

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**



---

**EFFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35%  
SOBRE LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE  
RESTAURACIONES CLASE V EN TRES TIPOS DE RESINA  
COMPUESTA IN VITRO – LABORATORIO UNHEVAL 2018**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
CIRUJANO DENTISTA**

**TESISTAS:**

Bach. GARABITO DUEÑAS, Henry Luis

Bach. SALAZAR TAPULLIMA, Julio Cesar

**ASESOR:**

MsC. CD. CHÁVEZ LEANDRO, Miguel Nino

**HUÁNUCO – PERÚ**

2019

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este presente trabajo de investigación en primer lugar a Dios, por permitirnos llegar a esta instancia de nuestras vidas, por darnos paciencia y sabiduría para lograr los retos propuestos en nuestras vidas.

A nuestros padres por el apoyo y la fortaleza que nos brindan para cumplir cada meta que nos hemos trazado hasta el momento, son el pilar fundamental.

A nuestros hermanos, que son la motivación para seguir adelante.

A nuestros familiares por el aliento constante que nos dieron en este largo camino, que decidimos emprender.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos van dirigidos:

En primer lugar, a Dios, por ser nuestro guía y por permitirnos hacer realidad nuestros sueños.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional, la confianza que nos dieron y el amor verdadero que nos demuestran cada día.

A nuestra alma mater, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Escuela Profesional de Odontología, y todos quienes la conforman, entre ellos nuestros docentes por brindarnos la oportunidad de desarrollar nuestra formación y desempeño profesional.

## RESUMEN

Debido a la gran popularidad que presentan los agentes aclaradores, en la actualidad existe una gran preocupación por los efectos que pueda dar lugar su aplicación sobre los tejidos dentarios y los diversos materiales restauradores que están saliendo al mercado hoy en día, el **objetivo** fue hallar el efecto del peróxido de hidrogeno al 35% sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase V en tres tipos de resina compuesta in vitro. Para lo cual se trabajó con una **metodología** de investigación de nivel explicativo de tipo experimental, prospectivo, transversal y analítico, el diseño utilizado fue experimental. Los **materiales** que se utilizaron fueron 96 piezas dentarias de bovino, a los cuales se les realizó una preparación cavitaria clase V en su cara vestibular, para posteriormente restaurarlas con resina Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG. Se dividieron en 6 grupos de 16 respectivamente, de los cuales 3 grupos fueron control y los otros 3 grupos fueron experimentales ya que se les añadió peróxido de hidrógeno al 35%. Los **resultados** encontrados en el presente estudio de investigación evidencian que el grupo experimental conformado por las tres resinas compuestas presentan un alto porcentaje de microfiltración marginal en el grado moderado con 60,4%. Comparando el grupo control con el grupo experimental se aprecia una alta diferencia estadística significativa ( $p = 0.0001$ ) con la prueba de Kruskal-Wallis al 5%, teniendo como **conclusiones**, que el peróxido de hidrógeno al 35% produce microfiltración marginal de las restauraciones de resinas compuestas, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con tratamiento aclarador y el grupo sin tratamiento aclarador.

**Palabras claves:** Microfiltración, Peróxido de hidrógeno, Aclaramiento dental

## SUMMARY

Due to the great popularity of the lightening agents, at present there is a great concern for the effects that its application may have on the dental tissues and the various restorative materials that are coming to market today, the **objective** was to find the effect of 35% hydrogen peroxide on the marginal microfiltration of class v restorations in three types of composite resin in vitro. For which we worked with a research methodology of explanatory level of experimental, prosective, transversal and analytical type, the design used was experimental. The **materials** used were 96 dental pieces from cattle, which were made a class V cavitary preparation on its vestibular face, to later restore them with resin Herculite Précis, Filtek™ Z350 and Brilliant™ NG. They were divided into 6 groups of 16 respectively, of which 3 groups were control and the other 3 groups were experimental since they were added 35% hydrogen peroxide. The **results** found in this research study show that the experimental group formed by the three composite resins show a high percentage of marginal microfiltration in the moderate degree with 60.4%. Comparing the control group with the experimental group, a high statistically significant difference ( $p = 0.0001$ ) was observed with the Kruskal-Wallis test at 5%, taking as **conclusions**, that 35% hydrogen peroxide produces marginal microfiltration of composite resin restorations, finding statistically significant differences between the group with lightening treatment and the group without lightening treatment.

**Key words:** Microfiltration, Hydrogen peroxide, Dental lightening

## **INDICE**

<b>INDICE .....</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
1.1. Identificación y planteamiento del problema .....	13
1.2. Delimitación de la investigación .....	15
1.3. Formulación del problema .....	17
1.3.1. Problema General.....	17
1.3.2. Problemas Específicos .....	17
1.4. Formulación de objetivos .....	18
1.4.1. Objetivo General .....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	19
1.6. Limitaciones de la investigación.....	20
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes del problema .....	21
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	25
2.2. Bases teóricas y científicas.....	29
2.2.1 Aclaramiento Dental .....	29
Repaso Histórico .....	29
Alteraciones Cromáticas .....	30
Agentes aclaradores .....	36
2.2.2. Peróxido de Hidrogeno al 35% .....	36
Mecanismo de Acción.....	37

2.2.3. Resinas Compuestas.....	39
Clasificación de las resinas según su viscosidad <sup>36</sup> .....	45
Clasificación de la resina compuesta según su activación. <sup>39, 36</sup> .....	46
Resinas Compuestas de Estudio.....	47
2.2.4. Grabado Ácido .....	50
Definición.....	50
Indicaciones.....	51
Contraindicaciones.....	51
Efecto en el esmalte .....	51
2.2.5. Adhesión .....	52
Definición.....	52
Sistemas de adhesión.....	52
Clasificación de los adhesivos .....	53
2.2.6. Microfiltración .....	54
Definición.....	54
Causas de la Microfiltración .....	55
Consecuencias.....	55
Métodos de estudio de la microfiltración.....	55
2.2.7. Dientes Bovinos .....	57
Definición.....	57
Descripción Macroscópica .....	58
Descripción Microscópica.....	58
2.3. Definición de términos básicos .....	59
2.4. Formulación de hipótesis: .....	61
2.4.1. Hipótesis General.....	61
2.5. Identificación de variables .....	61

2.5.1. Variable dependiente.....	61
2.5.2. Variable independiente.....	61
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.....	62
<b>CAPITULO III MARCO METOLÓGICO.....</b>	<b>63</b>
3.1. Nivel y tipo de investigación.....	63
3.1.1. Nivel de investigación.....	63
3.1.2. Tipo de investigación .....	63
Según la intervención del investigador .....	63
Según la planificación de toma de datos .....	63
Según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio .....	63
Según el número de variables de interés .....	64
3.2. Diseño y método de la investigación .....	64
3.3. Determinación de la población y muestra .....	65
3.3.1. Población.....	65
3.3.2. Muestra.....	65
3.3.3. Criterios de inclusión .....	65
3.3.4. Criterios de exclusión.....	65
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	66
3.4.1. Recolección de las unidades de estudio .....	66
3.4.2. Preparación de la cavidad clase V .....	66
3.4.3. Restauración clase V con las resinas compuestas .....	67
3.4.4. Sellado de conductos.....	68
3.4.5. Tratamiento aclarador .....	68
3.4.6. Grupo control .....	69
3.4.7. Tinción de las piezas .....	69

3.4.8. Cortes de las piezas dentarias.....	70
3.4.9. Evaluación de la microfiltración .....	70
3.4.10. Instrumento de recolección de datos .....	70
3.5. Técnicas de procesamiento, análisis de datos .....	71
<b>CAPITULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
<b>CAPITULO V DISCUSIÓN.....</b>	<b>79</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>85</b>

## INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad donde el atractivo físico se ha convertido en un valor importante. Por lo tanto, el éxito y el fracaso están determinados por una apariencia armónica. Debido al hecho que la boca está localizada en uno de los puntos focales de la cara, la sonrisa es uno de los principales aspectos involucrados en el concepto de una apariencia agradable. Es por esto que, en la actualidad, son muchos los pacientes que buscan modificar el tono de sus dientes debido a que consideran no tener un color apropiado para su sonrisa.<sup>1</sup>

Los pacientes que buscan aclaramiento dental, en muchos casos tienen restauraciones de amalgama y resina compuesta en sus dientes. Estudios revelan que las resinas compuestas son más susceptibles a los cambios químicos, en comparación con los materiales restauradores metálicos y cerámicos neutros, debido a la presencia de una matriz orgánica en su estructura química.<sup>2</sup>

En la técnica de aclaramiento de dientes vitales, pueden emplearse dos agentes activos en diferentes concentraciones y protocolos de aplicación: El peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida,<sup>3, 4</sup> de los cuales el peróxido de hidrógeno en altas concentraciones es de uso exclusivo en el consultorio dental.<sup>5</sup>

El peróxido de hidrógeno es el más utilizado por tener la capacidad de penetrar en el esmalte sano y las estructuras de la dentina. El mecanismo de acción del peróxido de hidrógeno se da por la acción bactericida, lo cual se debe a dos motivos: la producción de iones hidroxilo y radicales libres, que actúan oxidando componentes esenciales del microorganismo (lípidos, proteínas y DNA) y liberación de O<sub>2</sub> por las catalasas

tisulares. Además, el O<sub>2</sub> liberado en su descomposición en forma de burbujas favorece la eliminación de detritus celulares, bacterias y tejidos desvitalizados.<sup>6,7</sup>

A pesar de los beneficios estéticos, se ha demostrado que los agentes aclaradores pueden tener una influencia negativa sobre la integridad de las estructuras de esmalte orgánicos;<sup>8,9</sup> pérdida de mineral, aumento de rugosidad de la superficie, disminución de micro dureza, disminución de la tenacidad a la fractura y disminución de la resistencia de la unión de materiales de restauración al esmalte hasta en un 75% inmediatamente después del aclaramiento.<sup>10</sup>

La microfiltración marginal se define como el pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre paredes cavitarias y el material de restauración utilizado. Esto provocará una serie de consecuencias tales como la hipersensibilidad dentaria, asimismo esto podría permitir el paso de bacterias a través del margen de la restauración lo que podrá traducirse en caries primaria adyacente a la restauración, irritación pulpar y deterioro del material de restauración utilizado.<sup>11</sup>

Uno de los métodos más utilizados para medir la microfiltración es el método del colorante, que consiste en sumergir el sustrato (pieza dentaria) en un colorante que puede ser tinta china, azul de metileno, etc. Para evaluar el grado de penetración del colorante (microfiltración marginal), se observará la pared donde hay mayor penetración del colorante.<sup>1</sup>

El presente estudio de investigación tuvo como propósito comparar el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre las restauraciones con resina compuesta con y sin su aplicación, también se evaluará si tiene el mismo efecto en las tres resinas compuestas utilizadas en el grupo experimental, con la finalidad de hallar si existe o no microfiltración marginal; con la intención del mayor entendimiento de los protocolos

de aclaramiento sobre restauraciones de resina compuesta y de esa forma poner en práctica los hallazgos encontrados, esperando que resulte relevante para el campo de la Odontología restauradora, que tanta demanda presenta hoy en día en nuestro medio.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Identificación y planteamiento del problema

La población presenta actualmente una gran preocupación por su estética dentaria, por lo que busca, en nuevos materiales y procedimientos, la mejoría de su sonrisa y por lo tanto de su autoestima. La técnica de aclaramiento dentario es la más recomendada por los odontólogos y la más aceptada por los pacientes, debido a que se puede recuperar el color natural de los dientes afectados por factores intrínsecos o extrínsecos,<sup>12</sup> obteniendo como beneficio la satisfacción personal del paciente por tener una dentición más blanca y una sonrisa acorde a sus expectativas.<sup>1</sup>

Con esta finalidad, el aclaramiento dental se ha transformado en uno de los procedimientos estéticos más solicitados en la odontología y es percibido por los pacientes como un método relativamente rápido, económico y poco invasivo para mejorar su apariencia en comparación con otros tratamientos dentales.<sup>13</sup>

Los materiales de restauración mayormente utilizados en la clínica odontológica son las resinas compuestas debido a su alto rendimiento estético. El problema principal de las restauraciones es la filtración que ocurre en los márgenes gingivales localizados en dentina y/o cemento. Las principales metas de las restauraciones son sellar la dentina expuesta al medio bucal, prevenir la recidiva cariosa y evitar el daño pulpar.<sup>14</sup>

Por lo tanto el problema existe porque el efecto de los agentes de aclareamiento sobre las cadenas de polímeros y partículas de rellenos de los materiales resinosos aún no ha sido completamente dilucidado, por lo que se cree que los agentes aclaradores pueden actuar sobre la estructura orgánica e inorgánica de los materiales de resina compuesta

y que, debido a su alta capacidad oxidativa, al entrar en contacto con las moléculas orgánicas podrían dañar los enlaces poliméricos que forman la estructura del material compuesto, por lo que el compuesto quedaría más susceptible a la degradación.<sup>14</sup>

En la mayoría de los casos los pacientes reportan sensibilidad y dolor después del aclaramiento dental, especialmente en los dientes que fueron tratados con resinas, síntoma relacionado con la microfiltración.<sup>9</sup>

En este sentido, la necesidad de la aplicación de procedimientos de estética dental o de tratamientos odontológicos básicos, requiere de pasos debidamente estructurados, con procedimientos metódicos en los cuales se requiere de la toma de decisión sobre los biomateriales a ser utilizados en cada caso en particular, ya que la toma de decisión errónea llevará a una serie de problemas locales inmediatos o mediatos que a la larga terminan con lesión definitiva de la pieza tratada. Siendo una de las complicaciones más frecuentes la microfiltración marginal, o ingreso de los fluidos de la boca en el espacio entre la pieza dentaria y el material de restauración, producida por una falta de sellado hermético entre ambas.<sup>15, 16</sup>

Las consecuencias de lo antes mencionado puede ser la hipersensibilidad, producido por el fenómeno hidrodinámico y caries recurrente debido a la filtración de bacterias en los márgenes de la restauración.<sup>13</sup>

En nuestro medio, se han reportado pocas investigaciones sobre el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre el sellado marginal de restauraciones post aclaramiento dental a pesar de la alta demanda de pacientes que recurren a este tratamiento. No se ha comparado que material restaurador presenta mayor o menor microfiltración marginal posterior a la aplicación de los geles aclaradores.

Por tal motivo, el presente trabajo de investigación tuvo como propósito comparar in vitro si existen diferencias de microfiltración marginal de las restauraciones con las tres tipos de resinas compuestas, con y sin aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% con la finalidad de hallar el grado de microfiltración marginal que presentan cada una de las resinas compuestas más utilizadas en nuestro medio, para poder realizar los tratamientos restaurativos adecuados post aclaramiento dental. También con los datos obtenidos se puede ahora recomendar si se retira completamente la restauración o solo se reemplaza la porción afectada por la microfiltración.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

El presente estudio de investigación trata el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase V en tres tipos de resina compuesta in vitro – Laboratorio UNHEVAL 2018

### **Delimitación espacial:**

La investigación se realizó en el laboratorio de pre clínica de la Escuela Profesional de Odontología y laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

**Delimitación del Universo:**

La población estuvo conformada por piezas dentarias de bovino, en un número de 96, obtenidas en buen estado de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Las piezas dentarias fueron almacenadas en cloruro de sodio desde el momento de su obtención hasta el momento de la ejecución.

**Delimitación del Contenido:**

El presente proyecto de investigación tuvo como objeto de estudio la microfiltración marginal de piezas dentarias de bovino restaurados con tres tipos de resinas compuestas con y sin aplicación de peróxido de hidrógeno al 35%, buscando hallar si existen diferencias significativas entre las resinas que se aplicaron y no el agente aclarador, también se buscará hallar si existen diferencias entre las tres resinas del grupo experimental, sumergiéndolas en envases con tinta china y posteriormente realizando cortes a cada pieza dentaria para observarlo en el microscopio estereoscópico y determinar el grado de microfiltración marginal.

**Delimitación temporal:**

El presente estudio cubrió un periodo de 4 meses para su ejecución, de agosto a diciembre del año 2018.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cuál es el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase v en tres tipos de resina compuesta in vitro?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el grado de microfiltración marginal de las piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis (KERR), Filtek™ Z350 (3M ESPE) y Brilliant™ NG (COLTENE) con aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro?
- ¿Cuál es el grado de microfiltración marginal de las piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis (KERR), Filtek™ Z350 (3M ESPE) y Brilliant™ NG (COLTENE) sin aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro?
- ¿Qué diferencias existe en el grado de microfiltración marginal de piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG con aplicación y sin aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro?
- ¿Qué diferencias existe en el grado de microfiltración marginal de piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG con aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase v en tres tipos de resina compuesta in vitro.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Hallar el grado de microfiltración marginal de las piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis (KERR), Filtek™ Z350 (3M ESPE) y Brilliant™ NG (COLTENE) con aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro.
- Hallar el grado de microfiltración marginal de las piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis (KERR), Filtek™ Z350 (3M ESPE) y Brilliant™ NG (COLTENE) sin aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro.
- Comparar que diferencia existe en el grado de microfiltración marginal de piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG con aplicación y sin aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro.
- Comparar que diferencias existe en el grado de microfiltración marginal de piezas dentarias restauradas con las resinas Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG con aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% in vitro.

### **1.5. Justificación e importancia de la investigación**

**Originalidad:** el presente trabajo de investigación es original, porque existen publicaciones que centran sus estudios en los efectos preoperatorios de los geles aclaradores sobre la adhesión de las resinas compuestas a la estructura dental, sin embargo, no hay estudios que traten el efecto de los geles aclaradores sobre restauraciones previas con tres tipos de resinas compuestas.

