ₃ al 1% en agua destilada. <p style="text-align: center;">Solución B</p> Pararosanilina al 1% en agua destilada

Tabla 2. Tinción de Levai-Laczko

Las preparaciones obtenidas fueron fotografiadas digitalmente a 40 aumentos (Kodak Professional DCS 420; Kodak, Rochester, NY, EEUU) utilizando un microscopio óptico (Nikon Mikrophot-FXA; Nikon, Leitz, Alemania). motorizado. Dichas fotografías son combinadas por un programa informático de procesador de imágenes (AdobePhotoshop[®] 7.0, Adobe, San José, CA, EEUU) para obtener imágenes de alta resolución de toda la mandíbula del conejo.

A partir de estas imágenes obtenidas se realiza el estudio histológico. Se establecen dos grupos de animales, los sacrificados a las 4 semanas y los sacrificados a las 8 semanas.

Se estudian las siguientes variables:

- Evaluación histológica semicuantitativa. En primer lugar realizamos técnicas de evaluación semicuantitativa según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007. En dicha evaluación se cuantifican las distintas células inflamatorias, así como la presencia de fibrosis e infiltrado adiposo²¹⁰.
- Evaluación histológica cuantitativa. Tras la primera evaluación, se procedió a observar las particularidades de cada diente y material objeto del estudio.

4.2.7. Estudio estadístico.

Los datos obtenidos para cada una de las variables histométricas fueron analizadas con el programa estadístico SPSS v 12.0 para Windows.

La estadística descriptiva incluyó el cálculo de la media y la desviación típica para todas las variables en el grupo control sin material de retrobturación, con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$) y con composite (Tetric EvoFlow ®).

Las diferencias entre los grupos fueron evaluadas con una T-Student para pruebas independientes con $n=10$ para un nivel de confianza del 95% y del 90%.

El valor de **p** menor o igual que 0.05 (nivel de confianza del 95%) indica que existen diferencias significativas entre las variables estudiadas.

El valor de **p** menor o igual que 0.10 (nivel de confianza del 90%) indica que existen diferencias poco significativas entre las variables estudiadas.

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS CLÍNICOS.

Los animales presentaban buen aspecto y no tuvieron dificultades para alimentarse durante toda la experiencia. Durante las 4 y 8 semanas de seguimiento, las zonas intervenidas cicatrizaron correctamente sin complicaciones. En el momento del sacrificio la exploración oral y maxilofacial de los animales, no presentaba inflamación ni alteración alguna.

5.2. IMÁGENES RADIOLÓGICAS.

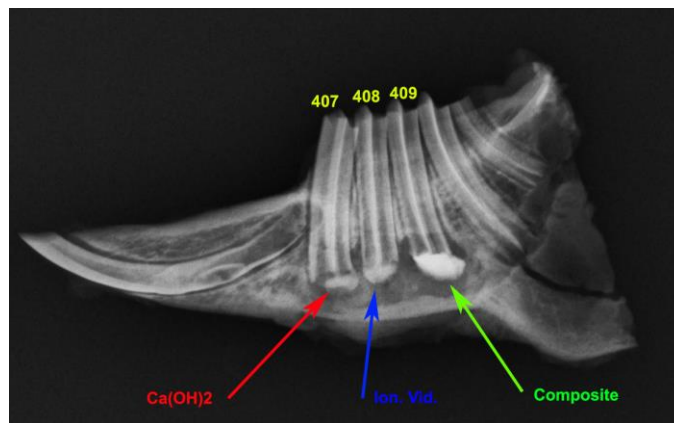


Fig. 60. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.1) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

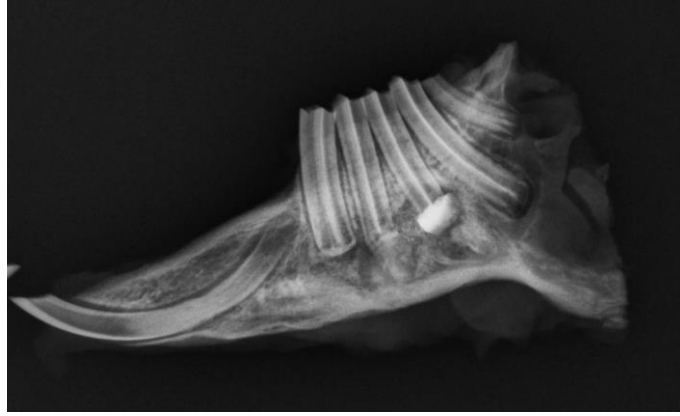


Fig. 61. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.2) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

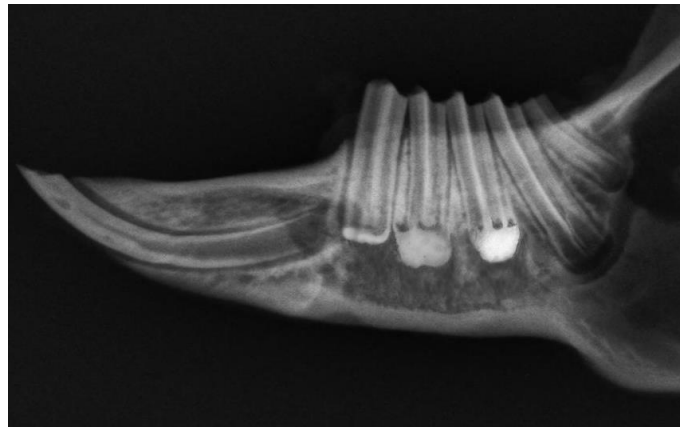


Fig. 62. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.3) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

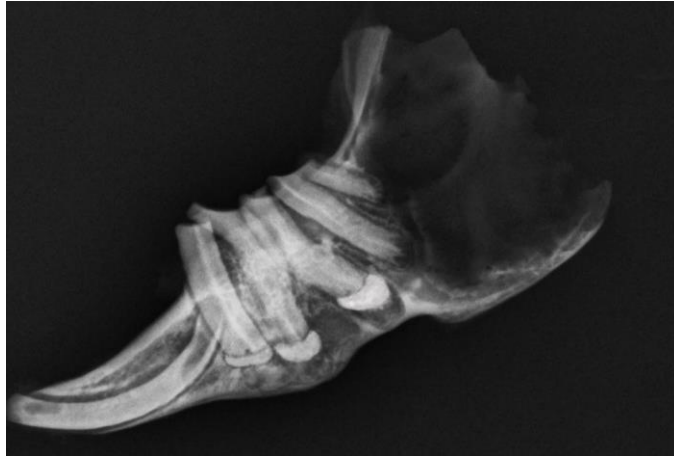


Fig. 63. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.4) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

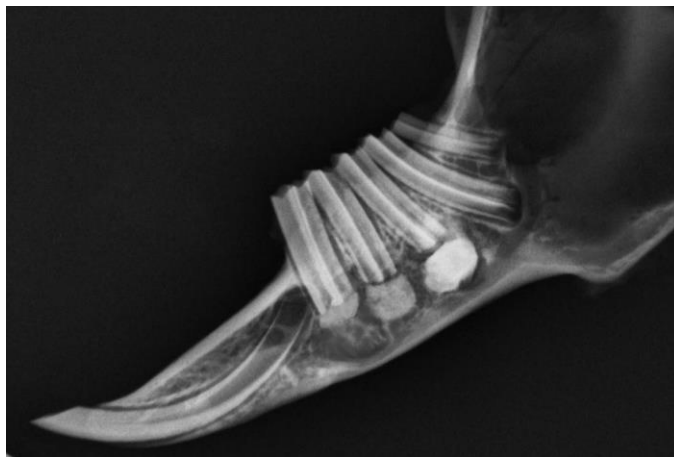


Fig. 64. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.5) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.



Fig. 65. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.6) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

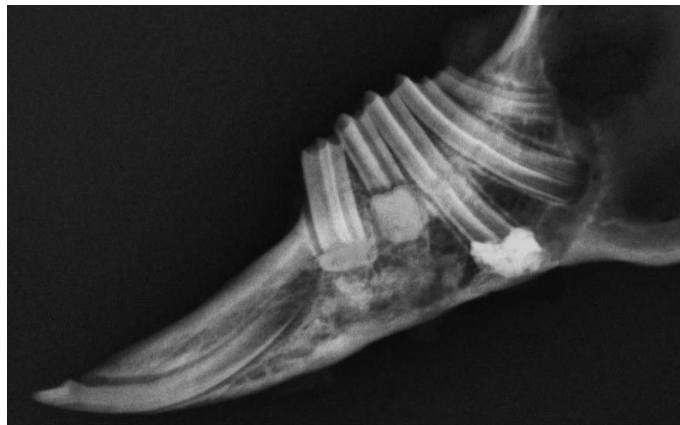


Fig. 66. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.7) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.



Fig. 67. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.8) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

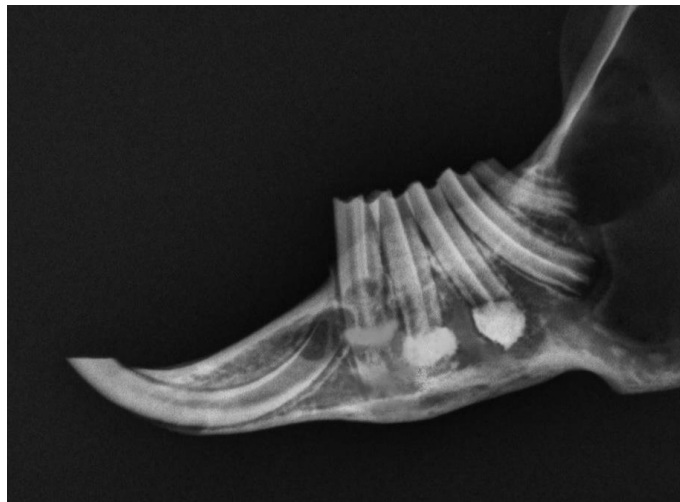


Fig. 68. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.9) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

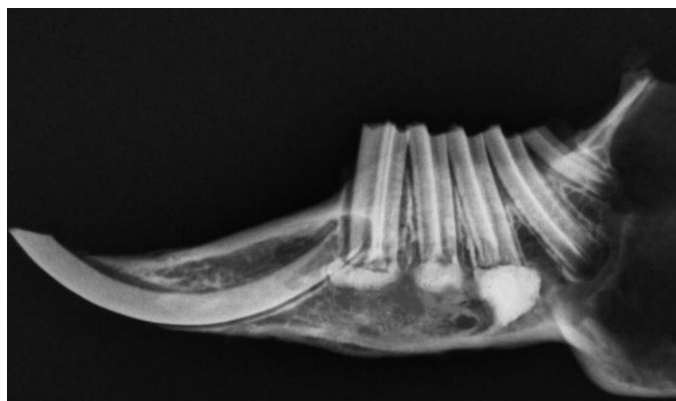


Fig. 69. Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.10) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retrobturación.

5.3. RESULTADOS RADIOLÓGICOS. (Fig. 60 - 69)

Las radiografías muestran en todos los casos una detención del crecimiento de los dientes apicectomizados, excepto en la muestra D.4.2.R, donde se aprecia un mayor crecimiento y desgaste anormal de la superficie oclusal del diente apicectomizado.

En los dientes donde solo se usó Hidróxido de calcio puro en polvo[®] y Dycal[®], pero no se colocaron materiales de obturación, no se observan cambios óseos significativos, excepto en las muestras D.5.1.R, D.6.1.R donde existe una leve disminución de la densidad radiológica ósea en la zona y en la muestra D.9.1.R un aumento de la densidad ósea compatible con fibrosis-inflamación.

En los dientes apicectomizados y retrobturados con ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®], se observan una buena tolerancia del tejido dentario y óseo al material, con cambios ligeros en la densidad radiología del hueso mandibular y periapical, excepto en las muestras D.4.2.R y D.6.2.R donde se aprecia una mayor densidad radiológica dentaria compatible con fenómenos de anquilosis dentaria y en las muestras D.7.2.R una menor densidad ósea (probablemente realizada por una mayor resección del ápice dentario) y en la muestra D.9.2.R, en cambio, un mayor aumento de la densidad ósea. Se aprecian cambios en la superficie oclusal dentaria en la muestra D.4.2.R.

En los dientes apicectomizados y retrobturados con composite Tetric EvoFlow[®], se aprecia en la mayoría de las muestras muy pocos cambios en la densidad del hueso periapical y mandibular de la zona, pero en la muestra D.4.3.R se aprecia una deformidad del borde ventral mandibular en la muestra con signos de osteolisis y cambios en la superficie oclusal y en la muestra D.10.2.R una zona clara de osteolisis.

5.4. IMÁGENES HISTOLÓGICAS.

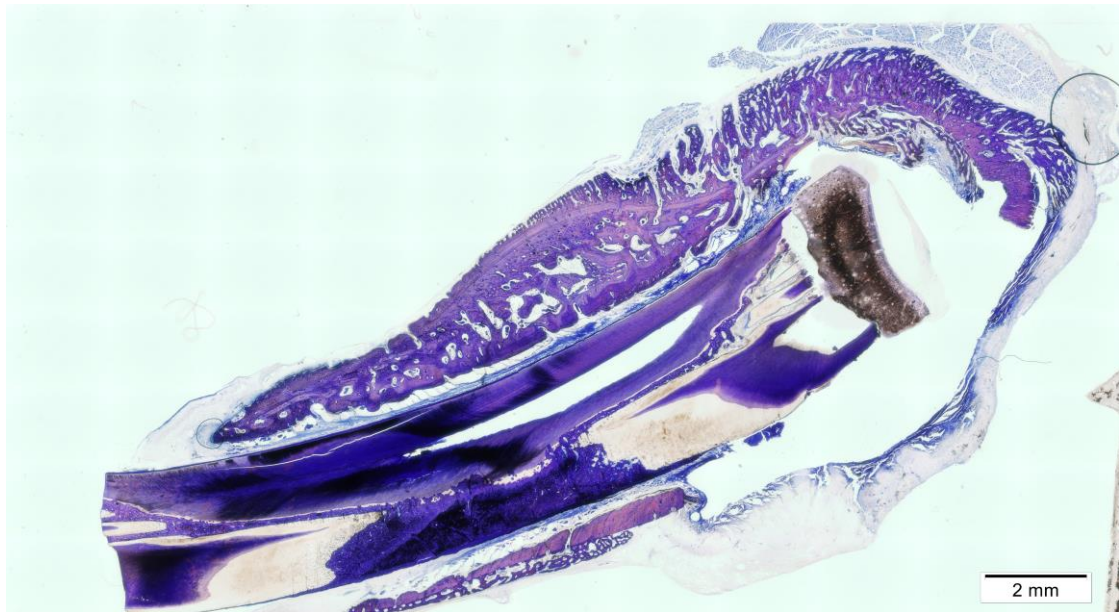


Fig. 70. Muestra D.1.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación , solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

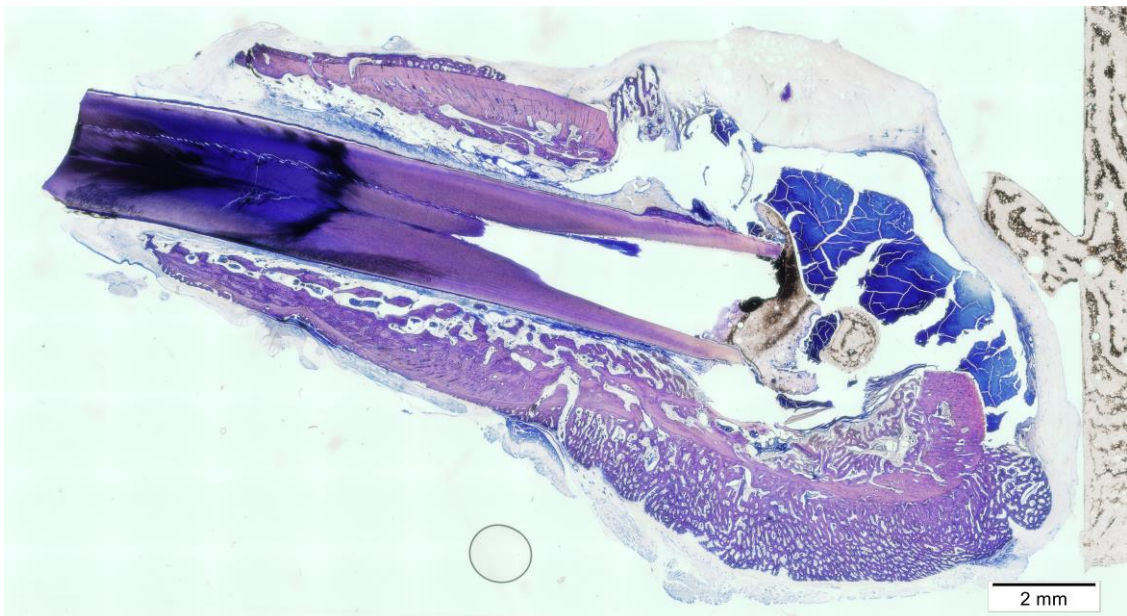


Fig. 71. Muestra D.1.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] Tinción Levai-Laczkó.

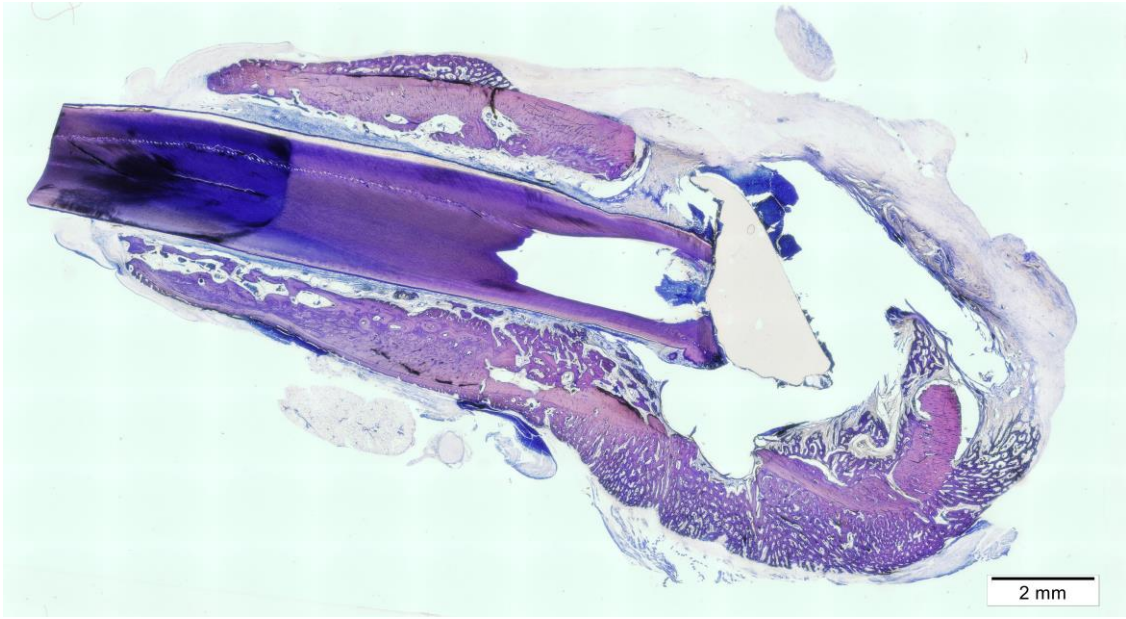


Fig. 72. Muestra D.1.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

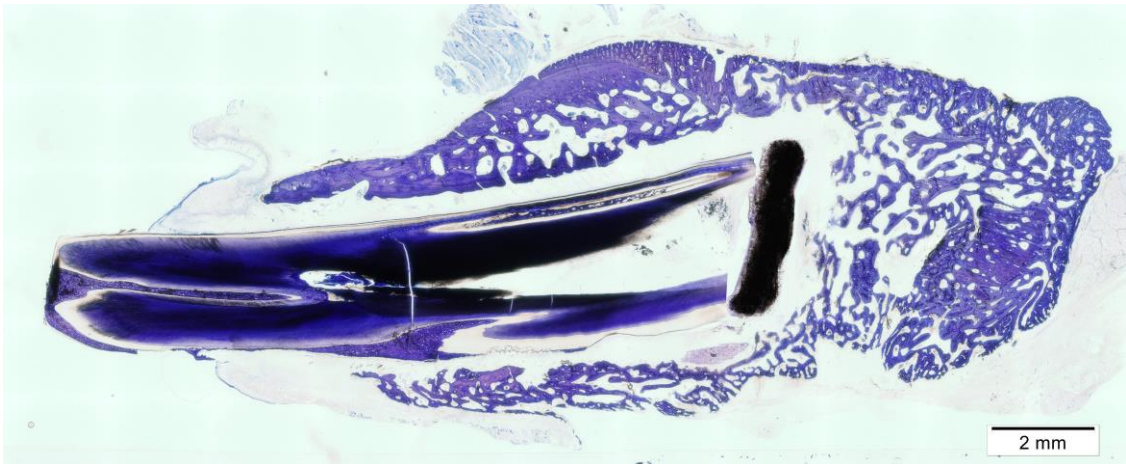


Fig. 73. Muestra D.2.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

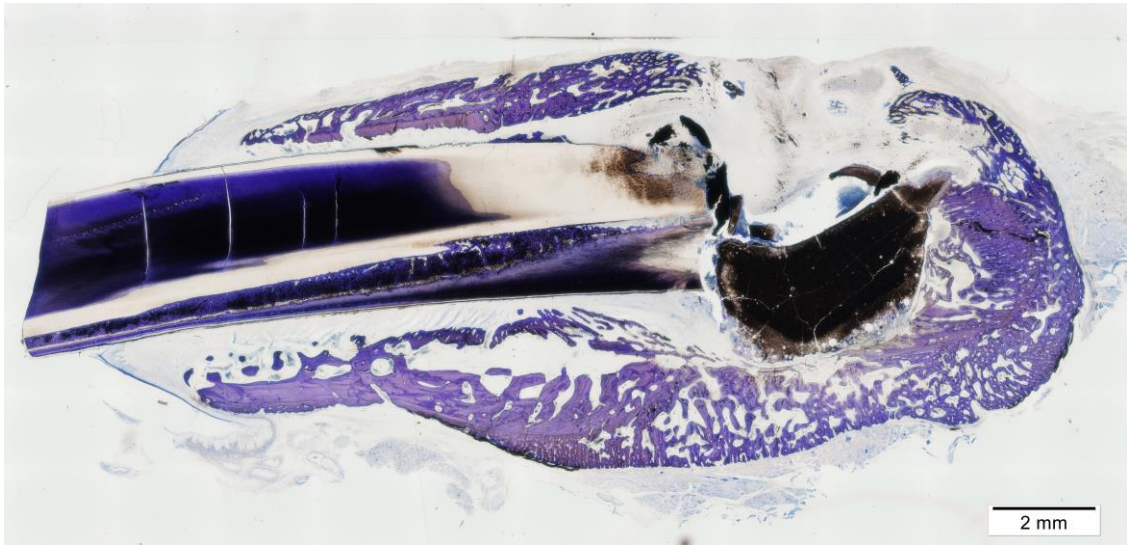


Fig. 74. Muestra D.2.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de restructuración ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

