

**ULACIT**

**UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**“Propiedades biomecánicas de los endopostes de fibra de vidrio comparándolos con los endopostes de fibra de carbono blanco en piezas anteriores extraídas”**

**Sustentante: Alonso Vargas Castillo.**

Proyecto de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en odontología

San José – Costa Rica  
Septiembre, 2005

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Alonso Vargas Castillo, alumno de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT), declaro bajo la fe de juramento y consciente de la responsabilidad penal de este acto, que soy el autor intelectual de la tesis para la obtención del grado de Licenciatura en Odontología cuyo título es:

“Propiedades biomecánicas de los endopostes de fibra de vidrio comparándolos con los endopostes de fibra de carbono blanco en piezas anteriores extraídas”

por lo que libero a la ULACIT, de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Brindada en San José - Costa Rica en el día 14 del mes de septiembre del año dos mil cinco.

Firma: \_\_\_\_\_

Cédula de identidad: \_\_\_\_\_

## **TRIBUNAL EXAMINADOR**

Reunido para los efectos respectivos, el Tribunal Examinador compuesto por:

---

Mauricio Vega Díaz, M.Sc  
Director del CIDE

---

Dra. Mariela Padilla Guevara  
Director de la Escuela de Odontología

---

Dra. Aurora Trujillo Cotera.  
Tutor

## Resumen Ejecutivo

**Dr. Alonso Vargas Castillo. \***  
**Dra. Aurora Trujillo Cotera\*\***

En los últimos años la odontología se ha convertido en una disciplina de mucha importancia para la población, ya que los pacientes, aparte de querer una dentadura saludable, ahora se preocupan también por una dentadura estética y agradable a la vista, buscando casi la perfección dentro de lo culturalmente aceptable, ya que alcanzar la belleza siempre ha sido una inquietud del ser humano. Tomando en cuenta esto, es deber del odontólogo, aparte de diagnosticar y sanar, también brindar la mayor cantidad de opciones y tratamientos con los que cuenta para que el paciente pueda elegir con el que mas cumpla los objetivos que se anda buscando.

\* Estudiante que opta por grado de Licenciatura en Odontología

\*\* Tutora de Tesis

La investigación que se presenta consiste en usar los dos tipos de endopostes, fibra de carbono blanco y fibra de vidrio, en cuarenta piezas dentales anteriores extraídas con anterioridad, las cuales ya tienen un tratamiento de conducto o de nervio realizado, además de estar montadas sobre bases o troqueles de acrílico, lo cual garantiza la estabilidad de las piezas a la hora de realizar la prueba. Además, la colocación de endopostes de cualquier tipo es un procedimiento de sumo cuidado pero no es de gran complejidad, y puede ser realizado por cualquier odontólogo a nivel general.

Tratando de cumplir con las necesidades del paciente, cada día los investigadores y los fabricantes desarrollan nuevos materiales y nuevas técnicas que buscan alcanzar la mayor estética posible y el fácil empleo .

Es así como surge la necesidad de realizar este estudio, para comparar la eficacia de dos tipos de endopostes, profundizar en sus

beneficios y demostrar que el tratamiento con endopostes es sencillo y de excelentes resultados, por lo que la investigación se plantea como interrogante:

**¿Cuáles son las propiedades biomecánicas de los endopostes de fibra de vidrio, comparándolas con los endopostes de fibra de carbono blanco en dientes anteriores extraídos?**

Que se traduce en el objetivo general y específicos que se presentan a continuación:

**Analizar las propiedades biomecánicas en dientes anteriores extraídos utilizando endopostes de fibra de carbono blanco y endopostes de fibra de vidrio**

- Comparar la fuerza de retención inicial y a 1mm de los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.
- Comparar la resistencia a la tracción inicial y a

1mm de los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.

Con el objetivo de probar estadísticamente las diferencias que presentan estos dos tipos de endopostes se plantea como hipótesis de la investigación lo siguiente:

**La utilización de los endopostes de fibra de carbono blanco(FC) en el campo de la odontología es tan eficaz y de buen desempeño como el de la utilización de endopostes de fibra de vidrio(FV).**

## **METODOLOGÍA**

El estudio que se presenta, por su naturaleza, es de tipo experimental de tipo grupos paralelos asignados al azar. Se trabajó con la variable fuerza de retención y fuerza de resistencia como dependientes, siendo la variable independiente el tipo de endoposte por utilizar.

El sujeto de estudio está definido como: "las piezas dentales anteriores extraídas con previo tratamiento de nervio que se recolectaron poco a poco durante varios meses del curso de endodoncia impartido en el primer cuatrimestres del 2005".

La fuente de información es de carácter primario y la muestra fue de cuarenta piezas, utilizando un muestreo no aleatorio a conveniencia para la selección de las cuarenta piezas, ya que deberían cumplir en el sujeto de estudio. La asignación de la pieza por utilizar en cada tipo de endoposte fue aleatoria, quedando asignadas 20 piezas en cada grupo.

Lo que se quiso obtener con este estudio, fue dar a conocer de una manera más amplia dos tipos de materiales dentales, que si bien ya son conocidos en el medio de la odontología, no son tan conocidos por los estudiantes de la Clínica Odontológica de la ULACIT.

También este estudio permitirá ampliar, un poco más, las opciones de varios tratamientos a los pacientes, tanto de la Universidad, como los del campo privado

Una de las principales limitantes que se generaron en el desarrollo de esta investigación, fue el factor económico, ya que los endopostes, en el mercado tienen un alto costo y la muestra era de 40 piezas, tratadas cada una con un endoposte. Además, el uso limitado de la máquina que realizó las pruebas hay que tomarlo en cuenta, ya que en el país solo hay dos máquinas similares, por lo que tienen una gran demanda de uso, además que cada prueba tiene un costo que no se puede pasar por alto.

El instrumento utilizado para la recolección de datos en una máquina para pruebas o ensayos universales marca Tinus Olsen® que fue facilitada por el laboratorio de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (CIIBI),

la cual es utilizada para que brinde resultados de fuerza que se expresan en kilogramos.

El procesamiento de los datos, esta estrechamente relacionado con el tipo de estudio y de diseño que se utiliza para cada investigación. Tomando en cuenta que esta investigación es de tipo experimental, por lo cual deben de probarse las hipótesis planteadas, los datos se procesaron utilizando las herramientas estadísticas que el programa de Microsoft Excel posee.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos posteriores al procesamiento de los datos se presentan en el orden de los objetivos planteados por medio de pruebas y tablas; las pruebas correspondientes a las hipótesis se realizaron utilizando la prueba definida y requerida para cada uno de los casos.

Respecto a la comparación de la fuerza de retención inicial se presentan la tabla 1 y su prueba

respectiva. En ella se muestra la media y la desviación estándar que para el grupo de endopostes de fibra de carbono blanco tienen valores de 18,93kg y 5.92kg respectivamente, indicando que en retención inicial, la fuerza se concentró alrededor de 18.93 y se alejaron del promedio en 5.93kg. respecto al grupo de endopostes de fibra de vidrio, su comportamiento presenta un promedio de la fuerza de retención inferior alcanzando 13.46 Kg. con una desviación estándar, (4.74kg) inferior al grupo tratado con endopostes de fibra de carbono blanco, lo que indica que presentan una diferencia absoluta en su retención inicial.

Tabla 1  
Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de retención inicial por sujeto de estudio, según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio. (Kg.)

Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	14,55	12,48
2	22,18	14,23
3	15,58	15,76
4	13,53	16,99
5	22,29	10,27
6	23,39	10,42
7	8,214	7,514
8	22,79	13,51
9	7,257	4,629
10	22,83	16,77
11	23,71	12,72
12	15,66	19,3
13	21,22	9,769
14	23,08	20,26
15	20,45	16,24
16	29,13	5,733
17	17,74	22,63
18	12,11	9,839
19	16,41	14,58
20	27,15	15,72
Promedio	18,96	13,47
Desviación Estándar	5,92	4,75
Coefficiente de variación	31%	35%

Para probar estadísticamente si existe esa diferencia absoluta se plantea la prueba de hipótesis (prueba 1) para diferencia de medias, realizada utilizando la distribución *T'student* por desconocerse los parámetros de la población y realizar los cálculos con una muestra de 20 unidades, considerada estadísticamente pequeña

El resultado obtenido en la prueba se muestra en la prueba siguiente, obteniéndose una probabilidad asociada al estadístico de prueba de 0,0012, valor inferior al nivel de significancia considerado igual a 0,05 (5%), por lo tanto hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, de donde se puede afirmar que, la fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono

blanco, cementados en las piezas anteriores preparadas.

Prueba 1 PRUEBA T'STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RETENCIÓN EN LA MEDICIÓN INICIAL		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementados en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementados en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{\text{frc}} = \mu_{\text{vidrio}}$	$H_1: \mu_{\text{frc}} < \mu_{\text{vidrio}}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	18.96355	13.4682
Varianza	35.08920384	22.5544623
Desviación estándar	5.923614086	4.74915385
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	28.82183306	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	3.236939325	
P(T<t) una cola	0.001253654	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
<b>Conclusión</b>		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,001253654 menor que el 0.05 (5%), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la retención inicial de las piezas tratadas con endopostes de fibra de vidrio es menor al promedio de las piezas tratadas con fibra de carbono blanco.		

Una situación similar se presenta en la fuerza de retención a 1mm, los resultados se recogen en la tabla 2 y prueba 2.



En el tabla 2 la media correspondiente a los endopostes de fibra de carbono blanco es de 7.60 Kg. con una desviación estándar de 3.51 Kg. y para los endopostes de vidrio 6.99 Kg. y 2.58 Kg. respectivamente, lo anterior indica que el grupo de endopostes de fibra de carbono blanco es superior en promedio y en dispersión que el grupo de endopostes de fibra de vidrio.

**Tabla 2**  
**Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de retención a 1 mm por sujeto de estudio, según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio. (Kg.)**

Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	5,40	3,76
2	9,69	8,15
3	8,61	5,50
4	6,94	8,48
5	3,49	6,90
6	16,83	7,27
7	10,41	5,01
8	4,03	8,26
9	11,44	8,85
10	3,95	11,59
11	6,64	8,98
12	10,62	6,74
13	4,52	3,04
14	6,50	8,56
15	9,18	6,12
16	10,13	1,78
17	9,43	11,11
18	4,58	3,71
19	7,56	8,72
20	2,07	7,41
<b>Promedio</b>	<b>7,60</b>	<b>7,00</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>3,51</b>	<b>2,59</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>46%</b>	<b>37%</b>

Para validar estadísticamente la hipótesis planteada referida a que la fuerza de retención a 1mm en los grupos carbono y vidrio es igual se presenta la prueba 2, obteniéndose

como probabilidad asociada en el estadístico de prueba un valor de 0.2697 superior al nivel de significancia, por lo tanto se puede afirmar que las fuerzas de retención a 1mm promedio son iguales, ya que no hay evidencia estadístico para rechazar la hipótesis.

Prueba 2 PRUEBA T STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RETENCIÓN EN LA MEDICIÓN A 1mm		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementados en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementados en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{fv} = \mu_{fc}$	$H_1: \mu_{fv} < \mu_{fc}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	7.601	6.997
Varianza	12.32344105	6.702643158
Desviación estándar	3.510475901	2.588946341
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	9.513042105	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	0.61926599	
P(T<t) una cola	0.269718222	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
<b>Conclusión</b>		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,269718222 mayor que el 0.05 (5%), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que no hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la retención a 1mm de las piezas tratadas con postes de fibra de vidrio es diferente al promedio de las piezas con postes de fibra de carbono blanco.		

Los resultados de la comparación de la resistencia inicial se presentan en el tabla 3 y su respectiva prueba, donde se evidencia que existe una diferencia absoluta de

**Tabla 3**  
**Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de resistencia inicial por sujeto de estudio, según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio. (Kg.)**

Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	1,11	0,95
2	1,69	1,08
3	1,18	1,20
4	1,03	1,29
5	1,70	0,78
6	1,78	0,79
7	0,62	0,57
8	1,73	1,03
9	0,55	0,35
10	1,74	1,28
11	1,80	0,97
12	1,19	1,47
13	1,61	0,74
14	1,76	1,54
15	1,56	1,23
16	2,22	0,44
17	1,35	1,72
18	0,92	0,75
19	1,25	1,11
20	2,06	1,20
<b>Promedio</b>	<b>1,44</b>	<b>1,02</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,45</b>	<b>0,36</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>31%</b>	<b>35%</b>

0.4178kg (1.4420kg y 1.0241) entre la medias de los endopostes de carbono y de vidrio, presentando una mayor variabilidad el grupo de carbono, correspondiendo esta a 0.4504kg y la variabilidad del grupo de vidrio fue de 0.3611.

La validación estadística de la hipótesis planteada sobre la igualdad de las medias se presenta en la prueba 3, en ella la probabilidad es coincidente con la de la prueba 1 referente a la fuerza de retención, esto debido a que la variable resistencia inicial fue calculada utilizando la fuerza de

retención inicial dividida por el área del endoposte, siendo esta una constante, por lo tanto la conclusión es la misma: hay evidencia estadística para rechazar que las resistencias iniciales de los endopostes con carbono son iguales

Prueba 3		
PRUEBA T STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RESISTENCIA TRACCIONAL EN LA MEDICIÓN INICIAL		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{frv} = \mu_{frc}$	$H_1: \mu_{frv} < \mu_{frc}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	1.442095057	1.02419772
Varianza	0.202918671	0.13043104
Desviación estándar	0.45046495	0.36115238
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	0.166674858	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	3.236939325	
P(T<=t) una cola	0.00125365356	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
<b>Conclusión</b>		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,001253654 menor que el 0.05 (5%), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la resistencia inicial de las piezas tratadas con fibra de vidrio es menor al promedio de las piezas tratadas con fibra de carbono blanco.		

a la resistencia inicial con los endopostes de fibra de vidrio.

Respecto a la situación que se presenta en la resistencia a 1mm los resultados se recogen en el tabla 4 y la prueba 4.

**Tabla 4**  
Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de resistencia a 1mm por sujeto de estudio, según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio. (Kg.)

Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	0,41	0,29
2	0,74	0,62
3	0,65	0,42
4	0,53	0,64
5	0,27	0,52
6	1,28	0,55
7	0,79	0,38
8	0,31	0,63
9	0,87	0,67
10	0,30	0,88
11	0,50	0,68
12	0,81	0,51
13	0,34	0,23
14	0,49	0,65
15	0,70	0,47
16	0,77	0,14
17	0,72	0,84
18	0,35	0,28
19	0,57	0,66
20	0,16	0,56
<b>Promedio</b>	<b>0,58</b>	<b>0,53</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,27</b>	<b>0,20</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>46%</b>	<b>37%</b>

Las medias de las resistencias a 1mm difieren entre el grupo carbono y el vidrio en 0.0459kg, como se aprecia en el tabla es una diferencia muy pequeña, sin embargo en las desviaciones estándar la diferencia alcanza la unidad, por lo que se requiere efectuar la prueba de medias.