**Relevancia teórica:** porque con los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se busca verificar el efecto del peróxido de hidrógeno sobre el sellado marginal en tres tipos de resinas compuestas, aportando información teórica y beneficios tanto para el profesional como para los pacientes. Al saber, si existen diferencias de microfiltración marginal en las tres marcas de resinas más utilizadas en nuestro medio, nos permitirá escoger el procedimiento más adecuado en las restauraciones, posterior al aclaramiento dental.

**Relevancia metodológica:** porque el presente trabajo de investigación sirve de precedente para posteriores estudios a realizarse.

**Relevancia práctica:** la relevancia práctica de la investigación radica en que mediante este estudio se aborda un tema con mucha demanda en la especialidad de odontología restauradora y estética, y además porque contribuye de manera práctica en el procedimiento que podría ser el punto de partida para realizar diferentes estudios sobre otros efectos ocasionados por estos tratamientos.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

- Una de las limitaciones fue la obtención de las piezas dentarias de bovinos en gran número, para la realización del proyecto.
- Otra de las limitaciones fue la escasa bibliografía local referente al tema de investigación.
- Otra limitación fue el acceso a los laboratorios, para la realización del proyecto de investigación, para lo cual tendremos que adecuarnos a los horarios disponibles para la ejecución.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Juna C. (2017).** Estudio in vitro de la influencia del tiempo post blanqueamiento realizado con peróxido de carbamida al 22% sobre la adhesión de una resina compuesta al esmalte dental en dientes premolares. Quito - Ecuador.

El presente estudio in vitro tuvo como **objetivo**, evaluar la fuerza de adhesión de resinas compuestas, con relación al tiempo en el esmalte dental posterior al aclaramiento dental. La **metodología** utilizada en el estudio es experimental, cuantitativo fue tipo descriptivo, por describir el fenómeno estudiado, y correlacional pues establecerá si existe o no asociación entre el tiempo de post aclaramiento y la adhesión de una resina compuesta al esmalte dental en premolares; los **materiales** que se utilizaron fueron peróxido de carbamida al 22%, para lo cual se trabajó con una muestra de 60 piezas dentales y divididos en 6 grupos: Grupo control: sin aclaramiento y a los demás grupos se aplicó el agente aclarador para después aplicar la técnica adhesiva: Grupo 1 (inmediato), Grupo 2 (a las 24 horas), Grupo 3 (7 días), Grupo 4 (14 días) y Grupo 5 (28 días), después fueron sometidos a pruebas de tracción y como **resultado**, se obtuvo que el peróxido de carbamida disminuye significativamente la fuerza adhesiva, recuperándose con el transcurso del tiempo. Donde las pruebas realizadas muestran que el grupo control presenta valores de 152,78 Mpa y el grupo 5 (28 días de espera) tiene valores de 127,32 Mpa respectivamente, por lo que se

**concluye**, que el éxito para una buena adhesión entre una resina y un diente posterior al aclaramiento dental está en función del tiempo.<sup>17</sup>

**Moreano L. (2017).** Fuerzas de adhesión en esmalte, post clareamiento dental con peróxido de hidrogeno al 40% y peróxido de carbamida al 20%, en intervalos de tiempo de 1, 10, y 20 días. Estudio in vitro. Quito – Ecuador.

El **objetivo** del presente estudio fue determinar y comparar las fuerzas de adhesión en el esmalte con peróxido de hidrogeno al 40% y peróxido de carbamida al 20%, post clareamiento dental en intervalos de tiempo de 1, 10, y 20 días. La **metodología** utilizada en el estudio fue de tipo comparativo y longitudinal, los **materiales** que utilizaron fueron 95 incisivos de bovinos repartidos en tres grupos; el primer grupo fue de control y los otros dos grupos fueron experimentales, el grupo G1 o de control consta de 5 incisivos de bovinos, y no fueron sometidos a ningún clareamiento dental. El grupo G2 consta de 45 incisivos de bovinos que reciben clareamiento dental con peróxido de carbamida al 20% durante 5 días; luego a este mismo grupo experimental se dividió en 3 subgrupos de 15 piezas dentales cada uno, para ser analizados a las 24 horas, 10 días, y 20 días post clareamiento dental. El grupo G3 consta de 45 incisivos de bovinos que reciben clareamiento dental con peróxido de hidrogeno al 40%; luego a este mismo grupo experimental se dividió como en el G2, en 3 subgrupos de 15 piezas dentales cada uno, para ser analizados a las 24 horas, 10 días, y 20 días post clareamiento dental. Mediante la prueba de t Student, el test de anova, se obtuvieron los siguientes **resultados**, en el grupo G1 el valor de P fue de 0.59 Mpa en el grupo G2 el valor de P fue de 0.035Mpa y para el grupo G3 un valor P de 0.126Mpa. Con lo

que se **concluyó**, que la fuerza de adhesión en esmalte dental es mayor a los 20 días post clareamiento dental.<sup>18</sup>

**Illicachi D. (2016).** Evaluación de la fuerza de adhesión de resinas compuestas con relación al tiempo, en esmalte dental postblanqueado con peróxido de carbamida al 15%. Estudio in vitro. Quito – Ecuador.

El presente estudio tiene como **objetivo**, evaluar la fuerza de adhesión de resinas compuestas, con relación al tiempo en esmalte dental post aclaramiento dental con peróxido de carbamida al 15%, al aplicar una fuerza de tracción, la **metodología** que se utilizó en el estudio fue de nivel experimental, prospectivo y de corte transversal, los **materiales** que utilizaron fueron 60 premolares divididos en 5 grupos: Grupo C, en el cual no se utilizó aclaramiento previo. Y cuatro grupos restantes a los cuales se les aplicó el agente aclarador para posteriormente aplicar la técnica adhesiva, a cada grupo en diferentes intervalos de tiempo post aclaramiento dental. G1: 24 horas, G2:7 días, G3:14 días y G4:21 días, luego cada grupo fue sometido a pruebas de tracción. Los **resultados** del trabajo demostraron que, el uso de peróxido de carbamida al 15% disminuye significativamente la fuerza adhesiva, pero esta se recupera con el transcurso del tiempo. De tal manera se **concluye**, que el tiempo post aclaramiento dental es un factor determinante en la recuperación de la fuerza adhesiva.<sup>19</sup>

**Cárdenas P. (2015).** Microfiltración post desproteinización y blanqueamiento en piezas restauradas con resina compuesta: estudio in vitro. Quito - Ecuador.

El presente estudio tiene como **objetivo**, determinar el grado de microfiltración en piezas restauradas con resina compuesta sometidas a desproteinización con hipoclorito

de sodio y aclaramiento a base de peróxido de hidrógeno. La **metodología** utilizada en el estudio fue de tipo experimental, comparativo, y analítico-descriptivo ya que analizamos los resultados y los describimos comparándolos con la literatura. Los **materiales** que se emplearon fueron 60 terceros molares humanos completamente sanos, almacenados en suero fisiológico, a los cuales se les realizó una preparación cavitaria clase V en su cara vestibular, para posteriormente restaurarlas con resina compuesta, los dientes fueron divididos de manera aleatoria en tres grupos de 20 piezas cada uno. El grupo A o grupo control que no fue tratado, el grupo B fue tratado con una mezcla de hipoclorito de sodio al 5.25% y piedra pómez durante un minuto, para luego aplicar peróxido de hidrógeno al 35% en tres aplicaciones de 15 minutos cada una y el grupo C: tratado únicamente con peróxido de hidrogeno al 35% aplicado de la misma manera que en el segundo grupo. Luego los grupos fueron sometidos a un proceso de termociclado en una solución acuosa de azul de metileno, tras lo cual se procedió al corte y análisis bajo observación en el estereoscopio, para asignar valores de microfiltración según el grado de penetración de la tinción en la interface diente – restauración. Como **resultado** del estudio, mediante la prueba de Tukey, se puso en evidencia que los dos grupos (A-B) son similares, y mayores que los resultados del grupo de control con (37,784%). **Concluyendo** que el peróxido de hidrógeno al 35% como agente aclarador provoca un aumento significativo de la microfiltración en piezas restauradas con resina compuesta, y descartamos que la aplicación previa de hipoclorito de sodio produzca una diferencia importante en este aumento.<sup>20</sup>

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

**Rodríguez K. (2018).** Microfiltración marginal in vitro de restauraciones clase v con resina compuesta en dientes clareados con peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de carbamida al 20 %, a los 15 y 30 días” Trujillo - Perú.

El presente estudio tuvo como **objetivo**, comparar la microfiltración marginal in vitro de restauraciones clase V con resina compuesta en dientes clareados con peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de carbamida al 20 %, a los 15 y 30 días. La **metodología** de estudio fue de tipo prospectivo, longitudinal, comparativo y experimental, los **materiales** que se utilizaron constaron de 40 premolares, los que fueron sometidos a aclaramiento dental en las caras vestibular y lingual. Se formaron dos grupos de 20 dientes para cada tipo de agente aclarador: Grupo 1: Peróxido de Hidrógeno al 35% y Grupo 2: Peróxido de Carbamida al 20%, que a su vez se dividieron de acuerdo al tiempo de espera para la restauración: 15 y 30 días. Para medir la microfiltración se utilizó el método del colorante con tinta china y luego los especímenes seccionados en sentido vestibulo lingual fueron sujetos a observación en el estereoscópico. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de comparación de independencia de criterios con un nivel de significancia de 0.05. Como **resultado** del estudio se encontró que las restauraciones de los dientes sometidos al peróxido de hidrógeno presentan un grado de microfiltración estadísticamente diferente entre ambos tiempos, 15 y 30 días ( $p=0.015$ ); sin embargo, lo dientes que se sometieron al peróxido de carbamida no presentaron diferencias significativas ( $p=0.05$ ). **Concluyendo** que a los 15 días el peróxido de hidrógeno presentó mayor porcentaje en el grado 2 (45%), a diferencia del peróxido de carbamida que presentó mayor porcentaje en el grado 0 (55%),

encontrando diferencias significativas entre los aclaradores ( $p=0.021$ ), caso contrario a los 30 días, donde no se encontró diferencias significativas entre éstos ( $p=0.546$ ).<sup>21</sup>

**Valencia A. (2017).** Efecto del peróxido de hidrógeno al 35% según el tiempo post aclaramiento dental, en la microfiltración marginal de resinas compuestas adheridas a esmalte en dientes bovinos. Arequipa – Perú.

El **objetivo** de la presente investigación es determinar el efecto del peróxido de hidrógeno según el tiempo post aclaramiento dental en la microfiltración marginal de una resina compuesta adherida al esmalte dental de dientes bovinos. La **metodología** de la investigación consta de un análisis comparativo, donde los **materiales** fueron 38 muestras de dientes de bovino divididos en 2 grupos conformados, también en cada diente se comparó la mitad de la cara vestibular derecha experimental (con aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 35%) con la mitad de la cara vestibular izquierda de control (sin aplicación del aclarador). En el grupo 1 se aplicó peróxido de hidrógeno al 35% en la mitad derecha experimental de las superficies vestibulares, transcurridos 7 días se hicieron las restauraciones clase V con resina compuesta tanto en la mitad experimental como en la de control. En el grupo 2 también se sometió al aclaramiento y se esperó 14 días para la colocación de las resinas compuestas. En estos grupos de estudio se utilizaron los mismos materiales y se usaron los mismos protocolos para la colocación de resina compuesta. Luego estos grupos fueron sometidos a un termociclado con azul de metileno al 1%, posteriormente se hicieron cortes perpendiculares al eje mayor y fueron observados en un estereoscópico óptico con cuadrícula milimetrada. Se comprobó como **resultado** del estudio, que el peróxido de hidrógeno afecta negativamente el sellado de las restauraciones con resina compuesta

provocando un aumento en el grado de microfiltración de éstas; y de mayor tiempo de espera para la colocación de una resina compuesta post aclaramiento, para que la resistencia de unión entre diente y resina sea mayor. Y por lo tanto se **concluyó** que el peróxido de hidrógeno al 35% afecta negativamente el sellado marginal de las restauraciones con resina compuesta evidenciándose un aumento en el grado de microfiltración de éstas.<sup>22</sup>

**Anaya E, Cusma F. (2016).** Efecto in vitro del peróxido de hidrógeno al 35% sobre el sellado marginal de restauraciones de resina compuesta de nanopartículas. Chiclayo – Perú.

El **objetivo** del presente estudio fue evaluar el efecto in vitro del peróxido de hidrógeno al 35% sobre el sellado marginal de restauraciones con resina compuesta de nanopartículas, la **metodología** utilizada en el estudio fue experimental, prospectivo y de corte transversal, los **materiales** que se utilizaron fueron 146 premolares humanos los cuales fueron extraídos debido a un tratamiento ortodóntico. En estos se realizó una cavidad clase V en la cara vestibular y posteriormente fueron restauradas con resina compuesta de nanopartículas. Se asignó aleatoriamente 73 unidades de estudio a cada grupo. El primer grupo fue el grupo control al que no se le aplicó el peróxido de hidrogeno al 35 %. El segundo grupo fue el grupo experimental al cual se le realizó 4 aplicaciones, de 8 minutos cada una, de peróxido de hidrógeno al 35%, en la cara vestibular de todos los premolares restaurados. Luego todas las piezas dentarias fueron sometidas en una solución acuosa de azul de metileno al 1% como indicador de microfiltración tras lo cual se procedió al corte transversal y análisis bajo microscopio electrónico, con un aumento de 10x para posteriormente asignar valores de

microfiltración según el grado de penetración de la tinción en la interface diente-restauración. Dando como **resultado**, mediante la prueba Z, que existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de microfiltración entre el grupo con tratamiento aclarador y el grupo sin tratamiento aclarador. Dando como **conclusión**, que el peróxido de hidrógeno al 35% afecta negativamente el sellado de las restauraciones de resina compuesta.<sup>23</sup>

**Sifuentes A, (2015).** Efecto de dos agentes blanqueadores sobre la microdureza superficial del esmalte, in vitro. Trujillo – Perú.

El **objetivo** del presente estudio fue determinar el efecto de dos agentes aclaradores sobre la microdureza superficial del esmalte. Se emplearon dos agentes aclaradores; el peróxido de hidrógeno al 35% y el peróxido de carbamida al 35%, la **metodología** utilizada en el estudio fue prospectiva por el periodo en que se capta la información, transversal según la evolución del fenómeno estudiado; comparativo según la comparación de poblaciones y experimental según la interferencia del investigador en el estudio, los **materiales** que se utilizaron fueron de 25 dientes de bovinos los cuales se seccionaron en sentido longitudinal obteniendo 3 fragmentos; uno para control y los otros dos para cada agente aclarador. Se obtuvieron como **resultados** que los agentes aclaradores disminuyen significativamente la microdureza superficial del esmalte, con  $p=0.000$  para ambos agentes. Dando como **conclusión**, que el peróxido de hidrógeno 35% presentó mayor disminución significativa de la microdureza superficial de esmalte dental bovino en comparación con el peróxido de carbamida 35% .<sup>24</sup>

## **2.2. Bases teóricas y científicas**

### **2.2.1 Aclaramiento Dental**

Es un proceso de decoloración que puede ocurrir en solución o sobre una superficie. Esta decoloración o aclaramiento, puede suceder por la destrucción de uno o más de los dobles enlaces en las cadenas conjugadas cromógenas, mediante la escisión de estas cadenas, o por la oxidación de otras fracciones químicas en la cadena conjugada.<sup>25</sup>

Este tratamiento se puede realizar tanto en dientes vitales como en dientes no vitales y se basa en la aplicación de agentes químicos, mediante una reacción de oxidación que remueven pigmentos orgánicos de los dientes.<sup>26</sup>

### **Repaso Histórico**

Los primeros informes sobre aclaramiento dental datan de principios del siglo XIX. En 1877 Chapplein, utilizó ácido oxálico con resultados poco satisfactorias y luego cambio este compuesto por dióxido de hidrógeno, cloro y luz ultravioleta, pero no informo sobre casos clínicos favorables.

En 1895 Westlake, describió el uso de peróxido de hidrógeno, éter y corriente eléctrica obteniendo éxitos en sus tratamientos. Abbott (1918) utilizó peróxido de hidrógeno diluido en agua junto con calor y llegó a conclusiones diversas.

Kane (1926) empleo ácido clorhídrico y calor para realizar tratamientos semipermanentes. Aprile (1965) trató manchas externas con complejos de hipocloritos estabilizados, ácido tartárico y peróxido de hidrógeno, obteniendo buenos resultados clínicos.

Zack y Cohen (1965) utilizaron fuentes calóricas de 5 a 30 segundos, sin obtener éxito en los resultados. Parkins y Cohen unieron en sus tratamientos el uso de peróxido de

hidrógeno con calor y comunicaron que el 70% de casos tratados obtuvieron resultados satisfactorios.

Robertsson y Melfi (1980) estudiaron la técnica de Parkins y Cohen, observaron que algunos pacientes presentaban irritación pulpar durante el tratamiento. Haywood y Heymann (1989), descubrieron una investigación de aclaramiento dental a base de peróxido de carbamida, obteniendo resultados favorables por el cual en 1990 realizaron un estudio in vitro que les permitió llegar a la conclusión de que este compuesto no alteraba la superficie ni la estructura del esmalte.<sup>27</sup>

### **Alteraciones Cromáticas**

Gracias a investigaciones, se han comprendido los mecanismos químicos, por los cuales se llega a determinadas coloraciones y así poder hacer una clasificación más simple. Ellas se clasifican en:<sup>28</sup>

- Coloraciones Extrínsecas
- Coloraciones Intrínsecas<sup>29</sup>

#### **a. Coloraciones Extrínsecas**

Se deben a sustancias que depositan o descansan sobre las estructuras de diente, lo que se llama película adquirida, fenómeno en el que desempeña un papel fundamental las fuerzas de atracción. Estas fuerzas de atracción química, hacen que los cromógenos (sustancias con color) y los precromógenos (sustancias incoloras) se acerquen a la superficie dentaria y se adhieran a ella.<sup>29</sup>

Este cambio de color se observa mayormente en personas adultas con mala higiene bucal. Las manchas marrones, que son de origen bacteriano suelen localizarse en

superficies en las que la película dental es gruesa (caras proximales, bordes supragingivales, superficies irregulares, abrasiones, caries y raíces expuestas).<sup>27</sup>

Etiología.