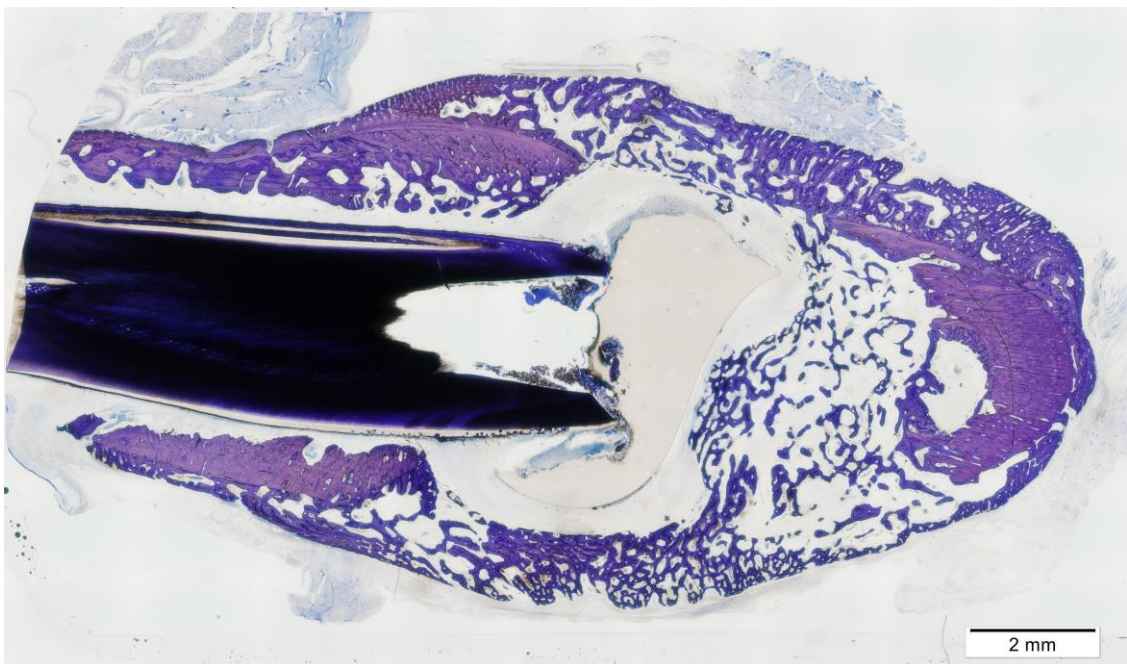


Fig. 75. Muestra D.2.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

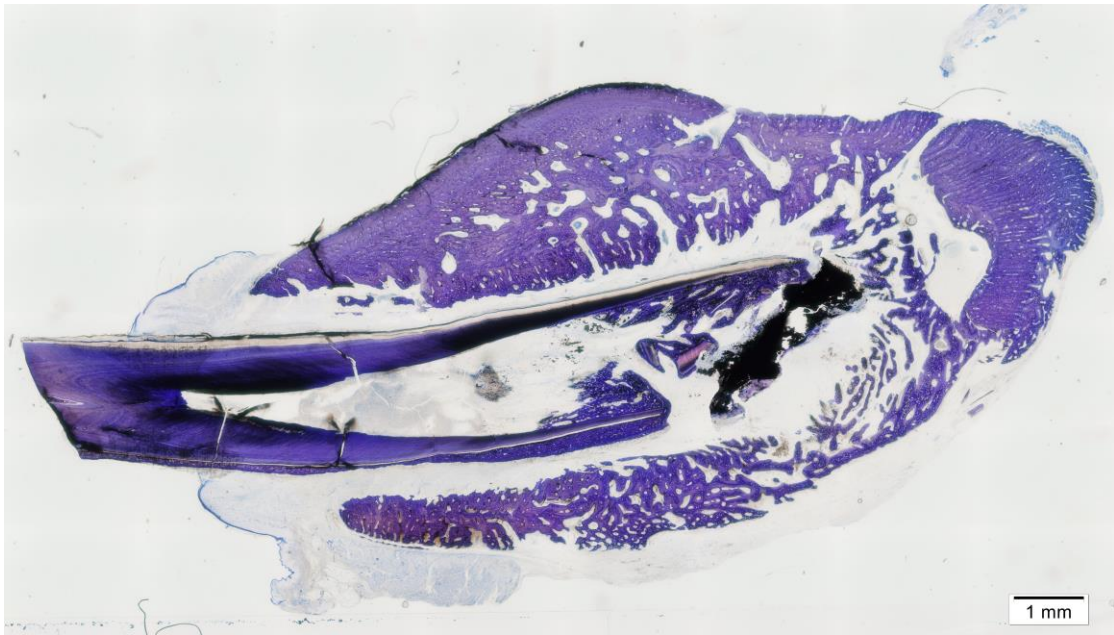


Fig. 76. Muestra D.3.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

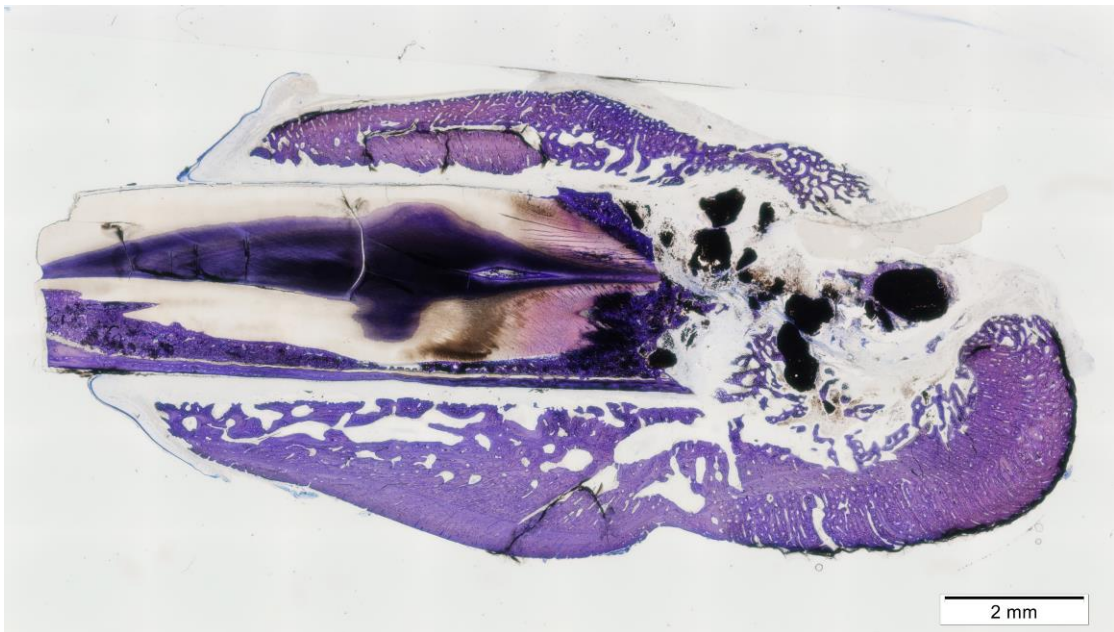


Fig. 77. Muestra D.3.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

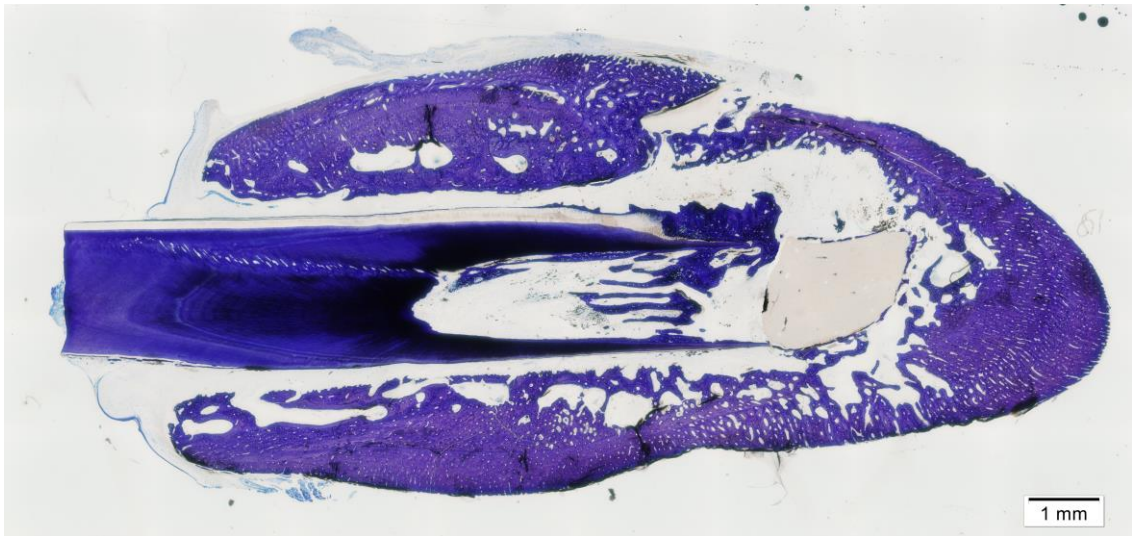


Fig. 78. Muestra D.3.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow® Tinción Levai-Laczko.

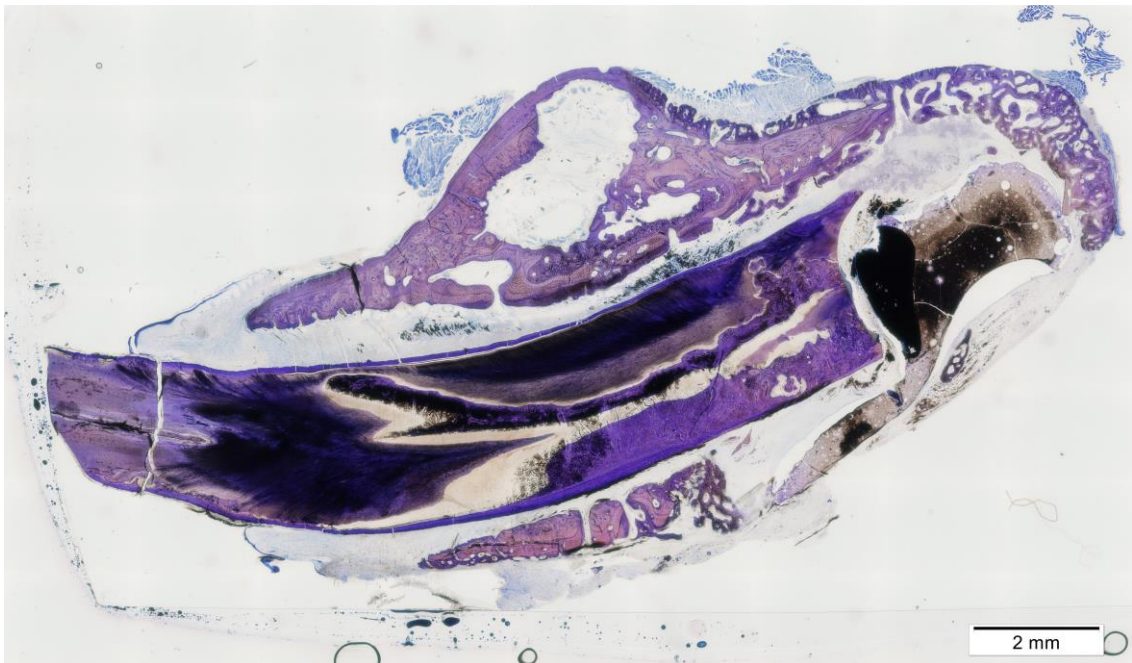


Fig. 79. Muestra D.4.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczko.

