



**Universidad Autónoma del Estado de México**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**“EVALUACIÓN CLÍNICA Y RADIOGRÁFICA DE DOS  
PROTECTORES PULPARES PARA LA FORMACIÓN DE DENTINA  
TERCIARIA EN CARIES DE SEGUNDO GRADO”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**CIRUJANO DENTISTA**

PRESENTAN

**P.C.D GABRIELA GÓMEZ MARTÍNEZ  
P.C.D JORGE ENRIQUE HERES REYES**

DIRECTORES DE TESIS

**Dra. en E. P. ROSA MARTHA FLORES ESTRADA  
Dra. en E. P. MARÍA DEL ROCIO FLORES ESTRADA**

REVISORES DE TESIS

**C.D. EDUARDO CASAS SERRANO  
M.E.S. JOSÉ LUIS TEODORO SILVA MENDIETA**

**Toluca, México**

**OCTUBRE 2019**

**FO**

**Facultad de Odontología**

# ÍNDICE

	Página
Introducción	5
<b>Capítulo I Anatomía dental</b>	<b>7</b>
1.1 Esmalte	7
1.2 Dentina	8
1.3 Pulpa dental	10
1.3.1 Células no diferenciadas	10
1.4 Odontoblastos	11
<b>Capítulo II Caries dental</b>	<b>13</b>
2.1 Concepto e importancia	13
2.2 Diagnóstico de caries	14
2.2.1 ¿Qué se debe valorar en el diagnóstico de caries profunda?	15
2.2.2 Criterios en el manejo de caries profunda	15
2.2.3 Dificultades al realizar un diagnóstico	16
<b>Capítulo III Antecedentes</b>	<b>17</b>
3.1 Protectores pulpares	17

3.2 Recubrimiento pulpar directo	19
3.3 Recubrimiento pulpar indirecto	19
3.4 Hidróxido De Calcio	20
3.4.1 Descripción	20
3.4.2 Propiedades	23
3.4.3 Presentaciones	23
3.4.4 Ventajas	24
3.4.5 Desventajas	25
3.5 Silicato Tricálcico	25
3.5.1 Descripción	25
3.5.2 Propiedades	28
3.5.3 Presentación	29
3.5.4 Ventajas	29
3.5.5 Desventajas	30
3.6 Sellador de fosas y fisuras Helioseal F	30
<b>Capítulo IV Radiografía dental y la nueva era digital. Avances tecnológicos en radiología dental</b>	<b>33</b>

4.1 Perspectivas históricas de imágenes digitales	33
4.2 El histograma de imágenes radiográficas	33
4.3 Software Photoshop CC 2018	34
4.3.1 Photoshop e imágenes médicas	35
4.4 Radiovisiografía	36
4.5 Análisis comparativo de la Radiografía convencional y radiografía digital	38
Metodología	40
Resultados y Análisis de resultados	47
Discusión	76
Conclusiones	79
Anexos	81
Implicaciones bioéticas	95
Bibliografía	97
Glosario	109

## INTRODUCCIÓN

La caries dental es una enfermedad que ha afectado a la humanidad desde los principios de su existencia, su prevalencia y gravedad han incrementado al paso de los años. Es de una naturaleza infecciosa, transmisible y afecta los tejidos dentarios, es considerada el principal problema de salud pública en el mundo. <sup>1,2</sup>

Los factores que predisponen a presentar esta enfermedad son muchos, algunos relacionados con las características del órgano dentario, otros con el agente (microorganismo) o con el medio ambiente (sustrato) y todos actuando en un mismo tiempo, siendo este último considerado como un factor de riesgo. <sup>1</sup>

Las lesiones de caries profundas, desde el punto de vista biológico y clínico, representan una tarea complicada de tratar en cuanto a mantener la vitalidad pulpar; en la actualidad el tema sigue siendo muy discutido en nuestra práctica clínica, debido a la complejidad del diagnóstico y a elegir una adecuada terapéutica que nos lleve al éxito clínico.

A raíz de la prevalencia de caries, han surgido cementos dentales, los cuales ayudan a mantener la vitalidad de las piezas dentarias. El recubrimiento pulpar indirecto, durante varias décadas, se ha realizado con hidróxido de calcio, el cual ha sido de gran uso por las propiedades que posee, además, durante mucho tiempo no existía otro material ideal para estos tratamientos.

La introducción de algunos biomateriales ha expandido las opciones a nuevos recubrimientos pulpares, por ejemplo, el silicato tricálcico, el cual ha cambiado la terapéutica de las lesiones próximas al tejido pulpar. <sup>3</sup>

Éste trabajo pretende demostrar el grado de estimulación odontoblástica para la formación de dentina terciaria y una nueva opción de tratamiento en estas lesiones, para ello se utilizarán dos materiales que serán evaluados

radiográficamente con ayuda de un software para documentar los resultados con base en la bibliografía consultada.

Esperamos que la información sea relevante para el lector, tanto como para el clínico de Salud Bucal y le apoye en la toma de decisiones al tratar a pacientes con caries de segundo grado profundas.

## Capítulo I

### Anatomía dental

#### 1.1 Esmalte:

El esmalte dental es el tejido de mayor dureza del cuerpo humano, su componente principal es la hidroxiapatita, que cubre la corona del diente <sup>4,5,6,7,8,9</sup>

El proceso de formación del esmalte es conocido como amelogénesis, en éste intervienen los ameloblastos y las células del estrato intermedio que elaboran una matriz orgánica constituida por una proteína fibrosa semejante estructuralmente a la queratina. Posteriormente se lleva a cabo su mineralización donde intervienen las proteínas amelogenin, enalemin, ameloblastin y la colágena tipo X. <sup>6,8</sup>

El esmalte está compuesto de 96% mineral (principalmente hidroxiapatita carbonatada) y 4% de material orgánico (1% de proteína y 3% agua) los cuales se combinan para formar los prismas (4-8 mm de diámetro) que se extienden desde la unión amelodentinaria hasta la superficie oclusal, los cuales se encuentran unidos por una capa delgada de proteína.

Su módulo de elasticidad está en un rango entre 70 y 120 gigapascales (GPa). La dureza varía entre 3 GPa y 6 GPa dependiendo de la edad del paciente y la localización en el diente.

La tenacidad a la fractura reportada para el esmalte dental varía entre 0,4 y 1,5 MPa m<sup>1/2</sup> (unidad estándar para la resistencia a la fractura), donde los valores inferiores corresponden a mediciones en grietas orientadas en dirección paralela al eje de los prismas <sup>7,9</sup>

Los valores de elasticidad, dureza y tenacidad varían en sus propiedades y su comportamiento mecánico, y dependen de la dirección en la que se encuentren los prismas de hidroxiapatita.<sup>7,9</sup>

El esmalte dental puede sufrir cambios por diversos factores como son la masticación, mala técnica de cepillado dental, mala higiene dental, consumo elevado de carbohidratos que forman ácidos y reaccionan en la superficie del esmalte. El esmalte dental tiene un fenómeno de desmineralización–remineralización siendo un ciclo continuo pero variable, que principalmente ocurre como se ha mencionado anteriormente, a consecuencia de la ingesta de carbohidratos, y al ser estos metabolizados producen ácidos, en este proceso se perderán iones de fosfato y calcio que alteran la estructura cristalina de la hidroxiapatita, posteriormente si se regula el ph vendrá una remineralización del esmalte dental.

Si no continúa la producción de ácidos después de 30 a 45 minutos, el pH sube y los minerales en forma iónica, tienden a incorporarse a la estructura dentaria. La irreversibilidad se da cuando la cantidad de cristales removidos es mayor a los integrados nuevamente provocando el colapso de la matriz de proteína estructural. Clínicamente la lesión se identifica como una zona blanquecina, yesosa, con pérdida de translucidez que puede afectar uno o varios dientes y se presenta tanto en la dentición temporal como permanente.<sup>10,11</sup>

## **1.2 Dentina:**

La dentina constituye la mayor parte de la estructura dental y sus propiedades son determinantes en casi todos los procedimientos restauradores.<sup>12</sup>

La formación de la dentina comienza en el estado tardío de campana, donde a partir de la condensación de células ectomesenquimáticas da origen a la papila dentaria, y ésta se especializa dando lugar a la producción del tejido dentario.<sup>13,14</sup>

Las propiedades de la dentina dependen de su estructura y composición. Químicamente está compuesta de un 50% de contenido mineral (hidroxiapatita ricos en carbonatos y pobres en calcio), un 30% de matriz orgánica, en su mayor parte colágena tipo 1, y el 20% es fluido, similar al plasma sanguíneo, el cual no se encuentra bien definido.<sup>12</sup>

Su microestructura está compuesta de túbulos dentinarios. Éstos se encuentran rodeados por una región peritubular hipermineralizada, embebida en una matriz intertubular, conteniendo principalmente colágeno tipo I que engloba cristales de hidroxiapatita y fluido dentinario. Los túbulos se extienden desde la cámara pulpar hasta la unión amelodentinaria.

Los canales varían en número y pueden representar desde el 1% (0.8 mm de diámetro) del área total de la superficie de la dentina junto a la unión amelodentinaria y aumentar en dirección a la pulpa hasta el 22% (2.5 mm de diámetro) del área total de superficie de la dentina. Esta organización determina un comportamiento anisotrópico de la dentina, es decir, las propiedades del sustrato difieren según la dirección considerada.

En cuanto a las propiedades mecánicas de la dentina no están determinadas debido a su amplia variación. La dentina, a diferencia del esmalte, es un tejido vital y cambiante, esto le permite modificar su microestructura y composición como respuesta a procesos fisiológicos (edad, atrición), o patológicos, tales como la erosión, la abrasión, la abfracción o la caries. <sup>15</sup>

Tipos de dentina: <sup>16</sup>

1. Dentina Primaria: Se forma hasta que erupciona el órgano dentario.
2. Dentina Secundaria: Se forma durante toda la vida.
3. Dentina Terciaria: Esta es una dentina que se produce como defensa ante cualquier agresión.
4. Dentina Esclerótica: Depósito de esferas o cristales en los túbulos dentinarios, se forma en el ápice y es provocado por la edad o trauma.
5. Dentina Intertubular: Dentro de los túbulos dentinarios.

### **1.3 Pulpa Dental:**

La pulpa dental es el tejido conectivo que ocupa la parte central del diente. Produce, sustenta y forma una unidad funcional con la dentina. La pulpa tiene una función primaria formativa; de ella derivan los odontoblastos, que forman la dentina e interactúan con el epitelio dental en las fases iniciales del desarrollo dental para iniciar la formación del esmalte dental. Tras la formación de los dientes la pulpa cumple diversas funciones secundarias relacionadas con la sensibilidad, hidratación y defensa de los dientes que tiene la capacidad de estimular la producción de dentina de reparación. <sup>13,16</sup>

En breve se hace mención del desarrollo inicial de la pulpa: El diente se origina a partir de la lámina dental que se invagina desde el epitelio oral (EO) el cual forma el germen dental; el ectomesénquima (EM) comienza a condensarse alrededor de este. En la siguiente fase llamada de capuchón, el ectomesénquima condensado en el interior de la invaginación correspondiente a la papila dental (PD) que posteriormente será llamado pulpa dental. En la última fase llamada de campana, se tendrá la capa interna de células del órgano del esmalte que se diferencian en ameloblastos. Seguidamente, la capa externa de células de la papila dental se diferencia en odontoblastos, los cuales comienzan a depositar dentina y a partir de ese momento, el tejido se denomina ya pulpa dental. <sup>16</sup>

#### **1.3.1 Células no diferenciadas**

Las células situadas bajo los odontoblastos en formación son las células mesenquimales indiferenciadas que persisten como células progenitoras y conservan durante toda la vida la capacidad de diferenciarse en odontoblastos.

<sup>16, 17</sup>

Las células madre de la pulpa dental son células mesenquimales indiferenciadas que tienen la capacidad en un futuro de diferenciarse en una variedad de otros tipos de células.

Hasta la fecha, las células madre dentales humanas que se han aislado y caracterizado son cuatro tipos:

- 1.- Células madre de la pulpa (DPSC)
- 2.- Células madre de dientes deciduos exfoliados (SHED)
- 3.- Células madre de Papila Apical (SCAP)
- 4.- Células madre del Ligamento periodontal (PDLSCs).<sup>17</sup>

La pulpa presenta características estructurales muy reconocibles. En las regiones externas (periféricas) subyacentes a la predentina se encuentra la capa odontoblástica. Por dentro de esta capa se encuentra una zona relativamente acelular (la zona de Weil). Por dentro de la zona acelular se observa una concentración mayor de células (zona rica en células). En su centro se encuentra una zona que contiene fundamentalmente fibroblastos y ramas importantes de nervios y vasos sanguíneos, conocida como núcleo pulpar.<sup>16</sup>

#### **1.4 Odontoblastos**

Son las células más características de la pulpa. Forman una única capa periférica, sintetizan la matriz y controlan la mineralización de la dentina. En la zona coronal del espacio pulpar, los odontoblastos son muy numerosos, relativamente grandes y de forma cilíndrica. En esta zona su número oscila entre 45.000 y 65.000/mm<sup>2</sup>. En la región cervical y media de la raíz son menos numerosos y más aplanados.<sup>16</sup>

La inducción de odontoblastos solo se produce una vez durante el desarrollo del diente debido a ello ya no se dividen. Durante su ciclo vital pasan por las fases: funcional, de transición y de reposo.<sup>16,18</sup>

Estos odontoblastos son destruidos por estímulos externos severos, como las caries profundas; en el caso contrario si las condiciones son favorables se induce la diferenciación de las células madre de la pulpa dental en células de tipo

odontoblastos. Las moléculas señaladas fundamentales para este proceso pertenecen a la familia de la proteína morfogenética ósea (BMP) y el factor de crecimiento transformador B. <sup>16,18</sup>

Los odontoblastos están constituidos por dos componentes fundamentales: el cuerpo y el proceso celular. El cuerpo celular se localiza bajo la matriz dentinaria sin mineralizar (predentina). El proceso celular se proyecta hacia el exterior y recorre una distancia variable a través de un túbulo que atraviesa la predentina y la dentina. <sup>16</sup>

El cuerpo es la parte de la célula que se encarga de la síntesis y contiene un núcleo basal y unos organelos con una organización citoplásmica característica de las células secretoras. Durante la dentinogénesis activa, el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi alcanza una gran prominencia y se observan numerosas mitocondrias y vesículas.

Los cuerpos de los odontoblastos se unen por diferentes tipos de uniones intermembranas, como uniones de intersticio (permiten la comunicación de las células de esa capa), uniones apretadas (controlan la permeabilidad de la capa) y desmosomas (unen mecánicamente las células en una capa coherente) <sup>16</sup>

## Capítulo II

### Caries dental

#### 2.1 Concepto e importancia

La caries es una enfermedad tan antigua como el hombre, a medida que transcurre la historia se encuentran evidencias de que su prevalencia y gravedad han aumentado con el paso de los años principalmente en países en vías de desarrollo, es considerada como la primera causa de consulta odontológica en todos los grupos de diversas edades y una de las enfermedades más prevalentes a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se define como un proceso patológico localizado que se inicia tras la erupción dental. Provocada por múltiples factores de una naturaleza infecciosa, transmisible y puede producir reblandecimiento del tejido duro del diente evolucionando hasta la formación de una cavidad. <sup>1, 2, 19, 20, 21</sup>

El conocimiento actual sobre su origen ha permitido identificar y controlar los factores que se asocian con la enfermedad, realizar un diagnóstico de manera precoz y aplicar procedimientos terapéuticos cada vez menos invasivos.<sup>2</sup> Por lo que, las piezas dentarias con caries deberían idealmente restaurarse en lugar de extraerse.

Es importante hablar de la endodoncia moderna, ya que menciona que la conservación de los tejidos es una consideración primordial, donde la terapia de pulpa vital (VPT, por sus siglas en inglés) es más aceptable desde el punto de vista biológico y menos exigente desde el punto de vista técnico <sup>22</sup> e incluye el tratamiento indirecto de la pulpa (IPT), el recubrimiento directo de la pulpa y la pulpotomía. <sup>23, 24, 25</sup>

Los profesionales de la odontología tienen un papel que desempeñar para reforzar y fomentar conductas de higiene oral adecuada y efectiva en sus pacientes. <sup>2, 26</sup>

La caries dental se asocia con el consumo de carbohidratos y deficiente salud oral, existiendo la intervención de factores primarios tales como el huésped (saliva y dientes), la microflora (microorganismos), el sustrato (dieta), así como el tiempo, también factores moduladores como la edad, el estrato socioeconómico, el nivel educativo, la cultura, los hábitos alimenticios, la percepción y los conocimientos de higiene oral. <sup>19, 21</sup>

La comprensión sobre las causas de la caries generalmente indica que la asociación entre los azúcares en la dieta y la caries se comprende bien a nivel de la población, aunque sigue existiendo un grupo pequeño pero significativo que parece ignorar el vínculo. <sup>19, 21</sup>

## **2.2 Diagnóstico de caries**

En la actualidad existen más de 29 métodos para el diagnóstico de caries a nivel mundial.

Estos métodos se han clasificado como convencionales, entre ellos la inspección visual realizado con el sistema ICDAS (Sistema Internacional de Detección y Diagnóstico de Caries), sistema NYVAD (Sistema creado por el autor NYVAD), radiográfico, táctil y métodos no convencionales como la transiluminación y la fluorescencia, todos ellos difieren en aplicabilidad y precisión de acuerdo a la superficie donde exista la sospecha de lesión.

No obstante, el tratamiento de la lesión cavitada todavía plantea dificultades a la hora de establecer protocolos de remoción de tejido, no sólo en cantidad o calidad, sino también en su oportunidad. <sup>19, 21</sup>

### **2.2.1 ¿Qué se debe valorar en el diagnóstico de caries profunda?**

Es importante valorar el grado de avance de la lesión, si ocurre de manera acelerada o lenta y el ecosistema donde se encuentra, si éste es abierto o cerrado, para guiar la remoción de caries.

En un ecosistema cerrado las bacterias se encuentran protegidas por tejido dental afectado, esto dará como resultado una progresión rápida y activa de la lesión. Si el tejido dental afectado se desmorona, el entorno puede cambiar y la placa cariogénica se vuelve más susceptible a la limpieza dental. Por lo cual cambia favorablemente la ecología microbiana, permitiendo la remineralización de la dentina, tornándose más dura, oscura y resistente a los ácidos. Una coloración clara y textura blanda indica que es una caries muy activa donde hay que actuar rápidamente.

Se debe evaluar el estado pulpar. Las acciones terapéuticas que evitan exposición pulpar en caries profunda se indican en pulpitis reversibles. En la radiografía se puede ver una caries profunda con pulpa amplia, lo que presupone buen potencial de reparación <sup>27</sup>

### **2.2.2 Criterios en el manejo de caries profunda**

La eliminación de caries en cavidades profundas siempre resulta una maniobra de riesgo, donde se puede eliminar tejido dentario sano y exponer la pulpa dental innecesariamente.

Actualmente no se ha logrado aún consenso, coexistiendo varios criterios en cuanto a cómo se puede identificar el límite entre el tejido cariado a eliminar y el tejido a conservar <sup>27</sup>

En 1970 Takao Fusayama describe dos capas en la lesión dentinaria de caries. Estas se caracterizan por la desmineralización del componente inorgánico y se diferencian en la alteración que se encuentra en las fibras colágenas. La zona

externa o dentina infectada imposible de remineralizar y la zona interna o dentina afectada que mantiene su capacidad de remineralización.<sup>27,28</sup>

### **2.2.3 Dificultades al realizar un diagnóstico**

Los métodos físicos de diagnóstico siendo el color, dureza del tejido, si bien se usan actualmente, son muy subjetivos. La dureza de la dentina varía según la zona, siendo menor en la profundidad. Por lo que la dentina circumpulpar sana puede ser más blanda que algunos valores de dentina cariada.

Con respecto al color no hay clara correlación con el grado de infección. La dentina oscura puede corresponder a una infección detenida con bacterias inviables o bien puede tornarse oscura por acción extrínseca de la dieta.

Los métodos químicos son cuestionados por su falta de especificidad. Estudios demuestran que los test colorimétricos tienden a sobre extender la cavidad, especialmente a nivel del límite amelodentinario y dentina circumpulpar, que son zonas de menor mineralización.

Teniendo en cuenta las limitaciones de los métodos físicos, químicos, y en base a múltiples estudios microbiológicos, que han demostrado que las lesiones cariosas selladas muestran disminución del número de bacterias, inactivación y detención de su progresión, cambian los conceptos de cómo debería manejarse la caries dentinaria.<sup>27</sup>

## Capítulo III

### Antecedentes

#### 3.1 Protectores pulpares

Los protectores pulpares surgieron a raíz de necesitar una protección al nervio del órgano dentario. Esta protección al complejo dentino pulpar consiste en la aplicación de una o más capas de material específico entre el material restaurador y el tejido dental ayudando a evitar un reto adicional al tejido pulpar.

La compatibilidad biológica de los recubrimientos pulpares es de suma importancia para evitar o limitar su irritación o degeneración. <sup>29, 30</sup>

Las propiedades ideales de un material de recubrimiento pulpar es mantener la vitalidad y la función de la pulpa dental, ayudar a la formación de un puente de dentina, tener propiedades mecánicas adecuadas, adherirse a la dentina y ser fácil de manejar clínicamente. <sup>29, 30</sup>

Antes de realizar la protección del complejo dentino pulpar se debe realizar un correcto diagnóstico clínico de la condición pulpar, el cual incluye: anamnesis, exámenes de palpación, percusión y pruebas de sensibilidad que junto con el examen radiográfico nos da un diagnóstico clínico pulpar más certero. Las técnicas de conservación de la vitalidad pulpar solamente serán realizadas si el diagnóstico clínico sugiere una condición clínica favorable. <sup>31, 32, 33, 34, 35</sup> Obsérvese la Tabla 1 que muestra los criterios a considerar para la colocación de los recubrimientos pulpares.

La investigación en estos biomateriales, que son utilizados en la reparación o sustitución de órganos o tejidos dañados, comenzó a desarrollarse, como ciencia, alrededor de la década de 1960. Estos materiales se caracterizan por tener la propiedad de reemplazar tejidos <sup>28</sup>

Se cree que los sellantes de fosas y fisuras, por varios años han sido ampliamente utilizados en programas comunitarios de control de caries, siendo uno de los materiales más efectivos para este fin. <sup>36</sup>

Existen dos tipos disponibles de sellantes: a base de resina y a base de ionómero de vidrio, distinguiéndose entre sí por su mecanismo de polimerización y adhesión a la estructura dental. Además, el segundo material presenta la supuesta ventaja de funcionar como reservorio de flúor, ya que presenta fluoruro en su composición química. <sup>36</sup>

Ahovuo-Saloranta y col, en el año 2008 publican una revisión sistemática de la literatura basados en la metodología de la Librería Cochrane. En ella intentan comparar el rendimiento en la prevención de desarrollo de nuevas lesiones de caries entre superficies selladas y no selladas, además de establecer diferencias entre los distintos materiales empleados para este fin. El autor concluye que la efectividad de los sellantes de fosas y fisuras es obvia en poblaciones de alto riesgo, mientras que en otras condiciones de riesgo es deficiente. <sup>36</sup>

Algunos estudios que compararon la efectividad de sellantes de resina con sellantes de vidrio ionómero no detectaron diferencias en la incidencia de caries o un mejor efecto protector para el grupo del vidrio ionómero, aun tomando en cuenta que la retención de este material es inferior al de sellante con base a resina. <sup>36</sup>

Por otro lado, se han encontrado estudios donde se reportan resultados superiores respecto a la prevención de caries para los sellantes de resina. <sup>36</sup>

### **3.2 Recubrimiento pulpar directo**

El recubrimiento pulpar directo es el procedimiento en el cual la pulpa dental es expuesta accidentalmente durante la preparación cavitaria o por fractura, ésta debe ser recubierta con un material protector de injurias y al mismo tiempo, estimular la formación de una barrera o puente de dentina reparadora.<sup>31, 32, 33, 34, 35</sup>

El recubrimiento y el sellado marginal que se obtiene al aplicar sobre el tejido pulpar, puede ser el factor clave que determine el resultado final de dicho procedimiento.<sup>37, 38, 39, 40, 41, 42</sup>

Cox y colaboradores, ratificaron que la pulpa podría formar una barrera de tejido duro si fuera proporcionado un sello biológico adecuado, de manera que los microorganismos no tengan acceso al tejido pulpar. El material ideal para el recubrimiento pulpar directo debe controlar la infección, adherirse a la dentina para evitar la microfiltración, ser de manejo clínico simple y promover la formación de un puente dentinario.<sup>37, 38, 39, 40, 41, 42</sup>

El sangrado de la pulpa expuesta durante más de 5 y hasta 10 min se usa como umbral para la clasificación de pulpitis reversible frente a irreversible. En los casos donde cesa el sangrado se debe colocar este protector directamente.<sup>43, 44, 45, 46, 47, 48</sup>

### **3.3 Recubrimiento pulpar indirecto**

El recubrimiento pulpar indirecto, es un procedimiento que da la posibilidad a la pulpa de recuperarse de las toxinas liberadas por los microorganismos productores de caries, cuando no ha existido una historia de dolor persistente a los estímulos externos y cuando la pulpa no ha sido expuesta al ambiente oral de manera accidental. Es un tratamiento bien aceptado para las piezas dentales con caries profundas, el cual debe permitir la colocación de un material que permita su aislamiento de los fluidos orales<sup>37, 38, 39, 40, 41, 42, 43</sup>

El tratamiento para lesiones de caries agudas y profundas, generalmente es en pacientes jóvenes, con sintomatología correspondiente a una pulpa con irritación reversible, sin presentar exposición pulpar visible. La pulpa se encuentra en estado potencialmente reversible cuando no hay registro de dolor espontáneo y cuando responde a estímulos táctiles y térmicos, especialmente al frío <sup>31</sup>

La aplicación oportuna y criteriosa de un recubrimiento pulpar indirecto obtiene una respuesta biológica favorable, disminuye costos al simplificar los tratamientos restauradores y contribuye por tanto a una mayor cobertura asistencial. <sup>2</sup>

Los recubrimientos pulpares además de ser biocompatibles, ayudan a mejorar la cicatrización del tejido y a su vez organizan el tejido lesionado.<sup>50, 51, 52, 53, 54, 55</sup>

De acuerdo con diversas literaturas existen muchos cementos, los cuales cumplen con la función de protección. En la presente información se hace mención de los dos protectores pulpares indirectos; de los cuales se ha elegido el Dycal de Denstplay (hidróxido de calcio) y Biodentine de Septodont (silicato tricálcico), donde se muestran los antecedentes de ambos materiales.