Uno de los procesos vinculados a los cambios de color dental se relaciona con las sustancias producidas por bacterias cromógenas adheridas a la superficie dentaria. Estas manchas tienen un color que varía de amarillo al anaranjado y de verde al negro, y de acuerdo con las condiciones ecológicas específicas de la flora bucal tienden a reaparecer después de ser eliminadas.

El segundo mecanismo consiste en la retención de alimentos de alto contenido cromático porpio de la dieta. Este mecanismo generalmente produce manchas temporarias.

El tercer mecanismo se relaciona con la formación de pigmentaciones causadas por conversiones químicas de componentes de la película adherida. Este grupo de coloraciones, que son formas de manchas marrones, se ve con frecuencia en los adultos. Su etiología no se conoce con certeza, pero se han propuesto distintas posibilidades basadas en los conocimientos de la película adquirida.<sup>27</sup>

#### **b. Coloraciones Intrínsecas**

Son aquellas producidas por sustancias cromógenas en el interior de las estructuras dentarias. Se clasifican en pre-eruptivas y post eruptivas.<sup>33 28</sup>

Las coloraciones pre eruptivas (amelogénesis imperfecta, dentinogénesis imperfecta, Hipoplasia del esmalte, eritoblastosis fetal, hiperbilirrubina eritropoyética) se producen en el momento de la ontogénesis, mientras que los cambios de color en la etapa post eruptiva (fluorosis dental, tetraciclinas, pérdida del esmalte, necrosis pulpar

y edad) tienen lugar en el momento de la mineralización de las piezas dentarias y afecta especialmente a las piezas dentarias permanentes.

El trastorno en general, es de color, pero muchas veces también se ve afectado la estructura dental como el esmalte y la dentina en su forma o aspecto. Otras alteraciones comunes post eruptivas en el cambio de coloración en los dientes se deben por necrosis pulpar, por materiales endodónticos dejados en la cámara pulpar y la coloración oscura propia de la edad.<sup>28</sup>

Estos tipos de pigmentaciones son las que afectan a la estructura dental pudiendo estar localizadas en el esmalte o en la dentina, y tienen un origen tanto en la fase pre como post eruptiva. Describiremos las más frecuentes: medicación sistemática (tetraciclina y minociclina) e ingesta excesiva de flúor.<sup>30</sup>

### **Tetraciclinas**

Este tipo de manchas pre eruptivas se da como resultado de la ingesta de este antibiótico en el periodo de formación interósea de los dientes, vale decir del segundo trimestre del embarazo a los ocho años de vida. Lo que ocurre es que la tetraciclina llega por la vía sanguínea al germen dentario. Allí reacciona con el calcio (quelación) y se incorpora a la hidroxiapatita (molécula al frente de la mineralización) para formar orto-fosfato-tetraciclina. Esta molécula al estar en contacto con la luz se oxida y forma 4 $\alpha$ , 12 $\alpha$ , anhidro 4 oxo-dimetil amino tetraciclina, responsable de la mancha dental.<sup>30</sup>

Estas manchas se pueden clasificar en 4 grados de afección:

Grado I: Manchas de color amarillo, gris o café claro sobretodo localizado sobre los bordes incisales.

Grado II: Manchas de color amarillo profundo a gris, en este estadio todavía no se observan bandas.

Grado III: Presencia de bandas bien marcadas de color azulado a gris oscuro.

Grado IV: Se caracteriza por manchas oscuras bien marcadas.

Para este tipo de lesiones, el aclaramiento esta indicado sobre todo en las lesiones grado I y II, pero también pueden ser utilizados en las lesiones grado III y IV, para luego combinarse para otro tipo de tratamiento restaurativo como carillas, las cuales podrán tener un menor grosor y mejor estética. En situaciones extremas se realizarán coronas totales.<sup>29</sup>

### **Minociclina**

Este tipo de medicamento esta siendo utilizado por los dermatólogos en el tratamiento de pacientes adolescentes y adultos jóvenes que sufren del acné. La minociclina se absorbe en el tracto gastro-intestinal, donde se une al hierro formando complejos insolubles, los cuales se liberan a nivel del fluido crevicular que hace que se pigmente el tercio cervical dental, pudiendo llegar a pigmentar hasta el tercio medio en los casos más severos.<sup>30</sup>

### **Flúor**

La ingesta diaria de Flúor por encima de 1ppm durante el periodo de formación y calcificación del esmalte, interfiere con la formación y maduración de este, generando diferentes trastornos en la formación del tejido. Estos trastornos van desde cambio de color hasta la formación anómala de la estructura. Existen lesiones de tipo hipoplasias o de tipo hipomineralizante. En lesiones simples ocasionalmente por flúor, el aclaramiento dental puede ayudar. En otras situaciones nos vemos obligados a utilizar la micro abrasión y en otras condiciones acudiremos a restauraciones de operatoria dental y/o prótesis.<sup>27</sup>

## Clasificación

- Fluorosis leve: las piezas dentarias presentan pequeñas estrías, con manchas blancas superficiales.
- Fluorosis moderada: el color blanco es más opaco, con manchas ocreas.
- Fluorosis grave: existen manchas blancas profundas, manchas ocreas y defectos estructurales que varían desde puntos hasta facetas en la estructura adamantina, que por lo general llegan al tejido dentinario.<sup>27</sup>

## Factores congénitos

### **Bilirrubinemia**

Esta patología, aunque rara, se reconoce por su color inusual. Se produce en niños que han sufrido ictericia severa y se caracteriza por dientes de color azul-verdoso o marrón debida a la mancha postnatal en la dentina por la bilirrubina y la biliverdina.<sup>29</sup>

### **Eritoblastosis fetal**

Este trastorno, que también se denomina enfermedad hemolítica, se debe a la incompatibilidad entre los eritrocitos RH (+) negativos de la madre y los RH (-) positivos del feto. Los anticuerpos maternos destruyen a los eritrocitos fetales y aumentan la concentración de pigmentos hemáticos que circulan en la corriente sanguínea del hijo.

En la primera dentición hay una evidente alteración del color de los dientes, que son de un tono negro-azulado, azul-verdoso o marrón.<sup>29</sup>

### **Porfiria**

Aunque es rara esta enfermedad, causa un exceso de producción de pigmentos que penetran en la dentina y dotan a los dientes primarios y permanentes presentes de un color casi violeta.<sup>29</sup>

## **Hipoplasia**

Las deficiencias de vitaminas A, C y D, de calcio y de fósforo pueden ser las causas de una interferencia tanto en la formación de la matriz como en la calcificación del esmalte. Estas alteraciones producen manchas características.<sup>29</sup>

## **Envejecimiento**

Con el paso de los años las piezas dentarias se van calcificando y van incorporando pigmentos en la matriz del esmalte, lo que confiere a la dentición un color amarillo oscuro o amarronado. Este tipo de cambio de color responde de manera satisfactoria al tratamiento de aclaramiento en pocas sesiones.<sup>29</sup>

Con los años los dientes van tomando un color más amarillento debido a dos factores: grado de mineralización y pérdida de agua.<sup>27</sup>

### **c. Condiciones o tratamientos dentales**

#### **Iatrogenia**

Estas anomalías aparecen en piezas dentarias sometidas a tratamientos odontológicos. Los cambios de color por iatrogenia pueden ser provocados por la eliminación incompleta de los restos orgánicos de la cámara pulpar. Otros de los factores pueden ser la incompleta eliminación de los cementos endodónticos de la parte coronaria de la cámara pulpar, que antes contenían elementos con precipitaciones de plata. En la época actual algunos cementos contienen yodoformo, lo que provoca cambios de color hacia tonos amarillentos-anaranjados.<sup>29</sup>

#### **Necrosis pulpar**

En los dientes no vitales la causa más frecuente de oscurecimiento es la necrosis pulpar, la descomposición de los tejidos y la presencia de sangre por ruptura de vasos sanguíneos como resultado de la invasión de eritrocitos y hemólisis del interior de los

túbulos dentales. Esta hemorragia pulpar puede ocurrir tras un trauma, y su característica inicial es una coloración rosada, cuando pierde vitalidad, puede provocar una decoloración grisácea causada por la descomposición de la sangre. El oscurecimiento de los dientes no vitales puede corregirse mediante técnicas de aclaramiento dental. El pronóstico depende del tipo y la causa de la alteración del color para poder establecer el tipo de aclaramiento, la concentración y el tiempo de aplicación del agente aclarador.<sup>31</sup>

### **Agentes aclaradores**

Los agentes aclaradores son el peróxido de hidrógeno al 35% y el de peróxido de carbamida al 10%, 15%, 16%, 20%, 22% o 35%. Estas concentraciones pueden variar de manera no significativa dependiendo de la empresa que los fabrica.<sup>29</sup>

#### **2.2.2. Peróxido de Hidrogeno al 35%**

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), también conocido como agua oxigenada, es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el agua, que por lo general se presenta como un líquido ligeramente más viscoso que esta. Es conocido por ser un poderoso oxidante.<sup>29</sup>

El peróxido de hidrógeno es un agente oxidante y tiene la capacidad de producir varios tipos de radicales libres, que son muy reactivo. El  $O_2$  es el radical libre más fuerte, llamado superóxido. Es un oxidante poderoso disponible en varias concentraciones.

La concentración frecuentemente usada es la solución estabilizada al 35%. Estas soluciones deben ser manejadas con sumo cuidado ya que son altamente inestables, se volatilizan a no ser que estén refrigeradas y /o conservadas en un contenedor oscuro. Además, es un químico cáustico, queman los tejidos orales.<sup>27</sup>

### **Mecanismo de Acción**

El Peróxido de Hidrógeno, por su bajo peso molecular penetra fácilmente la estructura dentaria, es degradado a agua y oxígeno, liberando sus radicales libres perhidróxilo por lapsos de tiempos cortos, los cuales están desemparejados, son muy inestables y altamente oxidantes. La estabilidad la consigue uniéndose a los radicales cromóforos, rompiendo sus uniones y transformándolos en moléculas pequeñas que son expulsados al exterior por difusión (remoción física de la mancha), produciéndose de esta forma el aclaramiento dental.<sup>32</sup>

### **Agente oxidante**

Corresponde al agente aclarador, peróxido de hidrógeno, el cual puede actuar tanto como oxidante, ganando electrones y como reductor produciendo electrones; debido que presenta un carácter anfótero gracias a su grupo O<sub>2</sub>. Sin embargo, en el proceso del aclaramiento su acción es oxidante, al tener radicales libres con electrones no pareados correspondientes al oxígeno, los cuales comparte produciéndose su reducción.

El peróxido de hidrógeno corresponde a un compuesto sumamente inestable, presenta un peso molecular de 30gr/mol, siendo relativamente bajo, por lo que se difunde libremente a través del esmalte y la dentina, liberando radicales libres de oxígeno que atacarán las sustancias coloreadas, es decir al agente reductor.<sup>29</sup>

### **Agente reductor**

Corresponde a la sustancia a aclarar, a compuestos con anillos de carbono altamente pigmentados, los que son abiertos y transformados en compuestos de carbono con ligación doble usualmente pigmentados de amarillo, los que al continuar el proceso son convertidos en grupos hidróxilos (tipo alcohol) que son generalmente incoloros.

Por lo tanto, dependiendo de la coloración de los dientes el aclaramiento puede comenzar oxidando compuestos con anillos altamente pigmentados o bien compuestos con cadenas de ligación doble, obteniéndose entonces el efecto aclarador por la formación de compuestos incoloros y posteriormente una prolongación del proceso por el efecto residual y el efecto especular del oxígeno atrapado en la estructura dentaria.<sup>33</sup>

Podemos describir la química del aclaramiento dental, como un redox, en la cual el ingrediente activo del gel, el  $H_2O_2$ , se encuentra inestable por lo que óxidos entran en el esmalte y dentina, aclaran las sustancias coloreadas, las cuales se abren más rápidamente a mayor concentración del ingrediente activo. Al aclarar se alcanza un punto en que sólo estructuras descoloridas están presentes, este es el punto de saturación, hasta este punto la estructura del diente no cambia, solo altera su color. El proceso es sumamente lento en esta fase, pero si continúa empieza a abrir los enlaces de carbono de proteínas, incluyendo a aquellas de la matriz del esmalte, y otros compuestas con carbono. Los componentes con los grupos hidróxilos (normalmente descoloridos) son rotos en partes más pequeñas. Existe una rápida pérdida de esmalte, siendo este convertido en anhídrido carbónico y agua, con la consiguiente pérdida de tejido dentario. Por lo tanto, es crítico detener el proceso antes del punto de saturación sino la pérdida de material generará un diente quebradizo y de porosidad aumentada. Es importante resaltar también que existe un fenómeno óptico en el cual el diente oscuro absorbe una mayor cantidad de luz por la presencia de cadenas moleculares largas y complejas en el interior de la estructura dental. La acción del oxígeno es exactamente sobre estas moléculas, transformándolas en moléculas pequeñas y simples.<sup>27</sup> Así, el diente refleja la luz generando una percepción óptica de una

superficie más clara, es decir los dientes se ven más blancos. El peróxido de hidrógeno es capaz de formar diferentes tipos de oxígeno activo, dependiendo de la temperatura, pH, luz y presencia de catalizadores. Una elevación de 10°C en la temperatura ambiental dobla la velocidad de reacción y el proceso de blanqueamiento. El calor actúa como catalizador en la descomposición del agente blanqueador a productos oxidantes y aporta energía a la solución blanqueadora, haciendo más fácil su difusión de expansión a la estructura dentaria. Debido a su naturaleza química inestable, los agentes blanqueadores tienen una vida media corta. Para asegurar un efecto máximo deben usarse productos frescos. Deben almacenarse a temperatura baja y preferiblemente en contenedores que no permitan pasar la luz.<sup>30</sup>

### **2.2.3. Resinas Compuestas**

Surgen en la década del 60 y su empleo se ha ido incrementando hasta convertirse en el material más usado en restauraciones estéticas directas hoy en día. Se basaron en las resinas acrílicas; las que consistían en una mezcla de finos granos de polvo (prepolímero), más un líquido (que contenía monómero de metacrilato de metilo, un agente de cadenas cruzadas y activador). A las que posteriormente se les agregó un relleno (éste aumentaba su resistencia y disminuía los cambios dimensionales).

R. L. Bowen, en la década de 1960, sintetizó un nuevo monómero, derivado de la combinación de una molécula epóxica (bisfenol A) con un glicidildimetacrilato. La molécula resultante fue nombrada BisGMA y poseía un mayor peso molecular que los monómeros de las resinas acrílicas.<sup>30</sup> A esta molécula, se le agregaron partículas de relleno inorgánico, las que fueron tratadas superficialmente con un vinil silano, con el fin de permitir una buena unión entre las partes.<sup>34</sup>

De esta forma se lograba controlar las propiedades no deseables de las resinas acrílicas: minimizar el alto coeficiente de expansión térmica, disminuir la contracción de polimerización y aumentar la baja resistencia mecánica, además de disminuir el posible daño pulpar. Con la síntesis de esta nueva molécula comienza el auge de las resinas compuestas. Las resinas compuestas se definen como: “una combinación tridimensional de al menos dos materiales químicamente diferentes con una interfase distinta que une los componentes”. Son una mezcla compleja de resinas polimerizable mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos unidas a través de una cubierta de silano (agente de unión o 23 acoplamiento) dispuesto sobre las partículas de relleno. Otros aditivos se incluyen en la formulación para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica.<sup>27</sup>

Composición de las resinas compuestas:

### **Fase orgánica o Matriz**

Compuesta por monómeros más un sistema iniciador (polimerización por radicales libres) y estabilizadores (maximizan la estabilidad de almacenamiento de la resina no polimerizada y la estabilidad química de la resina polimerizada). El monómero base más utilizada durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol-AGlicidil Metacrilato). Este comparado con el metil metacrilato tiene un mayor peso molecular presentando ventajas tales como: su contracción de polimerización es menor, posee menor volatilidad y menor difusión en los tejidos. Pero, su alto peso molecular lo hace presentar desventajas ya que aumenta su viscosidad, lo hace más pegajoso, menos manipulable y su grado de conversión de polimerización es bajo. Es por esto que a las formulaciones actuales se les han añadido monómeros de bajo peso molecular como metacrilato de metilo (MMA), dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGMA) y

etilenglicol dimetacrilato (EDMA). Al bajar la viscosidad de la mezcla monomérica se puede incorporar más relleno dentro de ella. Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, tiene dos grupos hidróxilos los cuales promueven la adsorción de agua. Un exceso de adsorción acuosa en la resina tiene efectos negativos en sus propiedades y promueve una posible degradación hidrolítica. Actualmente se ha utilizado un monómero menos viscoso: Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieter dimetacrilato). Bis-EMA6 posee mayor peso molecular y tiene menos uniones dobles por unidades de peso, en consecuencia, produce una reducción de la contracción de polimerización, confiere una matriz más estable y también mayor hidrofobicidad, lo que disminuye su sensibilidad y alteración por la humedad.<sup>28</sup>