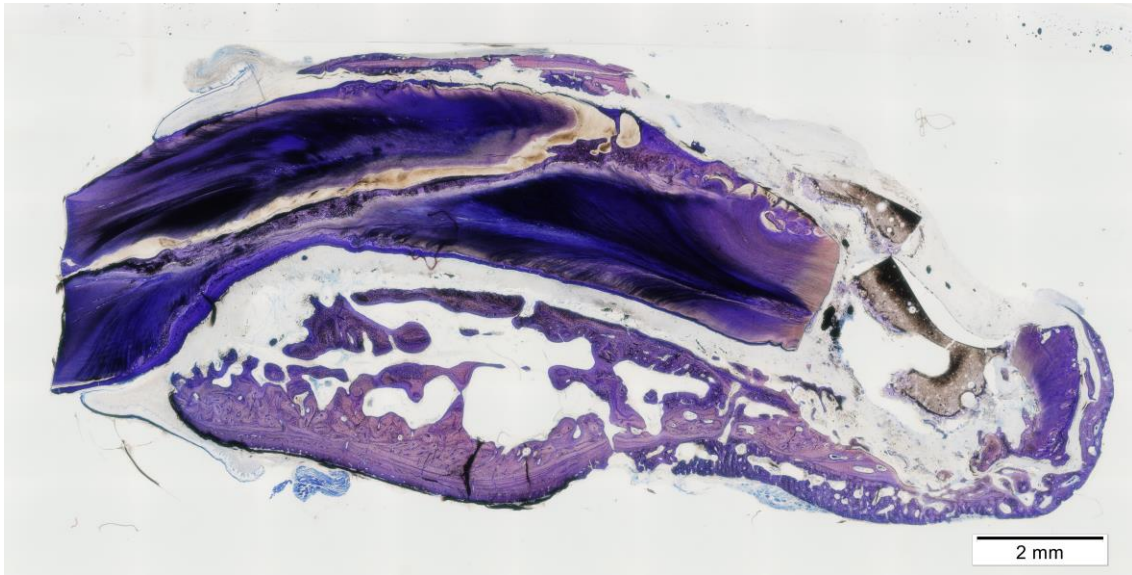


Fig. 80. Muestra D.4.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

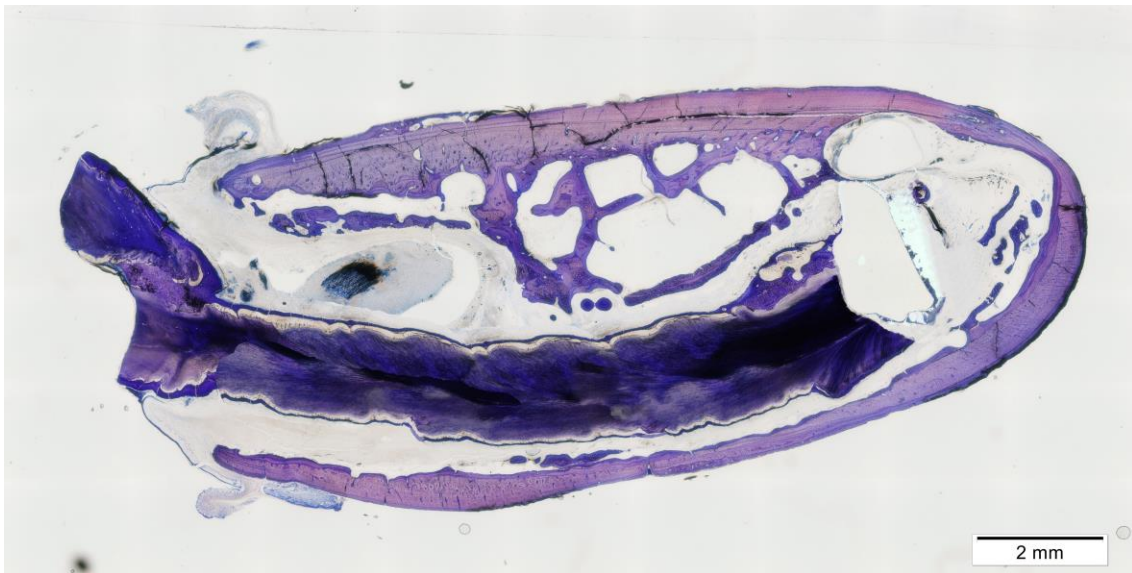


Fig. 81. Muestra D.4.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

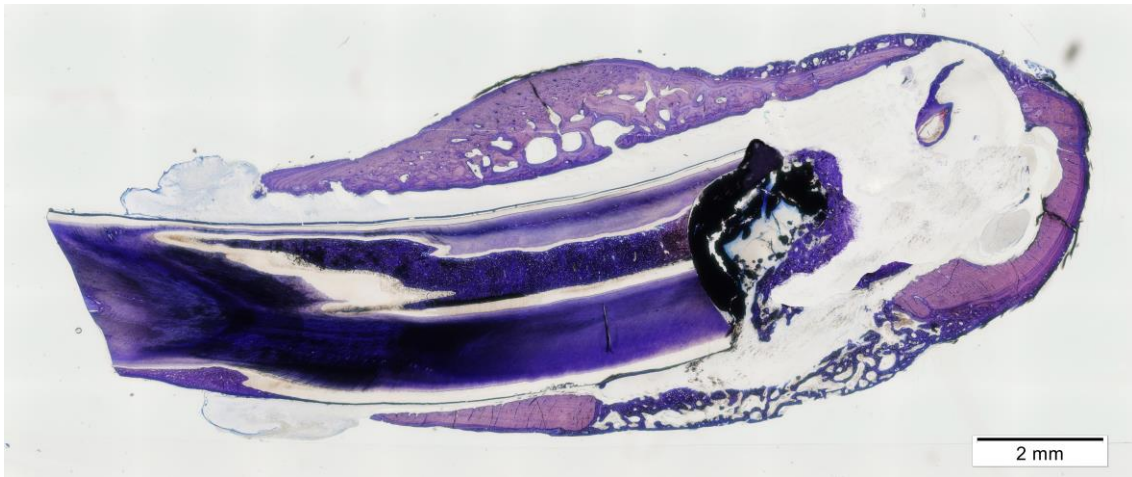


Fig. 82. Muestra D.5.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

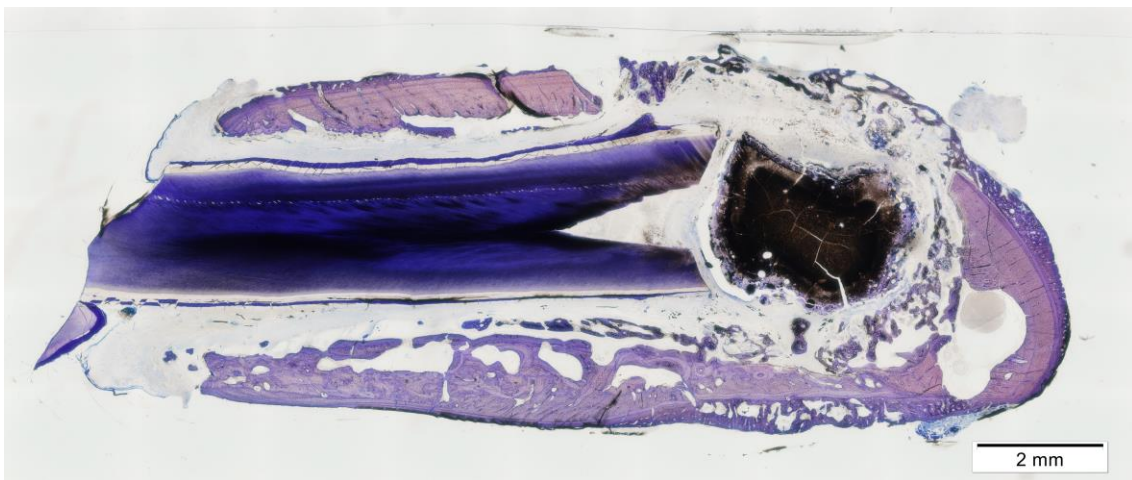


Fig. 83. Muestra D.5.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

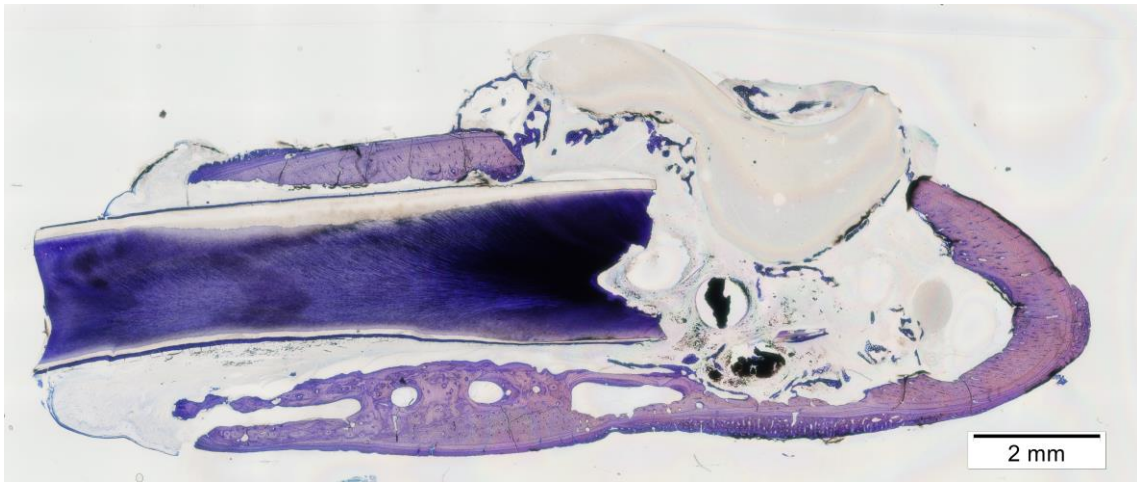


Fig. 84. Muestra D.5.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

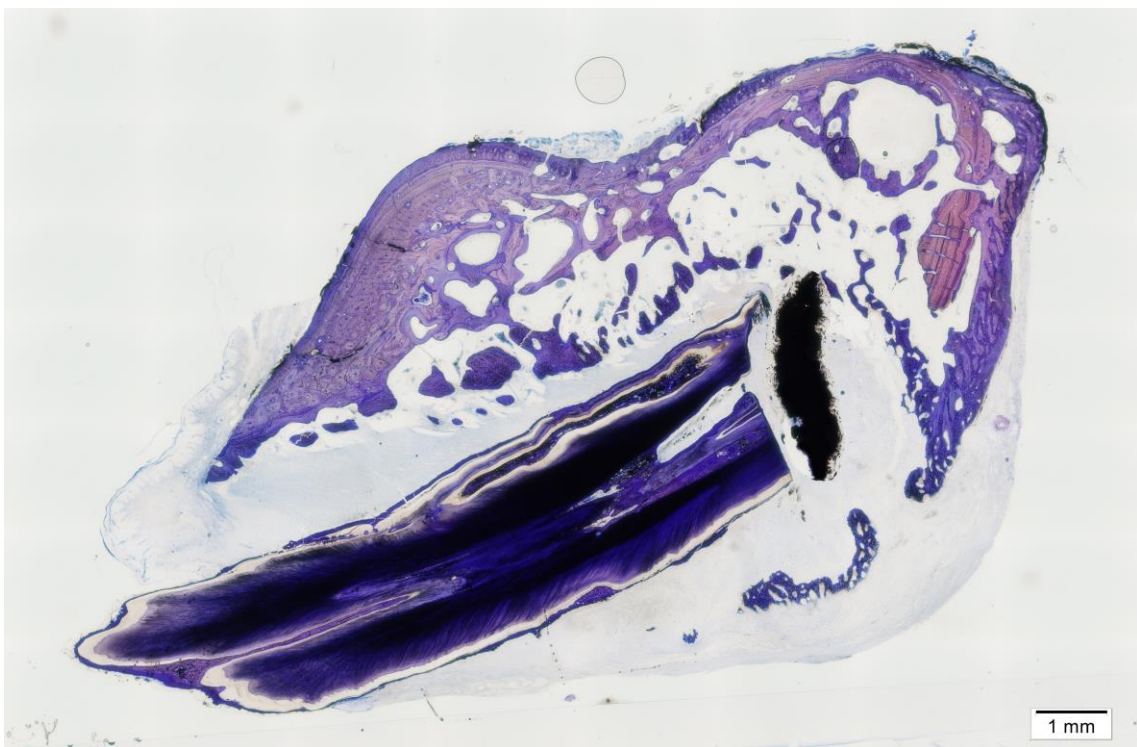


Fig. 85. Muestra D.6.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

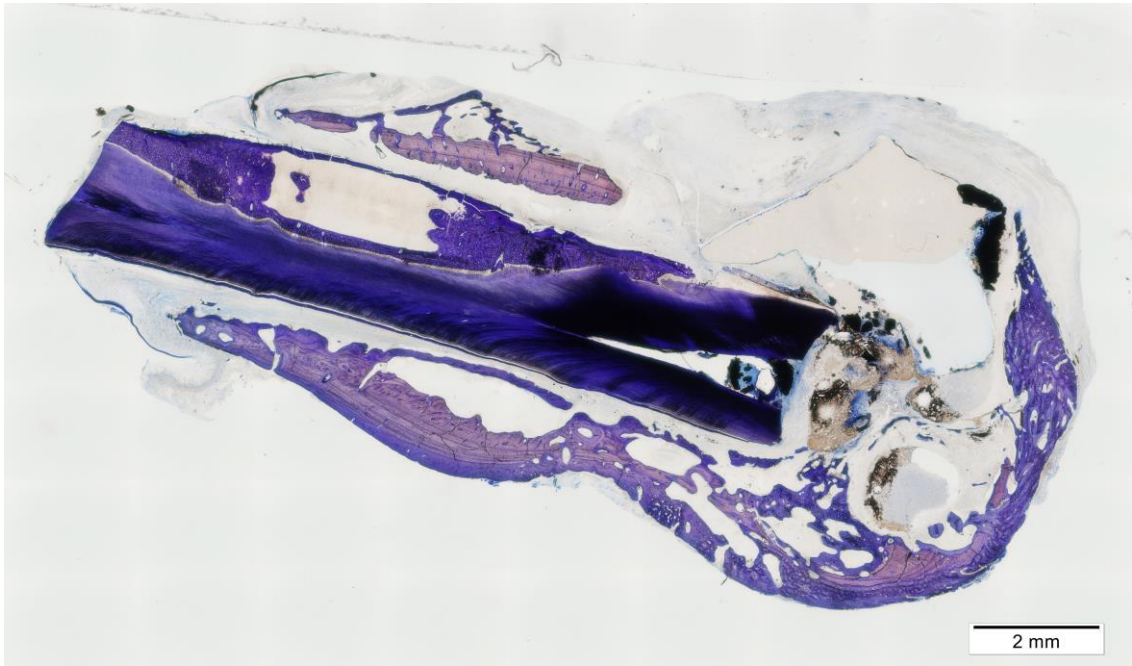


Fig. 86. Muestra D.6.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

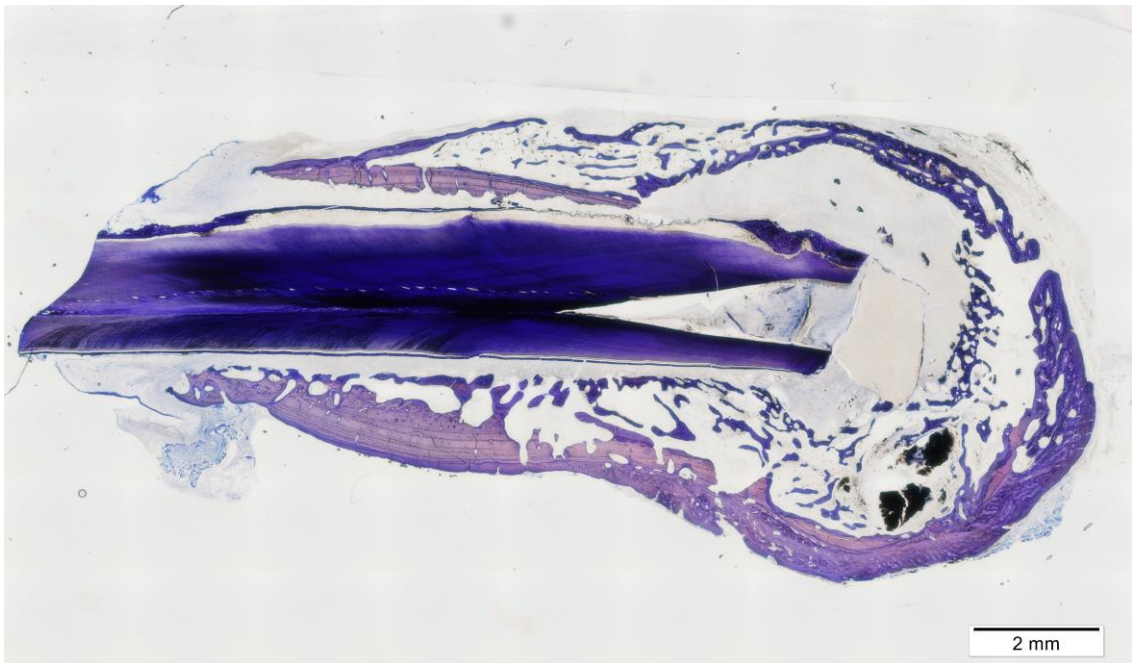


Fig. 87. Muestra D.6.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

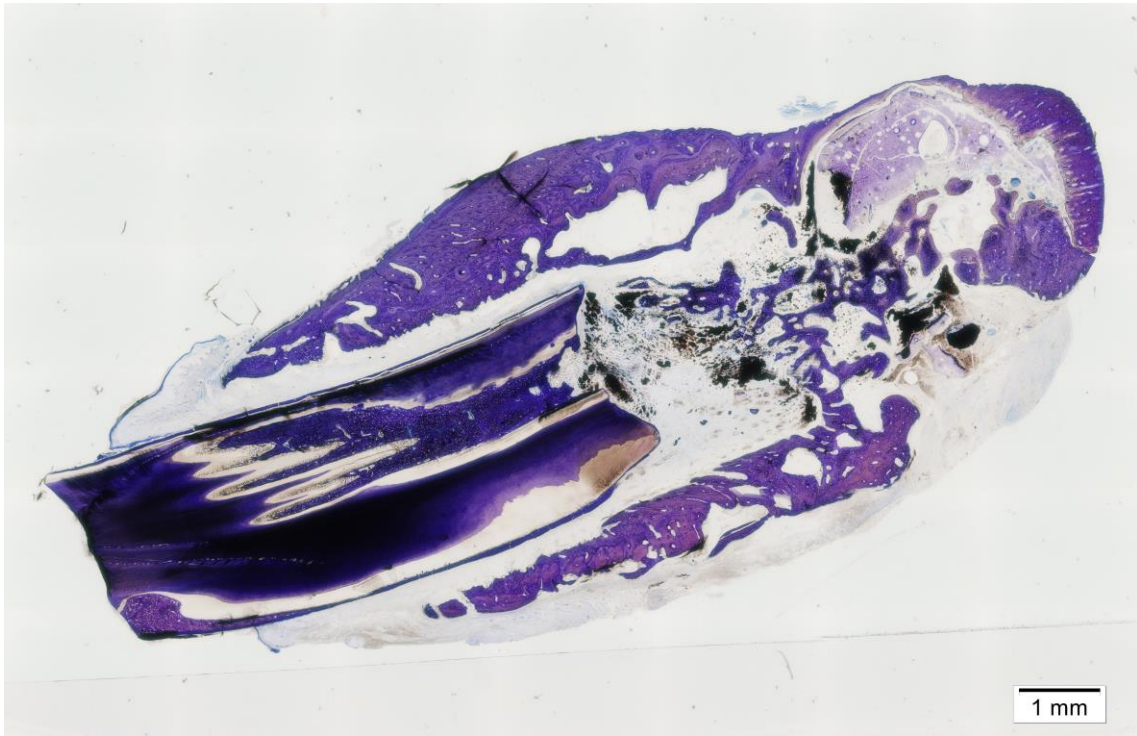


Fig. 88. Muestra D.7.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

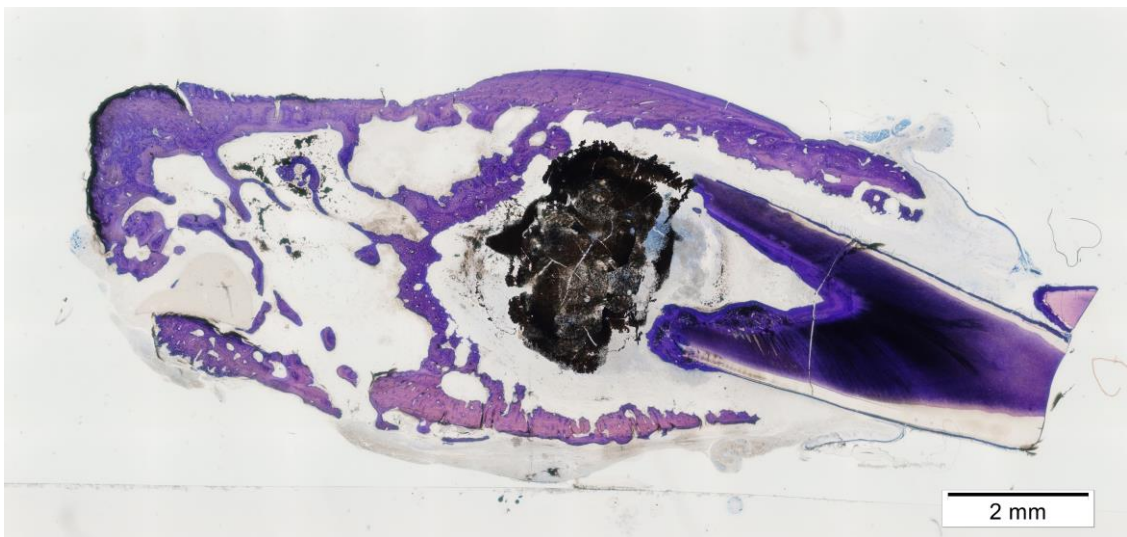


Fig. 89. Muestra D.7.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ° . Tinción Levai-Laczkó.

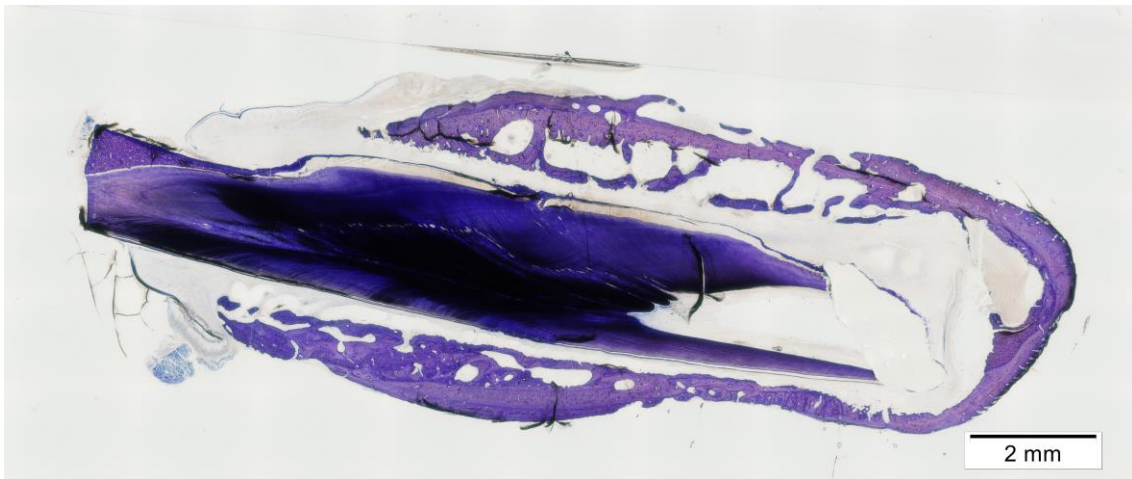


Fig. 90. Muestra D.7.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

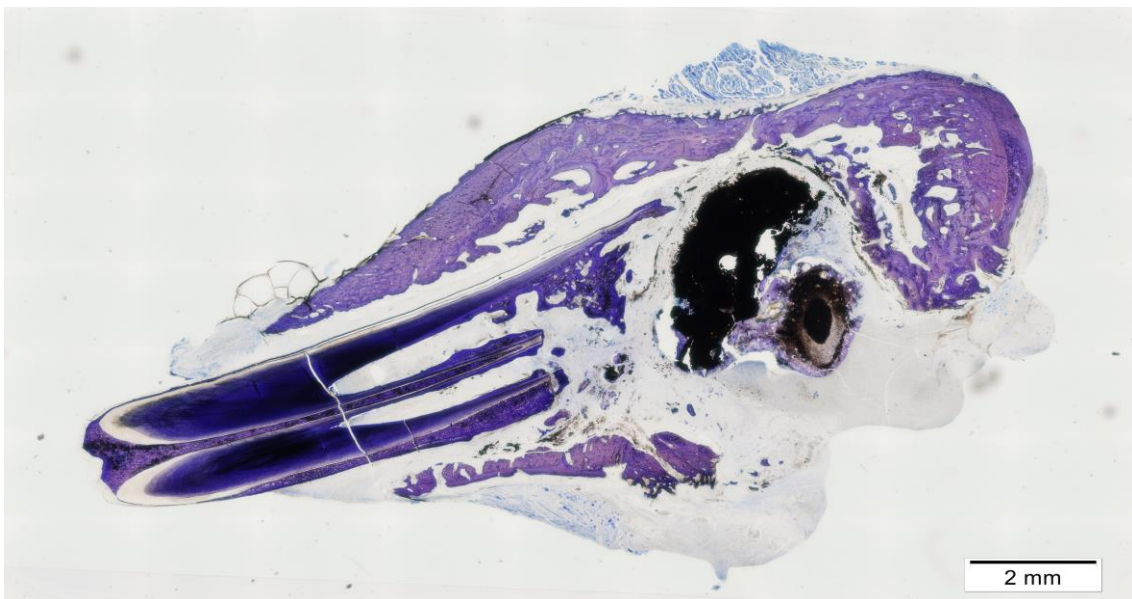


Fig. 91 Muestra D.8.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

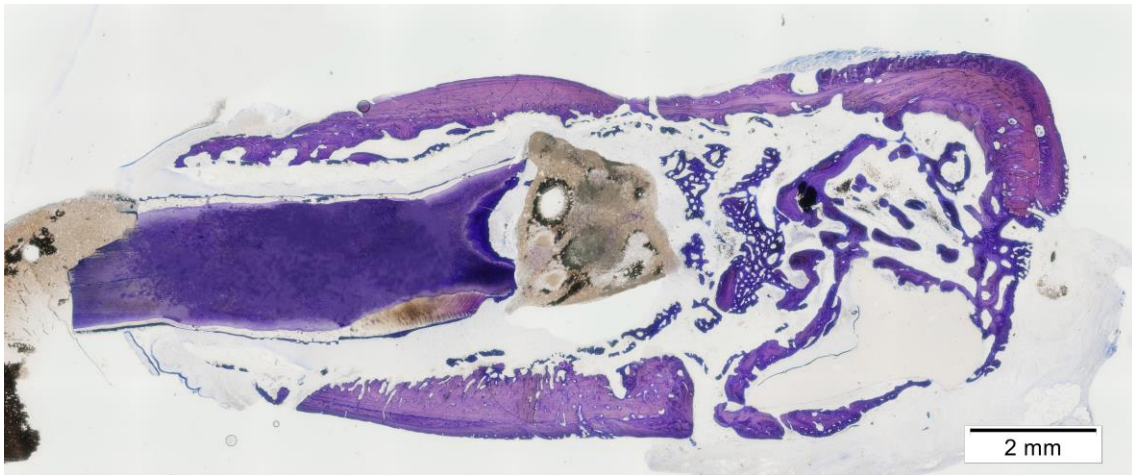


Fig. 92. Muestra D.8.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

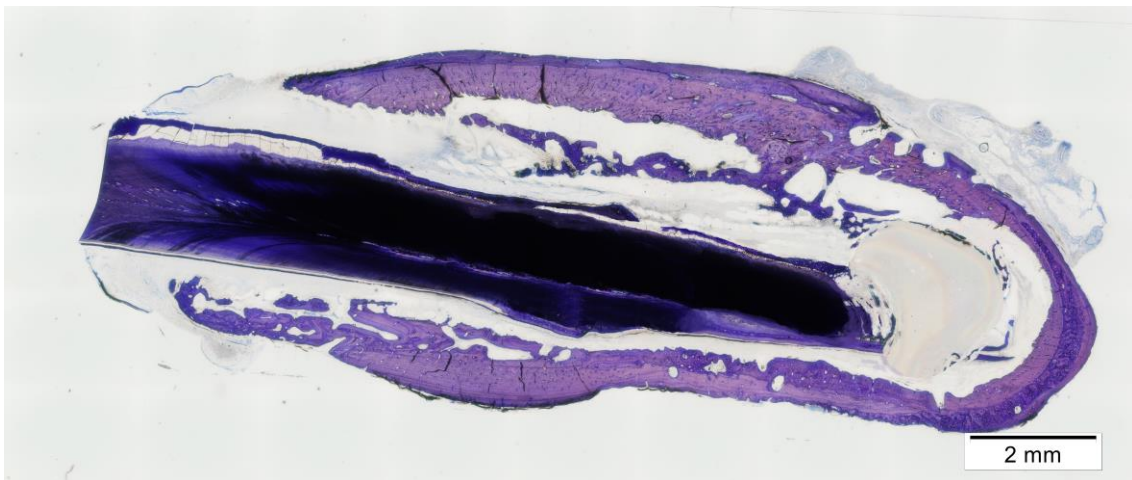


Fig. 93. Muestra D.8.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

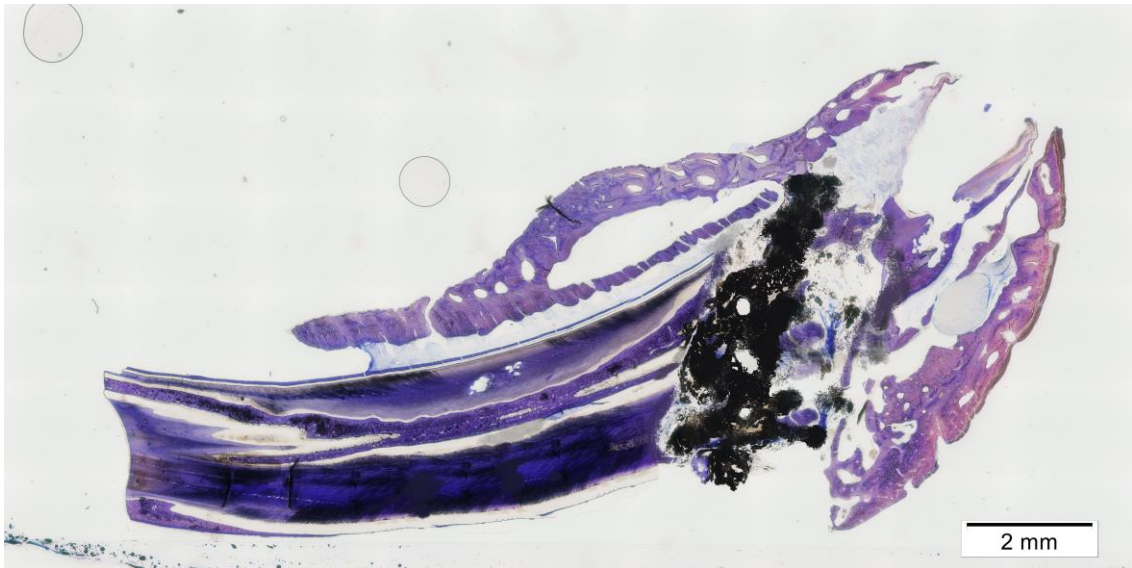


Fig. 94. Muestra D.9.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.

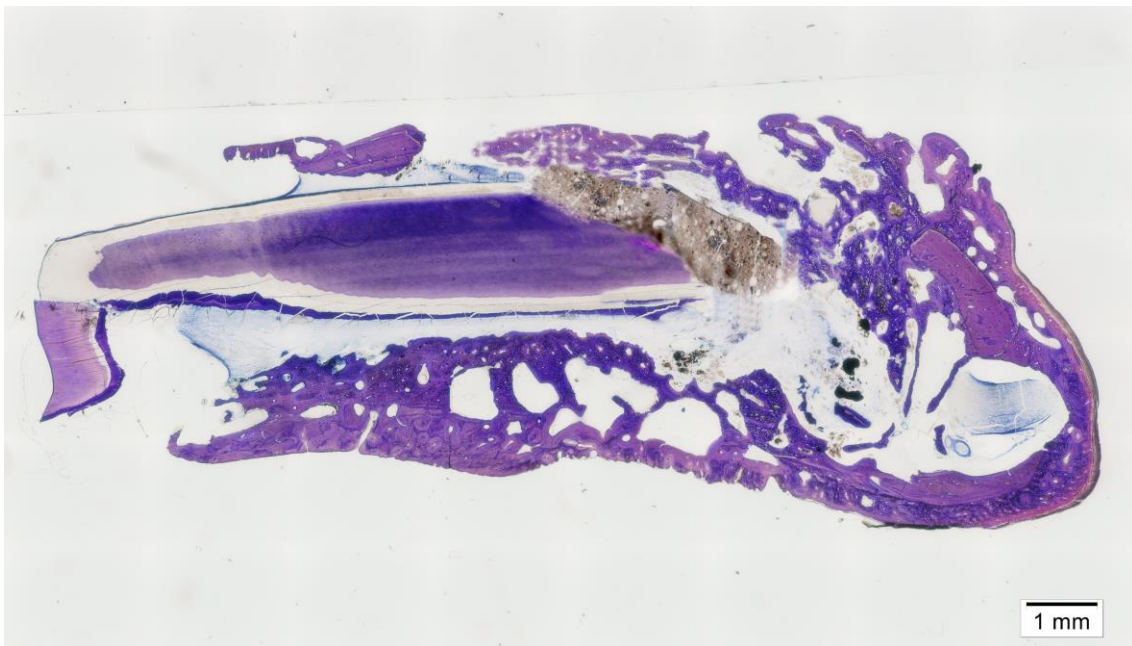


Fig. 95. Muestra D.9.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

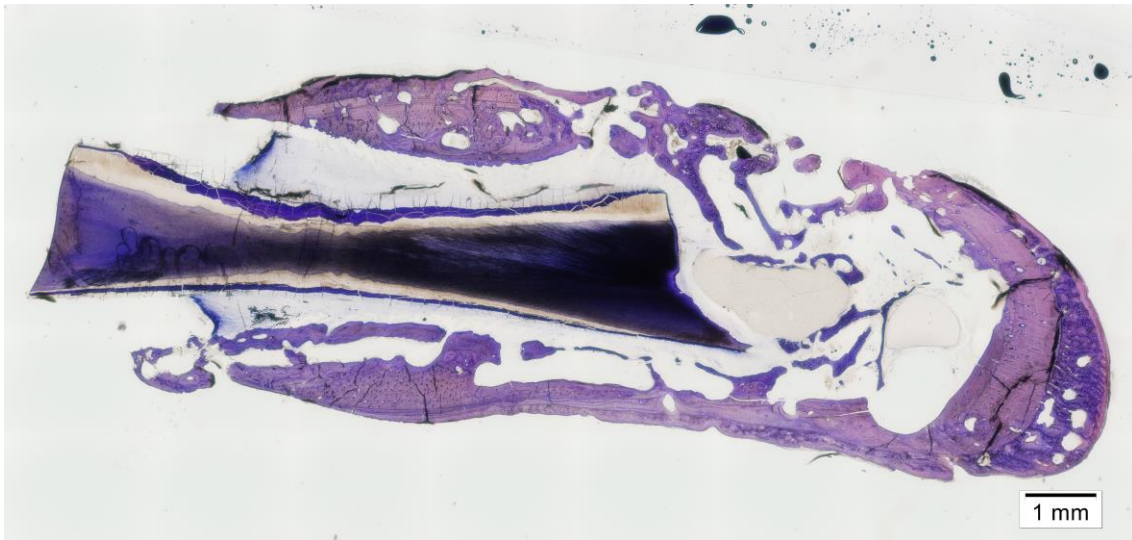


Fig. 96. Muestra D.9.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow®. Tinción Levai-Laczko.

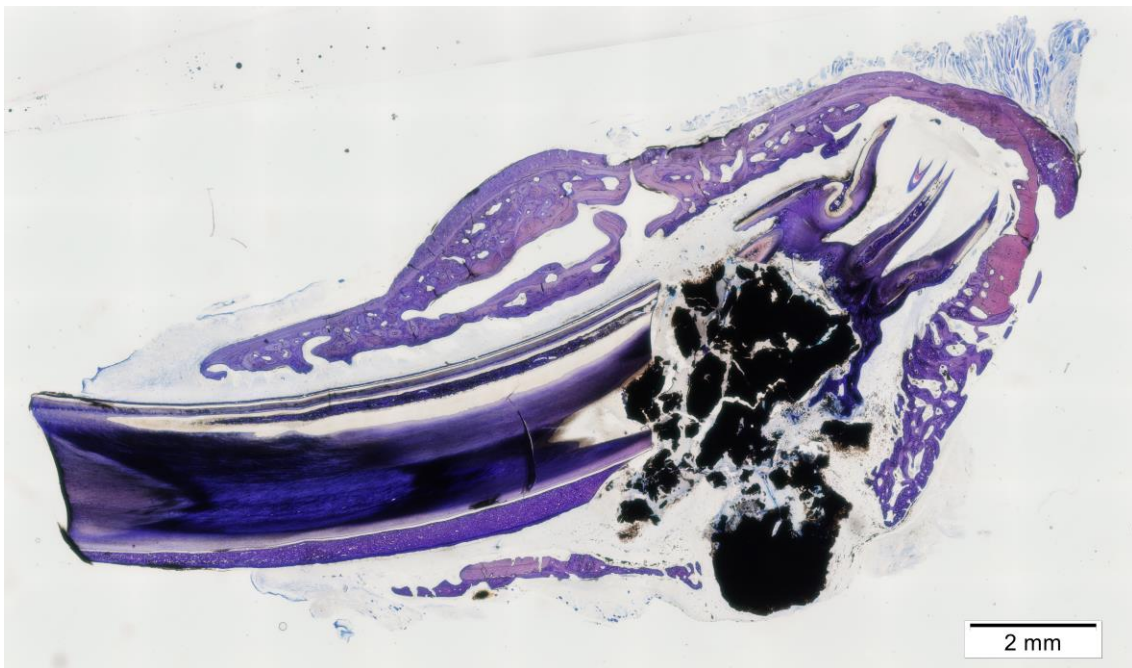


Fig. 97. Muestra D.10.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczko.