Para validar si existe diferencia significativa, la prueba 4 recoge los cálculos realizados y la conclusión es igual al caso que presenta la

prueba 2 por la misma razón del cálculo de la fuerza de resistencia. El resultado obtenido permite afirmar que no existe diferencia significativa entre la resistencia a 1mm de los grupos carbono y vidrio.

Prueba 4		
PRUEBA T'STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RESISTENCIA TRACCIONAL EN LA MEDICIÓN A 1mm		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{Fiv} = \mu_{Frc}$	$H_1: \mu_{Fiv} < \mu_{Frc}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	0.578022814	0.532091255
Varianza	0.071265689	0.038760966
Desviación estándar	0.268956343	0.196878049
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	0.055013327	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	0.61926599	
P(T<=t) una cola	0.269718222	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
Conclusión		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,269718222 mayor que el 0.05 (5%), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que no hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la resistencia a 1mm de las piezas tratadas con fibra de vidrio es diferente al promedio de las piezas tratadas con fibra de carbono blanco.		

Por lo anterior expuesto se puede afirmar que la hipótesis planteada no es validada en la fuerza de retención y resistencia inicial, sin embargo sí se puede hacer esta afirmación a 1mm, por lo tanto la afirmación en el sentido de que la utilización de los endopostes de fibra de carbono blanco(FC) en el campo de la odontología es tan eficaz y de buen desempeño como el de la utilización de endopostes de fibra de vidrio(FV), no se puede afirmar categóricamente.

## **CONCLUSIONES**

Después de realizado el experimento, el análisis de los resultados y su procesamiento, se puede llegar a algunas conclusiones de importancia, entre ellas se encuentran:

- La fuerza inicial requerida para desplazar los endopostes de fibra de vidrio cementados en las piezas anteriores preparadas es

menor que la fuerza inicial que se necesita para desplazar los endopostes de fibra de carbono blanco cementados en las piezas anteriores preparadas.

- A diferencia de lo anterior, las retenciones a 1mm de los endopostes de fibra de carbono blanco y de fibra de vidrio, son similares, no se pudo concluir que hay diferencia entre ellos, lo que indica que ambos grupos necesitan de la misma cantidad de fuerza para ser desplazados 1mm de la preparación.
- Tomando en cuenta la variable resistencia, ésta también fue analizada en dos momentos de aplicación de fuerza. En la resistencia inicial ambos grupos se comportaron de manera diferente, ya que se observó que los endopostes de fibra

de carbono blanco soportan una fuerza de tracción superior a la fuerza traccional que soportan los endopostes de fibra de vidrio.

- Sin embargo, en la resistencia traccional a 1mm sucede algo muy similar a lo que ocurre en la retención a 1mm, los endopostes de fibra de carbono y los endopostes de fibra de vidrio soportan una tracción semejante, lo que permite afirmar que no hay diferencia de fuerzas a la hora de ser traccionados 1mm.
- Se puede decir que la retención y resistencia traccional inicial varían en los dos grupos, sugiriendo que los endopostes de fibra de carbono blanco soportan una fuerza y una tracción mayor que los endopostes de fibra de vidrio. Lo anterior es algo que pudiera ser predecible,

ya que los endopostes de fibra de carbono blanco, al ser cementados, garantizan una homogeneidad mecánica y química entre los tres componentes que forman una restauración, esto debido a su composición química con base en una matriz de resina epóxica, lo que genera que su adhesión a dentina y al muñón de resina es más fuerte.

- En la retención y la resistencia traccional a 1mm ambos grupos se comportaron de manera similar en la cantidad de fuerza que se necesita para desplazarlos y traccionarlos 1mm, lo que indica que pasado el límite más alto de carga, es decir, lo que más soportan los endopostes, estos comparten sus características dinámicas. Antes se mencionó que los endopostes debían cumplir ciertas características

dinámicas, para que funcionaran de la mejor forma posible, entre estas características están: el diámetro, la longitud, y la profundidad de la preparación. Al poseer estos dos grupos de endopostes, un diámetro y una longitud igual, además de que todas las preparaciones se realizaron con la misma medida de broca, tanto en su longitud como espesor, se puede afirmar que una vez que se pasa el límite de fuerza más alto en el que se desprende el poste, no hay ningún otro factor que genere retención o resistencia, que pueda causar alguna diferencia significativa en el desempeño de los dos grupos, ya que después de 1mm estos quedan en las mismas condiciones dentro del conducto radicular.

## **RECOMENDACIONES**

Basándose en los objetivos de la investigación y tomando en cuenta las conclusiones obtenidas, se recomienda:

- Utilizar de primera opción los endopostes de fibra de carbono blanco, en las piezas anteriores que presentan mayor destrucción o pérdida de estructura dental, ya que estos soportan mayores fuerzas, tanto de retención, como de resistencia traccional. Además, la estética que estos endopostes poseen es muy buena y pueden ser usados para rehabilitar frentes estéticos, sin temor a la translucidez que la corona pueda tener.
- En los casos donde la estructura dental remanente es suficiente, y no se necesite de una

reconstrucción tan extensa, se pueden utilizar, sin ningún temor, los endopostes de fibra de vidrio, que al igual que los endopostes de fibra de carbono blanco poseen un gran soporte a las fuerzas de resistencia y de retención, además que la fibra de vidrio es muy estética y no presenta ningún problema a la hora de ser utilizada en la reconstrucción de piezas anteriores. Estas recomendaciones están dirigidas, sobre todo, a los estudiantes de la Clínica de Especialidades Odontológicas de la ULACIT, así como a los estudiantes de otras universidades, y a los odontólogos en general que desean conocer un poco más de estos endopostes.

- Motivar a los estudiantes y a los profesionales a utilizar de forma más frecuente los dos tipos de endopostes en sus

casos particulares, ya que con el desarrollo de esta investigación se comprobó que ambos grupos son de excelente calidad y con esto se puede ampliar la gama de tratamientos con un respaldo serio y veraz.

- Extender esta investigación, ampliando el número de muestras y pruebas, para así obtener datos complementarios a este estudio. Además estos endopostes se pueden utilizar en piezas posteriores, y los resultados serían muy valiosos, para cuando se necesite restaurar este tipo de piezas, que son las más propensas a ser afectadas por diferentes factores.
- Dar a conocer los resultados de esta investigación empleando los medios disponibles de la Universidad.

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla # 1.....	57
Promedio y desviación estándar de la retención inicial de piezas tratadas con endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.	
Tabla # 2.....	59
Promedio y desviación estándar de la retención a 1mm de piezas tratadas con endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.	
Tabla # 3.....	61
Promedio y desviación estándar de la resistencia inicial de piezas tratadas con endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.	
Tabla # 4.....	63
Promedio y desviación estándar de la resistencia a 1mm de piezas tratadas con endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.	



## ÍNDICE DE PRUEBAS.

Prueba # 1.....	58
Prueba <i>T´student</i> para la diferencia de medias de la fuerza de retención en la medición inicial.	
Prueba # 2.....	60
Prueba <i>T´student</i> para la diferencia de medias de la fuerza de retención en la medición a 1mm.	
Prueba # 3.....	62
Prueba <i>T´student</i> para la diferencia de medias de la fuerza de resistencia en la medición inicial.	
Prueba # 4.....	64
Prueba <i>T´student</i> para la diferencia de medias de la fuerza de resistencia en la medición a 1 mm.	

## ÍNDICE DE IMAGENES.

Imagen # 1.....	34
Poste de fibra de vidrio y poste de fibra de carbono blanco.	
Imagen # 2.....	44
Piezas recolectadas.	
Imagen # 3.....	45
Cortes horizontales.	
Imagen # 4.....	45
Moldes.	
Imagen # 5.....	46
Mezcla de acrílico.	
Imagen # 6.....	46
Piezas colocadas en Moldes.	
Imagen # 7.....	47
Troqueles terminados.	
Imagen # 8.....	48
Desobturación a 10 mm.	
Imagen # 9.....	48
Cemento oxifosfato.	
Imagen # 10.....	48
Espatulado de cemento.	
Imagen # 11.....	49
Ácido fosfórico.	
Imagen # 12.....	49
Adhesivo y resina.	
Imagen # 13.....	49
Retención de resina.	

Imagen # 14.....	50
Unión de troqueles de fibra de vidrio.	
Imagen # 15.....	50
Unión de troqueles de fibra de carbono blanco.	
Imagen # 16.....	51
Máquina universal de ensayos.	
Imagen # 17.....	51
Muestra sometida al tensómetro.	
Imagen # 18.....	52
Endopostes desprendidos.	

# 1 CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

En los últimos años la odontología se ha convertido en una disciplina de mucha importancia para la población, ya que a los pacientes, aparte de querer una dentadura saludable, ahora se preocupan también por una dentadura estética y agradable a la vista, buscando casi la perfección dentro de lo culturalmente aceptable ya que alcanzar la belleza siempre ha sido una inquietud del ser humano. Tomando en cuenta esto es deber del odontólogo, además de diagnosticar y sanar, brindar la mayor cantidad de opciones y tratamientos con los que cuenta para que el paciente pueda elegir el que mejor cumpla las necesidades que se tienen.

Tratando de cumplir con las necesidades del paciente, cada día los investigadores y los fabricantes desarrollan nuevos materiales y técnicas que buscan alcanzar la mayor estética posible y su fácil empleo, debido a esto surgió el interés por desarrollar esta investigación, ya que se van a comparar dos tipos de endopostes o postes intrarradiculares, el de fibra de vidrio y el de fibra de carbono blanco, a sabiendas que ambos son muy estéticos y fáciles de emplear, además que son utilizadas con frecuencia por los odontólogos en las zonas anteriores de la cavidad oral.

Estos endopostes o postes intrarradiculares se utilizan cuando una porción grande del tejido dental coronal se encuentra destruido o afectado, ya sea por caries dental o por traumatismos y siempre que se haya realizado un tratamiento de nervio con anterioridad. Ya sabiendo que ambos son muy estéticos, la interrogante que se plantea es en torno a comparar las

propiedades biomecánicas (retención y resistencia) que los dos brindan, ya que son estas características las que hacen la diferencia y determinan cuál de los dos tipos se debe usar para cada caso, garantizando así que se van a emplear de la mejor manera dependiendo de lo que se necesite, y así dar mayor opción de escogencia al odontólogo.

La investigación consiste en usar los dos tipos de endopostes o postes intrarradiculares en cuarenta piezas dentales anteriores extraídas con anterioridad, las cuales ya tienen un tratamiento de conducto o de nervio realizado, además de estar montadas sobre bases o troqueles de acrílico, lo cual garantiza la estabilidad de las piezas a la hora de realizar la prueba. Una vez con las piezas ya seleccionadas, se realiza una división de veinte piezas dentales para cada tipo de endoposte haciendo un total de cuarenta, se escogió esta cifra para que el estudio tenga significancia en los resultados finales.

Cada grupo de veinte será rotulado para hacer diferencia de los que serán para los endopostes de fibra de carbono blanco y los de fibra de vidrio, una vez realizadas las preparaciones a cada pieza, a las cuales se les deberá eliminar 10mm del relleno (gutapercha) del tratamiento de nervio, esto con el fin de dar campo a los endopostes, estos serán debidamente medidos, colocados y cementados a cada uno de los cuarenta troqueles, veinte con endopostes de fibra de carbono blanca y veinte con endopostes de fibra de vidrio. Se usará el mismo tipo y cantidad de material para la cementación, así entre ambos grupos no existirá ninguna diferencia que pueda dar algún resultado no deseado, comprometiendo así la investigación.

Cuando los dos grupos tengan cementados los endopostes se les realizará una prueba física con un aparato o máquina para pruebas universales de marca TINIUS OLSEN® que se encuentra en el Instituto Tecnológico de Costa Rica en

la Facultad de Ciencias Forestales (instrumento para medir fuerzas), el cual va a ejercer presión hasta que el endoposte o poste se separe o desprenda completamente del troquel, al mismo tiempo que mide la retención y resistencia de ambos grupos, lo que va a brindar los resultados necesarios para hacer las comparaciones, y lo más importante, las recomendaciones que serán en un futuro utilizadas por los odontólogos interesados en utilizar estos tipos de endopostes y por los estudiantes de odontología de la clínica de la ULACIT.

## **1.2 Justificación**

La investigación que se va a desarrollar tiene gran importancia, ya que gracias a la revisión bibliográfica que se ha realizado se ha puesto en evidencia que no se ha realizado un estudio comparativo entre estos dos tipos de endopostes o postes intrarradiculares, y este trabajo va a ser de gran utilidad a la hora que se requiera utilizar en la consulta, sin tener ninguna duda sobre cuál de los tipos va a servir más para lo que necesitan los odontólogos y también los pacientes.

Se seleccionaron los endopostes de fibra de vidrio que son ya utilizados con frecuencia por los odontólogos y por los estudiantes de la clínica de la ULACIT, pero los endopostes de fibra de carbono blanco son relativamente nuevos en el mercado de Costa Rica y no son tan conocidos por los profesionales ni por los pacientes, además en la clínica de la Universidad no están a disposición de los estudiantes, y para ellos es que se va a desarrollar este estudio, con el fin de que el endoposte o poste intra radicular sea incluido en los materiales que se usan con los pacientes, para que así el estudiante tenga más opciones en su plan de tratamiento y ponga en práctica sus conocimientos en la utilización de cada tipo de endoposte para cada caso clínico específico, garantizándole al paciente un tratamiento de excelentes resultados con excelente estética.

Para poder realizar este estudio se cuenta con los recursos financieros necesarios, ya que los materiales que se van a utilizar son de precio accesible y fáciles de obtener en los diferentes depósitos dentales que se conocen. Se cuenta también con materiales humanos para garantizar el éxito del estudio, ya que el tutor de la tesis tiene gran experiencia en este campo pues ha utilizado este tipo de materiales durante varios años.

En cuanto a los materiales que se necesitan para la investigación como las piezas dentales montadas en troqueles o bases de acrílico, los cementos que se van a utilizar, los endopostes o postes intrarradiculares, ya se tienen a disposición y se pueden empezar a utilizar sin ningún contratiempo.