### **3.4 Hidróxido De Calcio**

#### **3.4.1 Descripción**

El primer medicamento a base de Hidróxido de Calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  fue introducido en odontología por B.W. Hermann, en los años 1920 y fue denominado Calxyl, presentando la capacidad de inducir tejido de pulpa para formar una barrera mineralizada, bloqueando la superficie expuesta, desde entonces, el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ha sido usado ampliamente. <sup>29, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 49</sup>

El Hidróxido de calcio es un material que se obtiene por calcinación del carbonato cálcico: <sup>32</sup>



Las investigaciones científicas lo han situado desde hace varias décadas como material de elección de uso en la terapia pulpar para preservar su vitalidad y

lograr la acción de estímulo en la remineralización de los tejidos dentales, en condiciones clínicas tales como: recubrimientos pulpaes, apexificación, reabsorciones internas, entre otros.<sup>37, 38, 39, 40, 41, 42</sup>

Tiene la capacidad de esterilizar los túbulos dentinarios y promover la remineralización del tejido reblandecido.<sup>49</sup>

Yoshiba, y cols. Informaron hallazgos que apoyan la hipótesis de que la diferenciación de las células de la pulpa en odontoblastos durante la dentinogénesis reparadora está mediada por la fibronectina, que se asocia con la capa calcificada formada inicialmente después del recubrimiento pulpar con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .<sup>29</sup>

Heithersay (1975) sugirió que los iones de calcio pueden disminuir la permeabilidad capilar, por lo tanto, el fluido intercelular bajo produce un aumento de la concentración de iones de calcio en el área de mineralización.<sup>29</sup>

Torneck et al. Afirma que tanto el calcio como los iones hidroxilo desempeñan un papel importante en la curación de la pulpa al modificar el pH ambiental en la zona de inflamación a niveles favorables para la mineralización de la matriz de la pulpa.<sup>56, 57, 58, 59, 60, 61</sup>

Abate refiere que en la actualidad los cementos de hidróxido de calcio pueden elegirse en las siguientes situaciones clínicas: exposición franca, con sangrado pulpar; exposición microscópica, ésta se observa en color rosado y exposición próxima, a menos de 0,5 a 1mm de la pulpa.<sup>62</sup>

Es curioso para Dycal de Dentsply (presentación a base de hidróxido de calcio) el hecho de que el nuevo puente se forma directamente contra la capa de Dycal debido a la acción de los macrófagos en la eliminación del tejido químicamente cauterizado.<sup>63</sup>

**Tabla 1.** Diagnóstico clínico de la condición pulpar. Criterios a considerar para realizar un tratamiento de recubrimiento pulpar indirecto

<u>Recubrimiento pulpar indirecto</u>	<b>Indicado</b>	<b>Contraindicado</b>
<u>Estado pulpar</u>	Inflamación pulpar reversible	Inflamación pulpar irreversible
<u>Dolor</u>	Provocado	Espontáneo
	<b>Momentáneo:</b> desaparece al retirar el estímulo	<b>Continúo:</b> persiste por minutos u horas después de removido el estímulo
	<b>Intermitente:</b> desaparece al retirar el estímulo	<b>Intermitente:</b> dolor espontáneo de corta o larga duración
	<b>Pulsátil:</b> no ocurre	<b>Pulsátil:</b> puede ocurrir
	<b>Irrradiado:</b> no ocurre	<b>Irrradiado:</b> común
	<b>En decúbito:</b> no ocurre	<b>En decúbito:</b> común
	<b>Percusión:</b> No ocurre, excepto que exista trauma oclusal	<b>Percusión:</b> En etapas avanzadas
<u>Color</u>	Normal	Alterado
<u>Radiografía</u>	<b>Periápice negativo:</b> evidencia restauraciones o pequeñas lesiones de caries	<b>Periápice positivo:</b> en etapas avanzadas del proceso

(Adaptado por los propios autores de la tesis, 2019)

31, 32, 33, 34, 35

### **3.4.2 Propiedades:**

El Hidróxido de Calcio tiene una densidad de 2,1 kg/m<sup>3</sup>; puede disolverse ligeramente en agua y es soluble en alcohol, con la particularidad de que al aumentar la temperatura disminuye la solubilidad. <sup>37, 38, 39, 40, 41, 42</sup>

Tiene un pH alcalino aproximadamente de 12,4; lo cual le confiere un gran poder bactericida, gracias a esto puede esterilizar hasta un 88% de los conductos radiculares. Al ser aplicado sobre la pulpa vital, su acción cáustica provoca una zona de necrosis estéril y superficial, con hemólisis y coagulación de las albúminas, quedando atenuada por la formación de una capa subyacente compacta, compuesta de carbonato de calcio debida al CO<sub>2</sub> de los tejidos y proteínas, producto de la estimulación dentinaria. <sup>37, 38, 39, 40, 41, 42</sup>

Disminuye el edema y la inflamación de los tejidos periapicales, destruye el exudado, sella el sistema de conductos, se equilibra al ser mezclado con solución fisiológica o anestesia, disminuye la sensibilidad (por su efecto sobre la fibra nerviosa) y previene la reabsorción inflamatoria radicular. <sup>64, 65, 66, 67, 68, 69</sup>

### **3.4.3 Presentaciones:**

Para el uso del Hidróxido de Calcio en Odontología se tienen tres presentaciones; una de ellas es el Ca(OH)<sub>2</sub> puro, el cual se puede mezclar con agua bidestilada o con solución fisiológica o solución anestésica y de ésta manera formar una pasta para llevar a la cavidad. La segunda presentación se encuentra en hidrogel, el cual incluye una punta para facilitar su aplicación, además de que ésta es fotopolimerizable. Y por último la presentación en base y catalizador, el cual se mezcla de acuerdo a la proporción 1:1 de base y catalizador o de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Para el presente trabajo de tesis se utilizó la última presentación; pasta base y catalizador.

Dycal de Denstplay, es un cemento para fondo de cavidad a base de hidróxido de calcio, resistente al grabado ácido, que protege la pulpa contra los choques térmicos. Es radiopaco. Fomenta la formación de dentina terciaria y su presentación incluye 12 gr base + 12 gr de catalizador. <sup>70</sup>

#### **3.4.4 Ventajas:**

El hidróxido de calcio ha considerado como el material "estándar de oro" durante varias décadas. <sup>71</sup>

Principalmente los materiales basados en  $\text{Ca(OH)}_2$  son recomendados generalmente para sellar la pulpa expuesta contra la cavidad oral. La formación de dentina reparadora terciaria en respuesta a la aplicación de hidróxido de calcio no solo se debe a la inducción tisular por este agente, sino que también es el resultado de los mecanismos de defensa de la pulpa inducidos por la función estimulante del hidróxido de calcio. <sup>50, 51, 52, 53, 54, 55</sup>

El pH alcalino inducido por el  $\text{Ca(OH)}_2$ , no solo neutraliza el ácido láctico de los osteoclastos, evitando así la disolución de los componentes minerales de la dentina, sino que también puede activar las fosfatasas alcalinas, que desempeñan un papel importante en la formación de tejido duro. <sup>37, 38, 39, 40, 41, 42</sup>

Su mecanismo de acción antimicrobiano está influido por la velocidad de disociación en iones de calcio y de iones hidroxilo, en un ambiente de pH alto que inhibe la actividad enzimática que es esencial para la vida microbiana; es decir, el metabolismo, el crecimiento y la división celular. Los efectos letales del  $\text{Ca(OH)}_2$  en las células bacterianas se debe probablemente a la desnaturalización de las proteínas, daños en el ADN y en las membranas citoplasmáticas. <sup>37, 38, 39, 40, 41, 42, 72</sup>

Su capacidad de cambio del pH dentinario es lenta y depende de los factores que alteran la disociación y difusión iónica como las características del vehículo empleado, por lo que se han utilizado vehículos hidrosolubles como solución

anestésica, solución fisiológica, agua destilada, hipoclorito de sodio y clorhexidina, para formar la pasta, permitiéndole disociarse y difundir rápidamente a fin de potencializar el efecto antimicrobiano del polvo de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  actuando sinérgicamente.<sup>72</sup>

De acuerdo con Alonso M.E. y cols; el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  se considera como material de elección para las zonas más profundas de caries; basándose en sus virtudes antibacterianas y de remineralización. Indicado cuando se requiera reacción pulpar defensiva y no estemos en presencia de procesos pulpares atróficos.<sup>2</sup>

#### **3.4.5 Desventajas:**

Los estudios clínicos han demostrado a largo plazo que las tasas de falla de este material aumentan con el tiempo debido a que no proporciona una adaptación cercana a la dentina, degradación gradual, no promueve la diferenciación consistente de los odontoblastos y se ha demostrado que es citotóxico en el cultivo celular, también se ha observado que el defecto del túnel en los puentes de dentina de nueva formación puede proporcionar una vía para la penetración de microorganismos que activan las células inmunitarias, induciendo una irritación de la pulpa y produciendo una calcificación distrófica posterior.<sup>73</sup>

Es muy soluble, no tiene adhesión al tejido dentario, tiene baja resistencia compresiva y tensional.<sup>74, 75, 76, 77, 78, 79, 80</sup> Por lo tanto, durante las últimas dos décadas, se han probado varios materiales nuevos.<sup>81</sup>

## **3.5 Silicato Tricálcico**

### **3.5.1 Descripción**

Los cementos de silicato de calcio se han aplicado como materiales dentales desde hace más de veinte años; sin embargo, su uso en el área de la odontología restauradora es más reciente. Torabinejad y White, desarrollaron y patentaron en 1995 el MTA, o Mineral Trioxide Aggregate, siendo éste el primer silicato de calcio desarrollado para uso en odontología.<sup>82</sup>

El silicato tricálcico se encuentra en una fase de polvo, con adición de carbonato de calcio como relleno y óxido de zirconio como elemento de radiopacidad. Tiene también una fase líquida de cloruro de calcio, agua y un agente reductor.<sup>82, 83</sup>

Septodont, Saint Maur des Fosses, Francia, posteriormente desarrollaron en 2011, Biodentine™, el cual se indica para ser usado como reemplazo de dentina tanto coronal como radicular.

El rápido fraguado de este cemento, en comparación con los silicatos de calcio previos, y la mejora de las propiedades mecánicas, le permiten ser indicado como material de restauración definitiva y como cemento temporal para restituir esmalte.<sup>82, 84</sup> Comparte sus indicaciones y modo de acción con el hidróxido de calcio, pero no tiene sus inconvenientes.<sup>85, 86</sup>

En cuanto al estudio de Tran y colaboradores, demostraron la creación de puente dentinario en ratas con el uso de Biodentine™. Este puente fue localizado en zonas dañadas, con organización de tipo dentina secundaria (ortodentina), en contraste con lo observado en las reparaciones realizadas con Hidróxido de Calcio, las cuales presentan inclusiones celulares que evocaban osteodentina<sup>82, 84</sup>

Koubi et al., realizaron un estudio en el año del 2012 donde compararon la microfiltración del Ionolux y del Biodentine™ en 30 terceros molares, como base de restauraciones clase II. De acuerdo con los resultados, ellos afirman que el Biodentine™ se desempeña tan bien como el ionómero de vidrio.<sup>87</sup>

Atmeh et al., en el 2012, hicieron una comparación espectroscópica, con microscopio RAMAN, de piezas dentales permanentes previamente obturadas en superficie oclusal con Biodentine™ y cemento de ionómero de vidrio, Fuji IX. Demostrado que con el Biodentine™ hay una infiltración mineral en la dentina, diferente a la penetración característica de las sales del ionómero de vidrio en el tejido dental.<sup>87</sup>

Hincapié y colaboradores realizaron un estudio en pulpa expuesta por lesión de caries en un molar deciduo con un seguimiento clínico y radiográfico, durante 6, 12 y 18 meses con Biodentine™ encontrando normalidad clínica y radiográfica. Se muestra la preservación de la vitalidad pulpar y ausencia de sintomatología clínica y radiográfica.<sup>83</sup>

En el estudio de Nowicka y colaboradores, se realizaron estudios utilizando Biodentine™ en premolares perforados de la raíz. Luego de 6 semanas se observó que la mayoría de los premolares presentaba formación de puente dentinario completo, con ausencia de respuesta pulpar inflamatoria.<sup>82, 84</sup>

El estudio realizado por Laurent y colaboradores, utilizaron premolares extraídos, a los cuales se les aplicó Biodentine™ como recubrimiento directo. A los 28 días se observaron focos de mineralización, deduciendo que el material es capaz de inducir la diferenciación de odontoblastos, involucradas en la formación de tejido dentinario.<sup>82, 84</sup>

Corral y colaboradores evaluaron 36 restauraciones con Biodentine™; en procedimientos de recubrimiento pulpar indirecto, dando seguimiento durante un año, donde se midió la eficacia clínica de conservación de vitalidad pulpar.<sup>82, 84</sup>

Sakerzadeh y colaboradores en un estudio in vitro, utilizando Biodentine™ donde no se mostró toxicidad o genotoxicidad; además de un rápido fraguado.<sup>50, 51</sup>

Marques y colaboradores realizaron tratamientos con Biodentine™, donde la tasa de éxito de éste material es de 83.3%. El tratamiento se consideró exitoso al no presentar: dolor espontáneo, sensibilidad a la percusión, hinchazón,

fistulación, movilidad patológica, radiolucidez de la furca, ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal o reabsorción de la raíz interna y externa. La formación de puentes dentinarios es la clave para la curación final y el éxito a largo plazo, ya que protege las pulpas expuestas a nuevos ataques de bacterias orales que pueden provocar la degeneración, atrofia y contracción de la pulpa. <sup>43</sup>

Han y Okiji compararon la absorción de calcio y silicio por la dentina del conducto radicular adyacente en presencia de solución salina tamponada con fosfato utilizando Biodentine™. Los resultados mostraron depósitos cristalinos ricos en calcio y fosfato. <sup>88</sup>

En el caso de Biodentine™ de Septodont es de especial interés, por su potencial uso como material restaurador en cavidades dentinarias profundas y en terapias de recubrimiento pulpar directo e indirecto. <sup>82</sup>

### **3.5.2 Propiedades:**

Es de rápido fraguado en comparación de los silicatos de calcio previos, mejores propiedades mecánicas siendo el reemplazo definitivo de dentina y como cemento temporal para el esmalte. También se indica como restaurador de lesiones profundas y/o extensas (técnica de sándwich), restauración de lesiones cervicales o radiculares profundas, recubrimiento pulpar directo e indirecto. <sup>82</sup>

Se caracteriza por ser inorgánico y no metálico. Sus propiedades físicas y biológicas es que tienen una mejor manipulación, tiempo de fraguado rápido de 12 minutos, mayor resistencia a la compresión, densidad incrementada, porosidad disminuida y síntesis temprana de dentina reparativa. Cabe mencionar que después de ser colocado en la cavidad se ha observado que la reacción continúa ocurriendo hasta por 14 días. <sup>82, 83</sup>

Tiene una acción antibacteriana, determinada por los componentes de calcio, los cuales se convierten en soluciones acuosas del hidróxido de calcio. La disociación de los iones de calcio e hidroxilo aumenta el pH de la solución, mejorando su biocompatibilidad. <sup>83</sup>

En estudios in vivo se ha observado que este material puede estimular la dentina reparadora y completar la formación de un puente sin signos de inflamación después del recubrimiento pulpar en los dientes estudiados.<sup>83</sup>

### **3.5.3 Presentación:**

En 2011, apareció en el mercado Biodentine™ de casa Septodont. La presentación de Biodentine™ es en forma de una cápsula que contiene el polvo y líquido contenido en una ampollita. La mezcla se realiza en un amalgamador durante 30 segundos. Su consistencia es similar a la del cemento fosfato de calcio.<sup>88</sup>

Para su colocación, se requiere de una espátula o con una porta amalgama. Los componentes del polvo son los siguientes: silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato cálcico y óxidos, (óxido de hierro, óxido de zirconio). Los componentes del líquido son: cloruro de calcio y polímero hidrosoluble.

El fabricante indica que no es necesario colocar algún recubrimiento previo al Biodentine™, y que una vez endurecido el cemento se debe tratar como dentina sana.<sup>82, 84, 88</sup>

El silicato de calcio es relativamente nuevo y biocompatible, es una alternativa adecuada a los materiales basados en hidróxido de calcio.<sup>43, 50, 88</sup>

### **3.5.4 Ventajas:**

El silicato tricálcico tiene propiedades bioactivas, fomenta la regeneración de tejidos duros, provocando una respuesta biológica en la interfase de los tejidos con el material. No hay respuesta de inflamación pulpar. No ha mostrado efectos citotóxicos sobre las células pulpares y del ligamento periodontal.<sup>82, 83, 84</sup>

Se ha informado que tiene una biocompatibilidad y una bioinducción óptimas. Son capaces de regenerar la unión íntima con la dentina y en contacto con el tejido

pulpar, el material es capaz de estimular la formación del puente dentinario. Es de ajuste rápido y tiene una alta resistencia a la compresión.<sup>50, 82, 84</sup>

Biodentine muestra la formación de apatita después de la inmersión en solución de fosfato, lo que indica su bioactividad.<sup>88</sup>

### **3.5.5 Desventajas**

En comparación con el hidróxido de calcio, el Biodentine es una material que no permite usarse cuando es mezclado en diferentes tiempos, más elevado el costo, siendo un material de difícil acceso para la población de bajos recursos, durante su colocación, es de difícil manipulación. La cápsula incluye un aditamento para la colocación de Biodentine en la cavidad, el cual no es un instrumento ergonómico dificultando su uso. Requiere de un área y equipo como son máquina de mezclado con temporizador.

### **3.6 Sellador de fosas y fisuras Helioseal F**

Desde principios del siglo XIX, se llevaron a cabo intentos por diseñar un material que previene la aparición de caries; las fosas y fisuras anatómicas de los dientes hace mucho se reconocen como áreas susceptibles para la iniciación de la caries dental,<sup>89</sup> y en menor medida en los premolares<sup>90</sup>

Buonocore, en 1955 introdujo el primer sellador de fosetas y fisuras. A finales del decenio de 1960- 1969 describió un método para unir polimetacrilato al esmalte, adicionado con ácido fosfórico<sup>91, 92</sup>. Actualmente, se han incorporado técnicas de grabado ácido, con lo cual su utilización en pacientes jóvenes es casi rutinaria.<sup>93</sup>

Para 1965, Bowen desarrolló la resina Bis-GMA que es producto de reacción química del bisfenol A y glicidil metacrilato; cuya resina es la base para la mayoría de los selladores comerciales.<sup>94</sup>

Se hace mención del sellador de fosas y fisuras Helioseal F, debido a que se utilizó para el estudio de tesis, dándole utilidad como cemento interfase entre el protector pulpar y la resina. Dicho sellador de fosetas y fisuras protege las superficies altamente susceptibles a caries, cubriendo pozos y fisuras con una cobertura impenetrable. Este sellado cierra los nichos de retención donde la bacteria vive y corta el suministro de carbohidratos que las sustentan.

Helioseal se encuentra en tres presentaciones diferentes para sellar en función a sus necesidades:

- Helioseal F: Un sellador con liberador de fluoruro administrado en innovadoras jeringas y cavifils.
- Helioseal Clear: Una versión transparente del sellador en las innovadoras jeringas.
- Helioseal: Presentación original.

La retención y longevidad de los selladores depende de 3 factores:

- 1) Penetrabilidad del ácido grabador al esmalte
- 2) Sellado marginal.
- 3) Resistencia a la abrasión.<sup>95</sup>

### **Características:**

Helioseal F es un sellador de fisuras con liberación de flúor fotopolimerizable, en color blanco, 40% de contenido de rellenos, viscosidad más alta, fácil de revisar la retención, jeringa ergonómica o Cavifil. Se sabe que el fluoruro aumenta la resistencia del esmalte a través de la promoción de la remineralización y la inhibición de la desmineralización; reduce el crecimiento de la placa bacteriana y la actividad bacteriana ya que tiene un efecto bacteriostático.<sup>95</sup>

### **Indicaciones:**

Para sellar fosas, fisuras y diminutas cavidades

**Ventajas:**

- Óptima propiedad de fluidez
- Retención fácil de controlar
- Liberación de flúor

**Beneficios:**

- Protección eficaz contra la caries
- Tratamiento sin dolor
- A largo plazo la preservación de los dientes naturales
- Sellador del agente de recubrimiento pulpar
- Fácil manipulación para su colocación

## Capítulo IV

### Radiografía dental y la nueva era digital

#### Avances tecnológicos en radiología dental

##### 4.1 Perspectivas históricas de imágenes digitales

El procesamiento de imágenes digitales experimentó importantes desarrollos en el Laboratorio de Propulsión a chorro en el Instituto de Tecnología de California (Caltech) y posteriormente fue utilizado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) en una amplia gama de aplicaciones de exploración espacial. Más tarde, los beneficios obtenidos del programa espacial de la NASA se aplicaron en varios otros campos, como biología, defensa, análisis forense, fotografía, detección remota e imágenes médicas, por mencionar solo algunos <sup>96, 97</sup>

##### 4.2 El histograma

El histograma es una herramienta esencial en el post procesamiento de imágenes, ya que puede utilizarse para alterar dramáticamente el brillo y el contraste de la imagen. Un histograma de imágenes es un gráfico de la cantidad de píxeles en toda la imagen, o parte de la imagen que tiene los mismos niveles de gris (valores de densidad) representados en función de los niveles de gris, como se muestra en la Figura 1. Si se modifica el histograma el brillo y el contraste de la imagen también cambiarán. Esta operación se llama modificación de histograma o estiramiento de histograma. Si los valores del histograma se concentran en el extremo inferior del rango de valores, la imagen aparece oscura. Para una imagen brillante, los valores se ponderan hacia el extremo superior del rango de valores.<sup>98</sup>

El gráfico del número de píxeles en la imagen completa con los mismos niveles de gris (valores de densidad), representados en función de los niveles de gris, se denomina histograma.