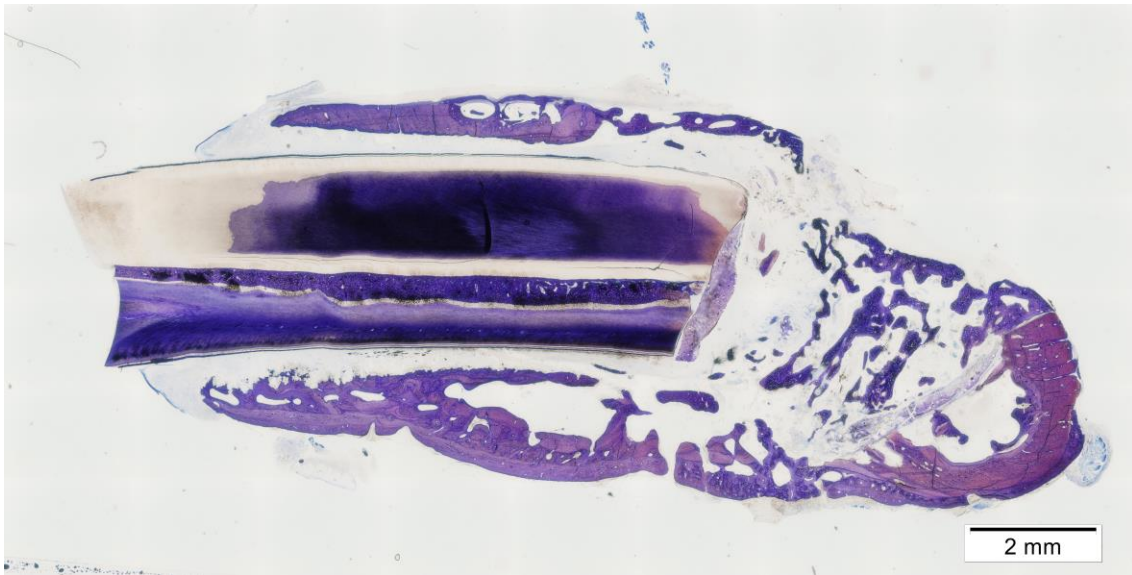


Fig. 98. Muestra D.10.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®]. Tinción Levai-Laczkó.

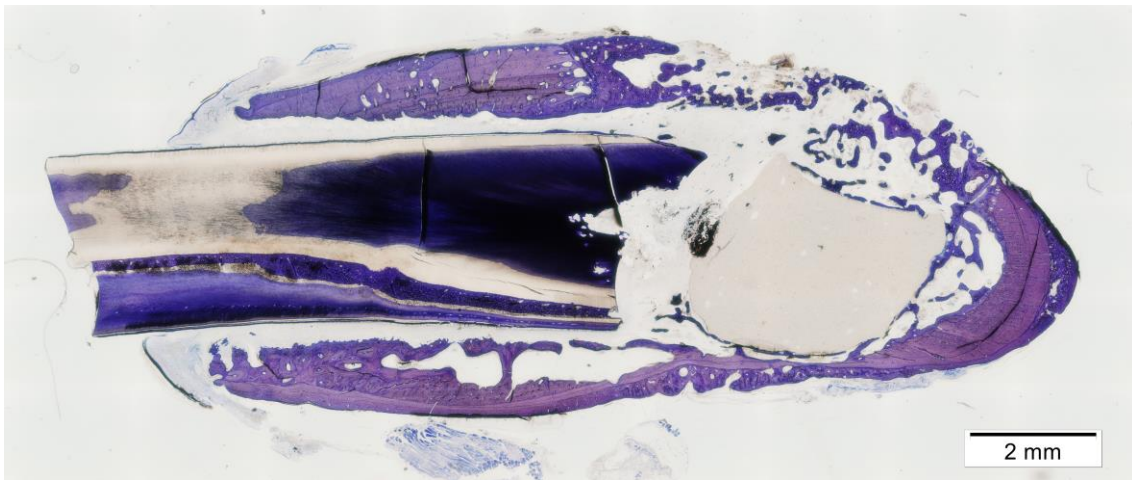


Fig. 99. Muestra D.10.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow[®]. Tinción Levai-Laczkó.

5.5. RESULTADOS HISTOLÓGICOS (FIG. 70 - 99)

5.5.1. Evaluación histológica semicuantitativa.

En primer lugar realizamos técnicas de evaluación semicuantitativa según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007 ²¹⁰. En dicha evaluación se cuantifican las distintas células inflamatorias (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), así como la presencia de fibrosis e infiltrado adiposo, según las siguientes tablas. (Tablas 3, 4 y 5).

Tipo celular/respuesta	Valoración				
	0	1	2	3	4
Neutrófilos	0	Raro, 1-5/phf ^a	5-10/phf ^a	Infiltrado alto	Saturado
Linfocitos	0	Raro, 1-5/phf ^a	5-10/phf ^a	Infiltrado alto	Saturado
Macrófagos	0	Raro, 1-5/phf ^a	5-10/phf ^a	Infiltrado alto	Saturado
^a phf = campo de alto aumento (x400)					

Tabla 3. Ejemplos de un sistema de evaluación histológica – Tipo celular/respuesta.

Respuesta	Score				
	0	1	2	3	4
Fibrosis	0	Banda estrecha	Banda moderadamente ancha	Banda gruesa	Banda extensa
Infiltrado adiposo	0	Cantidad mínima de grasa asociada con fibrosis	Varias capas de grasa y fibrosis	Acumulación elongada y ancha de células adiposas alrededor del sitio del implante	Grasa extensa que rodea completamente al implante

Tabla 4. Ejemplos de un sistema de evaluación histológica – Respuesta. (en los casos con características intermedias, se indicaran como 1/2, 2/3 ó 3/4, cuyos valores numéricos serían 1,5, 2,5 ó 3,5).

Número muestra:	Muestra control	Muestra ensayo
Neutrófilos		
Linfocitos		
Macrófagos		
Fibrosis		
Infiltrado adiposo		
TOTAL		
Media grupos		

Tabla 5. Modelo de un sistema de evaluación semicuantitativo.

Conclusión: En las condiciones de este estudio, la muestra se considera como:

- no irritante (0.0 a 2.9).

- ligeramente irritante (3.0 a 8.9).
- moderadamente irritante (9.0 – 15.0)
- severamente irritante (>15).

para el tejido comparada con la muestra de control.

5.5.1.2. Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] (Dentaflux, España) y en pasta Dycal[®] Dentin (Dentsply, Suecia)

En las muestras que se analizaron a las 4 y 8 semanas, se aprecia un comportamiento más biológico en este grupo control, con menor presencia de células inflamatorias e infiltrados fibroadiposos, recibiendo una puntuación más baja.

5.5.1.3. Grupo con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]).

En este grupo, se observa que en las muestras analizadas a las 4 semanas, se aprecian una mayor presencia de células inflamatorias polimorfonucleares tipo neutrófilos así como un mayor infiltrado fibroso y adiposo rodeando al ionómero de vidrio. Dicho infiltrado se reduce ligeramente en el segundo período (muestras analizadas a las 8 semanas), y aumenta el número de linfocitos y macrófagos. Dichos tipos celulares suelen aparecer alrededor de materiales tales como suturas reabsorbibles y no se considera patológico si no aparecen respuestas inflamatorias severas²¹¹.

5.5.1.4. Grupo con composite (Tetric EvoFlow[®]).

En este grupo, en las muestras analizadas a las 4 semanas, se observan un mayor número de células inflamatorias polimorfonucleares tipo neutrófilos y un abundante infiltrado fibroadiposo rodeando al composite. Pero este infiltrado desaparece en el segundo periodo (muestras analizadas a las 8 semanas), aumentando el componente

fibroso y se reduce de forma muy significativa el número de linfocitos (respuesta inflamatoria crónica), así como la presencia de macrófagos.

Es en este grupo, donde se observa el comportamiento más biológico, similar a la muestra control, sobre todo a las 8 semanas.

En la siguiente tabla se indican los valores numéricos medios de cada grupo. Se aprecia que el grupo tratado con composite (Tetric EvoFlow[®]), presenta los valores más similares al grupo control y más bajos en las muestras analizadas a los 60 días, según la puntuación de la *Tabla E.3. (Modelo de un sistema de evaluación semicuantitativo)* de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰.

	Control. Ca(OH)₂	Ionómero vidrio	Composite
Media 30 días	2.1	3.5	2.4
Media 60 días	3.1	4.1	1.3

Tabla 6. Valor medio de cada grupo, teniendo en cuenta las variables células inflamatorias y cantidad de fibrosis e infiltrado fibroadiposo según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰.

En las condiciones de este estudio la muestra se considera como no irritante (0.0 a 2.9) en el grupo control (hidróxido de calcio) y con composite (Tetric EvoFlow[®]), y ligeramente irritante (3.0 a 8.9) en el grupo con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]) para el tejido, comparada con la muestra de control.

5.5.2. Evaluación histológica cuantitativa.

Tras la primera evaluación semicuantitativa, se procedió a observar las particularidades de cada diente y material objeto de estudio, valorando las variables

objetos del estudio, como son los tipos de células inflamatorias (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), la presencia de la cantidad de fibrosis e infiltrado adiposo.

5.5.2.1. Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] (Dentaflux, España) y en pasta Dycal[®] Dentin (Dentsply, Suecia)

5.5.2.1.1. Grupo de animales sacrificados a las 4 semanas.

D.1.1.R: Sólo se observa un tejido fibroadiposo (puntuación de infiltrado adiposo 2/3 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) intentando rellenar el espacio de la apicectomia. Ausencia de células de la inflamación. Vía de abordaje cerrada por hueso.

D.2.1.R: Ha crecido hueso alrededor del material sin infiltración conjuntiva, pero con una ligera banda de fibrosis (puntuación de fibrosis 1/2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células de la inflamación. Vía de abordaje cerrada por hueso.

D.3.1.R: Restos de material rodeados de una capa estrecha de tejido fibroso (puntuación de fibrosis 1/2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células de la inflamación. Vía de abordaje cerrada por hueso.

D.4.1.R: Presencia de un quiste óseo. El material no ha sellado completamente el ápice. Se observan infiltraciones de tejido fibroadiposo (puntuación de fibrosis 2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Escasas células inflamatorias rodeando al material del tipo neutrófilos y linfocitos (puntuación de neutrófilos y linfocitos 1 y 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.5.1.R: Capa delgada de tejido fibroso alrededor del material fibroadiposo (Puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje permanece cerrada por hueso.

Los siguientes resultados se expresan en la siguiente tabla (Tabla 7):

Número muestra:	D.1.1.R	D.2.1.R	D.3.1.R	D.4.1.R	D.5.1.R
Neutrófilos	0	0	0	1	0
Linfocitos	0	0	0	1	0
Macrófagos	0	0	0	0	0
Fibrosis	0	1/2 (1.5)	1/2 (1.5)	2	1
Infiltrado adiposo	2/3 (2.5)	0	0	0	0
Valor total	2.5	1.5	1.5	4	1

Tabla 7. Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y Dycal[®]. Animales sacrificados a las 4 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰. Valores totales.

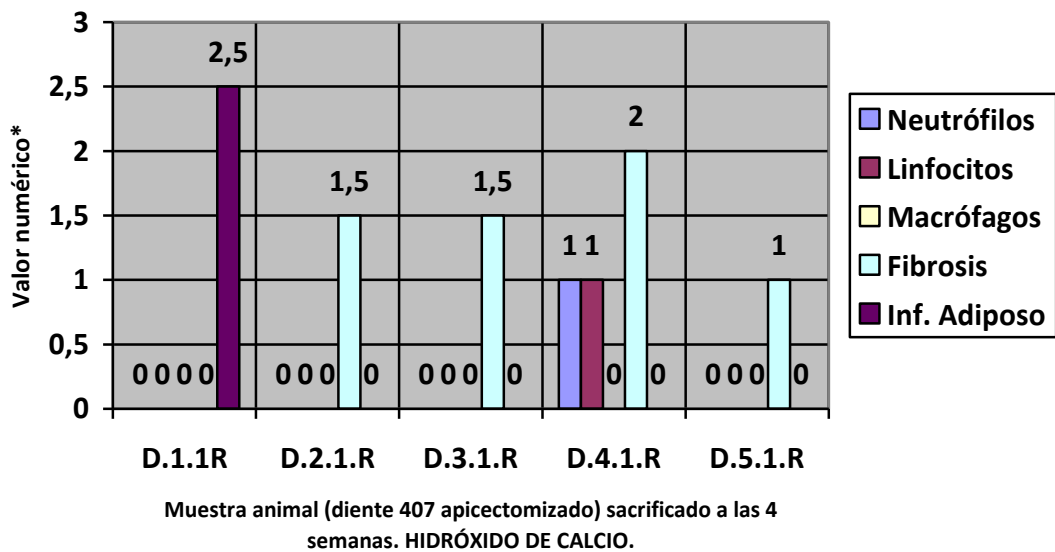


Gráfico 1. Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 407) con sellado con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y Dycal[®], en los animales sacrificados a las 4 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰.

5.5.2.1.2. Grupo de animales sacrificados a las 8 semanas.

D.6.1.R: Se observa mucha infiltraciones de tejido fibroso (puntuación de fibrosis 3 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células inflamatorias rodeando al material. La vía de abordaje permanece ligeramente abierta.

D.7.1.R.: Técnica quirúrgica de sellado correcta pero escaso material y en la porción ventral mandibular se observa la presencia de ionómero de vidrio. Ligero infiltración de tejido fibroso (puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.8.1.R: Se observa el material de sellado rodeado de una capa ancha de tejido fibroso (puntuación de fibrosis 2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) y abundantes células inflamatorias, del tipo neutrófilos, linfocitos y macrófagos (puntuación de neutrófilos y linfocitos y macrófagos 3, 2 y 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.9.1.R: Se observa abundante material de sellado, con un escaso tejido fibroso (puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) y una lesión de pérdida ósea (iatrogénica, debido a la ausencia de células inflamatorias y bacterias). No se observan células inflamatorias. La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.10.1.R: No se ha realizado la apicectomía completamente y se ha dejado la parte más apical del ápice. Hay un exceso de material de sellado que está rodeado de una cantidad leve de tejido fibroso (puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) el agujero se ha realizado en la porción media de la raíz y no en la apical. Se observan escasas células inflamatorias de tipo linfocitos (Puntuación de linfocitos 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

Los siguientes resultados se expresan en la siguiente tabla (Tabla 8):

Número muestra:	D.6.1.R	D.7.1.R	D.8.1.R	D.9.1.R	D.10.1.R
Neutrófilos	0	0	3	0	0
Linfocitos	0	0	2	0	1
Macrófagos	0	0	1	0	0
Fibrosis	3	1	2	1	1/2 (1.5)
Infiltrado adiposo	0	0	0	0	0
Valor total	3	1	8	1	2.5

Tabla 8. Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y Dycal[®]. Animales sacrificados a las 8 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰. Valores totales.

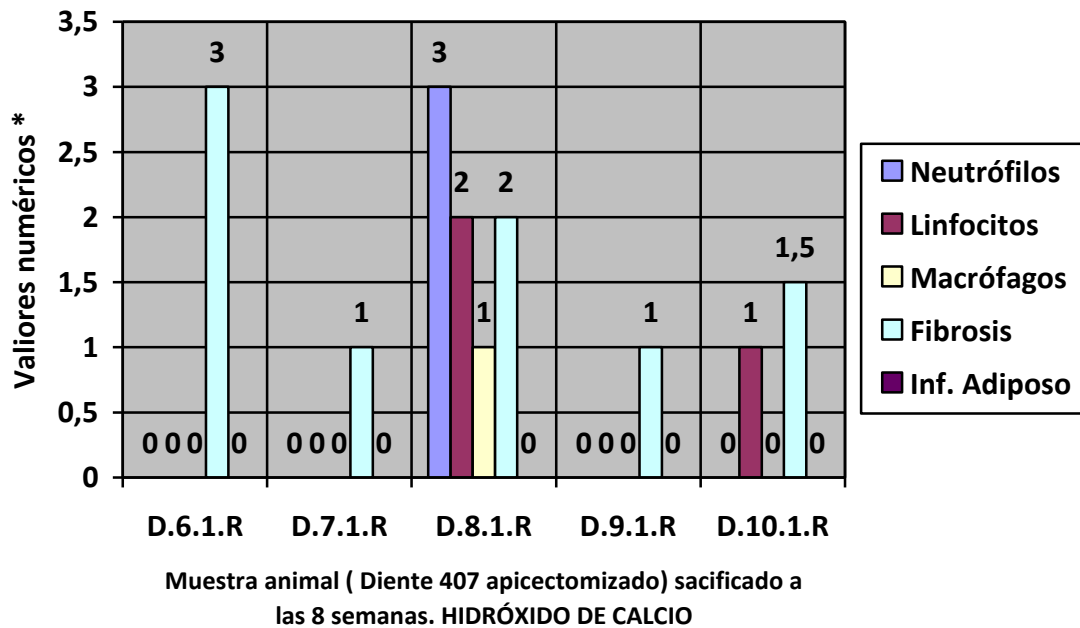


Gráfico 2. Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 407) con sellado con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y Dycal[®], en los animales sacrificados a las 8 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰.

5.5.2.2. Grupo con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]).

5.5.2.2.1. Grupo de animales sacrificados a las 4 semanas.

D.1.2.R: El material está sellando el conducto radicular. Presencia de hematoma e infiltrado fibroadiposo (puntuación de infiltrado adiposo 2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). No se observan células inflamatorias. La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.2.2.R: Abundante tejido fibroadiposo (puntuación de fibrosis 3 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Se observan abundantes células inflamatorias de tipo neutrófilos (puntuación de neutrófilos 3 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO

10993-6:2007), rodeando al material. En la región lingual del diente se observan fenómenos resortivos a nivel del esmalte y la dentina. La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.3.2.R: Escaso tejido fibroso (puntuación de fibrosis 1/2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Se observan moderadas células inflamatorias de tipo linfocito (puntuación de linfocitos 2 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007), rodeando al material. La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.4.2.R: Abundantes restos de material rodeados de tejido fibroso (puntuación de fibrosis 2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Escasas células inflamatorias tipo linfocito (puntuación de linfocitos 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Parece no haber cesado el crecimiento del diente, tomando esté una estructura irregular. Fenómenos resortivos en el esmalte. La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.5.2.R: Se observa muy poco tejido fibroso rodeando al material (puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Moderadas células inflamatorias tipo neutrófilo (puntuación de neutrófilos 2 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje ha sido rellenada de hueso. El material está rodeado de células inflamatorias (neutrófilos).

Los siguientes resultados se expresan en la siguiente tabla (Tabla 9):

Número muestra:	D.1.2.R	D.2.2.R	D.3.2.R	D.4.2.R	D.5.2.R
Neutrófilos	0	3	0	0	2
Linfocitos	0	0	2	1	0
Macrófagos	0	0	0	0	0
Fibrosis	0	3	1/2 (1.5)	2	1
Infiltrado adiposo	2	0	0	0	0
Valor total	2	6	3.5	3	3

Tabla 9. Grupo retrobturado con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$). Animales sacrificados a las 4 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰. Valores totales.

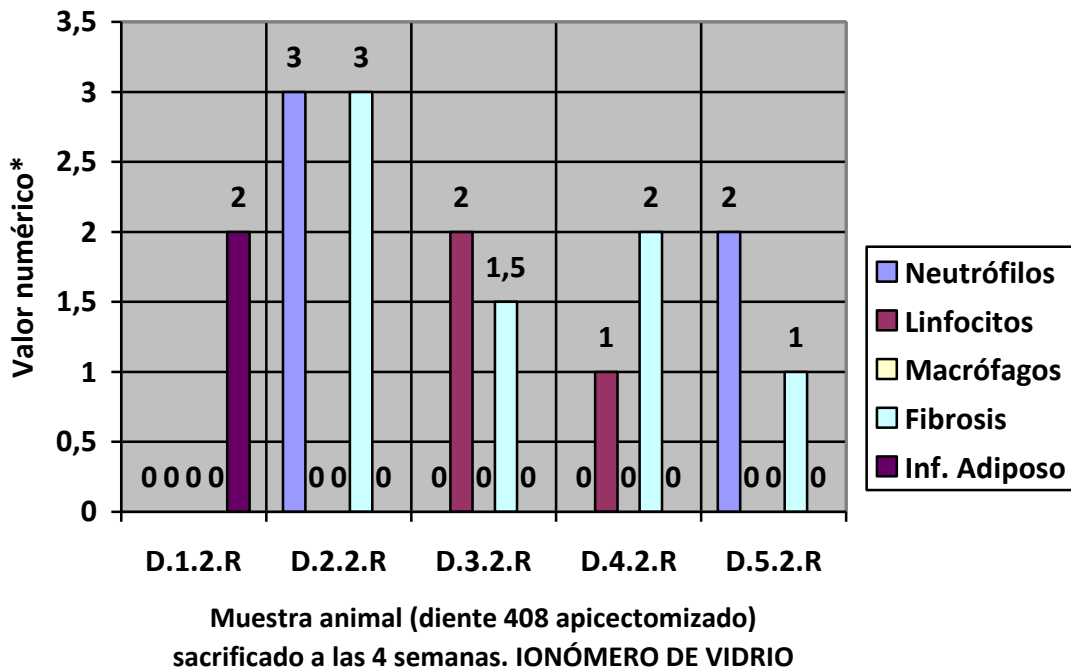


Gráfico 3. Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 408) con obturación con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$), en los animales sacrificados a las 4 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰.

5.5.2.2.2. Grupo de animales sacrificados a las 8 semanas.

D.6.2.R: Se observa la presencia de los dos materiales (ionómero de vidrio y composite), y alrededor del ionómero de vidrio hay una gran respuesta inflamatoria con moderado tejido fibroso (puntuación de fibrosis 2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Muchas células inflamatorias en general sobre todo del tipo neutrófilos y linfocitos (puntuación de neutrófilo y linfocito 2 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje no se ha curado por la presencia de composite en su interior.

D.7.2.R: Se observa alrededor del ionómero de vidrio una gran respuesta inflamatoria con moderado tejido fibroso (puntuación de fibrosis 2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Muchas células inflamatorias en general sobre todo del tipo linfocitos (puntuación de neutrófilos, linfocitos y macrófagos 1, 3 y 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y cerrado completamente.

D.8.2.R: Se aprecia un pequeño granuloma. Moderado grado de fibrosis alrededor del material (puntuación de fibrosis 2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Algunas células inflamatorias del tipo linfocitos y escasos macrófagos (puntuación de linfocitos y macrófagos 2 y 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). El diente ha sufrido fenómenos de reabsorción. La vía de abordaje está casi cerrada.

D.9.2.R: Se observa muy poco tejido fibroso alrededor del material (puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) y ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje está casi cerrada, salvo por restos del ionómero.

D.10.2.R: Escaso grado de fibrosis alrededor del material (puntuación de fibrosis 1/2 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente.

Los siguientes resultados se expresan en la siguiente tabla (Tabla 10):

Número muestra:	D.6.2.R	D.7.2.R	D.8.2.R	D.9.2.R	D.10.2.R
Neutrófilos	2	1	0	0	0
Linfocitos	2	3	2	0	0
Macrófagos	0	1	1	0	0
Fibrosis	2	2	2	1	1/2 (1.5)
Infiltrado adiposo	0	0	0	0	0
Valor total	6	7	5	1	1.5

Tabla 10. Grupo retrobturado con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$). Animales sacrificados a las 8 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰. Valores totales.