Es importante recalcar que los resultados y las comparaciones que se obtengan, se van a facilitar inmediatamente a las autoridades de la clínica para que se considere la opción de facilitarlos como material básico del que los estudiantes puedan disponer y además de que los que estén interesados en utilizarlos de otras formas y en otros procedimientos, a fin de que en un intento de innovación tengan ya un precedente veraz y confiable de los endopostes o pines intrarradiculares en estudio.

## 1.2 Planteamiento del problema

Se conoce que en nuestro país un gran porcentaje de la población tiene problemas dentales serios, sobre todo las personas que se encuentran en los grupos de nivel socioeconómico bajo, y que solo acuden al odontólogo cuando ya es muy poco lo que se puede hacer por mantener en la boca sus piezas dentales. En la mayoría de los casos la caries dental, que conlleva la pérdida de grandes porciones del tejido, además de malformaciones de esmalte o dentina, traumatismos o fracturas son los problemas más comunes, a los cuales el profesional debe enfrentarse, para lo que debe realizar un excelente diagnóstico y plan de tratamiento, para así darle al paciente la esperanza de mantener sus piezas en buen estado.

Como se sabe el tejido dental que se ha perdido no puede ser regenerado por el organismo de la persona y el único recurso que se tiene es la colocación de un material que sustituya el perdido. Es obligación del odontólogo ofrecer al paciente la mayor cantidad de opciones posible para que este pueda escoger, conjuntamente con la recomendación médica, la mejor opción.

Es necesario que los odontólogos, ya sean nuevos o de gran experiencia, conozcan a plenitud todos los métodos novedosos que poco a poco la tecnología va ofreciendo, no solo para ser profesionales mejores y más completos, sino para que el paciente esté seguro de que el tratamiento que se va a realizar es el mejor y que será realizado por un operador de gran sapiencia en el campo. Además, que la colocación de endopostes de cualquier tipo es un procedimiento de sumo cuidado pero que no es de gran complejidad, y puede ser realizado por cualquier odontólogo a nivel general.



No se quiere llegar a los casos extremos donde la falta de conocimiento de los odontólogos, junto al factor económico del paciente, lleven a este a tomar la decisión de realizar la extracción dental que lleva, por sí sola, gran cantidad de problemas a corto y largo plazo.

Este estudio quiere brindar una opción más a los profesionales y a los estudiantes de rehabilitación protésica para ampliar el conocimiento sobre los diferentes tipos de endopostes, cantidad de métodos que se pueden utilizar, cómo dar soluciones a corto plazo, sus ventajas y desventajas para llevarlos a la práctica, para así ampliar el uso de los endopostes.

Es así como surge la necesidad de realizar este estudio, para comparar la eficacia de dos tipos de endopostes, profundizar en sus beneficios y demostrar que el tratamiento con endopostes es fácil y de excelentes resultados.

#### 1.2.1 Formulación del problema

**¿Cuáles son las propiedades biomecánicas de los endopostes de fibra de vidrio, comparándolas con los endopostes de fibra de carbono blanco en dientes anteriores extraídos?**

#### 1.2.2 Sistematización del problema

- ¿Cuál fuerza de retención inicial y a 1mm es superior entre los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco?
- ¿Cuál fuerza de resistencia inicial y a 1mm es superior entre los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco?

### 1.2.3 Matriz básica de diseño de investigación

TEMA	PROBLEMA	OBJETIVOS	
		GENERAL	ESPECÍFICOS
Propiedades biomecánicas de los endopostes de fibra de vidrio comparándolas con los endopostes de fibra de carbono blanco en dientes anteriores extraídos.	¿Cuáles son las propiedades biomecánicas de los endopostes de fibra de vidrio comparándolas con los endopostes de fibra de carbono blanco en dientes anteriores extraídos?	Analizar las propiedades biomecánicas en dientes anteriores extraídos utilizando endopostes de fibra de carbono blanco y endopostes de fibra de vidrio.	Comparar la fuerza de retención inicial y a 1mm de los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.  Comparar la resistencia a la tracción inicial y a 1mm de los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.

#### 1.2.4 Matriz de operacionalización de variables

Para responder los objetivos de la investigación es importante indicar cómo se van a trabajar las variables, cómo se van a medir y que instrumentos se van a utilizar.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<b>Fuerza de retención</b>	Es la fuerza que procede del empuje o tracción que un cuerpo ejerce sobre otro, esta aplicación de fuerza sobre un cuerpo producirá un cambio en su movimiento o reposo, la unidad: Newton N.	Es la fuerza a la cual son sometidos los endopostes, que al aplicarla van a ser desplazados o fracturarlos. Esta fuerza es medible.	Fuerza de retención de los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono, medida en Kg. /mm <sup>2</sup> .	Máquina universal para medir ensayos y pruebas TINUIS OLSEN® facilitada por el T.E.C  Hoja de registro, en la cual se muestran los resultados.
<b>Fuerza de resistencia a la tracción</b>	Es el punto máximo al que un material se fractura al ejercerse sobre él dos fuerzas paralelas pero en direcciones contrarias. Es el resultado de la aplicación de una fuerza sobre una superficie.	Capacidad de un material para no moverse de posición cuando es sometido a fuerzas, es decir, estar en posición inicial aun aplicándole fuerzas.	La resistencia a la tracción en endopostes de carbono y fibra de vidrio medida en Kg. /mm <sup>2</sup> .	Máquina universal para medir ensayos y pruebas TINUIS OLSEN® facilitada por el T.E.C.  Hoja de registro, en la cual se muestran los resultados.

## 1.4 Hipótesis

### 1.4.1 Hipótesis de investigación

La utilización de los endopostes de fibra de carbono blanco (FC) en el campo de la odontología es tan eficaz y de buen desempeño como la utilización de endopostes de fibra de vidrio (FV).

### 1.4.2 Hipótesis estadísticas

- Variable fuerza de retención

Hipótesis nula:

La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas. Esto se ilustra mediante la siguiente fórmula:

$$H_0: R_{FV} = R_{FC}$$

Hipótesis alternativa:

La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas. Esto se ilustra mediante la siguiente fórmula:

$$H_1: R_{FV} < R_{FC}$$

- Variable fuerza de resistencia:

Hipótesis nula:

La fuerza de resistencia traccional que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de resistencia traccional empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas. Esto se ilustra mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{H_0: R_{FV} = R_{FC}}$$

Hipótesis alternativa:

La fuerza de resistencia traccional que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de resistencia traccional empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas. Esto se ilustra mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{H_1: R_{FV} < R_{FC}}$$

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de piezas restauradas con endopostes**

La restauración de piezas mediante el uso de postes o pernos y coronas tiene larga historia, ya que desde hace dos siglos se han publicado estudios sobre este tipo de tratamiento. En 1747, Pierre Fauchard empezó a utilizar piezas anteriores maxilares como anclaje de coronas unitarias o múltiples, además de manipular metales preciosos, ya sea oro o plata, para la confección de pernos que fueron cementados con un material pegajoso que se ablandaba con el calor y se contraiga con el frío (Ingle y Bakland, 1998).

Durante los siguientes años el uso de materiales naturales (dientes de hipopótamo, morsa o bovino) como reemplazo de la estructura faltante fue disminuyendo poco a poco, así como el uso de metales preciosos en la confección de pernos, siendo los primeros reemplazados paulatinamente por la porcelana y los postes por metal no precioso (Ingle y Bakland, 1998).

Tiempo después surgió una tendencia nueva, que consistía en el uso de la madera como material indicado en la fabricación de los postes, esto a raíz del impulso que le dieron los odontólogos de la época a la teoría de que el perno de madera, aunque no fuera tallado con las dimensiones anatómicas exactas del conducto, a la hora de introducirlo, se iba a expandir gracias a la humedad que tiene el conducto, garantizando así un selle indirecto perfecto. Pero a esto se le unen las críticas de la contraparte, que decían que este sistema era sumamente rígido y las fracturas eran casi inevitables, ellos consideraban que era mejor

utilizar materiales un poco más nobles para que las fuerzas de masticación no afectaran tanto la estructura dental remanente (Ingle y Bakland, 1998).

La endodoncia que se realizaba en esos tiempos requería de un mínimo de condiciones básicas; tales como la desinfección, la preparación y obturación del conducto, lo que daba como resultado la aparición de procesos infecciosos después de realizado el tratamiento, sin embargo algunos endopostes tenían surcos, los cuales proporcionaban vías de drenaje para la supuración de los procesos. Hay que tomar en cuenta que la endodoncia no cambia durante mucho tiempo y si el tratamiento se hubiera realizado de una mejor manera, esta disciplina podría haber avanzado mas rápidamente, para obtener los resultados que hoy en día tenemos (Ingle y Bakland, 1998).

### 2.1.1 Restauración de dientes tratados endodónticamente

En las últimas dos décadas el interés por restaurar las piezas sometidas a tratamientos de endodoncia ha surgido mucho, ya que tanto el odontólogo como el paciente son más educados y ninguno de los dos desea la extracción de dientes afectados, ya que con una buena endodoncia y una buena restauración estas piezas pueden durar bastante tiempo desenvolviéndose de buena forma dentro del aparato de la masticación. La restauración de estas piezas no puede ser realizada cuando se puede llegar a comprometer las piezas vecinas que estén en buen estado (Ingle y Bakland, 1998).

Las técnicas de la restauración post-endodontica han ido evolucionado con el paso del tiempo, ya que antes las aperturas no se sellaban o se sellaban con amalgama, y en la actualidad los cementos de resina y la porcelana junto a

postes nobles, garantizan un alto porcentaje de éxito del tratamiento (Ingle y Bakland, 1998).

Se ha descrito en varias publicaciones que la endodoncia afecta la pieza dental, debilitándola, pero recientemente se ha probado que un diente con endodoncia tiene apenas un 9% menos de humedad, comparándolo con un diente no desvitalizado, lo cual es muy poco. Además se ha medido que a la hora de realizar el acceso, junto con la preparación biomecánica, afectan solo en un 5% la rigidez de las paredes, contra un 46% que afecta la preparación de una cavidad oclusal para amalgama, y cuando es una cavidad clase II la rigidez disminuye en un 63%, lo cual es muy alto y muy alarmante para el odontólogo. Entonces, se puede decir que la rigidez se ve afectada por la pérdida de estructura dentaria y no por un tratamiento de conducto, lo cual permite el uso de postes para la restauración (Walton, 2005).

### 2.1.2 Recubrimiento completo

Las coronas completas suelen ser la primera elección a la hora de restaurar un diente tratado endodónticamente, pero estas no están exentas a fracturas, ya que a la hora de realizar el acceso endodóntico, se adelgazan las superficies internas de la corona, junto a esto va la pérdida de paredes externas que se hace durante una buena preparación de una corona adecuada y queda muy poca estructura remanente para que se pueda mantener una corona. Para solucionar este problema se utiliza un poste intra radicular, el cual va a proporcionar fuerza interna y además a extender la carga dirigida, no solo a la corona debilitada, sino también a parte de la raíz, por lo anterior hay que conocer un poco sobre las diferentes causas de la pérdida de tejido dentario, antes de describir la forma en que estas se restauran (Ingle y Bakland, 1998).



### 2.1.3 Consideraciones de pérdida de tejido dentario

Para que un diente requiera de una endodoncia o de un tratamiento de nervio, y luego su restauración con postes debe haber sido dañado o afectado por diferentes factores, los cuales van a debilitarlo, además que muchos odontólogos consideran que estas piezas son quebradizas.

Entre estos factores, tenemos algunos que son las causas más frecuentes para estar obligados a realizar un tratamiento de conducto:

- Caries dental.
- Traumatismos o fracturas dentales.
- Malformaciones congénitas.
- Fluorosis.

- La caries dental.

La caries dental ha sido descrita como una enfermedad que afecta a todos los seres humanos, y que puede ser la enfermedad más común que puede presentarse en un paciente (Bashkar, 1984).

La caries dental la describe Millar (1890) como una teoría químico-parasitaria, y que considera que la caries se desarrolla en dos fases:

- a- Disolución de los tejidos reblandecidos por acción de organismos proteolíticos.
- b- Descalcificación y reblandecimiento de los prismas de esmalte por acción de las bacterias.

En años posteriores, tres investigadores, Keyes, Gordon y Frizgerland (1962), incluyeron otros factores que producían la caries dental, lo cual la convertía en una enfermedad multifactorial, estos factores son: huésped (diente), flora bacteriana, sustrato (alimentación). Luego se incluyó otro factor: el tiempo (Koiñg, 1974).

- Traumas.

Los traumas o fracturas son factores que se observan con mucha frecuencia en la consulta médica, ya que nadie está exento de sufrir un accidente, o un golpe. Estos pueden ocurrir en nuestro ambiente laboral, en la práctica de algún deporte y hasta en nuestras casas. Es muy común que estos afecten las piezas del sector anterior, ya que estas son las que se encuentran más expuestas y menos protegidas al medio.

Además de los accidentes, la alimentación es un factor que afecta notablemente en la aparición de fracturas, ya que los pacientes no miden el nivel de dureza de lo que están masticando y muchas veces las piezas dentales de estos pacientes no se encuentran en muy buen estado.

La mayoría de estos dientes deben ser tratados con rapidez, ya que la pieza dental se encuentra en una situación muy propensa de ser extraída (Barrancos, 1999).

- Malformaciones y fluorosis.

Estos factores son afecciones que debilitan al diente en una forma muy agresiva, ya que afectan la estructura y composición química dentaria, son causa de gran pérdida de tejido dental, lo que va a dejar expuesto al diente

a caries y fracturas, esto dejándolas como candidatas a una rápida intervención.

Todos estos factores deben de ser tratados de forma rápida y precisa, si se quiere mantener la pieza dental en la boca, además de que debe realizarse un buen tratamiento, ya el diente debe mantener sus características y su función lo más cercano a lo original, como cuando estaba sana (Barrancos, 1999).

Una vez que se mencionó algunas de las más importantes y frecuentes causas de pérdida de tejido, se continúa con la descripción de los componentes de la restauración post endodoncia.

## **2.2 Endopostes**

Cuando un diente no vital, ya sea anterior o posterior, ha perdido gran cantidad de estructura, es necesario realizar una restauración de la corona. En estos casos se utiliza un perno y un muñón para sostener y retener la corona. Cuando un diente es restaurado estará compuesto por cuatro partes fundamentales:

- La estructura dental remanente y el sistema de inserción periodontal.
- El perno localizado en el interior de la raíz.
- El muñón localizado en la zona coronal del diente.
- La restauración definitiva de la corona.

El perno o espiga es la parte restauradora que va introducida dentro del conducto radicular de un diente no vital y además es relativamente rígido, lo cual permite mantener fuerte a todo el resto de la restauración. Los pines o pernos pueden ser de metal o de otro tipo de material, como la porcelana, la fibra de vidrio, el zirconio y la fibra de carbono (Cohen y Burns, 2002).

