



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO CUEPI
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

TESIS

**ANÁLISIS DE DUREZA DENTINARIA EN ÓRGANOS
DENTALES CONSERVADOS EN DIFERENTES SOLUCIONES
QUÍMICAS PARA FINES DE INVESTIGACIÓN**

PRESENTA:

C.D. BERTHA ELENA BALLESTEROS ZAMORA

PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

**ASESOR DE TESIS: C.D.E.E. FERNANDO FERNÁNDEZ TREVIÑO
ASESOR METODOLÓGICO: M. C. HÉCTOR RUIZ REYES.**

MORELIA, MICHOACÁN
MÉXICO
2012

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por darme la fortuna de tener una familia maravillosa, así como la fortaleza para terminar éste proyecto. Agradezco a mis padres J. Concepción Ballesteros Jiménez y Bertha Alicia Zamora Morales por sus consejos, enseñanzas, por su confianza, por creer en mi día con día, por brindarme su apoyo incondicional, por darme la oportunidad de prepararme y crecer en el ámbito profesional, gracias por todo su amor y su dedicación. Gracias por darme la vida, una vida hermosa que no la cambiaría por nada. Siempre les estaré agradecida. Los admiro y los amo.

A mis profesores por todos sus conocimientos, por su dedicación, su paciencia y su entrega, sin ellos no hubiera sido esto posible. Dr Martín Loeza gracias por sus enseñanzas, sus consejos, su tiempo y sobre todo por motivarme y sembrar en mí el deseo de superación. Dra. Adriana Arenas muchas gracias por su dedicación, gracias por sus consejos y por todo su apoyo tanto en clínica como fuera de las aulas. Dr. Fernando Fernández por darme la confianza en realizar las cosas y por su apoyo. M.C Héctor Ruiz un enorme agradecimiento por su tiempo para la realización de éste proyecto, por todos los conocimientos que nos brindó a lo largo de la especialidad, siempre le estaré agradecida y le tendré una gran admiración. Dra. Paola por su apoyo incondicional en clínica, Dr. Pantoja por su confianza, motivación y apoyo. Dr. Saldaña por sus conocimientos. Al Ingeniero Darío, gracias por su asesoría en la parte metodológica de la investigación, por su tiempo, dedicación, paciencia y su gran disposición. Dios lo Bendiga. Así como al departamento de Metalurgia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo que me facilitó trabajar en sus laboratorios y a la directora del CUEPI, Dra Elizabeth Zepeda Maldonado, muchas gracias.

Agradezco a mis compañeros de clase por el tiempo que compartimos juntos, fue una experiencia muy grata haberlos conocido y formar grandes amistades. (Are, Yuri, George, Beni, Alex, Marco, Amado, Daysiri) Gracias...

DEDICATORIA

A mis Papás J. Concepción Ballesteros Jiménez y Bertha Alicia Zamora Morales por su amor, dedicación, entrega, por su apoyo, confianza, por guiarme y por estar conmigo en este viaje “La Vida”.

A mi hermano Mauricio, que con su amor y cariño me motivó para seguir adelante y así cumplir con el objetivo. A mi hermano Jorge Arturo y mi cuñada Miriam porque han traído las alegrías más grandes al hogar: Ximena y Miquel. Gracias hermanos, los quiero y siempre los querré incondicionalmente.

A Silverio por su confianza, por su amor, por escucharme, apoyarme, por sus múltiples consejos y palabras de aliento. Gracias por recorrer éste camino a mi lado.

A mi abuelita María Elena Jiménez, a mis tíos: Gerardo Ballesteros, Blanca Ballesteros, Lilia Ballesteros, Graciela Ballesteros, Bertha Elena, Jorge Mandujano, Francisco Villagrán, Justo Sierra, Alejandro Ortíz, Víctor Flores, Martha Rojas, Luz María Zamora, Lalo Zamora, Norma y Rogelio Muratalla. A mis primos: Jorge, Miguel, Azul, Rodrigo, Daniel, Andrés, Francisco, Susana Anguiano, Ulises, Uriel, Alex, Germán, Vero, Adriana, Gera, Miriam, Víctor, gracias por su cariño y por creer en mí. ¡Los quiero familia!

A mis abuelitos J. Concepción Ballesteros Ochoa, Ladislao Zamora Zambrano, Susana Morales y mi tía Cuca Ballesteros. Siempre los querré y vivirán en mi corazón. Sé que comparten mi alegría en donde quiera que se encuentren.

A los amigos que a pesar del tiempo y la distancia, siguen presentes en mi vida.

ÍNDICE

1. RESUMEN-----	5
2. INTRODUCCIÓN-----	6
3. ANTECEDENTES GENERALES-----	8
4. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS-----	23
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	33
6. JUSTIFICACIÓN-----	35
7. HIPÓTESIS-----	36
8. OBJETIVOS-----	37
9. MATERIAL Y MÉTODOS-----	38
10.RESULTADOS-----	48
11.DISCUSIÓN-----	56
12.CONCLUSIÓN-----	59
13.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	60

1. RESUMEN

Introducción: Para el estudiante especialista en endodoncia es de vital importancia la práctica preclínica, para obtener el conocimiento necesario de las técnicas que se realizan durante el tratamiento endodóntico. Por lo que es necesario trabajar en órganos dentales extraídos, los cuales deben permanecer en alguna solución química para mantenerse hidratados y conservar su dureza lo más cercano a las condiciones “*in vivo*”.

Objetivo: Realizar un análisis sobre la dureza dentinaria de órganos dentales recién extraídos, conservados en diferentes soluciones químicas para fines de investigación

Material y métodos: Se utilizaron 50 premolares recién extraídos por fines ortodóncicos de pacientes entre 12 y 19 años de edad, los cuales se colocaron de manera aleatoria en diferentes soluciones químicas: agua destilada, solución salina, formalina 10%, agua y glicerina 1:1 y un grupo control que permaneció sin ninguna solución. El tiempo de almacenamiento fue de 6 semanas para realizar posteriormente la prueba de dureza mediante el indentador Rockwell superficial 15T, las indentaciones se realizaron a nivel radicular en los tercios cervical, medio y apical.

Resultados: En el presente estudio se encontraron los siguientes resultados: a nivel del tercio cervical la solución que presento valores de dureza semejantes respecto al grupo control fue la solución agua y glicerina 1:1, en el tercio medio, la solución de formalina al 10% y en el tercio apical, la solución agua y glicerina 1:1. Al realizar el análisis con todo el conjunto de datos obtenidos de los tres diferentes tercios, se concluye que la solución agua y glicerina en una proporción 1:1 mantiene los valores de dureza más óptimos para trabajar “*in vitro*”.

2. INTRODUCCIÓN

Durante la formación del estudiante especialista en endodoncia es de vital importancia la práctica preclínica, sobre todo para obtener el conocimiento necesario de las técnicas de instrumentación, obturación y métodos de irrigación, que se utilizan durante el tratamiento endodóntico, así como tener el conocimiento de la anatomía externa e interna del diente. En preclínica existen diferentes modalidades para el conocimiento del tratamiento endodóntico, por ejemplo las piezas dentales naturales, modelos de cubos de acrílico que simulan la anatomía de los conductos radiculares y sus variaciones, y de esta manera se ponen en práctica diferentes técnicas de instrumentación, de irrigación y de obturación (1,2). También hay métodos de diafanización de las piezas dentales, los cuales permiten observar la anatomía interna y así conocer la diversidad de morfologías que podemos encontrar en nuestra práctica diaria (3), la diafanización también permite observar el trabajo que se realiza dentro de los conductos con los diferentes tipos de instrumentos rotatorios y materiales de obturación que hay actualmente en el mercado (4,5)

Por otra parte, en preclínica la preparación, conservación y almacenaje de órganos dentarios extraídos es muy importante, ya que esto permite contar con material de trabajo suficiente para poner en práctica las distintas fases de la terapia endodóntica, como método de aprendizaje (*in vitro*) del estudiante. (6)

La conservación de los dientes es un tema muy controvertido ya que no existe un total acuerdo sobre cuál es la mejor forma de mantener los dientes una vez que se ha efectuado la extracción. En algunos estudios no se da la importancia al sistema de almacenado de los dientes y no se hace ninguna referencia sobre éste apartado. En otros casos se especifica que son dientes de reciente extracción de humanos, de bovinos o bien de cerdos pequeños, aunque tampoco se hace ninguna referencia sobre si se realizó el tratamiento de forma inmediata a la extracción o no. (7)

Los estudiantes y especialistas dedicados al área de Investigación al tener que utilizar órganos dentarios de reciente extracción (que conserven sus propiedades físicas lo más cercano a sus características normales como las encontramos al realizar los tratamientos in vivo, para sus diversos proyectos), deben seguir un protocolo de almacenamiento de dichas muestras, ya que posterior a realizada la extracción, las piezas dentales que no se almacenan en alguna solución química como medio de conservación sufrirán una deshidratación y por lo tanto existirá una pérdida de dureza, la cual es importante valorar al momento de interpolar resultados preclínicos a clínicos.

Al revisar la literatura diversos autores mencionan diferentes sistemas de almacenamiento y conservación de los dientes por ejemplo: Hassanloo y cols. en el año 2007, utilizó en su estudio incisivos, los cuales fueron limpiados de restos de tejido orgánico y los almacenó en Timol al 0.2% (8), Hauser y cols. en el 2007 llevó sus muestras inmediatamente después de la extracción al medio de conservación-solución salina al 0.9% con ácido sódico al 0.0001% a 4°C (9). Boutisouskis y cols. en el 2007 almacenaron sus muestras por 2 días en NaOCl al 3% a temperatura ambiente para remover tejidos blandos y posteriormente lavadas con agua destilada, luego fueron almacenados en solución de formalina al 10% (10). Uzun y cols. en el 2008 mantuvieron sus muestras en solución salina para prevenir la deshidratación después de su extracción (11). Otros trabajos de investigación simplemente no hacen referencia sobre éste apartado, como en el estudio de Sonia Chopra y cols. (2008) y en el estudio de Randy Degerness y cols. (2008) (12,13). Debido a estos antecedentes el presente estudio de investigación va encaminado a realizar un análisis sobre la dureza dentinaria de órganos dentales recién extraídos y conservados en diferentes soluciones químicas.

3. ANTECEDENTES GENERALES

3.1 Dentina

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. En la porción coronaria se halla recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que en la región radicular se encuentra tapizada por el cemento. Interiormente, la dentina delimita una cavidad denominada cámara pulpar, la cual contiene a la pulpa dental (figura 1) (14).

La formación de la dentina se inicia por un grupo de células especializadas denominadas odontoblastos, las cuales se diferencian de la papila dental alrededor de la octava o novena semana de la vida fetal. Los odontoblastos son células que se cree que derivan del mesodermo. Cuando estas células elaboran dentina toman apariencia alargada. (15)

En la estructura de la dentina se pueden distinguir dos componentes básicos: la matriz mineralizada y los túbulos dentinarios que la atraviesan en todo su espesor y que alojan a los procesos odontoblásticos; dichos túbulos miden desde $1\mu\text{m}$ de diámetro a nivel de la unión de la dentina con el esmalte y hasta $3\mu\text{m}$ a nivel de su superficie radicular. Los procesos odontoblásticos son largas prolongaciones citoplasmáticas de las células especializadas llamadas odontoblastos, cuyos cuerpos se ubican en la región más periférica de la pulpa. Estas células producen la matriz colágena de la dentina y participan en el proceso de calcificación de la misma, siendo por tanto, responsables de la formación y del mantenimiento de la dentina. (14,16)



Figura: 1

Propiedades Físicas

1. **Color:** La dentina presenta un color blanco amarillento, pero puede presentar variaciones, las cuales pueden depender de:
 - El grado de mineralización: los dientes primarios presentan un color blanco azulado por su menor grado de mineralización.
 - La vitalidad pulpar: los dientes desvitalizados presentan un color grisáceo.
 - La edad: con la edad la dentina se vuelve progresivamente más amarillenta.
 - Pigmentos: éstos pueden tener un origen endógeno (degradación de la hemoglobulina por algún traumatismo, acción medicamentosa) o exógeno (obturaciones metálicas).
2. **Traslucidez:** la dentina es menos traslúcida que el esmalte, debido a su menor grado de mineralización, pero en las regiones apicales donde el espesor de la dentina es mínimo, puede verse por transparencia el conducto radicular.
3. **Dureza:** está determinada por su grado de mineralización, es mucho menos que la del esmalte y algo mayor que la del hueso y el cemento.
4. **Radiopacidad:** depende también del contenido mineral. Por su baja radiopacidad, la dentina aparece en las placas sensiblemente más oscuras que el esmalte.
5. **Elasticidad:** tiene gran importancia funcional, ya que permite compensar la rigidez del esmalte, amortiguando los impactos masticatorios y ésta varía de acuerdo al porcentaje de sustancia orgánica y al agua que contiene.
6. **Permeabilidad:** Se da debido a la presencia de los túbulos dentinarios, que permiten a distintos elementos penetrar con relativa facilidad. (14)

Composición Química

La composición química de la dentina es de aproximadamente de 70% de materia inorgánica (principalmente cristales de hidroxiapatita), 18% de materia orgánica (principalmente fibras colágenas) y 12% de agua. (14,15)

- Matriz Orgánica

Está constituida por varios componentes entre los que se destaca el colágeno tipo I, que es sintetizado por el odontoblasto y representa el 90% de dicha matriz. El tipo III se segrega en casos de dentina opalescente y está ocasionalmente presente en la dentina peritubular; el tipo IV, en los momentos iniciales de la dentinogénesis y los tipos V y VI se han descrito en distintas regiones de la predentina.

También se han encontrado proteínas semejantes a las existentes en la matriz ósea tales como: la osteonectina, la osteopontina y la proteína Gla de la dentina que contiene ácido glutámico. Dicha matriz contiene además tres proteínas que se localizan únicamente en la dentina como son: la fosforina dentinaria que tras el colágeno es el componente más abundante de la dentina, La proteína de matriz dentinaria 1 y la sialoproteína dentinaria. (14)

- Matriz Inorgánica

Está compuesta por cristales de hidroxiapatita, similares químicamente a los del esmalte, cemento y hueso. Por su tamaño se diferencian de los grandes cristales del esmalte ya que son más pequeños y delgados. Las dimensiones de los cristales son de 36nm de longitud, 25 nm de anchura y 10 nm de altura, además se orientan de forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz de la dentina, disponiéndose entre las fibras y también dentro de las mismas, ya que ocupan los espacios entre las moléculas de colágeno que la forman. (14)

Además de los cristales de hidroxiapatita hay cierta cantidad de fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos como flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio entre otros.

