



**COLOR EN DIENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE CON  
RETENEDORES INTRARADICULARES METAL BASE Y NOBLE - ESTUDIO IN-  
VITRO**

**AUTORES**

**GUILLERMO SEBASTIAN CHACON PUPIALES  
JUAN SEBASTIÁN MORENO BERNAL  
VICTOR MANUEL CUARAN TORRES**

**COLEGIO ODONTOLOGICO  
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC  
REHABILITACION ORAL  
SANTAGO DE CALI  
MAYO DE 2023**



**COLOR EN DIENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE CON  
RETENEDORES INTRARADICULARES METAL BASE Y NOBLE - ESTUDIO IN-  
VITRO**

**AUTORES**

**GUILLERMO SEBASTIAN CHACON PUPIALES  
JUAN SEBASTIAN MORENO BERNAL  
VICTOR MANUEL CUARAN TORRES**

**DIRECTOR**

**EDGAR HERNAN MENESES SILVA  
ESPECIALISTA EN REHABILITACION ORAL**

**ASESOR CIENTIFICO**

**EDGAR HENRAN MENESES SILVA  
ESPECIALISTA EN REHABILITACION ORAL**

**ASESOR METODOLOGICO**

**CARLOS HUMBERTO MARTINEZ CAJAS  
MAGISTER EN EPIDOMIOLOGIA**

**ASESOR ESTADISTICO**

**JULIAN ANDRES TAMAYO CARDONA  
MAGISTER EN LOGISTICA**

**COLEGIO ODONTOLOGICO**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC  
REHABILITACION ORAL**

## DEDICATORIA

El talento gana partidos, pero el **trabajo en equipo** y la inteligencia ganan campeonatos, este trabajo de grado es un claro ejemplo de cómo cada integrante con sus fortalezas logró aportar al desarrollo del mismo y como cuando hubo debilidades fueron cubiertas por la atención de sus otros integrantes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los más sinceros agradecimientos a Dios, la Institución Universitaria Colegios de Colombia, nuestros padres, docentes, amigos que con su valiosa atención permitieron el desarrollo de este trabajo de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

### 1. Contenido

2.	INTRODUCCIÓN .....	6
3.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	7
4.	MARCO TEORICO: .....	8
4.1	Capitulo retenedores .....	10
4.2	Capitulo aleaciones .....	11
4.3	Capitulo Corrosión .....	13
4.4	Capitulo Termociclaje .....	14
4.5	Capitulo CIELAB .....	14
4.6	Capitulo captación de Color .....	15
5.	OBJETIVOS .....	16
5.1	OBJETIVO GENERAL .....	16
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
6.	METODOLOGÍA .....	18
6.1	DISEÑO DEL ESTUDIO .....	18
6.2	POBLACIÓN OBJETIVO .....	18
6.2.1	Criterios de selección .....	18
6.3	TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO .....	18
6.3.1	Cálculo del tamaño de muestra. ....	18
6.3.2	Diseño de muestreo .....	19
6.4	Protocolos .....	20
6.4.1	Recolección de la muestra .....	20
6.4.2	Protocolo para la realización de tratamiento endodóntico .....	21
6.4.3	Elaboración de patrón de núcleo .....	28

6.4.4	Colados de patrones de núcleo.....	31
6.4.5	Cementación de núcleo colado níquel-cromo y Oro .....	36
6.4.6	Fabricación de restauraciones que simulan coronas .....	39
6.4.7	Cementación de coronas.....	40
6.4.8	Distribución de muestras.....	43
6.4.9	Termociclaje .....	44
6.4.10	Cortes con ISOMET .....	45
6.4.11	Aplicación de CIELAB.....	46
6.4.12	Variables. ....	50
6.4.13	Cuadro operacional de las variables y definición.....	50
6.5	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	50
6.5.1	Variables.....	50
6.5.2	Cuadro operacional de las variables.....	50
6.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	51
7.	RESULTADOS .....	54
8.	DISCUSIÓN.....	55
9.	RECOMENDACIONES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
10.	CONCLUSIONES .....	56
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	57
	ANEXOS.....	60



## **2. INTRODUCCIÓN**

Los dientes tratados endodónticamente representan un desafío para el investigador y el clínico, la cantidad y calidad de la dentina remanente es afectada desde el inicio de la terapia endodóntica hasta finalizar la parte restaurativa, evidenciándose una reducción del 20% al 30% del tejido residual desde la apertura endodóntica e instrumentación, y propiedades como el color pueden verse afectados del tejido posterior al contacto con los materiales intraradicales. (1) por lo tanto, la dentina al estar en contacto con materiales como, irrigantes, cementos de obturación, núcleos intraradicales metálicos o de fibra de vidrio pueden generar corrosión dental, pero para esto es necesario un estudio in vitro que nos permita evaluar ese cambio de color (2) teniendo en cuenta que la dificultad de su análisis se enfoca en caracterizarlo; se sabe que esta variable tiene implicaciones estéticas, pero no se han encontrado investigaciones concernientes a estudiar y expresar el color de manera objetiva.

Este estudio experimental in vitro consistió en caracterizar el color de la dentina intraradicular de dientes tratados endodónticamente restaurados con núcleos colados los cuales se realizaron siguiendo protocolos validados para posteriormente ser llevados a termociclaje durante 5000 ciclos equivalentes de envejecimiento y así mediante CIELAB determinar el color desde una perspectiva objetiva teniendo en cuenta todas sus dimensiones.

### **3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La pigmentación a causa de retenedores intrarradiculares metálicos es una característica clínica que se encuentra en los dientes para ser retratados por parte del profesional que utilizando una correcta técnica de diagnóstico y pronóstico ofreciendo un plan de tratamiento adecuado para el paciente. (3)(4)

La dentina está conformada en su mayoría por túbulos dentinarios, los cuales son los encargados de alojar los procesos odontoblásticos y de recorrer la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria (UAD) La dentina que recubre estos túbulos es llamada dentina peritubular, en tanto que aquella entre los túbulos es llamada dentina intertubular, (5)(6) teniendo en cuenta el color es una sensación psicofísica en que el sistema visual humano responde a la luz reflejada desde un objeto, nuestro campo visual interpreta las radiaciones electromagnéticas que el entorno emite o refleja de manera subjetiva, (7)

La corrosión afecta la estructura dental, en donde se encuentra pérdida progresiva de dentina, lo cual afecta la solidez estructural dependiendo del material usado. Por lo tanto, muchos dientes con tratamiento de conducto (DTC) presentan un color oscuro en una gama de colores entre café y gris oscuro, aspecto que puede ser atribuido al fenómeno de corrosión causado por el contacto del remanente dental con elementos externos como aleaciones metálicas, cementos dentales, entre otros por lo cual sería importante caracterizar el color de dentina de acuerdo a los materiales que pueda generar corrosión. Las aleaciones no nobles tienden a liberar electrones de tal manera que su estructura química es inestable y producen oxidación, la cual puede generar el fenómeno de corrosión. es así que la cantidad de cada componente, en la aleación final es un factor importante en su comportamiento físico y químico. La composición está determinada por el contenido en oro u otro metal noble, como el platino y el paladio, del cual dependen la resistencia al deslustrado y a la corrosión en cavidad oral. (2) (3)(4)

Si bien existen herramientas basadas en evidencia científica que permiten al clínico evaluar el tejido residual y tener certeza de su funcionamiento con el menor número de complicaciones como lo son cantidad de efecto ferrule, o la clasificación de muñones del doctor Murgueitio (8) (9) y ante la ausencia de estudios en donde se evalúa el color de la dentina en contacto con diferentes materiales, se propone inducir y medir objetivamente el color en muestras estandarizadas.

El presente estudio servirá de base para futuras investigaciones que relacionen el cambio de color y su interacción con la característica microestructural de la dentina, siendo así un ítem evaluable que guíe al clínico entre la decisión de mantener o extraer un diente.

#### **4. MARCO TEÓRICO:**

La dentina intrarradicular o radicular, es un sustrato único, que se compone de un tejido no homogéneo caracterizado por la presencia de túbulos que se extienden desde la pulpa hasta la periferia del diente la dentina radicular está compuesta por tejido pulpar, predentina y dentina; la predentina es una matriz orgánica no mineralizada que recubre la porción pulpar más interna y puede variar mucho en grosor y permanece constante durante el envejecimiento (5)(6)(8), la dentina es un tejido duro natural, hidratado y mineralizado que forma la mayor parte del diente, se compone de miles de túbulos dentinarios microscópicos con un diámetro que oscila entre 0,5 y 4,0  $\mu\text{m}$ , a su vez, la densidad típica de los túbulos dentinarios oscila entre 10.000 y 96.000  $\text{mm}^2$ , teniendo en cuenta que en el tercio apical de la dentina intrarradicular disminuye el diámetro y longitud de los túbulos.

Varios estudios se han realizado con el fin de caracterizar la dentina y de conocer su estructura y comportamiento mecánico, en estos estudios se han reportado valores para la densidad de túbulos entre 15.000 y 24.000 túbulos/ $\text{mm}^2$  para la dentina superior; entre 35.000 y 40.000 túbulos/ $\text{mm}^2$  para la dentina media; y entre 43.000 y 65.000 túbulos/ $\text{mm}^2$  para la dentina inferior, con respecto a la composición

química de la dentina se ha encontrado una disminución en la cantidad de contenido orgánico desde la pulpa hasta la unión con el esmalte, así como una disminución en el espesor de los cristales de hidroxiapatita presentes en la dentina al acercarse a la unión amelocementaria. Es importante aclarar, que la dentina y predentina están en contacto directo y dinámico, ya que los odontoblastos producen fibrillas de colágeno tipo I y proteoglicanos que contienen 30% de matriz orgánica, 60% matriz inorgánica, 10% agua, (10) en la publicación Dea Kahler et al, se estudió que la dentina completamente hidratada era significativamente más dura que la dentina deshidratada y presentando 12% de agua después de realizar los tratamientos de conductos. Por lo tanto, los dientes tratados endodónticamente realizan movimientos mecánicos, lo cual genera el adelgazamiento de la capa híbrida y es responsable de la menor fuerza de unión con el poste radicular debido a la menor impregnación del sistema adhesivo a los túbulos dentinarios generando menos densidad, desde una perspectiva mecánica teórica, han sugerido que la estabilidad estructural de la dentina no es solo función de la mineralización sino también de su contenido de humedad. (11)

El uso de irrigantes, es el éxito endodóntico porque permite la desinfección y la obliteración completa del espacio del conducto radicular con un material de obturación inerte, creando un selle óptimo con la estructura dental. El requisito previo para un sellado hermético es la adaptación cerrada del material de obturación a las paredes del canal, sin embargo, se ve afectada por la presencia del barrillo dentinario, formado después de la instrumentación manual y rotatoria al realizar el tratamiento endodóntico; el barrillo dentinario endodóntico contiene sustancias orgánicas e inorgánicas que incluyen también fragmentos del proceso odontoblástico, microorganismos y material necrótico. Dentro del conducto radicular, las superficies de dentina cubiertas con desechos y restos de tejido pulpar probablemente no logren una unión efectiva (5), porque la capa de barrillo dentinario actúa como una barrera que influye significativamente en cualquier unión adhesiva formada entre las paredes del conducto instrumentado y el material restaurador; Varios estudios también han informado una mejor adhesión de los materiales de

obtención después de la eliminación de la capa de barrillo dentinario y la profundidad de penetración dentro de los túbulos dentinarios de diferentes selladores también aumenta constantemente (en 10– 80  $\mu\text{m}$ ) una vez que se retira el barrillo dentinario, Durante la irrigación, la dentina radicales y coronales se exponen a diversas soluciones utilizadas para desinfectar el espacio endodóntico. Como se mencionó anteriormente, esto puede causar alteraciones en la superficie de la dentina afectando sus interacciones con los materiales a base de resina utilizados ya sea para la obturación del conducto radicular o para la restauración coronal (12).