En el interior de la raíz el perno se extiende en dirección hacia el ápice y sirve de anclaje al muñón que reconstruye a la corona. Los principales y más importantes objetivos de la colocación de los pernos son:

- Retener el muñón y la reconstrucción coronal, sin aumentar el riesgo de una fractura radicular.
- Proteger la estructura dentaria restante (Cohen y Burns, 2002).

La función de retención se necesita cuando el diente, queda sin suficiente tejido dentario para poder sostener una restauración. Como es conocido el diente es sometido a diferentes fuerzas cuando se está en la función masticatoria, que además afectan a todos los materiales con los que se va a reconstruir una pieza dental. Es importante conocer los tipos de fuerza que inciden sobre un diente, y a continuación se mencionarán algunos (Ingle y Bakland, 1998).

- Fuerza de retención: es el empuje o tracción que ejerce un cuerpo sobre otro, esta aplicación de fuerza sobre un cuerpo va a generar un cambio en su estado de movimiento y su estado de reposo, se utiliza el Newton como unidad de fuerza N.

- Fuerza de resistencia a la tracción: La resistencia es el punto máximo al que un material se fractura al ejercerse sobre él dos fuerzas paralelas pero en direcciones contrarias. Es el resultado de la aplicación de una fuerza sobre una superficie. Hay que señalar que la tracción se genera cuando se somete un cuerpo a dos fuerzas con diferentes direcciones, pero sobre un mismo eje.
- Fuerza de tensión: cuando un cuerpo es sometido a una fuerza se produce una resistencia a esta fuerza externa, la tensión es la resistencia interna que es proporcional a la resistencia externa. Su fórmula es: Tensión = Fuerza / Superficie (Schillingburg,1999).

Es importante tomar en cuenta que los resultados que brindó esta investigación fueron dados en kilogramos (Kg.), pero para poder obtener los datos de la fuerza de resistencia a la tracción se debía realizar una fórmula matemática. Se utilizaba la fuerza de retención (carga) generada por las pruebas, que brindaron las hojas de registro, que se presentan en los anexos, luego se obtenía el área de los postes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco, que se presenta en los anexos, se utilizó el cilindro como figura matemática base de los postes. La fórmula es la siguiente:

Esfuerzo(Resistencia Traccional) = Área /Carga, donde:

Área =  $2 \pi r$  Altura

Carga =Kg. de fuerza.

Las áreas de los dos grupos de endopostes son similares.

La función de protección es de vital importancia para la duración en boca del diente restaurado. Se sabe que la mayoría de los dientes no vitales presentan porciones de corona parcial o totalmente destruidas, lo que va a impedir que las fuerzas oclusales se transmitan de manera natural al

periodonto y al diente restante, de ahí lo necesario de los postes, ya que por medio de estos se van dirigir las fuerzas laterales y oclusales de forma más apical, esto ayuda a mantener la zona marginal intacta, lo cual va a prevenir la deformación de esta zona hacia la corona, manteniendo íntegro el cemento (Ingle y Bakland, 1998).

### 2.2.1 Propiedades ideales del endoposte

Los postes deben tener el mayor número posible de las siguientes características:

- Protección máxima de la raíz.
- Retención intraradicular adecuada.
- Retención máxima del muñón y de la corona.
- Protección máxima del sellado del cemento del borde de la corona.
- Buenos resultados estéticos.
- Alto grado de visibilidad radiológica.
- Recuperabilidad.
- Biocompatibilidad (Cohen y Burns, 2002).

Es importante resaltar que las investigaciones realizadas con los diferentes tipos de sistemas de postes se basan en su gran mayoría en estudios *in Vitro*, en piezas dentales donde no se realiza una restauración con corona y son sometidos a fuerzas que se pueden producir en boca y otras fuerzas que no se ven. Estos estudios son realizados con el objetivo de valorar las diferencias entre los postes u otros componentes que se quieran analizar, por lo tanto los valores que se obtienen de este tipo de estudios son de gran importancia para el profesional, tomando en cuenta que el estudio que se realizó en este trabajo de investigación es similar a estudios realizados con anterioridad (Cohen y Burns, 2002).

### 2.2.2 Clasificación de los postes

Los postes intrarradiculares se pueden dividir en dos grandes grupos o categorías, las cuales a su vez se pueden subdividir, los primeros son:

- Postes hechos a la medida.
- Postes prefabricados.

Estas dos grandes divisiones ya son un poco obsoletas, pues en estos momentos la tecnología ha permitido la fabricación de gran cantidad de tipos de postes, los cuales varían desde su composición hasta su forma, ya que estos nuevos materiales traen nuevos conceptos en la descripción de los pernos endodónticos. Por eso hoy se subdividen los pernos de la siguiente manera:

- Metálicos y no metálicos.
- Rígidos y flexibles.
- Estéticos y no estéticos (Cohen y Burns, 2002).

Se van a describir de forma general los tipos de endopostes o pernos, de la primera clasificación:

- Postes hechos a la medida

Los postes hechos o vaciados a la medida se fabrican en el consultorio dental, junto con el laboratorio, estos se realizan a partir de una copia negativa del conducto radicular preparado, el material que se utiliza para realizar este tipo de impresión, es la cera o resina de polimerización en frío, además del acrílico y de las espigas de latón. Hace algunos años el

vaciado de la impresión se realizaba con aleaciones de oro tipos III y IV, en la actualidad se utilizan aleaciones de metales no preciosos, como el cromo y el níquel.

La ventaja más importante de los postes endodónticos hechos a la medida, es que este se puede conformar fielmente a la configuración del conducto preparado, lo que garantiza un ajuste excelente, esto es muy importante cuando el conducto es muy divergente (Ingle y Bakland, 1998).

Ventajas de los postes vaciados:

- Son fabricados para adaptarse a la forma del conducto radicular.
- Pueden adaptarse a conductos grandes y de forma irregular.
- Pueden adaptarse con el uso de postes prefabricados inmersos y formas prefabricadas de plástico.
- Son resistentes.

Desventajas de los postes vaciados:

- Son caros.
- Requieren de dos citas.
- Son menos retentivos.
- El lapso entre citas es más complicado (es necesario colocar un provisional).
- Puede ocurrir corrosión debido al proceso de vaciado o por el uso de aleaciones diversas.
- Existe el riesgo de desajustes por el vaciado.



- Pueden requerir la remoción de más estructura coronal del diente (Walton, 2005).
- Postes prefabricados

Estos tipos de postes endodónticos presentan gran variedad de diseños, esta variedad de diseños son formas de buscar satisfacer todas las características ideales que se necesitan a la hora de seleccionar un poste, estas características son las de retención y protección de la estructura dental remanente. Entre algunos diseños se tiene:

- Ahusados o troncocónicos de paredes lisas: estos postes se utilizan en conductos preparados con tipos de ensanchadores endodónticos de diámetro correspondiente a cada poste.
- Cilíndricos: estos postes se utilizan en conductos que tengan una forma de cilindro y de igual manera se preparan con ensanchadores endodónticos, con el diámetro similar a cada tipo de poste.
- Ahusados de tornillo con rosca autónoma: este tipo de poste endodóntico va formando su entrada, y por consiguiente su forma, poco a poco sobre la dentina del conducto radicular.
- Cilíndricos roscados: estos postes se atornillan al conducto, el cual ha sido previamente labrado o formado con una broca o ensanchador.
- Cilíndrico y de extremo apical ahusado: estos postes se colocan solo en conductos que tengan las medidas o dimensiones

correspondientes entre sí, ya que entran en espacios muy similares (Ingle y Bakland, 1998).

De acuerdo con Anusavice (2005), la elección de los materiales dentales para su uso clínico está basado en:

- Biocompatibilidad.
- Propiedades fisicoquímicas.
- Manipulación.
- Estética.
- Economía.

Sin embargo, solo la biocompatibilidad, propiedades fisicoquímicas y manipulación están estrechamente relacionadas con el éxito o fracaso de los sistemas de poste prefabricado.

Los postes prefabricados pueden ser clasificados con base en su geometría (forma y configuración) o por su método de retención. Los postes que se son retenidos primariamente por filos superficiales que se atrapan en la dentina son considerados activos o activados, mientras que los que dependen en el cemento para su retención, son considerados pasivos (Walton, 2005).

Ventajas de los postes prefabricados:

- Relativa facilidad de uso y disponibilidad inmediata.
- Algunos sistemas (Whaledent) proporcionan canales de escape para disminuir la presión hidráulica del cemento.
- Diversos tamaños y posibilidad de combinar el poste con pines.
- En conductos delgados su adaptación es buena.

- Menor tiempo clínico que los postes vaciados, puesto que pueden colocarse en una sesión.
- Posibilidad de utilizarlos en urgencias.
- Su costo es menor.
- Son marcadamente resistentes.

Desventajas:

- Los pernos de forma cilíndrica requieren una gran profundidad en conductos cónicos.
- Falta de adaptabilidad en la totalidad de los casos. El conducto debe adaptarse a la forma del poste y no el poste adaptarlo a la forma del conducto.
- Necesidad de un material diverso para la construcción del muñón. Es posible reacciones químicas cuando el muñón y el poste son de diferente metal.
- Su aplicación es limitada cuando una gran cantidad de diente se ha perdido.
- No existe un diseño adecuado para todo tipo de conductos.
- La gran cantidad de materiales dificulta la selección adecuada (Walton, 2005).

Hay que tomar en cuenta una serie de factores que son importantes a la hora de seleccionar el poste endodóntico radicular ideal para cada tipo de conducto, para que no se vaya a afectar la retención y protección del poste.

### 2.2.3 Factores a considerar en la colocación de un endoposte

- Profundidad de la incrustación: la profundidad de la incrustación de un poste, afecta en gran forma con la retención que vaya a tener el poste dentro del conducto, ya que a la medida que aumenta la profundidad aumenta la retención. Además la profundidad de la colocación del poste deberá estar dentro de límites permisibles de la longitud del diente, la forma del conducto y las dimensiones de la raíz en la zona apical.

El número de éxitos clínicos apoya la norma de que la longitud del poste sea igual o más larga que el largo de la corona. Debido a que la retención tiende a aumentar con la longitud, los postes entre la mitad y tres cuartas partes de la raíz son los recomendados. Sin embargo, el diámetro de la raíz, su curvatura y la cantidad de material de obturación remanente, también deben ser tomados en cuenta cuando se está determinando el diseño del perno (Ingle y Bakland, 1998).

- Tipo de cemento: generalmente el cemento que se utilizó para cementar los postes endodónticos es el fosfato de zinc (oxifosfato) y también las restauraciones finales, pero recientemente los autores Golman y Nathanson, en la Tufts University, concluyeron que para mejorar el éxito de los postes endodónticos, había que abrir los tubulos dentinarios, retirando la capa residual de la base del conducto, de forma tal que el cemento pudiera fluir hacia los tubulos y unirse de forma mecánica a ellos (Cohen y Burns, 2002).

Los cementos tradicionales generan una retención de tipo mecánica, y aunque estos cementos no se unan químicamente al perno ni a la dentina, en las piezas dentales con estructura dental remanente suficiente, proporcionan una retención clínica bastante buena y muy alta, dando muy buenos resultados y un tiempo de vida útil de los endopostes

bastante considerable, debido a esto, estos tipos de cementos no se descartan en la actualidad y son muy utilizados por los profesionales. Además la baja unión química que poseen estos cementos es hasta cierto grado de utilidad, ya que en ocasiones las restauraciones fracasan, o no quedan de la mejor manera y el odontólogo, se ve en la obligación de retirar el perno endodóntico, si fuera esta la causa, o de volver a realizar la endodoncia o tratamiento de nervio si el paciente se encuentra con algún síntoma, para luego recolocar y cementar el poste (Ingle y Bakland, 1998).

El investigador Nathanson ha realizado estudios sobre la eliminación de la capa residual de la base del conducto, la cual es la superficie que sella o tapa los tubulos dentinarios, esto con el fin de exponerlos a la entrada y fluido del cemento, para que estos queden llenos y se produzca una adhesión mecánica entre los tubulos y el material. Para esto se usó EDTA al 17% (ph de 7.5) para producir quelación de las sales de calcio y fosfato de la dentina, y luego se aplicó 10mm de NaOCL al 5.25% para eliminar la dentina descalcificada y el material orgánico restante.

El uso de este tipo de soluciones todavía no garantiza que el conducto quede en excelente estado antes de recibir el poste endodóntico, ya que se ha observado que la dentina adyacente se debilita por el deterioro de la matriz inorgánica y que puede causar cambios importantes a la hora de la cementación. Lo que sí mejora es la retención de los postes endodónticos, cuando se utiliza resina no compuesta como Bis-GMA de baja viscosidad que logra penetrar los tubulos dentinarios, pero en ese mismo estudio de Nathanson se pudo concluir que cuando no se utiliza ninguna sustancia solvente con anterioridad para eliminar la capa residual, tanto el cemento de resina como el tradicional de fosfato de zinc no producían diferencias en la capacidad retentiva del poste (Cohen y Burns, 2002).

Se ha comprobado mediante los resultados de un estudio *in Vitro* que el uso de cementos de ionómero de vidrio y de resina mejoran la resistencia del poste en el conducto radicular, pero en este mismo estudio se comprobó que el ionómero de vidrio no se adhiere al poste como tal sino solo a la dentina del conducto radicular, lo que deja algún tipo de duda sobre su capacidad de retención. Además se observó que la utilización de cementos de ionómero de vidrio modificados con resina se asocia al fenómeno de expansión higroscópica que pueda lesionar o fracturar las raíces, lo que lleva a contraindicar el uso de estos cementos en el manejo de los pernos endodónticos.

Este estudio reveló además que los cementos de resina con capacidad de unirse químicamente, aumentan la retención del poste, ya que estos se adhieren a la dentina en el interior de la raíz y del diente residual, así también como a la mayor parte de los materiales usados en la actualidad para fabricar postes endodónticos. A pesar de las características tan buenas de los cementos de resina, hay que aclarar que esta capacidad máxima de adhesión que poseen, pueden traer efectos negativos a la restauración, ya que se comprobó que al tratar de retirar los pernos del conducto, esto producía que las raíces en un 80% se fracturaran, cifra muy elevada (Ingle y Bakland, 1998).

- Número de postes: la colocación de uno o de varios postes depende estrechamente del número de conductos y raíces que el diente tenga, lo que lleva a decir que un número elevado de postes mejora la retención, además que permite mejor adapte del material con el que se va a confeccionar el muñón (Ingle y Bakland, 1998).
  