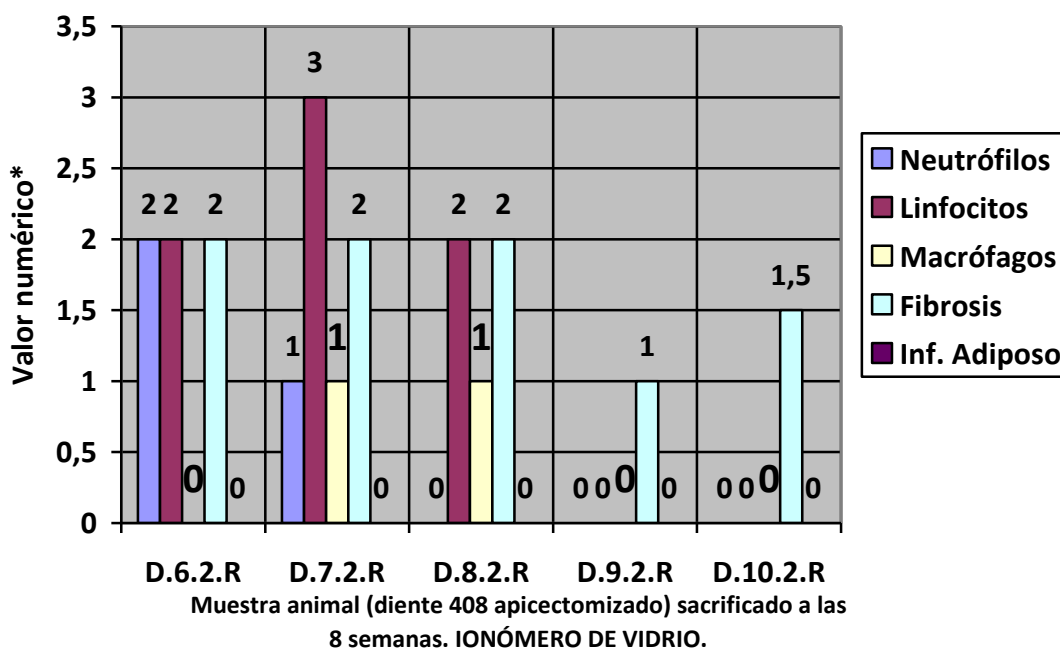


Gráfico 4. Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 408) con obturación con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$), en los animales sacrificados a las 8 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰.

5.5.2.3. Grupo con composite (Tetric EvoFlow®).

5.5.2.3.1. Grupo de animales sacrificados a las 4 semanas.

D.1.3.R: El material está sellando completamente el conducto radicular. Presencia de hematoma e infiltrado fibroadiposo alrededor del material (puntuación infiltrado adiposo 2/3 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente.

D.2.3.R: Presencia de abundante infiltrado fibroso (puntuación de fibrosis 3 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). y abundantes células inflamatorias del tipo neutrófilo (Puntuación de neutrófilos 3 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). En la región lingual del diente se observan fenómenos resorptivos a nivel del esmalte y la dentina. La vía de abordaje en el hueso permanece abierta.

D.3.3.R: Ausencia de fibrosis e infiltrado adiposo. Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente. Excelente respuesta.

D.4.3.R: Ausencia de fibrosis e infiltrado adiposo. Ausencia de células inflamatorias. Pero se aprecia deformidad dentaria, probablemente provocada por restos de tejido germinal dentario o por alteraciones en la superficie oclusal provocadas por una maloclusión durante la masticación. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente.

D.5.3.R: El composite se encuentra en la vía quirúrgica de abordaje y no en la porción radicular. Abundante tejido fibroso en la zona (Puntuación de fibrosis 2/3 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) y escasa respuesta inflamatoria del tipo linfocitos (Puntuación de linfocitos 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje no se ha cerrado por la presencia del composite en el mismo.

Los siguientes resultados se expresan en la siguiente tabla (Tabla 11):

Número muestra:	D.1.3.R	D.2.3.R	D.3.3.R	D.4.3.R	D.5.3.R
Neutrófilos	0	3	0	0	0
Linfocitos	0	0	0	0	1
Macrófagos	0	0	0	0	0
Fibrosis	0	3	0	0	2/3 (2.5)
Infiltrado adiposo	2/3 (2.5)	0	0	0	0
Valor total	2.5	6	0	0	3.5

Tabla 11. Grupo retrobturado con composite (Tetric EvoFlow®). Animales sacrificados a las 4 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰. Valores totales.

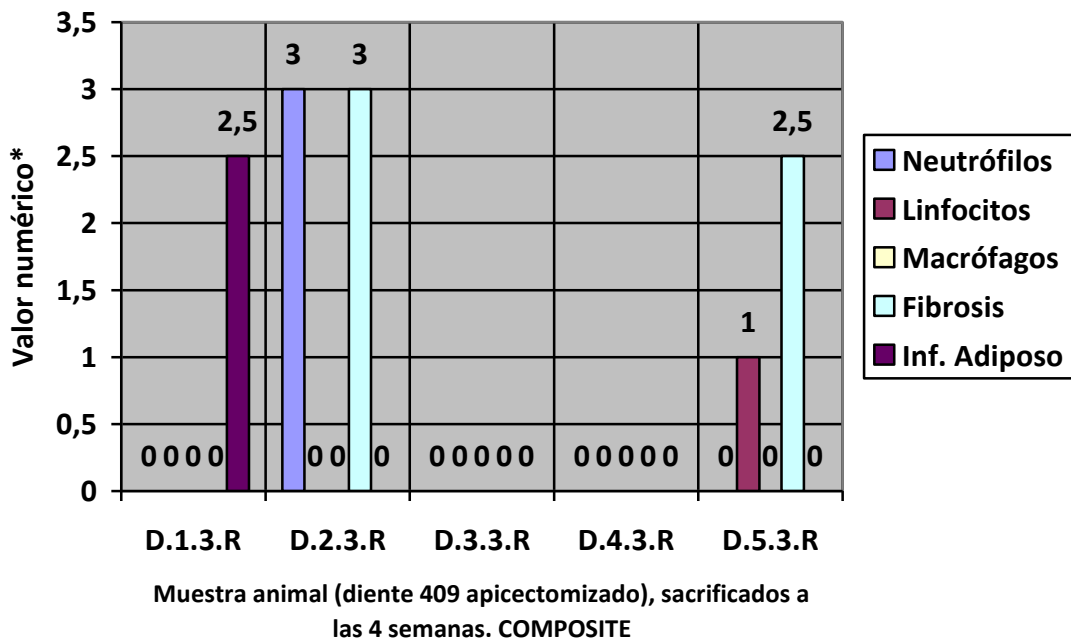


Gráfico 5. Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 409) con obturación con composite (Tetric EvoFlow[®]), en los animales sacrificados a las 4 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰.

5.5.2.3.2. Grupo de animales sacrificados a las 8 semanas.

D.6.3.R: Presencia de escaso infiltrado fibroso (puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) y moderadas células inflamatorias del tipo linfocitos y macrófagos (puntuación de linfocitos y macrófagos 2 y 1 de la tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). La vía de abordaje está casi cerrada.

D.7.3.R: El material está sellando completamente el conducto radicular. Ausencia de fibrosis e infiltrado adiposo. Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente. Excelente respuesta.

D.8.3.R: El material está sellando completamente el conducto radicular. Ausencia de fibrosis e infiltrado adiposo. Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente. Excelente respuesta.

D.9.3.R: Presencia de escaso infiltrado fibroso (puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) y ausencia de células inflamatorias. Fenómenos resorptivos en el diente. Contacto directo del material con el hueso neoformado. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente.

D.10.3.R: El material está sellando completamente el conducto radicular. Ausencia de infiltrado adiposo y muy leve fibrosis (Puntuación de fibrosis 1 de la tabla E.2 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007). Ausencia de células inflamatorias. La vía de abordaje se ha rellenado de hueso y está cerrada completamente. Excelente respuesta.

Los siguientes resultados se expresan en la siguiente tabla (Tabla 12):

Número muestra:	D.6.3.R	D.7.3.R	D.8.3.R	D.9.3.R	D.10.3.R
Neutrófilos	0	0	0	0	0
Linfocitos	2	0	0	0	0
Macrófagos	1	0	0	0	0
Fibrosis	1	0	0	1	1/2 (1.5)
Infiltrado adiposo	0	0	0	0	0
Valor total	4	0	0	1	1.5

Tabla 12. Grupo retrobturado con composite (Tetric EvoFlow®). Animales sacrificados a las 8 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰. Valores totales.

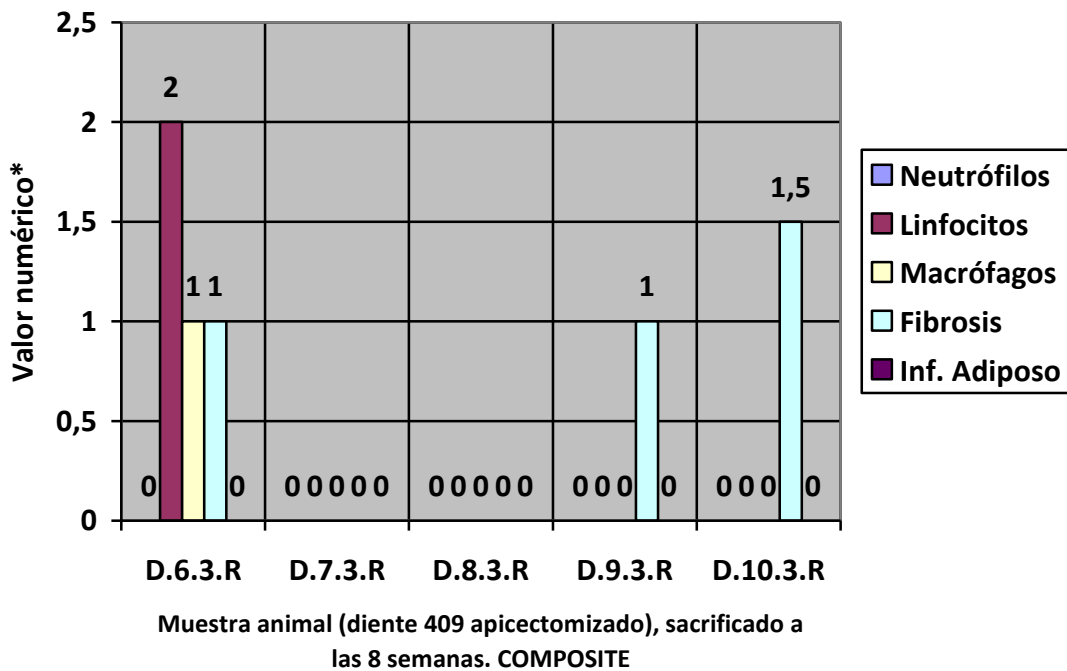


Gráfico 6. Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 409) con obturación con composite (Tetric EvoFlow®), en los animales sacrificados a las 8 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰.

Estudiando todos los casos y en las condiciones de este estudio, la muestra se considera como no irritante en los valores comprendidos entre 0.0 y 2.9, esto se observa en la mayoría de las muestras (56,66%, 17/30): D.1.1.R, D.1.2.R, D.1.3.R, D.2.1.R, D.3.1.R, D.3.3.R, D.4.3.R, D.5.1.R, D.7.1.R, D.7.3.R, D.8.3.R, D.9.1.R, D.9.2.R, D.9.3.R, D.10.1.R, D.10.2.R y D.10.3.R para el tejido, comparada con la muestra de control.

La muestra se considera como ligeramente irritante en los valores comprendidos entre 3.0 y 8.9, y esto se aprecian en los grupos restantes (43,34%, 13/30): D.2.2.R, D.2.3.R, D.3.2.R, D.4.1.R, D.4.2.R, D.5.2.R, D.5.3.R, D.6.1.R, D.6.2.R, D.6.3.R, D.7.2.R, D.8.1.R y D.8.2.R para el tejido, comparada con la muestra de control.

No se ha observado que ninguna muestra sea moderadamente irritante (valores comprendidos entre 9.0 y 15.0, ni severamente irritante (valores comprendidos mayores de 15) para el tejido, comparada con la muestra de control.

En la siguiente tabla (Tabla 13) se indican todos los valores numéricos medios de cada grupo animal (muestras D.1 a D.5; animales sacrificados a las 4 semanas y muestras D.6 a D.10; animales sacrificados a las 8 semanas). Se aprecia que el grupo tratado con composite (Tetric EvoFlow[®]), presenta los valores más bajos en las muestras analizadas a las 4 y 8 semanas, según la puntuación de la *Tabla 3. (Modelo de un sistema de evaluación semicuantitativo)* de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007²¹⁰

Número muestra:	D1.1R	D1.2R	D1.3R	D2.1R	D2.2R	D2.3R	D3.1R	D3.2R	D3.3R	D4.1R	D4.2R	D4.3R	D5.1R	D5.2R	D5.3R
Neutrófilos	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0
Linfocitos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1
Macrófagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fibrosis	0	0	0	1/2	3	3	1/2	1/2	0	2	2	0	1	1	2/3
Infiltrado adiposo	2/3	2	2/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2.5	2	2.5	1.5	6	6	1.5	3.5	0	4	3	0	1	3	3.5
Número muestra:	D6.1R	D6.2R	D6.3R	D7.1R	D7.2R	D7.3R	D8.1R	D8.2R	D8.3R	D9.1R	D9.2R	D9.3R	D10.1R	D10.2R	D10.3R
Neutrófilos	0	2	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Linfocitos	0	2	2	0	3	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0
Macrófagos	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Fibrosis	3	2	1	1	2	0	2	2	0	1	1	1	1/2	1/2	1/2
Infiltrado adiposo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3	6	4	1	7	0	8	5	0	1	1	1	2.5	1.5	1.5

Tabla 13. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. Valores totales y media de cada muestra, para los animales sacrificados a las 4 y 8 semanas.

Rojo: Grupo control. Dientes sin material de retrobturación, solo sellados con hidróxido de calcio puro en polvo[®] (Dentaflux, España) y en pasta Dycal[®] Dentin (Dentsply, Suecia).

Amarillo: Grupo con material de retrobturación de ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]).

Verde: Grupo con material de retrobturación de composite (Tetric EvoFlow[®]).

En las condiciones del estudio, en las muestras D.1 a D.5 de los animales sacrificados a las 4 semanas, las variables medidas de cantidad de células inflamatorias, fibrosis e infiltrado adiposo, que se obtuvieron variaron en cada grupo animal:

- En el grupo control de dientes sellados con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y en pasta Dycal[®] Dentin, en la mayoría de las muestras (D.1.1.R, D.2.1.R, D.3.1.R y D.5.1.R), los valores obtenidos fueron muy buenos y no irritantes (valores de 0.0 a 2.9), y solo en una muestra (D.4.1.R) se obtuvieron valores ligeramente irritantes (valores de 3.0 a 8.9) con un valor medio de 2.1 y desviación típica SD de 1.08.
- En el grupo de dientes tratados con ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®], solo en una muestra (D.1.2.R), se aprecian valores muy buenos no irritantes, pero en el resto (D.2.2.R, D.3.2.R, D.4.2.R y D.5.2.R), se miden valores ligeramente irritantes, con un valor medio de 3.5 y una desviación típica SD de 1.34.
- En el grupo de dientes tratados con composite Tetric EvoFlow[®], se observa en la mayoría de las muestras (D.1.3.R, D.3.3.R y D.4.3.R) , valores muy buenos no irritantes y en el resto de las muestras (D.2.3.R y D.5.3.R) valores ligeramente irritantes, con un valor medio de 3 y una desviación típica SD de 1.38.

Estadísticamente, en los animales sacrificados a las 4 semanas, se encontraron diferencias significativas en las variables medidas entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y en pasta Dycal[®] (muestras D.1.1.R, D.2.1.R, D.3.1.R, D.4.1.R y D.5.1.R) y el grupo con ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] (muestras D.1.2.R, D.2.2.R, D.3.2.R, D.4.2.R y D.5.2.R), para un nivel de confianza del 95% ($p=0.005$), y entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y en pasta Dycal[®] y el grupo con composite Tetric EvoFlow[®] (muestras D.1.3.R, D.2.3.R, D.3.3.R, D.4.3.R y D.5.3.R), para un nivel de confianza del 95% ($p=0.005$).

Estos valores aparecen representados en la siguiente tabla (Tabla 14) y gráfica (Gráfico 7):

Muestra animal	D.1	D.2	D.3	D.4	D.5	Media	SD
Ca(OH)₂	2.5	1.5	1.5	4	1	2.1	1.08
Ionómero de vidrio	2	6	3.5	3	3	3.5	1.34
Composite	2.5	6	0	0	3.5	3	1.38

Tabla 14. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. Valores totales, media aritmética y desviación típica SD de cada muestra de animales sacrificados a las 4 semanas.

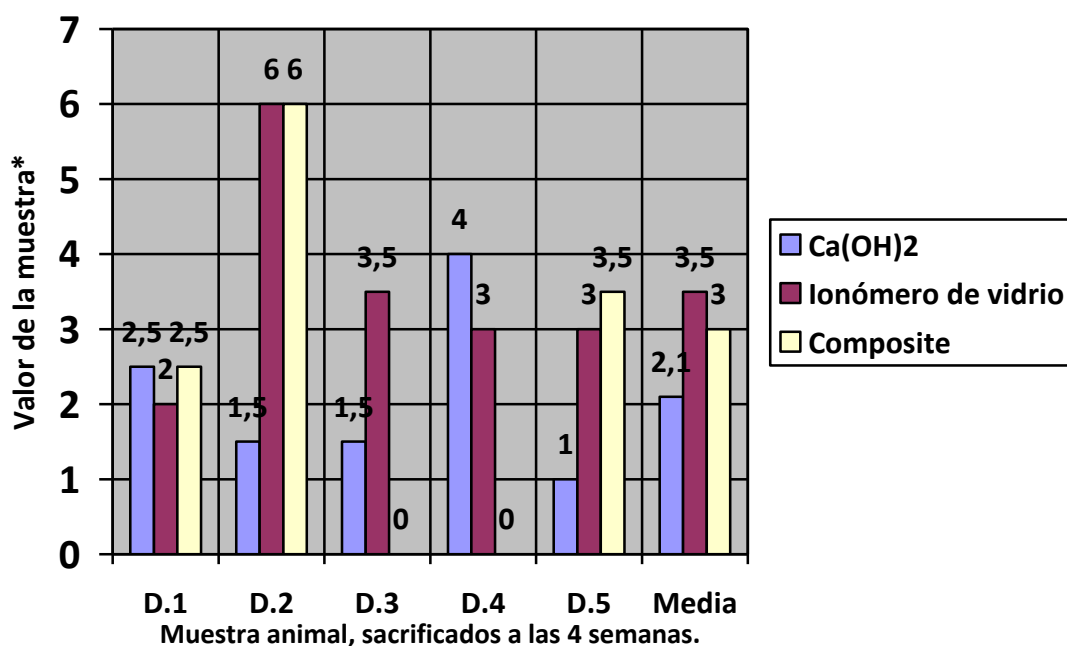


Gráfico 7. Valores totales de cada muestra animal y tipo de dientes tratados (dientes 407, 408 y 409) con cada tipo de material en los animales sacrificados a las 4 semanas.*: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15. según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰).

Las variables medidas de cantidad de células inflamatorias, fibrosis e infiltrado adiposo, que se obtuvo en las muestras D.6 a D.10 de los animales sacrificados a las 8 semanas, también variaron en función del animal. En el grupo control de dientes sellados con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y en pasta Dycal[®] Dentin, en la mayoría de las muestras (D.7.1.R, D.9.1.R, y D.10.1.R), los valores obtenidos fueron muy buenos y no irritantes (valores de 0.0 a 2.9), y en dos muestras (D.6.1.R y D.8.1.R) se obtuvieron valores ligeramente irritantes (valores de 3.0 a 8.9) con un valor medio de 3.1 y desviación típica $SD \pm 2.58$. En el grupo de dientes tratados con ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®], en cambio solo en dos muestras (D.9.2.R y D.10.2.R), se aprecian valores muy buenos no irritantes, pero en el resto (D.6.2.R, D.7.2.R y D.8.2.R), se miden valores ligeramente irritantes, con un valor medio de 4.1 y una desviación típica SD de 2.2. En el grupo de dientes tratados con composite Tetric EvoFlow[®], se observa

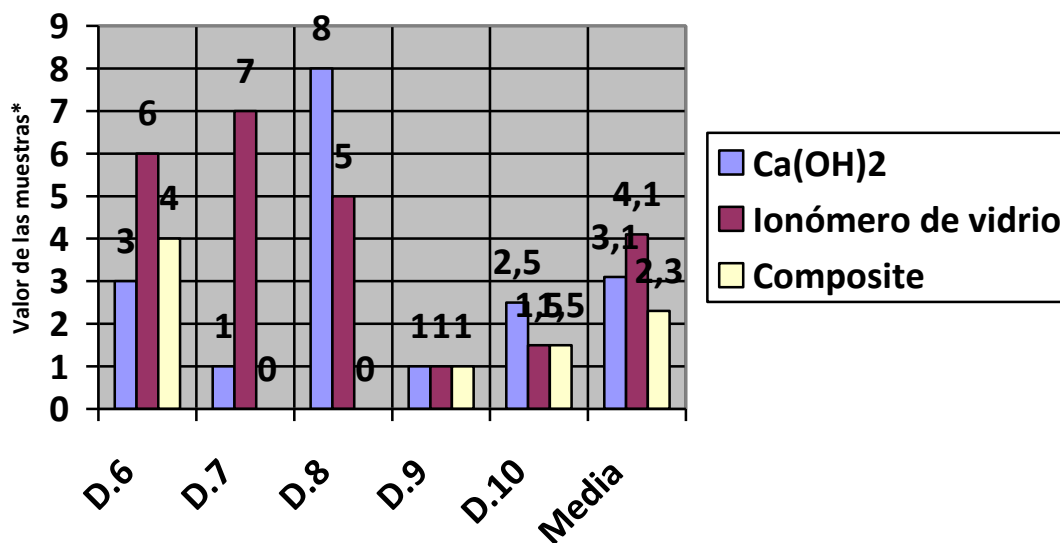
en la mayoría de las muestras (D.7.3.R, D.8.3.R, D.9.3.R y D.10.3.R) , valores muy buenos no irritantes y solamente en una de las muestras (D.6.3.R) valores ligeramente irritantes, con un valor medio de 2.2 y una desviación típica SD de 1.72. (Tabla 15)

Estadísticamente, en los animales sacrificados a las 8 semanas, se encontraron diferencias significativas en las variables medidas entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y en pasta Dycal[®] (muestras D.6.1.R, D.7.1.R, D.8.1.R, D.9.1.R y D.10.1.R) y el grupo con ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] (muestras D.6.2.R, D.7.2.R, D.8.2.R, D.9.2.R y D.10.2.R), para un nivel de confianza del 95% (p=0.025) , y entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y en pasta Dycal[®] y el grupo con composite Tetric EvoFlow[®] (muestras D.6.3.R, D.7.3.R, D.8.3.R, D.9.3.R y D.10.3.R), para un nivel de confianza del 95% (p=0.05).

Estos valores aparecen representados en la siguiente tabla (Tabla 15) y gráfica (Gráfico 8):

Muestra animal	D.6	D.7	D.8	D.9	D.10	Media	SD
Ca(OH) ₂	3	1	8	1	2.5	3.1	2.58
Ionómero de vidrio	6	7	5	1	1.5	4.1	2.41
Composite	4	0	0	1	1.5	2.3	1.72

Tabla 15. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. Valores totales, media aritmética y desviación típica SD de cada muestra de animales sacrificados a las 8 semanas.



Muestra animal, sacrificados a las 8 semanas.

Gráfico 8. Valores totales de cada muestra animal y tipo de dientes tratados (dientes 407, 408 y 409) con cada tipo de material en los animales sacrificados a las 8 semanas.*: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15. según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007²¹⁰).

6. DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

Los trabajos realizados hasta la actualidad de apicectomías en los conejos son muy escasos¹⁶⁶, y los parámetros estudiados en cada uno de ellos difieren en parte de los nuestros, pues solo se describe brevemente la técnica quirúrgica de apicectomía, pero hay muy pocas referencias donde se estudian los posibles materiales de retrobturación que se pueden usar¹⁷⁵. Tampoco están valorados en los mismos tiempos postquirúrgicos.