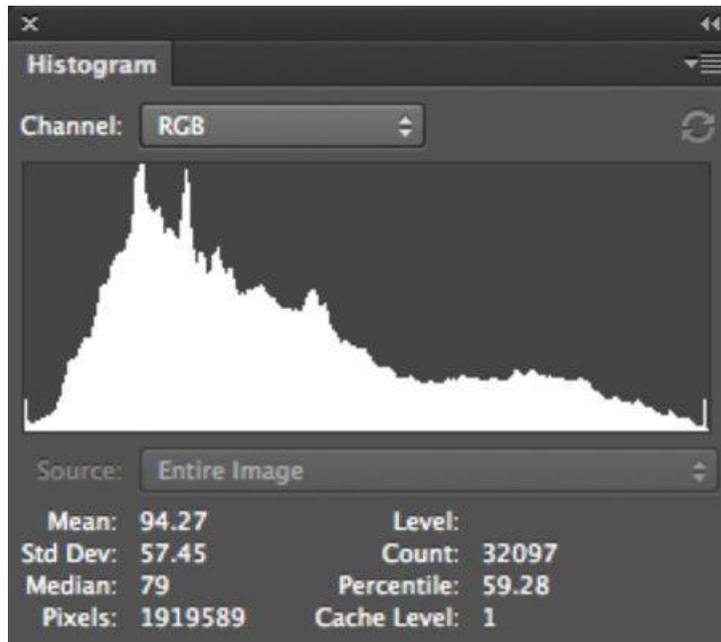


Figura 1

### 4.3 Software Photoshop CC 2018

Para el análisis radiográfico se ha considerado el uso de radiografías digitales, las cuales serán analizadas con el Software Photoshop CC 2018. <sup>99</sup>

Photoshop es un paquete de software de procesamiento de imágenes digitales de Adobe Systems Incorporated y la comunidad de diseño gráfico lo considera ampliamente como el estándar de la industria para la edición de imágenes digitales y la mejora de la fotografía. Normalmente utilizado por usuarios expertos y principiantes, Photoshop ofrece potentes herramientas de edición de imágenes digitales como filtros de imágenes, manipulación de histogramas, herramientas de nitidez, desenfoco y algoritmos de reducción de ruido. Aunque las aplicaciones más comunes de Photoshop son en el diseño de gráficos comerciales, de consumo y edición de fotografía <sup>99, 100, 101, 102</sup>, Photoshop también ha sido una herramienta útil en medicina. Con la versión lanzada de Photoshop

CS3 Extended, Adobe ha elevado el listón aún más al asumir el mundo de las imágenes médicas con la incorporación de dos nuevas funciones: Soporte para archivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), y herramientas de análisis.

Se han realizado estudios previos, donde se usaron imágenes procesadas en las diferentes versiones de Adobe Photoshop (Adobe Systems Incorporated, San José, California), donde permitió a los examinadores cambiar el brillo y el contraste, para ampliar o reducir las imágenes, para obtener imágenes negativas o tridimensionales, identificar el contorno y evaluar los niveles de píxeles grises de las imágenes de radiografías. La importancia que tiene Photoshop en el presente estudio, es la función del histograma donde se obtiene la significancia que representa la densidad de los tonos grises presentes en la zona de interés de la radiografía.<sup>103, 104</sup>

#### **4.3.1 Photoshop e imágenes médicas**

Adobe Photoshop ofrece al mundo de la imagen médica un nuevo conjunto de herramientas de análisis y medición para extraer datos cuantitativos en imágenes bidimensionales. Una de estas herramientas se puede usar para definir la escala de una imagen utilizando un valor conocido como punto de referencia. Una vez que se ha definido una escala, la herramienta de la regla (en Photoshop) se puede usar para medir la longitud de píxeles de un área de interés en la imagen, sobre la cual se puede asignar un valor lógico. También se incluye en las nuevas herramientas de análisis una herramienta de conteo que se puede usar para numerar entidades en una imagen simplemente haciendo “clic” en ellas. Luego, estos datos pueden enviarse al registro de mediciones para su posterior análisis y referencia.<sup>98, 101</sup>

Con Adobe Photoshop, el personal médico puede trabajar directamente en archivos DICOM con poderosas herramientas de edición a su disposición. Podrán

manipular y optimizar las imágenes para la visualización de la imagen de salida, lo que se traducirá en una mejor comunicación no solo con el resto del personal de salud sino también con los pacientes.<sup>98, 101</sup>

#### **4.4 Radiovisiografía**

La radiovisiografía es un sistema patentado por Mouyen et al. (Francia) e introducida al mercado por la compañía Trophy en 1987.<sup>105</sup>

El primer sistema comercial integrado de imagen digital radiovisiografía (Trophy Radiologie, Vincennes, Francia), implica el uso de un sensor intraoral, en lugar de una película de rayos X convencional. El radiovisiografo permitió una reducción sustancial en la duración de los procedimientos de odontología, la función de zoom tiene el potencial de mejorar el rendimiento diagnóstico de las áreas de aumento como la zona apical (Duret et al.1988).

Shearer et al.,1990 realizaron un estudio mediante la medición de la longitud de los conductos radiculares en el área de la endodoncia, teniendo como resultados que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las imágenes proporcionadas por un sensor rígido tal como radiovisiografo y la película convencional.<sup>106</sup>

Los sensores de estado sólido intraorales de primera generación utilizan la tecnología Charge Coupled Device (CCD), formados en su esencia por semiconductores de metal-óxido (MOS) y están distribuidos en forma de matriz. Su función es la de acumular una carga eléctrica siendo emitida por los rayos-x en cada una de las celdas de esta matriz. Estas celdas son los llamados píxeles.

Estas lecturas se transfieren después a un monitor para su visualización. Para mejorar la eficiencia del sensor y reducir la dosis de radiación, una capa de centelleo, tal como un material de fósforo, se añade a la superficie de la matriz de los detectores para facilitar la conversión de los rayos X a la luz incidente. Los tamaños del sensor varían, estando disponibles en # 0, 1 y 2 de la película intraoral, con áreas activas se acercan dimensiones similares.<sup>107</sup>

Una variante de tal tecnología radiológica digital se basa en la lectura de una placa reutilizable previamente expuesta a los rayos X a partir de un generador convencional. Este tipo de radiografía digital es conocido como el sistema de almacenamiento de fósforo fotoestimulante (PSP) (Digora, Soredex, Orion Corporation, Helsinki, Finlandia).

La mayor parte de la energía de la radiación del generador convencional se mantiene en la superficie de la placa; un escáner se utiliza a continuación para leer esta energía, para convertirla en una señal digital que es reconocido por el ordenador y presentada en la pantalla. <sup>106</sup>

García et al. en un estudio encontraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas, entre la radiografía digital directa (DDR) que utilizan el sistema Sens-A-Ray (AMPAC Dental, Rockdale, Australia) y la radiografía convencional para estimar la longitud de trabajo de endodoncia. <sup>108</sup>

Los últimos avances en sistemas de imágenes digitales radiográficas han introducido muchos beneficios potenciales para la práctica en odontología. La generación instantánea de alta resolución de imágenes digitales, la manipulación o el procesamiento de la imagen captada por una mayor diagnóstico rendimiento, la falta de necesidad de re-exponer a pacientes para nuevas tomas; dosis inferior en comparación con la película D-speed con colimación redonda, la facilidad de archivar la información, la transmisión y consulta de larga distancia, menores tiempos de respuesta, la reducción en el tiempo entre la exposición, la interpretación de imágenes y documentación digital de los registros de pacientes son algunas de las ventajas de la radiografía digital. La calidad de la imagen es probablemente de lo más importante ya que permite dar un mejor diagnóstico y tratamiento para el paciente. <sup>107</sup>

En el área de la endodoncia tanto las radiografías convencionales y digitales son ampliamente utilizadas para la determinación de la longitud de trabajo. <sup>109</sup>

#### **4.5 Análisis comparativo de la Radiografía convencional y radiografía digital**

El éxito o fracaso de las terapias dentales, además de ser evaluado clínicamente a través de la ausencia de sintomatología, también se puede valorar mediante la evaluación radiográfica, detectada por la disminución de tamaño de la cámara pulpar por la aposición de dentina secundaria o de reparación y por aumento en la densidad del tejido dentinario. <sup>110</sup>

Las técnicas radiográficas convencionales tienen la limitación de presentarnos una imagen bidimensional de un objeto tridimensional; por lo tanto, algunos detalles en la anatomía radicular pueden no ser visibles o malinterpretarse. <sup>111</sup>

La aparición de nuevos métodos de obtención de imágenes digitales, nos permiten revelar cambios tempranos en la densidad de los tejidos duros de la cavidad bucal abriéndose un campo nuevo en la investigación en los procesos de desmineralización y remineralización de la caries dental. La radiografía dental digital nos permite comparar cambios densitométricos producidos a lo largo del tiempo. <sup>49</sup>

La evolución de la tecnología, ha permitido cada vez más su uso en odontología. Tal es el caso que, para obtener una imagen digital hay tres formas de hacerlo:

1. La radiografía digitalizada, donde la imagen se adquiere a través de la película radiográfica, utilizando un escáner, una cámara o una videocámara.
2. La forma directa, donde se adquieren imágenes a través de los sensores del dispositivo acoplado de carga (CCD), que es un chip de silicio sensible a la luz o rayos X, donde la imagen se puede ver inmediatamente en la pantalla de una computadora, después de la exposición.
3. La forma indirecta, la cual implica el uso de placas de fósforo.

Las imágenes radiográficas digitales tienen mayores ventajas en comparación con la película convencional, ya que estas se pueden modificar de manera positiva para su valoración, esto se debe a los avances tecnológicos, los cuales

han mejorado el desarrollo del costo-beneficio de la tecnología digital intra y extraoral.<sup>112</sup>

**Ventajas más destacadas del trabajo con la radiografía digital:** <sup>113</sup>

- 1: Menos tiempo de trabajo
- 2: Menor dosis de radiación al paciente
- 3: Menos repeticiones y errores
- 4: Mayor rango dinámico
- 5: Acceso más fácil a la información del paciente
- 6: Fácil almacenamiento y comunicación de imágenes.

Se han evaluado algunos aspectos clínicos y las posibles desventajas de las imágenes digitales que no se previeron al comienzo de la era digital: <sup>113</sup>

- 1: Malestar del paciente
- 2: Daño al receptor
- 3: Degradación de la imagen
- 4: Contaminación cruzada
- 5: Condiciones de visualización.

El uso responsable de la radiología intraoral digital da como resultado una reducción significativa de la dosis de radiación en la práctica diaria.<sup>114</sup>

## **METODOLOGÍA**

El estudio se llevó a cabo entre los meses de noviembre del 2018 a mayo del 2019 en un consultorio particular.

A los pacientes que presentaban órganos dentarios permanentes con caries de segundo grado o reincidencia de caries en dentina con restauraciones temporales o definitivas, con diagnóstico pulpar de pulpitis reversible, se les invitó a participar en el estudio de manera escrita, explicando la función que tienen los recubrimientos pulpares indirectos con hidróxido de calcio y silicato tricálcico, también sobre las radiografías digitales y su análisis en el Software Photoshop CC 2018, en qué consistía el estudio, los beneficios del uso del material y la importancia de su contribución.

A aquellos pacientes que accedieron, se les tomó una radiografía digital para valorar su participación, y a los que cumplieron con los criterios de inclusión, se les entregó el consentimiento de información referente al estudio, para obtener su firma de autorización.

Se realizó en cada paciente una historia clínica con su nombre completo, edad, género, dirección, enfermedades sistémicas, alergias, motivo de consulta y síntomas.

Para proteger la identidad de los pacientes se abrevió su nombre completo colocando solo las iniciales de nombres y apellidos.

### **Pruebas piloto en la toma de radiografías digitales**

Se comenzó el estudio con pruebas piloto; en un inicio las tomas radiográficas se realizaron de una manera no estandarizada, sin la misma angulación, ya que el aparato de rayos X no posee un soporte que proporcione esta, por lo que, para estandarizar cada radiografía, se optó por el uso de la aplicación “Brújula” (Tim O's Studios, LLC) del celular iPhone 6 que viene integrada, se colocó el celular de manera horizontal en la parte lateral-izquierda entre el asa y el radiovisiografo,

esto permite al operador calibrar de manera autónoma el teléfono y el tiempo de exposición de radiación. En todas las tomas radiográficas se posicionó a los pacientes horizontalmente en el sillón dental.

### **Descripción de la técnica para la toma radiográfica digital**

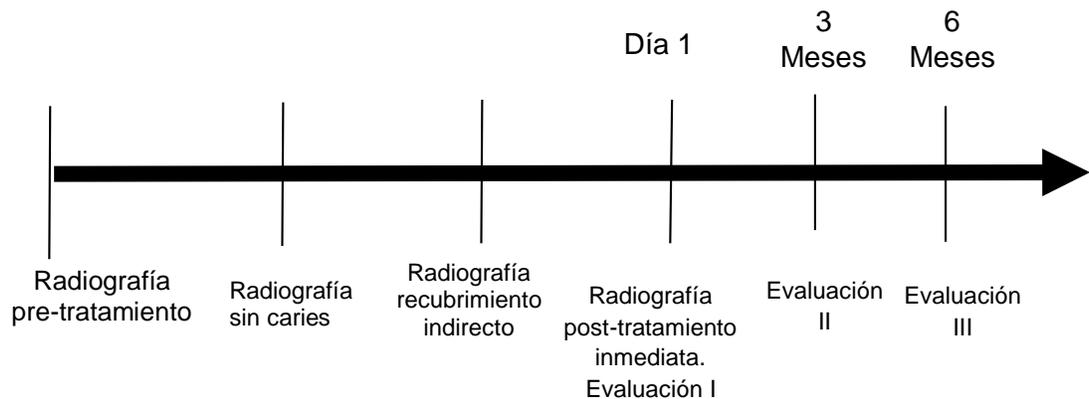
Para cada tratamiento se tomaron 6 radiografías: la primera fue previa al tratamiento, la segunda una vez removida la caries y/o restauraciones, la tercera colocado el material para recubrimiento pulpar indirecto (Dycal o Biodentine) en el piso de la cavidad, la cuarta fue del órgano dentario reconstruido con resina, la quinta a los 3 meses después del tratamiento concluido y la sexta radiografía a los 6 meses después del tratamiento concluido.

En las seis tomas radiográficas de cada órgano dentario se siguieron los siguientes pasos: Se recostó al paciente de manera horizontal en la unidad dental, se colocó el sensor dentro de boca en el área del órgano dentario analizado, posteriormente se abrió la aplicación “Brújula” del celular iPhone 6 y se colocó el celular de manera horizontal en la parte lateral-izquierda entre el asa y el radiovisiografo, dando “Touch” en la pantalla del celular para comenzar con la calibración y para que permita registrar las angulaciones, se seleccionó el tiempo de exposición en el aparato de rayos X portátil (Port X-II Genoray) verificando en el software de radiografía llamado “Owandy” que el sensor se encontrara encendido y se tomó la radiografía.

### **Descripción del procedimiento para el análisis de las imágenes digitales radiográficas**

Las imágenes digitales de las radiografías, fueron analizadas sin modificaciones en los ajustes de brillo y contraste en un monitor de iMac (27-inch, Late 2013) con gráficos NVIDIA GeForce GT 755M 1024 MB, ubicado a 45 cm. del operador en una habitación con luz tenue.

Primero, se realizó una captura de pantalla de las radiografías digitales del software “Owandy Radiology” de una dimensión de 730/574 píxeles, se guardaron con el número de radiografía e iniciales del nombre del paciente en una carpeta cuidando la confidencialidad e identidad de cada paciente, y se abrió el programa “Photoshop CC 2018” donde se seleccionó crear un nuevo documento, posteriormente se buscó la opción de fotografía, seleccionando las dimensiones de 16 x 12 cm @ 118.11 píxeles por centímetro (ppcm), se abrió un documento en blanco con una amplitud de visualización del 66.67%, en la barra superior, y se seleccionó la opción de archivo, secuenciada por la opción abrir imagen, donde se seleccionó la carpeta y la imagen radiográfica digital a analizar, con una visualización de 100% y las propiedades del documento con 25.75 cm de ancho y 20.25 cm. de alto.



**Figura 2. Diseño experimental**

Para medir la aposición de dentina terciaria de nuestra región de interés (RDI) utilizamos la aplicación “Histograma” (gráfico que muestra las gamas tonales presentes en una imagen como una serie de barras verticales) y la herramienta “Marco rectangular (M)” para medir el área de interés con dimensiones W: 2.01cm de ancho y H: 2.01cm de altura, abarcando 3219 píxeles en todas las radiografías, esto da una “significancia” referente al resultado de valores de gris

en el cuadro de histograma, que reflejan la densidad radiográfica de la imagen y la densidad del tejido dentinario.

Un valor de “significancia” alto, representa un tono de gris claro en la imagen digital y por lo tanto una mayor densidad dentinaria-radiográfica, en cambio un valor de “significancia” bajo representa un tono de gris oscuro en la imagen digitalizada, por lo tanto, una baja densidad dentinaria y radiográfica.

Para cada región de interés (RDI) se obtuvo la diferencia entre las imágenes iniciales y de seguimiento. Véanse las Tablas 3 y 4 de resultados de los análisis radiográficos (Cortes)

Por último, se tomó captura de pantalla abarcando la radiografía y la tabla del histograma a una dimensión de 1300 X 731 píxeles, para guardar los resultados en cada carpeta.

### **Pruebas piloto en la colocación del recubrimiento pulpar indirecto**

En los tratamientos piloto, se dificultó observar radiográficamente la delimitación de la base cavitaria (Dycal o Biodentine), ya que tiene una radiopacidad semejante a la resina dental, por lo tanto, se colocó el material dental “Helioseal F”, sobre el material del recubrimiento pulpar indirecto, proporcionando una protección y sellado uniforme a la base cavitaria, así como un mayor contraste en la imagen radiográfica

### **Procedimiento de operatoria y radiográfico para el recubrimiento pulpar indirecto**

Se evaluaron 14 órganos dentarios posteriores en la investigación, se distribuyeron aleatoriamente a cada uno de los siguientes tratamientos o grupos experimentales:

**Tabla 2. Pacientes incluidos en el estudio**

MATERIAL DE RECUBRIMIENTO PULPAR INDIRECTO	NÚMERO DE PACIENTES	MUJERES	VARONES	RANGO DE EDAD
HIDRÓXIDO DE CALCIO Y BIODENTINE	14	10	4	20 - 54
HIDRÓXIDO DE CALCIO	7	5	2	20-54
BIODENTINE	7	5	2	21-40

**Grupo 1:** Denominado grupo control, conformado por siete órganos dentarios, se les colocó como material de terapia pulpar indirecta (TPI) hidróxido de calcio (Dycal® L.D. Caulk Co., Division of Dentsply International Milford, Del.), y se obturó la cavidad con resina de fotocurado (3M- Z250 XT).

A los pacientes participantes se les bloqueó el nervio del órgano dentario correspondiente con lidocaína con epinefrina al 2% 1:100000, y se tomó la radiografía número 1 (inicial), se aisló de manera absoluta con dique de hule y arco de young, se removió la restauración y/o el tejido cariado con pieza de alta velocidad y fresas de carburo conformando la cavidad y se tomó la radiografía número 2 (sin caries dental/restauración).

Se realizó antisepsia de la cavidad con solución de gluconato de clorhexidina al 2%, se lavó con suavidad, se secó con una torunda de algodón y como recubrimiento pulpar indirecto se colocó Dycal de Denstplay de la siguiente manera:

## **MODO DE EMPLEO DE Dycal DE DENTSPLAY:**

1. Tomar una porción 1:1 de pasta base y catalizador.
2. Mezclar de manera uniforme en loseta de vidrio hasta obtener una consistencia en hebra.
3. Colocar el material en la cavidad con un instrumento dental delgado (Dycalera).

Posteriormente se tomó la radiografía número 3 (recubrimiento pulpar indirecto).

Se grabó la cavidad con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos, se lavó con suavidad, se secó con una torunda de algodón, se colocó adhesivo, se fotocuró, se colocó Heliobond F, se fotocuró, se obturó el órgano dentario con resina dental 3M (Z250xt) de fotocurado, por último, se pulió la restauración. Se tomó la radiografía número 4 (tratamiento terminado).

Posteriormente se citaron a los pacientes a los 3 y 6 meses para tomar radiografías de control.

**Grupo 2:** Conformado por siete órganos dentarios, se les colocó como material de TPI Biodentine Septodont (Saint Maur des Fosses, Francia), y se obturó la cavidad con resina de fotocurado (3M- Z250 XT). En las Tablas 2.1 y 2.2 se pueden observar el número de pacientes incluidos en el estudio.

A los pacientes participantes se les bloqueó el nervio del órgano dentario correspondiente con lidocaína con epinefrina al 2% 1:100000, y se tomó la radiografía número 1 (inicial), se aisló de manera absoluta con dique de hule y arco de young, se removió la restauración y/o el tejido cariado con pieza de alta velocidad y fresas de carburo conformando la cavidad y se tomó la radiografía número 2 (sin caries dental/restauración).

Se realizó antisepsia de la cavidad con solución de gluconato de clorhexidina al 2% y como recubrimiento indirecto se colocó Biodentine de Septodont de la siguiente manera:

## **MODO DE EMPLEO DE *Biodentine*<sup>™</sup> DE SEPTODONT:**

1. Tomar una cápsula y golpearla ligeramente para asentar el polvo.
2. Abrir la cápsula y se coloca en el soporte (incluido en la caja).
3. Golpear ligeramente la pipeta de líquido, para que descienda la totalidad de este.
4. Girar la punta de la pipeta para abrirla; se colocan 5 gotas exactas en la cápsula.
6. Cerrar la cápsula y colocar en un amalgamador.
7. Mezclar durante 30 segundos.
8. La consistencia del material debe ser fluida.
10. Colocar *Biodentine*<sup>™</sup> con ayuda de la espátula suministrada en la caja. Al igual con la ayuda de una porta amalgama y un aplicador de bases cavitarias delgado colocándolo en el piso de la cavidad.

Posteriormente se tomó la radiografía número 3 (recubrimiento pulpar indirecto).

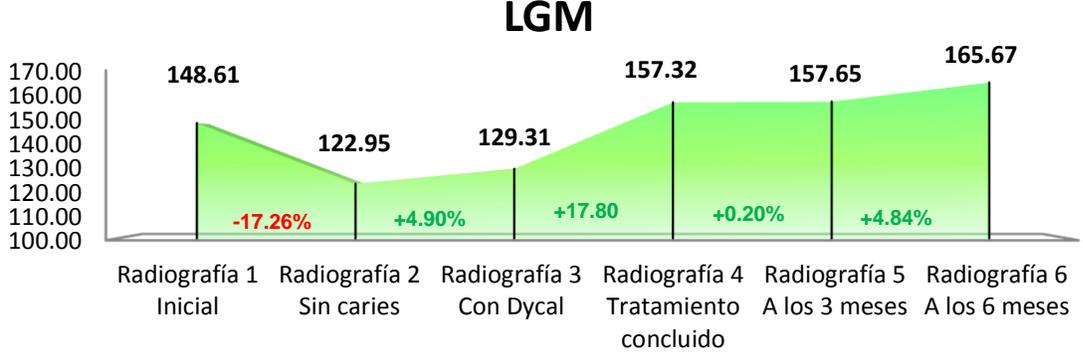
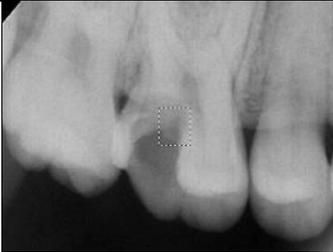
Se grabó la cavidad con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos, se lavó con suavidad, se secó con una torunda de algodón, se colocó adhesivo, se fotocuró, se colocó Helioseal F, se fotocuró, se obturó el órgano dentario con resina dental 3M (Z250xt) de fotocurado, por último, se pulió la restauración. Se tomó la radiografía número 4 (tratamiento terminado).

Posteriormente se citaron a los pacientes a los 3 y 6 meses para tomar radiografías de control.