- Diámetro del perno: el perno debe tener el diámetro suficiente para soportar las fuerzas masticatorias normales, como la flexión y la

deformación. Un perno con un diámetro mayor no aumenta la retención con respecto a la raíz, sino más bien aumenta el riesgo de que ocurra una fractura radicular. La preparación del conducto antes de que este reciba a un perno debe ser lo más conservadora posible, ya que de lo contrario esto disminuye la cantidad de dentina remanente entre el poste y la superficie interna de la raíz, por lo que se indica colocar el poste de diámetro más pequeño que sea funcional (Cohen y Burns, 2002).

- Diseño y retención del perno: los estudios realizados han comprobado que los postes metálicos con lados paralelos, superficies serradas y largos presentan mayor retención, comparándolos con postes de formas cónicas, ya que los primeros distribuyen las cargas funcionales de la raíz de una manera más pasiva. Los postes de tipo tornillo presentan una retención muy alta, pero se ha demostrado que este tipo de sistema aumenta la posibilidad de fracturas. Por otra parte, los postes de fibra de carbono o de fibra de vidrio reforzados con resina no tienen que ser tan largos como los pernos tradicionales, lo que disminuye el área de dentina que se debe remover (Cohen y Burns, 2002).
- Composición del poste: hasta hace poco tiempo, los postes se diseñaban con una rigidez tan grande, que fuera suficiente para poder soportar la fuerza de flexión. En la actualidad lo que se busca es que los postes tengan características similares a la dentina, también que sean estéticos y que puedan apreciarse radiográficamente. En general los postes metálicos y de circonio son más rígidos que la dentina, en cambio los siguientes materiales poseen una rigidez (módulo de elasticidad) similar al de la dentina: matriz de composite reforzada con fibra de vidrio, resina composite reforzada con fibras entrelazadas o cinta y pernos de fibra de carbono o núcleos de carbono. Se ha visto en estudios que los postes

fabricados y colados de metal tienen una rigidez muy alta, lo que aumenta el riesgo de fractura, por otra parte los postes de fibra de carbono, los pernos de muñón de carbono y los de matriz reforzado con fibra de vidrio, tiene un modulo de elasticidad menor que los pernos metálicos, así mismo se considera que tienen una elasticidad a la de la dentina, por lo tanto estos postes tienen mayor capacidad de disfunción de las fuerzas, lo que reduce el riesgo de fractura radicular (Cohen y Burns, 2002).

En la actualidad se han publicado muy pocos datos sobre los nuevos materiales con los que se confeccionan los postes, así como de sus características, lo que es de suma importancia para la escogencia del poste ideal.

A continuación se van a describir, mediante datos más actuales, los postes radiculares, que en estos momentos se están utilizando con más frecuencia, entre estos tenemos los endopostes de fibra de carbono blanco y los endopostes de fibra de vidrio, que son postes que se están sometiendo a prueba en este estudio (Walton, 2005).

### **2.3 Endopostes actuales**

- Postes de circonio

Cosmopost (Ivoclar) y Cerapost (Brasseler) son dos ejemplos de postes de Dióxido de Circonio.

En la actualidad los sistemas de espigas metálicas utilizados en el pasado, se consideran críticos por razones de estética y biocompatibilidad. Debido a la corrosión de las reconstrucciones con las espigas metálicas se pueden depositar productos de desecho en los tejidos dentales y periodontales.



La consecuencia puede ser pigmentaciones de los tejidos duros y blandos, así como irritaciones de la gíngiva.

La estética de la encía y del tejido dental gana en importancia, sobre todo en restauraciones estéticas anteriores con sistemas de cerámica sin metal (por ejemplo IPS Empress) o también los nuevos cerómeros/material FRC translúcidos (por ejemplo Targis-Vectris.).

Para la reconstrucción de muñones individuales, sobre la espiga radicular endodóntica de circonio una solución ideal nos ofrece la cerámica de inyección con óxido de circonio IPS Empress Cosmopost. El sistema de espiga o perno puede ser cementado con un cemento de composite translúcido y un agente adhesivo dentinario. El diente puede reconstruirse entonces con un material composite de polimerización química (Walton, 2005).

Esta opción se recomienda para aquellos casos en los que estén aún conservados al menos un tercio de la corona natural y las partes restantes del muñón que estén reforzadas por el perno translúcido puedan ser restauradas solo con composite. La ventaja de esta opción es que la reconstrucción del perno y el muñón se podrán llevar a cabo en una sola cita sin procedimientos de laboratorio adicionales sin gastos añadidos. Para la cementación se recomienda un cemento de composite de polimerización dual. Este ofrece la ventaja de que después de cementado se puede fotopolimerizar el borde gingival mientras que la polimerización del cemento donde no llega la luz se produce, dependiendo de la temperatura ambiente en aproximadamente 10-15 minutos a partir del inicio de la mezcla. También se pueden utilizar cementos convencionales (cementos de fosfato, cementos híbridos, cementos autocurables o ionómeros de vidrio).

Según Walton (2005), las desventajas de este material son:

- Costo.
  - El material es duro.
  - Difícil de cortar.
  - Demasiado rígido.
- 
- Postes de fibra de carbono

Núcleo de carbón, exterior con matriz de cuarzo.

Los endopostes de fibra de carbono fueron desarrollados en Francia por Duret y Renaud y estuvieron comercialmente disponibles a partir de 1992. Estos endopostes constan de fibras de carbono de 8  $\mu$ m de espesor unidireccionales embebidas en una matriz de resina epóxica. Las fibras constituyen el 64% en peso del poste. El material es radiolúcido, pero el poste es radiopaco y parece ser biocompatible basados en los test de citotoxicidad.

La resistencia a la fatiga es de 1600 Mpa. de acuerdo con lo que establece el fabricante, por comparación, la resistencia de otros endopostes metálicos varía desde 654 a 114 Mpa. El promedio del módulo de elasticidad se encuentra en los 21 Gpa. según el fabricante, semejante al de la dentina de 18 Gpa. Se ha determinado que el contacto directo de estos postes con un ambiente húmedo como el medio oral reduce significativamente la resistencia a la flexión, sin embargo está demostrado que se encuentran protegidos por el material de restauración (resina compuesta) y por el medio cementante que produce el sellado a nivel radicular (Walton, 2005).

Numerosos estudios clínicos muestran que el porcentaje de fisuras o fracturas radiculares causados por los postes metálicos no es despreciable. Estos fenómenos se deben no solo al volumen y a la forma del poste sino también a la diferencia de comportamiento entre sistemas retentivos metálicos y la dentina de la raíz. Los postes de fibra de carbono, introducidos hace algunos años, están a la disposición del profesional como alternativa a los postes de aleaciones metálicas. Estos postes están compuestos de un material composite cuyas fibras de carbono unidireccionales, conocidas como de “alta resistencia”, representan el soporte y de una matriz orgánica de tipo epoxi o éster de vinilo. La proporción de fibras en volumen es del orden de 60 al 70%. Estos postes están diseñados para ser cementados con técnica de fijación adhesiva Dual (resina autocurable y fotocurable. (por ejemplo Variolink). Esta última generación de postes endodónticos carece de estudios clínicos y de investigación científica.

#### Ventajas:

- Reconstrucción completa corono-radicular asociada a un composite en una sola sesión clínica.
- Ausencia de fenómenos de corrosión que pueden conllevar filtraciones y alteraciones de dentina radicular, producidos por los postes metálicos.
- Homogeneidad mecánica y química de los diferentes componentes de la reconstrucción (poste, cemento de composite, material restaurador).
- Comportamiento mecánico que limita los riesgos de fractura.
- Los dos postes de fibra de carbono son muy fáciles de remover (Walton, 2005).

- Postes de fibra de vidrio

Los postes de fibra de vidrio fueron introducidos más recientemente y constan de fibras dispuestas en forma unidireccional embebidas en matrices orgánicas de Bis-Gma, de coloración favorable y permiten en algunos casos la transmisión de luz, logrando una polimerización del medio empleado como cemento más completa y hasta el empleo de resinas solamente de fotocurado también como cemento.

Presentan un 61,5% en peso de fibra de vidrio porcentaje que puede variar según la marca comercial. El módulo de elasticidad al igual que los pernos de fibra de carbono se encuentra entre los 20 y 22 Gpa. de promedio semejante al de la dentina (Walton, 2005).

Sistemas de postes FibreKor (postes de fibra de vidrio).

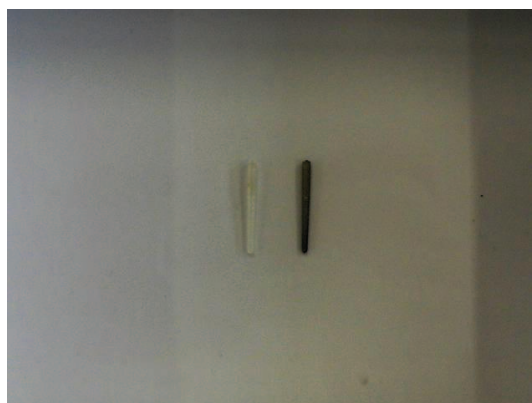
El sistema de postes FiberKor es fabricado por Jeneric/Pentron, Inc, (Wallingford,CT). Viene en un kit de postes paralelos en tres tamaños diferentes para acomodarse a los diferentes diámetros de los conductos, el grande de 1.5 mm, el mediano de 1.25 mm y el pequeño de 1.00 mm. El sistema fue recientemente sacado al mercado, en postes diseñados lisos y cónicos, capaces de transmitir la luz a través de ellos. Los postes son fabricados con fibras de vidrio longitudinales que circundan en una matriz de BIS-GMA. El fabricante asegura que estos postes permiten la adhesión entre el poste y la estructura dentaria (mediante un sistema adhesivo), y entre el poste y la resina dando como resultado un "monobloque" de resina adherida al poste y al muñón. El matiz claro blanco de estos postes los hace apropiados para los casos en los cuales la estética es crítica y

necesaria. Hasta el presente, tampoco existen investigaciones referentes a este nuevo sistema de postes endodónticos.

Este tipo de sistemas de postes endodónticos provee las siguientes características, consideradas a su vez como ventajas (Walton, 2005):

- El sistema permite que la luz penetre a través del poste, permitiendo la polimerización del cemento resinoso a lo largo de todo el conducto. En casos en los cuales el conducto radicular es muy ancho y expansivo, es posible utilizar una resina fluida como agente cementante. Estudios han demostrado que los dientes tratados endodónticamente con paredes dentinarias debilitadas, pueden ser reforzados con la obturación intraradicular del conducto con resina.
- Este sistema contribuye enormemente en el ahorro del tiempo invertido y costos de laboratorio y favorece al paciente el hecho de que es un tratamiento menos agresivo en cuanto a la preparación para recibir el poste prefabricado si se compara con un muñón colado.

**(Imagen 1: poste de fibra de vidrio y poste de fibra de carbono blanco).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

## **2.4 Preparación radicular para la confección de postes intrarradiculares.**

Esta preparación es conocida como la desobturación del conducto radicular. Se han investigado diferentes métodos para remover gutapercha y preparar espacios para postes, así como el efecto que tienen sobre el sellado apical; sin embargo, ningún método descrito hasta el momento ha sido consistentemente superior a otro. En relación con la técnica de desobturación propiamente dicha, cuando se utiliza instrumental rotatorio, se debe tener cuidado de remover solamente gutapercha y no tejido dentinario de manera rutinaria. La preparación inmediata ha sido comparada con la preparación tardía del espacio para el poste y tampoco ningún método ha demostrado gran superioridad. El procedimiento se debe hacer con aislamiento absoluto, esto permite tener un campo aséptico para el procedimiento, impide la contaminación salival y protege al paciente de deglutir o aspirar instrumentos. Además permite una mejor visión del campo operatorio, que no es posible obtener aún en las condiciones más ideales.

En un campo limpio y seco, el operador no pierde de vista el punto rosado de la gutapercha o la punta brillante del cono de plata, lo que previene una perforación accidental de la raíz. La remoción inmediata de la gutapercha con compactadores calientes, consiste en la inserción del compactador a una longitud predeterminada. Cuando este procedimiento se realiza por el mismo operador que acaba de obturar ese conducto, se puede hacer con aislamiento absoluto manteniendo las mismas condiciones de asepsia.

Otra ventaja es que la familiaridad del operador con el conducto disminuye el riesgo de perforación y el odontólogo ya conoce la longitud del diente, en función del remanente de gutapercha que va a dejar, el ángulo de inclinación y la morfología de la cavidad endodóntica; además, si el espacio para poste lo realiza el endodoncista, el tiempo operatorio para la reconstrucción del diente por parte del prostodoncista disminuye (Walton, 2005).

Comúnmente se han utilizado tres técnicas para la desobturación de los conductos radiculares:

- el método químico utilizando solventes, los cuales son seguros pero han mostrado cierto grado de filtración, debido a los cambios dimensionales de la gutapercha frente a la evaporación del solvente,
- el método térmico utilizando compactadores endodónticos calientes; los cuales, en conductos estrechos disminuye la eficacia debido a la pérdida de calor rápida de un instrumento tan delgado y su poca capacidad de remover suficiente cantidad de gutapercha.
- el método mecánico utilizando alguna forma de instrumentos rotatorios, los cuales son los más eficientes pero poseen el mayor potencial de adelgazamiento de las paredes del conducto y su perforación. A pesar de ello, las técnicas mecánicas y térmicas de remoción de gutapercha, son las que causan menor perjuicio del sellado apical. (Walton, 2005).

Según Pilo y Tamse, la forma más segura de remoción de gutapercha es la utilización de instrumentos calientes, pero el método más común y rápido es el que se realiza con instrumentos rotatorios. Este procedimiento ha sido tradicionalmente hecho con brocas Gates Glidden®, Peeso®, instrumentos GPX® o brocas de los distintos sistemas de postes que existen. De ellos, las brocas Gates Glidden® se consideran un método seguro y predecible para la preparación del espacio para poste ya que son inactivas en su punta.

Jacobi y Shillinburg recomiendan remover la gutapercha con un instrumento rotatorio con punta inactiva. Existe el riesgo de aumentar la filtración apical con la instrumentación mecánica, en especial si se utilizan a baja velocidad. Este riesgo se reduce al utilizar el instrumental dentro del conducto seco y a alta velocidad (2.000 r.p.m.), hasta que el calor plastifique la gutapercha.

Por su parte, Morgano apoya la técnica de remoción de gutapercha con instrumental caliente. Hace mención del *Touch 'n Heat*, el cual es conveniente para este propósito ya que elimina el riesgo potencial de perforar la raíz. Las brocas Peeso® se pueden utilizar después, para remover el cemento sellador y rara vez se utiliza una más gruesa que la No.2.