La fase inorgánica hace que la dentina sea algo más dura que el hueso y más blanda que el esmalte, esta diferencia se puede observar en las radiografías en las cuales la dentina aparece algo más radiolúcida que el esmalte, y más radiopaca que la pulpa

Zonas de la Dentina

1. Dentina del Manto

Es la primera dentina sintetizada por los odontoblastos recién diferenciados, constituye una delgada capa de 20 μm de espesor que queda ubicada por debajo del esmalte y el cemento. La matriz orgánica de este tipo de dentina está formada por fibras de colágeno muy gruesa que se disponen en forma ordenada y regular. La dentina del manto posee abundante sustancia fundamental, rica en GAG sulfatadas, pero carece de fosforina dentinaria. Además presenta un número aumentado de túbulos, pues contiene las ramificaciones terminales de los mismos. (14,17)

2. Dentina Circumpulpar

Una vez formada la dentina del manto, comienza a depositarse el resto de dentina, que se conoce como dentina circumpulpar. Esta forma el mayor volumen de dentina de la pieza dentaria, y se extiende desde la zona del manto hasta la predentina; su nombre proviene del hecho de que rodea a la pulpa. Las fibras colágenas son considerablemente más delgadas que las del manto, y se disponen irregularmente, formando una malla densa. La calcificación de esta dentina es de tipo globular y no lineal como ocurre en la dentina del manto. (14,17)

3. Predentina

Es una capa de dentina sin mineralizar, de 20 μm a 30 μm de ancho, situada entre los odontoblastos y la dentina circumpulpar. Está constituida por prolongaciones citoplasmáticas, acompañadas por fibras nerviosas amielínicas y matriz orgánica dentinaria. (14)

La primera capa de matriz extracelular formada por los odontoblastos es predentina; a medida que esta se calcifica se forma nueva predentina. Así, dicha capa se

mantiene durante toda la vida del diente, como consecuencia de la actividad cada vez más lenta, pero continua, de los odontoblastos. La predentina es importante ya que constituye una fuente de producción continua de dentina. Es necesario conocer que si la predentina se calcifica completamente, esta podría comenzar a ser reabsorbida por los odontoclastos. (14)

Tipos de Dentina

a) Dentina Primaria

Es la dentina que se forma primero, representa la mayor parte de ésta y delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados. Desde el punto de vista funcional se considera dentina primaria la que se deposita desde que comienza las primeras etapas de la dentinogénesis hasta que el diente entra en oclusión. (14)

b) Dentina Secundaria

Se forma después que se ha completado la formación de la raíz del diente, a partir del momento en que el diente entra en oclusión, pero se ha demostrado que también se halla presente en dientes que aún no han erupcionado o están retenidos. Esta dentina se deposita más lentamente que la primaria, pero su producción continúa durante toda la vida del diente. También es llamada dentina fisiológica. (14,15,18)

En cuanto a la distribución de los túbulos en esta dentina, es ligeramente menos regular que la dentina primaria. La dentina secundaria se forma por dentro de la circumpulpar en toda la periferia de la cámara pulpar, alcanzando mayor espesor en el piso, techo y paredes, especialmente en el piso. La formación de esta dentina determina una progresiva disminución de la cámara pulpar. (14,18)

c) Dentina Terciaria

También llamada dentina reparativa, reaccional, irregular o patológica, se forma más internamente, deformando la cámara, pero en los sitios donde existe un estímulo localizado. Es decir, que esta dentina es producida por odontoblastos que se encuentran directamente implicados con los estímulos nocivos (14,15)

La cantidad y calidad de la dentina terciaria que se produce se halla relacionada con la duración e intensidad del estímulo; cuanto más sean esos factores, más rápida e irregular será la aposición de dentina reparativa; si por el contrario el estímulo es menos activo, esta se deposita lentamente, siendo su patrón tubular más regular. (14)

Estructura Histológica de la Dentina

1. Unidades Estructurales Básicas

a) Túbulos Dentinarios

Son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria o cementodentinaria. La pared del túbulo está formada por dentina peritubular. En su interior se encuentra el líquido tisular y las prolongaciones odontoblásticas (14,20) Estas siguen un trayecto en S desde la superficie externa de la dentina hasta su límite con la pulpa en la dentina coronaria. (24) Dichas curvaturas se originan como resultado del apiñamiento de los odontoblastos a medida que se dirigen hacia el centro de la pulpa. (15,19)

El diámetro y la densidad de los túbulos es mayor cerca de la pulpa, la formación progresiva de la dentina peritubular conduce a una disminución continua del diámetro del tubo en la dirección del esmalte o del cemento. La densidad tubular en la zona del ápice radicular es considerablemente menor de $(7.000 \text{ a } 10.000/\text{mm}^2)$ que en el centro y la raíz cervical $(34.000 \text{ a } 50.000/\text{mm}^2)$ (25)

- **La dentina peritubular**

Los túbulos están rodeados por una pared denominada dentina peritubular. Su formación se produce cuando se termina de completar la mineralización de la dentina intertubular. Se deposita en forma centrípeta en relación al túbulo dentinario, de manera lenta y gradual, y con la edad puede llegar a obliterar parcial o totalmente los túbulos dentinarios. (14)

La dentina peritubular puede ser diferenciada fácilmente de la dentina intertubular, debido a que presenta menos cantidad de fibrillas de colágeno y mayor proporción de proteoglicanos sulfatados, mientras que la dentina intertubular contiene gran cantidad de colágeno (14,17,20,22). Además está más mineralizada y por ello es más dura que la intertubular. El crecimiento continuo de la dentina peritubular se produce como un cambio relacionado con la edad o por otras razones como procedimientos restauradores que llevan a la obliteración de los túbulos pudiendo producirse una esclerosis dentinaria (20,22).

- **Contenido de los túbulos dentinarios.**

El interior del túbulo dentinario, se encuentra ocupado por la prolongación odontoblástica, entre dicha prolongación y la pared del túbulo existe un espacio estrecho (espacio periprocesal) el cual se encuentra ocupado por el líquido tisular.

Los procesos odontoblásticos son las prolongaciones citoplasmáticas que dejan los odontoblastos a medida que forman la dentina; ellos determinan la morfología de los túbulos. Estos procesos son más anchos en su base (cerca del cuerpo del odontoblasto) y terminan en punta afilada; sus ramas colaterales y terminales ocupan las ramificaciones de los túbulos dentinarios. No se ha podido establecer de manera segura la longitud de esas prolongaciones (14).

Alrededor del 22% del volumen total de dentina está ocupado por fluido tisular el cual circula por el espacio periprocesal. Éste es un ultrafiltrado de la sangre presente en los capilares pulpaes, su composición se asemeja a la del plasma (22,17). El fluido se dirige hacia fuera entre los odontoblastos, en los túbulos dentinarios, y escapa a través de los poros existentes en el esmalte. Se cree que el movimiento rápido del fluido a través de los túbulos dentinarios es una de las causas de que la dentina tenga sensibilidad. (14,17)

En el espacio periprocesal también penetran hasta ciertas distancias, fibras nerviosas amielínicas provenientes de la pulpa; también se pueden distinguir algunas fibras colágenas e inclusive cristales de hidroxiapatita. (14)

b) 2- Dentina Intertubular

Ésta se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son las fibras de colágeno que constituyen una malla fibrilar entre la cual y sobre la cual se depositan los cristales de hidroxiapatita.(14). Conforman el mayor componente de la dentina y representa el principal producto secretor de los odontoblastos, además está constituida por una red tejida de fibrillas colágenas que miden entre 50 y 200 nm de diámetro, en las cuales se deposita cristales de hidroxiapatita. (15)

2. Unidades Estructurales Secundarias

a) Dentina Interglobular

Zonas de dentina no mineralizada o hipomineralizada que persisten dentro de la dentina madura, se encuentra principalmente en la dentina circumpulpar, justo por debajo de la dentina del manto (15,17,23). Como resultado de algunas enfermedades como deficiencias hormonales o nutricionales, la mineralización de la dentina se ve afectada y se produce un aumento de las áreas de la dentina interglobular. (21)

b) Líneas Incrementales

La dentina al igual que el hueso crece por aposición, este crecimiento es el que determina la formación de las líneas incrementales (14). Estas líneas corren en ángulo recto respecto a los túbulos dentinarios y marcan el patrón rítmico normal de la aposición de dentina en dirección interna y hacia la raíz. (15)

Otro tipo de líneas incrementales son las de Owen. Estas líneas mayores son irregulares en grosor y espaciamiento. Actualmente se dice que son alteraciones en el proceso de calcificación de la dentina. (14,15)

c) Zona Granulosa De Tomes

Se encuentra en toda la periferia de la dentina radicular. En cortes longitudinales se observa como una franja oscura, delgada de 50 μm aproximadamente, vecina a la unión cemento dentinaria y paralela a ella en toda su longitud.

El aspecto granular se atribuyó a la existencia de numerosos espacios de dentina interglobular, que se originarían por la falta de mineralización de las haces de fibras colágenas de la zona más periférica de la dentina radicular. (14,23)

Permeabilidad Dentinaria

Los túbulos dentinarios son los conductos principales para la difusión del fluido a través de la dentina. (17). Éstos convergen en la cámara pulpar a partir de la unión de la dentina con el esmalte. De este modo, las sustancias permeables tienden a concentrarse en una zona pequeña al llegar a la pulpa. Brännström y Garberoglio (1972) observaron que el área de la dentina ocupada por túbulos es de 1% en la unión dentina con el esmalte aumentando hasta un 45% a nivel de la cámara pulpar. Esta consecuencia es también la causa de la disminución de la microdureza de la dentina más cercana a la pulpa, al aumentar la densidad tubular, disminuye la cantidad de matriz calcificada entre los túbulos. (16)

Por su parte Mjör I (2002) refiere, que la permeabilidad dentinaria varía según la edad del diente, el grado de mineralización de los túbulos dentinarios, los cambios tisulares en la dentina, el nivel de localización de la dentina, la proporción de dentina intertubular y cualquier cosa que reduzca el paso de fluido dentro de los túbulos. La gran variación en el número de túbulos y el tipo de ramificaciones en las diferentes localizaciones de la dentina coronal también puede ocasionar marcada diferencia en la permeabilidad.

3.2 Soluciones Químicas empleadas para la conservación de piezas dentales.

3.2.1 Formalina

La formalina se ha utilizado como agente esterilizante, bactericida y germicida en clínicas y hospitales, sin estudios que soporten su uso o que garanticen los resultados esperados. El formaldehído, en su forma natural es un gas de bajo peso molecular, fácilmente soluble en agua y de olor irritante característico, este agente tiene gran tendencia a polimerizarse haciendo grupos de 3 y 4 moléculas obteniéndose el trioximetanal o para-formaldehído (formalina). Este es un sólido de color blanco y para obtenerlo basta colocar la solución de formol a evaporarse al baño maría, a 80° C. El formaldehído se utiliza frecuentemente como agente desinfectante y se reconocen sus propiedades efectivas contra algunos microorganismos. Sin embargo existe controversia sobre la utilidad de este agente y es necesario establecer si es efectivo en la real eliminación de bacterias del instrumental odontológico, para promover su uso con los parámetros indicados y su correcta utilización (26).

En el área de odontología la formalina se ha empleado como solución química para el almacenamiento de piezas dentales recién extraídas, éstos son algunos autores reportados en la literatura. (De Deus y cols., Flavio Soares y cols., Tosun y cols. Felipe y cols durante el año 2008.)

3.2.2 Solución Salina

La solución salina al 0.9 % también denominada Suero Fisiológico, es la sustancia cristaloides estándar, es levemente hipertónica respecto al líquido extracelular y tiene un pH ácido. (27)

Ésta solución se ha empleado como medio de conservación y almacenamiento para los dientes extraídos, algunas referencias son las siguientes: (Susan O. K y cols., A. Kus y cols., Yui y cols., Huang, Gulabivala y cols., Rocha y cols. en el año 2008)

3.2.3 Agua destilada

El agua destilada es agua que ha sido hervida en un aparato llamado “alambique”, y luego recondensada en una unidad enfriadora (condensadora) para devolver el agua al estado líquido. La destilación se usa para purificar el agua. Los contaminantes disueltos tales como sales se quedan en el tanque donde el agua hierve mientras que el vapor de agua se eleva hacia fuera. Puede no funcionar si los contaminantes son volátiles de forma que también hierven y recondensan como si tuvieran algo de alcohol disuelto (28).

En el área odontológica el agua destilada ha sido reportada como una de las soluciones químicas que continuamente se emplean para el almacenamiento de dientes extraídos, algunos de los autores que nos mencionan el uso de ésta solución son; (Saleh y cols. en el 2008, M. Pérez Heredia y cols. 2008)

3.2.4 Agua y glicerina

Es un líquido viscoso incoloro de sabor dulce. Producto secundario en la fabricación del jabón y buen agente humectante para la Industria alimentaria. Sus ésteres son sus derivados químicos más importantes. Algunos de ellos son: las grasas, la nitroglicerina, la dinamita, etc.

Está compuesta de tres carbonos, ocho hidrógenos y tres oxígenos. Su estructura, tiene enlaces simples y es tetravalente: $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$.

La glicerina líquida es resistente a la congelación, pero puede cristalizar a baja temperatura. Es soluble en agua en cualquier proporción, y se disuelve en alcohol, pero es insoluble en éter y muchos otros disolventes orgánicos (29).

Existen reportes en la literatura de otras soluciones químicas que se han empleado para la conservación y almacenamiento de los órganos dentales recién extraídos, tal es el caso del ácido sódico, algunos autores que hacen mención de ello son: (De Deus y cols. en el 2008, Thaler y cols. 2008, Koichi Saito y cols. 2008), otros autores como (Rasimick y cols. en el 2008, Pis Kin y cols. 2008, Santos Filho y cols., Carlos José Soares en el 2008) han empleado el timol a diferentes concentraciones. La

cloramina T es otra de las soluciones químicas que ha sido reportada por algunos autores como lo son (Bergmans y Camillo D'Arcangelo 2008, Linsuwanont y cols. 2008, Reill y cols. en el 2008, Michael Naumann, Gustavo De Deus y cols. en el año 2008, Ahmad Madarati y cols. en el 2008)

3.3 Dureza

La dureza puede definirse como la resistencia de un material a la deformación permanente y se relaciona con otras propiedades como la generación de estrés (30). Dentro de la Odontología, la dentina ha sido estudiada ampliamente por diversos autores en cuanto a estructura y función, también se ha logrado obtener resultados de su dureza. En cuanto a los estudios realizados dentro del área de Endodoncia, es de gran importancia conservar la dureza de la dentina de los órganos dentales extraídos, los cuales como ya se ha mencionado deben ser preparados para su posterior colocación en un medio químico, el cual proveerá un adecuado ambiente sin tener mayores cambios en cuanto a su dureza y superficie antes de su uso y así lograr una mejor manipulación para lograr un trabajo más óptimo y obtener mejores resultados en las investigaciones.