### **Relleno inorgánico**

Partículas inorgánicas que se agregan en forma dispersa a la matriz resinosa, cuyo objetivo es mejorar las propiedades físicas y mecánicas. Esta fase refuerza al material mejorando su resistencia, manipulación, otorgándole radiopacidad, aminorando los cambios dimensionales térmicos y la contracción de polimerización. Los materiales más utilizados para formar estas partículas de relleno son el vidrio de bario y el cuarzo. Se obtienen a través de pulverización, trituración y molido de diferentes tamaños. Las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (Silano). Se utilizan también partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (macropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal). Cabe destacar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejor serán las propiedades de la resina, pues reduce la contracción de polimerización y por consiguiente menor será la filtración marginal,

argumento en el que se basa el surgimiento de las resinas condensables. Sin embargo, esto conlleva desventajas importantes porque aumenta la tensión o estrés de contracción de polimerización, es decir, la relación entre la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez) y la cantidad de paredes o superficies dentarias a restaurar (Factor C de configuración cavitaria). Es así como a mayor incorporación de relleno, las resinas se contraen menos, pero causando mayor estrés de contracción en las paredes de la cavidad lo que conlleva a mayor filtración.<sup>27</sup>

### **Agente de acoplamiento**

Durante el desarrollo inicial de las resinas compuestas, Bowen demostró que las propiedades óptimas del material, dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. Esto se logró al cubrir el sustrato inorgánico con un agente de acoplamiento que actúa como elemento de unión química a la matriz orgánica otorgando cohesión al material. Los agentes de acoplamiento más utilizados son los compuestos orgánicos silanos, los que tienen grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro siendo así moléculas con doble polaridad (bi-funcionales), ya que pueden reaccionar mediante enlaces de tipo covalente con la superficie orgánica y por enlaces iónicos a la superficie inorgánica, uniendo así químicamente el relleno reforzado a la matriz resinosa. El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el  $\gamma$  metacriloxipropiltrimetoxi-silano (MPS), siendo una molécula bipolar que se une a las partículas de relleno cuando son hidrolizados a través de puentes de hidrógeno, además posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina/partícula de relleno. El silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta al establecer una transferencia de tensiones de la

fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). También previene la penetración de agua en la interfase de ambas partes, pues promueve una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina. Han sido probados otros agentes tales como el 4-META, varios titanios y zirconios, pero ninguno de estos agentes demostró ser superior al MPS.<sup>28</sup>

### **Clasificación de las resinas compuestas**

A lo largo de los años las resinas compuestas se han clasificado de distintas formas con el fin de facilitar al odontólogo su identificación y posterior uso terapéutico. Una clasificación aún válida es la propuesta por Lutz y Phillips, esta clasificación divide las resinas basadas en el tamaño y distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macro relleno (partículas de 0,1 a 100  $\mu$ m), micro relleno (partículas de 0,04  $\mu$ m) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños).<sup>32</sup>

#### a) Resinas compuestas de macro relleno o convencionales

Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50  $\mu$ m. Este tipo de resinas fue muy utilizado pero sus desventajas justifican su desuso. Su desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial de matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno las cuales son más resistentes. Además, la rugosidad influye en el poco brillo superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación.<sup>35</sup>

#### b) Resinas compuestas de micro relleno:

Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05  $\mu$ m. Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto nivel de pulido y brillo superficial, confiriendo a este tipo de resina un alta estética en

restauración. Entre tanto, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de porción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad.<sup>32</sup>

#### c) Resinas compuestas híbridas

Las combinaciones de diferentes tamaños de partículas dieron origen a las resinas “híbridas” y a las microhíbridas. Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1 mm, incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 mm. Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la odontología. Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de Polimerización, baja porción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.<sup>35</sup>

#### d) Resinas compuestas microhíbridas:

Estas resinas compuestas son una mejora de las resinas compuestas híbridas ya que combinan las características físicas de una resina compuesta híbrida y las características estéticas de las resinas compuestas de micro relleno. El relleno inorgánico de estas resinas está compuesto por partículas cuyo tamaño de grano oscila entre 0,04 y 3 µm. El tamaño promedio de las partículas de relleno oscila entre 0,4 y

0,9  $\mu\text{m}$  dependiendo de la marca y además contiene partículas de micro relleno ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{YbF}_3$ ) cuyo tamaño promedio de grano oscila entre 0,04 y 0,05  $\mu\text{m}$ . Tienen un 65% de relleno en volumen. Estas resinas compuestas son un intento por incorporar una mayor cantidad de relleno inorgánico, lo cual permite mejorar algunas propiedades de las resinas compuestas.<sup>35</sup>

#### e) Resinas compuestas de nano relleno

El tamaño de las partículas de carga de este material es de 5 - 75 nm, o sea, diez veces inferior al tamaño de las partículas, permite la inclusión de un porcentaje de carga semejante al de las resinas microhíbridas (60 - 66% en volumen). En estas resinas de nanorrelleno, se suma las ventajas de las resinas microparticuladas, tales como el excelente pulido y brillo, así como las propiedades mecánicas de las resinas microhíbridas. Esto amplía el rango de aplicaciones de estas resinas, que pueden ser utilizadas tanto en dientes anteriores como en anteriores.<sup>35</sup>

### **Clasificación de las resinas según su viscosidad** <sup>36</sup>

#### a) Resinas compuestas convencionales

Corresponden a un grupo de resinas compuestas que poseen una viscosidad intermedia. Esta característica está dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, la que corresponde a un 72% - 82% en peso, y a un 60% - 68% en volumen. Tienen un bajo índice de desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga.<sup>28</sup>

#### b) Resinas compuestas condensables

Corresponden a aquellos composites con una estructura similar a la de cualquier resina, donde la porción inorgánica o de relleno constituye el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en volumen. Poseen una malla polimérica rígida (fibras cerámicas porosas silanizadas conectadas entre sí que permiten el infiltrado de la matriz orgánica entre

ellas), lo que brinda una viscosidad similar a la de la amalgama. Debido a su alto contenido de relleno, se hace necesario condensar el material para lograr su adaptación a la cavidad a restaurar. Son altamente resistentes al desgaste y a la fatiga, con un alto módulo de elasticidad que las hace comportarse como resinas rígidas.<sup>37, 38</sup>

#### c) Resinas compuestas fluidas

Son resinas compuestas de baja viscosidad, más fluidas que la resina compuesta convencional. Para poder alcanzar esta característica, se disminuyó el porcentaje de relleno inorgánico y se eliminó de su composición algunas sustancias, con lo cual mejora su manipulación. La cantidad de relleno que poseen es de 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen. Esto les confiere un bajo módulo de elasticidad y una gran flexibilidad. Son de fácil pulido y poseen una baja resistencia al desgaste.<sup>37</sup>

Clasificación de la resina compuesta según su activación.<sup>39, 36</sup>

#### a) Resinas compuestas de Activación química:

En el proceso de activación química, una amina terciaria aromática es quien activa la reacción de polimerización, que al actuar sobre el peróxido de benzoilo, permite la producción de radicales libres que reaccionarán sobre el monómero en el inicio del proceso, a temperatura ambiente.<sup>39</sup>

#### b) Resinas compuestas de Activación física:

##### – Termo polimerización:

Corresponde a la activación por calor o por un alza en la temperatura del material previamente moldeado y por esta razón son utilizadas principalmente como material para la confección de estructuras indirectas.<sup>40</sup>

- Foto polimerización:

Corresponde a los sistemas activados por luz visible. En estos sistemas una luz halógena, de longitud entre los 410 y 500 nm. activa a una  $\alpha$  - dicetona, la canforoquinona que, en presencia de una amina alifática, inicia la reacción de polimerización. En otras palabras, los fotones actúan sobre la canforoquinona que reacciona liberando radicales libres los que a su vez inician el proceso de polimerización del monómero presente.<sup>40</sup>

Las resinas compuestas foto activadas poseen numerosas ventajas en comparación a las resinas compuestas de auto polimerización, entre las cuales se puede mencionar la menor cantidad de monómero residual que se encuentra posterior al proceso de polimerización, un proceso de polimerización más rápido, la capacidad que posee la luz de atravesar las estructuras dentarias, y proporcionar una mayor estabilidad de color.<sup>41</sup>

## **Resinas Compuestas de Estudio**

### **Herculite Précis (Kerr)**

Es una matriz de resina optimizada que funciona en armonía con el relleno patentado de 0.4 micras de Kerr, como se hace evidente en nuestras resinas Point 4™ y Premisa™ y la nanotecnología para crear la resina ideal. Los tres rellenos: relleno pre polimerizado (PPF), nanopartículas (de 20 a 50nm) y relleno híbrido submicrónico (0.4 micras), trabajan juntos para lograr estética y duración sin comparación. La matriz de resina Herculite está optimizada para un manejo cremoso y fácil de esculpir.

#### Características

- Manejo óptimo, no se escurre.
- Súper fácil de colocar.

- Maleabilidad para el pulido de larga duración, mantiene un lustre natural mucho más tiempo después de la restauración inicial.
- Propiedades altas tanto mecánicas y de resistencia al desgaste, duradero.
- Efecto camaleón de alta calidad, excelente armonía en la apariencia gracias al óptimo tamaño de su relleno.

#### Composición

- Relleno pre polimerizado (ppf)

En nuestra PPF patentada se combinan una resina de baja contracción, vidrio de bario y nanopartículas, que lo convierte en un material que tiene el tamaño ideal para incrementar la carga de relleno, de modo que el desprendimiento de partículas o desgaste natural no representa ningún problema.

- Nanorrelleno de sílice (20 – 50nm)
- Relleno de Point 4
- Relleno de vidrio de bario de 0.4 µm tamaño promedio.<sup>42</sup>

#### **Filtek™ Z350 (3m Espe)**

Es una resina activada por luz visible, diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores. Un adhesivo dental, como los que fabrica 3M, se utiliza para unir de manera permanente la restauración con la estructura dental. La resina está disponible en presentación de jeringas, en un amplio rango de tonos para dentina, esmalte, cuerpo y translúcidos.

#### Indicaciones

- El material Restaurador Universal Filtek Z350™ está indicado para utilizarse en los siguientes tipos de restauraciones:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo las superficies oclusales)
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas (incluyendo inlays, onlays y carillas)

#### Propiedades Físicas

- Retención del pulido
- Desgaste de tres cuerpos
- Resistencia a la fractura
- Resistencia a la compresión y resistencia a la flexión
- Resistencia y módulo de flexión
- Contracción volumétrica.<sup>43</sup>

#### **Brilliant™ NG (Coltene)**

Es un composite universal enfocado hacia la simplificación de la técnica de aplicación, alcanzando resultados estéticos de excelencia. Su relleno de partículas pre polimerizadas sumadas a alto contenido de partículas manométricas, generan una óptima consistencia para manipulación y modelado; al mismo tiempo que una sensible reducción de la contracción y superficies de gran pulido fáciles de lograr. Mientras que su Sistema Duo Shade le permite obtener dos tonos de la misma jeringa, simplificando la selección de color. Brilliant NG es indicado tanto para sector anterior, con alto compromiso estético de brillo, pulido y acabado final; como para sector posterior, con extraordinaria resistencia a las fuerzas de masticación y el desgaste.

### Características

- Fácil de modelar, consistencia no pegajosa
- Reducción de la contracción a la polimerización
- Fácil y rápido pulido
- Simpleza en la selección del color
- No sensible a la luz operatoria.

### Propiedades físicas

- Contracción volumétrica 2,2%
- Fuerza de compresión 383 MPa
- Intervalo de tamaño de las partículas 0,02–2,5 $\mu$ m
- Tamaño medio de las partículas de relleno 0,6 $\mu$ m
- Contenido de relleno por peso 80%
- Contenido de relleno por volumen 65%.<sup>44</sup>

### **2.2.4. Grabado Ácido**

#### Definición

El mecanismo fundamental de adhesión de las resinas compuestas a esmalte es de naturaleza micromecánica, debido a que los minerales extraídos durante el acondicionamiento ácido son reemplazados por monómeros que una vez polimerizados generan una traba mecánica. Buonocore, en 1955, introdujo uno de los mayores avances en la odontología, la adhesión mediante la aplicación previa de una solución de ácido fosfórico en agua, para lograr el “grabado ácido” del esmalte, procedimiento que desmineraliza y disuelve selectivamente la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas, creando de esta manera las

microporosidades. Los mejores resultados se han obtenido utilizando ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) en concentraciones entre 32 y 37 %.<sup>45</sup>

#### Indicaciones

- Tiempo de aplicación de 15 segundos por diente.<sup>46</sup>
- Se lava por 30 a 60" y se seca, cuidando que el aire no esté humedecido.<sup>47</sup>

#### Contraindicaciones

- Se ha demostrado que 5 a 10 segundos bastan para producir una grave irritación pulpar cuando el ácido entra en contacto con la dentina.<sup>47</sup>

#### Efecto en el esmalte

Cuando el esmalte es acondicionado con esta sustancia ácida se produce una reacción ácido-base que desmineraliza y produce una pérdida irreversible de tejido superficial ( $\pm 10\mu$  de profundidad), con formación de sales solubles de fosfato de calcio. Dichas sales luego son eliminadas mediante el procedimiento de lavado, quedando una superficie de elevada energía superficial. Si quedaran restos de ácido en la superficie adamantina, éstos pueden seguir actuando y generar un patrón de grabado no favorable.<sup>48</sup>

La pérdida de esmalte durante el grabado depende del tipo de ácido empleado, siendo el ácido fosfórico al 37% de uso más común, en cuyo caso la pérdida de esmalte puede diferir ampliamente desde un mínimo de 10 $\mu$ m hasta un máximo de 170 $\mu$ m. El ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) se obtiene mediante la acción del ácido sulfúrico sobre el fosfato de tricálcio.<sup>46</sup>

Los objetivos del acondicionamiento ácido del esmalte son: limpiar la superficie, crear microporosidades por la disolución selectiva de los cristales de hidroxiapatita, y aumentar la superficie de adhesión y facilitar que el esmalte exprese su elevada energía

libre superficial. Para el acondicionamiento se utiliza ácido fosfórico en una concentración entre 32 y 40% (pH=0,6), pudiendo presentarse en forma de líquido, jalea o gel (se prefiere este último ya que facilita su colocación controlada en áreas determinadas).<sup>48</sup>

### **2.2.5. Adhesión**

#### Definición

Término proveniente del latín “adhaerere” que significa pegarse a algo, describe la unión entre dos sustancias distintas. En odontología la adhesión comprende la unión entre los materiales dentales y la estructura dental (esmalte-dentina).<sup>49</sup>

#### Sistemas de adhesión

Los utilizados para producir adhesión se pueden clasificar en tres tipos:

a) **Sistemas mecánicos:** Los sistemas de adhesión mecánicos se clasifican en:

##### Sistemas macromecánicos.

Una de las formas habituales de lograr la adhesión de dos superficies, consiste en crear sobre una o ambas superficies para adherir una forma macrorretentiva (hoyos o ranuras) que puede ser excavada o en relieve, ponerla en íntimo contacto y luego utilizar un medio adhesivo que humecte ambas superficies y se endurezca con rapidez.

##### Sistemas micromecánicos.

Si el tamaño de las irregularidades, socavados o relieves se reduce en forma adecuada a valores de centésimas o milésimas de milímetros (micrómetros), se puede lograr un acercamiento mucho más íntimo entre las superficies por adherir y, por ende, una adhesión más durable y satisfactoria.

El mejor ejemplo de adhesión micromecánica lo da el uso de grabado ácido del esmalte y la unión de un composite a su superficie mediante un agente de enlace de alta humectación.<sup>27</sup>

#### b) Sistemas químicos

Cuando los objetos por adherirse llegan a acercarse a valores por nanómetros, poseen suficiente energía superficial y son eléctricamente compatibles. La adhesión química se obtiene mediante el intercambio de electrones o de átomos covalentes, o por fuerzas de Van der Waal.<sup>27</sup>

#### c) Sistemas mixtos

En la práctica diaria en general se utilizan dos o los tres sistemas de adhesión explicados. Debido a que las condiciones sumamente exigentes del medio bucal, a la presencia constante de saliva, a los cambios térmicos frecuentes durante la alimentación, a las fuerzas masticatorias, a los agentes químicos, etc. Para lograr éxitos clínicos duraderos es conveniente combinar los sistemas adhesivos disponibles en la actualidad.<sup>27</sup>

#### Clasificación de los adhesivos

##### Según la estructura a restaurar

En la actualidad los adhesivos se clasifican según la estructura dental a restaurar:

##### Exclusivo para esmalte

GRUPO 1: Ácido previo + adhesivo hidrófobo

Restauraciones mixtas (esmalte y dentina)

GRUPO 2: Ácido previo + primer + adhesivo (2 frascos) o Ácido previo + primer / adhesivo (1 frasco)

GRUPO 3: Autoacondicionante Ácido / primer + adhesivo (2 frascos)

GRUPO 4: Autoacondicionante Ácido/primer/adhesivo (1 frasco)<sup>50</sup>

### **2.2.6. Microfiltración**

#### Definición

La microfiltración ha sido definida como el pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre las paredes de la preparación cavitaria y el material restaurativo.<sup>51</sup>

Es de conocimiento general el efecto que la filtración bacteriana tiene sobre el complejo dentino-pulpar, y su prevención es prioritaria en la odontología restauradora.