No recomienda el uso de estas brocas para la remoción de la gutapercha porque las raíces que parecen rectas en las dos dimensiones apreciables en la radiografía, pueden curvarse en el tercer plano y un instrumento rígido mecanizado puede perforar la raíz (Walton, 2005).

Según Abou-Ras, las preparaciones de los espacios para pernos realizadas con instrumentos rotatorios como brocas Peeso®, Gates Glidden®, u otro tipo, pueden ocasionar errores y accidentes como adelgazamientos o perforaciones radiculares debido a que no existe una información específica suficiente en la literatura, acerca del efecto del tamaño del instrumental rotatorio sobre el espesor de las paredes del conducto. Según estos autores, algunas veces se considera el espacio para poste como un simple agujero abierto dentro del conducto para recibir un perno, sin tomar en cuenta la anatomía de la raíz.

Según Sivers y Johnson, el riesgo de perforar las paredes del conducto puede disminuir si se retira la gutapercha y se prepara el conducto en procedimientos separados.

Antes de ampliar el conducto, es necesario eliminar la gutapercha con compactadores calientes. Luego de removerla se puede ampliar el conducto con seguridad, con instrumentos rotatorios en una secuencia de menor a mayor, para asegurar una preparación circunferencial y poder recibir el poste,



con el uso de limas manuales, en una secuencia sucesiva de menor a mayor también o con el uso de sistemas de postes con brocas precalibradas.

Cuando durante la instrumentación original del conducto no se amplió lo suficiente para permitir el uso de compactadores calientes, se pueden utilizar limas y solventes para remover la gutapercha y ampliar el conducto y así, utilizar el instrumental rotatorio después (Walton, 2005).

Pareciera que la desobturación del conducto debería estar en manos del mismo operador que lo obturó. El endodoncista posee la familiaridad con el conducto y su morfología, con su longitud en función del remanente de gutapercha que se requiere, el ángulo de inclinación del conducto y además, realiza el procedimiento con aislamiento absoluto.

### **3 CAPITULO III**

#### **MARCO METODOLÓGICO**

##### **3.1 Tipo de investigación**

El estudio que se va a presentar a continuación es de tipo experimental, ya que en este caso se pretende realizar mediante un proceso de investigación el manejo por lo menos de una variable, requisito indispensable para la realización de un estudio experimental, estableciendo así una relación de causa-efecto entre las variables. En el caso del estudio actual se van a trabajar dos variables (fuerza de retención y fuerza de resistencia).

Es esencial en el estudio experimental, tener bajo control todos los factores que puedan afectar la validez del experimento así como la de su generalización.

En este tipo de investigación tiene que existir un control sobre todo los acontecimientos que ocurran durante el experimento, que se realiza tomando en cuenta que los factores o factor varían dependiendo de la situación a la que los sometamos mientras que otros se mantienen invariables. El canal mediante el cual se garantiza esto es la observación por parte del operador.

El tipo de diseño que se utilizó para realizar el experimento es el de tipo grupos paralelos, ya que se tiene dos grupos de asignados de forma aleatoria, los cuales van a ser sometidos a una prueba o test.

Este examen arroja una serie de resultados los cuales van a ser analizados estadísticamente para luego llevar a cabo una comparación.

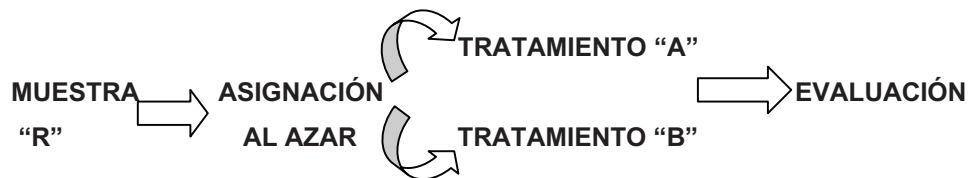
Este tipo de diseño tiene como característica particular, que los elementos que van a ser sometidos a las pruebas son escogidos al azar, utilizando un sistema operacional de muestreo al azar, lo que garantiza que en este estudio se cumpla con la característica que da nombre al tipo de diseño. Además este tipo de diseño garantiza que va a existir una mayor validez sobre el experimento en sí.

Por su naturaleza es experimental dado que cumple con las tres condiciones de un experimento puro siendo éstas:

- La manipulación intencional de la variable independiente que para éste caso es la asignación del tratamiento con endopostes de fibra de vidrio y endopostes de fibra de carbono blanco.
- Se mide el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente que está definida como las fuerzas de resistencia y retención entre ambos tratamientos.
- La situación experimental cumple con la condición de control y validez interna por medio de la asignación aleatoria del tratamiento y la estandarización del procedimiento

Este diseño es el idóneo cuando no se va a realizar *pretest* sobre los sujetos que van a ser analizados. Es de gran importancia conocer ampliamente el tipo de diseño que se utiliza en cada tipo de investigación.

El diseño se esquematiza de la siguiente manera:



Donde:

R=asignación al azar del grupo.

Tratamiento A=grupo de piezas con endoposte de fibra de vidrio.

Tratamiento B=grupo de piezas con endoposte de fibra de carbono blanco.

Evaluación de las pruebas realizadas.

### 3.2 Sujetos y fuentes de información

Para realizar un estudio se debe obtener gran cantidad de información y de datos, ya que estos datos son los que van a brindar el cuerpo de la investigación, además para tener seguridad de la validez del estudio es necesario recolectar información de todo tipo, ya que esto garantiza que es un

estudio fundamentado y que tiene antecedentes que la autentifican. Lo cual es de gran importancia a la hora de que sea estudiada por un lector.

La investigación basa sus resultados en las mediciones realizadas al sujeto de investigación definido como: "la pieza dental anterior extraída, con tratamiento de nervio, utilizadas en el curso de endodoncia del primer cuatrimestre del 2005"

Hay dos tipos de fuentes de información:

- Primarios: son las piezas dentales que se recolectaron poco a poco durante varios meses. Esta recolección no fue muy difícil ya que las piezas son utilizadas por los estudiantes de la preclínica del taller de Endodoncia de la ULACIT, y son de obligatoria recolección, pero la selección de las cuarenta piezas que se utilizaron en el estudio sí fue un poco más complicado ya que se tuvieron que obtener, de una gran cantidad de dientes del laboratorio, las que estuvieran en mejor estado clínico y radiológico, ya que todas se les realiza un tratamiento de nervio o endodoncia el cual es necesario que esté bien finalizado para poder colocar los endopostes.
  
- Secundarios: Es toda la cantidad de bibliografía que se pueda obtener por medio de libros, revistas o artículos científicos los cuales tengan alguna relación con la investigación que se realice. Preferiblemente que sean de fechas recientes o actuales, pero tomando en cuenta los que sirven para los antecedentes. Se debe tomar en cuenta que por medio de la Internet se presentan la mayoría de los estudios y temas actuales que son de relevancia para el estudio, entonces no se puede dejar de lado esta herramienta que actualmente es de las más frecuentadas.

### 3.3 Muestra

El universo de estudio son las piezas anteriores permanentes extraídas, llámense incisivos centrales, incisivos laterales y caninos, ya sean superiores e inferiores. Además estas piezas dentales deben tener realizada con anterioridad una endodoncia o tratamiento de nervio que es fundamental para la realización de la prueba a la hora de colocar y cementar los endopostes.

Todas estas piezas difieren en su anatomía, ya que son dientes diferentes, pero esto no tiene incidencia en la prueba ya que los endopostes de fibra de carbono blanco y de fibra de vidrio tienen un diámetro y longitud similar y estos se pueden utilizar en piezas anteriores en general, ya que estos endopostes son un promedio entre todas las dimensiones de estos dientes y esto no afecta el resultado.

La muestra de la investigación son cuarenta piezas anteriores extraídas, a las cuales se les haya realizado un tratamiento de endodoncia con anterioridad. Esta muestra no es representativa ni probabilística en la selección. El número de la muestra no es grande como el que debería utilizarse para el tipo de diseño *grupos paralelos*, pero se determinó que este número no va a afectar la validez del experimento, además del gasto económico que significa una muestra más amplia.

La muestra se seleccionó o se asignó al azar, lo que es requisito del tipo de diseño que se utilizó en este estudio, y se realizó mediante la utilización de un sistema operativo llamado Excel, el cual está incluido en el sistema WINDOWS para computadoras, este sistema permite, mediante la utilización de fórmulas, la colocación de las cuarenta muestras ordenadas de menor a mayor para que luego de dar la orden al comando, este asigne de al azar a cuáles piezas se les

va a colocar cada determinado tipo de endoposte, para luego colocarles a cada uno de los troqueles una denominación o marca diferente y así tener un control a la hora del experimento, garantizando así que la escogencia fue realizada al azar.

### **3.4 Procedimiento**

- Se seleccionaron 40 piezas anteriores extraídas, ya sean incisivos centrales, incisivos laterales o caninos (inferiores y superiores) con el ápice cerrado y con tratamiento de endodoncia o de nervio realizado con anterioridad, todos revisados por los docentes de la cátedra de endodoncia de la clínica de ULACIT. Estas piezas fueron facilitadas por la universidad.

**(Imagen 2: Piezas recolectadas).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Se realizaron cortes horizontales al eje longitudinal de la pieza sobre toda la estructura de la raíz, en otras palabras, son muescas, que garantizan una mayor retención del acrílico sobre el diente a la hora de realizar los troqueles. Estas muescas se realizaron con discos de diamante montados sobre un mandril y una pieza de baja velocidad (micromotor).

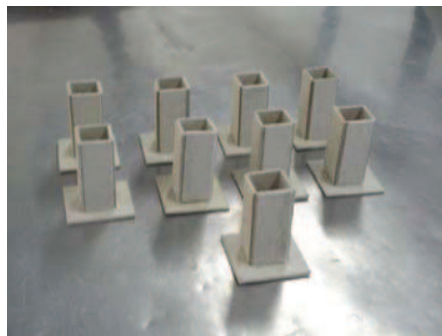
**(Imagen 3: cortes Horizontales).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Se confeccionaron 40 modelos de cartón de presentación, en los cuales posteriormente se procedería a vaciar el acrílico rosado rápido y las piezas dentales ya preparadas, estas debían cumplir ciertas medidas y formas para poder ser utilizadas en las bases del tensómetro del Instituto Tecnológico de Cartago, ya que esta máquina fue diseñada par pruebas más grandes y debían ser adaptadas para poder realizar pruebas odontológicas.

**(Imagen 4: moldes).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Una vez los moldes con las medias ya mencionadas, se procedió a chorrearles acrílico rosado de auto curado, bien liquido, llenando los



mismos, una vez que el acrílico se empieza a fraguar se introduce la pieza dental dentro del molde lleno de acrílico, tapando así toda la raíz con las muescas, dejando solo libre la corona la cual se va a preparar en pasos siguientes. Se hace una mezcla de polvo y líquido (presentación del acrílico) en un frasco de vidrio que quede mas líquido que polvo para que el acrílico esté bien fluido, luego se vierte el acrílico sobre los moldes que tienen dos capas de separante para acrílico. Se dejan fraguar durante 24 horas y luego se abre el molde de cartón dejando libre el troquel con la pieza dental incluida.

**(Imagen 5: mezcla de acrílico).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

**(Imagen 6: piezas colocadas en moldes).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Las bases de acrílico o los troqueles en los cuales se montaron las piezas dentales tienen ciertas medidas específicas (10mm de ancho por 4 cm de largo) y son en forma de un rectángulo, estas van a sostener la raíz por un lado y por el otro habrá un troquel similar, el cual va a sostener los endopostes para su separación, esto con el sentido de facilitar la colocación, ubicación y aplicación de las fuerzas opuestas generadas por la máquina, sobre un eje imaginario lo más cercano al eje

axial de la pieza y perpendicular al plano horizontal del corte de la corona. Esto con el objetivo de que la fuerza sea aplicada uniformemente sobre los endopostes.

**(Imagen 7: Troqueles terminados).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Se realizó un corte horizontal de la corona con los discos de diamante al menos 3mm a nivel del acceso cameral realizado para el tratamiento de endodoncia con anterioridad.
- Se procedió a desobturar el conducto radicular que está lleno con gutapercha, que es el material sellador de la endodoncia supliendo el nervio afectado. La gutapercha se extrae del conducto con unas brocas llamadas Peeso®, las cuales se presentan en diferentes grosores, dependiendo del conducto radicular y se utilizan con el contrángulo de la pieza de baja velocidad. A dicha broca se le colocó un tope de hule a la medida de 10mm para que solo esa distancia radicular quede libre de gutapercha, eliminando retenciones del conducto y quedando listo para la colocación del endoposte. Para el grosor de las piezas extraídas se

utilizo la broca # 2 y la broca # 3, de las cinco posibles, tomando en cuenta que la # 1 es la más delgada y el # 5 es la más gruesa.

**(Imagen 8: desobturación a 10mm).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Se midieron los endopostes también con un tope de hule para garantizar que cada uno entrara 10mm dentro del conducto radicular y se cementaron con cemento de oxifosfato todas las 40 piezas dentales. Se utilizó una espátula para cemento y una loseta de vidrio.

**(Imagen 9: cemento oxifosfato).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

**(Imagen 10: espatulado de cemento).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Una vez cementados todos los endopostes en sus respectivas piezas, se procedió a colocarles una retención de resina en el extremo superior, de cada endoposte, ya que quedaban 6mm de poste libre. Esta bolita de resina se colocó para darle soporte a la base de acrílico que posteriormente va colocado por encima del endoposte y de la primera parte del troquel. Al poste se le colocó ácido por 10 segundos, y adhesivo por 20 segundos luego de fotocurarlos. Se utilizó el instrumento llamado “cola de castor”, para amoldar la resina al poste.

**(Imagen 11: ácido fosfórico).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

**(Imagen 12: adhesivo y resina).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

**(Imagen 13: retención de resina).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Colocada la retención de resina, se procedió a confeccionar otro troquel con las mismas medidas del troquel base, del cual se sujeta la raíz, y se confeccionó de igual manera, con acrílico rosado de autocurado. Cuando este acrílico estaba bien líquido se sumergía dentro la bolita de resina, manteniendo el troquel inferior lo más paralelo posible, e inmóvil manualmente hasta que éste fraguó, cuidando que el acrílico no se fuera a pegar con la primera base, para que las fuerzas generadas por la maquina, fueran uniformes.

**(Imagen 14: unión de troqueles).**

**Fibra de vidrio.**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

**(Imagen 15: unión de troqueles).**

**Fibra de carbono.**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Todas las 40 muestras fueron llevadas al laboratorio de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Cartago, donde se realizaron las pruebas de tracción con la máquina TINIUS OLSEN®, la fuerza máxima y la fuerza a 1mm de desplazamiento fue dada en kilogramos (Kg.), estos datos los procesa una computadora que lee la foto celda de carga en un rango de 0Kg hasta 1000Kg. Esta maquina se encuentra a disposición de las personas que requieran su uso.