#### **4.1 Capítulo retenedores**

Ojeda en el 2011 demostraron que los dientes restaurados con postes colados mostraron mayor resistencia a la fractura que los dientes restaurados con postes prefabricados de titanio y muñón de composite, por lo cual los postes colados son preferidos a otros sistemas, diferentes estudios han demostrado que los postes prefabricados con paredes paralelas y ranurados son los más retentivos y que ejercen menos estrés sobre la raíz reduciendo el índice de fractura, sin embargo, pueden evidenciarse algunas fallas en el grosor del material cementante, o en el adhesivo en la interface entre el agente fijador y la dentina radicular, o en la estructura de la resina compuesta o en la interface de la resina compuesta y la pared dentinaria dando como resultado un descenso en la retención.

En los últimos veinte años, ha despertado especial interés en el campo de la odontología nuevos métodos de refuerzo de la estructura dental basándose en principios biológicos y en la compatibilidad entre el material del poste y el sustrato dentario residual. Para ello se empezó a popularizar la utilización de materiales reforzados con fibras y el uso de resina adhesiva, como postes prefabricados de fibra de carbono y circonio, Los postes colados, según diferentes estudios, tienen mayor resistencia a la fractura que los directos. Sin embargo, se concluyó que la capacidad de resistencia a la carga de los postes prefabricados era suficiente para

asumir las fuerzas fisiológicas o biomecánicas de la estructura dentaria. Los nuevos postes de fibras han mejorado la estética de los dientes restaurados tras la endodoncia. Además, la cerámica de circonio puede ofrecer una capacidad de resistencia mecánica superior en comparación con otros materiales. (12)

Los postes colados tienen, según diferentes estudios, mayor resistencia a la fractura que los directos. Sin embargo, se concluyó que la capacidad de resistencia a la carga de los postes prefabricados era suficiente para asumir las fuerzas fisiológicas o biomecánicas. Los nuevos postes (de fibras) han mejorado la estética de los dientes restaurados tras la endodoncia. Además, la cerámica de circonio puede ofrecer una capacidad de resistencia mecánica superior en comparación con otros materiales

Los metales utilizados en la aleación tienen efectos concretos sobre las restauraciones coladas; la cantidad de cada componente, en la aleación final es un factor importante en su comportamiento físico y químico. La composición está determinada por el contenido en oro u otro metal noble, como el platino y el paladio, del cual dependen la resistencia al deslustrado y a la corrosión en cavidad oral. Respecto a técnica y materiales usados puede variar, así aleaciones como níquel-cromo u oro pueden ya haber sido usados como materiales para reconstrucción de núcleos colados y llegar a la consulta como dientes para retratar por lo que es necesario evaluar si la oscuridad presentada en estos dientes es causada por el material de reconstrucción intrarradicular escogido, en este estudio in vitro se plantea la hipótesis de generación de corrosión mediante aleaciones nobles y no nobles que permitirá responder a la pregunta de si los cambios de color son un factor importante en la toma de decisiones entre mantener o extraer un diente (14)

## **4.2 Capítulo aleaciones**

Los metales en odontología siguen siendo utilizadas para fabricación de aparatos protésicos, bandas de ortodoncia, restauraciones directas, las más comunes son: oro, níquel, cobalto, cromo, aluminio, titanio, plata, paladio las cuales presentan un

alto costo por lo cual el uso de aleaciones metal base semipreciosas y no preciosas es frecuente por sus características como dureza, rigidez, pero también algunas consideraciones con respecto a su efecto toxico y alérgico al exponerse a la cavidad oral por lo cual es importante evaluar su biocompatibilidad y resistencia a la corrosión, las fluctuaciones en el precio del oro, platino y paladio generan la decisión para seleccionar el tipo de aleación a utilizar en odontología, por lo cual cada aleación tiene propiedades mecánicas y físicas que afectan su manipulación y aplicación, la preparación y el diseño de restauración determinara la aleación requerida.(15)

La tabla periódica estableció ocho metales nobles: el oro, el grupo de metales (platino, paladio, rodio, rutenio, iridio, osmio) y la plata. En la cavidad bucal la plata es más reactiva y por eso no se considera un metal noble. Los metales nobles han sido usados para incrustaciones, coronas, puentes y aleaciones de metal-cerámica por su resistencia a la corrosión y a las manchas, por ejemplo, de los siete metales nobles más usados el oro, el paladio y el platino son los de mayor importancia en las aleaciones dentales coladas. (13)

De acuerdo a su contenido se de metal noble de al menos 60%, y contenido de oro de al menos 40%; aleaciones nobles: Con un contenido de metal noble de al menos 25% sin estipulación de oro, aleaciones de metal base predominante: con un contenido de metal noble menor al 25%; en este tipo de aleaciones coladas, diferentes investigaciones han evaluada corrosión y los efectos biológicos potenciales de la liberación de iones metálicos, en donde se tiene en cuenta composición de la aleación, microestructura de la aleación y estado superficial del metal. Es importante debido a que es un factor predisponente a generar corrosión desgaste a la estructura dentaria (16) Cromo-Níquel son ejecutados para guías quirúrgicas y núcleos colados que tiene como ventaja un bajo costo para su fabricación, las características de su composición son aceptables mecánicamente. Sin embargo, la posible liberación de iones metálicos tóxicos debido a la corrosión sigue siendo de preocupación importante, aleaciones níquel-cromo muestra

factores desfavorables en la proliferación celular; Al realizar núcleos colados en níquel-cromo son de influencia de producción de aleaciones en donde el nivel de corrosión electroquímica depende principalmente de los niveles de cromo y molibdeno, con un rango aproximado de 11 a 25% y de 0 a 10%. respectivamente teniendo en cuenta que se puede encontrar diferentes fallas en el proceso de colado se ha encontrado que la resistencia a corrosión es mejor para Cromo-cobalto que para Níquel-cromo. (17)

### **4.3 Capítulo Corrosión**

Se sabe que la permeabilidad de la dentina radicular es solo del 20% de la dentina coronal y el número de túbulos disminuye a lo largo de la dirección corono-apical. En consecuencia, la dentina cervical probablemente podría ser la vía de penetración de los iones metálicos que por medio de la iontoforesis produce una reacción alérgica en la dentina. (3)

Las aleaciones de Ni-Cr de diferente composición es un proceso complejo, que depende no solo de la composición y estructura de la aleación, sino también de muchos otros factores como el tratamiento de la superficie, las condiciones ambientales alrededor de la aleación y la composición del electrolito circundante, por lo tanto, aumenta o disminuye la velocidad de corrosión, se puede mencionar que la resistencia a la corrosión es inversamente proporcional a la velocidad de corrosión; cuanto mayor sea el valor de la velocidad de corrosión, menor será su resistencia a la corrosión, los órganos dentarios con tratamiento endodóntico son más propensos a la fractura debido a la pérdida de humedad que es suministrada por la pulpa vital, por los defectos estructurales debido a caries, trauma anterior a la restauración con poste y corona o por el propio acceso endodóntico; en consecuencia la dentina por sí misma provee una base sólida para evitar el fenómeno de la corrosión(15) razón por la cual es importante evaluar el comportamiento de la dentina simulando el paso del tiempo y con las condiciones más similares a las encontradas en cavidad oral.

#### **4.4 Capítulo Termociclaje**

Se usa comúnmente in vitro para simular el envejecimiento in vivo mediante el uso de baños fríos y calientes usando temperaturas 16°- 55°, simulando las alteraciones térmicas de lo que sucede en la cavidad bucal cuando las estructuras dentarias son sometidas a temperaturas por encima del rango anterior los cambios de temperatura traen consecuencias provocando estrés térmico en el esmalte y la dentina (18) envejecimiento térmico que oscilaba entre 1000 y 10 000 ciclos. Según la norma ISO 11405, el uso de 500 ciclos térmicos entre 5 °C y 55 °C se considera adecuado para simular el envejecimiento a corto plazo de los materiales dentales, la muestra debe de ser sometida a 10.000 ciclos, dando equivalencia a un año de envejecimiento (19)(20)(21) siendo el método ideal para simular las condiciones intraorales que induzcan la corrosión dentro de los cuerpos de muestra seleccionados en la investigación.