Las mediciones de dureza se realizan mediante el uso de distintos durómetros, por ejemplo; Brinell, Vickers, Rockwell, Rockwell Superficial, las cuales son rápidas de realizar y no destructivas. (35)

3.3.1 Brinell

Es el ensayo de dureza más ordinario. Consiste en una prensa hidráulica de operación manual diseñada para imprimir un indentador sobre la superficie de la probeta analizada; la presión se mide por un manómetro y se aplica por medio de una bomba de aceite, la pieza de ensayo se coloca en soporte que puede subir o bajar mediante un tornillo (Figura 2) (31). Se fuerza un indentador de balón de acero templado o de carburo de tungsteno de 10mm de diámetro contra la probeta, con una fuerza adecuada a la dureza del material. Para materiales duros se aplica una carga de 3000kg. Y para materiales suaves se emplean cargas de 500kg. El tiempo de aplicación de la fuerza es de 10 a 30 seg. dependiendo de la aleación examinada;

después se quita la carga y se mide el diámetro de la impresión en la probeta con un microscopio o lente especial con un rastreador láser para la lectura automática. El valor así obtenido, aplicado a la fórmula Brinell o con el uso del grado de dureza. El número de dureza Brinell se define como la fuerza aplicada dividida por la superficie de contacto entre el indentador y la probeta después de haberse retirado el indentador (32).



Figura: 2

3.3.2 Dureza Vickers

Este método es muy difundido ya que permite medir dureza en prácticamente todos los materiales metálicos independientemente del estado en que se encuentren y de su espesor. En ésta prueba se utiliza un diamante en forma de pirámide de base cuadrada. El ángulo entre las caras de la pirámide es de 136° . El penetrador es aplicado perpendicularmente a la superficie cuya dureza se desea medir, bajo la acción de una carga P . Esta carga es mantenida durante un cierto tiempo, después del cual es retirada y medida las diagonales del rombo de la impresión que quedó sobre la superficie de la muestra (Figura 3). Para calcular el número de dureza

Vickers se divide la carga por la superficie de la indentación. Las longitudes de las diagonales se calculan y promedian. Estos valores se trasladan a una tabla donde se obtiene el número de dureza. (33)



Figura: 3

3.3.3 Rockwell

Es un método para determinar la resistencia de un material a ser penetrado. El método de Rockwell aunque es un método de indentación no pretende de manera directa medir la dureza a través de la determinación directa de la magnitud de los esfuerzos de contacto, sino que la define como un número arbitrario, inversamente proporcional a la penetración del indentador (Figura 4). Se pueden utilizar diferentes escalas que provienen de la utilización de distintas combinaciones de penetradores y cargas, lo cual permite ensayar prácticamente cualquier metal o aleación. Hay dos tipos de penetradores: unas bolas esféricas de acero endurecido (templado y pulido) de 1/16, 1/8, 1/4 y 1/2 pulg, y un penetrador cónico de diamante con un ángulo de $120^\circ \pm 30'$ y vértice redondeado formando un casquete esférico de radio 0,20mm (Brale), el cual se utiliza para los materiales más duros (34)



Figura: 4

3.3.4 Rockwell Superficial

Es una variante del Ensayo Rockwell cuyo fin es únicamente analizar la superficie de los materiales. Su técnica es básicamente reducir el esfuerzo aplicado para sólo penetrar en la superficie. Para este ensayo se utiliza una precarga menor de 3kg, seguida de una carga mayor de 15, 30 o 45kg. Estas escalas se identifican mediante número (15, 30 o 45) y una letra (N, T, W o Y) en función del penetrador. (34)

Al comienzo el indentador penetra un poco en la superficie de la muestra bajo la acción de la carga previa P_0 , la cual se mantiene hasta el final del ensayo. Esto garantiza una mayor exactitud del ensayo ya que excluye la influencia de las vibraciones y de las irregularidades de la delgada capa superficial. Después se expone la probeta a la acción de la carga total $P_f = P_0 + P_1$, y la profundidad de penetración aumenta. Luego de retirada la carga principal P_1 , en el sistema probeta-indentador ocurre una recuperación elástica, ya que sobre el actúa sólo la carga previa P_0 , siendo posible la medición de la profundidad de penetración h , la cual determina el número de dureza Rockwell. (Figura 5) (35)

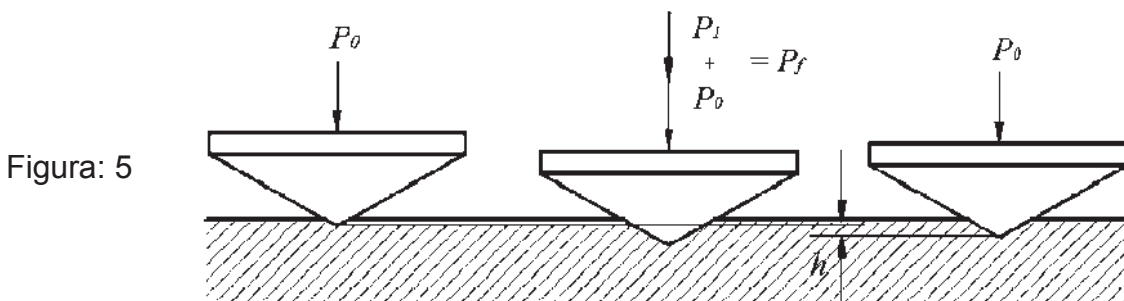


Figura: 5

4. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

* **Álvarez Quesada C y cols. (2002)** determinaron la microdureza de diferentes composites, comparándola con los valores de esmalte y dentina natural, **emplearon un durómetro Rockwell superficial 15T, el penetrador fue una bola de acero de 1/16 de pulgada, con una carga de 15 Kg.** Se utilizaron dientes naturales sanos (caninos, premolares y molares), extraídos por motivos ortodóncicos o periodontales. Previamente se realizaron unos patrones de dureza en esmalte y dentina para poderlos comparar con los diferentes materiales dentales (composites) estudiados.

Las probetas para realizar estos patrones dentales de esmalte y dentina se realizaron colocando los dientes en agua destilada, durante 48 horas, se colocaron en escayola (piedra mejorada), para su sujeción y posterior corte adecuado de la muestra. Los cortes fueron longitudinales y transversales. La técnica de confección de las probetas fue idéntica en todas las muestras y realizadas por el mismo operador. Todas se realizaron con la técnica incremental (por capas) y siempre de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones de cada fabricante, cada incremento de resina se fotopolimerizó durante 40 segundos, a 5 mm de distancia. Todas las muestras se pulieron, para obtener una superficie lisa, mediante fresas, discos y tazas de goma de grano grueso, medio y fino.

Los datos obtenidos de las distintas indentaciones (cuatro en cada una de las muestras) se sometieron a un análisis estadístico de varianza (ANOVA) con el test a posteriori de Student Newman Keuls (SNK). Las muestras se observaron con posterioridad al Microscopio Electrónico de barrido a 350 y 5000 aumentos, así como a un análisis por difracción de RX.

Las muestras preparadas con los materiales dentales 3M-Z100 presentaron una dureza de (87.43 ± 0.91) , valor ligeramente inferior al del esmalte (87.54 ± 4.54) . Las demás muestras presentaron valores de dureza inferiores al esmalte, pero por

encima o igual a la dentina (71.19 ± 2.53), excepto las muestras Dentsply de Trey-Dyrac (70.13 ± 2.69). La (Figura 6) representa los valores de dureza.

	n	Rockwell $x \pm de$	n	Vickers $x \pm de$
Esmalte 8		$87,54 \pm 4,45$	6	$324,1 \pm 87,35$
Dentina 7		$71,19 \pm 2,53$	4	$68,04 \pm 7,84$
Ariston	3	$80,15 \pm 0,49$	2	$66,30 \pm 0,07$
Surefil	4	$82,85 \pm 0,50$	2	$105,7 \pm 3,65$
Filteck P60	3	$80,60 \pm 0,34$	2	$97,20 \pm 0,26$
Filteck Z 250	4	$83,40 \pm 1,04$	2	$96,9 \pm 0,83$

Figura: 6

Los autores concluyeron que la dureza de los composites guarda relación exponencial con la fracción volumétrica de relleno y dependen en menor medida de la dureza del relleno. Al aumentar el contenido del relleno de los composites de partículas finas se opone mayor resistencia a la penetración no recuperable. (36)

* **Nilson Rene Rodríguez y cols.** determinaron la influencia del sistema de blanqueamiento Pola Office sobre la dureza superficial del esmalte dental y de la resina microhíbrida Filtek®Z350 (3M). Para el presente estudio se fabricaron 20 discos de resina y se usaron 20 dientes incisivos humanos superiores e inferiores, recién extraídos. La resina se empacó en discos abiertos metálicos, luego se colocó una película de poliéster transparente sobre ellos para su fotopolimerización, la resina se pulió a espejo y se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente por 24 horas. Cada disco de resina se dividió en dos mitades iguales por una cinta. En la mitad derecha se aplicó el agente blanqueador y en la mitad izquierda no se aplicó nada. **Se utilizó un indentador de diamante Vickers con una carga de 200gms por 20 seg.**

En el otro grupo, se utilizaron 20 incisivos superiores e inferiores extraídos por razones periodontales, se lavaron en agua corriente para remover la sangre y tejido adherido, inmediatamente fueron colocados en una solución de cloramina al 0.5% durante un periodo máximo de una semana y posteriormente fueron almacenados en agua destilada a 4°C. Los dientes se etiquetaron con la fecha de extracción para que no superaran los noventa días de haber sido extraídos. Cada diente se sumergió en bloques de acrílico transparente, dejando la superficie vestibular expuesta. Para realizar la prueba fueron divididos los dientes en dos mitades, a la mitad derecha, se aplicó pola office por ocho minutos como lo recomienda el fabricante, se lavó con agua corriente, se secó con aire y se aplicó nuevamente pola office hasta completar cinco aplicaciones. A la mitad izquierda no se le aplicó nada. Fueron almacenados en agua destilada por 24 horas antes de realizar la prueba. A las dos mitades se le hicieron tres indentaciones separadas por 1 mm de distancia. Solo se tomaron en cuenta las indentaciones en las cuales, las diagonales eran simétricas para que los datos fueran confiables.

Las pruebas estadísticas arrojaron los siguientes resultados: existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.005$) que confirman que la aplicación del agente blanqueador disminuye la dureza superficial del esmalte humano, así como la dureza superficial de la resina. (37)

* **Oliveira D. L y cols. en el 2007** evaluaron los efectos de la clorhexidina al 2% y NaOCl al 1% respecto a la microdureza en la dentina del conducto radicular. Utilizaron premolares recién extraídos por razones periodontales, libres de caries, los cuales fueron extraídos de 30 pacientes de 40 años. Seleccionaron los dientes en base a su tamaño y la similitud en morfología. Todos los dientes fueron almacenados en solución salina (NaCl 0,85%) hasta su utilización. Las coronas fueron seccionadas en la unión amelocementaria. Los conductos se instrumentaron con la técnica step-back hasta un número 50. Cada raíz se seccionó transversalmente a nivel cervical, medio y apical con un disco de diamante.

Los 3 segmentos de cada raíz se montaron en un bloque de resina de acrílico. Las superficies de dentina de 90 muestras se lijaron suavemente con papel de lija cada vez más finos y posteriormente se lavaron con solución salina después de pulir. Las muestras fueron divididas al azar en 3 grupos de acuerdo con la solución de irrigación utilizada. El conducto de cada sección se llenó con 1mL de solución irrigante por 15 minutos: el grupo 1 con solución salina; el grupo 2 con clorhexidina al 2% y el grupo 3 con NaOCl al 1%.

Las medidas de microdureza fueron realizadas a 500 μ m y 1000 μ m de la interface pulpodentinaria. **En cada medición, se realizó una indentación con una carga de 50g durante 10 segundos con un indentador de microdureza Vickers.** Los datos fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza y la prueba de Tukey. Las pruebas se realizaron al 95% de significancia ($P < 0.05$). El Análisis de los datos indicó diferencia significativa entre los grupos ($P < 0.05$). Los conductos radiculares que se irrigaron con clorhexidina al 2% y NaOCl al 1% redujeron significativamente los valores de microdureza a 500 μ m y 1000 μ m de la interface pulpo-dentinaria en relación con el grupo control (solución salina 0.85%) en todas las secciones (cervical, medio, y apical; $P < 0.05$), por otra parte no hubo gran diferencia ($P > 0.05$) respecto a la distancia medida a 500 μ m y a 1000 μ m de la interface pulpo-dentinaria. Los autores concluyeron que la irrigación de los conductos ya sea con clorhexidina al 2% o NaOCl al 1% reducen la microdureza de la dentina. Los valores

más bajos de microdureza Vickers se obtuvieron a 500 μ m en comparación de la interface pulpodentinaria a 1000 μ m. Estos resultados apoyan los hallazgos previos que indican que los valores de la microdureza dentinaria están relacionados según su ubicación, y su valor disminuyó a medida que los espacios están más cerca de la pulpa. (38)

* **Ilan Rotstein y cols.** en su estudio publicado en 1999 tuvieron como propósito evaluar el efecto del cloroformo, xilol y halotano sobre la microdureza del esmalte y la dentina humana. El retratamiento endodóntico se indica cuando un tratamiento ha fallado. Los disolventes son a menudo utilizados para lograr facilitar este objetivo en la eliminación de la obturación con gutapercha. Se utilizaron 36 premolares humanos que habían sido extraídos por motivos ortodónticos, todos los dientes eran de adultos jóvenes. Las raíces fueron cortadas en la unión cemento dentinaria con un disco de carburo a baja velocidad y refrigeración adecuada. Las coronas se dividieron longitudinalmente en dos, mesial y distal, lo que hace un total de 72 muestras. Cada muestra se colocó en resina acrílica, dejando la superficie de dentina y esmalte expuesto. Se lijaron con papel de lija con agua y se pulieron con pasta de alúmina y tela de fieltro, fueron incubados a 37°. Se dividieron en 9 grupos de 8 muestras al azar. **Se utilizó el durómetro Vickers aplicando con una carga de 500g durante 10 seg. en la dentina y el esmalte de cada espécimen.** Los grupos experimentales fueron tratados durante 5 y 15 minutos con uno de los siguientes solventes de gutapercha: cloroformo, xilol y halotano. La solución salina fue utilizada como control negativo y como control positivo ácido fosfórico al 0.37%. Después de cada tratamiento, las muestras se lavaron con abundante agua destilada y se secaron por 20 minutos con papel suave absorbente a temperatura ambiente, se realizó la medición de dureza. Tanto los valores de microdureza de dentina y esmalte fueron comparados y analizados estadísticamente por medio del análisis de varianza (ANOVA) y por el paquete estadístico Wilcoxon matched-pares con una significancia del 95% de confianza.