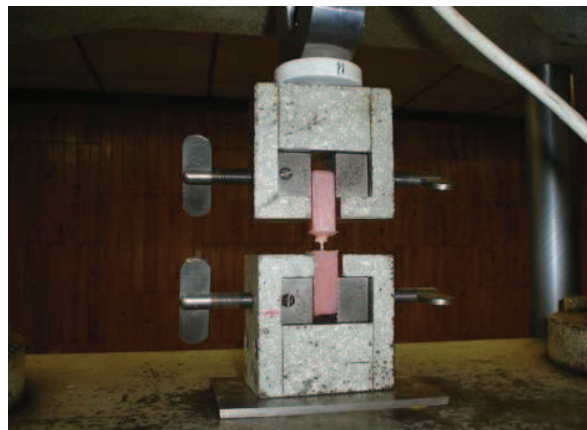
**(Imagen 16: Máquina universal ensayos).**



**Fuente: (Investigador, julio 2005).**

- Para obtener los 40 resultados se fueron colocando una a una las muestras en las bases del tensómetro, y se aplicó fuerza hasta que el endoposte se desprendiera 1mm del conducto. También se recopiló el dato de la fuerza inicial máxima, antes de 1mm. Luego se procedió a obtener el área del poste (todos son de la misma medida), para determinar en función de la fuerza máxima empleada, la fuerza de resistencia a la tracción, que es el segundo dato que se necesita.

**(Imagen 17: muestra sometida al tensómetro).**



**Fuente: (Investigador, Julio 2005).**

- Todas las muestras fueron pasando una a una por el tensómetro, hasta que todas fueron desprendidas de sus bases respectivas, se aplicó la fuerza máxima para que los endopostes salieran de los conductos. Una vez que se obtuvieron los resultados de fuerza se procedió a obtener el área de cada poste para poder obtener el valor de la resistencia traccional.

**(Imagen 18: endopostes desprendidos).**



**Fuente: (Investigador, Julio 2005).**

### **3.5 Alcances y limitaciones**

- Alcances

Lo que se quiso obtener con este estudio es dar a conocer de una manera más amplia dos tipos de materiales dentales, que si bien ya son conocidos en el medio de la odontología, no son tan conocidos por los estudiantes de la Clínica Odontológica de la ULACIT.

También este estudio permitirá ampliar un poco más, las opciones de varios tratamientos a los pacientes, tanto de la Universidad como los del campo



privado, ya que muchas veces se toman decisiones que perjudican a los pacientes, por el simple hecho de no conocer varios tipos de materiales y técnicas novedosas, siendo esto útil cuando hay pérdida masiva de estructura dental.

Se debe tomar en cuenta que en la época moderna en la que vivimos, las personas disponen de cada vez menos tiempo para asistir a la consulta medica, debido a los horarios laborales y expectativas de vivir económicamente mejor, lo que convierte a los endopostes, ya sea de fibra de vidrio o de fibra de carbono blanco, en opciones idóneas para este tipo de pacientes, ya que estos postes se pueden colocar en una solo cita, mientras que otros sistemas son más largos (2 o 3 citas) y más tediosos de realizar.

Lo más importante es que se va a dar una guía, mediante una investigación seria y veraz, en cuanto a cuál de los dos sistemas de endopostes en estudio es de mejor desempeño para la práctica odontológica.

- Limitaciones.

Una de las principales limitantes que se generaron en el desarrollo de esta investigación, fue el factor económico, ya que los endopostes, en el mercado, tienen un alto costo y la muestra era de 40 piezas, tratadas cada una con un endoposte. Además el uso limitado de la máquina que realizó las pruebas hay que tomarlo en cuenta, ya que en el país solo hay dos máquinas similares por lo que tienen una gran demanda de uso, además que cada prueba tiene un costo que no se puede pasar por alto. Hay que tomar en cuenta la muy buena disposición de el personal que labora en el laboratorio donde se encuentra esta máquina.



### **3.6 Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento utilizado para la recolección de datos es una máquina para pruebas o ensayos universales marca TINIUS OLSEN® que fue facilitada por el laboratorio de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (CIIBI), la cual es utilizada para que brinde resultados de fuerza que se expresan en kilogramos. En el país solo hay dos máquinas de este tipo, lo que la convierte en una herramienta sumamente buscada para realizar este tipo de pruebas.

Esta máquina pasa directamente todos los datos que va generando de las pruebas a una computadora que se encuentra conectada al tensómetro, la computadora tiene un programa que analiza los resultados y los acomoda en gráficos de diferentes formas. Toda esta información se puede extraer por medio de un disquete para poder ser copiada en otra computadora para realizar el análisis estadístico. Este análisis estadístico se acomoda en hojas de registro que dieron la comparación de las fuerzas de retención. Para la fuerza de resistencia se utilizó una fórmula matemática la cual debía utilizar el diámetro de los endopostes para obtener su área, esta se midió con un calibrador digital proporcionado por el CIIBI.

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

El procesamiento de los datos está estrechamente relacionado con el tipo de estudio y de diseño que se utiliza para cada investigación. Tomando en cuenta que esta investigación es de tipo experimental, por lo cual deben probarse las hipótesis planteadas, los datos se procesaron utilizando las herramientas estadísticas que el programa de Microsoft Excel posee.

Más específicamente se usó la prueba de diferencia de medias, llamada *T'student*, la cual está incluida en el sistema ya antes mencionado. Esta prueba se utilizó para las variables de retención y de resistencia, además esta prueba se recomienda cuando no se conocen los parámetros de la población y cuando la muestra es estadísticamente pequeña.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos posterior al procesamiento de los datos se presentan en el orden de los objetivos planteados por medio de tablas y pruebas; las pruebas correspondientes a las hipótesis se realizaron utilizando la prueba definida y requerida para cada uno de los casos.

- **Objetivo 1**

Comparar la fuerza de retención que presentan los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco, inicial y a 1mm.

Respecto a la comparación de la fuerza de retención inicial se presentan el la tabla 1 y su prueba respectiva. En élla se muestra la media y la desviación estándar que para el grupo de endopostes de fibra de carbono blanco tienen valores de 18,93kg y 5.92kg respectivamente, indicando que en retención inicial la fuerza se concentró alrededor de 18.93 y se alejaron del promedio en 5.93kg. respecto al grupo de endopostes de fibra de vidrio, su comportamiento presenta un promedio de la fuerza de retención inferior, alcanzando 13.46 Kg. con una desviación estándar (4.74kg) inferior al grupo tratado con endopostes de fibra de carbono blanco, lo que indica que presentan una diferencia absoluta en su retención inicial.

Se muestra la tabla 1.

**Tabla 1**  
**Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de retención inicial**  
**por sujeto de estudio,**  
**según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio.**  
**(Kg.)**

Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	14,55	12,48
2	22,18	14,23
3	15,58	15,76
4	13,53	16,99
5	22,29	10,27
6	23,39	10,42
7	8,214	7,514
8	22,79	13,51
9	7,257	4,629
10	22,83	16,77
11	23,71	12,72
12	15,66	19,3
13	21,22	9,769
14	23,08	20,26
15	20,45	16,24
16	29,13	5,733
17	17,74	22,63
18	12,11	9,839
19	16,41	14,58
20	27,15	15,72
<b>Promedio</b>	<b>18,96</b>	<b>13,47</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>5,92</b>	<b>4,75</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>31%</b>	<b>35%</b>

Fuente: Datos recopilados por el investigador.

Para probar estadísticamente si existe esa diferencia absoluta se plantea la prueba de hipótesis (prueba1) para diferencia de medias, realizada utilizando la distribución *T'student* por desconocerse los parámetros de la población y realizar los cálculos con una muestra de 20 unidades considerada estadísticamente pequeña.

El resultado obtenido en la prueba se muestra en la prueba siguiente, obteniéndose una probabilidad asociada al estadístico de prueba de 0,0012, valor inferior al nivel de significancia considerado igual a 0,05 (5%), por lo tanto hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, de donde se puede afirmar que la fuerza de retención que es empleada para separar los

endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.

Prueba 1 PRUEBA T'STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RETENCIÓN EN LA MEDICIÓN INICIAL		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{frfv} = \mu_{frc}$	$H_1: \mu_{frfv} < \mu_{frc}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	18.96355	13.4682
Varianza	35.08920384	22.5544623
Desviación estándar	5.923614086	4.74915385
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	28.82183306	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	3.236939325	
P(T<=t) una cola	0.001253654	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
Conclusión		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,001253654 menor que el 0.05 (5 %), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la retención inicial de las piezas tratadas con endopostes de fibra de vidrio es menor al promedio de las piezas tratadas con fibra de carbono blanco.		

Una situación similar se presenta en la fuerza de retención a 1mm, los resultados se recogen en la tabla 2 y prueba 2. En la tabla 2 la media

correspondiente a los endopostes de fibra de carbono blanco es de 7.60 Kg. con una desviación estándar de 3.51 Kg. y para los endopostes de vidrio 6.99 Kg. y 2.58 Kg. respectivamente, lo anterior indica que el grupo de endopostes de fibra de carbono blanco es superior en promedio y en dispersión que el grupo de endopostes de fibra de vidrio.

**Tabla 2**  
**Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de retención a 1 mm por sujeto de estudio, según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio. (Kg.)**

Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	5,40	3,76
2	9,69	8,15
3	8,61	5,50
4	6,94	8,48
5	3,49	6,90
6	16,83	7,27
7	10,41	5,01
8	4,03	8,26
9	11,44	8,85
10	3,95	11,59
11	6,64	8,98
12	10,62	6,74
13	4,52	3,04
14	6,50	8,56
15	9,18	6,12
16	10,13	1,78
17	9,43	11,11
18	4,58	3,71
19	7,56	8,72
20	2,07	7,41
<b>Promedio</b>	<b>7,60</b>	<b>7,00</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>3,51</b>	<b>2,59</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>46%</b>	<b>37%</b>

Fuente: Datos recopilados por el investigador.

Para validar estadísticamente la hipótesis planteada referida a que la fuerza de retención a 1mm en los grupos carbono y vidrio es igual se presenta la prueba 2, obteniéndose como probabilidad asociada en el estadístico de prueba un valor de 0.2697 superior al nivel de significancia, por lo tanto se puede afirmar

que las fuerzas de retención a 1mm promedio son iguales, ya que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis.

Prueba 2 PRUEBA T'STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RETENCIÓN EN LA MEDICIÓN A 1mm		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de retención que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de retención empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{frfv} = \mu_{frc}$	$H_1: \mu_{frfv} < \mu_{frc}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	7.601	6.997
Varianza	12.32344105	6.702643158
Desviación estándar	3.510475901	2.588946341
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	9.513042105	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	0.61926599	
P(T<=t) una cola	0.269718222	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
<b>Conclusión</b>		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,269718222 mayor que el 0.05 (5 %), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que no hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la retención a 1mm de las piezas tratadas con postes de fibra de vidrio es diferente al promedio de las piezas con postes de fibra de carbono blanco.		

## Objetivo 2

- Comparar la fuerza de resistencia inicial y a 1mm que presentan los endopostes de fibra de vidrio y fibra de carbono blanco.

Los resultados de la comparación de la resistencia inicial se presentan en la tabla 3 y su respectiva prueba, donde se evidencia que existe una diferencia absoluta de 0.4178kg (1.4420kg y 1.0241) entre la medias de los endopostes de carbono y de vidrio, presentando una mayor variabilidad el grupo de carbono correspondiendo esta a 0.4504kg y la variabilidad del grupo de vidrio fue de 0.3611.

<b>Tabla 3</b> <b>Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de resistencia inicial por sujeto de estudio, según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio. (Kg.)</b>		
Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	1,11	0,95
2	1,69	1,08
3	1,18	1,20
4	1,03	1,29
5	1,70	0,78
6	1,78	0,79
7	0,62	0,57
8	1,73	1,03
9	0,55	0,35
10	1,74	1,28
11	1,80	0,97
12	1,19	1,47
13	1,61	0,74
14	1,76	1,54
15	1,56	1,23
16	2,22	0,44
17	1,35	1,72
18	0,92	0,75
19	1,25	1,11
20	2,06	1,20
<b>Promedio</b>	<b>1,44</b>	<b>1,02</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,45</b>	<b>0,36</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>31%</b>	<b>35%</b>

Fuente: Datos recopilados por el investigador.

La validación estadística de la hipótesis planteada sobre la igualdad de las medias se presenta en la prueba 3, en ella la probabilidad es coincidente con la



de la prueba 1 referente a la fuerza de retención, esto debido a que la variable resistencia inicial fue calculada utilizando la fuerza de retención inicial dividida entre el área del endoposte, siendo esta una constante, por lo tanto la conclusión es la misma, hay evidencia estadística para rechazar que las resistencias iniciales de los endopostes con carbono son iguales a la resistencia inicial con los endopostes de fibra de vidrio.

Prueba 3		
PRUEBA T'STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RESISTENCIA TRACCIONAL EN LA MEDICIÓN INICIAL		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{frfv} = \mu_{frc}$	$H_1: \mu_{frfv} < \mu_{frc}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	1.442095057	1.02419772
Varianza	0.202918671	0.13043104
Desviación estándar	0.45046495	0.36115238
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	0.166674858	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	3.236939325	
P(T<=t) una cola	0.00125365356	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
Conclusión		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,001253654 menor que el 0.05 (5 %), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la resistencia inicial de las piezas tratadas con fibra de vidrio es menor al promedio de las piezas tratadas con fibra de carbono blanco.		

Respecto a la situación que se presenta en la resistencia a 1mm los resultados se recogen en la tabla 4 y la prueba 4. Las medias de las resistencias a 1mm difieren entre el grupo carbono y el vidrio en 0.0459kg, como se aprecia en la tabla es una diferencia muy pequeña, sin embargo en las desviaciones estándar la diferencia alcanza la unidad, por lo que se requiere efectuar la prueba de medias.

**Tabla 4**  
**Datos e indicadores de posición y variabilidad de la fuerza de resistencia a 1mm por sujeto de estudio, según endopostes de Fibra de carbono blanco y Fibra de vidrio. (Kg.)**

Sujeto	Endoposte	
	Fibra de carbono blanco	Fibra de vidrio
1	0,41	0,29
2	0,74	0,62
3	0,65	0,42
4	0,53	0,64
5	0,27	0,52
6	1,28	0,55
7	0,79	0,38
8	0,31	0,63
9	0,87	0,67
10	0,30	0,88
11	0,50	0,68
12	0,81	0,51
13	0,34	0,23
14	0,49	0,65
15	0,70	0,47
16	0,77	0,14
17	0,72	0,84
18	0,35	0,28
19	0,57	0,66
20	0,16	0,56
<b>Promedio</b>	<b>0,58</b>	<b>0,53</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,27</b>	<b>0,20</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>46%</b>	<b>37%</b>

Fuente: Datos recopilados por el investigador.