#### **4.5 Capítulo CIELAB**

El color es una sensación psicofísica en que el sistema visual humano responde a la luz reflejada desde un objeto, nuestro campo visual interpreta las radiaciones electromagnéticas que el entorno emite o refleja, cuya longitud de onda está comprendida entre los 380 y 770 nanómetros, la percepción del color influyen tres factores: Observador, Fuente Luminosa y Objeto (7) Para entender mejor el color se debe conocer bien el mecanismo de la luz, energía electromagnética visible por el ojo humano, cuando está en el rango de 360-760 nanómetros (nm); las longitudes de onda más cortas corresponden a los colores azulados, las longitudes de onda más largas corresponden a los colores rojos, Los objetos absorben las ondas luminosas de otros colores y reflejan aquellas ondas que interpretamos como el color del objeto (22)

En 1931, la Commission Internationale de l'Éclairage, desarrolló un sistema para especificar los estímulos cromáticos basándose en valores triestímulos de tres colores primarios imaginarios, el sistema CIE estándar. Posteriormente en 1976 se

elaboró otro sistema de color conocido como CIE L\*a\*b\*, El valor de L\* es una medida de la luminosidad de un objeto y se cuantifica en una escala en donde el negro tiene un valor L\* de cero y el blanco un valor L\* de 100. El valor de a\* es una medida de enrojecimiento (a\* positivo) o enverdeamiento (a\* negativo). El valor de b\* es una medida del amarillo (b\* positivo) o de azul (b\* negativo). Las coordenadas a\* b\* se aproximan a cero con los colores neutros (blanco, gris) y aumentan de magnitud con los colores más saturados (23)

La diferencia perceptible entre un color y otro se visualiza como la distancia entre las posiciones de ambos colores en el espacio cromático y se denomina  $\Delta E$ . Se expresa con la fórmula matemática:  $\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$ ,  $\Delta E$  indica la magnitud absoluta de la distancia cromática entre un color y otro, pero no expresa en qué dirección se orienta la desviación del color en la muestra (7) El instrumento preciso para evaluar el color el espectrofotómetro, es un instrumento que permite proyectar un haz de luz a través de una muestra y medir la absorbancia (la cantidad de luz absorbida por la muestra) o la transmitancia (la cantidad de luz que pasa a través de la muestra, es decir La cantidad de luz absorbida o transmitida a una determinada longitud de onda es proporcional a la concentración del material, (24) El espectrofotómetro dental es un aparato de medición que emite una luz definida y es capaz de medir la calidad y la cantidad de luz reflejada por un objeto y clasificarla en un grupo de colores son instrumentos que se encuentran entre los más precisos y útiles para la determinación del color, Estos estiman el color de los dientes mediante la medición de la cantidad y la composición espectral de la luz reflejada en la superficie dentaria, en todas las longitudes de onda visibles. Por lo general, los resultados son expresados en la escala CIE L\*a\*b\*, Ellos miden la cantidad de energía reflejada por un objeto en intervalos de 1 a 25 nm. a lo largo del espectro de luz visible.

#### **4.6 Capítulo captación de Color**

Paul y Cols encontraron que los espectrofotómetros ofrecen un aumento del 33% en la precisión y una coincidencia objetiva del color en un 93,3% de los casos.

En 2010, Chu y Cols. Declararon que los espectrofotómetros se han convertido en herramientas útiles y relevantes para la determinación, la comunicación, la reproducción y la verificación del color. Dozic y Cols. Reportaron que los espectrofotómetros y las cámaras digitales son más confiables que los colorímetros, y que el instrumento más confiable, en situaciones “in vivo” e “in vitro”, era el espectrofotómetro Vita Easyshade, y que en situaciones “in vivo” la cámara digital era la menos precisa. (7)

El Easyshade Advance de la casa Vita es un espectrofotómetro portátil e inalámbrico, con una especie de pistola de mano con fibra óptica, Es un espectrofotómetro digital integrado por una unidad inalámbrica con una fuente de luz de origen led, anteriormente de tungsteno y un lector, que compara tanto con los colores Vitapan Classical (A1-D4) y VITA 3D-Master, además del sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , incorpora tres colores específicos para los dientes blanqueado. (18)

La principal desventaja de los nuevos dispositivos frente a los métodos visuales tradicionales sería el costo económico de los instrumentos, especialmente de los espectrofotómetros, siendo las cámaras digitales y el software de procesamiento de imágenes los más económicos Además, se ha mencionado que este método como cualquier otro método que utiliza fotografía digital, las condiciones de luminosidad ambiental pueden afectar las mediciones de color, sumado a que la reflexión del flash puede inducir algún error en la medición debido a que es imposible estandarizar perfectamente (25)

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Caracterizar el color de la dentina en especímenes obtenidos de dientes tratados endodónticamente y con retenedores intraradiculares colados en

dos materiales diferentes, después de 4 años de envejecimiento simulado por termociclaje.

## **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los valores de color según la guía CIELAB que se presentan en los grupos control, níquel cromo y oro
- Contrastar el color de los grupos endodoncia, níquel cromo y oro.
- Contrastar el color de los grupos en los diferentes tercios cortados

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 DISEÑO DEL ESTUDIO**

Experimental in vitro descriptivo

### **6.2 POBLACIÓN OBJETIVO**

- **Población:** Dientes premolares unirradiculares sanos extraídos por motivos ortodónticos.

#### **6.2.1 Criterios de selección**

##### **6.2.1.1 Criterios de inclusión.**

- Premolares unirradiculares extraídos por motivos ortodónticos.
- Premolares con formación radicular completa.
- Premolares con longitud mínima de 20mm

##### **5.2.1.2 Criterios de exclusión.**

- Dientes con presencia de caries dental.
- Dientes con reabsorción interna y externa.

### **6.3 TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO**

#### **6.3.1 Cálculo del tamaño de muestra.**

Se estableció mediante Prueba T inversa para diferencia de promedios de Color.

Tipo de Analisis

A priori: Computer required sample size – Given Alpha, Power and effect size

Error de 0.05 Alpha

Error de 20% Beta

Poder 60 % - Relación 1:1 diente con aleación y diente sin aleación

En el artículo de Kulkarni S y Cols 2020 que tiene como objetivo evaluar variación de la micro dureza de la dentina al ser inmersos en diferentes soluciones irritantes

en endodoncia mediante el uso de indentador de Vickers se encontraron resultados de dureza previos a la inmersión de promedio 50.32 MEDIDA (N/CM2) con una desviación estándar de 2.39 y después del tratamiento con EDTA al 17% y NaOCl al 2.5% con un promedio de 47.56 % con una desviación estándar de 4.05, útiles para determinar el valor de la muestra para el estudio

Tamaño de muestra, comparación de medidas independiente de datos:

**Datos:**

Varianzas:	Iguales
Opción:	Opción 1
Diferencia de medias a detectar:	2,520
Desviación estándar común:	2,300
Razón entre tamaños muestrales:	1,00
Nivel de confianza:	95,0%

**Resultados:**

Tamaño de la muestra	Potencia (%)
18	59,4
21	64,4

Potencia	Tamaño de la muestra			
	Grupo 1 Endodoncia	Grupo 2 Retenedor intraradicular en Oro	Grupo 3 Retenedor intraradicular en níquel cromo	Total, de discos de dentina
60,0 %	6	6	6	18

**6.3.2 Diseño de muestreo.**

Se realizó un muestreo probabilístico para contraste de medias. Tomando como referencia los los valores reportados por Kulkarni S en el 2020, donde se espera una diferencia de medias de 2,76 unidades una desviación estándar de 2.3 unidades y la estimación se realiza con varianzas similares. Se realiza la selección de la muestra mediante un muestreo aleatorio simple.

## **6.4 Protocolos**

### **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Las investigaciones en salud en Colombia están regidas por la regidas por la resolución 8430 de 1993 expedida por el ministerio de salud el presente estudio se considera como investigacion sin riesgos según expresa en el titulo II, capítulo 1 Artículo 11 es una investigación donde se utilizan técnicas y métodos de investigación documental,

La normatividad colombiana aplicable para el desarrollo de protocolos es: leyes 1172 de 1979, 73 de 1988 y los decretos 1546 de 1998 y 2493 de 2004, que constituyen el marco legal que fundamenta la obtención, la preservación, el almacenamiento, el mantenimiento, el transporte y la disposición final de órganos humanos; el Decreto 351 de 2014 que reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. Así mismo, las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud se establecen mediante la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia en el Artículo 11 establece la Investigación con riesgo Mínimo; se realizó la recolección de dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica.

#### **6.4.1 Recolección de la muestra**

- Se firmo los consentimientos de donación de muestra.
- Se recolecto dientes sanos recién extraídos por motivos ortodónticos (Imagen A)
- Se limpio el tejido en la estructura dentaria con cureta.
- Se almacenaron dientes en suero fisiológico (cloruro de sodio 0.9%)

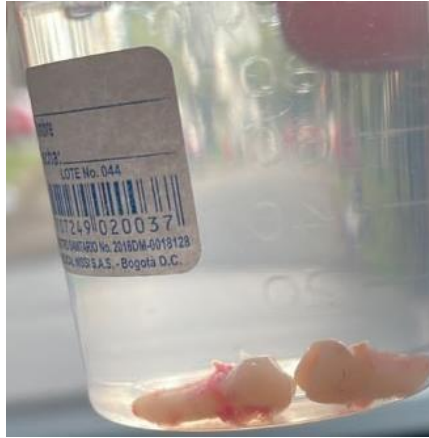


Imagen A



#### 6.4.2 Protocolo para la realización de tratamiento endodóntico

- Se tomo radiografía periapical inicial (Imagen A)
- Se realizo apertura cameral (fresa redonda mediana) (Imagen B y C)
- Se determino la longitud de Trabajo (lima apical de trabajo) (Imagen D1,2,3,4,5,6)
- Uso de Sistema Wave-One Gold, determinando longitud de trabajo de 1 a 23 mm, 2 a 22,5 mm, 3 a 22,5 mm, 4 a 23mm, 5 a 19mm y 6 a 19,5mm trabajadas con limas small y primary, uso de Rc-Prep, se Irrigo con hipoclorito de sodio al 5,25% entre lima y lima. (Imagen E1,2,3,4,5,,7)
- (Imagen F1,2,3,4)
- Conometría con cono principal (previa radiografía periapical) (Imagen F1,2,3,4)
- Preparación de cemento consistencia de filamentos (Imagen G1)

- Obturación Cono único (Imagen G2)
- Radiografía final (Imagen G3,4)
- Desobturación de dientes 1,3,4, y 6 con peeso #1 y #2 a 13,14,14 y 10mm respectivamente, (Imagen H1,2,3,4)
- Selle de apertura cameral con teflón, adhesivo universal y resina (Imagen I1,2,3)