6.1. MODELO ANIMAL Y TÉCNICA QUIRÚRGICA.

El método de trabajo de nuestra investigación ha sido utilizado previamente por otros autores²⁰, y se ha considerado al conejo como un modelo experimental en el que se puede aplicar esta técnica quirúrgica¹⁷⁸. Además, en esta especie, son muy frecuentes las patologías dentarias apicales, causantes de la mayoría de graves abscesos craneofaciales, que requieren un tratamiento quirúrgico difícil y agresivo, además de un tratamiento médico con antibiótico muy largo, de hasta 16 semanas. Todas estas consideraciones hacen que este animal sea elegido como modelo de estudio, para su aplicación clínica en el tratamiento de estas patologías.

En cuanto a la técnica quirúrgica, la longitud de los premolares y molares inferiores del conejo nos obliga a realizar una ostectomía del cuerpo mandibular para poder visualizar y acceder bien a los ápices dentarios. Esta técnica ya fue descrita por otros autores^{20,166}.

Los buenos resultados obtenidos en nuestro estudio, sobre todo en el grupo retrobturado con composite Tetric EvoFlow[®] sacrificados a las 8 semanas, hacen extrapolable esta técnica como tratamiento de patologías dentales y abscesos mandibulares de origen dental en esta especie. Otros autores^{127,130} coinciden con nosotros en que el composite es un buen material para la retrobturación de las apicectomías en perro.

6.2. RADIOLOGÍA.

Existen diferencias radiológicas entre los grupos sin material de retrobturación y los grupos con ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] y composite Tetric EvoFlow[®], observándose los mejores resultados con muy pocos cambios en la densidad radiológica del hueso mandibular periapical en el grupo de composite Tetric EvoFlow[®]. Además al analizar las correspondientes muestras histológicas comprobamos que la presencia de células inflamatorias y fibrosis es menor en el grupo con composite Tetric EvoFlow[®] que en el resto. Otros autores como Gay y cols¹⁹⁴, ya obtuvieron muy buenos resultados in vitro con el composite, MTA, tornillos de titanio y ionómeros de vidrio

Las radiografías muestran en la mayoría los casos tratados, independientemente del material de retrobturación usado, una detección del crecimiento de los dientes apicectomizados, una ausencia de osteomielitis y fracturas mandibulares y un mantenimiento de la superficie oclusal dentaria.

6.3. HISTOLOGÍA.

Muchos autores han descrito las características ideales del material de obturación retrógrado en las apicectomías y los cambios en el tejido dental y óseo periapical^{15,88,179,180,181,182,183,184,185,186}. En algunos de estos estudios se han obtenidos excelentes resultados con el uso del MTA, ionómero de vidrio y composite en la especie humana y en perros^{185,184,192,194,127} y en los conejos comparando el Super EBA[®], MTA con la amalgama¹⁷⁵.

En el grupo control de control de dientes apicectomizados y sellados con hidróxido de calcio puro en polvo[®] y en pasta Dycal[®] Dentin, la presencia de indicadores de la inflamación es mínima tanto a las 4 semanas (2.1) como a las 8 semanas (3.1), lo que indica que el procedimiento es bien tolerado y no existen casi complicaciones.

En los grupos de dientes apicectomizados y retrobturados con distintos materiales, también existen muy buenos resultados con muy pocos mediadores de la inflamación (grupo con ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} : valor de 3.5 a las 4 semanas y 4.1 a las 8 semanas y el grupo con composite Tetric EvoFlow \circledR : valor de 3 a las 4 semanas y 2.2 a las 8 semanas). Esto explica que ambos materiales son biocompatibles, no son tóxicos, estimulan la cicatrización ósea (como se ve en la regeneración del hueso mandibular ostectomizado para el abordaje de los ápices), no tiñen los tejidos perirradiculares, son estables, no absorbibles y radiopacos, tal y como describieron distintos autores que deben cumplir los materiales ideales para la obturación retrógada^{88, 179}. En estos resultados coincidimos con otros autores que indican las excelentes cualidades del iónomero de vidrio y composite como material de retrobturación en otras especies^{127,185,194,200,201}

Se obtienen, en nuestro estudio, mejores valores para el composite y a las 8 semanas. Ya se describió el uso de este material por varios autores^{15,180}, pues consigue un excelente sellado apical en comparación con otros, pero la dificultad, es que necesita ser puesto en un campo totalmente seco y son muy sensibles a su técnica de aplicación^{127,130}. Nuestros resultados corroboran lo afirmado por los autores^{127,185,194,200,201}

Aunque en algunas muestras se obtuvieron valores más altos e irritantes (muestras D.2.2.R, D.2.3.R, D.6.2.R, D.7.2.R y D.8.1.R), tan solo representan un 16,66%, y en ningún caso se produjeron complicaciones graves como osteomielitis, abscesos, fracturas mandibulares ni pérdidas dentarias.

Como hemos dicho anteriormente, son muy pocos los estudios publicados sobre la apicectomia en los conejos y se han usado otros materiales como el Super EBA \circledR , MTA \circledR y amalgama^{175, 176}, pero no se han estudiado hasta ahora la respuestas del tejido óseo y dentaria periapical frente al uso de los materiales de retrobturación ionómero de vidrio y composite.

En la actualidad se sigue investigando buscando el material ideal y numerosos estudios en otras especies (humanos, monos y perros), muestran resultados satisfactorios con el uso de: gutapercha, cementos de óxido de zinc eugenol, composites,

compómeros, ionómeros de vidrio, cementos de policarboxilato, pins de cerámica de óxido de aluminio, tornillos de titanio, oro cohesivo, teflón y MTA ^{179, 180, 182}.

6.4. INTERES CLÍNICO

El interés clínico del presente estudio es el desarrollo y aplicación de la técnica de apicectomía en los dientes premolares y molares inferiores del conejo para tratar las patología periapicales, tran frecuentes en esta especie, que conducen en la mayoría de los casos a la formación de abscesos mandibulares.

Los abscesos dentales son unas de las patologías más graves y frecuentes que encontramos en los conejos.

Pueden ser de origen endodóntico como causa más frecuente, aunque el acúmulo de cuerpos extraños en el ligamento periodontal también puede dar lugar a lesiones perio-endodónticas.

Entre los posibles diagnósticos diferenciales de los abscesos dentales están:

- Impactaciones dentales traumáticas.
- Maloclusiones.
- Problemas de erupción.
- Quistes.
- Tumores.

Una de las causas más frecuentes de patologías apicales dentales en esta especie, es la inapropiada costumbre de cortar los incisivos, cuando tienen un sobrecrimiento, con cortaúñas, esto provoca con frecuencia, la exposición de la pulpa y, en muchos casos se produce una fractura dentaria longitudinal que se extiende hasta el espacio subgingival originando una infección apical.

El tratamiento recomendado para estos abscesos siempre es quirúrgico y lo más agresivo posible (valorando previamente muy bien el problema y su pronóstico) y a pesar de que existen distintas técnicas, en algunos casos es imposible realizarlas sin provocar una grave debilidad o deformidad al cráneo del conejo, con una elevada tasa de mortalidad y morbilidad^{212,213}.

Las técnicas quirúrgicas descritas^{214,215} actualmente para el tratamiento de los graves abscesos mandibulares en los conejos son:

- Cierre simple de la incisión.
- Marsupialización.
- Llenado de la cavidad del absceso con distintos materiales (miel, hidróxido de calcio, soluciones de dextrosa...)
- AIPMMB (Antibiotic Impregnated Polymethyl Methacrylate Beads).
- Administración de Penicilina G Benzatina /Penicilina G Procaina.
- Apicectomía de dientes premolares y molares inferiores.

Consideramos importante esta técnica como solución de los abscesos mandibulares de origen dentario en los premolares y molares inferiores del conejo.

7. CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en nuestro estudio podemos concluir que:

1. Tanto el ionómero de vidrio Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$ como el composite Tetric EvoFlow $^{\text{®}}$ pueden ser empleados como materiales de obturación retrógrada en las apicectomías de dientes premolares y molares mandibulares en el conejo.
2. El uso del composite Tetric EvoFlow $^{\text{®}}$, mejora las propiedades de cicatrización en la zona y presenta mejores valores, sobre todo a las 8 semanas, (en cuanto a la presencia de marcadores de la inflamación) que el ionómero de vidrio Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$.
3. La técnica de apicectomía y obturación retrógrada con los materiales objetos del estudio, no afecta la oclusión dentaria a las 4 y 8 semanas.
4. No se puede emplear la radiología como método de valoración único de los cambios del tejido óseo y dentario periapical. Sin embargo, es útil para valorar los cambios en la superficie de oclusión dentaria y la alteración del crecimiento dentario.
5. La obturación retrógrada con ionómero de vidrio Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$ y composite Tetric EvoFlow $^{\text{®}}$, consiguen una buena cicatrización de los tejidos periapicales a las 4 y 8 semanas, y muy pocas complicaciones tras la realización de la apicectomías dentarias.

8. LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURAS**SIGNIFICADO**

<	Menor
>	Mayor
µm	Micras
AC	Cemento acelular
C	Cemento celular
CA	Constricción apical
CDC	Unión cemento-dentina-conducto
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de carbono
CP	Lazo cervical (Cervical loop)
D	Dentina
E	Esmalte
EMP	Proteína de la matriz del esmalte
e-PTFE	Politetrafluoroetileno expandido
ERH	Vaina epitelial radicular de Hertwigs
FA	Foramen apical
FGF	Factor de crecimiento fibroblástico
Fig.	Figura
H&E	Hematoxilina y Eosina
HP	Hewlett Packard
iee	Epitelio interno del esmalte
IGF	Factor de crecimiento insulínico
IM	Intramuscular
IV	Intravenosa
Kg	Kilogramos
Kv	Kilovoltaje
Lab	Lado labial del lazo cervical
Lin	Lado lingual del lazo cervical
LL	Latero-lateral
M1	Primer molar
M2	Segundo molar
M3	Tercer molar

mAs	Miliamperios por segundo
max	Máximo
mg	Miligramos
mm	Milímetros
MTA	Agregado de Trióxido Mineral
n°	Número
O	Odontoblastos
O1	Apertura radical 1
O2	Apertura radical 2
OD	Osteodentina
oee	Epitelio externo del esmalte
P	Cámara pulpar
Pd	Pre dentina
PDGF	Factor de crecimiento plaquetario
PGA	Ácido Poliglicólico
phf ^a	Campo de alto aumento (x400)
PL	Ligamento periodontal
PLGA	Ácido láctico co-ácido glicólico
rD	Raíz distal
rP	Raíz palatina
rpm	Revoluciones por minuto
SC	Subcutánea
SD	Desviación estándar
si	Estrato intermedio
sr	Retículo estrellado
TD	Dentina primaria
UCD	Unión cemento-dentina
ZOE	Óxido de Zinc Eugenol

9. LISTA DE FIGURAS

Fig.	Título
1	Representación esquemática de las fases de la apicectomía.
2	Sección longitudinal de un diente molar humano.
3	Corte longitudinal dentario mostrando la anatomía radicular.
4	Espécimen descalcificado y seccionado longitudinalmente con deltas apicales.
5	Patrón morfológico general de las ramificaciones de los conductos radiculares.
6	Microfotografía mediante microscopía de scanner electrónico que muestra la presencia de un conducto lateral.
7	1. vértice o centro apical. 2. centro del foramen. 3 distancia entre el vértice o centro apical al centro del foramen. 4. diámetro del foramen. 5. diámetro foramen conducto. 6. desnivel de los diámetros. 7 diámetro del conducto a la altura de los puntos de unión cemento-dentina-conducto (CDC) que se encuentran al mismo nivel. 8. diámetro del conducto al nivel del punto de unión CDC distante. 9. diámetro del conducto al nivel del punto de unión CDC cercano. 11. ubicación del diámetro menor del conducto (42%). 13. distancia entre el centro foraminal y el diámetro más estrecho del conducto. 14,14 ^a ,14b puntos de unión entre el cemento, dentina y conducto. 18. grosor del cemento del lado derecho del conducto. 19. grosor del cemento del lado izquierdo del conducto. 20. grosor del cemento derecho en su rápido adelgazamiento. 21. grosor del cemento izquierdo en su rápido adelgazamiento.
8	Esquema que muestra la CA, denominado diámetro apical menor.
9	La unión cemento-dentina está localizada a diferentes niveles de la pared del conducto y no coincide con la constricción apical.
10	Topografía del ápice. A: concepto erróneo. B: dibujo esquemático según los promedios obtenidos en la serie de 18 a 25 años. C: de la serie de 55 años en adelante.
11	Aspecto del tercio apical de un premolar superior visto al microscopio electrónico. Foramen situado en posición lateral.
12	Zona apical de la raíz mesial de un primer molar inferior.

13	Radiografía que muestra, a nivel apical, la obturación de las ramificaciones terminales que forman un delta.
14	Vista lateral de los incisivos de un conejo. Obsérvese la oclusión normal de los incisivos inferiores entre los primeros (más grandes) y segundos incisivos superiores.
15	Vista oclusal de los incisivos superiores de un conejo.
16	Cráneo del conejo. Vista lateral. Anatomía ósea y nomenclatura dentaria.
17	Dientes superiores del conejo. Vista ventral del maxilar. Nomenclatura Triadan.
18	Dientes superiores del conejo. Nomenclatura Triadan.
19	Dientes inferiores del conejo. Nomenclatura Triadan
20	Radiografía del cráneo de un conejo. Apréciense la anatomía dentaria.
21	Oclusión normal de premolares y molares en el conejo
22	Al igual que ocurre en el caballos, la articulación temporomandibular está posicionada dorsalmente a las superficies oclusales de los dientes. En esta figura se muestran los límites normales de apertura de la boca y la división funcional de los dientes de masticación en corona clínica, corona de reserva y tejido germinal.
23	Microfotografía (lupa binocular x10) de los molares inferiores del conejo de 3 meses de edad, mostrando el primer molar (M1), segundo molar (M2) y tercer molar (M3) con la característica doble apertura radicular (O1 y O2).
24	Microfotografía (lupa binocular x20) de los molares inferiores de un conejo de 3 meses de edad, mostrando claramente la porción coronal de la pulpa completamente calcificada (P), las crestas del esmalte (flechas blancas) y los surcos de la dentina (flechas amarillas).
25	Microfotografía (lupa binocular x20) de los molares inferiores de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la cavidad pulpar con la precipitación interna dentinaria.

26	Microfotografía (H&E x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la estructura histológica formada por las dos láminas (L1 & L2), alineadas mesial y distalmente, cada lámina esta formada por dentina (D) y adjunta la cámara pulpar (P), pero las dos cámaras se unen apicalmente, y están separadas por una gran surco forrado por la matriz del esmalte (E), ameloblastos (A) y cemento celular (C).
27	Microfotografía (H&E x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la amplia cavidad pulpar cerca de la porción apical (P), tapizada por una capa de odontoblastos y cubierta por dentina (D) y esmalte (E).
28	Microfotografía (H&E x40) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la zona apical odontogénica: La cavidad pulpar cónica que aparece más ancha en el ápice se estrecha en la zona de la papila dental (P), el asa cervical (CL) y se continúa con el órgano del esmalte (EO).
29	Microfotografía ampliada de la imagen anterior (H & E x100), mostrando la región mesial de la parte basal del diente molar de un conejo, la papila dental (P), el típico lazo cervical (CP), con el epitelio interno y externo del esmalte, los altas células columnares odontoblásticas (OD) de la papila dental están formando y depositando dentina.
30	Microfotografía (H&E x 100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la porción media con numerosos dentículos (d) a lo largo de la pulpa (P), cubierta de dentina (D), esmalte (E) y cemento celular (cemento vascular) (C).
31	Microfotografía (H&E x400) de la porción media dentaria mostrando numerosos y largos dentículos formados por dentina tubular a lo largo de la pulpa (P).
32	Microfotografía (H&E x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la porción coronal con la pulpa (P) totalmente obliterada con osteodentina. Apréciase las líneas longitudinales de aumento (líneas incrementales) entre la dentina (flechas). Dentina (D). Esmalte (E). Cemento celular (C). Pulpa (P).

33	Microfotografía con más aumento (H&E x400) de la figura anterior, mostrando la completa obliteración de la pulpa con osteodentina (OD), rodeada por túbulos de dentina primaria (TD).
34	Microfotografía (H&E x40) de la sección sagital de un incisivo inferior de un conejo de 3 meses de edad, mostrando la porción apical de la cavidad pulpar con el lado labial del asa cervical (Lab) y el lado lingual (Lin).
35	Microfotografía con mayor aumento (H&E x 100) de la figura anterior mostrando (A) el lazo cervical labial, el epitelio interno del esmalte (iee), el epitelio externo del esmalte (oee), estrato intermedio (si) y el retículo estrellado (sr). (B) Vaina epitelial radicular de Hertwigs (ERH).
36	Microfotografía (H&E x100) de un diente incisivo inferior de un conejo de 3 meses de edad. (A) lado labial mostrando los ameloblastos (A), espacio del esmalte (E), dentina (D), predentina (Pd), odontoblastos (O) y pulpa (P). (B) Lado lingual mostrando el ligamento periodontal (PL), cemento acelular (AC), dentina (D) y osteodentina (OD).
37	Microfotografía (sin tinción x25) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad mostrando: la lámina mesial (M), lámina distal (D), puente vestibular estrecho (A), esmalte externo (a), esmalte interno (b), surco de desarrollo (G) y cemento celular (C).
38	Microfotografía (sin tinción x100) de un molar inferior de un conejo de 3 meses de edad mostrando la presencia de múltiples túbulos dentinarios (verdaderos dentículos) dentro de la cavidad pulpar (P). Esmalte (E). Dentina (D).
39	Microfotografía del delta apical del perro. Raíz apical descalcificada y teñida con tinta china. Apréciense los numerosos canales del tercio apical de la raíz y los canales laterales accesorios.
40	Absceso periapical del canino maxilar del perro. Apréciense la flecha indicando la salida del trayecto de drenaje.
41	Trayecto de drenaje cutáneo originado por un absceso periapical en el canino mandibular de un perro.
42	Trayecto de drenaje cutáneo originado por una patología periapical de la raíz distal del cuarto premolar maxilar de un perro.

43	Trayecto de drenaje (flecha) originado por un absceso periapical en la raíz mesiovestibular del cuarto premolar maxilar superior en un perro.
44	Anatomía topográfica mostrando los cortes histológicos de los ápices radiculares de dientes del perro y las estructuras adyacentes. Raíz del diente canino maxilar de un perro, apréciase la delgada capa de hueso que está separando el hueso alveolar de la cavidad nasal.
45	Raíz (T) del diente canino mandibular de un perro, próximo al foramen medio mentoniano (M) y la sínfisis mandibular.
46	Raíz mesiovestibular (T) del diente cuarto premolar maxilar en un perro, apréciase la delgada capa de hueso separando el hueso alveolar del canal infraorbitario (C).
47	Raíz mesial (T) del diente primer molar mandibular del perro, apréciase la delgada capa de hueso, separando el hueso alveolar del canal mandibular (C),
48	Apicectomía y relleno retrógrado de la raíz mesiovestibular del cuarto premolar maxilar del perro. Apréciase el acceso lateral creado, eliminando 4 mm de ápice y tejido periapical y el relleno retrógrado de 3 mm del canal radicular.
49	Fotografía del cráneo de un conejo. Mostrando, con una elipse roja, la zona quirúrgica de abordaje a los ápices dentarios de los dientes 407, 408 y 409.
50	Incisión en la piel y exposición del tejido subcutáneo y músculo masetero
51	Exposición del hueso mandibular.
52	Raíces de los dientes 407, 408 y 409, después del fresado del hueso mandibular.
53	Apicectomías de los dientes 407, 408 y 409.
54	Aplicación de hidróxido de calcio en polvo (Hidróxido de calcio puro en polvo [®]), y sobre esta una segunda capa, también muy fina (< 1 mm) de hidróxido de calcio en pasta (Dycal [®] Dentin) en el diente 407.
55	Aplicación del gel de grabado ácido al 37% [®] en el diente 409.
56	Aplicación del material retrobturación composite Tetric EvoFlow [®] en el diente 409.
57	Fotopolimerización con lámpara Astralis 5 [®] del composite del diente 409.

58	Aplicación del material de retroobtención ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} en el diente 408.
59	Cierre quirúrgico. Sutura intradérmica con PGA $^{\circledR}$ 4/0.
60	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.1) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
61	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.2) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
62	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.3) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
63	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.4) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
64	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.5) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
65	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.6) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
66	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.7) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
67	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.8) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
68	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.9) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
69	Proyección LL de la mandíbula derecha (muestra D.10) con los dientes 407, 408 y 409 apicectomizados y con los distintos materiales de retroobtención
70	Muestra D.1.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retroobtención, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
71	Muestra D.1.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retroobtención ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} . Tinción Levai-Laczkó.
72	Muestra D.1.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retroobtención, composite Tetric EvoFlow $^{\circledR}$. Tinción Levai-Laczkó.
73	Muestra D.2.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retroobtención, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
74	Muestra D.2.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retroobtención ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} . Tinción Levai-Laczkó.

75	Muestra D.2.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow [®] . Tinción Levai-Laczkó.
76	Muestra D.3.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
77	Muestra D.3.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] . Tinción Levai-Laczkó.
78	Muestra D.3.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow [®] . Tinción Levai-Laczkó.
79	Muestra D.4.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
80	Muestra D.4.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] . Tinción Levai-Laczkó.
81	Muestra D.4.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow [®] . Tinción Levai-Laczkó.
82	Muestra D.5.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación , solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
83	Muestra D.5.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] . Tinción Levai-Laczkó.
84	Muestra D.5.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow [®] . Tinción Levai-Laczkó.
85	Muestra D.6.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
86	Muestra D.6.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] . Tinción Levai-Laczkó.
87	Muestra D.6.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow [®] . Tinción Levai-Laczkó.
88	Muestra D.7.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación , solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
89	Muestra D.7.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ [®] . Tinción Levai-Laczkó.
90	Muestra D.7.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación , composite Tetric EvoFlow [®] . Tinción Levai-Laczkó.

91	Muestra D.8.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
92	Muestra D.8.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ° . Tinción Levai-Laczkó.
93	Muestra D.8.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow $^{\circ}$. Tinción Levai-Laczkó.
94	Muestra D.9.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
95	Muestra D.9.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ° . Tinción Levai-Laczkó.
96	Muestra D.9.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación, composite Tetric EvoFlow $^{\circ}$. Tinción Levai-Laczkó.
97	Muestra D.10.1.R. Diente 407 apicectomizado sin material de retrobturación, solo con hidróxido de calcio en polvo y pasta. Tinción Levai-Laczkó.
98	Muestra D.10.2.R. Diente 408 apicectomizado con material de retrobturación ionómero de vidrio Ketac Cem μ° . Tinción Levai-Laczkó.
99	Muestra D.10.3.R. Diente 409 apicectomizado con material de retrobturación , composite Tetric EvoFlow $^{\circ}$. Tinción Levai-Laczkó.

10. LISTA DE TABLAS

Tabla	Título
1	Protocolo anestésico.
2	Tinción de Levai-Laczkó.
3	Ejemplos de un sistema de evaluación histológica – Tipo celular/respuesta
4	Ejemplos de un sistema de evaluación histológica – Respuesta. (en los casos con características intermedias, se indicaran como 1/2, 2/3 ó 3/4, cuyos valores numéricos serían 1.5, 2.5 ó 3.5.
5	Modelo de un sistema de evaluación semicuantitativo.
6	Valor medio de cada grupo, teniendo en cuenta las variables células inflamatorias y cantidad de fibrosis e infiltrado fibroadiposo según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007.
7	Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo [®] y Dycal [®] . Animales sacrificados a las 4 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007.
8	Grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo [®] y Dycal [®] . Animales sacrificados a las 8 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007.
9	Grupo retrobturado con ionómero de vidrio (Ketac Cem μ [®]). Animales sacrificados a las 4 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007.

10	Grupo retrobturado con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$). Animales sacrificados a las 8 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007.
11	Grupo retrobturado con composite (Tetric EvoFlow ®). Animales sacrificados a las 4 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007.
12	Grupo retrobturado con composite (Tetric EvoFlow ®). Animales sacrificados a las 8 semanas. Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007.
13	Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. Valores totales y media de cada muestra, para los animales sacrificados a las 4 y 8 semanas.
14	Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. Valores totales, media aritmética y desviación típica SD de cada muestra de animales sacrificados a las 4 semanas.
15	Sistema de evaluación semicuantitativo. Puntuación de cada tipo de célula inflamatoria (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), puntuación del grado de fibrosis e infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación. Valores totales, media aritmética y desviación típica SD de cada muestra de animales sacrificados a las 8 semanas.

11. LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Título
1	Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 407) con sellado con hidróxido de calcio puro en polvo [®] y Dycal [®] , en los animales sacrificados a las 4 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.
2	Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 407) con sellado con hidróxido de calcio puro en polvo [®] y Dycal [®] , en los animales sacrificados a las 8 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.
3	Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 408) con obturación con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$), en los animales sacrificados a las 4 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.
4	Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 408) con obturación con ionómero de vidrio (Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$), en los animales sacrificados a las 8 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.

5	Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 409) con obturación con composite (Tetric EvoFlow®), en los animales sacrificados a las 4 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.
6	Valores totales de cada muestra animal y tipo de diente tratado (diente 409) con obturación con composite (Tetric EvoFlow®), en los animales sacrificados a las 8 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15). según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.
7	Valores totales de cada muestra animal y tipo de dientes tratados (dientes 407, 408 y 409) con cada tipo de material en los animales sacrificados a las 4 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15. según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.
8	Valores totales de cada muestra animal y tipo de dientes tratados (dientes 407, 408 y 409) con cada tipo de material en los animales sacrificados a las 8 semanas. *: En el eje Y se indica el valor numérico de la muestra para el tejido comparado con la muestra control (No irritante de 0.0 a 2.9, ligeramente irritante de 3.0 a 8.9, moderadamente irritante de 9 a 15 y severamente irritante > de 15. según anexo E, tabla E.3 de la norma ISO 10993-6:2007.

12. RESUMEN

12. RESUMEN

12.1. Introducción

La apicectomía es una técnica de cirugía odontológica humana y veterinaria, que consiste en la amputación o resección de la porción más apical de la raíz dentaria y la retrobturación del ápice con algún material, con el objetivo de conservar el diente afectado de alguna patología apical.

Se han usado gran variedad de materiales para la obturación, como amalgama, gutapercha, ionómero de vidrio, composite, MTA e hidróxido de calcio. En este estudio pretendemos comprobar la viabilidad de la técnica de la realización de la apicectomías en premolares y molares mandibulares, usando distintos materiales de retrobturación como son el ionómero de vidrio Ketac Cem μ° y el composite Tetric EvoFlow[®] en el conejo de experimentación de raza Neozelandesa.

Realizamos las apicectomías de los dientes 407, 408 y 409 (3° premolar, 4° premolar y 1° molar inferior derecho), en una sola fase a diez animales. En el primer diente (407) solo se aplica un sellado del diente apicectomizado con hidróxido de calcio en polvo[®] y pasta Dycal[®] Dentin y no se coloca ningún material de obturación. En el segundo diente (408), se aplica un sellado con hidróxido de calcio en polvo[®] y pasta Dycal[®] Dentin y encima una retrobturación con ionómero de vidrio Ketac Cem μ° y en el tercer diente (409), se aplica un sellado con hidróxido de calcio en polvo[®] y pasta Dycal[®] Dentin y encima una retrobturación con el composite Tetric EvoFlow[®]. A las 4 y 8 semanas se sacrificaron los animales y se realizó la toma de muestras. Estas fueron radiografiadas y posteriormente se realizaron cortes histológicos de los dientes apicectomizados y del tejido alrededor. Los cortes fueron teñidos con la tinción Levai-Laczkó y se realizó el estudio histológico cuantitativo y semicuantitativo, según la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007, para medir la presencia de inflamación, fibrosis, infiltrados adiposos y cierre óseo del defecto.

12.2. Objetivos

Los objetivos de este trabajo son:

1. Valorar los cambios dentarios y óseos periapicales mediante diagnóstico por imagen (radiología), en los premolares y molares inferiores apicectomizados en el conejo de experimentación utilizando tres distintos materiales:
 - Sellado con hidróxido de calcio en polvo y pasta.
 - Retrobturación con ionómero de vidrio.
 - Retrobturación con composite.
2. Valorar histológicamente los cambios dentarios apicales y óseos (periapicales) en los casos usados hidróxido de calcio en polvo y pasta, ionómero de vidrio y composite.
3. Describir las ventajas y desventajas del uso de cada tipo de material en la retrobturación de los dientes premolares inferiores del conejo.

12.3. Resultados

Los animales presentaron buen aspecto y no tuvieron dificultades para alimentarse durante toda la experiencia. Durante las 4 y 8 semanas de seguimiento, las zonas intervenidas, cicatrizaron correctamente sin complicaciones. En el momento del sacrificio, la exploración oral y maxilofacial de los animales, no presentaba inflamación ni alteración alguna.

Las radiografías muestran en la mayoría de los casos, una detección del crecimiento de los dientes apicectomizados y muy pocos cambios radiológicos en el tejido óseo de la zona, con ausencia de signos compatibles con osteomielitis.

En el estudio histológico de las muestras de los animales sacrificados a las 4 y 8 semanas, se valoraron y cuantificaron (según las tablas 3 y 4 de la norma UNE-EN ISO 10993-6:2007) las siguientes variables: la cantidad de células inflamatorias (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), el grado de fibrosis y la cantidad de infiltrado adiposo rodeando al material de retrobturación, estableciéndose una puntuación final. En ambos grupos y en todos los dientes apicectomizados, se observó que ninguno de los materiales usados en el sellado y retrobturación eran, moderadamente ni severamente, irritantes, obteniéndose puntuaciones muy buenas para el tejido, comparado con la muestra de control.

Las diferencias se analizaron con una T-Student y se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos, es decir entre los grupos retrobturados con ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} y con composite Tetric EvoFlow $^{\circledR}$.

Estadísticamente, en los animales sacrificados a las 4 semanas, se encontraron diferencias significativas en las variables medidas entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo $^{\circledR}$ y en pasta Dycal $^{\circledR}$ y el grupo con ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} para un nivel de confianza del 95% ($p=0.005$), y entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo $^{\circledR}$ y en pasta Dycal $^{\circledR}$ y el grupo con composite Tetric EvoFlow $^{\circledR}$, para un nivel de confianza del 95% ($p=0.005$).

Igualmente, en el estudio estadístico de los animales sacrificados a las 8 semanas, se encontraron diferencias significativas en las variables medidas entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo $^{\circledR}$ y en pasta Dycal $^{\circledR}$ y el grupo con ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} para un nivel de confianza del 95% ($p=0.025$), y entre el grupo control con hidróxido de calcio puro en polvo $^{\circledR}$ y en pasta Dycal $^{\circledR}$ y el grupo con composite Tetric EvoFlow $^{\circledR}$, para un nivel de confianza del 95% ($p=0.05$).

12.4. Conclusiones

Las primeras investigaciones sobre esta técnica en conejos son prometedoras y muestran que el ionómero de vidrio y el composite, son materiales idóneos en cuanto a su facilidad de manejo, estabilidad, poca toxicidad, y baja incidencia de complicaciones y pueden ser empleados en la apicectomías de los premolares y molares inferiores del conejo.

De los resultados obtenidos en nuestro estudio podemos concluir que:

1. Tanto el ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} como el composite Tetric EvoFlow $^{\circledR}$ pueden ser empleados como materiales de obturación retrógrada en las apicectomías de dientes premolares y molares mandibulares en el conejo.
2. El uso del composite Tetric EvoFlow $^{\circledR}$, mejora las propiedades de cicatrización en la zona y presenta, mejores valores, sobre todo a las 8 semanas, (en cuanto a la presencia de marcadores de la inflamación) que el ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} .
3. La técnica de apicectomía y obturación retrógrada con los materiales objetos del estudio, no afecta la oclusión dentaria a las 4 y 8 semanas.
4. No se puede emplear la radiología como método de valoración único de los cambios del tejido óseo y dentario periapical. Sin embargo, es útil para valorar los cambios en la superficie de oclusión dentaria.
5. La obturación retrógrada con ionómero de vidrio Ketac Cem μ^{\circledR} y composite Tetric EvoFlow $^{\circledR}$, consiguen una buena cicatrización de los tejidos periapicales a las 4 y 8 semanas y muy pocas complicaciones, tras la realización de la apicectomías dentarias.

13. SUMMARY

13. SUMMARY

13.1 Title

APICOECTOMIES OF PREMOLARS AND MOLARS MANDIBULAR TEETH IN THE NEW ZEALAND RABBIT BREED : HISTOLOGICAL STUDY USING DIFFERENT OBTURATION MATERIALS.

13.2. Introduction

Apicoectomy is a human and veterinary dental surgery technique, consisting of amputation or resection of the apical portion of the tooth root, and the apex retrofilling with a material, to conserve the affected tooth to any apical pathology.

Many materials have been used such as amalgam, guttapercha, glass ionomer, composite, MTA and calcium hydroxide. In this study we aim to test the viability of the technique of performing the apicoectomies in premolars and molars, using different materials for dental filling, such as Ketac Cem μ^{\circledR} glass ionomer and Tetric EvoFlow $^{\circledR}$ composite an experimental New Zealand rabbit breed.

Apicoectomies are made in tooth 407, 408 and 409 (3rd premolar, 4th premolar and 1st lower right molar) in one phase to ten animals.

In the first tooth (407) only calcium hydroxide powder $^{\circledR}$ and Dycal $^{\circledR}$ Dentin paste it applies, but no dental filling is placed. In the second tooth (408), a seal with calcium hydroxide powder $^{\circledR}$ and Dycal $^{\circledR}$ Dentin paste is applied and above this, a dental filling with Ketac Cem μ^{\circledR} glass ionomer. Finally in the third tooth (409) is applied, a calcium hydroxide powder $^{\circledR}$ seal and Dycal $^{\circledR}$ Dentin paste and above this, a dental filling with the Tetric EvoFlow $^{\circledR}$ composite. At 4 and 8 weeks, the animals were sacrificed and the sampling was performed. These were radiographed, and histological sections of tissue around the teeth were made. The sections were stained with Levai-Laczkó staining and a quantitative and semi-quantitative histological study was

conducted according to the UNE-EN ISO 10993-6: 2007, to measure the presence of inflammation, fibrosis, fatty infiltration and bone defect closure.

13.3. Objectives

The objectives of this study are:

1. To assess the dental and periapical bone changes by diagnostic imaging (radiology), in the lower premolars and molars with an apicoectomy in the experimental rabbit using three materials, like:

- seal with calcium hydroxide powder and paste.
- retrofill with glass ionomer.
- retrofill with composite

2. To assess the histological changes in dental and bone (periapical) tissue, where calcium hydroxide powder and paste, glass ionomer or composite was used.

3. Describe the advantages and disadvantages of using each type of material in the retrofilling of the lower premolars teeth in the rabbit.

13.4. Results

The animals showed positive results and had no difficulty feeding throughout the experience. During the 4 and 8 week follow-ups, the intervened areas had properly healed without complications. At the time of sacrifice, oral and maxillofacial examination of the animals showed no inflammation or abnormalities.

In most cases radiographs show, a dental growth arrest and no radiological changes in bone tissue in the area, such as osteomyelitis.

In the histological study of samples from sacrificed animal at 4 and 8 weeks, the following variables were assessed and quantified (according to Tables 3 and 4 of the

UNE-EN ISO 10993-6: 2007) the following variables: the number of inflammatory cells (neutrophils, lymphocytes and macrophages), the degree of fibrosis and the amount of fatty infiltration surrounding the retrofilling material, establishing a final score. In both groups and in all apicoectomy teeth, it was observed that none of the materials used in sealing and retrofilling were, moderately or severely, irritating to give good scores to the tissue compared to the control sample.

The differences were analyzed with a T-Student, and significant differences were found between the two groups; retrofilling groups with Ketac Cem μ^{\circledR} glass ionomer glass ionomer and Tetric EvoFlow $^{\circledR}$ composite.

Statistically, in animals that were euthanized at 4 weeks, significant differences were found in measured variables between the control group with pure calcium hydroxide powder $^{\circledR}$ and Dycal $^{\circledR}$ paste and the group with Ketac Cem μ^{\circledR} glass ionomer with a statistical confidence level of 95% ($p = 0.005$) and between the control group with pure calcium hydroxide powder $^{\circledR}$ and Dycal $^{\circledR}$ paste and group with Tetric EvoFlow $^{\circledR}$ composite with a statistical confidence level of 95% ($p = 0.005$).

Similarly, in the statistical study of animals euthanised at 8 weeks, significant differences in measured variables between the control group with pure calcium hydroxide powder $^{\circledR}$ and Dycal $^{\circledR}$ paste and the group with Ketac Cem μ^{\circledR} glass ionomer with a statistical confidence level of 95% ($p = 0.025$), and between the control group pure calcium hydroxide powder $^{\circledR}$ and Dycal $^{\circledR}$ paste and group with Tetric EvoFlow $^{\circledR}$ composite with a statistical confidence level of 95% ($p = 0.05$).

13.5 Conclusions

Early research on this technique in rabbits are promising and show that the glass ionomer and composite materials are suitable in terms of ease of handling, stability, low toxicity, and low incidence of complications and can be used in the apicoectomies of premolars and lower molars of the rabbit.

The results of this study conclude that:

1. Both, Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$ glass ionomer and Tetric EvoFlow $^{\text{®}}$ composite can be used as retrofilling materials in apicectomies of premolars and lower molars in rabbits.
2. The use of Tetric EvoFlow $^{\text{®}}$ composite improves healing properties in the area and present, best results, especially at 8 weeks (in the presence of inflammation marker) than the glass Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$ ionomer.
3. The technique of resection and retrofilling with material objects of study does not affect dental occlusion at 4 and 8 weeks.
4. Radiology can only be used as a method of assessing changes in periapical bone and tooth tissue. However, it is useful to assess changes in the surface of dental occlusion.
5. The retrofilling with Ketac Cem $\mu^{\text{®}}$ glass ionomer and Tetric EvoFlow $^{\text{®}}$ composite achieve a good healing of periapical tissues at 4 and 8 weeks and very few complications, after the dental apicoectomies.

14. LISTA DE REFERENCIAS

14. LISTA DE REFERENCIAS

1. Martínez-González JM, Donado M. Láser en Cirugía Bucal. En: Donado, M: Cirugía Bucal. Patología y Técnica. Madrid, 1990; 799-816.
2. Alcouffe F, Pokoik P. Reflexions sur le type de lambeau la plus approprié a la chirurgie endodontique. Rev d'Odont-Stomatol,1989; 323-34.
3. Shahid R. Simon P. Hullihen and the origin of Orthognathic surgery. J. Oral Maxillofac. Surgery, 2004; 1303-07.
4. Baca P. Cirugía periapical. En: Donado, M. Cirugía Bucal. Patología y Técnica. Barcelona: Edit Masson, 2ª ed, 1998; 427-40.
5. Dechaume M, Huard P. Histoire Illustree de l'Art Dentaire. París, Edit. Roger Dacosta, 1977.
6. Hoffman-Axthelm H. History of Dentistry. Chicago, Quintessence Pub. Co. Inc., 1973.
7. Ring, ME. Historia Ilustrada de la Odontología. Barcelona, Editorial Doyma, 1989.
8. Farrar J. Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth with description and application of the cantilever crown. Dental Cosmos, 1884; 26: 135-39.
9. Rhein ML. Amputation of roots as an radical cure of chronic alveolar abscess. Dental Cosmos, 1890; 32: 763.

10. Kells CE. The X-Ray in dental practice. The journal of the National Dental Association, 1920; 7(3): 241-272.
11. Dodge, J. Immediate root filling. Dent Cosmos, 1887, 29: 234-5. En: Oliet, S. Single-visit endodontics: A clinical study. J Endod, 1983; 9(4): 147-52.
12. Hunter J. The Natural History of the Human Teeth. Printed for J. Johnson. Londres, 1771.
13. Schoeffel G. Apicectomía y procedimientos de retosellado para dientes anteriores. Den Clin North Am., 1994; 38(2): 325-53.
14. Saunders WP. Un estudio clínico prospectivo de cirugía perirradicular mediante agregado de trióxido mineral como relleno del extremo radicular. J Endod, 2008; 34: 660-65.
15. Gay C, Peñarrocha M, Berini L. Lesiones periapicales. En: Gay, C.; Berini, L.: Cirugía Bucal. Madrid. Edit Ergon, 1999; 749-80.
16. Mouton C, Robert J. Bacteriología Bucodental. Barcelona: Edit Masson, 1995; 115- 28.
17. Michaelides PL. Use of the operating microscope in dentistry. J Calif Dent Assoc, 1996; 24: 45-50.
18. Fernández J, Garrón G. Apicectomía: otro complemento endodóncico. Rev Actual Estomatolog Esp, 1988; 48: 39-55.
19. Martínez Herrera L. Tratamiento de conductos ante el fracaso de la cirugía periapical: endodoncia postquirúrgica. RCOE, 1997; 2: 809-15.
20. Crossley DA. Clinical aspects of rodent dental anatomy. J Vet Dent, 1995; 12(4): 131-35.

21. Pfaff F. Ensayos de los dientes del cuerpo humano y sus enfermedades . Haude y Spener, Berlín, 1999. (Reimpresión de la edición de 1756) ISBN 3-7759-0293-7.
22. Will R. "Philipp Pfaff (1713 - 1766) fundador de la odontología alemán." Con biografía detallada, imágenes y fax reimpresión del libro de texto de Pfaff desde 1756, Beier y Beran, Langenweißbach, 2002.
23. Ring ME, Hurley N. James Beall Morrison: The visionary who revolutionized the practice of dentistry. J Am Dent Asso, 2000; 131(8): 1161-67.
24. Taft J, A practical treatise on operative dentistry. Philadelphia, Lindsay & Blakiston, 1877.
25. Grossman LI. Endodontic practice. 5^a ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1962.
26. Da Vigo G. Practica copiosa in arte chirurgica, 1514.
27. Anderson MH, McCoy RB. La amalgama dental: El estado de la técnica y la ciencia. 3^a ed. Philadelphia: Saunders, 1993.
28. Rohrmeier G. Friedrich Otto Walkhoff (1860–1934) – Leben und Werk. Institut für Geschichte der Medizin, Universität Würzburg, 1985.
29. Reuben J. The father of Modern dentistry- Dr. Greene Vardiman Black (1836-1915). J Conserv Dent, 2005; 8: 5-6.
30. Mc Taggart W. A Millennium of Dentistry: A Look Into the Past, Present and Future of Dentistry. Academy of General Dentistry, 1996.
31. Bordem J, Summit JB., Robbins JW, Schwartz RS. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach." 2^a edi. Carol Stream, Illinois, Quintessence Publishing Co, Inc, 2001; 139 – 43.

32. Farrar JN. Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth. *Dent Cosmos*, 1884; 26-79.
33. Rhein ML. Amputation of roots as a radical cure in chronic alveolar abscess. *Dent Cosmos*, 1890; 32: 904-50.
34. Schamberg ML. The surgical treatment of chronic alveolar abscess. *Dent Cosmos*, 1906; 48: 15-24.
35. Grossman LI. Endodontics: a peep into the past and the future. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1974; 37: 599-608.
36. Bhaskar N. Oral surgery, oral pathology conference No 17. *Oral Surg*, 1966; 21: 657.
37. Winstock D. Apical disease: an analysis of diagnosis and management with special reference to root lesion resection and pathology. *Ann R Coll Surg Engl*, 1980; 62: 171-99.
38. Barry GN, Heyman RA, Elias A. Comparison of apical sealing methods. A preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1975; 39: 806-11.
39. Sumi Y, Hattori H, Hayashi K, Ueda M. Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. *J Oral Maxillofac Surg*, 1996; 54: 590-93.
40. Cohn SA. When all else fails. *Aust Endod J*, 1998; 24: 128-29.
41. Rahbaran S, Gilthorpe MS, Harrison SD. Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontic and oral surgery units of a teaching dental hospital: A retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 2001; 91: 700.

42. Gay-Escoda C, Méndez VM, Berini L. Nuevas aportaciones en cirugía periapical. RCOE, 1996; 1(6): 405-414.
43. Woelfel JB, Scheid RC. Dental Anatomy: Its relevance to dentistry. 5° ed. Baltimore: Williams & Willkins, 1997; 8.
44. Pagano JL. Anatomía dentaria. Edit. Mundi, 1965.
45. Walton ER, Mahmoud T. Endodoncia Principios y práctica. 2° ed. Ed. McGraw Hill Interamericana. México, 1997.
46. Canalda Salí C, Brau Agudé E. Endodoncia. Técnicas clínicas y Bases Científicas. 2ª ed. Ed. Elsevier-Massón, 2006.
47. Fischer CH. Studie der inneren Anatomie des Zahnes. Deuts Zahn Zeits, 1970; 286.
48. Beer R, Baumann MA, Kim S. Endodoncia microquirúrgica. En: Beer R. Atlas de Endodoncia. Barcelona: Edit. Masson, S.A.,1988; 233-54.
49. Kuttler Y. Microscopic investigation of roots apices, J am dent. Assoc, 1955; 50: 544.
50. Álvarez Valls L. Endodoncia. La Habana. Ed. Revolucionaria, 1977; 77-85.
51. De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. Journal of Endodontics, 1975; 1(11).
52. Hess W, Zurcher E. The anatomy of the root canals of the teeth of the permanent and deciduous dentitions. New York: William Wood and Co, 1925.
53. Seltzer S. Consideraciones biológicas en los procedimientos endodonticos. New York. Edit Mundi Saic y F, 1979; 1-27.

54. Tam A, Yu D. Location of canal isthmus and accessory canals in the mesiobuccal root of maxillary first permanent molars. *Journal Canadian Dental Association*, 2002; 68: 28-33.
55. Lares-Ortiz C, ElDeeb ME. Sealing ability of the thermafill obturation technique. *Journal of Endodontics*, 1989; 15: 177-79.
56. Saad AY. The location of the cementodentinal junction in single-rooted mandibular first premolar from Egyptian and Saudi patients: A histological study. *International Endodontic Journal*, 2003 ; 36: 541-44.
57. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part.1. Literature review. *International Endodontic Journal*, 1998: 31: 384-93.
58. Cohen S, Burns R. *Las vías de la pulpa*. 7ªed. San Francisco (CA). Edit Harcourt, 1999.
59. Rodríguez-Ponce A. *Endodoncia Consideraciones actuales*. Ed. Amolca, 2003.
60. Melius B, Jiang J, Zhu Q. Measurement of the distance between the minor foramen and the anatomic apex by digital and conventional radiography. *Journal of Endodontics*, 2002; 28: 125-26.
61. Goldberg F, Soares I. *Endodoncia Técnica y Fundamentos*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 2002; 102-10.
62. Kramer IR. The vascular architecture of the human dental pulp. *Arch Oral Biology*, 1960; 2: 177.
63. Morfis A, Sylaras S, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1994; 77: 172-76.

64. Cohen S, Burns R. Las vías de la pulpa. 7ª ed. San Francisco (CA): Edit Harcourt, 1999.
65. Pucci F, Reig R. Conductos radiculares. Montevideo, 1945; 1; 145 y ss.
66. Mauger MJ, Schindler WG, Walker WA. An evaluation of root canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. Journal of Endodontics, 1998; 24: 607-09.
67. Bóveda C. Obturación endodóntica con técnica de Johnson. Acta Odontológica. Venezolana, 1992; 30: 41-47.
68. Gay C, Peñarrocha M, Berini L. Lesiones periapicales. En: Gay C, Berini L. Cirugía Bucal. Madrid: Ed. Ergon, 1999; 749- 80.
69. Donado A, Gomeza A, Sirvent F, Martínez JM, Donado M. Cirugía, ¿una solución en endodoncia?. Recursos actuales. Parte I. Endod, 2001; 19: 111-23.
70. Sada JM, Baca R. Cirugía periapical. En: Bermudo, L. Atlas de Cirugía Oral. Barcelona: Edit. Instituto Lacer de Salud Bucodental, 2001; 45-58
71. Harrison JW, Jurosky KA. Wound healing in the tissues of the perodontium following periradicular surgery. The dessectional wound. J Endod, 1991; 17: 425.
72. Liñares JM. Atlas de Endodoncia quirúrgica. Barcelona: Edit. Instituto Lacer de Salud Bucodental, 2000; 39-88.
73. Carr GB. Ultrasonic root-end preparation. Dent Clin North Am, 1997; 541-54.
74. Frank AL. Long-term evaluation of surgical endodontic place amalgam fillings. J Endod, 1992; 18: 391-92.