## Resultados y Gráficas de análisis de resultados.

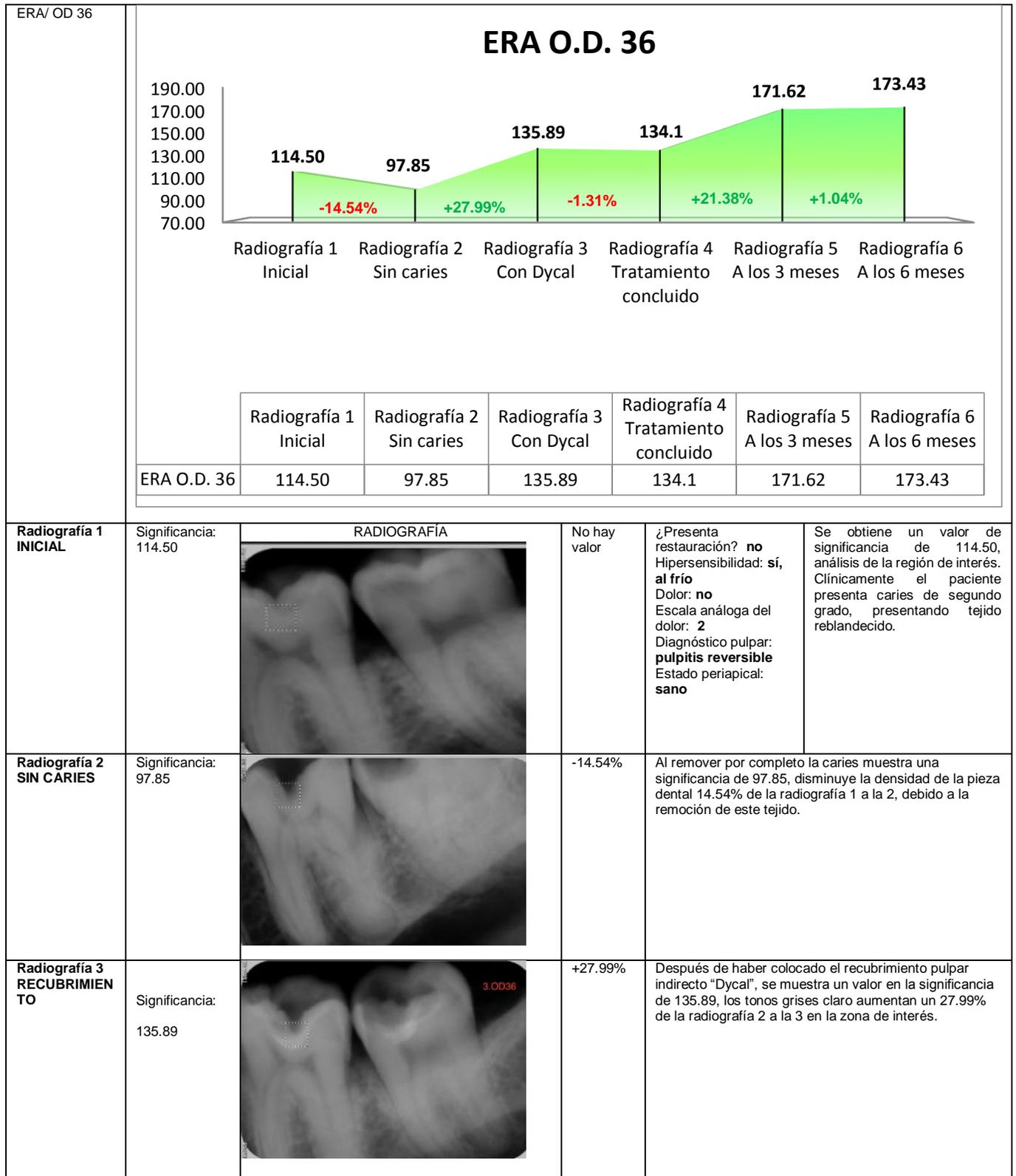
Para mejor visualización de las radiografías, Anexo 3 de Radiografías dentales

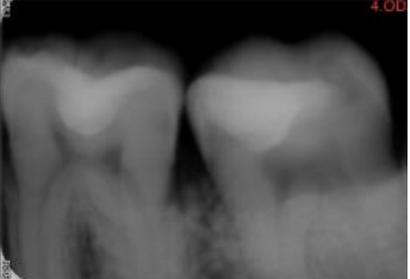
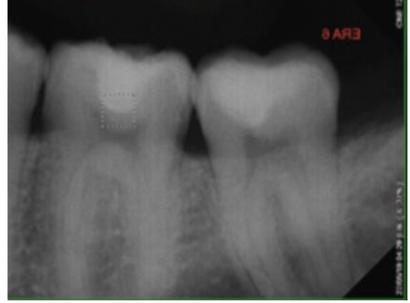
**Tabla 3.1 de Recubrimiento pulpar indirecto con Dycal™**

LGM / OD 36		<div style="text-align: center;"> <h3>LGM</h3>  </div>					
		Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Dycal	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses
LGM		148.61	122.95	129.31	157.32	157.65	165.67
<b>Radiografía 1 Inicial</b>	Significancia1 48.61	RADIOGRAFÍA		No hay valor	¿Presenta restauración? <b>sí, resina</b> Hipersensibilidad: <b>frío</b> Dolor: <b>sí, provocado</b> Escala análoga del dolor: <b>2</b> Diagnóstico pulpar: <b>pulpitis reversible</b> Estado periapical: <b>sano</b>	Se obtiene un valor de significancia de <b>148.61</b> , refiriéndose al análisis de la región de interés. Clínicamente la paciente presentaba una resina compuesta con reincidencia de caries en la cual se presentaba una restauración de resina con caries secundaria	
<b>Radiografía 2 Sin caries</b>	Significancia 122.95			-17.26%	Al retirar completamente la restauración los valores muestran una significancia de 129.31, descendiendo debido a los tonos de grises. El porcentaje de disminución de la radiografía número 1 a la 2 es 17.26%		
<b>Radiografía 3 Recubrimiento</b>	Significancia 129.31			+4.9%	Después de haber colocado el recubrimiento pulpar indirecto con Dycal se muestra un valor de significancia 129.31, los tonos grises claros son más en la zona de interés. El porcentaje aumenta 4.9% de la radiografía 2 a la 3		

<b>Radiografía 4 Tratamiento concluido</b>	Significancia 157.32		+17.80%	Colocando el material restaurador definitivo, "resina 3M" se tiene una significancia de 157.32, aumentando un 17.80% de la radiografía 3 a la 4 debido al aumento de la densidad de grises en la zona de interés.	
<b>Radiografía 5 A los 3 meses</b>	Significancia 157.65		+0.20%	<b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente	La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 157.65, el aumento de los tonos grises claros, deduce una mayor densidad en la zona de interés
<b>Radiografía 6 A los 6 meses</b>	Significancia 165.67		+4.84%	<b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente	La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 165.67, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentinaria. El porcentaje aumenta a 4.84% de la radiografía 5 a la 6.

**Tabla 3.2 de Recubrimiento pulpar indirecto con Dycal™**



<b>Radiografía 4 TRATAMIENTO CONCLUIDO</b>	Significancia: 134.10		-1.31%	Colocando el material restaurador definitivo, "resina 3M" se tiene una significancia de 134.10, disminuyendo 1.31 % de la radiografía 3 a la 4 debido a que la densidad de grises en la zona de interés disminuyó.
<b>Radiografía 5 A LOS 3 MESES</b>	Significancia: 171.62		+21.86%	<p> <b><u>Dx pulpar:</u></b> sano  <b><u>Estado periapical:</u></b> sano  <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> al frío  <b><u>Dolor:</u></b> no presenta         </p> <p>La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 171.62, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentinaria. El porcentaje aumenta a 21.86% de la radiografía 5 a la 6.</p>
<b>Radiografía 6 A LOS 6 MESES</b>	Significancia: 173.43		+1.04%	<p> <b><u>Dx pulpar:</u></b> sano  <b><u>Estado periapical:</u></b> sano  <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> no presenta  <b><u>Dolor:</u></b> no presenta         </p> <p>La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 173.43, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentinaria. El porcentaje aumenta a 1.04% de la radiografía 5 a la 6.</p>

**Tabla 3.4 de Recubrimiento pulpar indirecto con Bycal™**

LLM/ OD 37		<div style="text-align: center;"> <b>LLM</b> </div>																		
ERA/ OD 37		<div style="text-align: center;"> <table border="1"> <tr> <td>Radiografía 1 Inicial</td> <td>Radiografía 2 Sin caries</td> <td>Radiografía 3 Con Dycal</td> <td>Radiografía 4 Tratamiento concluido</td> <td>Radiografía 5 A los 3 meses</td> <td>Radiografía 6 A los 6 meses</td> </tr> <tr> <td>LLM</td> <td>157.33</td> <td>146.39</td> <td>164.86</td> <td>168.92</td> <td>170.32</td> <td>164.05</td> </tr> </table> </div>						Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Dycal	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses	LLM	157.33	146.39	164.86	168.92	170.32	164.05
Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Dycal	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses															
LLM	157.33	146.39	164.86	168.92	170.32	164.05														
<b>Radiografía 1 INICIAL</b>	Significancia: 115.09		No hay valor	¿Presenta sensibilidad a la restauración? <b>no</b> Hipersensibilidad: <b>si</b> , al frío <b>provocado</b> Dolor: <b>no</b> Escala análoga del dolor: <b>2</b> Escala análoga del dolor: <b>2</b> Diagnóstico pulpar: <b>sano</b> Diagnóstico pulpar: <b>pulpitis reversible</b> Estado periapical: <b>sano</b>	Se obtiene un valor de significancia de 115.09 en el análisis de la región de interés. Clínicamente el paciente presenta caries de segundo grado, presentando tejido reblandecido cercano a la pulpa.															
<b>Radiografía 2 SIN CARIAS</b>	Significancia: 146.39		-6.9%	Al remover por completo la caries muestra una significancia de 146.39, disminuye la significancia de 115.09.	Al remover por completo la caries muestra una significancia de 146.39, disminuye la significancia de 115.09.															
<b>Radiografía 2 SIN CARIAS</b>	Significancia: 103.04		-10.47%	Al remover por completo la caries muestra una significancia de 103.04, disminuye la significancia de 146.39 de la radiografía 1 a la 2, debido a la remoción de este tejido.	Al remover por completo la caries muestra una significancia de 103.04, disminuye la significancia de 146.39 de la radiografía 1 a la 2, debido a la remoción de este tejido.															
<b>Radiografía 3 RECUBRIMIENTO</b>	Significancia: 164.86		+11.20%	Después de haber colocado el recubrimiento pulpar indirecto "Dycal", se muestra un valor	Después de haber colocado el recubrimiento pulpar indirecto "Dycal", se muestra un valor															
<b>Radiografía 3 RECUBRIMIENTO</b>	Significancia: 131.69		+21.75%	Después de haber colocado el recubrimiento pulpar indirecto "Dycal", se muestra un valor en la significancia de 131.69, los tonos grises claro aumentan un 21.75% de la radiografía 2 a la 3 en la zona de interés.	Después de haber colocado el recubrimiento pulpar indirecto "Dycal", se muestra un valor en la significancia de 131.69, los tonos grises claro aumentan un 21.75% de la radiografía 2 a la 3 en la zona de interés.															

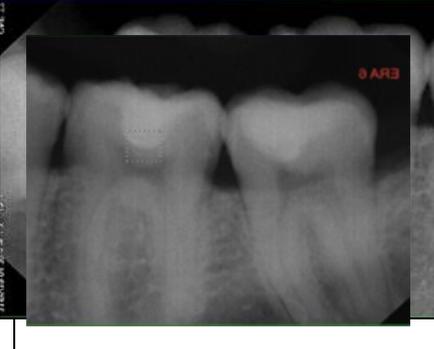
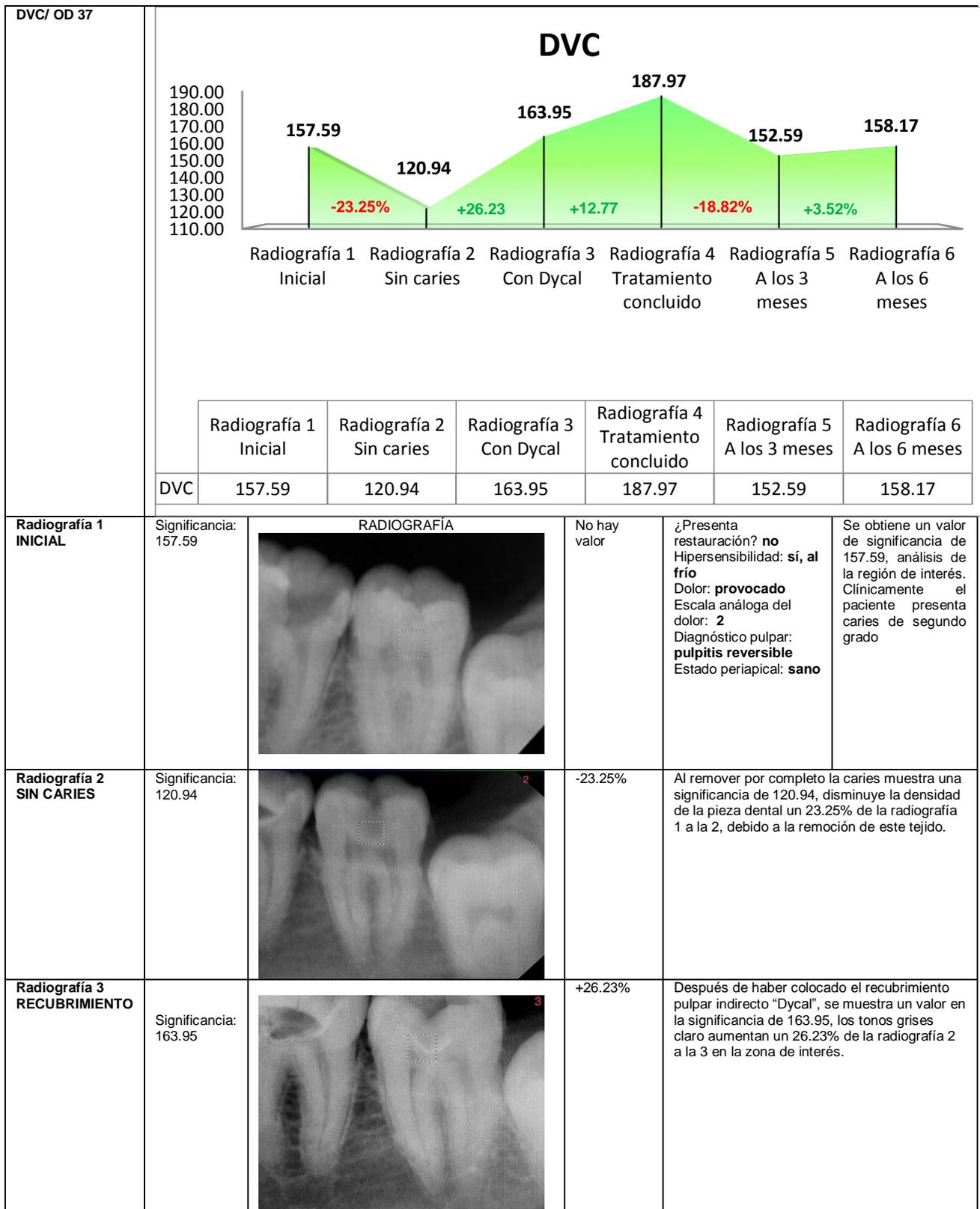
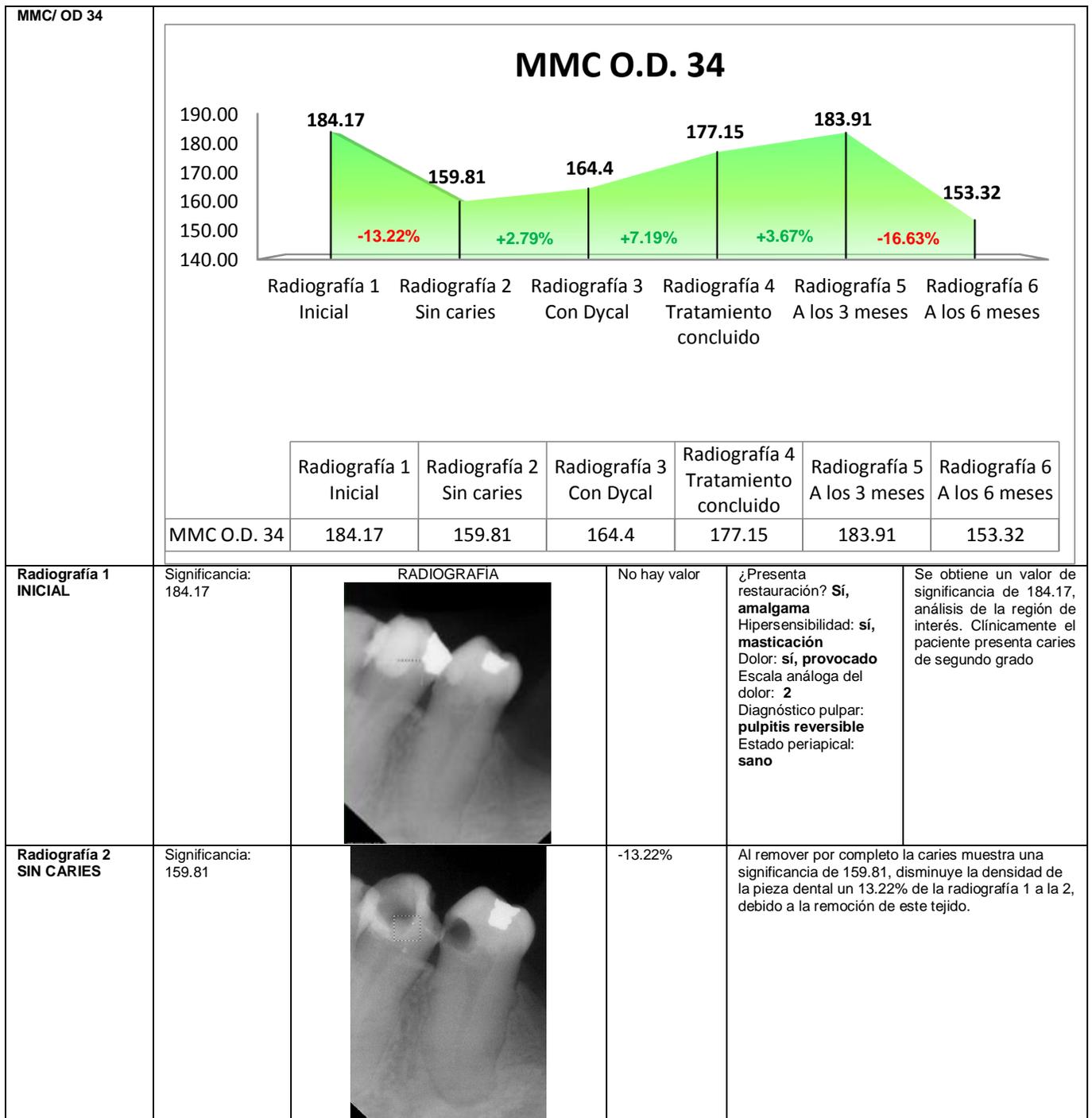
<p><b>Radiografía 4</b> <b>TRTAMIENTO</b> <b>CONCLUIDO</b></p>	<p>Significancia: 168.20</p>		<p>+0.1240%</p>	<p>Colocar el material en la restauración definitiva, "resina 0.814 es un buen signo significativo de aumento de la densidad de la radiografía debido a la elasticidad de la resina de interés aumentó de interés aumentó.</p>
<p><b>Radiografía 5</b> <b>A LOS 3 MESES</b></p>	<p>Significancia: 163.01 170.32</p>		<p>+1.08% +0.82%</p>	<p><b>Dx pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad al frío:</b> no presenta <b>Dolor:</b> no presenta</p> <p>La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 163.01, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentaria. El porcentaje aumenta a 19.08% de la radiografía 4 a la 5.</p>
<p><b>Radiografía 6</b> <b>A LOS 6 MESES</b></p>	<p>Significancia: 169.5 166.32</p>		<p>-3.68% +1.99%</p>	<p><b>Dx pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad al frío:</b> no presenta <b>Dolor:</b> no presenta</p> <p>La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 169.5, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentaria. El porcentaje aumenta a 1.99% de la radiografía 5 a la 6.</p>

Tabla 3.5 de Recubrimiento pulpar indirecto con Dycal™



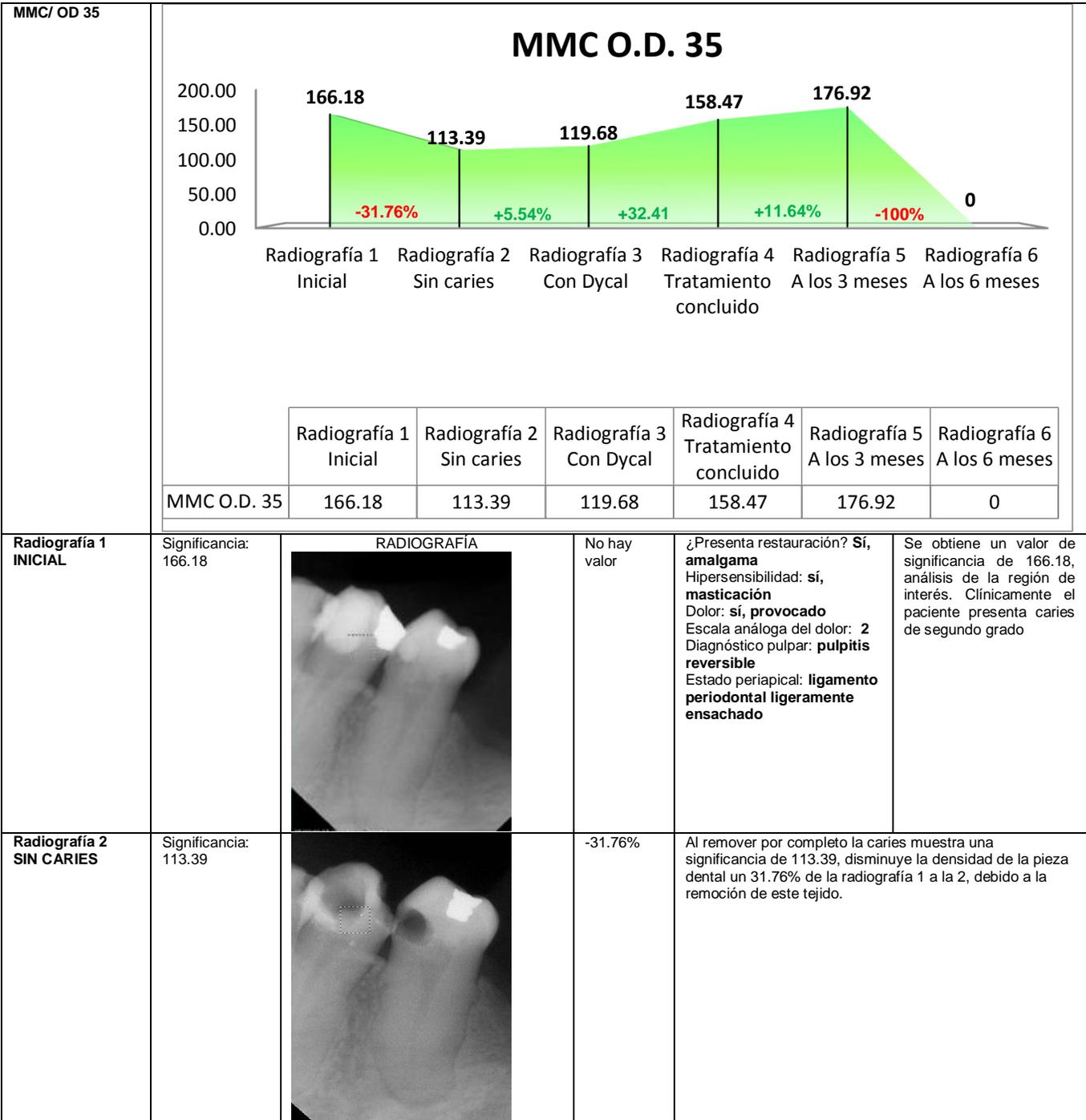
<b>Radiografía 4 TRATAMIENTO CONCLUIDO</b>	Significancia: 187.97		+12.77%	Colocando el material restaurador definitivo, "resina 3M" se tiene una significancia de 187.97, aumentando 12.77% de la radiografía 3 a la 4 debido a que la densidad de grises en la zona de interés aumentó.	
<b>Radiografía 5 A LOS 3 MESES</b>	Significancia: 152.59		-18.82%	<b>Dx pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presenta <b>Dolor:</b> no presenta	La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 152.59, la disminución de los tonos gris claro deduce una menor densidad dentinaria. El porcentaje desciende 18.82% de la radiografía 5 a la 6.
<b>Radiografía 6 A LOS 6 MESES</b>	Significancia: 158.17		+3.52%	<b>Dx pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presenta <b>Dolor:</b> no presenta	La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 158.17, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentinaria. El porcentaje aumenta un 3.52% de la radiografía 5 a la 6.