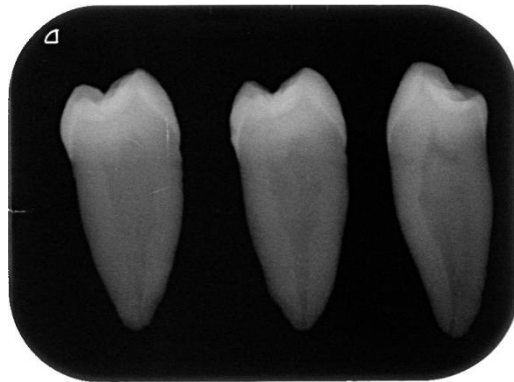


Imagen A

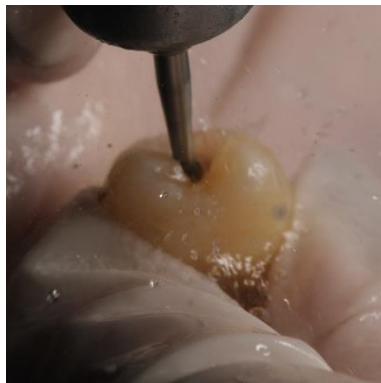


Imagen B



Imagen C

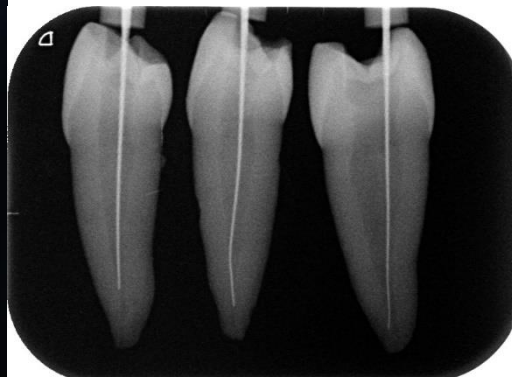


Imagen D.1

Imagen D.2



Imagen D.3

Imagen D.4

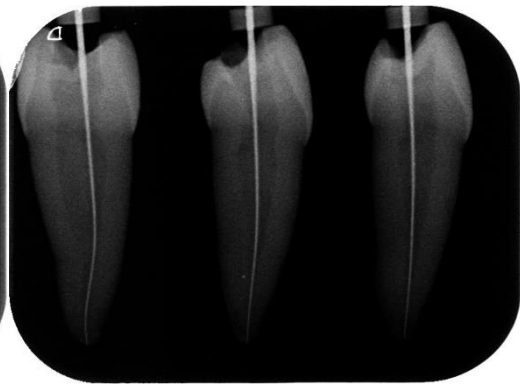
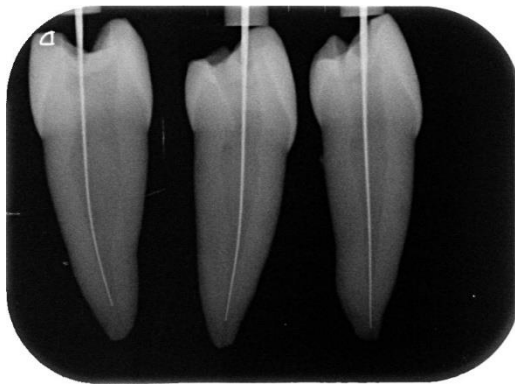


Imagen D.5

Imagen D.6



Imagen E.1



Imagen E.2



Imagen E.3



Imagen E.4



Imagen E.5

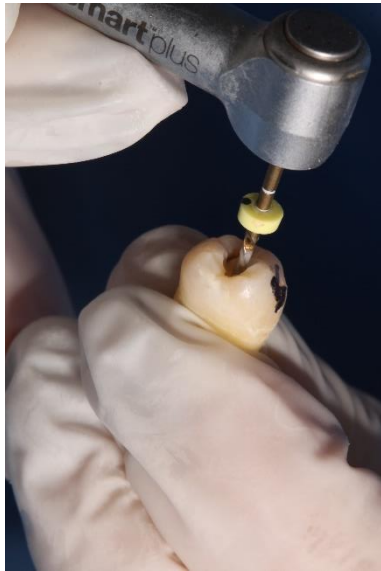


Imagen E.6

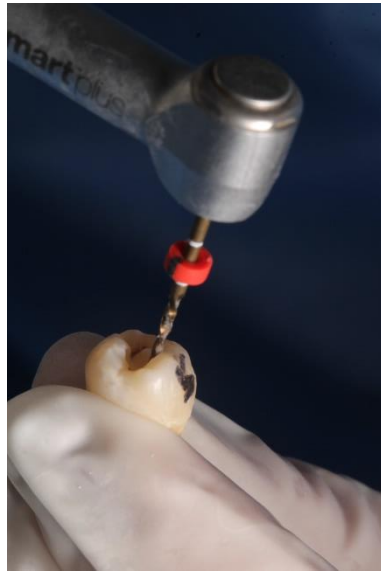


Imagen E.7

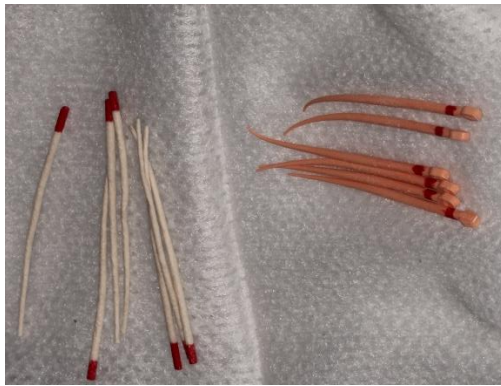


Imagen F.1



Imagen F.2

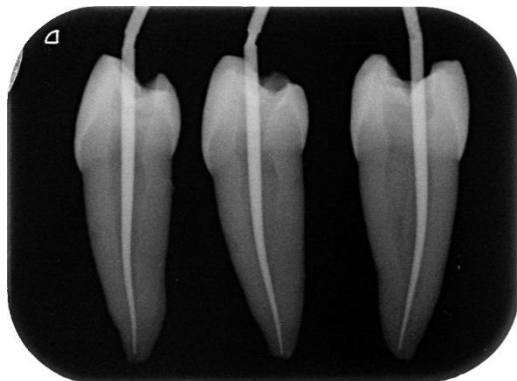


Imagen F.3



Imagen F.4



Imagen G.1



Imagen G.2

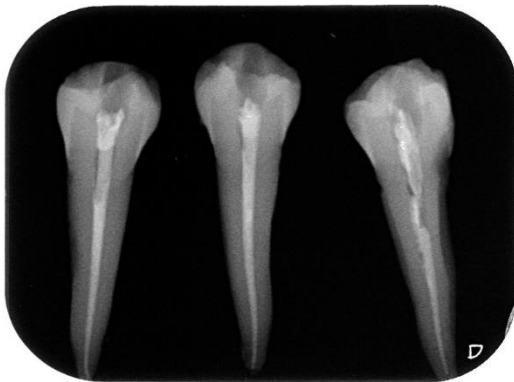


Imagen G.3

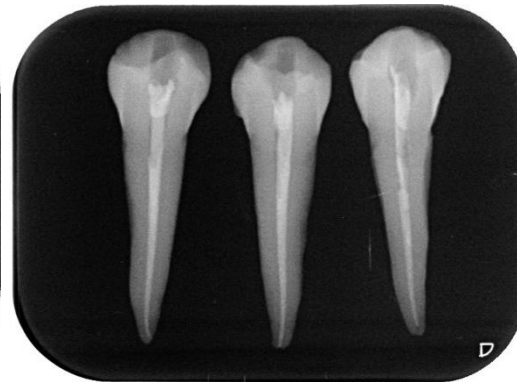


Imagen G.4



Imagen H.1

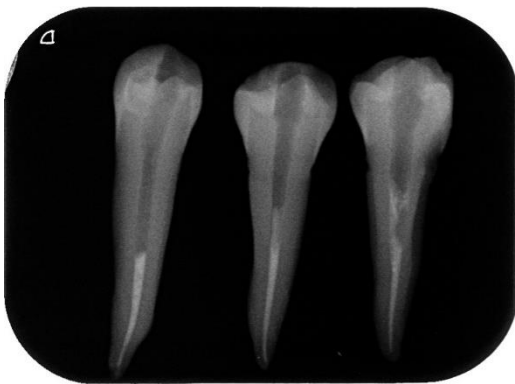


Imagen H.2



Imagen H.3



Imagen I1



Imagen I2



Imagen I.3

#### 6.4.3 Elaboración de patrón de núcleo

- Se realizo corte de corona a 1 mm coronal de UAC. (Imagen ABCD)
- Se verifico la longitud de trabajo para patrón de núcleo.
- Se aisló entrada de conducto con glicerina hidrosoluble
- Se verifico asentamiento de pin plástico para elaboración de patrón de núcleo.
- Se diseño patrón de núcleo con acrílico autopolimerizable de alta precisión Patter Resin mediante técnica de polvo liquido con pincel. (Imagen A-B)
- Morfología oclusal de muñón. (Imagen C)
- Se envió a laboratorio para colado. (Imagen D)

#### Corte de Coronal

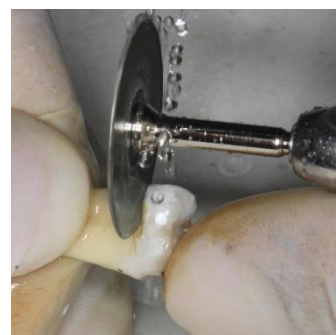
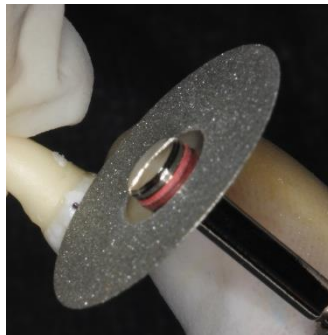


Imagen A

Imagen B



Imagen C

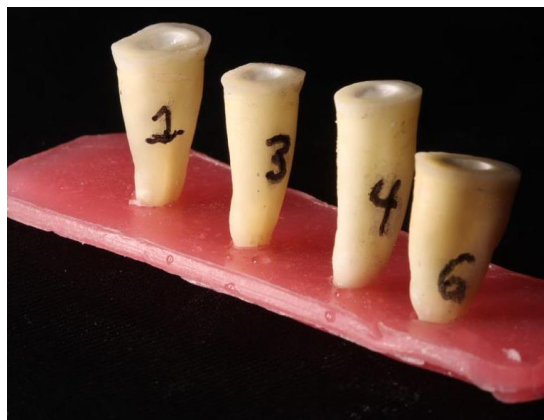
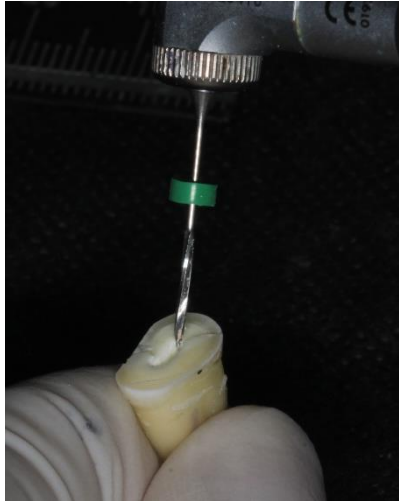


Imagen D

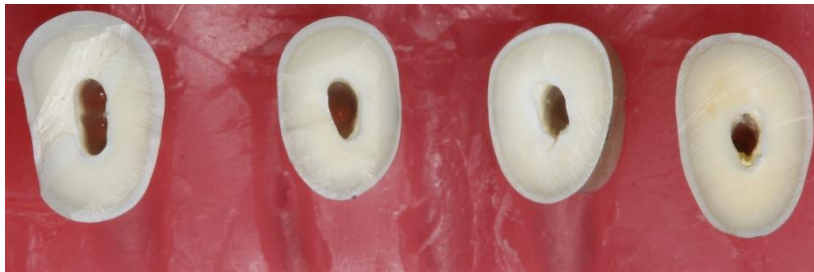
Imagen A-B-C Corte con Disco a 1mm de la línea Amelocementaria.