Para validar si existe diferencia significativa, la prueba 4 recoge los cálculos realizados y la conclusión es igual al caso que presenta la prueba 2, por la misma razón del cálculo de la fuerza de resistencia. El resultado obtenido permite afirmar que no existe diferencia significativa entre la resistencia a 1mm de los grupos carbono y vidrio.

Prueba 4		
PRUEBA T'STUDENT PARA DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA FUERZA DE RESISTENCIA TRACCIONAL EN LA MEDICIÓN A 1mm		
HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	
La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es igual a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	La fuerza de resistencia que es empleada para separar los endopostes de fibra de vidrio, cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor a la fuerza de resistencia empleada para separar los endopostes de fibra de carbono blanco, cementadas en las piezas anteriores preparadas.	
$H_0: \mu_{frfv} = \mu_{frc}$	$H_1: \mu_{frfv} < \mu_{frc}$	
	CARBONO	VIDRIO
Media	0.578022814	0.532091255
Varianza	0.071265689	0.038760966
Desviación estándar	0.266956343	0.196878049
Observaciones	20	20
Varianza agrupada	0.055013327	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	38	
Estadístico t	0.61926599	
P(T<=t) una cola	0.269718222	
Valor crítico de t (una cola)	1.685954461	
Conclusión		
Como la probabilidad asociada al valor de la distribución T es igual a 0,269718222 mayor que el 0.05 (5 %), nivel de significancia de la prueba, se puede concluir que no hay evidencia estadística para afirmar que el promedio de la resistencia a 1mm de las piezas tratadas con fibra de vidrio es diferente al promedio de las piezas tratadas con fibra de carbono blanco.		

Por lo anteriormente expuesto se puede afirmar que la hipótesis planteada no es validada en la fuerza de retención y resistencia inicial, sin embargo sí se puede hacer esta afirmación a 1mm, por lo tanto la afirmación en cuanto a que la utilización de los endopostes de fibra de carbono blanco (FC) en el campo de la odontología es tan eficaz y de buen desempeño como el la utilización de endopostes de fibra de vidrio (FV), no se puede realizar categóricamente.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Conclusiones

Después de realizado el experimento, el análisis de los resultados y su procesamiento, se puede llegar a algunas conclusiones de importancia, entre las cuales se encuentran:

- La fuerza inicial requerida para desplazar los endopostes de fibra de vidrio cementados en las piezas anteriores preparadas, es menor que la fuerza inicial que se necesita para desplazar los endopostes de fibra de carbono blanco cementados en las piezas anteriores preparadas.
- A diferencia de lo anterior, las retenciones a 1mm de los endopostes de fibra de carbono blanco y de fibra de vidrio son similares, no se pudo concluir que hay diferencia entre ellos, lo que indica que ambos grupos necesitan de la misma cantidad de fuerza para ser desplazados 1mm de la preparación.
- Tomando en cuenta la variable resistencia, ésta también fue analizada en dos momentos de aplicación de fuerza. En la resistencia inicial ambos grupos se comportaron de manera diferente, ya que se observó que los endopostes de fibra de carbono blanco soportan una fuerza de tracción superior a la fuerza traccional que soportan los endopostes de fibra de vidrio.

- En la resistencia traccional a 1mm sucede algo muy similar a lo que ocurre en la retención a 1mm, los endopostes de fibra de carbono y los endopostes de fibra de vidrio, soportan una tracción semejante, lo que permite afirmar que no hay diferencia de fuerzas al ser traccionados 1mm.
- Se puede decir que la retención y resistencia traccional inicial varían en los dos grupos, sugiriendo que los endopostes de fibra de carbono blanco soportan una fuerza y una tracción mayores que los endopostes de fibra de vidrio. Lo anterior es algo que pudiera ser predecible, ya que los endopostes de fibra de carbono blanco, al ser cementados, garantizan una homogeneidad mecánica y química entre los tres componentes que forman una restauración, esto debido a su composición química a base de una matriz de resina epóxica, lo que genera que su adhesión a la dentina y al muñón de resina es más fuerte.
- En la retención y la resistencia traccional a 1mm ambos grupos se comportaron de manera similar en la cantidad de fuerza que se necesita para desplazarlos y traccionarlos 1mm, lo que indica que pasado el límite más alto de carga, es decir lo que más soportan los endopostes, estos comparten sus características dinámicas.

Antes se mencionó que los endopostes debían cumplir ciertas características dinámicas, para que funcionaran de la mejor forma posible, entre estas características tenemos el diámetro, la longitud y la profundidad de la preparación. Al poseer estos dos grupos de endopostes un diámetro y una longitud iguales, además de que todas las preparaciones se realizaron con la misma medida de broca, tanto en su longitud como espesor, se puede afirmar que una vez que se pasa el

límite de fuerza más alto donde se desprende el poste, no hay ningún otro factor que genere retención o resistencia, que pueda causar alguna diferencia significativa en el desempeño de los dos grupos, ya que después de 1mm estos quedan en las mismas condiciones dentro del conducto radicular.

- Como conclusión general, se puede decir que los endopostes de fibra de carbono blanco presentan mejores propiedades biomecánicas que los endopostes de fibra de vidrio, en la retención y resistencia traccional, pero, a 1mm, tanto en retención como en resistencia ambos materiales presentan propiedades similares.
  
- Recomendaciones

Basándose en los objetivos de la investigación y tomando en cuenta las conclusiones obtenidas, se recomienda:

- Utilizar como primera opción los endopostes de fibra de carbono blanco, en las piezas anteriores que presentan mayor destrucción o pérdida de estructura dental, ya que estos soportan mayores fuerzas, tanto de retención como de resistencia traccional. Además, la estética que estos endopostes poseen es muy buena y pueden ser usados para rehabilitar frentes estéticos, sin temor a la translucidez que la corona pueda tener.
  
- En los casos donde la estructura dental remanente es suficiente y no se necesite de una reconstrucción tan extensa, se pueden utilizar sin ningún temor los endopostes de fibra de vidrio, que al igual que los endopostes de fibra de carbono blanco poseen un gran soporte a las fuerzas de resistencia y de retención. Además, la fibra de vidrio es muy estética y no

presenta ningún problema a la hora de ser utilizada en la reconstrucción de piezas anteriores. Estas recomendaciones están dirigidas especialmente, a los estudiantes de la Clínica de Especialidades Odontológicas de la ULACIT, así como a los estudiantes de otras universidades y odontólogos en general que deseen conocer un poco más sobre estos endopostes.

- Motivar a los estudiantes y a los profesionales a utilizar de forma más frecuente los dos tipos de endopostes en sus casos particulares, ya que con el desarrollo de esta investigación se comprobó que ambos grupos son de excelente calidad y con esto se puede ampliar la gama de tratamientos con un respaldo serio y veraz.
- Extender esta investigación, ampliando el número de muestras y pruebas, para así obtener datos complementarios a este estudio además, estos endopostes se pueden utilizar en piezas posteriores, y los resultados serían muy valiosos, para cuando se necesite restaurar este tipo de piezas, que son las más propensas a ser afectadas por diferentes factores.
- Realizar un estudio de la medición de la resistencia de los endopostes sin ser colocados en un conducto radicular.
- Dar a conocer los resultados de esta investigación empleando los medios disponibles en la Universidad.



## BIBLIOGRAFÍA

- Barrancos, M.J. (1993). *Operatoria dental Restauraciones*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Barrancos, M.J. (1999). *Operatoria dental*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Barrios, G., y Caffesse, R.G. (1993). *Odontología su fundamento biológico. Colombia*: Grass-Iatros.
- Bashkar, S.N. (1984). *Patología bucal*. Argentina: El Ateneo.
- Cohen, S., y Burns, R.C. (2002). *Vías de la pulpa*. Madrid: Mosby Elsevier Science.
- Dental Medicine (2005). *Prostodoncia dental*. Recuperado el 21 de junio de 2005, de <http://www.DentalMedicine.Org/Científicos/2html>.
- Ingle, J., y Bakland, L.K. (1998). *Endodoncia*. México: McGraw-Hill.
- McCracken, W.L. (1987). *Prótesis parcial removible*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana.
- Shillingburg, H., y Jacobi, R. (2000). *Principios básicos en las preparaciones dentarias*. Barcelona: Quintessence.
- Sturdenant, C.M., y Barton, R.E. (1987). *Arte y ciencia de la operatoria*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana.
- Walton, F.S. (2005). *Endopostes Generalidades*. Recuperado el 10 de julio 2005, de <http://www.Endopostesactules.com/google/2html>.
- Weine, F.S. (1997). *Tratamiento endodóntico*. España: Harcourt International.

## ANEXOS

### HOJA DE REGISTRO PARA RETENCIÓN Y RESISTENCIA INICIAL.

ENDOPOSTES DE FIBRA DE VIDRIO			ENDOPOSTES DE FIBRA DE CARBONO BLANCO		
# DE PIEZA	Retención Inicial Kg.	Resistencia Inicial Kg.	# DE PIEZA	Retención Inicial Kg.	Resistencia Inicial Kg.
1	14.55	0.94904943	1	12.48	1.106463878
2	22.18	1.082129278	2	14.23	1.686692015
3	15.58	1.198479087	3	15.76	1.184790875
4	13.53	1.292015209	4	16.99	1.028897338
5	22.29	0.780988593	5	10.27	1.695057034
6	23.39	0.792395437	6	10.42	1.778707224
7	8.214	0.571406844	7	7.514	0.624638783
8	22.79	1.027376426	8	13.51	1.733079848
9	7.257	0.352015209	9	4.629	0.551863118
10	22.83	1.275285171	10	16.77	1.736121673
11	23.71	0.96730038	11	12.72	1.803041825
12	15.66	1.467680608	12	19.3	1.190874525
13	21.22	0.742889734	13	9.769	1.613688213
14	23.08	1.540684411	14	20.26	1.75513308
15	20.45	1.234980989	15	16.24	1.55513308
16	29.13	0.435969582	16	5.733	2.215209125
17	17.74	1.720912548	17	22.63	1.34904943
18	12.11	0.748212928	18	9.839	0.920912548
19	16.41	1.108745247	19	14.58	1.247908745
20	27.15	1.195437262	20	15.72	2.064638783

HOJA DE REGISTRO PARA RETENCIÓN Y RESISTENCIA A 1mm.

ENDOPOSTES DE FIBRA DE VIDRIO			ENDOPOSTES DE FIBRA DE CARBONO BLANCO		
# DE PIEZA	Retención 1mm Kg.	Resistencia 1mm Kg.	# DE PIEZA	Retención 1mm Kg.	Resistencia 1mm Kg.
1	3.76	0.285931559	1	5.4	0.410646388
2	8.15	0.619771863	2	9.69	0.736882129
3	5.5	0.418250951	3	8.61	0.654752852
4	8.48	0.64486692	4	6.94	0.527756654
5	6.9	0.524714829	5	3.49	0.26539924
6	7.27	0.552851711	6	16.83	1.279847909
7	5.01	0.380988593	7	10.41	0.791634981
8	8.26	0.628136882	8	4.03	0.306463878
9	8.85	0.673003802	9	11.44	0.869961977
10	11.59	0.881368821	10	3.95	0.300380228
11	8.98	0.682889734	11	6.64	0.504942966
12	6.74	0.512547529	12	10.62	0.807604563
13	3.04	0.231178707	13	4.52	0.343726236
14	8.56	0.65095057	14	6.5	0.494296578
15	6.12	0.46539924	15	9.18	0.698098859
16	1.78	0.135361217	16	10.13	0.770342205
17	11.11	0.84486692	17	9.43	0.717110266
18	3.71	0.282129278	18	4.58	0.348288973
19	8.72	0.663117871	19	7.56	0.574904943
20	7.41	0.563498099	20	2.07	0.157414449

## HOJA DE CÁLCULO PARA OBTENER EL ÁREA DE CADA ENDOPOSTE. Y Resistencia

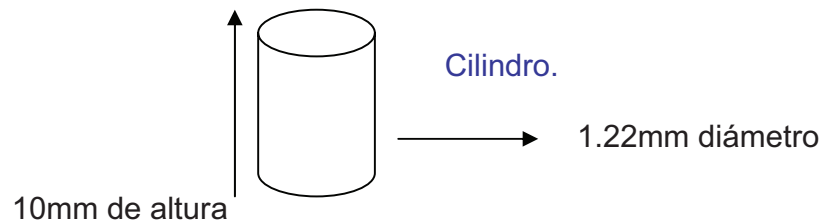
Se debía de obtener el área de cada endoposte, para poder realizar el cálculo de la resistencia traccional inicial y a 1mm.

Ya que la resistencia traccional se obtiene mediante una fórmula matemática, en la que es necesario el valor del área. La formula es la siguiente:

$$\text{Esf} = \text{Carga} / \text{Área}.$$

El esfuerzo (Esf), es la retención.

La carga es el dato que se obtiene al realizar las pruebas, la medida es en Kg. / cm<sup>2</sup>, y el área del endoposte, se obtiene:  $2\pi r$  altura, ya que se usó el cilindro como figura geométrica base. La forma del cilindro es similar a la forma del endoposte.



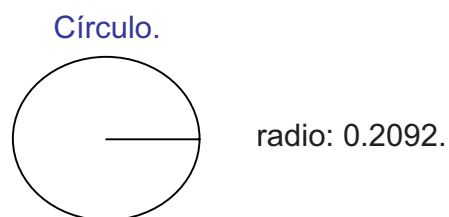
$2\pi r$  altura, es el área del cilindro.

Pi: 3.1416 es una constante.

r: radio.

Altura: 10mm que es la cantidad de endoposte que se cemento dentro del conducto.

Diámetro del endoposte es de 1.22mm, es igual para los dos tipos.



Circunferencia: 1.315

Área: 13.15

Cada carga de retención se fue dividiendo entre el área de los endopostes y de esta manera se obtiene la resistencia a la tracción inicial y a 1mm, de todas las muestras

CARBONO	
circunferencia	1.315
pi	3.14159265
2pi	6.28318531
radio	0.20928875
Altura	10
Area	13.15
VIDRIO	
circunferencia	1.315
pi	3.14159265
2pi	6.28318531
radio	0.20928875
Altura	10
Area	13.15