Ya en 1861, en un trabajo realizado por Tomes, se examinaban con microscopio los márgenes de las restauraciones de amalgama. Posteriormente se comenzó a experimentar con la filtración de colorantes indicadores en los márgenes de las restauraciones.<sup>52</sup>

Desde estos primeros trabajos, incontables investigadores se han dedicado a demostrar la filtración de los materiales y a mejorar el sellado marginal. Una prueba del éxito en este campo es que se haya generalizado desde hace tiempo el término de “microfiltración”, que se define como el paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material de restauración. Actualmente los métodos de trabajo han llegado a una discriminación tal, que se propone el término de “nanofiltración” para tratar de la filtración en el seno de la capa híbrida, en su capa porosa, basal, sin necesidad de la existencia de un espacio mensurable y continuo entre la restauración y el diente.<sup>52</sup>

## Causas de la Microfiltración

La microfiltración puede verse agravada por los cambios de temperatura que producen expansión térmica de los tejidos dentales y de las resinas compuestas en la boca, debido a los diferentes coeficientes de las resinas compuestas.<sup>53</sup>

Otro problema asociado con la microfiltración en los márgenes de las resinas compuestas es la contracción de polimerización que ocurre cuando los monómeros de la matriz se entrecruzan para formar una malla de polímero la disminución de volumen de la resina compuesta polimerizada y rígida resulta en tensiones internas dentro de la restauración que pueden causar el despegado de la interface, la formación de espacios vacíos, la fractura cohesiva de la resina compuesta o del diente que conllevan a márgenes imperfectos y a la penetración de las bacterias y sus productos.<sup>54</sup>

## Consecuencias

Las consecuencias pueden ser hipersensibilidad debido al fenómeno hidrodinámico, caries recurrente debido a la filtración de bacterias en los márgenes de la restauración, irritación pulpar y pigmentación marginal. Se ha comprobado que varios factores contribuyen a la microfiltración, entre ellos las propiedades físicas de los materiales restauradores y adhesivos, el coeficiente lineal de expansión térmica del material, el estrés oclusal y la contracción de polimerización.<sup>55</sup>

## Métodos de estudio de la microfiltración

Los podemos agrupar de la siguiente manera:

- Aire a presión.
- Estudios bacteriológicos.
- Estudios con radioisótopos.
- Análisis de la activación de neutrones.

- Estudios electroquímicos.
- Microscopio electrónico de barrido.
- Marcadores químicos.
- Estudios de penetración de colorantes

De ellos, unos están en desuso, como los métodos con aire a presión o los estudios electroquímicos, otros por su sofisticación o no están al alcance de casi nadie o no son operativos, como ocurre con los estudios con radioisótopos o los análisis de la activación de neutrones, y los hay también muy poco específicos, como los estudios bacteriológicos. Los estudios de penetración de colorantes son los más utilizados por ser los más disponibles y sencillos.

En síntesis, consisten en la introducción del diente extraído y restaurado en una solución del colorante por un tiempo predeterminado. Las muestras pueden sufrir o no termociclado o ciclado mecánico antes o durante la inmersión en el colorante. Después de un lavado exterior, se secciona la muestra y se observa con determinada magnificación. Así se determina la extensión de la filtración a lo largo de la interface, al resaltarse el colorante en contraste con el color del diente. Para ello, el colorante ha debido ser arrastrado, con su vehículo, a través del espacio de la interface, depositándose en ella y no siendo eliminado en los procesos posteriores (lavado, corte). La elección de los colorantes suele ser arbitraria, sin tener en cuenta el tamaño de las partículas ni sus comportamientos en distintas situaciones. Por ejemplo, el azul de anilina se decolora en un pH alcalino, como es el caso de una base de hidróxido de calcio.

No hay estandarización en las concentraciones y los tiempos utilizados, lo cual hace imposible la comparación de resultados entre distintos trabajos. La velocidad de

penetración de un colorante varía mucho según la concentración a la que se encuentre. La visualización de la microfiltración se hace en cortes generalmente arbitrarios, lo cual por un lado nos da una visión bidimensional de la restauración y de la filtración, y por otro hace que los datos que obtenemos sean parciales ya que no vemos toda la interfase, sino solamente las zonas que coinciden con los cortes. El sistema más utilizado es el de un solo corte central.

No se trabaja en condiciones fisiológicas. El tiempo y las condiciones de almacenaje de los dientes, así como la ausencia de la presión intrapulpal que mantiene el fluido dentinario fisiológico pueden alejar los resultados de la realidad.<sup>48</sup>

### **2.2.7. Dientes Bovinos**

#### Definición

Los bovinos son animales heterodontos, ya que tienen dientes con formas y funciones diferentes. Entre estos presentan: los incisivos con forma plana y un borde cortante situados en el maxilar inferior que, a diferencia de los humanos, no están presentes en el maxilar superior dejando así un espacio sin dientes denominado Barra. No poseen caninos, pero sí molares y premolares, que son voluminosos y tienen una superficie plana para triturar. Además de ser heterodontos, este tipo de animales son difiodontes, ya que tienen dientes deciduos y de adulto, pero incompletos; presentando únicamente los molares en la dentición adulta.<sup>56</sup>

Con las mejoras en los procedimientos odontológicos, en la actualidad se complica acceder a piezas dentales humanas en buen estado; es por ello, que los investigadores han determinado que los dientes bovinos son el sustituto ideal para usarlos en pruebas de laboratorio. “Esto se debe a la facilidad de acceder a los mismos y por tener muy pocas diferencias a nivel macro y microscópico”.<sup>57</sup>

### Descripción Macroscópica

Presentan al igual que los dientes humanos, una corona y una raíz con un estrechamiento entre los dos llamados cuellos; y una pulpa de un tamaño mayor que los dientes de humanos; a su vez están conformados por: esmalte, dentina y cemento; que según estudios realizados por Soto y Col (2000), Puentes y Col (2004) y Nakamishi (1983), no tendrían una diferencia morfológica con los dientes humanos.<sup>56</sup>

El color de estos dientes es similar al de los dientes humanos pero la textura es diferente, ya que presentan estrías en sentido vertical sobre la superficie vestibular.<sup>85 56</sup>

### Descripción Microscópica

Cuando se observan los dientes de bovino mediante microscopía óptica y electrónica, se ve que la dentina de bovino al igual que la de humano está formada principalmente por los túbulos dentinarios. Estos túbulos atraviesan todo su espesor siguiendo un trayecto en S levemente acentuada, desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa. Se reconocen tres tipos de dentina compuestos principalmente por colágeno tipo I y son: la dentina primaria y junto a esta la pre-dentina, la dentina secundaria y la dentina terciaria. A diferencia de los dientes humanos no se encuentra dentina interglobular. Con respecto a la disposición de los túbulos dentinales, en bovinos es más irregular que en humanos.

Por el gran tamaño de los dientes de bovino, el diámetro y la cantidad de los túbulos dentinarios es mayor que el de los dientes humanos, especialmente en la dentina radicular.

Podemos concluir entonces, que los dientes de bovino con respecto a los dientes humanos presentan muchas ventajas para su uso como sustituto de dientes de humanos para la investigación de materiales dentales. Entre estas ventajas encontramos:

- Por ser dientes de mayor tamaño, hacen que su manipulación sea más fácil.
- Su fácil obtención, debido a que a diario se sacrifican cientos de animales de los cuales se pueden obtener sus dientes.
- La ausencia de caries, ya que, por el tipo de dieta, la cantidad de saliva y la cantidad de movimientos efectuados por la lengua hace que su incidencia sea menor que en los humanos.
- Su similitud tanto macroscópica como microscópica con los dientes humanos.<sup>56</sup>

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Microfiltración:** es el paso de iones, moléculas, fluidos y bacterias entre una pared de la cavidad y el material restaurativo.
- **Aclaramiento dental:** es un proceso de decoloración o aclaramiento que puede ocurrir en solución o sobre una superficie.
- **Peróxido de hidrógeno:** también conocido como agua oxigenada, es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el agua, pero que en general se presenta como un líquido ligeramente más viscoso que ésta.
- **Resina compuesta de nanopartículas:** son composites con nanotecnología, incorporados de partículas de escala manométrica a manera de relleno, junto con partículas de tamaño promedio a un micrón.
- **Híbrido:** es producto de elementos de distinta naturaleza

- **Peróxido de carbamida:** se emplea como agente blanqueador; el peróxido de carbamida se descompone en peróxido de hidrógeno y urea considerando que el primero es el ingrediente activo.
- **Adhesión:** término proveniente del latín “adhaerere” que significa pegarse a algo, describe la unión entre dos sustancias distintas.
- **Extrínseco:** que es externo a la naturaleza de una cosa.
- **Intrínseco:** que es inherente a la naturaleza de una cosa.
- **Agente oxidante:** es aquel elemento químico que tiende a captar esos electrones, quedando con un estado de oxidación inferior al que tenía.
- **Agente reductor:** es aquel elemento químico que suministra electrones de su estructura química al medio, aumentando su estado de oxidación.
- **Iatrogenia:** es un daño en la salud, causado o provocado por un acto médico. Se deriva de la palabra iatrogénesis que tiene por significado literal ‘provocado por el médico o sanador.

## **2.4. Formulación de hipótesis:**

### **2.4.1. Hipótesis General**

**H<sub>i</sub>:** El peróxido de hidrógeno al 35 % tiene efecto in vitro sobre la microfiltración marginal de las piezas dentarias restauradas con las tres resinas compuesta (Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG).

**H<sub>0</sub>:** El peróxido de hidrógeno al 35 % no tiene efecto in vitro sobre la microfiltración marginal de las piezas dentarias restauradas con las tres resinas compuestas (Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG).

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable dependiente**

- Microfiltración marginal

### **2.5.2. Variable independiente**

- Agente aclarador (Peróxido de hidrogeno 35%)
- Resinas compuestas

## 2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	CATEGORIZACIÓN	ESCALA
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> MICROFILTRACIÓN MARGINAL	La microfiltración se define como el paso de bacterias clínicamente indetectables, nutrientes, fluidos, moléculas o iones entre paredes de la cavidad.	Evidencia de cambios en la interfase del material/ sustrato	Penetración del colorante en la interfase (mm.)	Nulo: si no ingresa la tinción en la pared examinada. Leve: si el indicador la tinción de manera mínima en la pared examinada. Moderada: si el ingreso de la tinción es menor de la mitad de la pared examinada. Severa: si el ingreso de la tinción sobrepasa la mitad de la pared examinada.	Ordinal politómica
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> AGENTE ACLARADOR	Los agentes clareadores penetran en el diente produciendo radicales libres, que atacan y luego se rompen los lazos cromóforos de cadena larga.	Uso del peróxido de hidrogeno (Whitenes HP maxx FGM)	Porcentaje de Concentración es 35%	Aplicación No Aplicación	Nominal dicotómica
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> RESINA COMPUESTA	Las resinas compuestas tienen dos componentes principales: la matriz orgánica (polimerización) y la carga inorgánica (propiedades físicas).	Elección del material restaurador	Tipo de resina	R1: Herculite Précis R2: Filtek™ Z350 R3: Brilliant™ NG	Nominal politómica

## CAPITULO III

### MARCO METOLÓGICO

#### 3.1. Nivel y tipo de investigación

##### 3.1.1. Nivel de investigación

**Explicativo:** explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudio de causa - efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad. El control estadístico es multivariado a fin de descartar asociaciones aleatorias, causales o espurias entre la variable independiente y dependiente.<sup>58</sup>

##### 3.1.2. Tipo de investigación

###### **Según la intervención del investigador**

**Experimental:** son estudios con intervención, siempre son prospectivo (planeados), longitudinales, analítico (relacionan variables) y de nivel investigativo explicativo (causa-efecto); además de ser controlados.<sup>59</sup>

###### **Según la planificación de toma de datos**

**Prospectivo:** los datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (primarios). Por lo que, posee control de sesgo de medición.<sup>59</sup>

###### **Según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio**

**Transversal:** las variables son medidas en una sola ocasión; se trata de muestras independientes.<sup>59</sup>

### Según el número de variables de interés

**Analítico:** el análisis estadístico es multivariado, porque se plantean y se ponen a prueba hipótesis.<sup>59</sup>

### 3.2. Diseño y método de la investigación

**Diseño experimental puro:** El presente estudio manipula intencionalmente una o mas variables independientes (supuestas causas), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre la variable dependiente (supuesto efecto), dentro de una situación control y se basa en la aleatorización.<sup>60</sup>

$G_{E1} \text{ --- } X \text{ --- } O_1$		$G_{C1} \text{ --- } X_0 \text{ --- } O_4$
$G_{E2} \text{ --- } X \text{ --- } O_2$	$\neq$	$G_{C2} \text{ --- } X_0 \text{ --- } O_5$
$G_{E3} \text{ --- } X \text{ --- } O_3$		$G_{C3} \text{ --- } X_0 \text{ --- } O_6$

$G_{E1}$  = grupo experimental (Kerr)

$X$  = con agente aclarador

$G_{E2}$  = grupo experimental (3M Espe)

$X_0$  = sin agente aclarador

$G_{E3}$  = grupo experimental (Coltene)

$O$  = resultados

$G_{C1}$  = grupo control (Kerr)

$G_{C2}$  = grupo control (3M Espe)

$G_{C3}$  = grupo control (Coltene)

### **3.3. Determinación de la población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población estuvo conformada por un total de 96 piezas dentarias de bovino en buen estado obtenidas en el Camal Municipal de la ciudad de Huánuco, de reses que han sido sacrificadas para la comercialización y posterior consumo humano.

#### **3.3.2. Muestra**

Según el tipo de investigación experimental, se utilizó el método del muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual consiste en seleccionar las muestras de investigación más convenientes para el investigador.

Dicha muestra fue seleccionada mediante los siguientes criterios.

#### **3.3.3. Criterios de inclusión**

En la presente investigación se trabajó con dientes bovinos debido a que la estructura y composición química de estos es similar a la de los humanos, con los siguientes criterios de inclusión:

1. Dientes incisivos centrales de bovino sin caries preservados en un medio óptimo (suero fisiológico).
2. Dientes incisivos centrales de bovino sin presencia de fractura coronaria.
3. Dientes incisivos centrales de bovino sin presencia de desgaste.
4. Dientes incisivos centrales de bovino que no presenten ninguna alteración en la estructura del esmalte.

#### **3.3.4. Criterios de exclusión**

Los criterios de exclusión son los siguientes:

1. Dientes incisivos centrales de bovino con caries.
2. Dientes incisivos centrales de bovino con presencia de fractura coronaria.

3. Dientes incisivos centrales de bovino con presencia de desgaste.
4. Dientes incisivos centrales de bovino con presencia de una alteración en la estructura del esmalte.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Descripción del procedimiento

#### **3.4.1. Recolección de las unidades de estudio**

Se consideró dientes bovinos extraídos libres de caries, las piezas dentales fueron almacenadas en una solución de cloruro de sodio al 0.9% con el fin de que no pierdan sus propiedades biológicas y evitar su deshidratación, fueron mantenidas a temperatura ambiente.

Los especímenes se higienizaron utilizando curetas periodontales, además se complementó realizando la profilaxis con un instrumento rotatorio (escobilla de Robinson), para remover residuos de la superficie vestibular y lingual de los dientes; se procedió a secar las piezas dentarias con gasa estéril.

#### **3.4.2. Preparación de la cavidad clase V**

Se procedió a realizar las cavidades clase V delimitando el área de trabajo en las caras vestibulares según corresponda, estableciendo las siguientes dimensiones: 3mm en sentido mesio-distal, 3 mm en sentido cérvico-oclusal y 2 mm de profundidad. Con la ayuda de una regla milimetrada y un marcador de punta fina se procedió a marcar el área de la cavidad. Se utilizó una fresa diamantada de grano medio y fino redonda, cilíndrica de punta resondeada y cono invertido para turbina (NSK PANA AIR Made in Japan). Se realizaron las cavidades clase V con la debida refrigeración. Las fresas fueron calibradas anteriormente con una regla milimetrada de endodoncia con una

medida de 2 mm. Todas las restauraciones fueron realizadas por el mismo operador, sustituyendo las fresas cada 5 preparaciones. La profundidad de las cavidades se midió con una sonda periodontal previamente delimitada en 2 mm.

### **3.4.3. Restauración clase V con las resinas compuestas**

Para las restauraciones de las preparaciones cavitarias clase V para los seis grupos, se utilizó resina compuesta. La aplicación de la técnica adhesiva de grabado total, se realizó siguiendo minuciosamente las indicaciones del fabricante:

#### **Grabado**

Para los seis grupos se utilizó el ácido fosfórico al 35% Etchant Gel S, de la marca Coltene, realizando acondicionamiento ácido, aplicándolo y dejando actuar por 15 segundos en esmalte y dentina según el fabricante. Luego del tiempo indicado se lavó con abundante agua hasta eliminar todos los restos del gel grabador y en seguida se secó con bolitas de algodón, teniendo cuidado de no secar demasiado la dentina.

#### **Adhesión**

Para la adhesión del primer grupo que será restaurado con resina Herculite Précis, se utilizó el adhesivo Optibond S de la marca Kerr, aplicando una capa con el microbrush, frotando suavemente durante 15 segundos, luego se aplicó un chorro de aire suavemente durante 3 segundos y se fotoactivo por 20 segundos según la indicación del fabricante.

Para el segundo grupo que será restaurado con resina Filtek Z350, se utilizó el adhesivo Adper Single Bond 2 de la marca 3m Espe, aplicando 2 capas consecutivas de adhesivo a la dentina y esmalte, frotando suavemente durante 15 segundos, luego se aplicó un chorro de aire suavemente durante 5 segundos para evaporar los solventes y se fotoactivó por 10 segundos.

Para el tercer grupo que será restaurado con resina Brilliant NG se utilizó el adhesivo One Coat Bond SL de la marca Coltene, aplicando una capa con el microbrush, frotando suavemente durante 20 segundos, luego se aplicó un suave chorro de aire y se fotoactivó por 30 segundos.