Imagen D: Muestras sin coronas.

Desopturación del conducto.



Se realiza desopturación del conducto con fresa peso#2 a las muestras.



### Técnica Polvo Líquido

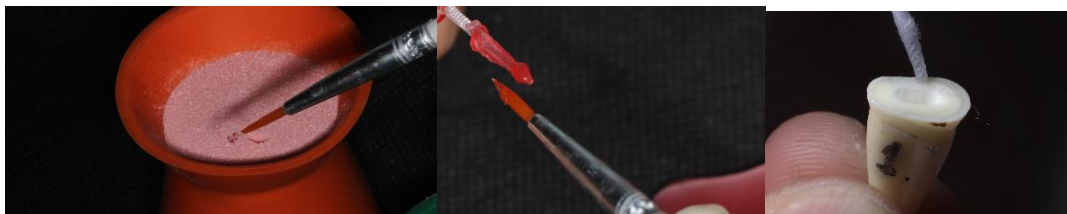


Imagen A

ImagenB

## Morfología Oclusal



Imagen C

Se envía a el laboratorio Para colado



Imagen D

### 6.4.4 Colados de patrones de núcleo

- Para el colado se utilizaron Albacast tipo III con 40% de Oro, 46% plata, 4% de plata como aleación noble con una densidad de 12,4 gramos y níquel cromo Verabond 75% níquel, 11% cromo , 4,2% niobio, silicio 2,5%, como aleación base con una densidad 8,4 (Imagen A1,2)
- Uso de técnica de bebederos para los cuales en el grupo oro fueron delgados y en grupo níquel cromo gruesos (Imagen B1,2)
- Se utiliza revestimiento posicionando patrón fuera del centro térmico para evitar burbujas en la restauración, aplicación de surfactante, Preparación de revestimiento (Yeti EXPANSION PLUS) según recomendaciones de fabricante (Imagen C1,2,3,4,5,6,7,8,9)

- Ingreso a máquina de centrifugado y fundición (Imagen D1,2,3)
- Peso final, cortado y pulido de núcleos (Imagen E1,2,3,4)



Imagen A.1



Imagen A.2

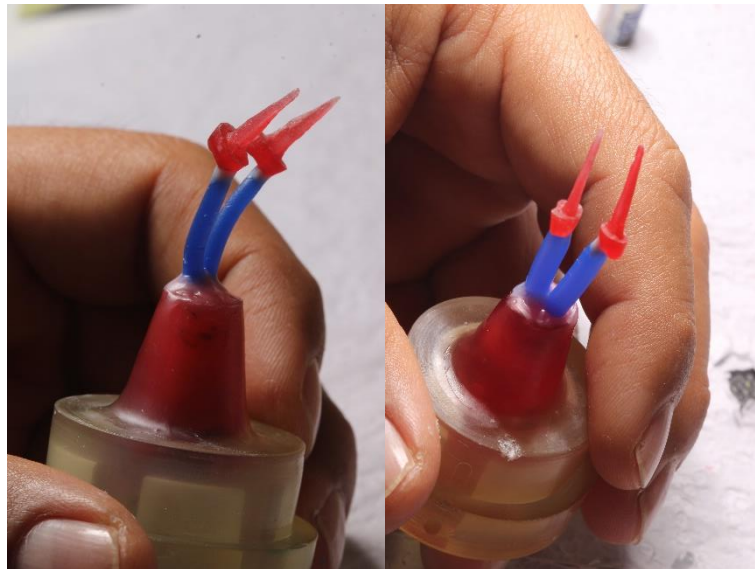


Imagen B.1

Imagen B.2



Imagen C.1



Imagen C.2



Imagen C.3



Imagen C.4



Imagen C.5



Imagen C.6



Imagen C7

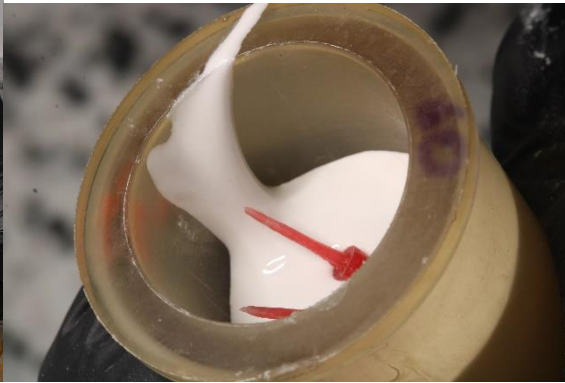
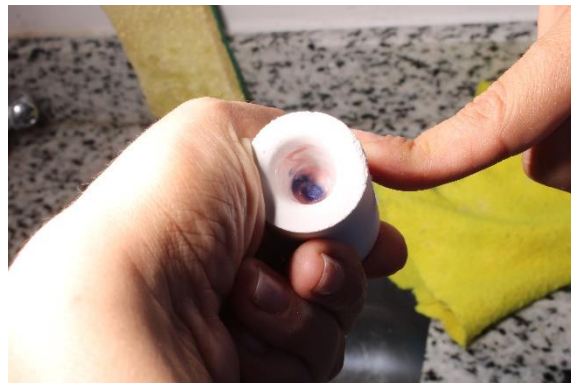


Imagen C.8



Imagene C9



Imagen D.1



Imagen D.2



Imagen D.3



Imagen E.1

Imagen E.2



Imagen E.1



Imagen E.3



Imagen E.4

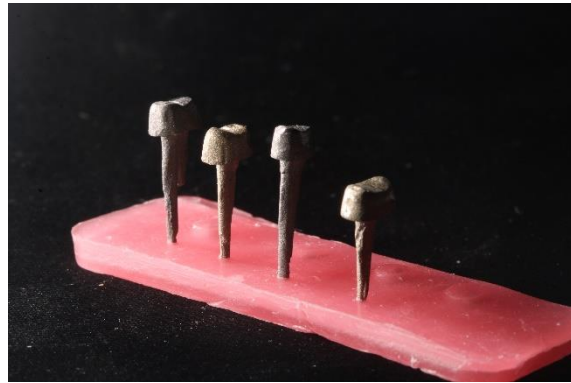


Imagen E.5

#### 6.4.5 Cementación de núcleo colado níquel-cromo y Oro

- Toma de radiografía para determinar buena adaptación del núcleo colado níquel-cromo y Oro (Imagen A.1,2)
- Se arenaron los postes con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  a 2 var.

- Se realizó desinfección del conducto con hipoclorito de sodio al 5% en jeringa de insulina de 5ml x 1 minuto y se inactivo con suero fisiológico en jeringa de insulina x 1 minuto. (Imagen B.1,2)
- Se seco el conducto con puntas de papel de primera serie #40 y segunda serie #70. (Imagen C)
- Se cementaron los postes intrarradiculares colado tipo III Y IV, GC Fuji plus siguiendo las recomendaciones del fabricante. (Imagen D.1,2,3)
- Se elaboraron las restauraciones para evitar degradación de cemento.

#### Adaptacion del Nucleo

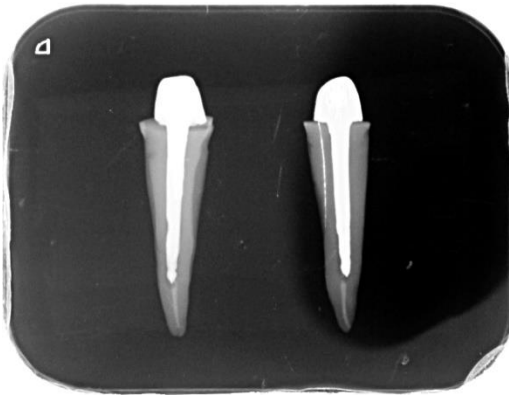


Imagen A.1



Imagen A.2

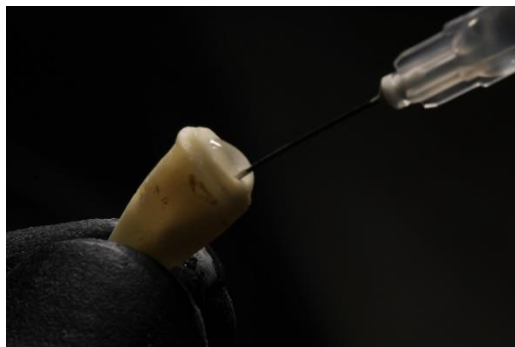


Imagen B.1

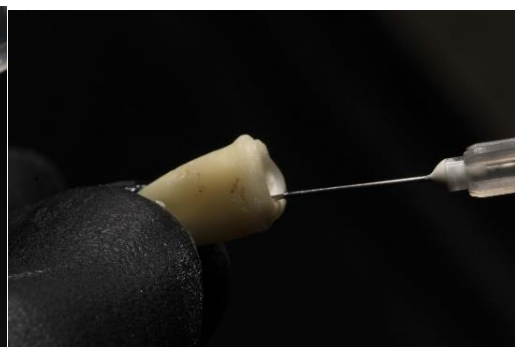


Imagen B.2

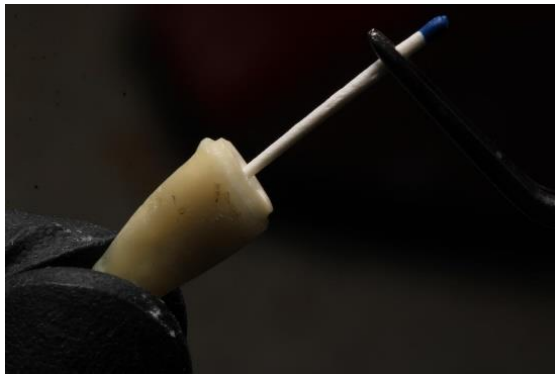


Imagen C

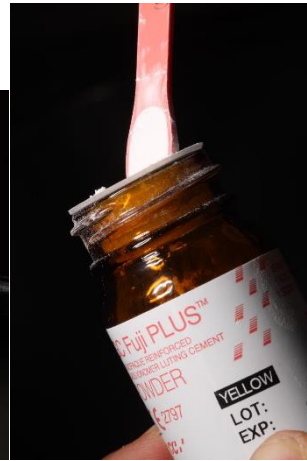


Imagen D.1

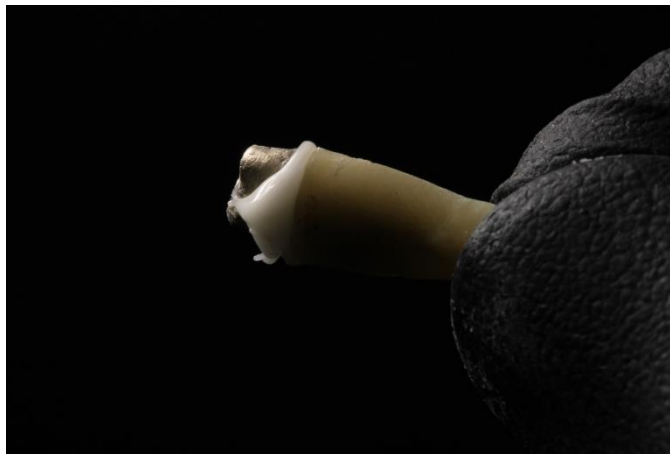


Imagen D.2



Imagen D.3

#### 6.4.6 Fabricación de restauraciones que simulan coronas

Se realizó encerado con anatomía de dientes premolares inferiores (imagen a). Se realizó matriz con silicona Silagum Putty Soft DMG (imagen b).