Se observó una disminución en la microdureza del esmalte y la dentina relacionada directamente al aumento del tiempo de exposición con todos los disolventes utilizados. Un tratamiento de 5 minutos con ácido fosfórico disminuyó la microdureza del esmalte un 13% ($P < .01$) y en dentina un 18% ($P < .01$). No se afectó la microdureza con la solución salina. Con cloroformo hubo una disminución del 13% en el esmalte a los 5 min ($P < .01$) y 17% a los 15 min. ($P < .01$). Y en dentina fue de un 29% después de 15 min. ($P < .01$). El xilol disminuyó la microdureza del esmalte en un 9% a los 5 min. ($P < .05$) y un 13% a los 15 min. ($P < .01$). En dentina disminuyó en un 7% a los 5 min. ($P < .05$) y un 10% después de 15 min. ($P < .01$). El halotano disminuyó microdureza del esmalte en un 8% después de 5 min. ($P < .05$) y en un 11% después de 15 min ($P < .01$). Y en dentinaria un 8% a los 5 min. ($P < .05$) y un 12% después de 15 min. ($P < .01$) Los resultados del estudio indican que al utilizar cloroformo, xilol, y halotano en retratamientos, reducen significativamente la microdureza del esmalte y la dentina. (39)

* **Carlos Liñan Duran y cols. en el 2007** valoraron el efecto erosivo que producen las bebidas industrializadas en la ciudad de Lima a través del análisis de microdureza superficial del esmalte dentario.

Se ocuparon 25 premolares que se almacenaron en solución fisiológica isotónica, se hicieron cortes de sus caras vestibulares en las áreas más planas con pieza de alta velocidad y fresas de fisura bajo adecuada refrigeración. Se utilizó el método de dureza Vickers mediante un microdurómetro que fue programado para aplicar una carga de 100g en un tiempo de 15 segundos, se obtuvo la medida de la microdureza en kg/mm^2 .

Se pudo observar que la bebida Carbonatada produjo el mayor efecto erosivo, seguido del grupo néctar y finalmente el grupo yogurt. En el grupo control no se produjo efecto erosivo, la variación que experimentó la microdureza fue de 1.52 kg/mm^2 . Mediante la prueba de ANOVA se determinó que existe diferencia significativa del efecto erosivo entre los cuatro grupos, ya que la significancia fue de

$p=0.0000$ ($p<0.05$). Mediante la prueba de TUKEY HSD, se determinó que en todos los casos hubo diferencias significativas de los efectos erosivos al compararlos entre pares de grupos, ya que la significancia fue de 0.0000 ($p<0.05$). (40)

Se ha revisado en la literatura que los dientes extraídos para fines de práctica o de estudio son colocados en algún medio de conservación, hay diferentes protocolos a seguir, se ha visto que en estudios realizados durante el año 2008 Susan O. K y cols. utilizaron 55 dientes unirradiculares extraídos, los cuales fueron almacenados en solución salina al 0.9% y se mantuvieron húmedos durante todo el experimento, la superficie radicular fue raspada para eliminar residuos orgánicos (41). A. Kus (2008) para su estudio utilizó 70 premolares de un solo conducto y las muestras fueron almacenadas en solución salina fisiológica a 4° C hasta que fue necesario, las raíces también fueron limpiadas de remanentes de tejidos blandos (42). Yui y cols. (2008) ocuparon 48 premolares humanos intactos recién extraídos por fines ortodónticos los cuales fueron mantenidos en solución de formalina al 10 % por 48 horas, lavados y raspados con instrumentos manuales, puntas de hule y piedra pómez, finalmente fueron sumergidos también en solución salina hasta que fueron usados(43). Huang, Gulabivala (2008) también presentaron un estudio con un número de muestra de 40 dientes anteriores y premolares maxilares permanentes humanos de un solo conducto, raíces rectas, sin caries ni resorciones, los cuales fueron recolectados y almacenados en solución salina (44). Rocha y cols. (2008) en su estudio únicamente utilizaron la solución salina para enjuagar suavemente las raíces de incisivos y molares posterior a su extracción con cuidado de no afectar la superficie apical de las raíces en dientes que presentaban necrosis pulpar y periodontitis apical (45).

De Deus y cols. en el 2008 utilizaron 170 incisivos mandibulares seleccionados de la Universidad del Estado de Río de Janeiro, los cuales fueron autoclavados y mantenidos en NaOCl al 0.5% por no más de 7 días, se excluyeron todas aquellas muestras que presentaban conductos accesorios o dos conductos, sólo 57 dientes fueron clasificados y 50 fueron almacenados en formalina neutra al 10% (46). Flavio Soares y cols. en el 2008 incluyeron en su estudio una muestra de 35 dientes

primarios extraídos de una sola raíz con formación completa de la misma y sin signos de reabsorción interna ni reabsorción externa avanzada, los dientes fueron lavados y almacenados en solución de formalina al 10% (47). Tosun y cols. reunieron un número de muestra de 34 molares primarios recién extraídos los cuales presentaban reabsorción y 19 dientes primarios sin reabsorción, los cuales fueron colocados en hipoclorito de sodio al 5.25 por 2 horas para remover el ligamento periodontal y toda la superficie radicular fue lavada para remover depósitos de debris orgánico, posteriormente fueron almacenados en formalina al 10% (48). Felipe y cols (2008) utilizaron 65 dientes anteriores humanos mandibulares y maxilares con conducto único recto y con formación completa de la raíz, los cuales fueron almacenados en formol al 10% después de la extracción y fueron enjuagados en solución salina antes de su uso (49). De Deus y cols. en el 2008 ocuparon 12 molares humanos seleccionados del Banco de la Universidad de Río de Janeiro, los dientes fueron almacenados en formol neutro al 10%, posteriormente cada muestra fue montada en resina epóxica. (50)

Se ha visto que otra sustancia que se he utilizado en muchos estudios como un medio de conservación de las piezas dentales de recién extracción es el agua destilada, Saleh y cols. en el 2008 utilizaron 110 dientes humanos de una sola raíz los cuales fueron almacenados en NaOCl al 0.01% después de la extracción y una vez que las muestras fueron instrumentadas, lavadas siguiendo un protocolo de irrigación para remover el smear layer, las raíces se lavaron con agua destilada y fueron esterilizadas con autoclave durante 20 minutos a una temperatura de $121 \pm 2^{\circ}\text{C}$. (51) Por otro lado M. Pérez Heredia y colaboradores en el año 2008 utilizaron 10 incisivos centrales superiores, extraídos por razones periodontales de paciente con un rango de edad de 40 a 60 años de edad, las muestras fueron almacenadas en agua destilada con cristales de timol hasta su uso. (52)

El ácido de sodio es otra sustancia muy empleada, por ejemplo, De Deus y cols. (2008) emplearon 70 centrales incisivos maxilares bien conservados seleccionados del banco de dientes de la Universidad de Janeiro, con un criterio de selección de las

muestras, los dientes fueron autoclavados y almacenados en 0.2% de ácido de sodio por no más de 7 días (53). Thaler y cols (2008) almacenaron 178 dientes unirradiculares con ápices maduros en ácido de sodio al 0.2% a una temperatura de 4°C los cuales fueron colocados en contenedores separados de acuerdo a los diferentes grupos de edad, los dientes fueron almacenados por un máximo de 4 semanas (54). Así mismo Koichi Saito y cols. (2008) en su estudio utilizaron 40 premolares y dientes anteriores humanos de un solo conducto los cuales almacenaron en 0.2% de ácido de sodio. (55)

Rasimick y cols. durante el 2008 utilizaron dientes anteriores extraídos de humanos los cuales fueron almacenados en timol al 0.07% y se les realizó un corte en la unión cemento esmalte, los dientes con conductos circulares fueron perforados para recibir un poste de fibra de acuerdo a las instrucciones del fabricante (56). Pis Kin y cols. (2008) almacenaron para su estudio 50 incisivos superiores humanos recién extraídos en solución de timol al 0.1% durante 2 meses a 4°C (57). Santos Filho y cols. en el 2008 utilizaron para su estudio 135 raíces de la especie bovina de similar forma y tamaño, los dientes fueron almacenados en solución de timol al 0.2%, los depósitos de tejidos blando se eliminaron con un escareador manual y los dientes se limpiaron con una copa de hule y pasta de piedra pómez (58). Carlos José Soares y cols. en el 2008 utilizaron 50 premolares inferiores unirradiculares extraídos, libres de caries, restauraciones y sin fracturas, los dientes fueron almacenados en agua destilada y timol al 0.2% a 37°C, los cuales fueron usados tres meses después de la extracción. (59)

Mabel y cols. (2008) para su estudio ocuparon 30 terceros molares extraídos y sin caries los cuales fueron recolectados de la Clínica de Cirugía Bucal de la Universidad de Michigan de pacientes entre 15 y 22 años de edad. El tejido blando residual fue retirado con un bisturí y las superficies dentales fueron limpiadas con Etanol al 70% (60)

Algunos autores como Bergmans y Camillo D'Arcangelo (2008) han utilizado la solución de cloramina T en sus estudios, a 120 incisivos centrales superiores extraídos, se les retiró todos los residuos que se encontraban en la superficie radicular, los dientes seleccionados fueron almacenados en solución acuosa de cloramina T al 0.5% a una temperatura de 4°C hasta el comienzo del experimento pero no una semana después de la extracción (61,62). 150 incisivos de la especie bovina fueron utilizados y almacenados en solución de cloramina T al 0.5% hasta su limpieza (63). Linsuwanont y cols. (2008) almacenaron 10 dientes anteriores superiores intactos en agua destilada con la adición de cloramina T al 1% a 4°C hasta su uso que fue en tres meses (64). Por otra parte Reill y cols. en el 2008 almacenaron 48 dientes incisivos centrales superiores libres de caries en solución de cloramina T al 0.5% (65). Así mismo Michael Naumann y cols. en el 2008 seleccionaron para su estudio incisivos maxilares humanos los cuales fueron almacenados a temperatura ambiente en solución de cloramina T al 0.5% (66). Gustavo De Deus y cols. (2008) almacenaron 64 incisivos centrales superiores humanos bien conservados, con raíces rectas los cuales fueron seleccionados del banco de dientes de la Universidad del estado de Río de Janeiro, los dientes fueron desinfectados en solución de cloramina T al 0.5% y almacenados en agua destilada a 4°C y fueron utilizados dentro de 6 meses después de la extracción (67). En un estudio realizado por Ahmad Madarati y cols. en el 2008 incluyeron 135 premolares inferiores libres de caries y un grupo control de 10 dientes, después de la eliminación de tejido blando y cálculo, los dientes fueron almacenados en cloramina T al 1% (68). Camillo D'Arcangelo y cols. en el 2010 incluyeron en su estudio 120 incisivos centrales superiores recién extraídos, eliminaron aquellos que presentaban cracks, los dientes seleccionados fueron almacenados en solución de cloramina T al 0.5% a una temperatura de 4°C (69)

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La conservación de los dientes es un tema poco estudiado, no existe un protocolo adecuado sobre cuál es la mejor forma de mantenerlos una vez que se ha efectuado la extracción. Al revisar la literatura diversos autores mencionan diferentes sistemas de almacenamiento y conservación de los dientes por ejemplo: Hassanloo y cols. en el año 2007, utilizó en su estudio incisivos, los cuales fueron limpiados de restos de tejido orgánico y los almacenó en Timol al 0.2% (8), Hauser y cols. en el 2007 llevaron sus muestras inmediatamente después de la extracción al medio de conservación- solución salina al 0.9% con ácido sódico al 0.0001% a 4°C (9). Boutisouskis y cols. (2007) almacenaron sus muestras por 2 días en NaOCl al 3% a temperatura ambiente para remover tejidos blandos y posteriormente lavadas con agua destilada, luego fueron almacenados en solución de formalina al 10% (10). Uzun y cols. en el 2008 mantuvieron sus muestras en solución salina para prevenir la deshidratación después de su extracción (11). Otros trabajos de investigación simplemente no hacen referencia sobre éste apartado, como en el estudio de Sonia Chopra y cols. 2008, Bekir Karabucak y cols. (2010) Randy Degernessy cols. (2008) (12,70,13). En otros casos se especifica que son dientes de reciente extracción de humanos, de bovinos o bien de cerdos pequeños, aunque tampoco se hace ninguna referencia sobre si se realizó el tratamiento de forma inmediata a la extracción o no, como es en el estudio de Gustavo De-Deus y cols. 2008. (71)

Por lo tanto, ya que existe la necesidad de trabajar en órganos dentales extraídos y debido a que en la literatura Nacional e Internacional, no se hace mención de un adecuado protocolo para la preparación y almacenamiento de los órganos dentales recién extraídos en medios químicos para que las muestras no sufran deshidratación, logren mantener su dureza y preserven sus características lo más cercano al trabajo clínico para de ésta manera lograr obtener resultados más fidedignos para fines de aprendizaje e investigación.

Pregunta de Investigación

¿Qué medio de conservación químico inducirá menor pérdida de dureza en dentina de premolares extraídos?

6. JUSTIFICACIÓN

Uno de los objetivos principales durante la formación académica de especialistas del área de Endodoncia es el trabajo preclínico en dientes humanos de reciente extracción, así como para los especialistas dedicados a la investigación, debido a esto es de suma importancia darles una adecuada preparación y colocarlos en un medio químico.

Si bien todas las soluciones químicas usadas como medio de conservación o de almacenamiento van encaminadas a que la muestra no sufra descalcificación y logre mantener sus características de dureza lo más cercano a los parámetros normales, por lo que es necesario asegurar el éxito de un adecuado protocolo de preparación y almacenamiento de los especímenes, lo cual será un factor determinante que va a condicionar de forma inequívoca el éxito o fracaso en el uso de dichas muestras para fines de estudio y aprendizaje.