**Tabla 3.6 de Recubrimiento pulpar indirecto con Dycal™**



**Tabla 3.7 de Recubrimiento pulpar indirecto con Dycal™**

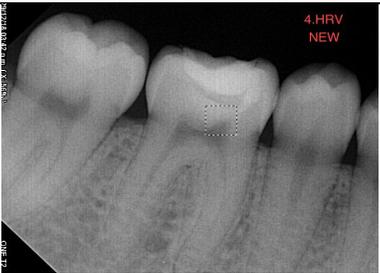
<b>Radiografía 3 RECUBRIMIENTO</b>	Significancia: 164.40		+2.79%	Después de haber colocado el recubrimiento pulpar indirecto "Dycal", se muestra un valor en la significancia de 164.40, los tonos grises claro aumentan un 2.79% de la radiografía 2 a la 3 en la zona de interés.
<b>Radiografía 4 TRATAMIENTO ONCLUIDO</b>	Significancia: 177.15		+7.19%	Colocando el material restaurador definitivo, "resina 3M" se tiene una significancia de 177.15, aumentando 7.19% de la radiografía 3 a la 4 debido a que la densidad de grises en la zona de interés aumentó.
<b>Radiografía 5 A LOS 3 MESES</b>	Significancia: 183.91		+3.67%	<p> <b><u>Dx pulpar:</u></b> sano  <b><u>Estado periapical:</u></b> sano  <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> no presenta  <b><u>Dolor:</u></b> no presenta         </p> <p>La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 183.91, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentinaria. El porcentaje desciende 3.67% de la radiografía 5 a la 6.</p>
<b>Radiografía 6 A LOS 6 MESES</b>	Significancia: 153.32		-16.63%	<p> <b><u>Dx pulpar:</u></b> sano  <b><u>Estado periapical:</u></b> sano  <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> no presenta  <b><u>Dolor:</u></b> no presenta         </p> <p>La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 153.32, la disminución de los tonos gris claro deduce una menor densidad dentinaria. El porcentaje disminuye un 16.63% de la radiografía 5 a la 6.</p>



<b>Radiografía 3 RECUBRIMIENTO</b>	Significancia:  119.68		+5.25%	Después de haber colocado el recubrimiento pulpar indirecto "Dycal", se muestra un valor en la significancia de 119.68, los tonos grises claro aumentan un 5.25% de la radiografía 2 a la 3 en la zona de interés.	
<b>Radiografía 4 TRATAMIENTO CONCLUIDO</b>	Significancia: 158.47		+24.47%	Colocando el material restaurador definitivo, "resina 3M" se tiene una significancia de 158.47, aumentando 24.47% de la radiografía 3 a la 4 debido a que la densidad de grises en la zona de interés aumentó.	
<b>Radiografía 5 A LOS 3 MESES</b>	Significancia: 176.92		+10.42%	<b><u>Dx pulpar:</u></b> pulpitis reversible <b><u>Estado periapical:</u></b> ensanchamiento de ligamento periodontal. <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> sí, a la masticación y presión <b><u>Dolor:</u></b> sí, provocado.	La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 176.92, el aumento de los tonos gris claro deduce una mayor densidad dentinaria. El porcentaje aumenta a 10.42% de la radiografía 5 a la 6.
<b>Radiografía 6 A LOS 6 MESES</b>	Significancia:			<b><u>Dx pulpar:</u></b> pulpitis irreversible <b><u>Estado periapical:</u></b> ensanchamiento de ligamento periodontal. <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> sí, a la masticación y presión <b><u>Dolor:</u></b> sí, provocado.	La evaluación radiográfica a los 6 meses se observa zona radiolúcida a nivel de la raíz del órgano dentario 35, se realiza tratamiento de conducto.

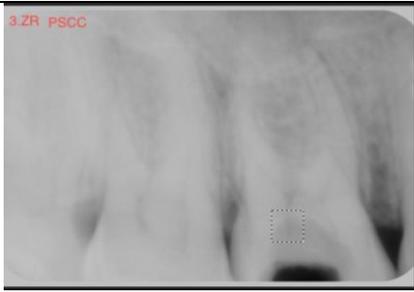
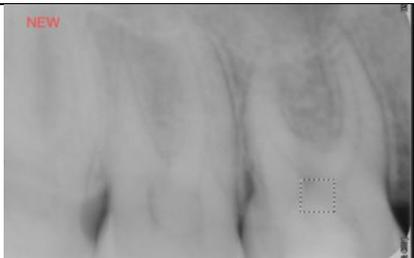
**Tabla 4.1 Recubrimiento pulpar indirecto con Biodentine™**

VHR		VHR																		
OD# 46		<p>170,00 160,00 150,00 140,00 130,00 120,00</p> <p>161,99 130,45 150,82 142,12 146,47 149,09</p> <p>-19.47% +13.50% -5.76% +2.96% +1.75%</p> <p>Radiografía 1 Inicial Radiografía 2 Sin caries Radiografía 3 Con Biodentine Radiografía 4 Tratamiento concluido Radiografía 5 A los 3 meses Radiografía 6 A los 6 meses</p>																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Radiografía 1 Inicial</th> <th>Radiografía 2 Sin caries</th> <th>Radiografía 3 Con Biodentine</th> <th>Radiografía 4 Tratamiento concluido</th> <th>Radiografía 5 A los 3 meses</th> <th>Radiografía 6 A los 6 meses</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VHR</td> <td>161,99</td> <td>130,45</td> <td>150,82</td> <td>142,12</td> <td>146,47</td> <td>149,09</td> </tr> </tbody> </table>						Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses	VHR	161,99	130,45	150,82	142,12	146,47	149,09
Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses															
VHR	161,99	130,45	150,82	142,12	146,47	149,09														
<b>Radiografía 1 Inicial</b>	Significancia 161.99	Radiografía 	No hay valor	¿Presenta restauración? <b>sí, resina</b> Hipersensibilidad: <b>frío</b> Dolor: <b>sí, provocado</b> Escala análoga del dolor: <b>2</b> Diagnóstico pulpar: <b>pulpitis reversible</b> Estado periapical: <b>sano</b>	Se obtiene un valor de significancia de <b>161.99</b> , análisis de la región de interés. Clínicamente la paciente presentaba una incrustación de resina con reincidencia de caries.															
<b>Radiografía 2 Sin caries</b>	Significancia 130.45	Radiografía 	-19.47%	Al retirar completamente la restauración los valores muestran una significancia de <b>130.45</b> descendiendo, debido a los tonos grises que son más oscuros en la imagen. El porcentaje de disminución de la radiografía número 1 al número 2 es -19.47.																

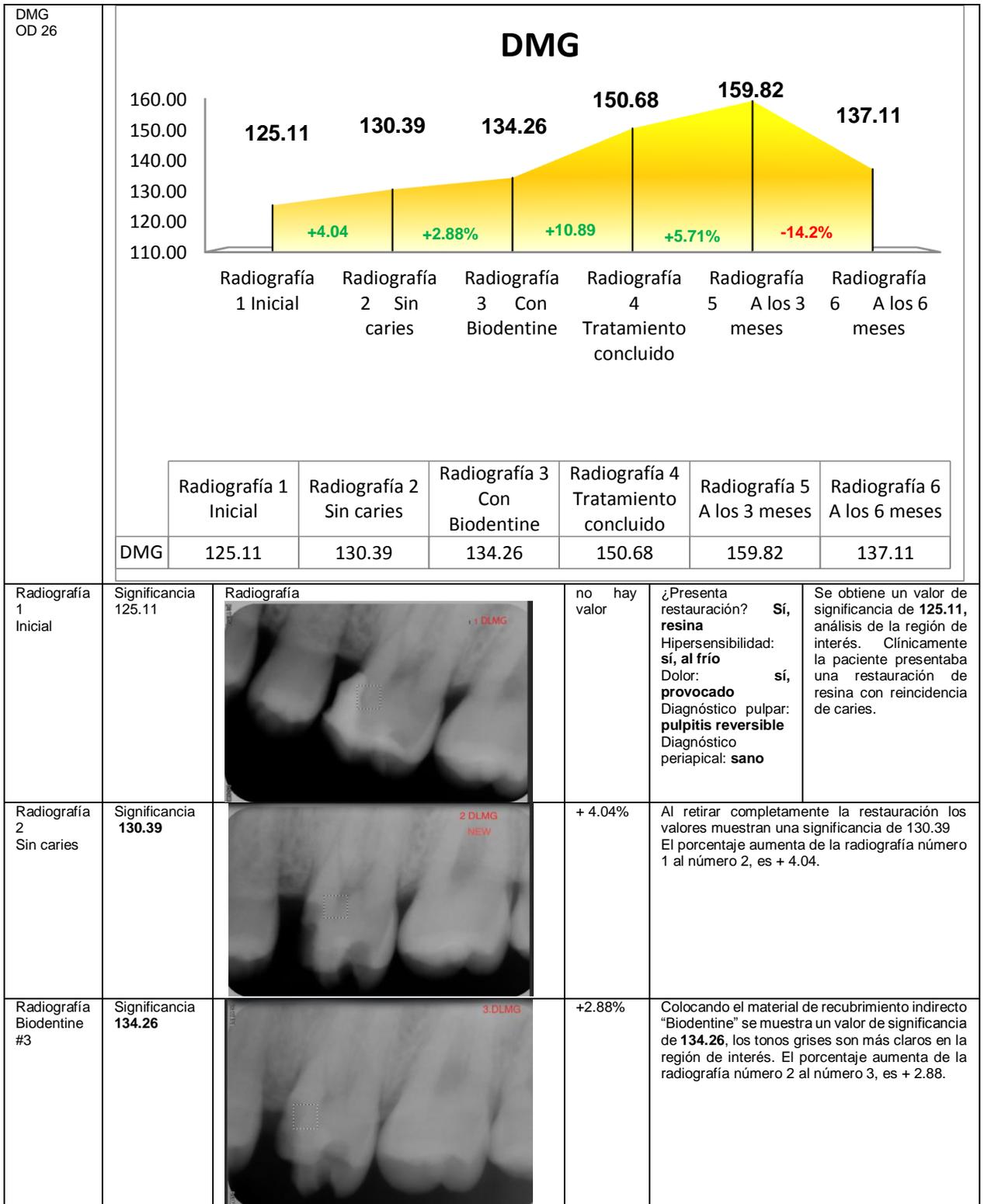
<b>Radiografía Biodentine #3</b>	Significancia 150.82		+13.50%	Colocando el material de recubrimiento indirecto "Biodentine" se muestra un valor de significancia de 150.82, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 2 al número 3, es +13.50.	
<b>Radiografía de tratamiento concluido #4</b>	Significancia 142.12		-5.76%	Colocando el material de restauración definitivo "Resina 3M" se muestra un valor de significancia de 142.12, la disminución puede ser debido al endurecimiento, contracción del recubrimiento y los materiales colocados sobre este. El porcentaje disminuye de la radiografía número 3 al número 4, es -5.76.	
<b>Radiografía a los 3 meses #5</b>	Significancia 146.47		+2.96%	<b>Dx pulpar:</b> Pulpa Dental Sintomatica al frío. <b>Estado periapical:</b> Sin patología <b>Hipersensibilidad:</b> No presenta <b>Dolor:</b> No presenta	La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 146.47, donde el aumento de tonos grises claros, deduce una mayor densidad dentinaria/radiográfica. El porcentaje aumenta de la radiografía número 4 al número 5, es +2.96.
<b>Radiografía a los 6 meses #6</b>	Significancia 149.09		+1.75%	<b>Dx pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sin patología <b>Hipersensibilidad:</b> no presenta <b>Dolor:</b> no presenta	La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 149.09, el aumento de tonos grises claros deduce una mayor densidad dentinaria/radiográfica. El porcentaje aumenta de la radiografía número 5 al número 6, es +1.75.

**Tabla 4.2 Recubrimiento pulpar indirecto con Biodentine™**

ZSR		ZSR					
OD# 16							
		Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses
		Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses
ZSR		175.09	156.69	162.29	159.06	152.42	167.58
Radiografía 1 Inicial	Significancia 175.09	Radiografía 	no hay valor	Presenta restauración: <b>sí, restauración temporal de óxido de zinc y eugenol</b> Hipersensibilidad: <b>sí, al frío</b> Dolor: <b>sí, provocado</b> Dx pulpar: <b>Pulpitis Reversible</b> Estado periapical: <b>Sano</b>	Se obtiene un valor de significancia de 175.09, análisis de la región de interés. Clínicamente la paciente presentaba una restauración temporal de óxido de zinc y eugenol con reincidencia de caries.		
Radiografía 2 Sin caries	Significancia 156.69	Radiografía 	-10.5 %	Al retirar completamente la restauración los valores muestran una significancia de 156.69 descendiendo, debido a los tonos grises que son más oscuros en la imagen. El porcentaje disminuye de la radiografía número 1 al número 2 es -10.5.			

Radiografía Biodentine #3	Significancia 162.29		+ 3.45%	Colocando el material de recubrimiento indirecto "Biodentine" se muestra un valor de significancia de 162.29, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 2 al número 3, es + 3.45.	
Radiografía de tratamiento concluido #4	Significancia 159.06		-1.99%	Colocando el material de restauración definitivo "Resina 3M" se muestra un valor de significancia de 159.06, la disminución puede ser debido al endurecimiento, contracción del recubrimiento y los materiales colocados sobre este. El porcentaje disminuye de la radiografía número 3 al número 4, es -1.99.	
Radiografía a los 3 meses #5	Significancia 152.42		- 4.17%	<b><u>Dx pulpar:</u></b> Pulpa Dental Sana <b><u>Estado periapical:</u></b> Sin patología <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> No presenta <b><u>Dolor:</u></b> No presenta	La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 152.42, descendiendo en comparación con la radiografía anterior. El porcentaje disminuye de la radiografía número 4 al número 5 es - 4.17.
Radiografía a los 6 meses #6	Significancia 167.58		+9.04%	<b><u>Dx pulpar:</u></b> Pulpa Dental Sana <b><u>Estado periapical:</u></b> Sin patología <b><u>Hipersensibilidad:</u></b> No presenta <b><u>Dolor:</u></b> No presenta	La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 167.58, donde el aumento de tonos grises claros deduce una mayor densidad dentinaria/radiográfica. El porcentaje aumenta de la radiografía número 5 al número 6, es +9.04.

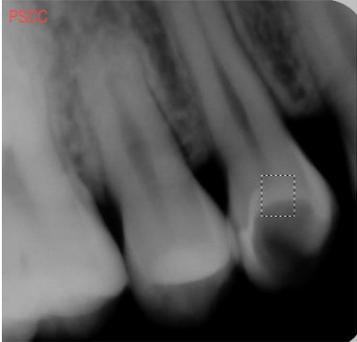
**Tabla 4.3 Recubrimiento pulpar indirecto con Biodentine™**



Radiografía de tratamiento concluido #4	Significancia <b>150.68</b>		+10.89%	Colocando el material de restauración definitivo "Resina 3M" se muestra un valor de significancia de <b>150.68</b> , los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 3 al número 4, es +10.89.	
Radiografía a los 3 meses #5	Significancia 159.82		+5.71%	<p><b>Dx pulpar:</b> Pulpa Dental Sintomatica al frío.</p> <p><b>Estado periapical:</b>  <b>Sin patología</b>  <b>Hipersensibilidad:</b> Si, al frío  <b>Dolor:</b> No presenta</p>	La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 159.82, donde el aumento de tonos grises claros en la región de interés deduce una mayor densidad dentinaria/radiográfica. El porcentaje aumenta de la radiografía número 4 al número 5, es +5.71.
Radiografía a los 6 meses #6	Significancia 137.11		-14.2%	<p><b>Dx pulpar:</b> sano  <b>Estado periapical:</b> sano  <b>Hipersensibilidad:</b> No presenta  <b>Dolor:</b> No presenta</p>	El paciente refirió sensibilidad al frío, por lo que se optó por la colocación de una incrustación. La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 137.11, la disminución puede ser debido al tallado para incrustación. El porcentaje disminuye de la radiografía número 5 al número 6 es - 14.2

**Tabla 4.4 Recubrimiento pulpar indirecto con Biodentine™**

BMG																					
OD# 24		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Radiografía 1 Inicial</th> <th>Radiografía 2 Sin caries</th> <th>Radiografía 3 Con Biodentine</th> <th>Radiografía 4 Tratamiento concluido</th> <th>Radiografía 5 A los 3 meses</th> <th>Radiografía 6 A los 6 meses</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BMG</td> <td>155,47</td> <td>108,92</td> <td>111,34</td> <td>131,14</td> <td>120,11</td> <td>136,9</td> </tr> </tbody> </table>							Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses	BMG	155,47	108,92	111,34	131,14	120,11	136,9
	Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses															
BMG	155,47	108,92	111,34	131,14	120,11	136,9															
<b>Radiografía 1 INICIAL</b>	Significancia: 155.47	<p>RADIOGRAFIA</p>	No hay valor	<p>¿Presenta restauración? <b>sí, resina</b></p> <p>Hipersensibilidad: <b>frío</b></p> <p>Dolor: <b>sí, provocado</b></p> <p>Escala análoga del dolor: <b>3</b></p> <p>Diagnóstico pulpar: <b>pulpitis reversible</b></p> <p>Estado periapical: <b>sano</b></p>	Se obtiene un valor de significancia de 155.47, análisis de la región de interés. Clínicamente la paciente presentaba una restauración de resina con reincidencia de caries.																
<b>Radiografía 2 SIN CARIES</b>	Significancia: 108.92		-29.94 %	Al retirar completamente la restauración los valores muestran una significancia de 108.92 descendiendo, debido a los tonos grises que son más oscuros en la imagen. El porcentaje disminuye de la radiografía número 1 al número 2 es - 29.94%																	

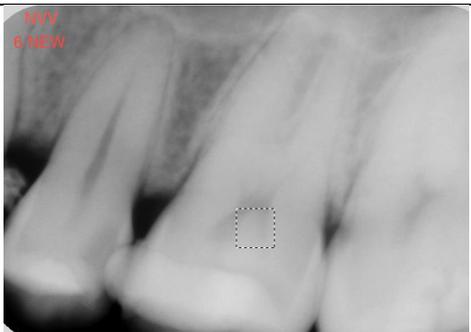
<p><b>Radiografía 3</b> <b>RECUBRIMIENTO</b></p>	<p>Significancia: 111.34</p>		<p>2.17%</p>	<p>Colocando el material de recubrimiento indirecto "Biodentine" se muestra un valor de significancia de 111.34, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 2 al número 3, es + 2.17%.</p>	
<p><b>Radiografía 4</b> <b>TRATAMIENTO CONCLUIDO</b></p>	<p>Significancia: 131.14</p>		<p>15.09% %</p>	<p>Colocando el material de restauración definitivo "Resina 3M" se muestra un valor de significancia de 131.14, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 3 al número 4, es + 15.09%.</p>	
<p><b>Radiografía 5</b> <b>A LOS 3 MESES</b></p>	<p>Significancia: 120.11</p>		<p>-8.41%</p>	<p><b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente</p>	<p>La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 120.11, descendiendo en comparación con la radiografía anterior. El porcentaje disminuye de la radiografía número 4 al número 5 es -8.41%.</p>
<p><b>Radiografía 6</b> <b>A LOS 6 MESES</b></p>	<p>Significancia: 136.90</p>		<p>+12.26%</p>	<p><b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente</p>	<p>La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 136.90, donde el aumento de tonos grises claros deduce una mayor densidad dentinaria/ radiográfica. El porcentaje aumenta de la radiografía número 5 al número 6, es +12.26%.</p>

**Tabla 4.5 Recubrimiento pulpar indirecto con Biodentine™**

LGF OD# 17		<p style="text-align: center;"><b>LGF</b></p> <p style="text-align: center;">Radiografía 1 Inicial    Radiografía 2 Sin caries    Radiografía 3 Con Biodentine    Radiografía 4 Tratamiento concluido    Radiografía 5 A los 3 meses    Radiografía 6 A los 6 meses</p>						
		Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses	
		LGF	154.38	147.74	155.72	150.15	148.13	149.29
<b>Radiografía 1 Inicial</b>	Significancia 154.38	Radiografía  LGF 1 NEW			no hay valor	¿Presenta restauración? <b>restauración temporal de óxido de zinc y eugenol</b>  Hipersensibilidad: <b>frío</b> Dolor: <b>sí, provocado</b> Escala análoga del dolor: <b>3</b> Diagnóstico pulpar: <b>pulpitis reversible</b> Estado periapical: <b>sano</b>	Se obtiene un valor de significancia de 154.38, análisis de la región de interés. Clínicamente la paciente presentaba una restauración temporal de óxido de zinc y eugenol con reincidencia de caries.	
<b>Radiografía 2 Sin caries</b>	Significancia 147.74	Radiografía  LGF 2 NEW			-4.30%	Al retirar completamente la restauración los valores muestran una significancia de 147.74 descendiendo, debido a los tonos grises que son más oscuros en la imagen. El porcentaje disminuye de la radiografía número 1 al número 2 es -4.30%.		

Radiografía Biodentine #3	Significancia 155.72		+5.12%	Colocando el material de recubrimiento indirecto "Biodentine" se muestra un valor de significancia de 155.72, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 2 al número 3, es +5.12%.
Radiografía de tratamiento concluido #4	Significancia 150.15		-3.57%	Colocando el material de restauración definitivo "Resina 3M" se muestra un valor de significancia de 150.15, la disminución puede ser debido al endurecimiento, contracción del recubrimiento y los materiales colocados sobre este. El porcentaje disminuye de la radiografía número 3 al número 4, es -3.57%.
Radiografía a los 3 meses #5	Significancia 148.13		-1.34%	<p><b>Diagnóstico</b>  <b>pulpar:</b> sano  <b>Estado periapical:</b> sano  <b>Hipersensibilidad:</b> no presente  <b>Dolor:</b> no presente</p> <p>La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 148.13, descendiendo en comparación con la radiografía anterior. El porcentaje disminuye de la radiografía número 4 al número 5 es -1.34%.</p>
Radiografía a los 6 meses #6	Significancia 149.29		+0.77%	<p><b>Diagnóstico</b>  <b>pulpar:</b> sano  <b>Estado periapical:</b> sano  <b>Hipersensibilidad:</b> no presente  <b>Dolor:</b> no presente</p> <p>La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 149.29, donde el aumento de tonos grises claros deduce una mayor densidad dentinaria/ radiográfica. El porcentaje aumenta de la radiografía número 5 al número 6, es +0.77%.</p>



Radiografía Biodentine #3	Significancia 160.71		+7.04%	Colocando el material de recubrimiento indirecto "Biodentine" se muestra un valor de significancia de 160.71, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 2 al número 3, es +7.04%.
Radiografía de tratamiento concluido #4	Significancia 179.55		+10.49%	Colocando el material de restauración definitivo "Resina 3M" se muestra un valor de significancia de 179.55, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 3 al número 4, es +10.49%.
Radiografía a los 3 meses #5	Significancia 175.50		-2.25%	<b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 175.50, descendiendo en comparación con la radiografía anterior. El porcentaje disminuye de la radiografía número 4 al número 5, es -2.25%.
Radiografía a los 6 meses #6	Significancia 176.40		+0.51%	<b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 176.40, donde el aumento de tonos grises claros deduce una mayor densidad dentinaria/ radiográfica. El porcentaje aumenta de la radiografía número 5 al número 6, es +0.51%.

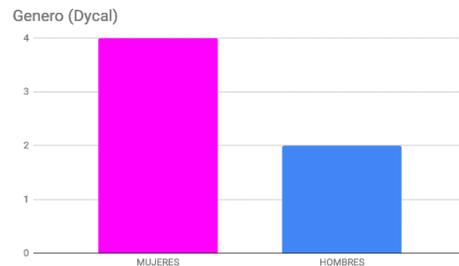
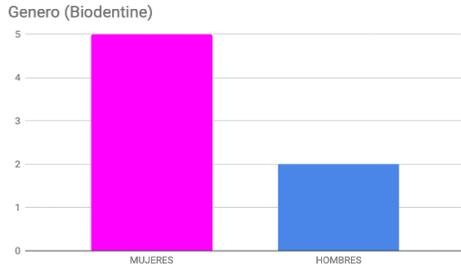
**Tabla 4.7 Recubrimiento pulpar indirecto con Biodentine™**

RVG OD# 26	<div style="text-align: center;"> <h3>RGV</h3> <p>                     Radiografía 1 Inicial    Radiografía 2 Sin caries    Radiografía 3 Con Biodentine    Radiografía 4 Tratamiento concluido    Radiografía 5 A los 3 meses    Radiografía 6 A los 6 meses                 </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Radiografía 1 Inicial</th> <th>Radiografía 2 Sin caries</th> <th>Radiografía 3 Con Biodentine</th> <th>Radiografía 4 Tratamiento concluido</th> <th>Radiografía 5 A los 3 meses</th> <th>Radiografía 6 A los 6 meses</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>RGV</th> <td>148.77</td> <td>159.14</td> <td>153.06</td> <td>145.94</td> <td>149.78</td> <td>146.77</td> </tr> </tbody> </table> </div>						Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses	RGV	148.77	159.14	153.06	145.94	149.78	146.77
	Radiografía 1 Inicial	Radiografía 2 Sin caries	Radiografía 3 Con Biodentine	Radiografía 4 Tratamiento concluido	Radiografía 5 A los 3 meses	Radiografía 6 A los 6 meses													
RGV	148.77	159.14	153.06	145.94	149.78	146.77													
Radiografía 1  Inicial	Significancia  148.77	Radiografía  	No hay valor	¿Presenta restauración? <b>no presenta</b> Hipersensibilidad: <b>frío presenta</b> Dolor: <b>sí, provocado</b> Escala análoga del dolor: <b>4</b> Diagnóstico pulpar: <b>pulpitis reversible</b> Estado periapical: <b>sano</b>	Se obtiene un valor de significancia de 148.77, análisis de la región de interés. Clínicamente el paciente presentaba una cavidad con caries.														
Radiografía 2  Sin caries	Significancia  159.14		+6.51%	Al retirar completamente la caries los valores muestran una significancia de 159.14. El porcentaje aumento de la radiografía número 1 al número 2, es +6.51%.															