Se aplicó silicona Silagum Light Dmg al encerado y fueron sumergidas en la matriz (imagen C).

Se capturaron las muestras con acrílico Nova Cryl Flow A2. (Imagen D)

Se verificó la adaptación y se procedió a pulir. (Imagen E1-E2-E3-E4).



(Imagen A)



(Imagen C)

Imagen E.1

Imagen E.2

Imagen E.3

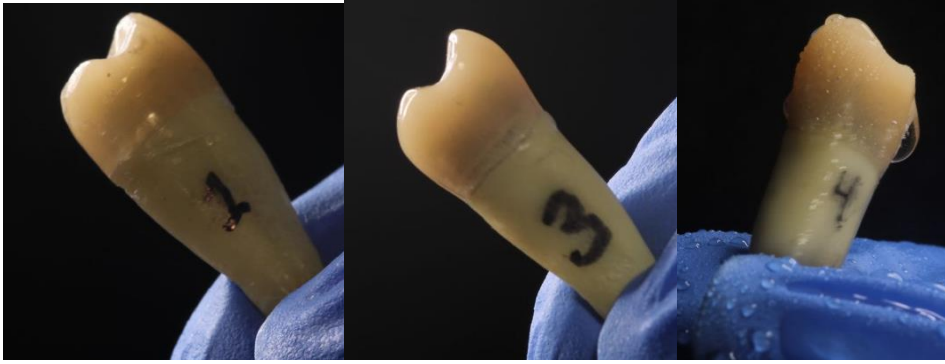


Imagen E.4

#### 6.4.7 Cementación de coronas

1. Limpieza con alcohol de desinfección la superficie del diente.
2. Se arena el perno metálico oxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  (Imagen A)
3. Se aplica zprime en el perno metálico (Imagen B)
4. Se arena la corona acrílica con oxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  (Imagen C)
5. Cementación con cemento resinoso Duolink (Imagen D)
6. Limpieza de exceso con pincel de marta (Imagen E)

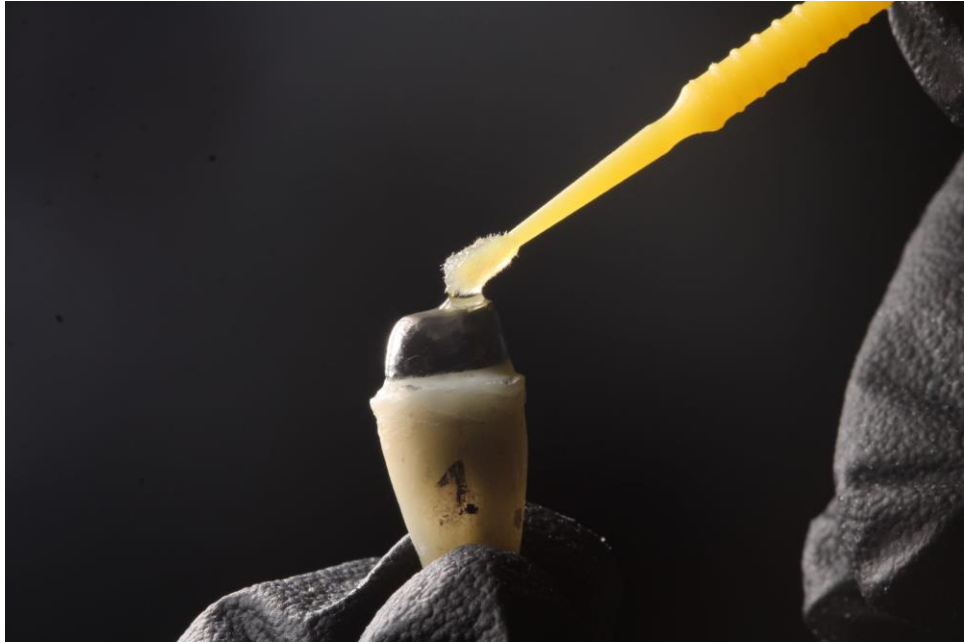


Imagen A



Imagen B



Imagen C



Imagen D



Imagen E

#### 6.4.8 Distribución de muestras

Envió de 6 premolares inferiores unirradiculares, dividiendo de la siguiente manera.

Grupo A: Dientes con endodoncia

Grupo B: Dientes con núcleo colado níquel- cromo

Grupo C: Dientes con núcleo colado oro

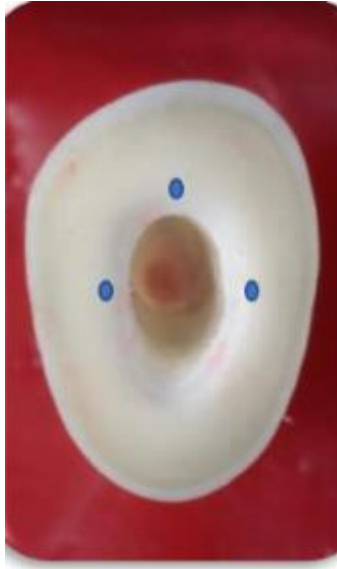
1. Iniciar proceso de termociclado de muestras a 5 mil ciclos
2. Realizar cortes a partir de la unión amelocementaria en dirección apical para obtener discos de dentina de 2mm de espesor: se enumerarán como Tercios a 2 mm, 4mm, 6mm a partir de UAC y se describirán con los números 2 - 4 y 6 respectivamente.

Para obtener los discos con la siguiente nomenclatura

Grupo A : A12 – A14 – A16 Y A22 – A24 – A26

Grupo B : B12 – B14 – B16 Y B22 – B24 – B26

Grupo C: C12 – C14 – C16 Y C22 – C24 – C26



Se realizó toma de fotografías con las siguientes condiciones.

Iso:100

Velocidad 1/125

Diafragma: 22

Potencia de Ring Flash: 1/4

#### **6.4.9 Termociclaje**

1. Imagen 1. a,b. Distribución aleatoria de grupos de prueba y almacenamiento en saliva artificial para termociclado, c. Ubicación de muestras en canasta para termociclado, d,e,f. Termociclado de muestras 500 ciclos, Thermocycler 1100/1200, SD-Mechatronik, Westerham, Alema, parámetros relevantes (Tiempo de exposición: 20s, tiempo de transferencia: 10 s, temperaturas: 5° y 55°).
2. Imagen 2 .termociclaje de muestras a 500 ciclos, tiempo exposicion 0s, tiempo de transferencia: 10s, temperaturas: 5° y 55°.

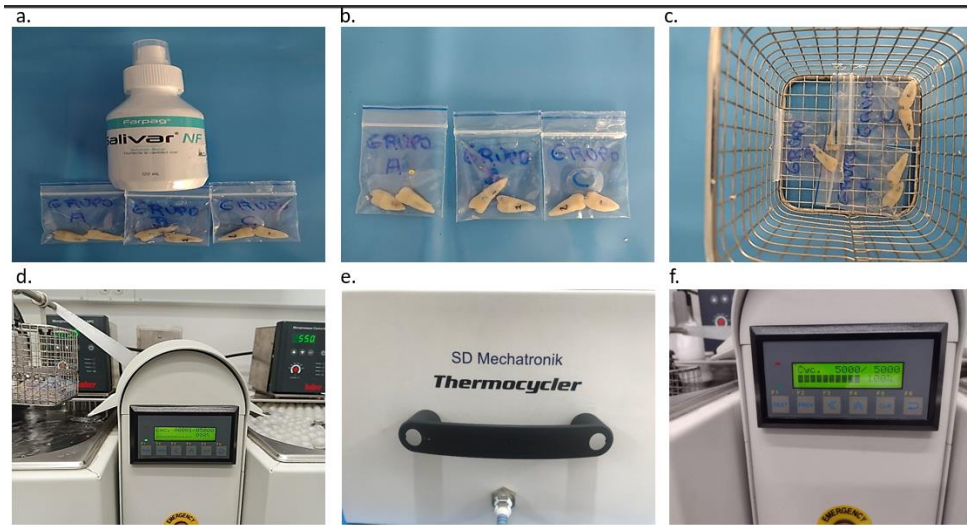


Imagen 1



Imagen 2

#### 6.4.10 Cortes con ISOMET

- Imagen 3.a. Ubicación de las muestras en porta muestras, b. Isomet; Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EE.UU. c. Cortes a partir de unión amelo-cementaria para

obtener discos de dentina de 2 mm de espesor,



Imagen 3

- d,e,f. Distribución aleatoria de grupos de prueba y almacenamiento- cortes de discos.



Imagen 4

#### 6.4.11 Aplicación de CIELAB

1. Imagen A. Elección de disco de dentina de 2mm al programa CIELAB, se selecciona la zona del color del diente.
2. Imagen B. Diferentes discos de dentina con su respectivo corte apical, medio, cervical.
3. Imagen C. valores de LAB con las zonas seleccionadas en la imagen A.