Pashley mantiene los dientes menos de un mes a 4°C y en una solución isotónica salina que contiene un conservante antimicrobiano (ácido sódico), también se han mantenido menos de un mes a 4°C pero en este caso usando agua destilada. Se ha utilizado también la formalina al 10%, el timol al 0.1% y a 9°C solución fisiológica salina, solución de clorhexidina al 0.5%. En cuanto a la temperatura de conservación de los dientes durante el periodo de almacenaje varía desde la temperatura ambiente, a los 9°C o a los 4°C.

La conservación de la dureza dentinaria en órganos dentales extraídos bajo un medio de conservación adecuado nos permitirá realizar una práctica preclínica adecuada pudiendo trabajar bajo mejores condiciones y apegándonos a la realidad del trabajo clínico.

7. HIPÓTESIS

Hipótesis de Trabajo: La solución salina fisiológica presentará las mejores condiciones de conservación para la preservación de la dureza dentinaria respecto a otras soluciones químicas.

A) Solución salina 0.9%

B) Formalina 10%

C) Agua - glicerina 1:1

D) Agua destilada

$$H_T: A \neq B = C = D$$

Hipótesis Nula: Entre las diferentes soluciones químicas que se emplean para la conservación de premolares extraídos, presentarán la misma dureza dentinaria.

$$H_0: A = B = C = D$$

8. OBJETIVOS

Objetivo General

Valorar la dureza dentinaria por medio del durómetro Rockwell Superficial 15T en 50 premolares extraídos conservados en diferentes soluciones químicas.

Objetivos Específicos

1. Estandarizar el tratamiento de limpieza previo a la conservación del diente.
2. Valorar diferentes soluciones químicas para la conservación de dientes extraídos.
3. Determinar la dureza dentinaria mediante el durómetro Rockwell Superficial 15T
4. Comparar estadísticamente la pérdida de dureza dentinaria entre cada uno de los grupos de estudio.

9. MATERIAL Y MÉTODOS

9.1 Universo de estudio

1. Se seleccionaron 50 premolares recién extraídos, los cuales fueron recolectados de pacientes referidos del área de Ortodoncia del Centro Universitario de Estudios de Posgrado e Investigación de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.
2. Los dientes incluidos en este estudio presentaban un 90% de la estructura coronaria y plenamente desarrollados los ápices.
3. Todos los dientes recibieron un tratamiento de limpieza para eliminar los residuos de tejido orgánico y después se colocaron en el medio de conservación específico para cada grupo.

9.2 Clasificación del estudio.

- Prospectivo
- Transversal
- Comparativo
- Experimental

9.3 Criterios de inclusión.

1. Premolares extraídos por fines Ortodóncicos.
2. Con un 90% de estructura coronaria.
3. Formación completa de ápice.
4. Sin fracturas coroneales y/o radiculares.
5. Caries incipientes y/o restauraciones pequeñas.

9.4 Criterios de no inclusión.

1. Premolares extraídos por enfermedad periodontal.
2. Que presenten fracturas radiculares y/o coroneales.
3. Formación apical incompleta.
4. Con tratamiento endodóntico previo.
5. Caries y/o restauraciones extensas.

9.5 Metodología

La estrategia experimental se dividió en 4 fases:

- 1.- **Recolección de la muestra.**
- 2.- **Preparación de la muestra.**
- 3.- **Preparación de la muestra para la prueba de dureza.**
- 4.- **Almacenamiento.**

1.- Recolección de la muestra:

En éste estudio se incluyeron premolares recién extraídos por fines ortodóncicos, los cuales fueron recolectados en la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, así como de los pacientes referidos del área de Ortodoncia del Centro Universitario de Estudios de Posgrado e Investigación de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, las edades de los pacientes oscilaron entre los 12 y 19 años, éstas muestras debían tener la mayor cantidad de tejido coronario (90% aproximadamente), libres de caries o bien con caries incipientes y/o restauraciones pequeñas, dígase amalgamas o resinas primera clase, con formación apical completa, no debían presentar fracturas coronarias ni radiculares.

2.- Preparación de la muestra:

Una vez que se realizó la extracción, todas las piezas que integraron el estudio inmediatamente fueron lavadas a chorro directo de agua, hasta dejarla con el menor tejido orgánico posible, posteriormente se retiraron los restos de ligamento periodontal y remanentes con una cureta, hasta dejarlas completamente limpias. Una vez realizada la limpieza del órgano dental se procedió a colocarlos en un frasco pequeño con 10 mL de la solución química correspondiente, anotando en una etiqueta el nombre del paciente, edad, fecha de extracción y el tipo de solución en la cual permanecieron, todo esto para llevar un adecuado control. (Figura 7 A-D)

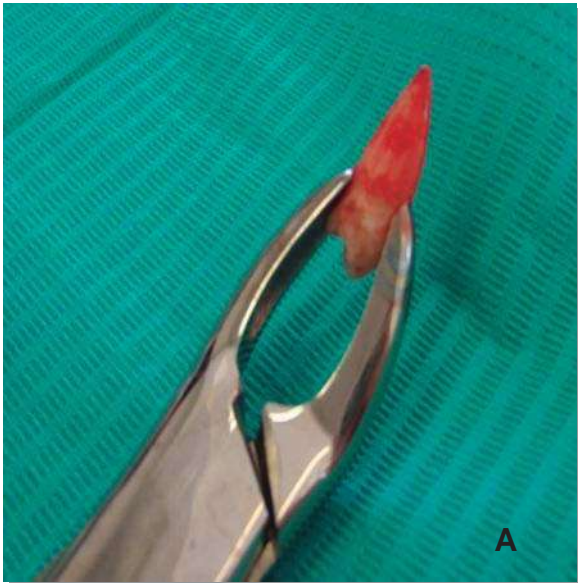


Figura: 7 A- D

Se recolectó un total de N=50 órganos dentales, los cuales fueron divididos aleatoriamente en 5 grupos con un número de muestra de n=10 premolares.

Grupo I: Las muestras se colocaron en solución salina

Grupo II: Las muestras se colocaron en agua destilada.

Grupo III: Fue el grupo control blanco en el cual las muestras permanecieron sin solución química.

Grupo IV: Las muestras permanecieron en agua y glicerina en proporción 1:1

Grupo V: Las muestras se colocaron en formalina 10%

3.- Preparación de las muestras para la prueba de dureza Rockwell Superficial

15T

Uno de los requisitos para utilizar el durómetro Rockwell Superficial, es el paralelismo entre la superficie superior e inferior de la muestra, ya que es indispensable para realizar la indentación de manera adecuada, por lo que fue necesario fabricar un molde de silicón, el cual permite obtener paredes planas y paralelas al momento de encapsular la muestra, obteniendo muestras del mismo tamaño.

Los moldes se realizaron de la siguiente manera; con plastilina se hizo un rectángulo y en el centro se colocó un cubo de resina el cual anteriormente ya había sido rectificado para que las superficies estuvieran paralelas entre sí, una vez listo, se procedió a preparar el silicón activado con su respectivo catalizador, (como se muestra en la figura 8 A-B) una vez que el silicón vulcanizó se obtuvieron los moldes para preparar la muestra.

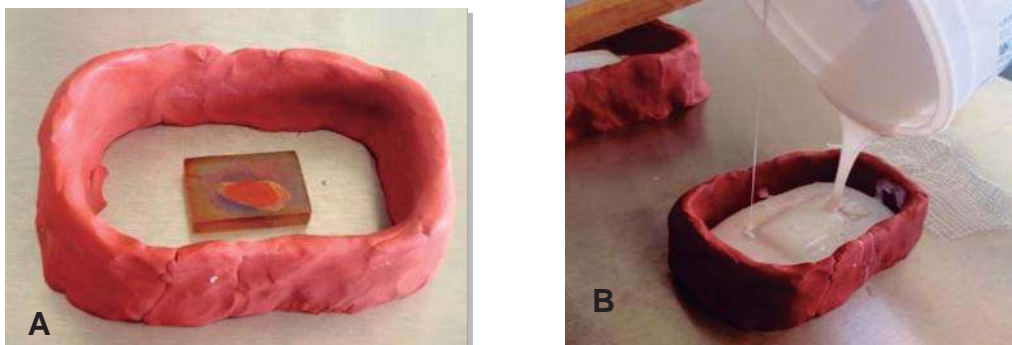


Figura: 8

Montaje de premolares en resina cristal:

La resina cristal se mezcló en un frasco de cristal con 3 o 4 gotas de catalizador para su activación, se colocó dentro del molde de silicón previamente fabricado y se esperó el tiempo necesario de gelado (aprox. 30 minutos) una vez que ésta capa de resina geló se procedió a colocar el premolar sobre la resina cristal y una vez más se colocó otra capa de resina para encapsular la mitad del premolar, ya que geló, cada muestra se colocó dentro del frasco en el cual había permanecido desde el momento de su extracción. (Figura 9 A-B)

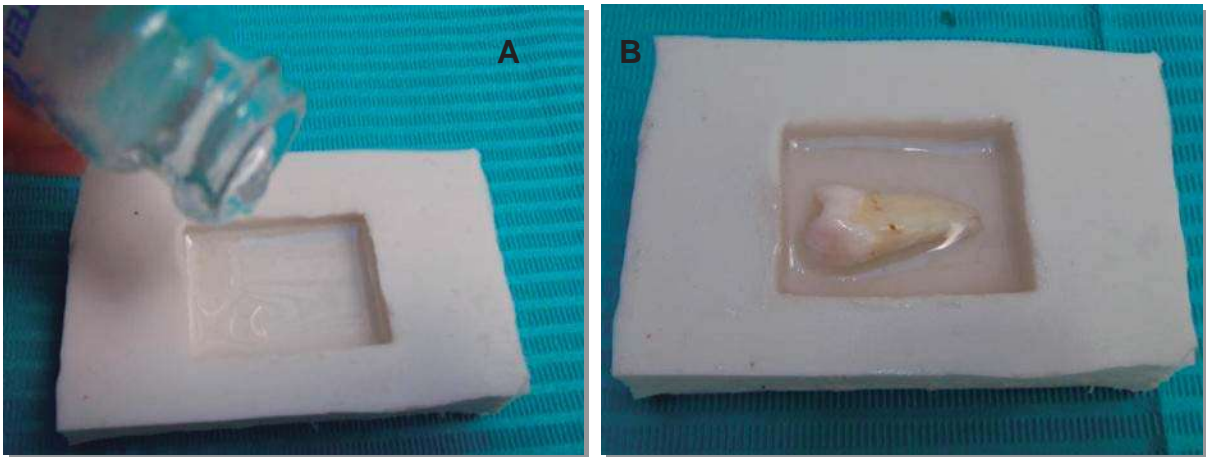


Figura: 9 A-B

4.- Almacenamiento:

Las muestras únicamente se retiraron del frasco al momento de montarlas en la resina cristal y en la fase de pulido (ésta fase, se explica más adelante). El tiempo que permanecieron dentro de cada una de las soluciones químicas fue de 6 semanas (Figura 10), una vez cumplido el tiempo establecido, se procedió a realizar la prueba de dureza Rockwell Superficial 15T.



Figura: 10

Posteriormente que la resina cristal geló, la muestra se colocó en el frasco con la solución química correspondiente y hasta después se realizó un corte longitudinal con un disco de carburo montado en un mandril, activado por una pieza de baja velocidad, con la finalidad de eliminar la mitad del premolar que se encontraba fuera de la resina cristal. (Figura 11 A-B)



Figura 11 A-B

Una vez paralelas las superficies se alisaron con lijas al agua de diferente tipo de grano, desde un número 1250, 1500, hasta la más fina del número 2000 (Figura 12 A-B). Por último se pulieron con una pasta Universal Polishing Paste (Ivoclar) a base de alúmina, con un disco de manta, montado en un mandril activado por una pieza de baja velocidad (Figura 13 A-B). Las muestras se volvieron a colocar dentro de los frascos hasta el día correspondiente para hacer la prueba de dureza Rockwell Superficial 15T.

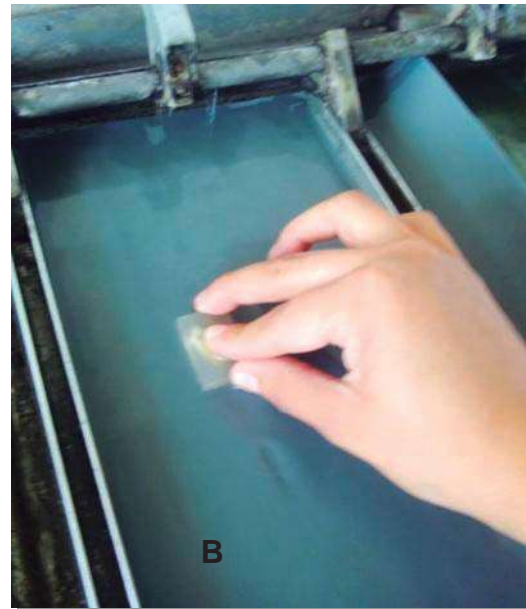
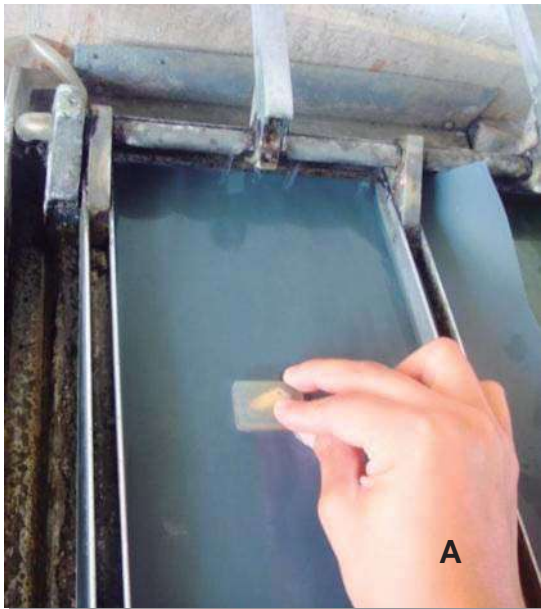


Figura 12 A-B

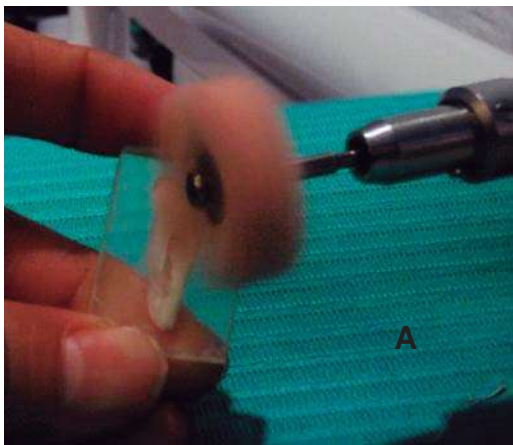


Figura: 13 A-B

Como ya se mencionó cada muestra se sacó del frasco en el cual se encontraba con la solución correspondiente únicamente para montarlas en la resina cristal y la fase de pulido, posteriormente se volvieron a colocar dentro del frasco hasta cumplir el tiempo establecido, el cual fue de 6 semanas. Una vez transcurrido éste tiempo se realizó la prueba de dureza con el durómetro Rockwell superficial 15T, el cual se encontraba en el departamento de Metalurgia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La prueba consistió en retirar la muestra del frasco, secarla y colocarla en la plataforma del durómetro Rockwell Superficial, (Figura 14 A-C) la carga que se aplicó fue de 15 kg durante 15 segundos, el penetrador fue una bola de acero de 1/16 de pulgada, la lectura de resultados fue de manera inmediata en el dial del aparato.