Radiografía Biodentine #3	Significancia 153.06		-3.8%	Colocando el material de recubrimiento indirecto "Biodentine" se muestra un valor de significancia de 153.06. El porcentaje disminuye de la radiografía número 2 al número 3 es -3.8%.	
Radiografía de tratamiento concluido #4	Significancia 145.94		-4.65%	Colocando el material de restauración definitivo "Resina 3M" se muestra un valor de significancia de 145.94. El porcentaje disminuye de la radiografía número 3 al número 4 es -4.65%.	
Radiografía a los 3 meses #5	Significancia 149.78		+2.56%	<b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente	La evaluación radiográfica a los 3 meses muestra un valor de significancia de 149.78, los tonos grises son más claros en la región de interés. El porcentaje aumenta de la radiografía número 3 al número 4, es +2.56%.
Radiografía a los 6 meses #6	Significancia 146.77		-2.00%	<b>Diagnóstico pulpar:</b> sano <b>Estado periapical:</b> sano <b>Hipersensibilidad:</b> no presente <b>Dolor:</b> no presente	La evaluación radiográfica a los 6 meses muestra un valor de significancia de 146.77 descendiendo en comparación con la radiografía anterior. El porcentaje disminuye de la radiografía número 5 al número 6, es -2.00%.

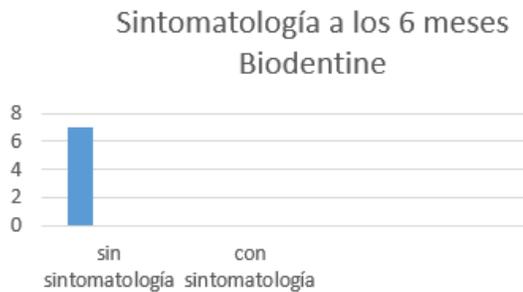
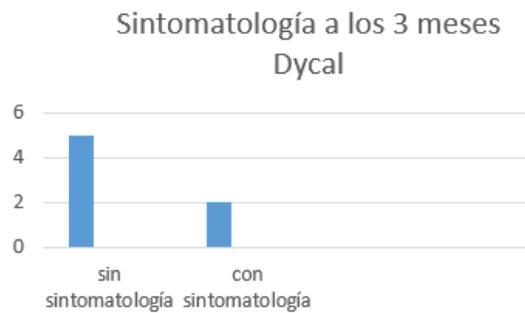
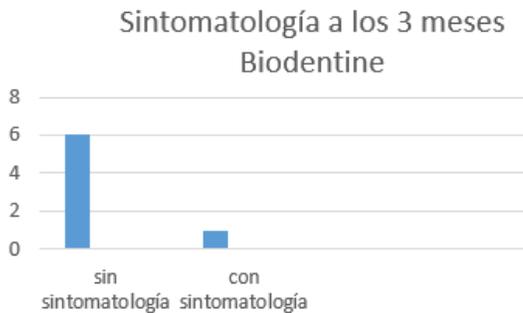
A continuación, se presenta la distribución de los pacientes atendidos según el material de recubrimiento pulpar indirecto colocado, así como la sintomatología pos tratamiento:

### DISTRIBUCIÓN DE LOS PACIENTES ATENDIDOS SEGÚN EL MATERIAL DE RECUBRIMIENTO PULPAR INDIRECTO



Gráficas 1 y 2

### REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE SINTOMATOLOGÍA POS TRATAMIENTO



Gráficas 3, 4, 5 y 6

## Discusión

El uso de recubrimientos pulpares indirectos son de gran importancia en la práctica diaria de los odontólogos, y por tal motivo es indispensable tener el conocimiento del efecto de éstos.

De acuerdo al autor B.W. Hermann en los años 1920, el Hidróxido de Calcio es un material muy antiguo con propiedades biocompatibles con el tejido dental. Con base en los tratamientos realizados con Dycal (presentación de hidróxido de calcio en presentación pasta y catalizador) éste es un material de fácil manipulación y rápido fraguado. Al igual que mencionan los autores Yoshiba y colaboradores, Heithersay, Torneck y colaboradores, éste protector pulpar funciona como bactericida, al tener un pH básico. Yepes F.L. et.al., mencionan la importancia de promover la formación de dentina reparadora, la cual ayuda a la preservación de la vitalidad pulpar de la pieza dental dañada por caries. Radiográficamente fue calculada la densidad del tejido en reparación, con el cual se comprueba su eficacia como creador de puente dentinario.

De acuerdo al presente estudio, se ha determinado que, con base en los antecedentes, coincidimos con los autores Caicedo R., Abbott P.V., Alongi D.J., Alarcon M.Y., Sultana R., Hossain, Malam M.S, entre otros, de las desventajas que proceden de la colocación del hidróxido de calcio, ya que, a pesar de tener una fácil manipulación para su colocación, es soluble, presenta baja adhesión al tejido dentinario, baja resistencia compresiva y tensional. Durante los tratamientos realizados con hidróxido de calcio se observaron algunas de estas desventajas. En el caso de un tratamiento la preservación de la vitalidad pulpar fracasó.

Por otra parte, se considera al hidróxido de calcio, como un cemento dental de bajo costo, fraguado rápido y vigente en nuestros días, el cual sigue en uso por las ventajas antes mencionadas; es necesario hacer pruebas en varios órganos dentarios, en tiempos más prolongados para valorar su eficacia.

Los autores Hincapié, Tran y colaboradores mencionan al silicato tricálcico (Biodentine) como un cemento con mejores propiedades físicas, químicas y mecánicas en comparación con el hidróxido de calcio; nosotros concordamos con su estudio, debido a que observamos radiográficamente una recuperación de la salud pulpar en poco tiempo, así como disminución de la sintomatología referida por el paciente.

El Biodentine es conocido por promover la síntesis temprana de la dentina reparativa y ser sustituto permanente de la dentina coronal y radicular, en los tratamientos que realizamos lo comprobamos ya que, al medir radiográficamente la densidad de la dentina de reparación, se obtuvo que el cemento promueve una estimulación contundente de los odontoblastos.

Distintos autores como Corral C., Godoy E., Martín J., Estay J., Bersezio C., Cisternas P., Batista O Sakerzadeh, Márquez entre otros, han realizado estudios para demostrar la eficacia de los recubrimientos pulpares indirectos, encontrando en la mayoría resultados favorables.

Se da la razón a los autores Koubi, Atmeh, Nowicka, entre otros; que, gracias al desarrollo de nuevos materiales dentales, estos proporcionan mejores propiedades y además están enfocados a permitir que se realicen tratamientos menos invasivos, permiten que aquellos tratamientos que presentan una cavidad profunda por caries, tengan un mejor pronóstico para mantener la vitalidad sin la necesidad de tener que realizar un tratamiento de conductos, siempre y cuando la condición pulpar lo permita.

El Biodentine y el Dycal son materiales que prometen dar una segunda oportunidad para aquellos dientes con un tratamiento dental comprometido, como es la caries profunda.

Una de las dificultades del estudio fue poder encontrar un aditamento que permitiera dar referencia a las angulaciones en cada una de las tomas radiográficas, gracias a los avances en la tecnología, se encontró una aplicación

en el celular la cual se implementó para solucionar este problema, ningún otro autor menciona como estandarizó sus tomas radiográficas. Durante el análisis de las radiografías, en un principio, fue difícil diferenciar el material de base con el material implementado para la reconstrucción del órgano dentario, ya que la radiopacidad de Dycal, Biodentine y la resina son similares, ningún autor menciona como hizo para diferenciar esto. En el caso del presente estudio se decidió colocar un sellador de fosas y fisuras sobre el material base con el fin de distinguir radiográficamente, los límites de cada material y de la misma forma saber si proporciona un mejor sellado.

La radiovisiografía, utilizada por autores como Shearer, et al., son mejores en comparación a una radiografía convencional, debido a que en esta última se tiende a cometer más errores, desde la equivocada angulación, hasta su revelado y fijado.

Soares S., Seeram E. y Seeram D., realizaron investigaciones en cuanto a la visualización de imágenes radiográficas con el Software Adobe Photoshop, en el que nos basamos para el análisis del presente trabajo. Es de gran ayuda el uso de nuevos instrumentos que facilitan el estudio, ya que son más precisos, mejorando la nitidez de las imágenes y además permiten realizar un diagnóstico más certero.

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos en el presente diseño experimental demostraron que el hidróxido de calcio y el silicato tricálcico, utilizados como recubrimiento pulpar indirecto, producen cambios en el espesor y en la densidad del tejido dentinario de caries profundas; estos pueden ser utilizados como una opción de tratamiento para mantener la vitalidad pulpar conservando así las funciones del diente antes de realizar la endodoncia. Para un pronóstico favorable es necesario un correcto diagnóstico, plan de tratamiento, la remoción completa del tejido cariado, la asepsia, antisepsia y un correcto sellado del material de restauración.

El uso de hidróxido de calcio es de gran importancia en la Historia de la Odontología, además de encontrarse vigente, por tal motivo se optó por el uso de Dycal para el estudio y comprobar su eficacia como precursor del puente dentinario. En cuanto a la densidad analizada radiográficamente, se observó la eficacia de estimular de manera contundente a los odontoblastos para la creación de dicho puente aumentando la densidad del tejido dentinario.

De acuerdo con las pruebas de sensibilidad y dolor en los siete órganos dentarios tratados con Dycal como recubrimiento pulpar indirecto; se obtuvieron seis casos favorables y un caso con sintomatología, a éste último caso se le realizó tratamiento de conductos ya que presentó referencias de una pulpitis irreversible a los tres meses posteriores a la realización del tratamiento. De acuerdo a la bibliografía se menciona que la edad es un factor muy importante para un efecto favorable del hidróxido de calcio. Esto influye en la regeneración de dentina terciaria, demostrando que los pacientes mayores tendrán mayor dificultad en mantener la vitalidad pulpar. Cabe mencionar que los seis casos con éxito fueron en pacientes jóvenes.

Se menciona en la literatura que el uso del hidróxido de calcio ha ido decreciendo por la aparición de nuevos materiales dentales con mejores propiedades y biocompatibilidad con los tejidos del diente.

También se eligió el cemento silicato tricálcico, Biodentine™, para ser comparado radiográficamente, ya que refiere tener mejores propiedades que el hidróxido de calcio. Éste protector pulpar indirecto a comparación de otros cementos dentales es de fraguado rápido (12 minutos), mantiene la vitalidad pulpar, estimula a los odontoblastos en la creación de dentina terciaria y sobretodo tiene una buena adaptación, lo que lo hace más eficaz en comparación con el hidroxido de calcio de la marca Dycal.

Biodentine es un material de gran importancia por las propiedades que posee; la acción de sustituir dentina ayuda al órgano dentario a preservar su vitalidad pulpar y a tener propiedades parecidas al tejido original que proporcione soporte a las fuerzas de masticación.

La densidad observada en el tejido dentario aumentó de manera favorable con el uso de Biodentine. Esto se confirmó gracias al análisis de las tomas radiográficas digitales durante el periodo de tiempo establecido, observando el aumento de la densidad dentinaria en la zona donde se colocó el protector pulpar. En los siete órganos dentarios tratados con Biodentine como recubrimiento pulpar indirecto; se obtuvieron seis casos favorables y un caso con sintomatología estimulada con lo frío, en la cita de control a los tres meses. Al confirmar que el estado pulpar era pulpitis reversible, se optó por cambiar la restauración de resina por una incrustación metálica para mejorar el sellado, debido al tipo de cavidad presente (clase II de acuerdo a la clasificación de Black), cediendo la sintomatología.

Cabe mencionar que la tecnología ha permitido que los experimentos sean más precisos, al permitir el uso de aparatos o aplicaciones. Se confirmó que el software Photoshop, es una herramienta muy útil para el análisis de radiografías digitales, brindando mayor nitidez y permitiendo la valoración de la densidad del tejido creado por los protectores pulpares indirectos Dycal y Biodentine.

## Anexos

### Anexo 1. Ficha de recolección de datos

<b>FICHA DE IDENTIFICACIÓN</b>				
Nombre del paciente: _____ Edad: _____ Género: _____				
Domicilio: _____				
Ocupación: _____				
 <b>DATOS PATOLÓGICOS</b>				
Alergias: _____				
Presenta alguna enfermedad: _____				
 <b>MOTIVO DE CONSULTA:</b>				
<u>Órgano dentario:</u> _____				
<u>Hipersensibilidad:</u> Sí      No				
Calor	Frío	Masticación	Presión	Dulce
Ácido				
<u>Dolor:</u> Sí      No				
Espontáneo	Provocado	Esporádico	Constante	
<u>Escala análoga visual del dolor:</u>				
0	1	2	3	4

## **Anexo 2. Consentimiento de información**

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 168-SSA1- 1998. Del expediente clínico médico, publicado el lunes 14 de diciembre de 1998, en su capítulo 10.1.1 es presentado este documento escrito y firmado por el paciente, persona responsable o tutor, mediante el cual acepta, bajo la debida información de los riesgos y los beneficios esperados del procedimiento odontológico a realizar.

1. Dycal y Biodentine son materiales utilizados para la creación de un puente dentinario después de la remoción de caries, los cuales tienen por objetivo mantener la vitalidad del órgano dentario.
2. Acepto la realización de cualquier prueba diagnóstica necesaria para el tratamiento odontológico, incluyendo la realización de estudios radiográficos (a los 3 y 6 meses), analíticos e interconsultas.
3. Comprendo los posibles riesgos, complicaciones involucradas en los tratamientos odontológicos, médicos, quirúrgicos, y que en mi caso la duración de este tratamiento es un procedimiento largo.
4. Además de esta información que he recibido, seré informado/a en cada momento y a mi requerimiento de la evolución de mi proceso, de manera verbal y/o escrita si fuera necesaria.
5. Si surgiese cualquier situación inesperada o sobrevenida durante el tratamiento, autorizo al estudiante a realizar cualquier procedimiento distinto de los proyectados que a su juicio estimase oportuna para su resolución.
6. Me ha sido explicado que para la realización del tratamiento es imprescindible mi colaboración con una higiene oral escrupulosa y con visitas periódicas para mi control clínico y radiográfico, siendo así que su omisión puede provocar resultados distintos a los esperados.

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_, declaro por medio de este documento que se me ha informado sobre el tratamiento a realizar del órgano dentario número \_\_\_\_\_, dando mi consentimiento para realizar el tratamiento pertinente puesto que sé que es por mi propio interés, con el buen entendido que puedo retirar ese consentimiento por escrito cuando así lo desee.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del estudiante

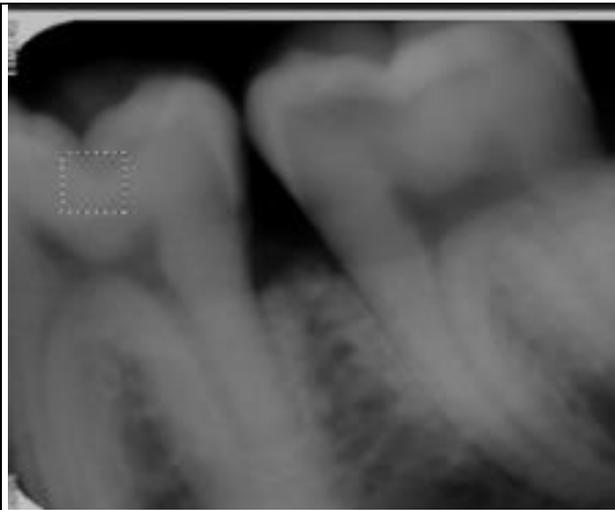
\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente

### Anexo. 3 Radiografías dentales

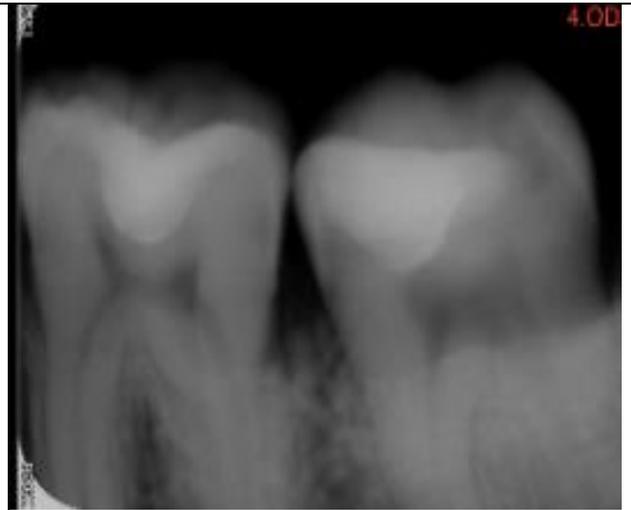
#### Tratamientos con recubrimiento pulpar indirecto Dycal™