Imagen A

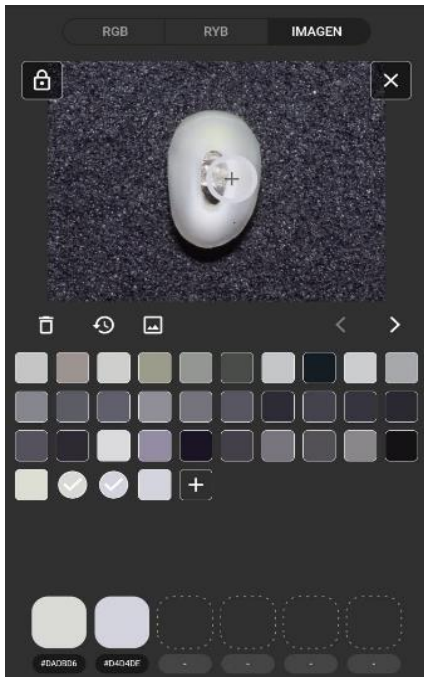


Imagen B

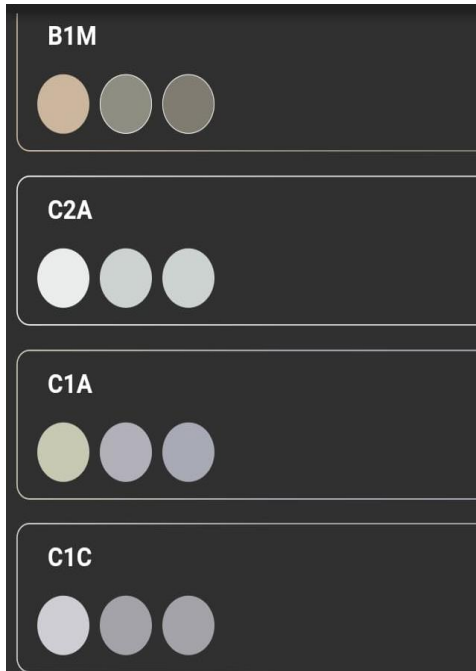
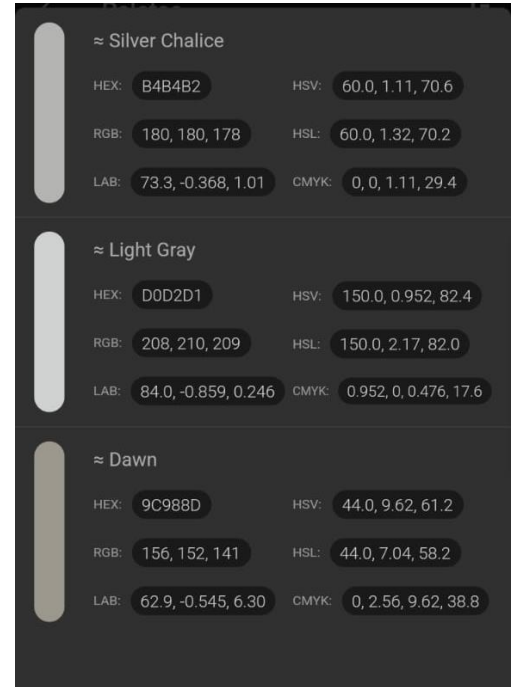

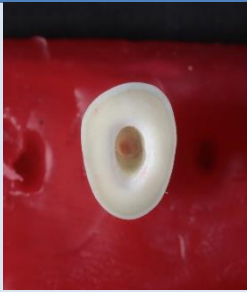












Imagen C



Discos	Cervical	Medio	Apical
<b>Control</b>	 <p>V L*: 73,3 A*: -0,368 B*: 1,01 M L*: 62,9 A*: -0,545 B*: -6,30 D L*: 84,0 A*: -0,859 B*: 0,246</p>	 <p>V L*: 78,4 A*: 0,00428 B*: -0,00847 M L*: 70,8 A*: 3,59 B*: 2,43 D L*: 90,4 A*: -0,455 B*: -1,82</p>	 <p>V L*: 81,7 A*: -1,36 B*: -0,488 M L*: 73,6 A*: -0,562 B*: 2,66 D L*: 94,2 A*: -1,11 B*: -2,04</p>
<b>A</b>	 <p>V L*: 69,5 A*: 3,26 B*: 12,7 M L*: 46,0 A*: 1,98 B*: -1,82 D L*: 47,0 A*: 1,98 B*: -1,83</p>	 <p>V L*: 85,2 A*: -0,535 B*: 1,47 M L*: 80,3 A*: 0,167 B*: 0,612 D L*: 77,7 A*: 1,05 B*: 4,89</p>	 <p>V L*: 84,7 A*: -0,798 B*: -1,96 M L*: 59,5 A*: 2,23 B*: -0,411 D L*: 64,7 A*: 3,10 B*: 0,513</p>
<b>A</b>	 <p>V L*: 87,4 A*: -0,152 B*: -0,618 M L*: 64,8 A*: 0,349 B*: 1,29 D L*: 64,8 A*: 0,349 B*: 1,29</p>	 <p>V L*: 87,5 A*: 2,22 B*: 0,226 M L*: 71,6 A*: 0,515 B*: 1,90 D L*: 79,3 A*: -0,808 B*: -1,99</p>	 <p>V L*: 79,0 A*: 3,10 B*: 12,4 M L*: 55,1 A*: -1,95 B*: -2,51 D L*: 56,7 A*: -0,822 B*: -8,17</p>
<b>B</b>	 <p>V L*: 68,0 A*: -1,78 B*: 8,66 M L*: 51,7 A*: -0,960 B*: -4,04 D L*: 51,7 A*: -2,75 B*: -4,65</p>	 <p>V L*: 75,4 A*: 4,45 B*: 15,2 M L*: 52,1 A*: -0,541 B*: 6,54 D L*: 59,0 A*: -2,81 B*: -6,79</p>	 <p>V L*: 73,1 A*: -0,573 B*: 11,2 M L*: 44,9 A*: 0,377 B*: 1,39 D L*: 51,2 A*: 0,00305 B*: -0,00603</p>

<b>B</b>	 <p>V L*: 66,5 A*: -0,237 B*: -3,61 M L*: 50,3 A*: -0,0819 B*: -3,13 D L*: 66,5 A*: -0,237 B*: -3,61</p>	 <p>V L*: 63,6 A*: -3,20 B*: -14,7 M L*: 48,1 A*: -0,557 B*: -7,08 D L*: 60,8 A*: -1,70 B*: -5,97</p>	 <p>V L*: 78,7 A*: 0,268 B*: -6,72 M L*: 45,8 A*: -0,887 B*: -2,21 D L*: 45,8 A*: -0,887 B*: -2,21</p>
<b>C</b>	 <p>V L*: 83,0 A*: 1,45 B*: -2,86 M L*: 67,2 A*: 1,51 B*: -2,98 D L*: 67,2 A*: 1,52 B*: -2,98</p>	 <p>V L*: 78,4 A*: -3,79 B*: 16,1 M L*: 67,2 A*: 0,934 B*: -1,43 D L*: 68,3 A*: 1,32 B*: -2,46</p>	 <p>V L*: 80,3 A*: -4,53 B*: 10,8 M L*: 69,8 A*: 1,66 B*: -6,40 D L*: 66,5 A*: 1,88 B*: -3,95</p>
<b>C</b>	 <p>V L*: 87,8 A*: -3,01 B*: -1,06 M L*: 84,1 A*: 1,30 B*: -8,29 D L*: 82,2 A*: 1,71 B*: -7,34</p>	 <p>V L*: 86,7 A*: -0,369 B*: -2,08 M L*: 84,8 A*: 1,48 B*: -3,95 D L*: 84,5 A*: 1,86 B*: -4,94</p>	 <p>V L*: 93,6 A*: -0,840 B*: -0,239 M L*: 84,1 A*: -2,40 B*: 0,268 D L*: 84,1 A*: -2,40 B*: 0,268</p>

### Análisis con CIELAB

Utilizando la aplicación móvil color Gear Lite que utilizan la teoría del color y su base: Circulo Cromático (Color Wheel) y armonía de colores se logró determinar y caracterizar numéricamente el color en diferentes zonas del disco de dentina.

## Complemento Color tools – Excel

Esta aplicación permite integrar el Delta E para poder eliminar la diferencia de imperceptibilidad del operador

$$\Delta E = \text{RAIZ}((L1-L2)^2+(a1-a2)^2+(b1-b2)^2)$$

$$\Delta E_{2000}(L1; a1; b1; L2; a2; b2)$$

Cálculo de  $\Delta E$  utilizando el método Delta E CIE 2000

### 6.4.12 Variables.

### 6.4.13 Cuadro operacional de las variables y definición

## 6.5 DEFINICIÓN DE VARIABLES

### 6.5.1 Variables.

- **Independientes**
  - Grupo
- **Dependientes**
  - Color

### 6.5.2 Cuadro operacional de las variables

Tabla X. Definición operacional de las variables +Variable	Definición operacional	Tipo / nivel de medición	Valores posibles	Fuente de información
Grupo	Estado del tejido dental remanente de acuerdo al material con el que se encuentra en contacto cada grupo de discos de dentina	Cualitativa	Grupo A: Endodoncia Grupo B: Niquel cromo Grupo C: Oro	Tabla de registro
Tercio	Porción de los discos de dentina nombrada posterior al corte con ISOMET	Cualitativa	Cervical Medio Apical	Tabla de registro
Color mediante Cie .LAB	Un espacio de color puede ser descrito como un método para expresar el color de un objeto usando algún tipo de anotación, como pueden ser los números. La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), una organización sin fines de lucro que es considerada como la autoridad en la ciencia de la luz y el color, ha definido espacios de color, incluyendo CIE	Cuantitativa	A:(+60rojo)(-60 verde) B:(+60amarillo)(-60 azul)	Tabla de registro

	XYZ, CIE L*C*h, y CIE L*a*b*, para comunicar y expresar el color objetivamente.			
--	---	--	--	--

## 6.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se digitalizó los instrumentos de recolección en base de datos en Excel teniendo en cuenta las variables Grupo, Corte y Valor de CIELAB las cuales se presentaron en tablas con promedios y de desviación estándar.

Se ingresan datos a base de datos en excel para analizar mediante promedios y medidas de tendencia central (Promedio, mediana, desviación estándar) y gráficas descriptivas.