Debido a que son muestras biológicas presentan cierta elasticidad, por lo que fue necesario tomar dos medidas de dureza, calculando el promedio para obtener un resultado más confiable.

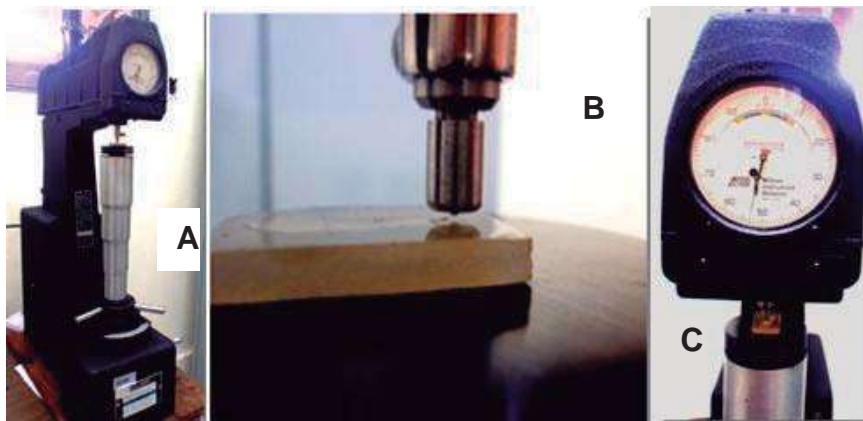


Figura: 14 A-C

9.6 Análisis bioestadístico.

- Se calcularon medidas de tendencia central (media aritmética) y medidas de dispersión (desviación estándar).
- Se realizó la prueba estadística T Student por comparación de medias a intervalos de confianza del 95% y una significancia de 0.05. Dichos cálculos se realizaron en hoja de cálculo Excel y procesados mediante el paquete estadístico SPSS versión 17

10. RESULTADOS

Tabla 1: Representa la estadística descriptiva de los resultados de dureza Rockwell Superficial (15T), obtenidos a nivel del tercio cervical de premolares extraídos conservados en diferentes soluciones químicas.

TERCIO CERVICAL						
	N	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Estándar
Solución Salina	20	39.20	31.00	70.20	52.9450	12.14311
Agua Destilada	20	31.00	43.00	74.00	59.8500	9.48547
Sin Solución	20	37.00	55.00	92.00	70.5400	9.39039
Agua y Glicerina 1:1	20	34.00	57.00	91.00	67.6500	9.36143
Formalina 10%	20	43.70	35.20	78.90	61.4400	12.75240

Gráfica 1: Representa los valores de dureza Rockwell Superficial (15T) del tercio cervical de cada uno de los grupos evaluados (IC del 95%)

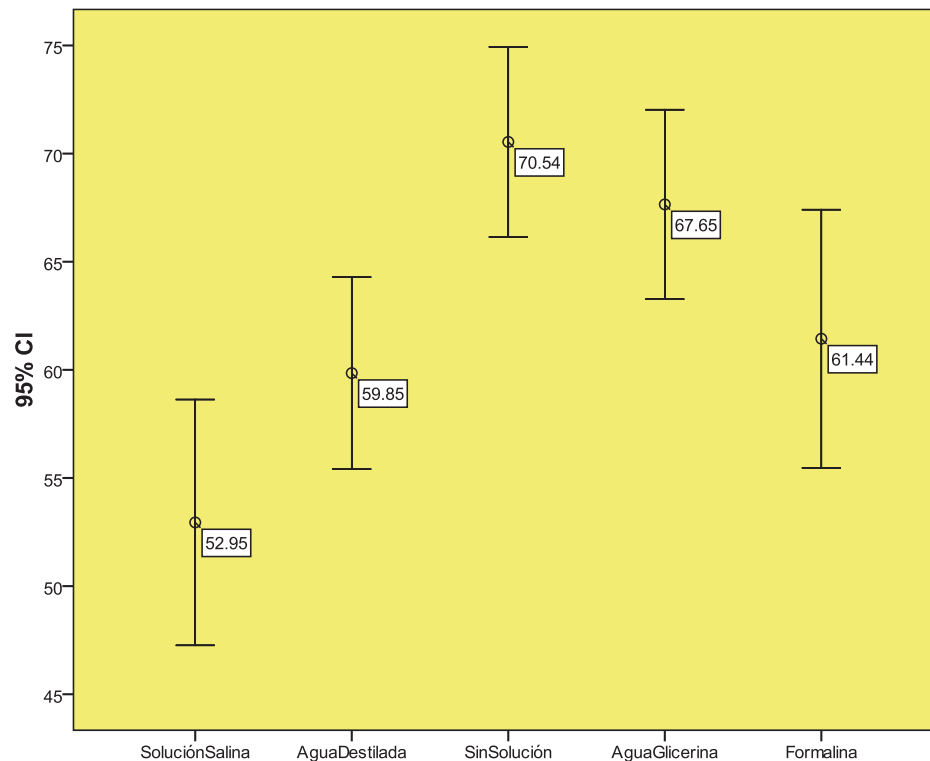


Tabla 2: Representa la estadística inferencial entre cada uno de los grupos de las soluciones químicas, que fueron utilizadas como medios de conservación de premolares extraídos para medir la dureza dentinaria en el tercio cervical.

TERCIO CERVICAL			
PARES	T	VALOR DE P	SIGNIFICANCIA
Solución Salina - Agua destilada	-2.09	0.05	NS
Solución Salina - Sin Solución	-7.626	0.000	S
Solución Salina – Agua y Glicerina	-5.556	0.000	S
Solución Salina – Formalina	-1.645	0.116	NS
Agua Destilada – Sin Solución	-3.869	0.001	S
Agua Destilada – Agua y Glicerina	-3.751	0.001	S
Agua Destilada – Formalina	-0.373	0.713	NS
Sin Solución – Agua y Glicerina	1.414	0.173	NS
Sin Solución – Formalina	2.196	0.041	S
Agua y glicerina y Formalina	1.406	0.176	NS

Tabla 3: Representa la estadística descriptiva de los resultados de dureza Rockwell Superficial (15T), obtenidos a nivel del tercio medio de premolares extraídos conservados en diferentes soluciones químicas.

TERCIO MEDIO						
	N	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Estándar
Solución Salina	20	37.00	26.00	63.00	47.8850	12.48056
Agua Destilada	20	37.80	30.00	67.80	54.6400	12.22256
Sin Solución	20	31.00	62.00	93.00	74.7400	10.27129
Agua y Glicerina 1:1	20	52.00	36.00	88.00	60.2650	12.84004
Formalina 10%	20	23.20	51.00	74.20	62.9600	7.15743

Gráfica 2: Representa los valores de dureza Rockwell Superficial (15T) del tercio medio de cada uno de los grupos evaluados (IC del 95%)

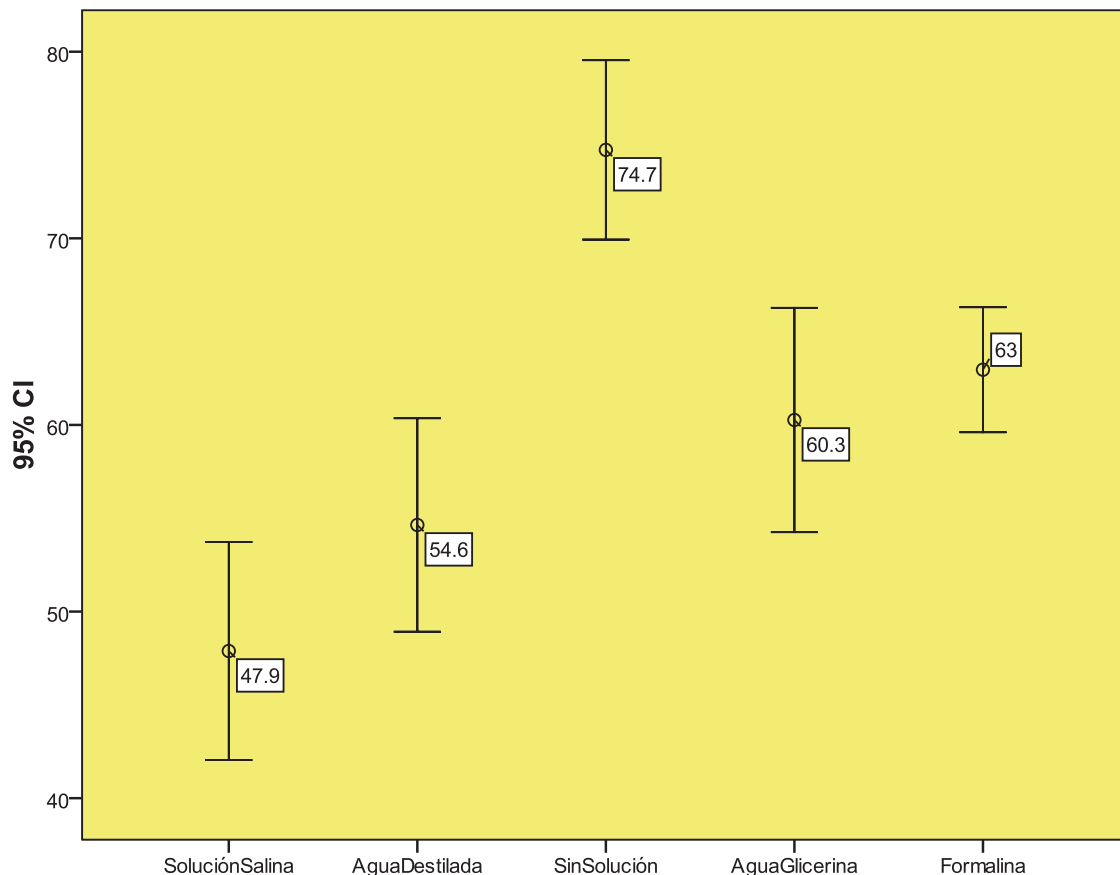


Tabla 4: Representa la estadística inferencial entre cada uno de los grupos de las soluciones químicas, que fueron utilizadas como medios de conservación de premolares extraídos para medir la dureza dentinaria en el tercio medio.

TERCIO MEDIO			
PARES	T	VALOR DE P	SIGNIFICANCIA
Solución Salina - Agua destilada	-1.751	0.096	NS
Solución Salina - Sin Solución	-6.325	0	S
Solución Salina – Agua y Glicerina	-2.644	0.016	S
Solución Salina – Formalina	-3.785	0.001	S
Agua Destilada – Sin Solución	-5.174	0	S
Agua Destilada – Agua y Glicerina	-1.431	0.169	NS
Agua Destilada – Formalina	-2.486	0.022	S
Sin Solución – Agua y Glicerina	5.85	0	S
Sin Solución – Formalina	5.356	0	S
Agua y glicerina y Formalina	-0.974	0.342	NS

S: Dato Significativo

NS: Dato no significativo

Tabla 5: Representa la estadística descriptiva de los resultados de dureza Rockwell Superficial (15T), obtenidos a nivel del tercio apical de premolares extraídos conservados en diferentes soluciones químicas.

TERCIO APICAL						
	N	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Estándar
Solución Salina	20	34.00	28.00	62.00	44.8800	10.93106
Agua Destilada	20	56.00	22.00	78.00	56.8100	14.77879
Sin Solución	20	39.00	33.00	72.00	58.6050	9.44549
Agua y Glicerina 1:1	20	71.00	17.00	88.00	54.0150	20.12177
Formalina 10%	20	60.00	30.00	90.00	54.4850	16.37631

Gráfica 3: Representa los valores de dureza Rockwell Superficial (15T) del tercio apical de cada uno de los grupos evaluados (IC del 95%)

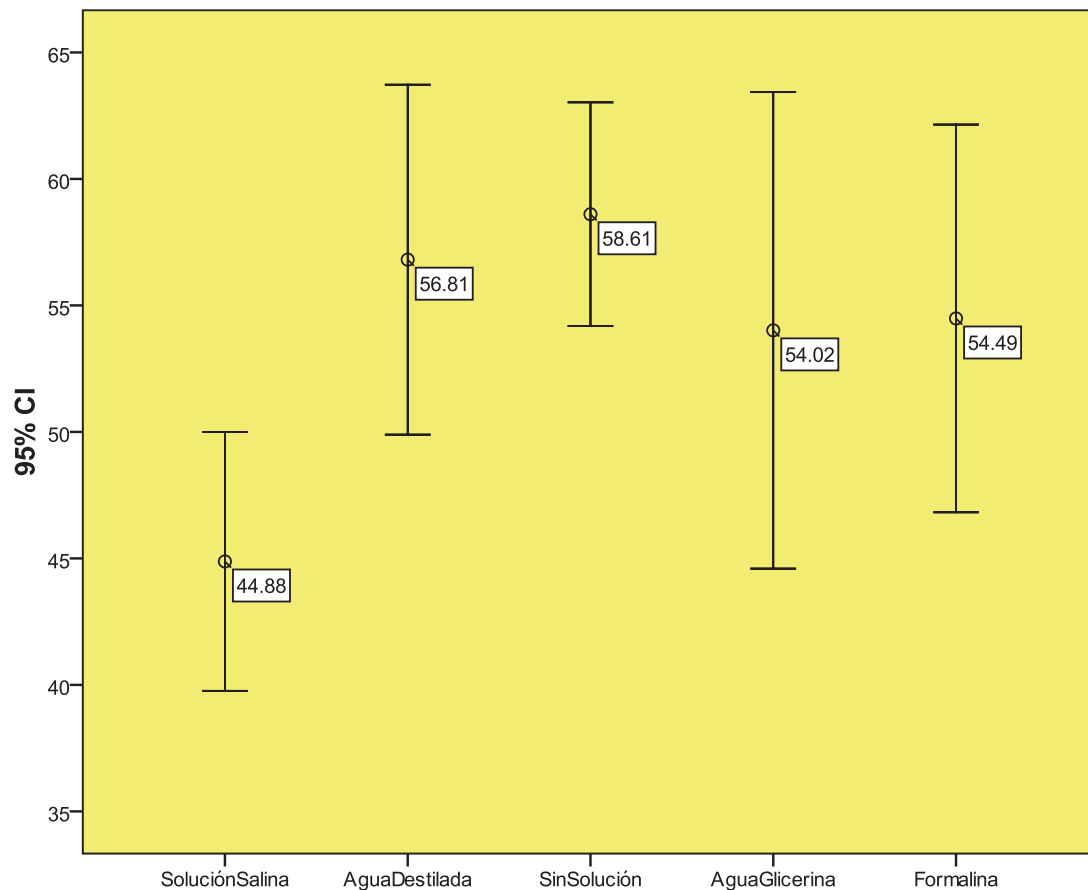


Tabla 6: Representa la estadística inferencial entre cada uno de los grupos de las soluciones químicas, que fueron utilizadas como medios de conservación de premolares extraídos para medir la dureza dentinaria en el tercio apical.