#### Colocación de resina

El primer grupo fue restaurado con resina Herculite Précis color A3, mediante la técnica incremental oblicua de tres incrementos con la ayuda de una espátula para resina y fotoactivando durante 20 segundos según la indicación del fabricante.

El segundo grupo fue restaurado con resina Filtek Z350 color A3, mediante la técnica incremental oblicua de tres incrementos con la ayuda de una espátula para resina y fotoactivando durante 20 segundos según la indicación del fabricante.

El tercer grupo fue restaurado con resina Brilliant NG color A3, mediante la técnica incremental oblicua de tres incrementos con la ayuda de una espátula para resina y fotoactivando durante 20 segundos según la indicación del fabricante.

#### Acabado y pulido

El pulido de las restauraciones se realizó a baja velocidad con micromotor utilizando la serie de discos Soflex® (3M ESPE). Los dientes se mantuvieron almacenados en suero fisiológico durante todas las etapas siguientes.

#### **3.4.4. Sellado de conductos**

Para evitar la microfiltración del colorante proveniente de los conductos y cámara pulpar se selló la apertura apical con acrílico autopolimerizable.

#### **3.4.5. Tratamiento aclarador**

Se utilizó el kit Whitenes HP maxx FGM al 35%, el cual fue aplicado en las caras vestibulares de los tres grupos experimentales, siguiendo estrictamente las

indicaciones del fabricante. Con la espátula de mezcla que acompaña el kit se mezcló la fase Peróxido (fase1) con la fase Espesante (fase2) en la proporción de 21 gotas de peróxido para 7 gotas de espesante. Con la ayuda de un pincel se cubrió totalmente la superficie vestibular de los dientes, con un espesor de gel entre 0.5 y 1mm.

El gel permaneció sobre las superficies durante 15 minutos desde el inicio de su aplicación y con la ayuda de un pincel se procedió a mover sobre los dientes de tres a cuatro veces para liberar burbujas y distribuir homogéneamente el gel sobre los dientes. Finalizado el tiempo recomendado el gel fue removido empleando una gasa y un suctor endodóntico, dejando la superficie limpia para recibir una nueva porción de gel aclarador. Este proceso se repitió dos veces más en la misma sesión realizando 3 aplicaciones de 15 minutos cada una. Acabado el tratamiento, se retiró el gel con un suctor endodóntico y se lavó con agua.

#### **3.4.6. Grupo control**

A este grupo se le realizó la preparación de la cavidad clase V, luego se hizo la restauración con las tres resinas compuestas siguiendo los protocolos antes mencionados. Este grupo no fue tratado con peróxido de hidrógeno al 35% y estuvo almacenado en suero fisiológico.

#### **3.4.7. Tinción de las piezas**

Al finalizar el protocolo de aclaramiento dental de las piezas dentarias, se procedió a almacenar por separado los seis grupos de especímenes en envases herméticos con tinta china por un tiempo de 24 horas para evaluar la microfiltración en la interfase diente-restauración. Pasadas las 24 horas de inmersión de los especímenes se lavaron a chorro con jeringa triple por 15 segundos con el fin de remover el exceso de colorante y fueron secadas a temperatura ambiente.

#### **3.4.8. Cortes de las piezas dentarias**

Se procedió a seccionar longitudinalmente en sentido vestíbulo – lingual, empleando disco diamantado con mandril; montado en el micromotor de baja velocidad, bajo constante refrigeración, el cual fue cambiado cada 5 cortes.

#### **3.4.9. Evaluación de la microfiltración**

Los cortes fueron sujetos a observación en el Microscopio Estereoscópico, utilizando lente lupa (4x) graduado con una reglilla milimetrada, del Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Para el análisis de microfiltración se utilizó la pared donde había mayor penetración del colorante, y se estableció de manera equivalente cualitativa y cuantitativamente entre una escala establecida y la medición en milímetros.

Cuatro grados: nulo (0 mm), si el indicador no penetra en el tejido; leve (0,1 – 0,5 mm), si el indicador penetra de manera mínima en la pared examinada; moderada (0,6 – 1,0 mm), si el ingreso de la tinción es menor de la mitad de la pared examinada; severa (1,1 – 2,0 mm), si el ingreso de la tinción sobrepasa la mitad de la pared examinada.<sup>61</sup>

#### **3.4.10. Instrumento de recolección de datos**

Se utilizó una ficha de recolección de datos diseñada especialmente para la presente investigación. (Anexo N° 02).

La validación del instrumento se realizó a través de una prueba piloto en 2 unidades de estudio para determinar los elementos y garantizar la validez y confiabilidad del instrumento así como de los datos que se recogieron.

### **3.5. Técnicas de procesamiento, análisis de datos**

El estudio se realizará con la evaluación de 96 cavidades clase V pertenecientes a todos los grupos de estudio que serán divididos en R1, R2, R3, R1C, R2C y R3C cada grupo estará constituido por 16 cavidades (estandarizadas) cuyos datos obtenidos serán analizados estadísticamente por un profesional competente en la materia, se buscará establecer si existe diferencia significativa en cada uno de los grupos para la comparación.

En función de los resultados obtenidos, de acuerdo a los grados de penetración (nulo, leve, moderado y severo) del colorante en la cavidad clase V, se procederá a elaborar una base de datos digital en el software Microsoft Excel 2010.

#### **Procesamiento de los datos**

El procesamiento de los datos se realizó con el programa software estadístico SPSS versión 22 y el software estadístico Infostat.

#### **Análisis de datos**

Este análisis comprende dos niveles:

- Análisis estadístico descriptivo: este análisis nos permitió obtener las frecuencias y porcentajes de grado de microfiltración.
- Análisis estadístico inferencial: se utilizó la prueba de pares de Kruskal-Wallis al 5%, para determinar el nivel de significación entre tratamientos.

## CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Antes de realizar la evaluación de los resultados se tuvo que realizar la prueba de normalidad de los datos utilizando el test de Kolmogorov-Smirnov, test apropiado para tamaños de muestra mayores a 50.

#### 4.1. Prueba de normalidad

Ho: La variable microfiltración marginal en las resinas compuestas dentro de la población tiene distribución Normal.

Hi: La variable microfiltración marginal en las resinas compuestas dentro de la población es distinta a la distribución Normal.

**Tabla 01.** Prueba de normalidad de datos

Resina	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	G1	Sig.
R1	0.768	16	0.001
R1C	0.621	16	0.000
R2	0.695	16	0.000
R2C	0.591	16	0.000
R3	0.736	16	0.000
R3C	0.591	16	0.000

Fuente: Ficha de Recolección de Datos

#### Interpretación

Según la tabla 01, con una probabilidad de error inferior al 0.05, la variable microfiltración marginal en las resinas compuestas dentro de la población es distinta a la distribución Normal, el cual corrobora que los datos a procesar son cualitativos.

Para la presentación de los resultados se consideran los promedios de las diferentes evaluaciones, los cuales se muestran mediante tablas y gráficos. Las escalas fueron analizadas estadísticamente aplicando la técnica de análisis de varianza no paramétrico mediante la prueba de Kruskal-Wallis para establecer las diferencias significativas entre los tratamientos realizados, con su respectiva interpretación, cuando el p-valor  $< 0.05$  quiere decir que existe significación y cuando el p-valor  $< 0.01$  quiere decir que existe alta significación.

Para la comparación de los rangos entre tratamientos se aplicó la prueba de significación de pares de Kruskal-Wallis al 5%; en esta prueba los rangos de la misma letra indican que no existen diferencias estadísticas significativas, mientras que los promedios de distintas letras indican diferencias estadísticas significativas.

#### 4.2. Análisis descriptivo

**Tabla 02.** Frecuencia de la microfiltración marginal para el grupo control.

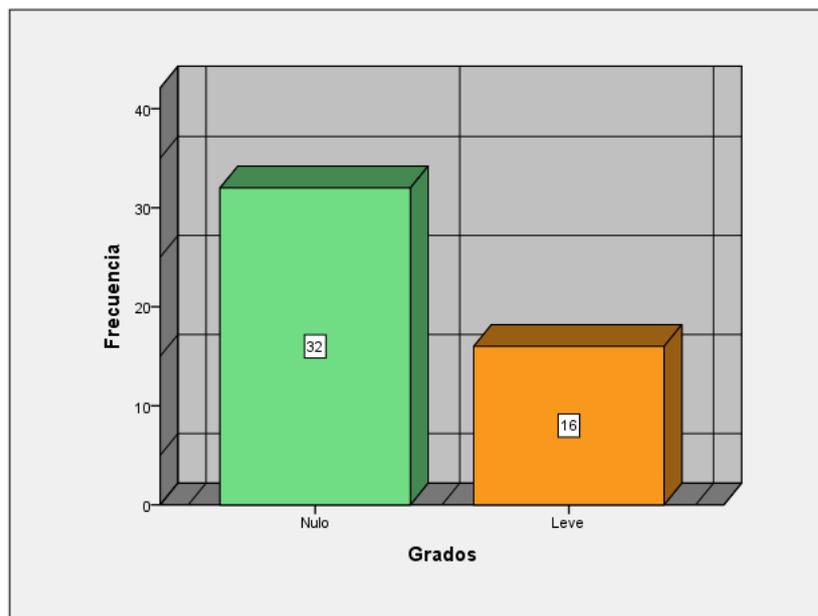
Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Porcentaje válido
Nulo	32	66.7	66.7	66.7
Válido Leve	16	33.3	33.3	100.0
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	

Fuente: Ficha de Recolección de Datos

#### **Interpretación:**

Según la tabla 02 se observa que 32 unidades experimentales del Grupo Control, que presenta el 66.7% de la muestra estudiada, obtuvo un grado nulo, y 16 unidades experimentales del Grupo Control, que representa al 33.3% de la muestra estudiada, obtuvo un grado leve.

**Gráfico 01.** Gráfico de barras de la microfiltración marginal en escalas para el grupo control.



Fuente: Ficha de Recolección de Datos

**Tabla 03.** Frecuencia de la microfiltración marginal para el grupo experimental.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nulo	8	16.7	16.7	16.7
Leve	5	10.4	10.4	27.1
Válido Moderado	29	60.4	60.4	87.5
Severo	6	12.5	12.5	100.0
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	

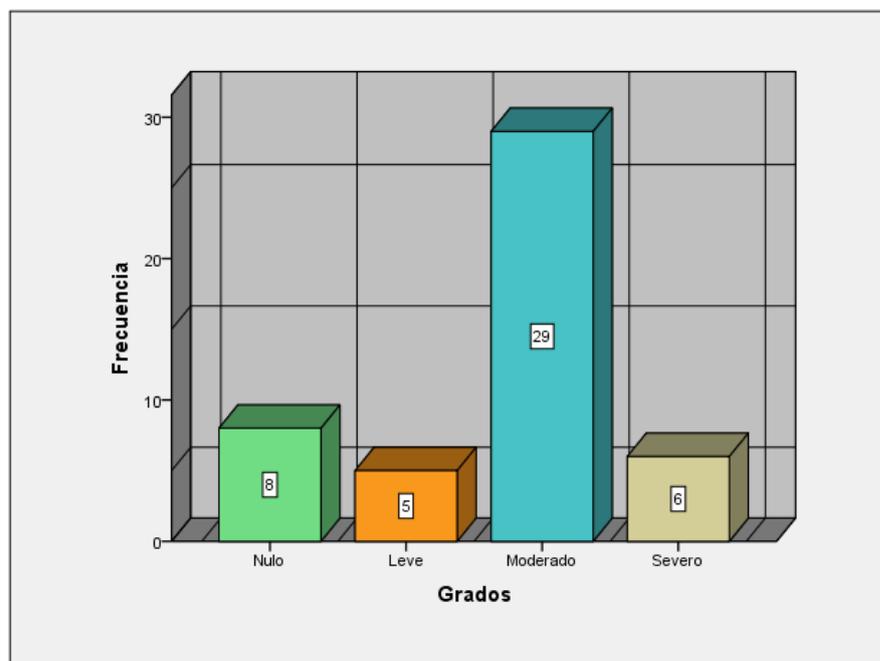
Fuente: Ficha de Recolección de Datos

**Interpretación:**

Según la tabla 03 se observa que 29 unidades experimentales del Grupo Experimental, que presenta el 60.4% de la muestra estudiada, obtuvo un grado Moderado; 8 unidades experimentales del Grupo Experimental, que equivale al 16.7% de la muestra estudiada, obtuvo un grado nulo; 6 unidades experimentales

del Grupo Experimental, que corresponde al 12.5% de la muestra estudiada, obtuvo un grado severo; finalmente 5 unidades experimentales del Grupo Experimental, que representa al 10.4% de la muestra estudiada, obtuvo un grado leve.

**Gráfico 02.** Gráfico de barras de la microfiltración marginal para el grupo experimental.



Fuente: Ficha de Recolección de Datos

### 4.3. Análisis inferencial

El diseño experimental que se utilizó fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), estuvo constituido de 6 tratamientos, 3 Grupos Experimentales (R1, R2, R3) y 3 Grupos Control (R1C, R2C, R3C) y 16 repeticiones haciendo un total de 96 unidades experimentales.

Para la prueba de hipótesis se utilizó prueba de significación de pares de Kruskal-Wallis 5% entre tratamientos. Para comparación de rangos de los

tratamientos se utilizó la prueba de significación de pares de Kruskal-Wallis al 5%, para determinar el nivel de significación entre tratamientos.

### Análisis de varianza

**Tabla 04.** Análisis de varianza para la microfiltración marginal

Variable	Resina	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p-valor
Grados	R1	16	1.313	0.793	1.5	41.780	< 0.0001
	R1C	16	0.375	0.500	0		
	R2	16	1.938	0.854	2		
	R2C	16	0.313	0.479	0		
	R3	16	1.813	0.981	2		
	R3C	16	0.313	0.479	0		

Fuente: Ficha de Recolección de Datos

Según la tabla 04, realizado el análisis de variancia para la microfiltración marginal en grados, el p-valor nos indica que existe alta significación estadística entre las resinas compuestas, el p-valor es < 0.01 por lo que se acepta la hipótesis de estudio y se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 05.** Prueba de pares de Kruskal-Wallis al 5%, para la microfiltración marginal

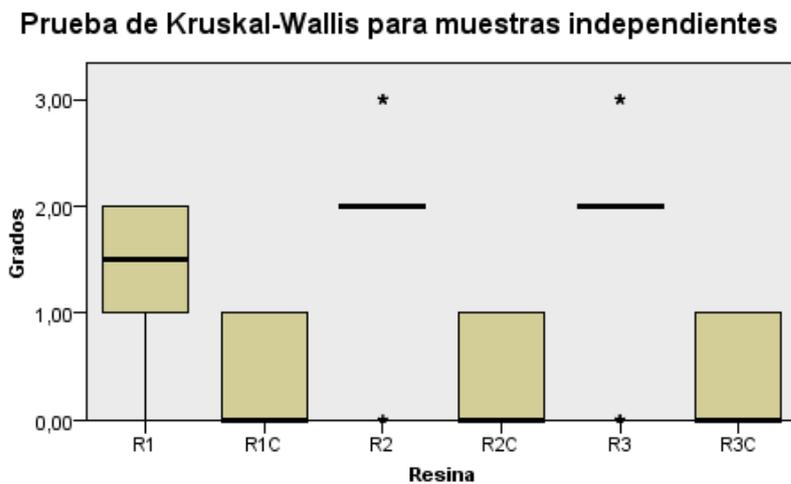
OM	Tratamientos	Ranking	Sig. al 5%
1°	R2C	30.031	A
2°	R3C	30.031	A
3°	R1C	31.938	A
4°	R1	57.781	B
5°	R3	68.875	B
6°	R2	72.344	B

Medianas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: Ficha de Recolección de Datos

Según la tabla 05, los tratamientos que obtuvieron la menor microfiltración fueron del Grupo Control, dentro de ellos el tratamiento R2C que pertenece a la resina Filtek™ Z350 (3M ESPE) ocupó el primero lugar en el orden de mérito con un ranking de 30.031, seguido del tratamiento R3C correspondiente a la resina Brilliant™ NG (COLTENE) y el tratamiento R1C perteneciente a la resina Herculite Précis (KERR), con un ranking de 30.031 y 31.938 respectivamente, pero no difieren estadísticamente; esto debido a que no hubo el efecto del peróxido de hidrógeno al 35%. Por otro lado, en el Grupo Experimental hubo microfiltración, se apreció el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% en la microfiltración marginal, dentro de ellos, el que obtuvo menor microfiltración marginal fue el tratamiento R1 correspondiente a la resina Herculite Précis (KERR) con un ranking de 57.781, seguido del tratamiento R3 correspondiente a la resina Brilliant™ NG (COLTENE) y el tratamiento R2 perteneciente a la resina Filtek™ Z350 (3M ESPE) con un ranking de 68.875 y 72.344 respectivamente, pero no difieren estadísticamente. Finalmente, si se pudo apreciar diferencias estadísticas significativas con un margen de error del 5% entre el Grupo Control y el Grupo Experimental, pudiéndose hallar el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% en la microfiltración marginal de restauraciones clase V en tres tipos de resina compuesta.

**Gráfico 03.** Prueba de pares de Kruskal-Wallis al 5%, para la microfiltración marginal



Fuente: Ficha de Recolección de Datos

Según el gráfico 03, se puede apreciar que las medianas con menor grado se encuentran en los tratamientos del Grupo Control, y el Grupo Experimental tiene las medianas con mayor grado en los tratamientos, esto debido al efecto del peróxido de hidrógeno al 35% en la microfiltración marginal en restauraciones clase V en tres tipos de resina compuesta.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

En el presente estudio se trabajó con una muestra de 96 especímenes, conformado por piezas dentarias incisivas de bovinos, los cuales se dividieron en 6 grupos de 16 respectivamente, se le realizaron cavidades clase V por vestibular a cada pieza dentaria, luego fueron restaurados con las tres resinas compuestas (Herculite Précis de KERR, Filtek™ Z350 de 3M ESPE y Brilliant™ NG de COLTENE), de los cuales 3 grupos fueron control y los otros 3 grupos fueron experimentales ya que se les añadió peróxido de hidrógeno al 35%.