LGM/ OD 16

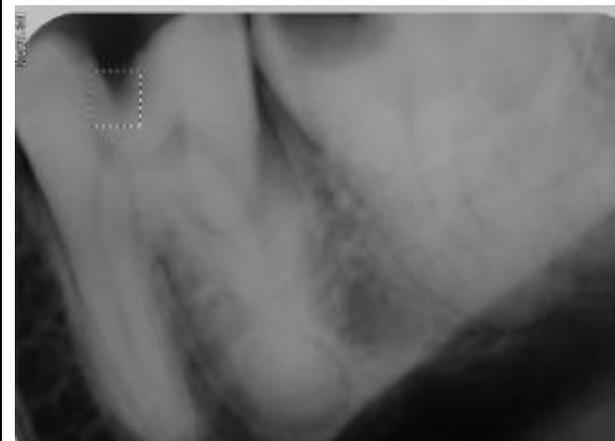




1



4



2



5



3



6



1



4



2



5

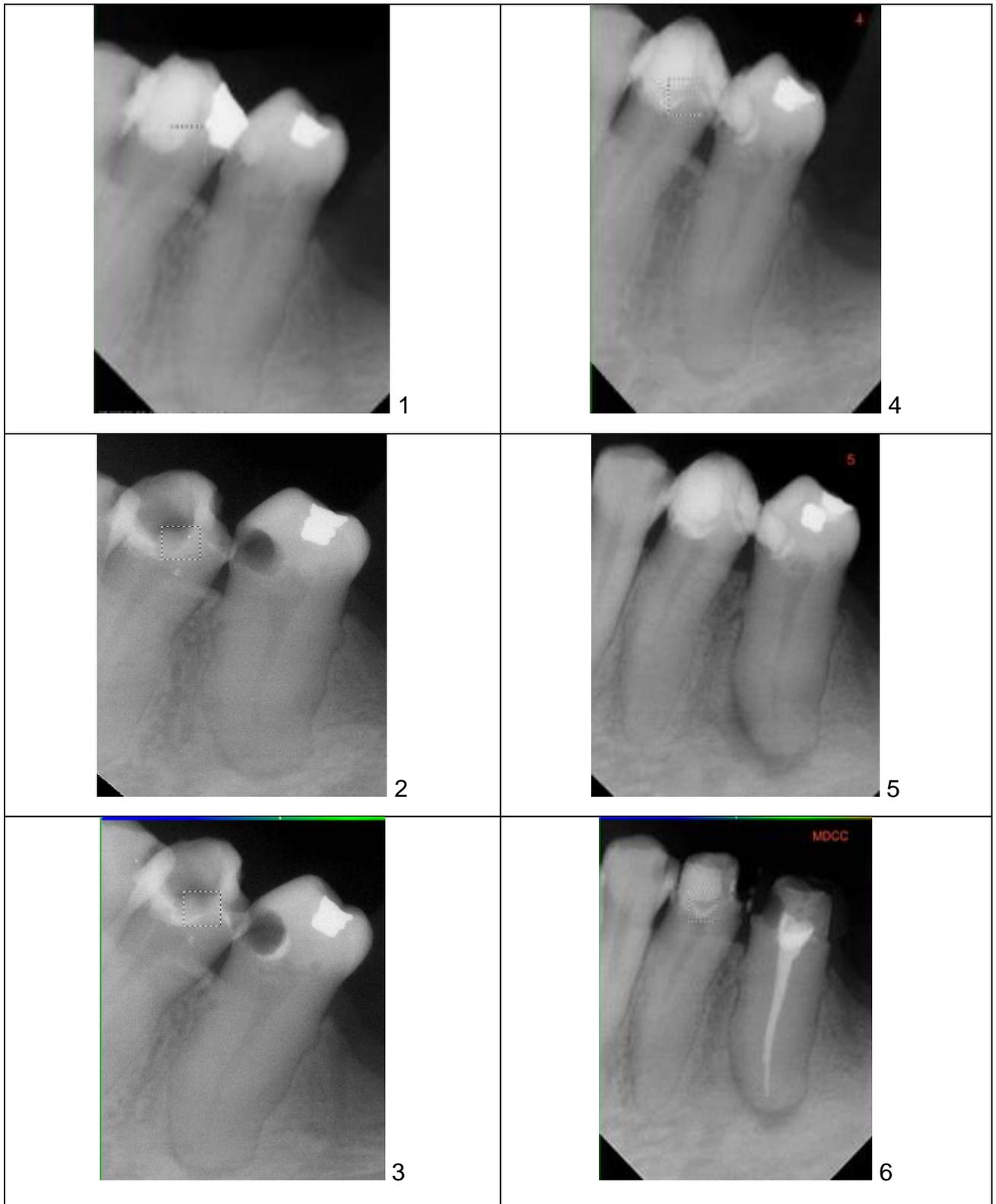


3



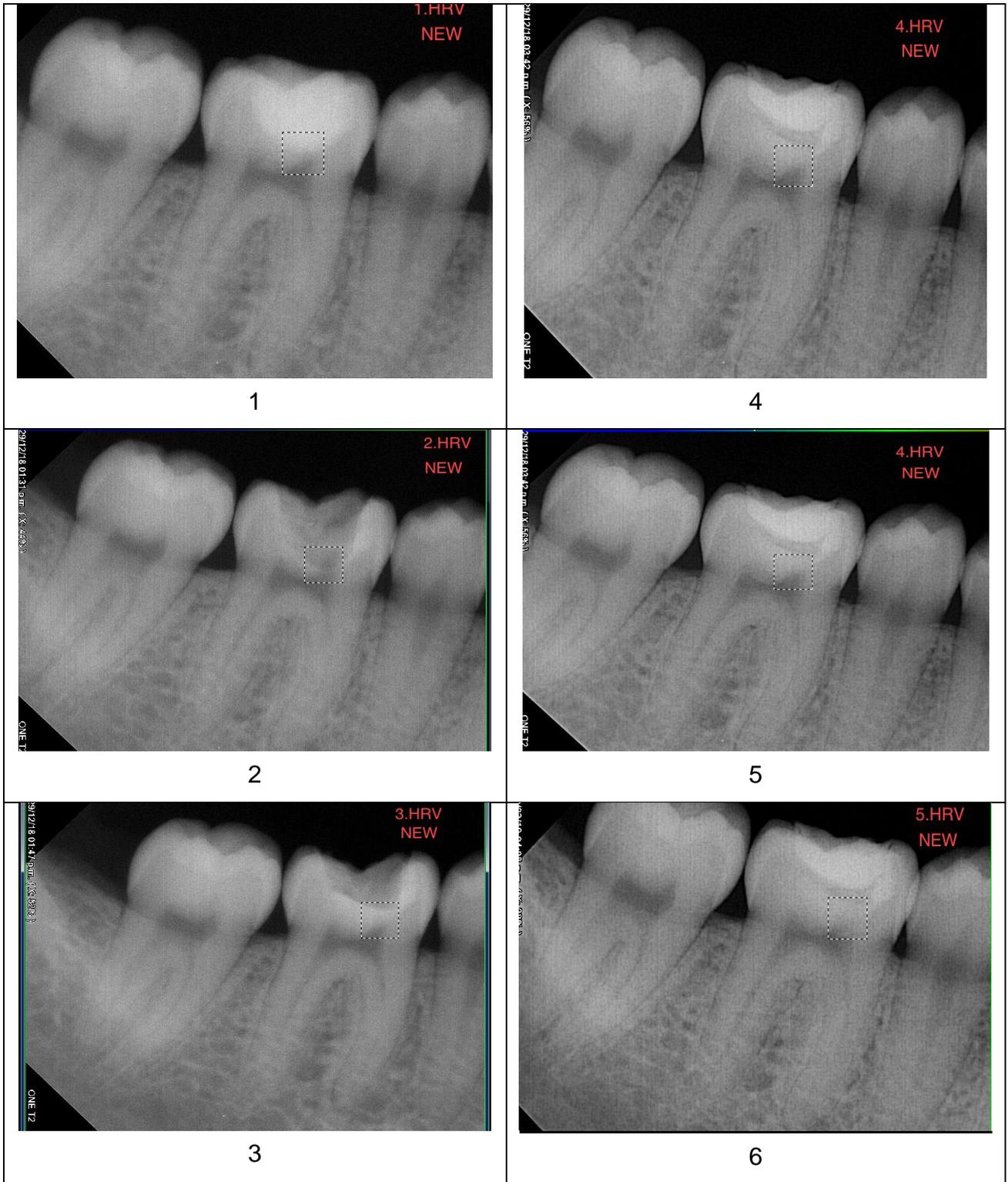
6

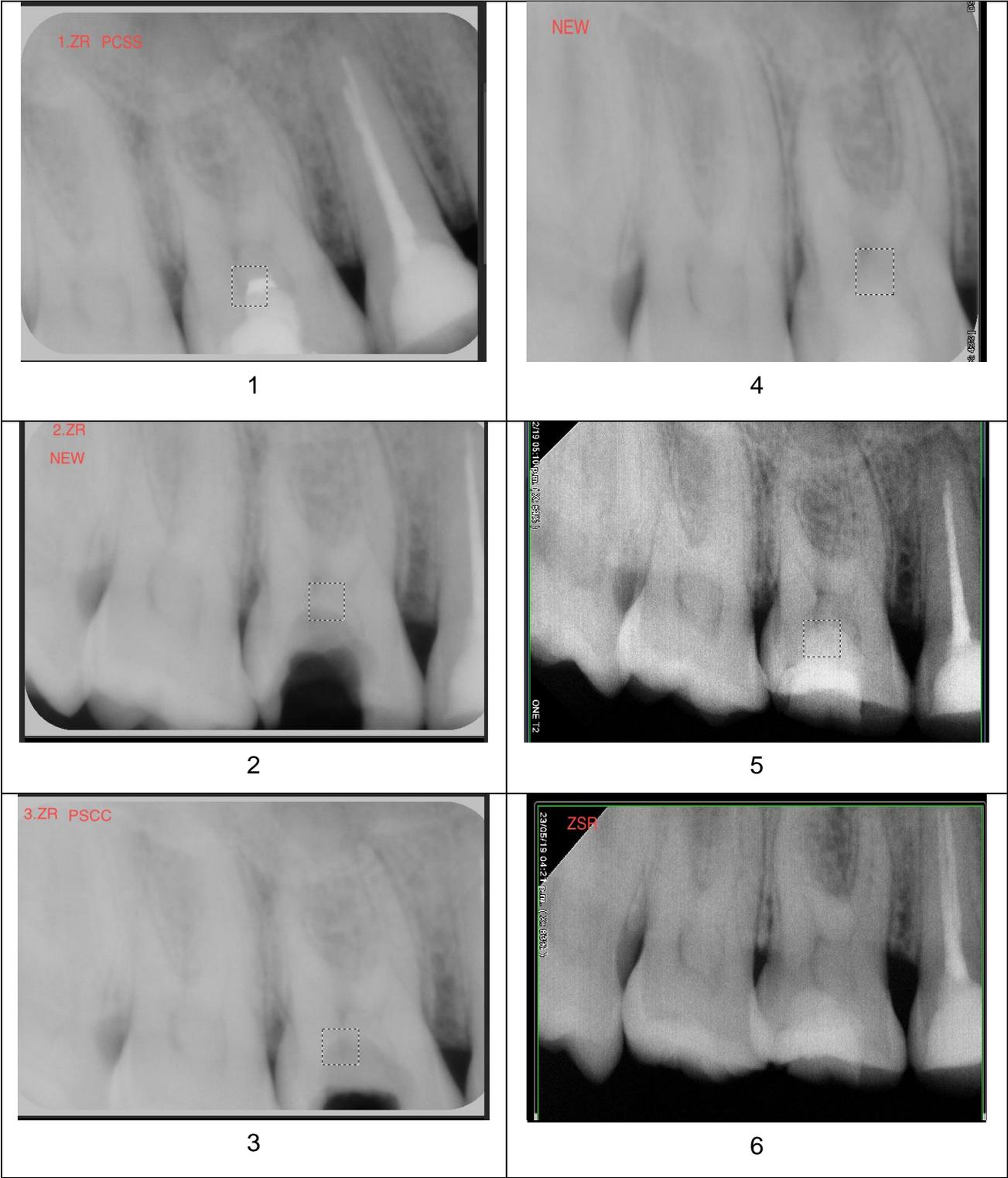


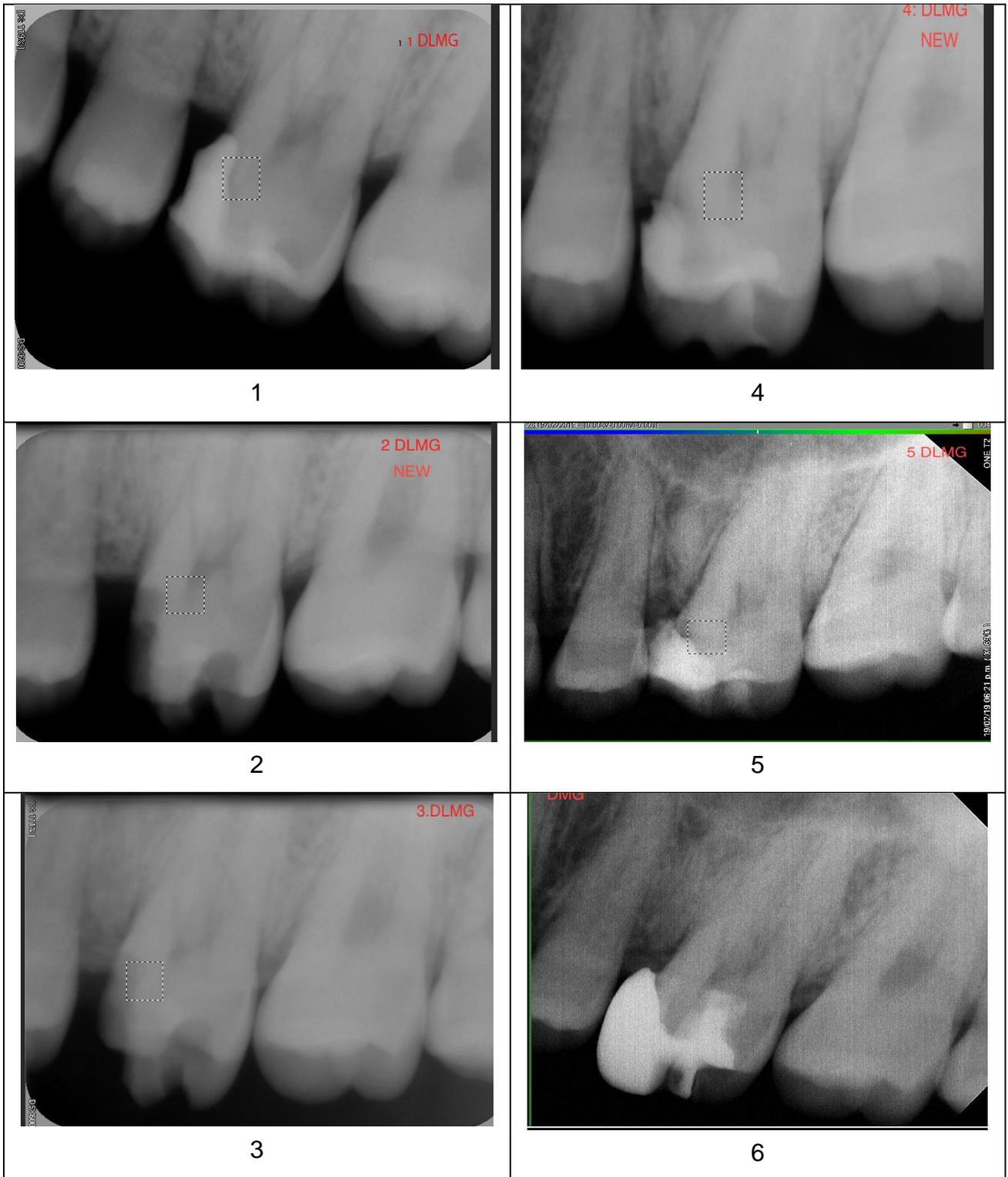


# Tratamientos con recubrimiento pulpar indirecto Biodentine

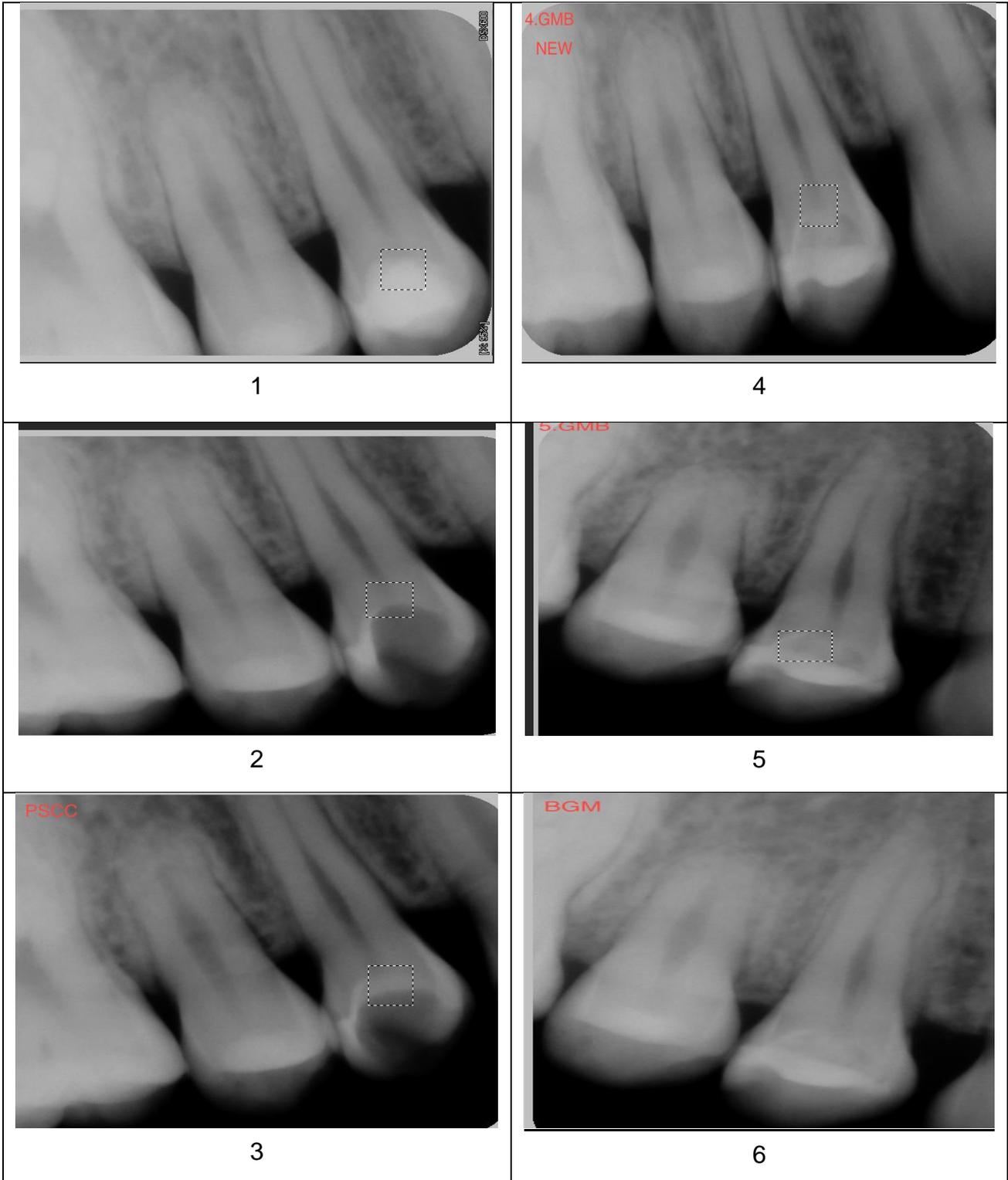
VHR/ OD 46



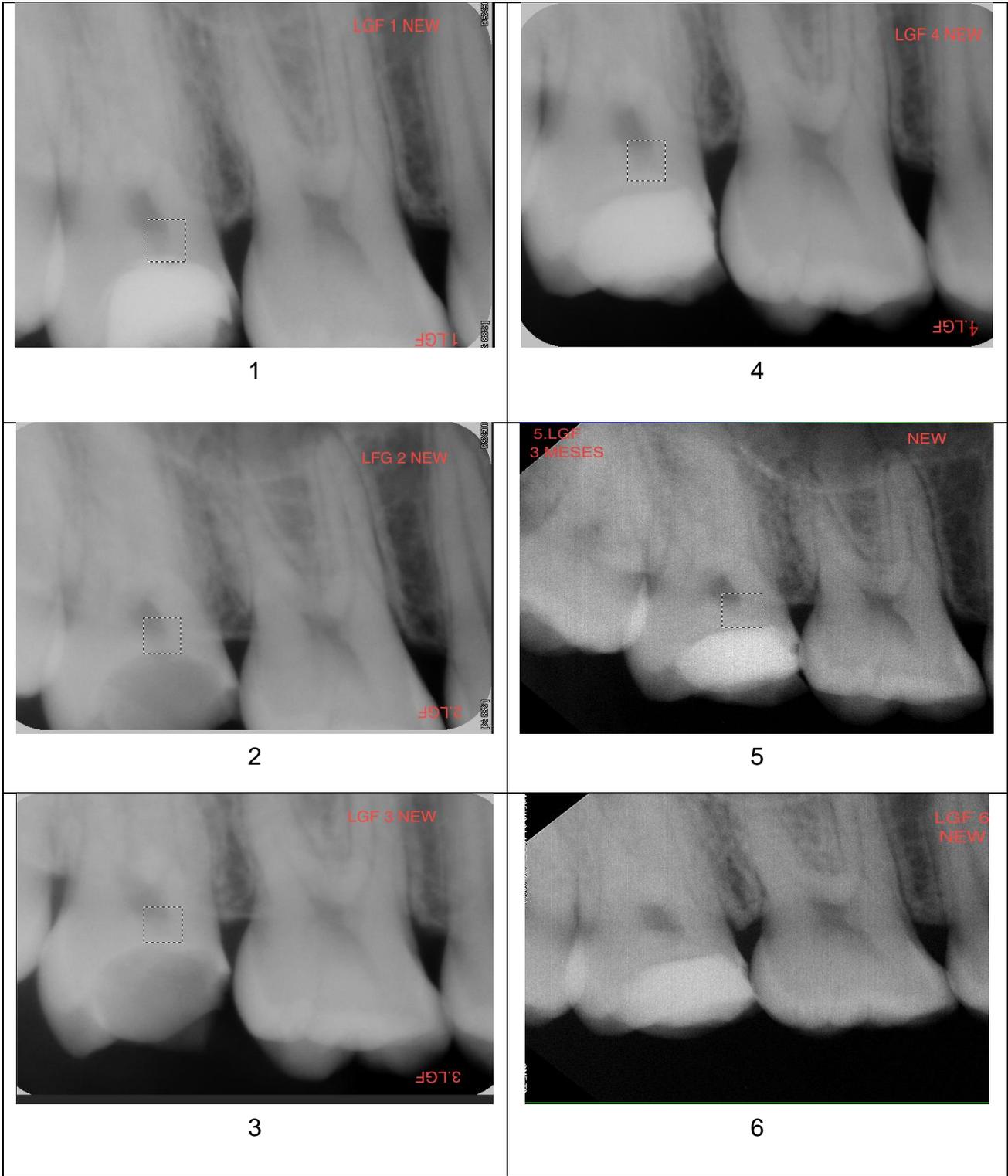




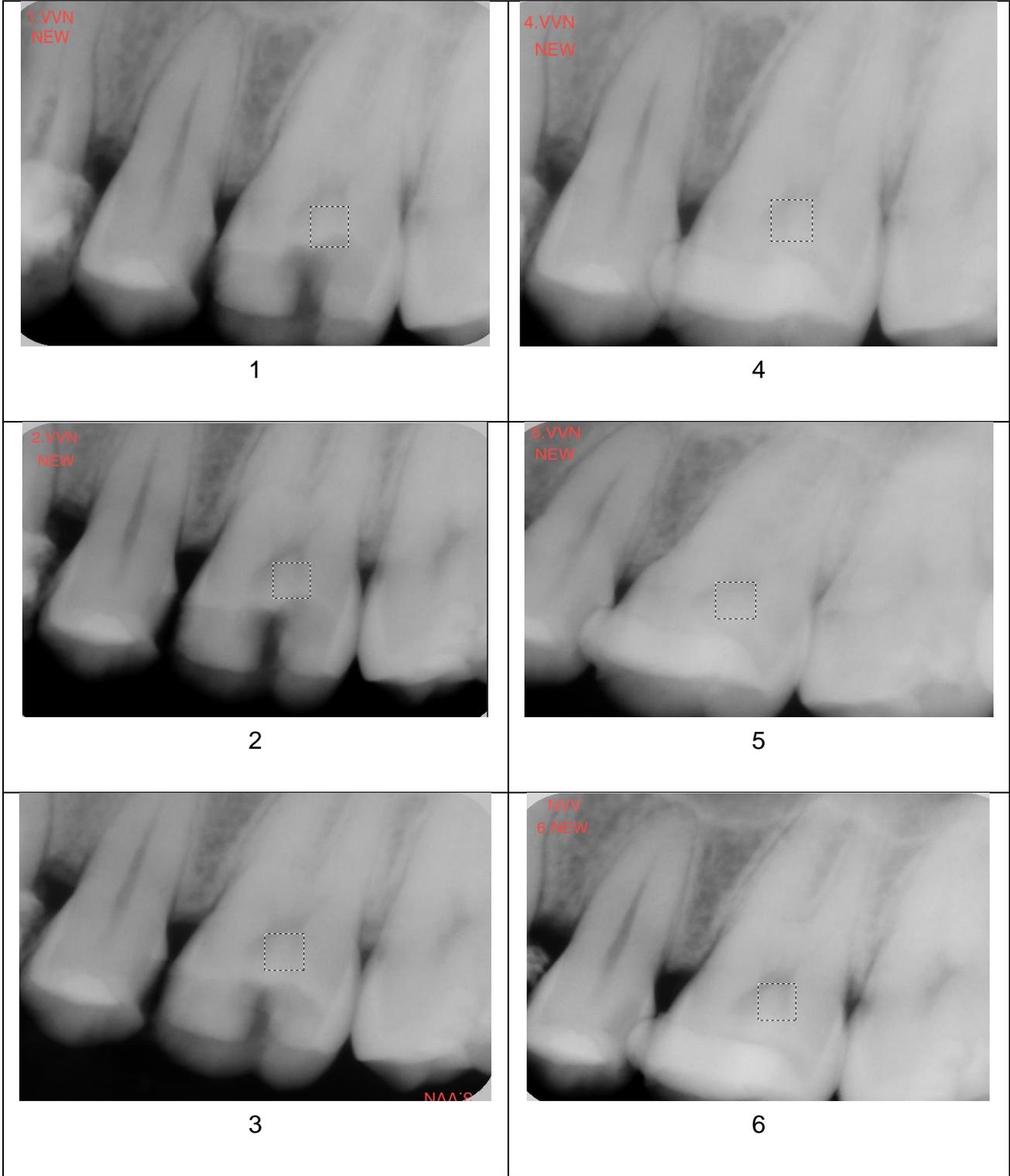
BMG/ OD 24



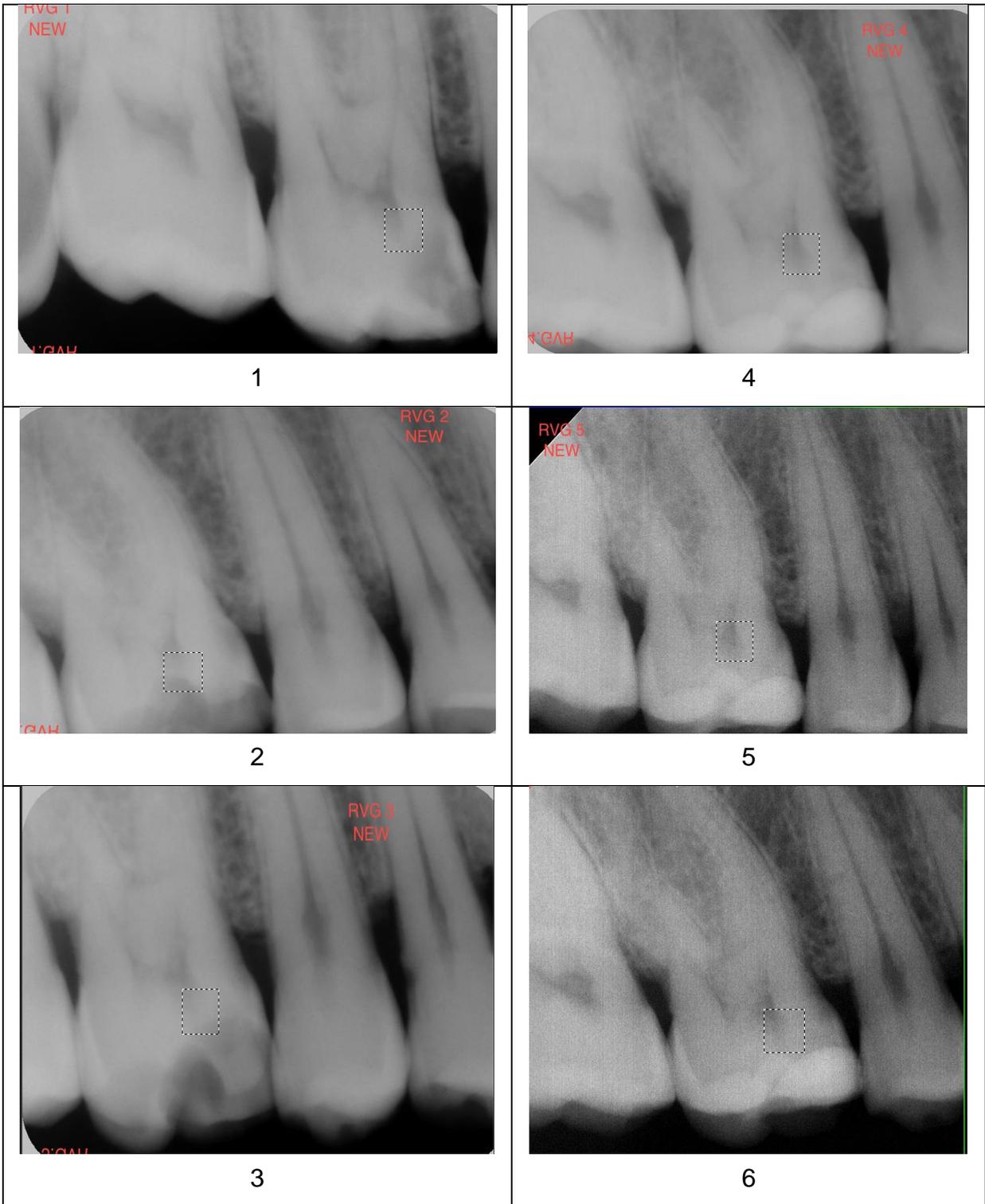
LGf/ OD 17



NVV/ OD 26



RGV/ OD 26



## IMPLICACIONES BIOÉTICAS

El reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud en su título 2do. Cap. I <sup>115</sup> establece los siguientes artículos:

**Art. 16:** Se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificandolo sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

**Art. 17, Inciso II** Investigación con riesgo mínimo: Estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios.

**Art. 20:** Se entiende por consentimiento informado el acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos y riesgos a los que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna.