TERCIO APICAL			
PARES	T	VALOR DE P	SIGNIFICANCIA
Solución Salina - Agua destilada	-2.533	0.02	S
Solución Salina - Sin Solución	-4.119	0.001	S
Solución Salina – Agua y Glicerina	-1.483	0.154	NS
Solución Salina – Formalina	-1.983	0.062	NS
Agua Destilada – Sin Solución	-0.481	0.636	NS
Agua Destilada – Agua y Glicerina	0.87	0.395	NS
Agua Destilada – Formalina	0.513	0.614	NS
Sin Solución – Agua y Glicerina	0.948	0.355	NS
Sin Solución – Formalina	0.774	0.449	NS
Agua y glicerina y Formalina	-0.087	0.932	NS

Tabla 7: Representa la estadística descriptiva de los resultados de dureza Rockwell Superficial (15T), obtenidos en conjunto de los tres tercios de los premolares extraídos conservados en diferentes soluciones químicas.

	N	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Estándar
Solución Salina	60	44.20	26.00	70.20	48.5700	12.14040
Agua Destilada	60	56.00	22.00	78.00	57.1000	12.33140
Sin Solución	60	60.00	33.00	93.00	67.9617	11.77317
Agua y Glicerina 1:1	60	74.00	17.00	91.00	60.6433	15.59759
Formalina 10%	60	60.00	30.00	90.00	59.6283	13.00287

Gráfica 4: Representa los valores de dureza Rockwell Superficial (15T) de los tres tercios en conjunto de cada uno de los grupos evaluados (IC del 95%)

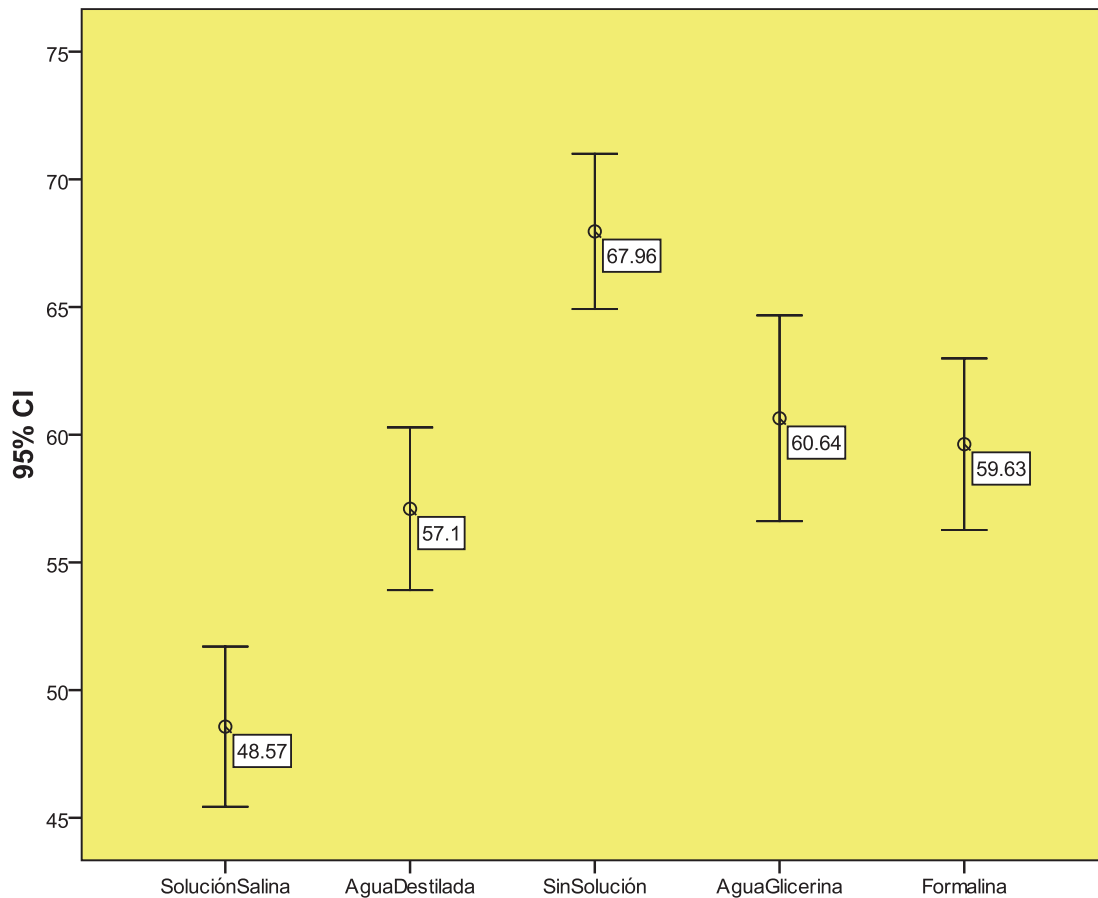


Tabla 8: Representa la estadística inferencial entre cada uno de los grupos de las soluciones químicas, que fueron utilizadas como medios de conservación de premolares extraídos para medir la dureza dentinaria en conjunto de los tres tercios.

PARES	T	VALOR DE P	SIGNIFICANCIA
Solución Salina - Agua destilada	-3.723	0	S
Solución Salina - Sin Solución	-9.448	0	S
Solución Salina – Agua y Glicerina	-4.479	0	S
Solución Salina – Formalina	-4.114	0	S
Agua Destilada – Sin Solución	-4.916	0	S
Agua Destilada – Agua y Glicerina	-1.871	0.066	NS
Agua Destilada – Formalina	-1.061	0.293	NS
Sin Solución – Agua y Glicerina	3.63	0.001	S
Sin Solución – Formalina	3.529	0.001	S
Agua y glicerina y Formalina	0.404	0.687	NS

S: Dato Significativo NS: Dato no significativo

11. DISCUSIÓN

Como ya se ha mencionado anteriormente, existe la necesidad de trabajar en órganos dentales extraídos, el tema de la conservación y almacenamiento de éstas piezas recién extraídas ha sido poco estudiado, no se sabe aún, cuál es la mejor forma de mantenerlos una vez que se ha efectuado la extracción, en la actualidad no existe un adecuado protocolo que indique la metodología para la preparación, almacenamiento y conservación en soluciones químicas. Esto con la finalidad de que las piezas dentales extraídas no sufran deshidratación, logren mantener su dureza tratando de preservar sus características biológicas semejantes a las condiciones “*in vivo*”.

Existen algunas publicaciones de trabajos de investigación donde valoran la dureza dentinaria como el realizado por C. Álvarez Quesada y cols. (2002), su objetivo principal fue determinar la microdureza en diferentes composites, comparándola con los valores de esmalte y dentina natural, de ésta manera obtuvieron los siguientes valores de dureza en el esmalte 87.54 ± 4.54 y en la dentina de 71.19 ± 2.53 (36). Los valores publicados de dureza dentinaria oscilan entre los 250 y 800 MPa dependiendo de la localización de la medida con respecto al esmalte y a la pulpa. (Pashley 1995) observó una relación inversa entre la dureza de la dentina y la densidad tubular. Puesto que los ensayos de microindentación no permiten medir la dureza de estructuras individuales como la dentina peritubular e intertubular, el desarrollo de nuevas técnicas ha permitido determinar si esta disminución de la dureza se debe a la morfología de la dentina o bien a diferencias en las propiedades de los constituyentes de la dentina.

Por todo esto, en el presente estudio se utilizaron premolares recién extraídos por razones ortodóncicas de pacientes entre 12 y 19 años de edad, cada una de las piezas dentales que integraron la muestra del presente estudio de investigación fueron lavados y preparados inmediatamente según el protocolo de limpieza establecido en la metodología. Posteriormente se colocaron en frascos con la

solución química correspondiente a evaluar como medio de conservación, donde permanecieron durante 6 semanas. Se utilizó el durómetro Rockwell Superficial (15T) para obtener el valor de dureza de cada una de las muestras.

En cada premolar se realizó la medición de dureza en tres niveles diferentes (tercio cervical, medio y apical). Los principales resultados obtenidos a nivel del tercio cervical son los siguientes: El grupo control blanco (grupo sin solución) presentó la mayor dureza con $70.5 \pm 9.3U$, siguiendo el grupo de agua - glicerina 1:1 presentando una dureza de $67.6 \pm 9.3 U$, en el grupo de formalina al 10% la dureza fue de $61.4 \pm 12.7U$ y los grupos de agua destilada y solución salina tuvieron valores de dureza más bajos, 59.8 ± 9.4 y $52.9 \pm 12.1U$ respectivamente. Al comparar estadísticamente entre un grupo y otro, observamos que en el grupo control blanco V.S agua - glicerina 1:1 no hubo una diferencia significativa, presentando un valor de $P=0.05$, esto indica que ambos grupos presentaron valores de dureza semejantes, por lo tanto las piezas dentales que fueron conservadas en agua y glicerina 1:1 presentan una dureza más cercana a las condiciones biológicas “*in vivo*”

A nivel del tercio medio los principales resultados son: grupo control blanco (sin solución) presentó una dureza de $74.7 \pm 10.2 U$, siguiendo el grupo de formalina al 10% con una dureza de $63 \pm 7.1 U$, en el grupo de agua – glicerina 1:1 la dureza fue de $60.3 \pm 12.8 U$, el grupo de agua destilada tuvo una dureza de $54.6 \pm 12.2 U$ y la solución salina presentó una dureza de $47.9 \pm 12.49 U$. Al comparar estadísticamente las soluciones se encontró que todas presentan una diferencia significativa respecto al grupo control con un valor de $P=0.000$, por lo que se concluye que el grupo de formalina al 10%, fue el que presentó más similitud al grupo control (sin solución), al tener un valor de dureza más cercano.

Los principales resultados a nivel del tercio apical fueron: del grupo control (sin solución) una dureza de $58.6 \pm 9.4 U$, grupo de agua destilada presentó una dureza de $56.8 \pm 14.7 U$ seguida por el grupo de formalina al 10% con una dureza de $54.4 \pm 16.3 U$, mientras que el del agua – glicerina 1:1 tuvo un valor de $54.02 \pm 20.12 U$ y

finalmente el grupo de solución salina con una dureza de 44.8 ± 10.9 U. Al realizar la comparación estadística entre los grupos, se observó que tanto el grupo de agua destilada, agua- glicerina 1:1 y formalina al 10% no presentaron una diferencia estadísticamente significativa $P > 0.05$ respecto al grupo control sin solución, esto indica que estas soluciones químicas mantienen valores de dureza muy semejantes.

Por último se valoraron los tres tercios en conjunto obteniendo los siguientes resultados: el grupo control blanco presentó una dureza de 67.96 ± 11.77 U siguiendo el grupo de agua – glicerina 1:1 con una dureza de 60.6 ± 15.59 U, el grupo de formalina al 10% presentó una dureza de 59.6 ± 13.0 U siguiendo el grupo de agua destilada con una dureza de 57.1 ± 12.33 U y finalmente el grupo de solución salina con una dureza de 48.5 ± 12.14 U. Al llevar a cabo la comparación estadística se encontró una diferencia significativa para los grupos de agua – glicerina 1:1 y el de formalina al 10% con un valor de $P = 0.001$ respecto al grupo control blanco. Por lo que éste estudio concluye que el grupo de agua – glicerina 1:1 fue la solución química que tuvo un comportamiento más semejante respecto a los valores de dureza obtenidos en el grupo control blanco.

Tomando en cuenta los resultados anteriores rechazamos la hipótesis de trabajo: “*La solución salina fisiológica presentará las mejores condiciones de conservación para la preservación de la dureza dentinaria respecto a otras soluciones químicas*”. Por lo tanto aceptamos la siguiente hipótesis alterna:

H_A: Agua y glicerina 1:1 > Formalina 10% > Agua Destilada > Solución salina

Existen numerosas variables para la conservación de piezas dentales extraídas, por ejemplo; Susan O. K y cols. en el 2008 utilizaron 55 dientes unirradiculares extraídos, los cuales fueron almacenados en solución salina al 0.9% y se mantuvieron húmedos durante todo el experimento, la superficie radicular fue raspada para eliminar residuos orgánicos (41). Flavio Soares incluyó en su estudio una muestra de 35 dientes primarios extraídos de una sola raíz con formación completa de la misma y sin signos de reabsorción interna ni reabsorción externa avanzada, los dientes fueron lavados y almacenados en solución de formalina al 10% (47). Así mismo Koichi Saito

en su estudio utilizó 40 premolares y dientes anteriores humanos de un solo conducto los cuales almacenó en 0.2% de ácido de sodio (55). Rasimick durante el 2008 utilizó dientes anteriores extraídos de humanos los cuales almacenó en timol al 0.07% (56). Linsuwanont almacenó diez dientes anteriores superiores intactos en agua destilada con la adición de cloramina T al 1% a 4°C hasta su uso que fue en tres meses (64). Por lo tanto, en el presente estudio se analizó la dureza dentinaria en órganos dentales recién extraídos, realizando un protocolo de limpieza de dichas muestras para su posterior almacenamiento en diferentes soluciones químicas, obteniendo como medio de conservación más adecuado, la solución de agua y glicerina en proporción 1:1

12. CONCLUSIÓN

En el tercio cervical la solución que presento valores de dureza más semejantes respecto al grupo control fue la solución agua y glicerina 1:1, en el tercio medio, la solución de formalina al 10% y en el tercio apical, la solución agua y glicerina 1:1.