Los resultados encontrados en el presente estudio de investigación se evidencian que el grupo experimental conformado por las resinas compuestas Herculite Précis, Filtek™ Z350 y Brilliant™ NG, a los cuales se les añadió peróxido de hidrógeno al 35% presentan un alto porcentaje de microfiltración marginal en el grado moderado con una frecuencia de 60.4% de todas la piezas dentarias evaluadas. Comparando el grupo control con el grupo experimental se aprecia una alta diferencia estadística significativa ( $p = 0.0001$ ) con un margen de error del 5%, demostrando el efecto perjudicial del peróxido de hidrógeno al 35% sobre la interfase material/sustrato de las tres marcas de resinas compuestas utilizadas. De los cuales, del grupo experimental, la que presentó menor microfiltración marginal fue la resina Herculite Précis (KERR) con un ranking de 57.781, seguido de la resina Brilliant™ NG (COLTENE) con un ranking de 68.875 y por último la resina Filtek™ Z350 (3M ESPE) con un ranking de 72.344 no encontrando diferencias significativas entre ellas, ya que las tres resinas son afectadas por el peróxido de hidrógeno al 35%.

Estos hallazgos son corroborados por otros estudios como el realizado por Anaya E y Cusma F<sup>23</sup>, quienes evaluaron el efecto in vitro del peróxido de hidrógeno al 35% sobre el sellado marginal con la resina compuesta Filtek™ supreme Z350® (3M ESPE), en el que concluyeron que el peróxido de hidrógeno al 35% afecta negativamente el sellado de las restauraciones de resina compuesta, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con tratamiento aclarador y el grupo sin tratamiento aclarador.

Nuestros resultados también coinciden con la tesis realizada por Cárdenas P<sup>20</sup>, quien llegó a la conclusión de que el peróxido de hidrógeno al 35% como agente aclarador provoca un aumento significativo de la microfiltración en piezas restauradas con resina compuesta de 70.034%, encontrando diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control (37.784%), al igual que nosotros encontramos en nuestra investigación.

El aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% tiene un efecto negativo en el sellado de la interfase diente-restauración. Este hallazgo es corroborado por un estudio realizado por Valencia A<sup>22</sup>, quien luego de realizar las cavidades clase v en las piezas dentarias, en el grupo experimental aplicó previamente el peróxido de hidrógeno al 35% para luego restaurar las piezas a los 7 y a los 14 días. No encontrando diferencias significativas de microfiltración entre ambos días (54.32% y 53.11% respectivamente), pero sí con el grupo control, a quienes no se les aplicó el agente aclarador, llegando a la misma conclusión que nosotros, ya que el peróxido de hidrógeno al 35% afecta negativamente el sellado marginal de las restauraciones con resina compuesta.

En la tesis realizada por Juna C<sup>17</sup>, quien evaluó la fuerza de adhesión de resinas compuestas, con relación al tiempo en el esmalte dental posterior al aclaramiento dental, obtuvo como resultado que el peróxido de carbamida disminuye significativamente la fuerza adhesiva, demostrando que restauraciones al ser bañadas con algún agente blanqueador producen deficiencia en el sellado marginal ocasionando microfiltración marginal

Las diferencias que se encontraron en este estudio de investigación al aplicarse peróxido de hidrógeno al 35% y al no hacerlo se puede atribuir a que los tejidos mineralizados pueden sufrir alteraciones en su estructura y morfología, a causa de este proceso, siendo el grado de esas alteraciones dependiente de los diversos protocolos de aclaramientos dentales, además de esto los agentes aclaradores también pueden causar efectos indeseables sobre los materiales restauradores, tales como el aumento de la rugosidad superficial, la disminución de la microdureza, alteración de su color, inhibición de la polimerización de monómeros por la presencia de O<sub>2</sub> residual y también acelera la degradación hidrolítica de los materiales restauradores, esto se corrobora con los estudios realizados por Illicachi D<sup>19</sup> y Moreano L<sup>18</sup>; quienes concluyeron en sus estudios que la aplicación de un agente aclarador influye en la fuerza de adhesión. Otro estudio realizado por Sifuentes A<sup>24</sup> también lo corrobora, quien estudió el efecto de el peróxido de hidrógeno al 35% y el peróxido de carbamida al 35% sobre la microdureza superficial del esmalte, llegó a la conclusión de que el peróxido de hidrógeno 35% presentó mayor disminución significativa de la microdureza superficial de esmalte dental bovino en comparación con el peróxido de carbamida 35%.

Por lo tanto, ante estas variables que influyen en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales resinosos, son necesarias más investigaciones principalmente en relación a la acción química del peróxido de hidrógeno al 35%, ya que si bien es cierto no se puede extrapolar los resultados obtenidos en estudios in vitro a estudios in vivo, de allí que es preciso destacar que investigaciones adicionales siguen siendo necesarias para verificar que estos resultados también se producirán en el complejo sistema de la cavidad oral de personas humanas.

## CONCLUSIONES

1. Los valores de grado de microfiltración marginal in vitro de las restauraciones clase v con las resinas compuestas Herculite Précis (KERR), Filtek™ Z350 (3M ESPE) y Brilliant™ NG (COLTENE) con aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% presentaron grado moderado con 60.4% de las muestras estudiadas.
2. Los valores de grado de microfiltración marginal in vitro de las restauraciones clase v con las resinas compuestas Herculite Précis (KERR), Filtek™ Z350 (3M ESPE) y Brilliant™ NG (COLTENE) sin aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% presentaron grado nulo con 66.7% de las muestras estudiadas.
3. Se observó mayor microfiltración marginal en las tres resinas compuestas con aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 35% en comparación con el Grupo Control, encontrando diferencias entre ellas; sin embargo no se encontraron diferencias entre las tres marcas de resina del Grupo Experimental. Y por lo tanto se concluyó que el peróxido de hidrógeno al 35% afecta negativamente el sellado marginal de las restauraciones con resina compuesta evidenciándose un aumento en el grado de microfiltración en las tres marcas de resinas compuestas.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para trabajos de investigaciones posteriores aumentar el número de piezas dentarias por grupo de estudio, con la finalidad de ver si los resultados obtenidos se siguen manteniendo, para poder estandarizar el tratamiento posterior al aclaramiento dental.
2. También se observó que al ser el grado moderado el que prevalece, al momento de renovar la restauración con resina compuesta, posterior al aclaramiento dental, se recomienda retirar por completo toda la restauración, sin importar si es antigua o nueva la restauración.
3. También se recomienda hacer una comparación en diferentes medios de almacenamiento como aceite y saliva artificial, con la finalidad de simular el comportamiento de las restauraciones con resinas compuestas en el medio bucal de la mejor manera.
4. También se recomienda hacer estudios con termo o quimiociclado, para inducir el envejecimiento de las restauraciones con resinas compuestas, con la finalidad de generar estrés en la interfase diente-restauración.
5. Se recomendaría también comparar el efecto del Peróxido de Hidrógeno con otro agente aclarador como el Peróxido de Carbamida sobre las tres marcas de restauraciones de resinas compuestas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rencoret M, Monsalves S, Bader M. Efecto del blanqueamiento dental con peróxido de hidrogeno al 35% sobre el sellado marginal de restauraciones con resinas compuestas. *Revista dental de Chile*. 2012; 103(1): 29-35. (Citado el 16 de junio del 2018). Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/13334>
2. Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. *Dent Mater*. 2007; 23(2): 198-203.
3. Jarad F, Griffiths C, Jaffri M, Adeyemi A, Youngson C. The effect of bleaching, varying the shade or thickness of composite veneers on final colour: An in vitro study. *J Dent*. 2008; 36: 554-9
4. Ishikawa-Nagais S, Yoshida A, Da Silva J, Miller L. Spectrophotometric Analysis of Tooth Color Reproductionon Anterior All-Ceramic Crowns: Part 1: Analysis and Interpretation of Tooth Color. *J EsthetRestor Dent*. 2010; 22: 42-52
5. Wetter N, Walverde D, Kato I, Eduardo C. Bleaching Efficacy of Whitening Agents Activated by Xenon Lamp and 9600nm Diode Radiation. *Photomed Laser Surg*. 2004; 22: 93-489.
6. Khorovshi M, Fradoshtak S. Effect of light-activated bleaching on the microleakage of Class V tooth-colored restorations. *Oper Dent*. 2009; 34(5):

- 70-565. (Citado el 10 de julio del 2018). Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19830971>
7. Mortazavi V, Fathi M, Soltani F. Effect of Postoperative Bleaching on Microleakage of Etch-and-Rinse and Self-etch Adhesives. *Dent Rest J.* 2011; 8(1): 16-21. (Citado el 18 de julio del 2018). Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3177376/>
  8. Karodas M, Seven N. The effect of different drinks on tooth color after home bleaching. *Eur J Dent.* 2014; 8(2): 53-249. (Citado el 05 de marzo del 2018).  
Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24966778>
  9. Bernal A, Chávez G. Microfiltración marginal post clareamiento con peróxido de hidrogeno y peróxido de carbamida en obturaciones con resina compuesta. *Kiru.* 2011; 8(2):59-92. (Citado el 09 de febrero del 2018). Disponible en:  
[http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2011/Kiruv.8.3/Kiru\\_v.8.3%20art.1.pdf](http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2011/Kiruv.8.3/Kiru_v.8.3%20art.1.pdf)
  10. Matos T, Moura S, De Oliveira V, Suga R, Correa R. Influencia del tiempo de exposición a la saliva y tratamiento antioxidante en la fuerza de unión al esmalte después del blanqueamiento dental. *JApplOralsa.* 2013; 21(6): 74-567. (Citado el 12 de junio del 2018). Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3891282/>
  11. Lutz. Quality and durability of marginal adaptation in border composite restorations. *Dental materials.* 1991; 7: 107-113.
  12. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching-A Critical Review of the Biological Aspects. *Crit. Rev Oral Biol Med.* 2003; 14: 292-304.

13. Lozada O, García C. Riego y beneficio del blanqueamiento dental. Scielo. 2000; 38(1). (Citado el 19 de febrero del 2018). Disponible en:  
[http://www.actaodontologica.com/ediciones/2000/1/riesgos\\_beneficios\\_blaqueamiento\\_dental.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2000/1/riesgos_beneficios_blaqueamiento_dental.asp)
14. Ramírez R, Setien V, Orellana N, García C. Microfiltración en cavidades clase II restauradas con resinas compuestas de baja contracción. ISSN 2009; 47(1):1-8.
15. Lanata E. Operatoria dental estética y adhesión. 1<sup>ra</sup> Edición. Buenos Aires Argentina. Editorial Grupo Guía S.A. 2003; 10-23.
16. Nocchi C. Odontología restauradora salud y estética. 2<sup>da</sup> Edición. Santiago de Chile. Editorial Médica Panamericana. 2008; 67-119.
17. Juna C, Estudio in vitro de la influencia del tiempo post blanqueamiento realizado con peróxido de carbamida al 22% sobre la adhesión de una resina compuesta al esmalte dental en dientes premolares. Proyecto de Investigación presentado como requisito previo a la obtención del título de Odontólogo. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2017. 45-62 pp
18. Moreano L, Fuerzas de adhesión en esmalte, post clareamiento dental con peróxido de hidrogeno al 40% y peróxido de carbamida al 20%, en intervalos de tiempo de 1, 10, y 20 días. Estudio in vitro. Proyecto de Investigación presentado como requisito previo a la obtención del título de Odontólogo. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2017. 25-47 pp
19. Illicachi D, Evaluación de la fuerza de adhesión de resinas compuestas con relación al tiempo, en esmalte dental postblanqueado con peróxido de carbamida al 15%, estudio in vitro Proyecto de Investigación presentado como

- requisito previo a la obtención del título de Odontólogo. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador 2017. 27-50 pp.
20. Cárdenas P. Microfiltración post desproteínización y blanqueamiento en piezas restauradas con resina compuesta: estudio in vitro. Trabajo de Investigación como Requisito previo a la Obtención del Grado Académico de Odontóloga. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2017. 20-54 pp
21. Rodríguez K. Microfiltración marginal in vitro de restauraciones clase v con resina compuesta en dientes clareados con peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de carbamida al 20 %, a los 15 y 30 días”. Tesis para optar el título profesional de cirujano dentista. Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego, 2018. 6-26pp.
22. Valencia A, Efecto del peróxido de hidrógeno al 35% según el tiempo post aclaramiento dental, en la microfiltración marginal de resinas compuestas adheridas a esmalte en dientes bovinos. Tesis para optar el título profesional de cirujano dentista. Arequipa, Perú. Universidad Católica De Santa María, 2017. 59-67pp.
23. Anaya E, Cusma F; Efecto in vitro del peróxido de hidrógeno al 35% sobre el sellado marginal de restauraciones de resina compuesta de nanopartículas. Tesis para optar el título de cirujano dentista. Chiclayo, Perú. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016. 25-37pp.
24. Sifuentes A. Efecto de dos agentes blanqueadores sobre la microdureza superficial del esmalte, in vitro. Tesis para optar el título profesional de cirujano dentista. Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 26-38 pp.

25. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *Jour of dent* 2006; 34(1): 412-419. (Citado el 14 de febrero del 2018). Disponible en: <http://www.healthmantra.com/hctrust/tooth%20whitening%20review.pdf>
26. Kroeff A. Blanqueamiento dental. En Nocchi C. *Odontología restauradora: Salud y estética*. 2da edición. Brasil: Editorial Médica Panamericana; 2007. p. 204.
27. Barrancos J. *Operatoria dental, integración clínica*. 4ta edición. Buenos Aires: Editorial médica Panamericana; 2006. p.729-1093.
28. Henostroza G. *Estética en Odontología Restauradora*, 1ra Edición. Madrid-España: Editorial Ripano; 2006. p. 107-320.
29. Joubert R. *Odontología Adhesiva y Estética*, 1ra Edición, Madrid: Ediciones Ripano; 2010. p. 251-258.
30. Dale B, Aschbeim K. *Odontología Estética, Agentes blanqueadores y agentes relacionados*, 2da Edición. Madrid- España: Ediciones Harcourt; 2008. p. 247-256.
31. Gomes C. *Blanqueamiento Dental con fuentes Híbridas Led /Laser*, 1ra Edición. Sao Paulo- Brasil: Editorial Evidencia; 2004. p. 07.
32. Cova J. *Biomateriales Dentales*, 1ra Edición. Caracas- Venezuela. Editorial ALMOCA; 2004. p. 214-239.
33. Miyashita E. *Odontología Estética: Estado del Arte*, 1ra Edición. Sao Paulo-Brasil: Editorial Artes Medicas; 2005. p. 745.
34. Craig R. *Materiales de Odontología Restauradora*. 10º Edición. España: Editorial Harcourt; 1998. p. 237.

35. Anusavice K. La ciencia de los materiales dentales. 11va Edición. Madrid-España: Ediciones Elsevier; 2004. p. 516.
36. Rodríguez G, Pereira S. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana. 2008 Dic; 46(3):381-392. (Citado el 16 del febrero del 2018). Disponible en: [http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resinas\\_compuestas.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp)
37. Ferracane J. Nuevos Polímeros para Restauraciones Dentales. Management Alternatives for the Carious Lesion. Proceedings from the International Symposium. Charleston. EE UU. Operative Dentistry 2001; 6(4): 199 -209.
38. De Souza F, Guimaraes R, Silva C. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: one-year report. Quintessence Int. 2005; 36 (1): 41-8
39. Craig R, Brien W, Powers J. Materiales dentales. Propiedades y manipulación. 6ta Edición. Argentina: Mosby/Doyma Libros S.A.; 1996. p. 210 – 2014.
40. Uribe J. Operatoria dental: Ciencia y práctica. 1ra Edición. Madrid: Editorial Avances Médico-Dentales; 1990. p. 213 – 215.
41. Moncada G. Unidades de luz visible. Revista dental de Chile. 1989; 37– 43.
42. Perfil técnico del producto, Herculite Précis. Resina Nanohíbrida. Keer Sybron Dental Specialties, USA, 2012, Kerr Corporation. (Citado el 17 de febrero del 2018). Disponible en: <https://kerrdental.com.mx/wp-content/uploads/2017/05/Brochure-Herculite-Pr%C3%A9cis.pdf>
43. Perfil técnico del producto Filtek™ Z350®. Restaurador Universal. 3M Laboratorio de Productos Dentales, USA, 2017, 3M. (Citado el 18 de marzo

- del 2018). Disponible en:  
<http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/technical-product-profile-filtek-z350-xt.pdf>
44. Perfil técnico del producto BRILLIANT™ NG. Simplemente natural. Coltène / Whaledent. Laboratorio de Productos Dentales, SWITZERLAND. 2012  
Coltène/Whaledent AG. (Citado el 18 de marzo del 2018). Disponible en:  
<http://www.coadental.com/uploads/Archivo345.pdf>
45. Uribe, J. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En: Henostroza, G. Adhesión en odontología restauradora. 2da Edición. Madrid: Editorial Ripano; 2010 p. 89-135.
46. Scougall R. Evidencia científica para la aplicación de los agentes de autograbado en ortodoncia clínica. Revista ADM. 2010; 67(1): 9 - 12. (Citado el 20 de marzo del 2018). Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od101c.pdf>
47. Paez A, Cano O, Restrepo L. Adhesión dental: sustrato biológico e implicaciones clínicas. Rev. Fac. Odont. 1992; 3(2) 21-38. (Citado el 22 de marzo del 2018). Disponible en:  
<https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/odont/article/view/23988/19645>
48. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Rev. Fac. de Odon. 2014; 29(67): 8-10. (Citado el 27 de marzo del 2018). Disponible en:  
<http://www.odon.uba.ar/revista/2014rev67/art1.pdf>
49. Flury, S. Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva. Quintessence (ed. Esp.) 2012; 25(10): 9-604.