75. Arens DE, Chivian N. Endodoncia semiquirúrgica. En: Arens, DE, Adams, WR, De Castro RA. Cirugía en Endodoncia. Barcelona: Ed. Doyma, 1984; 133-57.
76. Gilheany PA, Figdor D, Tyas MJ. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. J Endod, 1994; 20: 226.
77. Fabrá H. Los ultrasonidos como sustitutos de los instrumentos rotatorios en cirugía periapical y en la localización de conductos. Endod, 1995; 13: 191-99.
78. Kennet K, et al. Longitudinal evaluation of seal of endodontic retrofillings. Jurnal of endodontics. The American Association of Endodontics, 1990; 16 (7): 307 - 10.
79. Skoner, J. Wallace, et al. Niveles de mercurio en la sangre con sellantes de amalgama: un estudio longitudinal. Journal of Endodontics, 1995; 1(2): 60.
80. Ingle, John; Leif K. Bakland. Endodoncia. 6ª ed. Interamericana de Mc Graw - Hill. México, 1996; 724-80.
81. Nixon, Craig; et al. Evaluation of three silicone - based materials as potential retrograde fillings in surgical endodontics. American Journal of Edodontics, 1991; 17 (10): 479 - 82.
82. Tidmarsh BG, Arrowsmith MG. Dentinal tubules at the root ends of apicected teeh: a scanning electron microscopic study. Int Endod J, 1989; 22: 184 - 89.
83. Rossman, LE. Cirugía endodóntica en dientes posteriores. Su papel en el mantenimiento de la integridad del arco. Compendio, 1993 – 1994; 9 (3): 34-63.
84. Gutman JL, Harrison JW. Cirugía Endodóntica. Ed. Black Well scientific publications. Periradicular curettage, root-end resection, root-end Fillings. 1ª ed, 1991; 203 – 77.

85. Leo JM. La apicectomía con láser. Aplicación en endodoncia del láser CO2 para cirugía apical. Compendio, 1989; 5(5): 72-6.
86. Gilheany PA et al. Permeabilidad apical dentinal y microfiltración asociada con resección radicular y obturación retrógrada. Esc. Medicina Dental. Universidad de Melbourne. Australia. Journal of endodontics, 1995; 1 (1): 5.
87. Jácome, Musule. Jorge, Luis. Consulta personal. XXII Congreso Científico Odontológico. C. R., 1997.
88. Torabinejad M., Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root-end fillings materials: effects of blood contamination. J Endod, 1994; 20: 159- 63.
89. Kertesz P. A colour atlas of Veterinary Dentistry and Oral Surgery. Wolfe Publishing (ed) Aylsbury, England, 1993.
90. Harkness, JE, Wagner JE. The Biology and Medicine of Rabbits and Rodents, Lea & Febiger, Filadelfia, 1983.
91. Brooks DL. Rabbits, hares and pikas (Lagomorpha) en Zoo and Wild Animal Medicine (ed. M.E. Fowler). W.B. Saunders, Filadelfia, 2ª ed, 1986.
92. Shipp AD, Fahrenkrug P. Practitioners Guide to Veterinary Dentistry. Shipp's Labs Pub. Beverly hills, CA, 1992.
93. Williams CSF. Practical Guide to Laboratory Animals, Cv Mosby Co, San Luis, 1976.
94. Habermehl KH, Die Alterbestimmung bei Hausu. Labortieren, 2., Aufl Vlg Paul Parvey, Berlin Hamburgo, 1977.

95. Navarro JA, Sottovia-Filho D, Leite-Riberiro MC, Taga R. Histological study on the postnatal development and sequence of eruption of the mandibular cheek-teeth of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Arch Histo Jpn, 1976; 39(1): 23-32.
96. Harkness JE, Wagner JE. The Biology and Medicine of Rabbits and Rodents, Lea & Febiger, Filadelfia, 2° ed, 1983.
97. Holmes DD. Clinical Laboratory Animal Medicine, An Introduction. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1984.
98. Floyd MR. The modified Triadan system: nomenclature for veterinary dentistry. J Vet Dent, 1991; 8(4): 18-19.
99. Crossley DA. Clinical aspects of lagomorph dental anatomy: the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). J Vet Dent, 1995, 12(4): 137-40.
100. Weisbroth SH et al. The Biology of the Laboratory Rabbit. Academic Press, Nueva York, 1973.
101. Nachtsheim H. Erbpathologie der haustieres. I. Organe des ausseren kleimblattes, Z, Erbpathol Rassenyng Grenzgeb, 2, 1938.
102. Nachteseim H. Erbliche zahnanomalien beim koninchen. Zuechtungskunde, 11, 1936.
103. Nachteseim H. Erbpathologie des koninchens Erbarzt, 4, 1937.
104. Nachtseim H. Erbpathologie der nagetiere en Pathologie der Laoratoriumstiere (eds. P. Cohrs, R Jaffe y J. Meesen), Springer-Verlag, Berlin y Nueva York, 1958.
105. Eisenmenger E y Zetner K. Veterinary Dentistry. WB. Saunders, Filadelfia, 1985.

106. Lobprise HB, Wiggs RB. Dental and Oral Disease in Lagomorphs. *J. Vet. Dent*, 1991; 8: 11-17.
107. Harcourt-Brown FM. A review of clinical conditions in pet rabbits associated with their teeth. *The Veterinary Record*, 1995; 341-46.
108. Meredith A. Rabbit medicine. In: *Proceedings Twiejo, 21^a ed*, Gent, 2006; 23-24.
109. Shadle AR. The attrition and extrusive growth of the four major incisor teeth of domestic rabbits. *J Mammal*, 1936; 17.
110. Weisbroth SH, Ehrman L. Malocclusion in the rabbit: A Model for the study of the development, pathology and inheritance of malocclusion *J. Hered*, 1987; 58.
111. Fox RR, Crary DD, Mandibular prognathism in the rabbit: *Genetic Studies*”, *J. Hered*, 1971.
112. Craigie EH. *Laboratory Guide to the Anatomy of the Rabbit*. University of Toronto Press, Toronto, 2^o ed, 1973.
113. Zoba H, Mubarak A, Mubaraka R. Histomorphological study of dentine pulp complex of continuously Growing teeth in the rabbits. *Life Science Journal*, 2012; 9(3): 1554-64.
114. Crossley DA: Dental disease in chinchillas in the United Kingdom. *J Small Anim Practice*, 2001; 42: 12-19.
115. Crossley DA. Oral biology and disorders of lagomorphs. *Vet Clin Exot Anim*, 2003; 6(3): 629-59.

116. Michaeli Y, Hirschfeld Z, Weinreb MM. The cheek teeth of the rabbit: morphology, histology and development. *Acta Anat*, 1980; 106(2): 223-39.
117. Bhaskar SN. Orban's oral histology and embryology. 9^a ed. Mosby. St Louis, 1980.
118. Nakashima M, Akamine A. The application of tissue engineering to regeneration of pulp and dentina in endodontics. *J Endod*, 2005; 31: 711-18.
119. Smith AJ, Lumley PJ, Tomson PL, Cooper PR. Dental regeneration and materials: a partnership. *Clin Oral Investig*, 2008; 12: 103-08.
120. el-Swiah JM, Walker RT. Reasons for apicectomies. A retrospective study. *Endod Dent Traumatol*, 1996; 12(4): 185-91.
121. Freedman A, Horowitz I. Complications after apicoectomy in maxillary premolar and molar teeth. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 1999; 28(3): 192-94.
122. Marretta SM, Eurell JA, Klippert L. Development of a teaching model for surgical endodontic access sites in the dog. *J Vet Dent*, 1994 ; 11(3): 89-93.
123. Hennes P, Girard N. Surgical endodontics in dogs: a review. *Journal of Veterinary Dentistry*, 2005; 22 (3): 148- 56.
124. Watanabe K1, Kikuchi M, Barroga EF, Okumura M, Kadosawa T, Fujinaga T. The formation of apical delta of the permanent teeth in dogs. *J Vet Med Sci*, 2001; 63(7): 789-95.
125. Hale FA. Understanding Veterinary Dentistry. 2004 www.toothvet.ca.
126. Luskin IR, Smith MM. Surgical of the maxillary canine tooth. *Journal of Veterinary Dentistry*, 2004; 21(1): 53-58.

127. Verstraete FJM, Lommer MJ, Oral and maxillofacial surgery in dogs and cats. Saunders Elsevier 2012; 24: 222-32.
128. Wiggs RB, Lobprise HB. Advanced endodontic therapies. In: Veterinary dentistry: principles & practice. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven, 1997; 325–50.
129. Harvey CE, Emiliy PP. Endodontics. In: Small animal dentistry. St. Louis. MO: Mosby-Year Book, 1993; 157-212.
130. Kim S. Endodontic microsurgery. In: Cohen S, Burns RC, editors. Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis, MO: Mosby–Year Book, 2002; 683–725.
131. Baek SH, Lee WC, Setzer FC, Kim S. Periapical bone regeneration after endodontic microsurgery with three different root-end filling materials: amalgam, SuperEBA, and mineral trioxide aggregate. J Endod, 2010; 36(8): 1323-25.
132. Tawil PZ, Trope M, Curran AE, Caplan DJ, Kirakozova A, Duggan DJ, Teixeira FB. Periapical microsurgery: an in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. J Endod, 2009; 35(3): 357-62.
133. Bernabé PF, Gomes-Filho JE, Rocha WC, Nery MJ, Otoboni-Filho JA, Dezan-Júnior E. Histological evaluation of MTA as a root-end filling material. Int Endod J, 2007; 40(10): 758-65.
134. Economides N, Pantelidou O, Kokkas A, Tziafas D. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. Int Endod J, 2003; 36(1): 44-48.
135. Apaydin ES, Shabahang S, Torabinejad M. Hard-tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end-filling material. J Endod, 2004 ;30(1): 21-24.

136. Bernabé PF, Gomes-Filho JE, Cintra LT, Moretto MJ, Lodi CS, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Dezan E Jr. Histologic evaluation of the use of membrane, bone graft, and MTA in apical surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010; 109(2): 309-14.
137. Witherspoon DE, Gutmann JL. Analysis of the healing response to gutta-percha and Diaket when used as root-end filling materials in periradicular surgery. *Int Endod J*, 2000; 33(1): 37-45.
138. Williams SS, Gutmann JL. Periradicular healing in response to Diaket root-end filling material with and without tricalcium phosphate. *Int Endod J*, 1996; 29(2): 84-92.
139. Friedman S, Rotstein I, Koren L, Trope M. Dye leakage in retrofilled dog teeth and its correlation with radiographic healing. *J Endod*, 1991; 17(8): 392-95.
140. Apaydin ES, Torabinejad M. The effect of calcium sulfate on hard-tissue healing after periradicular surgery. *J Endod*, 2004; 30(1): 17-20.
141. Yoshikawa G, Murashima Y, Wadachi R, Sawada N, Suda H. Guided bone regeneration (GBR) using membranes and calcium sulphate after apicectomy: a comparative histomorphometrical study. *Int Endod J*, 2002; 35(3): 255-63.
142. Watanabe K, Kikuchi M, Okumura M, Kadosawa T, Fujinaga T. Efficacy of enamel matrix proteins on apical periodontal regeneration after experimental apicoectomy in dogs. *J Vet Med Sci*, 2001; 63(8): 889-94.
143. Yaghmaiee M, Yavari AS, Mashhadiabbas F, Bahrami A, Farnia P, Sharifi D, Ghanavi J, Eslami B. Histological assessment of pulp condition after apical vital root transection in one root of multirooted teeth in dogs: a preliminary study. *J Endod*. 2007; 33(9): 1061-65.

144. Douthitt JC, Gutmann JL, Witherspoon DE. Histologic assessment of healing after the use of a bioresorbable membrane in the management of buccal bone loss concomitant with periradicular surgery. *J Endod*, 2001; 27(6): 404-10.
145. de Souza Filho FJ, Benatti O, de Almeida OP. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1987; 64(4): 480-44.
146. Regan JD, Gutmann JL, Iacopino AM, Diekwisch T. Response of periradicular tissues to growth factors introduced into the surgical site in the root-end filling material. *Int Endod J*, 1999; 32(3): 171-82.
147. Friedman S, Rotstein I, Bab I. Tissue response following CO2 laser application in apical surgery: light microscopic assessment in dogs. *Lasers Surg Med*, 1992; 12(1): 104-11.
148. Niehaus AJ, Anderson DE. Tooth root abscesses in llamas and alpacas: 123 cases (1994-2005). *J Am Vet Med Assoc*, 2007; 231(2): 284-89.
149. Steenkamp, G., Venter, L., Crossley, D., Buss, P. Mandibular incisor apicoectomy in a Canadian beaver. *Journal of Veterinary Dentistry*, 2009; 26(3): 164-67.
150. Coles, S. Apicoectomy on an incisor of a Victorian Koala (*Phascolarctos cinereus* Victor). *Journal of Veterinary Dentistry*, 1996; 13(4): 153-55.
151. Schultze-Mosgau S, Schliephake H, Radespiel-Tröger M, Neukam FW. Osseointegration of endodontic endosseous cones: zirconium oxide vs titanium. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2000; 89(1): 91-98.
152. Allen R, Sadowsky PL, Cox CF. Resorption patterns following intentional vital root transection in *Macaca mulatta*. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 1994; 9(2): 119-27.

153. Ellis E, Cox CF, Hitchcock R, Baker J. Vital apicoectomy of the teeth: a 1-4 week histopathological study in *Macaca mulatta*. *J Oral Pathol*, 1985; 14(9): 718-32.
154. Hitchcock R, Ellis E, Cox CF. Intentional vital root transection: a 52-week histopathologic study in *Macaca mulatta*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1985; 60(1): 2-14.
155. Beck-Coon RJ, Newton CW, Kafrawy AH. An in vivo study of the use of a nonresorbable ceramic hydroxyapatite as an alloplastic graft material in periapical surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1991; 71(4): 483-88.
156. Pitt Ford TR, Roberts GJ. Tissue response to glass ionomer retrograde root fillings. *Int Endod J*, 1990; 23(5): 233-38.
157. Zetterqvist L, Anneroth G, Nordenram A. Glass-ionomer cement as retrograde filling material. An experimental investigation in monkeys. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 1987; 16(4): 459-64.
158. Maeda H, Hashiguchi I, Nakamuta H, Toriya Y, Wada N, Akamine A. Histological study of periapical tissue healing in the rat molar after retrofilling with various materials. *J Endod*, 1999; 25(1): 38-42.
159. William P. Maher, Richard L. Johnson, John Hess, H. Robert Steiman. Biocompatibility of retrograde filling materials in the ferret canine Amalgam and IRM. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1992; 73(6): 738-45.
160. Callis PD, Santini A. Tissue response to retrograde root fillings in the ferret canine: A comparison of a glass ionomer cement and gutta-percha with sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1987 ; 64(4): 475-79.

161. van Foreest AW, Wiemer P. Veterinary dentistry (15). Apex resection in the horse. Tijdschr Diergeneeskd, 1997; 122 (23): 670-79.
162. van den Bogaard A. Apex resection in horses. Tijdschr Diergeneeskd, 1998; 123(3): 84-85.
163. Pagliosa GM, Alves GES, Oliveira HP, Gheller VA, Braga CA. Periapical disease in equine: study of four cases. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec, 2004; 56(1).
164. Simhofer H, Stoian C, Zetner K. A long-term study of apicoectomy and endodontic treatment of apically infected cheek teeth in 12 horses. Vet J, 2008; 178(3): 411-18.
165. Steenkamp G, Olivier-Carstens A, van Heerden WF, Crossley DA, Boy SC. In vitro comparison of three materials as apical sealants of equine premolar and molar teeth. Equine Vet J, 2005; 37(2): 133-36.
166. Crossley DA. Management of Rabbit and Rodent Tooth Elongation!. <http://www.dacross.uk/downloads/dent-rab-tooth-elong.pdf>. 1993-2004. Dacross Services.
167. Crossley DA. Dental Disease in Rabbits and Herbivorous Rodents in: Proc. BVDA, April 1995.
168. Crossley DA. Proceedings of the Midwest Exotic Pets Seminar. Chicago, March 1997.
169. Crossley DA, Dubielzig R, Benson K. Caries and dental resorption lesions in a chinchilla (*Chinchilla lanigera*). VetRec, 1997; 141: 337-39.
170. Crossley DA, San Román F, Sánchez M. Odontología en otras pequeñas especies. In: Atlas de Odontología en Pequeñas animales, Ed. Fidel San Román. Grass Edicions, Madrid.1998.

171. Crossley DA et al. The use of computed tomography to investigate cheek tooth abnormalities in *Chinchilla laniger*. JSAP, 1998; 39: 385-89.
172. Crossley DA. Rabbit dentistry. Proceedings SAVAB Flanders Congress. Antwerp May 1999.
173. Crossley DA. Dental disease in lagomorphs and rodents. In: Kirk's Current Veterinary Therapy XIII. (Ed. John D. Bonagura). WB Saunders, Philadelphia, 1999.
174. Crossley DA, Miguelez MM. Skull size and cheek tooth lengths in wild and captive chinchilla populations. Archives of Oral biology, 2001; 46(10): 919-28.
175. Davis JL, Jeansonne BG, Davenport WD, Gardiner D. The effect of irrigation with doxycycline or citric acid on leakage and osseous wound healing. J Endod, 2003; 29(1): 31-35.
176. Güngörmüş M, Kaya O. Evaluation of the effect of heterologous type I collagen on healing of bone defects. J Oral Maxillofac Surg, 2002; 60(5): 541-45.
177. Sikri VK, Singh H, Manjri M, Kapur R, Bal CS, Padda B, Sikri P. Evaluation of decalcified allogenic bone matrix grafts in and around root apices. A histological study. Indian J Dent Res, 1992; 3(2): 43-46.
178. De Corral Escobar A, Mesa Aguado FL., Freiherr Von Forstner V, O'Valle Ravassa FJ. El maxilar inferior del Orden Lagomorpha como material de investigación en implantología experimental. Avances en Periodoncia, 2002; 14(2): 57-62.

179. Gregori R, Peñarrocha M, Lloria E, Guarinos J. Materiales de obturación a retro en cirugía periapical: meta-análisis. *Rev Actual Odontoestomatol Esp*, 1995; 10(17): 33-57.
180. Leco Berrocal MI. Tesis doctoral. Efectos del láser ER: YAG en cirugía periapical: Respuesta microbiológica y clínica. Dpto. de Medicina y Cirugía Bucofacial. Fac. de Odontología. UCM, 2014.
181. Dorn SO, Gartner A. Retrograde filling materials: a retrograde success/failure study of amalgam, EBA and IRM. *J Endod*, 1990; 16: 391-93.
182. Higa RK, Torabinejad M, McKendry DJ, McMillan PJ. The effect of storage time on the degree of dye leakage of root-end filling materials. *Int Endod J*, 1994; 27: 252-56.
183. O'Connor RP, Hutter JW, Roahen JO. Leakage of amalgam and super-EBA[®] root-end filling using two preparation techniques and surgical microscopy. *J Endod*, 1995; 21: 74-78.
184. Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblast. *J Endod*, 2000; 26: 288-91.
185. Chong BS, Owadally JD, Pitt Ford TR. Antibacterial activity of potential retrograde root fillings materials. *Endod Dent Traumatol*, 1994; 10: 66-70.
186. Biggs JT, Benenati FW, Powel SE. Ten year in vitro assessment of the surface status of the three retrofilling materials. *J Endod*, 1995; 21: 521-25.
187. McDonald A, Moore BK, Newton CW, Brown CE. Evaluation of an apatite cement a root-end filling material. *J Endod*, 1994; 20: 598- 604.

188. Danin J, Linder L, Ramskold L, Sund ML. A study in vitro of threaded titanium pins used for retrograde obturation of root canals. *Int Endod J*, 1994; 27: 257- 62.
189. Baca R, Alobera MA, Sirvent F. La cirugía periapical del nuevo milenio (2ª parte). *Prof Dent*, 2002; 5: 103- 11.
190. García Barbero E, Vera V, Velázquez J, Baldonado JL, Rodríguez JL, Rodríguez A, González C. Nuevas posibilidades terapéuticas en Endodoncia. *Rev Europ Odontoestomatol*, 2000; 13: 325-30.
191. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, 1999; 25: 197- 205.
192. Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dog. *J Endod*, 1995; 21: 603-08.
193. Yatsushiro D, Baumgartner JC. Longitudinal study of the microleakage of two root-end materials using a fluid conductive system. *J Endod*, 1998; 24: 716- 19.
194. Gay-Escoda C ,Pons S, Gargallo J, Berini L. Estudio "in vitro" de la filtración marginal del compómero y de la amalgama de plata utilizados como materiales de obturación retrógrada. *Archivos de Odonto-Estomatología*, 2000; 16: 51-59.
195. Spanberg L. Instruments, materials, and devices. In: Cohen S, Burns RC, editors. *Pathways of the Pulp*. 8th ed. Philadelphia, PA: Mosby, 2002; 521–72.
196. Jou Y, Pertl C. Is there a best retrograde filling material? *Dent Clin North Am*, 1997; 41: 555–61.
197. Torabinejad M, Pitt Ford TR. Root end filling materials: a review. *Endod Dent Traumatol*, 1996; 12: 161–78.

198. Frame JW. Surgical endodontics. In: Pedlar J, Frame JW, editors. Oral and maxillofacial surgery. Philadelphia, PA: Churchill Harcourt International, 2001; 71–87.
199. Trope M, Lost C, Schmitz HJ, et al. Healing of apical periodontitis in dogs after apicoectomy and retrofilling with various filling materials. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1996; 81: 221–28.
200. Blackman R, Gross M, Seltzer S. An evaluation of the biocompatibility of a glass ionomer-silver cement in rat connective tissue. J Endod, 1989; 15: 76–79.
201. Pissiotis E, Sapounas G, Spangberg LSW. Silver glass ionomer cement as a retrograde filling material: a study in vitro. J Endod, 1991; 17: 225–29.
202. Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, et al. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. J Endod, 1995; 21: 295–99.
203. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. J Endod, 1993; 19: 591–95.
204. Gómez FCP y cols. Quitosana: alternativa terapéutica. Rev Mex Periodontol, 2013; 4(3): 120-22.
205. Treviño AL. Tesis: Análisis de biocompatibilidad de tres cementos de sellado apical de silicato de calcio. Fac. de Oodontología de la Universidad Autónoma de Nuevo Leon. México. 2014.
206. <http://www.onlineveterinaryanatomy.net/content/cottontail-rabbit-skull>.

207. Donath K, Breuner G. A method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissue. The säge-schiff (sawing and grinding) technique. *J Oral Pathol*, 1982; 2: 318-326.
208. Donath K. Preparation of histologic sections by the curring-grinding technique for hard tissue and other material not suitable to be sectioned by routine methods. Equipment and methodical performance. Exakt-Kulzzer-Publication, 1995.
209. Laczkó J, Levai G. A simple differential staining method for semi-thin sections of ossifying cartilage and bone tissues embedded in epoxin resin. *Mikroskopie*. 1975; 31: 1-4.
210. Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte 6: Ensayos relativos a los efectos locales después de la implantación. UNE_EN ISO 10993-6:2007. Sept. 2007.
211. Dee, K. y cols. *An Introduction to Tissue-Biomaterial Interactions*. Wiley-Liss, New Jersey, USA, 2002.
212. Bennet RA. Management of Abscesses of the Head in Rabbits. *Veterinary Proceedings of the North American Veterinary Conference*, 1999; 13: 821-23.
213. Bohmer E. Intraoral radiographic technique in lagomorphs and rodents, *Exotic DVM*. Zoological education network, 2007 ;9: 3-21.
214. Harcourt-Brown F. Treatment of facial abscesses in rabbits, *Exotic DVM*, Zoological education network, 2000; 1(3): 83.
215. Hernandez-Divers SJ. Mandibular abscess treatment using antibiotics impregnated beads, *Exotic DVM*, Zoological education network, 2000; 2(5): 15.

216. Martín Ortí R, Marín García P, González Soriano J. Atlas de Anatomía de Animales Exóticos. Edit. Masson. Barcelona, España, 2004; 166.
217. Nomenclatura Anatómica Veterinaria ilustrada. Schaller Oskar editor. Edit. Acribia, Zaragoza, España, 1996; 614.