Al realizar el análisis con todo el conjunto de datos obtenidos de los tres diferentes niveles, se concluye que la solución conservadora que mantiene los valores de dureza más óptimos para trabajar *in vitro*, fue la solución de **agua y glicerina en una proporción 1:1.**

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. Aust Endod J 2007; 33: 73–81
- 2.- Sonntag D, Stachniss-Carp S, Stachniss C, Stachniss V. Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part II): A method based on numeric calculus. Aust Endod J 2006; 32: 16–25
- 3.- Greco Machado Y, García Molina J.A, Lozano- De Luaces V, Manzanares Céspedes M.C. Morfología de los conductos radiculares de premolares superiores e inferiores. Endodoncia, Vol 27. Núm 1. Enero- Marzo 2009
- 4.- Hasselqren G, Tronstad L, Sweden M. The use of transparent teeth in the teaching of preclinical endodontics. Journal of endodontics vol 1, no 8, august 1975
- 5.- Martínez E, Matarredona M, Reviejo M, Rodríguez N, Meja L, Vera C. Evaluación de la filtración apical de dos sistemas de obturación mediante diafanización. Cient dent 2008;6;3;217-222
- 6.- Barkis D, Roris A, Wesselink P. R. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region?. International Endodontic Journal 35, 264–267, 2002
- 7.- Domínguez J.A. Efecto bactericida del láser de Er, Cr: YSGG en el interior del conducto radicular. Tesis Doctoral 244-245
- 8.- Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S. Retreatment efficacy of the epiphany soft resin obturation system. International Endodontic Journal 2007; 40 633-643.
- 9.- Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). International Endodontic Journal 2007; 40 644- 652
- 10.- Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E, Bekiaroglou P. Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. Internacional Endodontic Journal 2007; 40 504- 513
- 11.- Uzun O, Topuz O, Tinaz C, Nekoofar M. H, Dummer P. M. H. Accuracy of two root canal length measurement devices integrated into rotary endodontic motors when removing gutta-percha from root-filled teeth. International Endodontic Journal 2008; 41, 725- 732

- 12.- Chopra S, Murray P. E, Namerow K. N. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove smear layer. J Endod 2008;34:1243–1245
- 13.- Degerness R, Bowles W. Anatomic determination of the mediobuccal root resection level in maxillary molars. J Endod 2008;34:1182–1186
- 14.- Gomez M, Campos A. Histología y embriología bucodental. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 1999. Pág. 175-225.
- 15.- Ten Cate. Histología oral. Desarrollo, estructura y función. Editorial Médica Panamericana. Capítulo 10.1986.
- 16.- Pashley D, Walton R. Histología y fisiología de la pulpa dental. En: Ingle J, Bakland L. Endodoncia. 4ta edición. Editorial McGraw- Hill Interamericana. Capítulo 5. 1996.
- 17.- Trowbridge H, Kim S, Suda H. Estructura y funciones del complejo dentino-pulpar. En: Cohen S, Burns R. 8va edición. Editorial Mosby. Capítulo 11.2002.
- 18.- Mjör L. Dentin-Predentin complex and its permeability pathology and treatment overview. J Dent Res.1985; 64:621-627.
- 19.- Canalda C, Brau E. Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas. Editorial Masson, Capítulo 2. 2001
- 20.- Mjör I. Pulp-Dentin biology in restorative. Dentistry Quintessence. Capítulo 1, 4, 6 y 7. 2002.
- 21.- Carvallo M. trabajo especial de grado. Efectos del bruxismo sobre el complejo dentino pulpar. Universidad Central de Venezuela.2000.
- 22.- Thomas H. Session V: dentin-predentin complex and its permeability: anatomical overview. J Dent Rest.1985; 64:607.
- 23.- Orban b. Histología y embriología bucal. 4ta edición. Editorial la Prensa Médica Mexicana. 1980.
- 24.- Narhi M. Neurofisiología dental. Dent Clin North American.1990;34(3):403.
- 25.- Marending M, Zehnder M. Influence of mechanical dentine properties on chemical root canal treatment. ENDO (Lond Engl) 2008;2(1):21-32
- 26.- Erika Maria Foronda Rojas, Jesús David Quemba Parra, Felipe Conde Sánchez, Pablo Emilio Correa Echeverri, Santiago Estrada Mesa, Amparo Sanín Vásquez,

Maria Teresa Ceballos Zuleta. La formalina como agente bactericida de microorganismos aerobios orales. Revista CES Odontología Vol. 18 - No. 1. 2005.

27.- Bruce H. Mahan. Química Curso Universitario. Edit. Interamericano 1969

28.- Jerome Rosemberg. Química General. Edit. Mc Graw Hill 1982. México

29.- Cárdenas S., Fidel Gélvez S., Carlos. Química y Ambiente 1 y 2. Edit. Mc Graw Hill 1995. México

30.- Van Meerbeek S, Willems G, Celis Jp, Roos JR, Sraem M, Lambrechts P, Vanherle G. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. J Dent Res 1993; 10:1434-42.

31.- Avner, Sydney H. Introducción a la metalurgia física. Edit. Mc Graw Hill. 1976 México

32.- Doyle, Lawrence E. Materiales y procesos de manufactura para ingenieros. Edit. Prentice- Hall Hispanoamericana. México 1988.

33.- William F. Smith. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. 2º edición. 1996

34.- John E. Neely. Practical Metallurgy and Materials of Industry. 6º edición. Edit. Prentice Hall. 2002

35.- Donald R. Askeland. Ciencia e ingeniería de los materiales. Edit. international Thomson Editores. México 1998

36.- Álvarez Quesada C, Santos Carrillo J, Calatayud Sierra I, Carrillo R, Latorre. Analisis comparativo de la microdureza con rockwell superficial en diferentes composites con el esmalte y dentina natural. DENTUM 2002;2(1):14-19

37.- Nilson Rene Rodríguez. Influencia de un sistema de blanqueamiento dental sobre la dureza superficial del esmalte dental humano y una resina compuesta microhíbrida (in vitro).

38.- Oliveira Días L, Talge Carvalho C. A, Nunes W, Carneiro Valera M, Ribeiro Camargo C. H, Cardoso Jorge A. O. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104:e125-e128

39.- Ilan Rotstein, Nestor Cohenca, Ehud Teperovich, Joshua Moshonov, Chaim Mor, Itzhak Roman and Itzhak Gedalia. Effect of chloroform, xylene, and halothane on

enamel and dentin microhardness of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;87:366-8

40.- Carlos Liñan Duran, Abraham Meneses López, Leyla Delgado Cotrina: Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. *Rev. Estomatol. Herediana*. V.17 n. 2 Lima jul/ dic. 2007

41.- Susan O. Koagel, Pete Mine, Michael Apicella, and Mark Sweet. In Vitro Study to Compare the Coronal Microleakage of Tempit UltraF, Tempit, IRM, and Cavit by Using the Fluid Transport Model. *J Endod* 2008;32:442-444

42.- A. Kustarçı, Akpınar, Z. Sümer, K. Bek. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 41, 1066-1071, 2008.

43.- K. C. K. Yui, J. R. Rodrigues, M. N. G. Mancini, I. Balducci, S.E.P. Goncalves Ex vivo evaluation of the effectiveness of bleaching agents on the shade alteration of blood-stained Teeth. *International Endodontic Journal*, 41, 485–492, 2008

44.- Huang, K. Gulabivala. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *International Endodontic Journal*, 41, 60–71, 2008.

45.- C. T. Rocha, M. A. Rossi, M. R. Leonardo, L. B. Rocha, P. Nelson-Filho & L. A. B. Silva. Biofilm on the apical region of roots in primary teeth with vital and necrotic pulps with or without radiographically evident apical pathosis. *International Endodontic Journal*, 41, 664–669, 2008

46.- G. De-Deus, C. Murad, S. Paciornik, C. M. Reis & Coutinho-Filho. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. *International Endodontic Journal*, 41, 183–190, 2008.

47.- Flavio Soares, Claudio H. Varella, Roberta Pileggi, Abi Adewumi and Marcio Guelmann. Impact of Er,Cr:YSGG Laser Therapy on the Cleanliness of the Root Canal Walls of Primary Teeth. *J Endod* 2008;34:474 – 477

48.- G. Tosun, A. Erdemir, A. U. Eldeniz, U. Sermet, Y. Sener. Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. *International Endodontic Journal*, 41, 436–441, 2008.

49.- W. T. Felipe, M. C. S. Felipe, J. Reyes Carmona, F. C. I. Crozoé, B. B. Alvisi. Ex vivo evaluation of the ability of the ROOT ZX II to locate the apical foramen and to control the apical extent of rotary canal instrumentation. *International Endodontic Journal*, 41, 502–507, 2008.

- 50.- G. De-Deus, C. Reis, S. Fidel, R. Fidel, S. Paciornik. Dentine demineralization when subjected to EDTA with or without various wetting agents: a co-site digital optical microscopy study. *International Endodontic Journal*, 41, 279–287, 2008.
- 51.- I. M. Saleh, I. E. Ruyter, M. Haapasalo & D. Ørstavik. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *International Endodontic Journal*, 41, 32–40, 2008
- 52.- M. Pérez-Heredia, C.M. Ferrer-Luque, M.P. González-Rodríguez, F.J. Martín-Peinado & S. González-López. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *International Endodontic Journal*, 41, 418–423, 2008
- 53.- G. De-Deus, C. Audi, C. Murad, S. Fidel & R. Fidel. Similar expression of through-and-through fluid movement along orthograde apical plugs of MTA BioTM and white Portland cement. *International Endodontic Journal*, 41, 1047–1053, 2008
- 54.- A. Thaler, J. Ebert, A. Petschelt & M. Pelka. Influence of tooth age and root section on root dentine dye penetration. *International Endodontic Journal*, 41, 1115–1122, 2008.
- 55.- Koichi Saito, Terry D. Webb, Glen M, Imamura and Gary G. Goodell. Effect of Shortened Irrigation Times with 17% Ethylene Diamine Tetra-acetic Acid on Smear Layer Removal after Rotary Canal Instrumentation. *J Endod* 2008;34:1011–1014
- 56.- B.J. Rasimick, R.P. Shah, B.L. Musikant & A. S. Deutsch. Effect of EDTA conditioning upon the retention of fibre posts luted with resin cements. *International Endodontic Journal*, 41, 1101–1106, 2008
- 57.- B. Pis, Kin, B. Aydın & M. Sarıkanat. The effect of spreader size on fracture resistance of maxillary incisor roots *International Endodontic Journal*, 41, 54–59, 2008.
- 58.- P.C.F. Santos-Filho, C.G. Castro, G.R. Silva, R.E. Campos, C.J. Soares. Effects of post system and length on the strain and fracture resistance of root filled bovine teeth. *International Endodontic Journal*, 41, 493–501, 2008.
- 59.- Carlos Jose Soares, Paulo Vinicius Soares, Paulo Cesar de Freitas Santos-Filho, Carolina Guimaraes Castro, Denildo Magalhaes, and Antheunis Versluis. The Influence of Cavity Design and Glass Fiber Posts on Biomechanical Behavior of Endodontically Treated Premolars. *JEndod* 2008;34:1015–1019
- 60.- Mabel M. Cordeiro, Zhihong Dong, Tomoatsu Kaneko, Zhaocheng Zhang, Marta Miyazawa, Songtao, Anthony J. Smith and Jacques E. Nör. Dental Pulp Tissue Engineering with Stem Cells from Exfoliated Deciduous Teeth. *JEndod* 2008;34:962–969

- 61.- L. Bergmans, P. Moisiadis, B. Huybrechts, B. Van Meerbeek, M. Quirynen & P. Lambrechts. Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens ex vivo. *International Endodontic Journal*, 41, 227–239, 2008.
- 62.- Camillo D’Arcangelo, Francesco De Angelis, Mirco Vadini, Maurizio D’Amario, and Sergio Caputi. Fracture Resistance and Deflection of Pulpless Anterior Teeth Restored with Composite or Porcelain Veneers. *J Endod* 2010;36:153–156
- 63.- H. Martelli Jr, E. P. Pellizzer, B. T. Rosa, M. B. Lopes & A. Gonini Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. *International Endodontic Journal*, 41, 685–692, 2008
- 64.- P. Linsuwanont, J.E. Palamara & H. H. Messer. Thermal transfer in extracted incisors during thermal pulp sensitivity testing. *International Endodontic Journal*, 41, 204–210, 2008.
- 65.- M. I. Reill, M. Rosentritt, M. Naumann & G. Handel Influence of core material on fracture resistance and marginal adaptation of restored root filled teeth. *International Endodontic Journal*, 41, 424–430, 2008.
- 66.- Michael Naumann, Guido Sterzenbach, Martin Rosentritt, Florian Beuer, and Roland Frankenberger. Is Adhesive Cementation of Endodontic Posts Necessary?. *J Endod* 2008;34:1006 –1010
- 67.- Gustavo De-Deus, Juliana Soares, Fernanda Leal, Aderval S. Luna, Sandra Fidel and Rivail Antonio Sergio Fidel. Similar Glucose Leakage Pattern on Smear covered, EDTA-treated and BioPure MTAD–treated Dentin. *J Endod* 2008;34:459 462
- 68.- Ahmad Madarati, Mohammad Salem Rekab, David Christopher Watts and Alison Qualtrough. Time-dependence of coronal seal of temporary materials used in endodontics. *Aust Endod J* 2008; 34: 89–93
- 69.- Camillo D’Arcangelo, Francesco De Angelis, Mirco Vadini, Maurizio D’Amario and Sergio Caputi. Fracture Resistance and Deflection of Pulpless Anterior Teeth Restored with Composite or Porcelain Veneers. *J Endod* 2010;36:153–156
- 70.- Bekir Karabucak, Adam Joseph Gatan, Chinchai Hsiao and Mian Khalid Iqbal. A Comparison of Apical Transportation and Length Control between EndoSequence and Guidance Rotary Instruments. *J Endod* 2010;36:123–125
- 71.- De Deus G, Leal F, Soares J, Luna A. S, Murad C, Fidel S, Rivail A. S. Dye extraction results on bacterial leakproof root fillings. *J Endod* 2008;34:1093–1095