**Art. 21:** para que el consentimiento informado se considere existente, el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal deberá recibir una explicación clara y completa, de tal forma que pueda comprenderla, por lo menos, sobre los siguientes aspectos:

- I. La justificación y los objetivos de la investigación;
- II. Los procedimientos que vayan a usarse y su propósito, incluyendo la identificación de los procedimientos que son experimentales;
- III. Las molestias o los riesgos esperados;
- IV. Los beneficios que puedan observarse;
- V. Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para el sujeto;
- VI. La garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto;
- VII. La libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio, sin que por ello se creen prejuicios para continuar su cuidado y tratamiento;
- VIII. La seguridad de que no se identificará al sujeto y que se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad;

IX. El compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando;

X. La disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho, por parte de la institución de atención a la salud, en el caso de daños que la ameriten, directamente causados por la investigación, y

XI. Que, si existen gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.

**Art. 22:** El consentimiento informado deberá formularse por escrito y deberá reunir los siguientes requisitos:

I. Será elaborado por el investigador principal, indicando la información señalada en el artículo anterior y de acuerdo a la norma técnica que emita la Secretaría;

II.- Será revisado y, en su caso, aprobado por la Comisión de Ética de la institución de atención a la salud;

III.- Indicará los nombres y direcciones de dos testigos y la relación que éstos tengan con el sujeto de investigación;

IV. Deberá ser firmado por dos testigos y por el sujeto de investigación o su representante legal, en su caso. Si el sujeto de investigación no supiere firmar, imprimirá su huella digital y a su nombre firmará otra persona que él designe, y

V. Se extenderá por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal.

Además de los artículos 16 y 21, Inciso II del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud en su Título 2do. Cap. 1, para este estudio se respetarán las disposiciones de la declaración de Helsinki.<sup>116</sup>

## Bibliografía

1. Rojas I. Prevalencia de caries dental y factores de riesgo asociados. Rev Cub Med Mil. 2012; volumen 41(número 4): páginas 4-8.
2. Alonso M.E, Calabria H, Lorenzo I, Añaña N, Golubchin D, Vola J. Manejo clínico de la caries profunda. Odontoestomatología. 2009; Volumen 11(número 13): páginas 59-67.
3. Cedillo JJ, Cedillo JE. Protocolo clínico actual para restauraciones profundas. ADM. 2013; Volumen 5 (70): páginas 263-275.
4. Casanova AJ, Minaya M, Casanova JF, De la Rosa R, Escoffié M, Ortíz J, et al. Impacto de la posición socioeconómica sobre los defectos de desarrollo del esmalte en dentición primaria. Rev. CES Odont. 2012;25(1) 22-3
5. Reyes J. Observación del esmalte dental humano con microscopia electrónica. Revista Tamé 2013; 1(3): 90-96
6. Albertí L, Mas M, Padilla Si, Mendez J. Histogénesis del esmalte dentario. Consideraciones generales. Revista Archivo Medico de Camaguey 2006; pág 11
7. Rivera C.A, Ossa A., Arola D. Fragilidad y comportamiento mecánico del esmalte dental. Revista Ingeniería Biomédica. Julio-Diciembre 2012, ISSN 1909-9762. Volumen 6, número 12
8. Tabata S. Fluid flow in the dental pulp hypothesized by a morphologica study. Dent 1998; 34: 3-7
9. White S.N., Luo W., Paine M-L-, Fong H., Sarikaya M., M.L. Snead Biological Organization of Hidroxyapatite Cristallites into a Fibrous Continuum Toughness and controls anisotropy in Human Enamel. J. Dent Res 80, 1, 321-326, 2001
10. Monterde ME, Delgado JM, Martínez IM, Guzmán CE, Mejía M. Desmineralización-remineralización del esmalte dental. 2002; Volumen 59 (número 6): páginas 220-222.
11. Kawasaki K, Tanaka Y, Tkagi O. Crystallographic analisis of demineralized human enamel treated. Arch Oral Biol 2000; 45(9).

12. Fuentes MV. Propiedades mecánicas de la dentina humana. Av. Odonloestomatol 2004; 20-2: 79-83.
13. Infante C. Desarrollo dental y estructuras de soporte. Fundamentos para la Evaluación del Crecimiento, Desarrollo y Función Craneofacial, 2010. Capítulo 9, pags 237.271
14. Singh G. Ortodoncia Diagnóstico y Tratamiento. Segunda edición. Tomo 1. New Dely, India: AMOLCA 2009
15. Ceballos L. Adhesión a dentina afectada por caries y dentina esclerótica. Avances en la estomatología 2004; Volumen 20 (número 2): páginas 71-78
16. Rex G, Torabinejad M. la pulpa dental y los tejidos perirradiculares. Torabinejad M, Walton R. Endodoncia Principios y Práctica. 4ª edición. Barcelona España: Elsevier; 2010. 1-20.
17. Gandhi A, Gandhi T, Madan N. Dental pulp stem cells in endodontic research: a promising tool for tooth tissue engineering. RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia [Internet]. 2011; 8(3):335-340. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=153021326015>
18. Kawashima N, Okiji T. Odontoblastos: células especializadas formadoras de tejido duro en el complejo dentina-pulpa. 2016; Volumen 56 (número 4): páginas144-153
19. Cerón XA. El sistema ICDAS como método complementario para el diagnóstico de caries dental. Revista CES Odontología ISSN. Volumen 28 (número 2): páginas 100-109.
20. Elizondo M.L, Lucas, G Q, Rosa, G. Estudio preliminar del efecto del Hidróxido de Calcio y del Fluoruro Diamino de Plata al 38% en el tratamiento de las caries dentinarias profundas en molares temporarios. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. 2004. páginas 5-7
21. Mutsvari T, García MJ, Declerck D, Lesaffre E. Dealing with misclassification and missing data when estimating prevalence and incidence of caries experience. Community Dent Oral Epidemiol, 2012;40(1):28-35

22. Duncan HF, Nair PN, Ford TR. Vital pulp treatment: A review. ENDO (Lond Engl) 2008;2:247-58
23. Parisay I, Ghoddusi J, Forghani M. A review on vital pulp therapy in primary teeth. Iran Endod J 2015;10:6-15
24. Seltzer S, Bender IB. The Dental Pulp-Biologic Considerations in Dental Procedures. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: J B Lippincott; 1984. p. 315-20.
25. Orhan AI, Oz FT, Orhan K. Pulp exposure occurrence and outcomes after 1- or 2-visit indirect pulp therapy vs complete caries removal in primary and permanent molars. Pediatr Dent 2010; 32: 347-55.
26. White DA, Chadwick BL, Nuttall NM, Chestnutt IG, Steele JG. Oral health habits amongst children in the United Kingdom in 2003. Br Dent J. 2006 May 13; 200(9): 487–491. doi: 10.1038/sj.bdj. 4813523
27. Golubchin D. Acciones Terapéuticas Actuales en Caries Profunda. Odontoestomatología. 2017, vol. 19 (núm. 29); pp. 4-17
28. Garchitorena, M.I; Strehl, A. Abordaje biológico de la caries profunda de dentina: el tratamiento por etapas. ODONTOESTOMATOLOGÍA. 2010; vol. XII, núm. 15, pp. 4-12
29. Modena K.C, Casas L.C, Atta M.T, Souza CA, Hebling J, Sipert CR et al. Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. J. Appl. Oral Sci. 2009; 17(6): 544-554.
30. Boddeda KR, Rani CR, V Vanga NR, Chandrabhatla SK. Evaluación comparativa de biodentina, clorhexidina al 2% con RMGIC e hidróxido de calcio como materiales de cobertura indirecta de la pulpa en molares primarios: un estudio *in vivo*. J Indian Soc Pedod Prev Dent 2019 ; 37: 60-69
31. Pereira J. et al. Recubrimiento pulpar directo e indirecto: mantenimiento de la vitalidad pulpar. Acta Odontologica Venezolana 2011. Vol 49, pags 1-18
32. Unemori M, Matsuya Y, Akashi A, Goto Y, Akamine A. Composite resin restoration and postoperative sensitivity: clinical follow-up in an undergraduate program. J Dent. (2001); 29(1):7-13.

33. El-Araby A, Al-Jabab A. The influence of some dentin primers on calcium hydroxide lining cement. *J Contemp Dent Pract.* (2005); 6(2):1-9.
34. de Souza Costa CA, Duarte PT, de Souza PP, Giro EM, Hebling J. Cytotoxic effects and pulpal response caused by a mineral trioxide aggregate formulation and calcium hydroxide. *Am J Dent.* (2008); 21(4):255-61.
35. Sawicki L, Pameijer CH, Emerich K, Adamowicz-Klepalska B. Histological evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide in direct pulp capping of human immature permanent teeth. *Am J Dent.* (2008); 21(4):262-6.
36. Faleiros S, Urzúa I, Rodríguez G, Cabello R. Uso de sellantes de fosas y fisuras para la prevención de caries en población infanto-juvenil: Revisión metodológica de ensayos clínicos. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral.* 2013; Vol. 6 (1); 14-19
37. Yepes FL., Castrillón CA. El Hidróxido de Calcio, como paradigma clínico, es superado por el Agregado Trióxido Mineral (MTA). *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2013; 25(1): 176-207.
38. Rodríguez G, Álvarez M, García J, Arias S, Más Sarabia M. El hidróxido de calcio: su uso clínico en la endodoncia actual. *Arch Méd Camagüey* 2005; 9(3): s. p
39. Tunc ES, Saroglu I, Sari S, Günhan O. The effect of sodium hypochlorite application on the success of calcium hydroxide pulpotomy in primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 102(2): e22-e26.
40. Eskandarizadeh A, Shahpasandzadeh MH, Shahpasandzadeh M, Torabi M, Pariookh M. A comparative study on dental pulp response to calcium hydroxide, white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents. *J Conserv Dent* 2011; 14(4): 351- 355.
41. Leye Benoist F, Gaye Ndiaye F, Kane AW, Benoist HM, Farge P. Evaluation of mineral trioxide aggregate (MTA) versus calcium hydroxide

cement (Dycal) in the formation of a dentine bridge: a randomised controlled trial. *Int Dent J* 2012; 62(1): 33-39.

42. Accorinte ML, Holland R, Reis A, Bortoluzzi MC, Murata SS, Dezan E Jr. et al. Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. *J Endod* 2008; 34(1): 1-6.
43. Swaroop Hegde, B. Sowmya, Sylvia Mathew, Shilpa H. Bhandi, Shruthi Nagaraja, and K. Dinesh. Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. *J Conserv Dent*. 2017 Mar-Apr; 20(2): 91–95
44. Parirokh M, Asgary S, Eghbal MJ, Kakoei S, Samiee M. A comparative study of using a combination of calcium chloride and mineral trioxide aggregate as the pulp-capping agent on dogs' teeth. *J Endod*. 2011; 37:786–8.
45. Parolia A, Kundabala M, Rao NN, Acharya SR, Agrawal P, Mohan M, et al. A comparative histological analysis of human pulp following direct pulp capping with propolis, mineral trioxide aggregate and Dycal. *Aust Dent J*. 2010; 55:59–64.
46. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2013; 39:743–7.
47. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, biodentine and MTA angelus. *Dent Mater*. 2013; 29:580–93.
48. Vallés M, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Bourdelande JL, Roig M. Color stability of white mineral trioxide aggregate. *Clin Oral Investig*. 2013; 17:1155–9.
49. Elizondo G., Rosa M., Guillermo M. Estudio radiográfico de los cambios dentinarios producidos por el Hidróxido de Calcio y Vitremer® en el tratamiento de caries en molares temporarios. *Rev. Universidad Nacional del Nordeste*, 2003. Pags 6-9

50. Sakerzadeh A, Esnaashari E, Dadfar S. In Vitro Comparison of Cytotoxicity and Genotoxicity of Three Vital Pulp Capping Materials. *Iranian Endodontic Journal*. 2017; Volumen 12 (número 4): páginas 419- 425.
51. Naghavi N, Ghoddusi J, Sadeghnia HR, Asadpour E, Asgary S. Genotoxicity and cytotoxicity of mineral trioxide aggregate and calcium enriched mixture cements on L929 mouse fibroblast cells. *Dent Mater J*. 2014; 33(1):64-9.
52. Prati C, Siboni F, Polimeni A, Bossu M, Gandolfi MG. Use of calcium-containing endodontic sealers as apical barrier in fluid- contaminated wide-open apices. *J Appl Biomater*. 2014; 12(3).
53. Malik G, Bogra P, Singh S, Samra RK. Comparative evaluation of intracanal sealing ability of mineral trioxide aggregate and glass ionomer cement: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013; 16(6):540.
54. Saberi EA, Karkehabadi H, Mollashahi NF. Cytotoxicity of Various Endodontic Materials on Stem Cells of Human Apical Papilla. *Iran Endod J*. 2016; 11(1):17-22.
55. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine™ induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J*. 2012; 45(5):439-48.
56. Weiner R. Liners and bases in general dentistry. *Australian Dental Journal*. 2011; Volumen 56 (número 1): páginas 11-22.
57. Ferracane JL. *Materials in dentistry: principles and applications*. 2nd edn. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.
58. Anusavice K. *Phillip's Science of Dental Materials*. 11th edn. Philadelphia: WB Saunders, 2003.
59. Borczyk D, Piatowska D, Krzemiski Z. An in vitro study of affected dentin as a risk factor for the development of secondary caries. *Caries Res* 2006; 40:47–51.
60. Komori P, Pashley D, Tjaderhane L, et al. Effect of 2% chlorhexidine digluconate on the bond strength to normal versus caries- affected dentin. *Oper Dent* 2009; 34:157–165.

61. Tosun G, Usumez A, Yondem I, Sener Y. Temperature rise under normal and caries affected primary tooth dentin disks during polymerization of adhesives and resin containing dental materials. *Dent Mater J* 2008;27:466–470
62. Camejo MV, Blanco OG, Solórzano AL, Zavarce RB. Protección Dentino-Pulpar. *Acta Odontológica Venezolana*. 2018; Volumen 37 (número 3): páginas 98-105.
63. Stanley, H.R, Lundy T. Dycal therapy for pulp exposures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1972. Volumen 34 (no.5): Pag. 818-827; Disponible en:  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0030422072903003>)
64. Muñoz J.P, Arteaga S.X, Alvarado A.M. Observaciones acerca del uso del hidróxido de calcio en la endodoncia. *Revista Científica, Dominio de las ciencias*. Vol. 4, núm. 1, enero, 2017, pp. 352-361
65. Pérez K. Eficacia de los protectores pulpares a base de ionómero de vidrio e hidróxido de calcio en la formación de dentina reparadora. 2015. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de odontólogo
66. Rodríguez G, Álvarez M, García J, Arias S R, Sarabia M. El hidróxido de calcio: su uso clínico en la endodoncia actual. *AMC*. 2005
67. Rodríguez S. Importancia del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto en Endodoncia. A propósito de un caso clínico. *Revista Gaceta Dental*. 2009
68. Champa Yanac, Yackeline Ericka. Actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio asociado a distintos vehículos como medicación intraconducto frente a bacterias aisladas de dientes con Periodontitis Apical Asintomática. 2017
69. Estrela, C.; Sydney y otros. EDTA effect at root dentin Ph then exchange of Calcium Hydroxide paste. *Braz. Endod. J*, 1997; 2 (1): 12-17
70. Rodríguez G.; Álvarez M.; García J.; Arias S.R.; EL HIDRÓXIDO DE CALCIO: SU USO CLÍNICO EN LA ENDODONCIA ACTUAL *Archivo Médico de Camagüey*,

vol. 9, núm. 3, 2005 [https://es.slideshare.net/memo\\_95CA/hidroxido-de-calcio-32621456](https://es.slideshare.net/memo_95CA/hidroxido-de-calcio-32621456)

71. Santini A. The management of the deep carious lesion and maintenance of pulp vitality (II). Quintessence Int Dent Dig 1980; 11:17-23.
72. Romero Y. Propiedad Antimicrobiana Del Hidróxido De Calcio. Revista de la facultad de odontología Universidad de Carabobo. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/odontologia/revista/v2n1/2-1-6.pdf>
73. Caicedo R, Abbott PV, Alongi DJ, Alarcon MY. Clinical, radiographic and histological analysis of the effects of mineral trioxide aggregate used in direct pulp capping and pulpotomies of primary teeth. Aust Dent J 2006; 51:297-305.
74. Sultana, R, Hossain, MAlam, Md. S. Evaluation of clinical and radiological outcomes of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide as indirect pulp capping agents in the treatment of deep carious lesion of permanent teeth. 2016; Vol. 9 (no. 3)
75. Gruythuysen RJ, Vanstip AJ, Wu MK. La supervivencia a largo plazo del tratamiento pulpar indirecto de dientes primarios y permanentes con lesiones cariosas profundas clínicamente diagnosticadas. J Endod. 2010; 36: 1490-93.
76. Miyashita H, Worthington HV, Qualtrough A, Plasschaert A. Manejo de pulpa para caries en adultos: mantenimiento de la vitalidad de la pulpa. Cochrane Database Syst Rev. 2007; pag 18.
77. Maltz M, de Oliveira EF, Frontanella V, Bianchi R. Un estudio clínico, microbiológico y radiológico de lesiones cariosas profundas después de la eliminación incompleta de la caries. Quintessence Int. 2002; 33: 151-59.
78. Nahar K, Bashar A, Hossain M, Moral A. Evaluación tomográfica clínica y computarizada de pulpotomía de cemento Portland en molar primario: informe de un caso. Bangabandhu Sheikh Mujib Med Univ J. 2014; 7: 141-46.
79. Benoist FL, Ndiaye FG, Kane AW, Benoist HM, Farge P. Evaluación de mineral trióxido agregado (MTA) versus hidróxido de calcio cemento

- (Dycal) en la formación de un puente de dentina: un ensayo controlado aleatorizado. *J Int Dent.* 2012; 62: 33-39.
80. Harald OH, Edward JS, Andre VR. El arte y la ciencia de Sterdevant de la odontología operativa. India, Elsevier, 2013.
81. Accorinte Mde L, Holland R, Reis A, Bortoluzzi MC, Murata SS, Dezan E Jr., *et al.* Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. *J Endod* 2008; 34:1-6.
82. Corral C, Godoy Ef, Martín J, Estay J, Bersezio C, Cisternas P, Batista O. Revisión Del Estado Actual De Cementos De Silicato De Calcio En Odontología Restauradora. *Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq* 2016; Volumen 27(número 2): páginas 425-441.
83. Hincapié S, Valerio AL. Biodentine: A New Material for Pulp Therapy. *Universitas Odontologica.* 2015; 34(73): 69-76
84. Watson TF, Atmeh AR, Sajini S, Cook RJ, Festy F. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: biophotonics-based interfacial analyses in health and disease. *Dent Mater* 2014; 30(1): 50-61.
85. Arora V, Nikhil V, Sharma N, Arora P. Bioactive dentin replacement. *IOSR J Dent Med Sci* 2013; 12:51-7.
86. Allazzam SM, Alamoudi NM, El Meligy OA. Clinical applications of biodentine in pediatric dentistry: A review of literature. *Oral Hyg Health* 2015; 3:179-82.
87. Cerdas Y, Gallardo C, Morales S. Estudio Comparativo De La Microfiltración Con Tres Materiales Para Base En Piezas Temporales. *Revista Científica Odontológica.* 2013; volumen 9, número 2: páginas 17-22.
88. Nayak G, Hasan MF. Biodentine-a novel dentinal substitute for single visit apexification. *Restorative Dentistry and Endodontics.* 2014; Volumen 39 (número 2): páginas 120-5.
89. Rivas J, Devenir Histórico de los Selladores de Fosetas y Fisuras. *ADM.* 2002; 3 (59):111-113.

90. Cuenca E, Manau C, Serra LL, Manual de Odontología Preventiva y Comunitaria. 2nd ed. Barcelona, España: Masson; 1999.
91. Simoensen R. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002; 24(5):393-414
92. Harris N. O, García-Godoy F. Odontología Preventiva Primaria. 2nd ed. Colombia: Manual Moderno; 2005.
93. Pinkham J. Odontología pediátrica. 2a edición. México, D.F.: Ed. McGraw-Hill Interamericana; (1998), pp. 529-537
94. Monroy M. Incidencia De Caries En Escolares Posterior A La Aplicación De Selladores De Fosas Y Fisuras, En La Escuela Primaria "General Vicente Guerrero". Tesis De Licenciatura. Toluca, México: Universidad Autónoma Del Estado De México; 2016.
95. Villarreal A. Guerrero J. Yamamoto A. Barceló F. Profundidad de curado de selladores de fosetas y fisuras utilizando luz emitida por diodos (LED) a diferentes distancias
96. Baxes, G.A. Digital image processing: principles and applications. John Wiley & Sons, New York; 1994
97. Gonzalez, R.C, Woods, R.E. Digital image processing. Prentice-Hall, Harlow; 2008
98. Image Postprocessing in Digital Radiology—A Primer for Technologists Seeram, Euclid et al. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences* , Volume 39 , Issue 1 , 23 – 41
99. Soares S. y cols. Image adjustments on digital panoramic radiographs using Adobe Photoshop CS3 software *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, vol. 10, núm. 4, octubre-diciembre, 2013, pp. 394-401.
100. Chalazonitis AN, Koumarios D, Tzovara J, Chronopoulos P. How to optimize radiological images captured from digital cameras, using the Adobe Photoshop Program. *J Digit Imaging.* 2003; 16(2):216-29.
101. Seeram, D. Photography bulletin board. 2007. Available at: [www.photographybb.com](http://www.photographybb.com).

102. Singh G. Ortodoncia Diagnóstico y Tratamiento. Segunda edición. Tomo 1. New Dely, India: AMOLCA 2009
103. Carvalho FB, Gonçalves M, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Evaluation of periapical changes following endodontic therapy: digital subtraction technique compared with computerized morphometric analysis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009; 38:438-4.
104. Güneri P, Gogüs S, Tugsel Z, Ozturk A, Gungor C, Boyacioglu H. Clinical efficacy of a new software developed for dental digital subtraction radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:417-21
105. Quea E. Diferencias entre las medidas radiográficas y anatómicas en la preparación para poste de la raíz distal de molares inferiores (tesis licenciatura). Lima – Perú: Bachiller en Odontología,2010
106. Lozano A, Forner L, Llena C. In vitro comparison of root-canal measurements with conventional and digital radiology. *Int Endod J* 2002; 35: 542-550.
107. Nair MK, Nair UP. Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review; *JOE*; Vol. 33, No. 1, January 2007:1-6.
108. Goga R, Chandler NP, Love RM. Clarity and diagnostic quality of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology* 2004; 33: 103–107.
109. Saeed MH, Luke AMJ, Abtahl NA, Pradeep P. An in vitro Comparison of Root Canal Measurement in Permanent Teeth by Electronic Apex Locator, Conventional and Digital Radiography. *World Journal of Dentistry*, October-December 2011; 2(4): 312-315.
110. Roger AP, Spencer NF, Morris PR.1968. A comparative histological evaluation of three calcium hydroxide preparations on the human primary dental pulp. *Journal of Dentistry for Children.* 61-76.
111. Cahuana E. Diferencias entre las medidas radiográficas y anatómicas en la preparación para poste de la raíz distal de molares inferiores. *Artículo Original ISSN 1812-7886.* 2011. pags. 7-13.

112. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. J Orthod. 2002;29(1):66-9
113. [Wenzel A](#), [Møystad A](#). Work flow with digital intraoral radiography: a systematic review. Acta Odontologica Scandinavica. 2010; 68(2):106-14.
114. [Anissi HD](#), [Geibel MA](#). Intraoral radiology in general dental practices - a comparison of digital and film-based X-ray systems with regard to radiation protection and dose reduction. Fortschr Röntgenstr. 2014; 186(08): 762-767
115. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, Pub. I. (7 Feb 1984)
116. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, Pub. IV. (Sept 1989)

## Glosario

**BMP** proteína morfogenética ósea

**Ca (OH)<sub>2</sub>** Hidróxido de Calcio

**CCD** Charge Coupled Device/ Dispositivo Acoplado de Carga

**CO<sub>2</sub>** Bióxido de Carbono

**DDR** Radiografía Digital Indirecta

**DICOM** Digital Imaging and Communications in Medicine

**DPSC** Células Madre De la Pulpa

**GPa** gigapascales

**ICDAS** Sistema Internacional de Detección y Diagnóstico de Caries

**IPT** Tratamiento indirecto de la pulpa

**Kg/m<sup>3</sup>** kilogramo sobre metro cúbico

**MOS** Semiconductores de metal-óxido

**MPa** megapascales

**MTA** Mineral Trióxido Agregado

**M** ½ Unidad estándar para la resistencia a la fractura

**NVIDIA GeForce GT 755M 1024 MB** Tarjeta gráfica con unidades de procesamiento gráfico desarrollados por Nvidia Corporation

**NYVAD** Apellido del autor Nyvad B.

**PDLSCs** Células madre del ligamento periodontal

**ppcm** píxeles por centímetro

**PSP** Fosforo fotoestimulante

**RDI** Región de interés

**SCAP** Células madre de la papila apical

**SHED** Células madres de dientes deciduos exfoliados

**VPT** Terapia de Pulpa Vital