50. Hirata R. TIPS claves en Odontología Estética. 1ra Edición. Sao Paulo - Brasil: Médica Panamericana; 2012. p. 512.
51. Kidd E. Microleakage: a review. J Dent.Revisión PubMed. 1976; 4(5):199-206.
52. Gómez S, Miguel A, De La Macorra Jc. Estudio de la microfiltración: modificación a un método. Av. Odontoestomatología. 1997; 13(4): 266 - 267. (Citado el 30 de marzo del 2018). Disponible en: [http://eprints.ucm.es/5041/1/Estudio\\_de\\_la\\_microfiltracion\\_Modificacion\\_a\\_un\\_metodo.pdf](http://eprints.ucm.es/5041/1/Estudio_de_la_microfiltracion_Modificacion_a_un_metodo.pdf)
53. Lois F, Paz C, Pazas R, Rodríguez-Ponce A. Estudio in vitro de microfiltración en obturaciones de clase II de resina compuesta condensable. Av. Odontoestomatología. 2004; 20(2): 86. (Citado el 31 de marzo del 2018). Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n2/original3.pdf>
54. Ramírez R, Setien V, Orellana N, García C. Microfiltración en cavidades clase II restauradas con resinas compuestas de baja contracción. Act. Odont. Ven. 2009.47 (1): 131-139.
55. Pereira N, Jordán A. Microfiltración de restauraciones clase V de resina compuesta colocadas con un adhesivo auto-acondicionante y un adhesivo de grabado total. ODOUS CIENTIFICA. 2007; 8(2): 12. (Citado el 1 de abril del 2018). Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n2/original3.pdf>
56. Posada M, Sánchez C, Gallego G, et al. Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. Revista CES Odont. 2006; 19(1): 63, 65, 66, 68. (Citado el 2 de abril del 2018). Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pob/v17n2/a14v17n2.pdf>

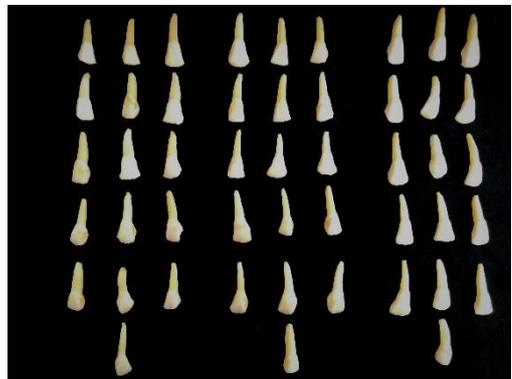
57. Baena M, Coelho M, Correr L, Consani, S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength test. *Pesquisa Odontológica Brasileira*. 2003; 17(2): 171-5. (Citado el 5 de abril del 2018). Disponible en:  
<http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/188/168>  
<http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/188/168>
58. Supo J. Los niveles de investigación científica. *Bioestadístico en vivo*; noviembre 2015.
59. Supo J. Niveles, tipos y diseños de investigación científica. *Bioestadístico en vivo*; noviembre 2017.
60. Supo J. Diseños de investigación y Metodología de la investigación científica. *Biostatístico en vivo*; febrero 2012.
61. Oquendo A. comparación de microfiltración marginal en resinas compuestas de nanotecnología Brilliant NG (COLTENE) vs resina Filtek Z250XT (3M ESPE) en restauraciones clase II utilizando técnicas de inserción incremental horizontal y diagonal. estudio in vitro. Trabajo de Investigación como Requisito previo a la Obtención del Grado Académico de Odontóloga. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2015. 52-78pp.

# ANEXOS

## ANEXO N° 01

### DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

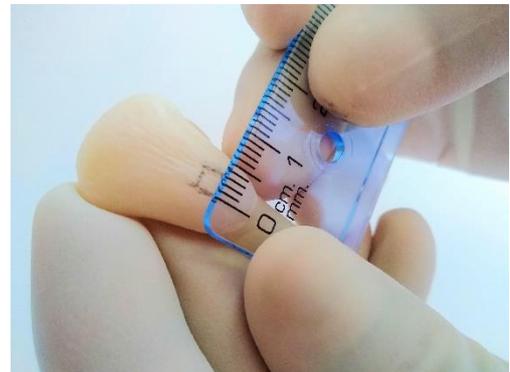
Obtención de las piezas dentarias de bovino



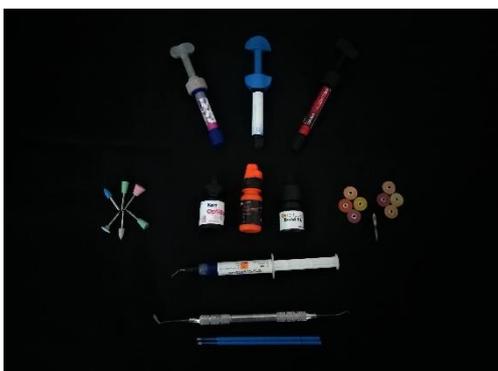
Profilaxis de las muestras de estudio



## Preparación de las cavidades clase v



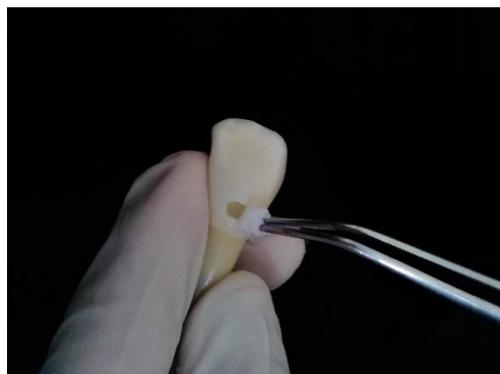
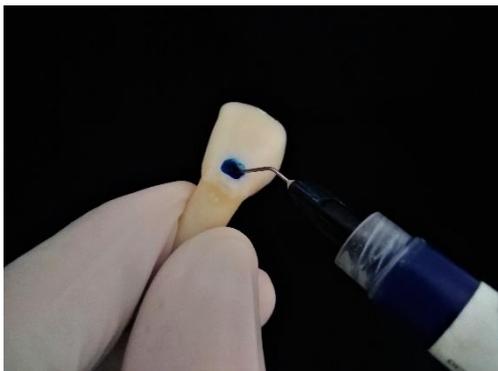
## Materiales utilizados para las restauraciones



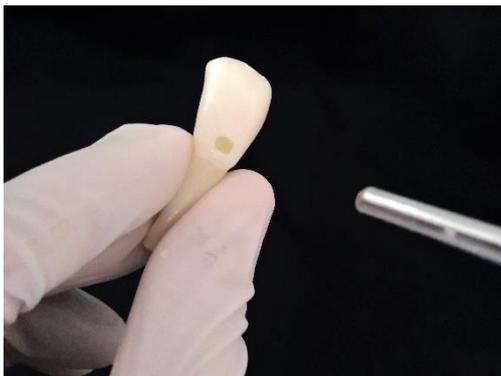
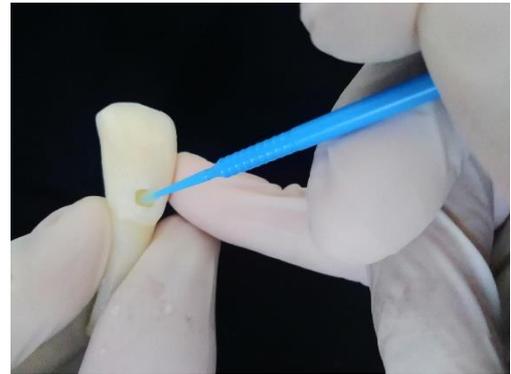
Piezas dentarias de bovinos preparados con la cavidad clase V.



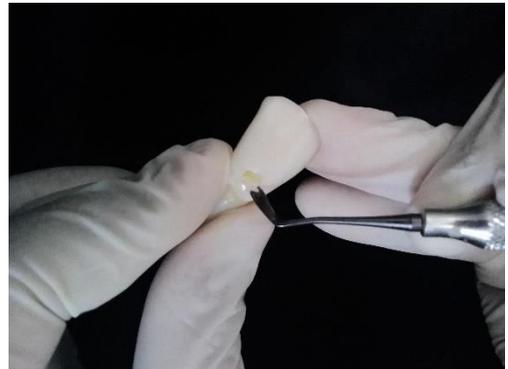
Gravado de las piezas dentarias con ácido fosfórico al 35% Etchant Gel S



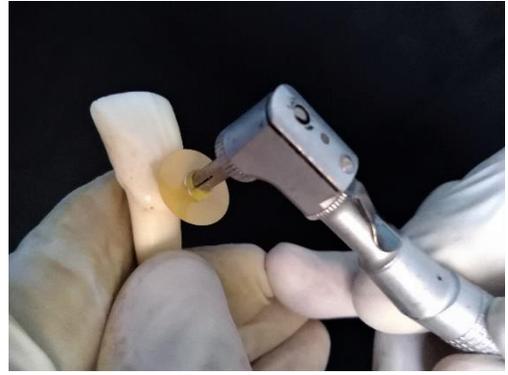
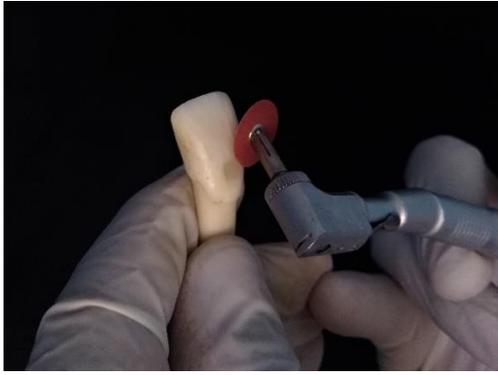
Aplicación de adhesivo de acuerdo a sus indicaciones a las piezas dentarias de bovino, en las fotografías se observan las tres marcas que utilizamos para el proyecto de investigación.



Colocación de las resinas compuestas Herculite Précis, Filtek Z350 y Brilliant NG respectivamente a cada pieza dentaria de bovino.



El acabado y pulido de las restauraciones se realizó con discos Soflex® (3M ESPE) con micromotor a baja velocidad.



Sellado de la apertura apical con acrílico autopolimerizable.



Aplicación del peróxido de hidrógeno al 35% a los tres grupos experimentales de acuerdo a las indicaciones del fabricante.



Almacenamiento de las piezas dentarias bovinas en la tinta china.



Corte longitudinalmente de las piezas dentarias de bovinos.



Observación en el Microscopio Estereoscópico.



**ANEXO N°02**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>RESTAURACIONES CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO</b>		<b>GRADOS DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL</b>			
<b>RESINA:</b>		<b>Nulo</b>	<b>Leve</b>	<b>Moderado</b>	<b>Severo</b>
<b>DIENTE</b>	<b>PENETRACIÓN DEL COLORANTE EN LA INTERFASE (mm)</b>	0 mm	0,1 – 0,5 mm	0,6 – 1,0 mm	1,1 – 2,0 mm
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESTAURACIONES SIN PERÓXIDO DE HIDRÓGENO		GRADOS DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL			
RESINA:		Nulo	Leve	Moderado	Severo
DIENTE	PENETRACIÓN DEL COLORANTE EN LA INTERFASE (mm)	0 mm	0,1 – 0,5 mm	0,6 – 1,0 mm	1,1 – 2,0 mm
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

## ANEXO N°03

### Permiso para el ingreso al Camal Municipal de Huánuco

www.munihuanuco.gob.pe

N° 126034

2. ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO

RECIBIDO

28 NOV. 2018

EXP. N° 2018 37733

HORA 7:77

FOLIO 02

3. PETICIÓN  
Permiso para el ingreso al Camal Municipal de Huánuco.

4. DATOS GENERALES  
Dulce María Tapullina Julio Cesar

APELLIDOS Y NOMBRES

5. DOMICILIO  
16 11 de Enero

( ) AVENIDA ( ) JIRON ( ) CALLE ( ) PASAJE ( ) URBANIZACIÓN ( ) AAHH ( ) PUEBLO JOVEN, ETC

6. RUC

7. CORREO ELECTRONICO Y/O TELÉFONO  
huco-856@hotmail.com

8. DNI

9. FUNDAMENTO DEL PEDIDO  
Por medio del presente, le ofrezco un cordial saludo y a su vez me permito solicitar permiso para el ingreso al Camal Municipal de Huánuco, para la obtención de muestras de bovinos para la ejecución del proyecto de investigación titulado: Efecto del Resorcilo de Hidrogeno al 55% sobre la microfiltración marginal de instalaciones clase V en tres tipos de resina compuesta in vitro - laboratorio UNHUEJ 2018. Espero acceda a mi petición.

10. DOCUMENTOS ADJUNTOS  
Copia de DNI

*[Firma]*

www.munihuanuco.gob.pe

N° 126033

2. ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO

RECIBIDO

28 NOV. 2018

EXP. N° 2018 37734

HORA 7:48

FOLIO 02

3. PETICIÓN  
Permiso para el ingreso al Camal Municipal de Huánuco.

4. DATOS GENERALES  
Gonzalo Duran Henry Luis

APELLIDOS Y NOMBRES

5. DOMICILIO  
Dr. San Fausta

( ) AVENIDA ( ) JIRON ( ) CALLE ( ) PASAJE ( ) URBANIZACIÓN ( ) AAHH ( ) PUEBLO JOVEN, ETC

6. RUC

7. CORREO ELECTRONICO Y/O TELÉFONO  
henry-gara10@hotmail.com

8. DNI

9. FUNDAMENTO DEL PEDIDO  
Por medio del presente, le ofrezco un cordial saludo y a su vez me permito solicitar permiso para el ingreso al Camal Municipal de Huánuco, para la obtención de muestras de bovinos para la ejecución del proyecto de investigación titulado: Efecto del Resorcilo de Hidrogeno al 55% sobre la microfiltración marginal de instalaciones clase V en tres tipos de resina compuesta in vitro - laboratorio UNHUEJ 2018. Espero acceda a mi petición.

10. DOCUMENTOS ADJUNTOS  
Copia de DNI

*[Firma]*  
FIRMA DEL SOLICITANTE

## Carta de autorización del Laboratorio de pre clínica de la EP de Odontología para la ejecución del proyecto de investigación

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN HUÁNUCO**  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA  
DIRECCION

**CARTA DE AUTORIZACION**  
**EJECUCION DE PROYECTO**

Huánuco, 22 de octubre del 2018.

**SEÑOR:**  
CD. JUAN SANTIAGO MODESTO  
DOCENTE DE LA E.P. DE ODONTOLOGIA

**ATENCION :** JULIO CESAR SALAZAR TAPULLIMA  
HENRRY LUIS GARABITO DUEÑAS  
ALUMNOS DE LA E.P. DE ODONTOLOGIA

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y a la vez comunicarle que los alumnos JULIO CESAR SALAZAR TAPULLIMA y HENRRY LUIS GARABITO DUEÑAS, estudiantes de la E.P. de Odontología de la UNHEVAL. Desean ejecutar el PROYECTO DE INVESTIGACION: EFECTO DEL PEROXIDO DE HIDROGENO AL 35% SOBRE LA MICROFILTRACION MARGINAL DE RESTAURACIONES CLASE V EN TRES TIPOS DE RESINA COMPUESTA IN VITRO – LABORATORIO UNHEVAL 2018.

Para lo cual solicitan permiso para el uso del LABORATORIO DE PRECLINICA ODONTOLOGICA. Al respecto AUTORIZO que los mencionados alumnos hagan uso del LABORATORIO PRECLINICA en coordinación y trabajo directo con su persona CD. JUAN SANTIAGO MODESTO, bajo supervisión, bajo responsabilidad y respetando el siguiente horario:

MARTES	23-10-2018	9:30 am – 12:30 pm
MARTES	30-10-2018	9:30 am – 12:30 pm
MARTES	06-11-2018	9:30 am – 12:30 pm
MARTES	13-11-2018	9:30 am – 12:30 pm
MARTES	20-11-2018	9:30 am – 12:30 pm
MARTES	27-11-2018	9:30 am – 12:30 pm

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

*Juan Santiago Modesto*  
CD. Juan Santiago Modesto  
COP: 9652

  
Mg. Antonio A. Salazar Estay  
DIRECCION

## Constancia de la utilización del Laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN – HUÁNUCO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DIRECTOR DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO

EL DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, DE LA UNIVERSIDAD DEL RUBRO

HACE CONSTAR:

Que, el alumno Henry Luis, GARABITO DUEÑAS, identificado con DNI N°72103841, ha utilizado el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a partir del 01 de noviembre al 20 de diciembre del año 2018.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 31 de diciembre de 2018

 Sr. Juan Marco Vásquez Ampuero  
DIRECTOR DPTO. ACAD.  
Facultad de Medicina Veterinaria y Z.

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN – HUÁNUCO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DIRECTOR DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO

EL DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, DE LA UNIVERSIDAD DEL RUBRO

HACE CONSTAR:

Que, el alumno Julio Cesar, SALAZAR TAPULLIMA, identificado con DNI N°75716727, ha utilizado el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a partir del 01 de noviembre al 20 de diciembre del año 2018.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 31 de diciembre de 2018

 Sr. Juan Marco Vásquez Ampuero  
DIRECTOR DPTO. ACAD.  
Facultad de Medicina Veterinaria y Z.