**Tabla 1**

			Endo		Niquel-Cromo		Oro		Total		DELTA		
			Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	DELTA Endo vs Niquel	DELTA Endo vs Oro	DELTA Niquel vs Oro
<b>CERVICAL</b>	<b>Vestibular</b>	L_V_C	78,45	12,66	67,25	1,06	85,40	3,39	77,03	10,08	11,473	8,954	18,697
		A_V_C	1,37	2,67	-1,01	1,09	-0,78	3,15	-0,14	2,24			
		B_V_C	3,26	13,35	2,53	8,68	-1,96	1,27	1,28	7,58			
	<b>Mesial</b>	L_M_C	55,40	13,29	51,00	0,99	75,65	11,95	60,68	14,23	5,764	20,951	24,810
		A_M_C	1,16	1,15	-0,52	0,62	1,41	0,15	0,68	1,11			
		B_M_C	-0,27	2,20	-3,59	0,64	-5,64	3,75	-3,16	3,12			
	<b>Distal</b>	L_D_C	55,90	12,59	59,10	10,47	74,70	10,61	63,23	12,53	5,675	19,431	15,940
		A_D_C	1,16	1,15	-1,49	1,78	1,62	0,13	0,43	1,78			
		B_D_C	-0,27	2,21	-4,13	0,74	-5,16	3,08	-3,19	2,88			
	<b>T_CERVICAL</b>	L_C	63,25	12,85	59,12	2,80	78,58	8,65	66,98	11,56	5,391	16,186	19,708
		A_C	1,23	1,66	-1,01	1,16	0,75	1,06	0,32	1,47			
		B_C	0,91	2,98	-1,73	2,43	-4,25	1,85	-1,69	3,00			
<b>MEDIA</b>	<b>Vestibular</b>	L_V_M	86,35	1,63	69,50	8,34	82,55	5,87	79,47	9,16	16,862	7,807	14,944
		A_V_M	0,84	1,95	0,63	5,41	-2,08	2,42	-0,20	3,15			
		B_V_M	0,85	0,88	0,25	21,14	7,01	12,86	2,70	11,57			
	<b>Mesial</b>	L_M_M	75,95	6,15	50,10	2,83	76,00	12,45	67,35	14,79	25,910	4,040	26,072
		A_M_M	0,34	0,25	-0,55	0,01	1,21	0,39	0,33	0,81			
		B_M_M	1,26	0,91	-0,27	9,63	-2,69	1,78	-0,57	4,75			
	<b>Distal</b>	L_D_M	78,50	1,13	59,90	1,27	76,40	11,46	71,60	10,48	20,320	5,309	17,238
		A_D_M	0,12	1,31	-2,26	0,78	1,59	0,38	-0,18	1,87			
		B_D_M	1,45	4,86	-6,38	0,58	-3,20	2,46	-2,71	4,29			
	<b>T_MEDIA</b>	L_M	80,27	1,13	59,83	3,30	78,32	9,92	72,81	11,13	20,734	2,121	18,678
		A_M	0,43	0,29	-0,73	1,55	0,24	1,06	-0,02	1,01			
		B_M	1,18	1,61	-2,13	10,06	0,37	5,70	-0,19	5,45			

<b>APICAL</b>	<b>Vestibular</b>	L_V_A	81,85	4,03	75,90	3,96	86,95	9,40	81,57	6,97	6,781	6,382	11,737
		A_V_A	1,15	2,76	-0,15	0,59	-2,69	2,61	-0,56	2,45			
		B_V_A	5,22	10,15	2,24	12,67	5,28	7,81	4,25	8,21			
	<b>Mesial</b>	L_M_A	57,30	3,11	45,35	0,64	76,95	10,11	59,87	15,04	12,003	19,722	31,712
		A_M_A	0,14	2,96	-0,26	0,89	-0,37	2,87	-0,16	1,90			
		B_M_A	-1,46	1,48	-0,41	2,55	-3,07	4,71	-1,65	2,76			
	<b>Distal</b>	L_D_A	60,70	5,66	48,50	3,82	74,80	13,15	61,33	13,51	13,253	14,308	26,465
		A_D_A	1,14	2,77	-0,44	0,63	-0,26	3,03	0,15	2,01			
		B_D_A	-3,83	6,14	1,10	1,57	-1,84	2,98	-1,52	3,84			
	<b>T_APICAL</b>	L_A	66,62	4,27	56,58	0,26	79,57	10,89	67,59	11,56	10,142	13,092	23,014
		A_A	0,81	0,99	-0,28	0,31	-1,11	1,10	-0,19	1,09			
		B_A	-0,02	0,84	0,98	4,55	0,12	0,04	0,36	2,13			

## 7. RESULTADOS

Los tres grupos de Endodoncia, Niquel-Cromo y Orto se conformaron por 2 dientes cada grupo de los cuales se obtuvieron 3 porciones por diente, para un total de cortes por grupo de los cuales se encontró los siguientes resultados.

El color en discos de dientes en grupos con endodoncia(A) y metal base(B) y aleación noble(C) en donde se encontró de acuerdo CIELAB una media de L, de 70,014, 58,51 y 78,82 para A de 0,823, -0,67 y -0,04 y para B de 0,69, -0,96 y -1,25 lo cual indica una variación de color en el grupo B que podrían atribuirse a procesos oxidativos o corrosivos. Se sabe que la cantidad de túbulos dentinales varía a lo largo de la raíz y se encontró que para el grupo A los valores de media en tercios cervical, medio y apical fueron de L 63,25, 80,27 y 66,62, para A de 1,23, 0,43 y 0,81 y para B de 0,91, 1,18, -0,02 respectivamente, siendo el tercio medio en donde se encontró una variación de color.

En el punto vestibular de la porción cervical se observa que el grupo níquel cromo presenta un valor de L de 67,25 en contraste con los valores de Endodoncia y Oro que presentan 78,45 y 85,40 respectivamente, lo que indica que el grupo níquel cromo tendría un color más oscuro.

En el punto mesial de la porción cervical se observa que los grupos endodoncia y níquel cromo presenta un valor de L de 55,40 y 51 en contraste con el valores de Oro que presenta 75,65 respectivamente, lo que indica que los grupos endodoncia y níquel cromo tendría un color más oscuro.

En el grupo de endodoncia se observó que los valores de L son irregulares teniendo como valor máximo 86,35 y valor mínimo 55.40, lo cual indica rangos muy irregulares.

En el grupo de Oro se observó que los valores de L son regulares teniendo como valor máximo 86,95 y valor mínimo 74,70, lo cual indica rangos estables

## 8. DISCUSIÓN

Las propiedades microestructurales de la dentina están bien documentadas (26), en contraste con las propiedades ópticas como el color que no lo están, en este estudio invitro se logró caracterizar mediante la aplicación Cie LAB el color de la dentina cuando está en contacto con aleaciones se tiene en cuenta que se pueden deber al efecto de liberación de iones, causando síntomas locales y/o generales, tal como los obtenidos en la publicación de 2004 y 2011 en donde se generó la inducción de iones metálicos en dentina radicular simulando iones de postes Ag,Pd,Cu,Au generando corrosión por aleaciones Ni, Cr y Au, Ag, Pd al llevar núcleos colados en las porciones radiculares de las muestras seleccionadas procurando que se distribuyen en la dentina por medio de corrientes eléctrica teniendo en cuenta que los diferentes diámetros de la dentina intraconducto (27) este estudio busca evaluar numéricamente la presencia de ese fenómeno.

Para ello la preservación de las muestras se realizó en cloruro de sodio al 0,9% buscando que no haya efecto de la sustancia de almacenamiento que modifique las propiedades de la dentina como recomienda la literatura. (28) el protocolo de Biobanco de dientes de la Universidad nacional recomienda preservarlos en suero fisiológico a 4°C diferencia de otros autores que recomiendan agua destilada, saliva artificial, formol, siendo sustancias que afectan las propiedades mecánicas.(29)

Si bien los estudios in vitro no asemejan en su totalidad las condiciones de cavidad oral, anteriormente no se podía determinar los ciclos para determinar el número de temperatura que pueda someterse una persona (18)(19) (30), pero actualmente muestras simula condiciones in vivo de un estudio in vitro, y así asemejar los comportamientos de los materiales y la estructura dental a lo que ocurre en el paciente al realizarlo según la norma Iso 4049 en la cual se reporta que se deben hacer ciclos de 5 a 55° con un tiempo y se hizo en saliva artificial ya que los iones calcio, magnesio, manganeso, potasio permite que al estar en este medio ocurran los fenómenos naturales dentro del envejecimiento.(20)

.La corrosión de las aleaciones dentales es un proceso complejo que depende no solo de la composición y la estructura de la aleación, sino también de muchos

otros factores, como el tratamiento de la superficie, las condiciones ambientales alrededor de la aleación y la composición del electrolito circundante, la corrosión depende de la estructura y composición de la aleación, Por otro lado, algunos elementos de aleación son muy propensos a mejorar el comportamiento de la corrosión, lo que da como resultado la liberación de elementos en los electrolitos y, por lo tanto, aumenta o disminuye la velocidad de corrosión, Los estudios electroquímicos han demostrado que las aleaciones de fundición de Ni-cr se corroen en una solución fisiológica como la sal balanceada, la solución proteica, la saliva artificial y la saliva humana (15) se han descrito distintos métodos para procesar los datos obtenidos en cuanto a las diferencias de color, entre ellas destacan las fórmulas CIELAB delta E, CIEDE2000 y CIEDE2000 , Estas han sido ampliamente descritas en la literatura; sin embargo, todavía no existe algún cálculo que se ajuste al 100%. Por esta razón, se sugiere utilizar CIEDE2000, porque tiene mayor acercamiento en cuanto a los juicios visuales y también permite mejores resultados en cuanto a perceptibilidad y aceptabilidad (31)

Al utilizar CIELAB se toman en cuenta todas las dimensiones del color, aunque relacionar a aleaciones de metal base tiene mayor posibilidad de generar oxidación porque son metal con un potencial eléctrico mayor en cambio con el oro al tener un buen procesamiento de colado, rescatar que se hizo con aleaciones nuevas que permiten mejor comportamiento en el colado.

## **9. CONCLUSIONES**

Se concluye que es posible caracterizar el color en dentina en dientes tratados endodónticamente, restaurados con aleaciones metal base y noble, el grupo B presento una reducción en el valor de L y el tercio medio del grupo de A presento un aumento en el valor de L, siendo un punto de partida para futuros estudios en donde se pueda aumentar el número de muestras o comparar 10.000 ciclos pudiendo entrelazar esta información incluso con variables microestructurales.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989;15(11):512–6.
2. Torres R. Metales y aleaciones en ortodoncia. *Rev Fac Oodntologia Univ Antioquia.* 2004;15(2):45–79.
3. Grippo JO, Simring M, Coleman TA. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncariious cervical lesions: A 20-year perspective. *J Esthet Restor Dent.* 2012;24(1):10–23.
4. Sueldo Parraguire, G P,; Pesantes Cruzado, L. M.;Martucci, D. G.; Henostroza Quintans N. Dental erosion or corrosion: etiology and diagnosis. *Actas Odontológicas.* 2010;7(2):5–11.
5. Montoya Mesa C, Alexander E, Henao O. Composición Química Y Microestructura De La Dentina De Pacientes Colombianos. *Rev Colomb Mater N.* 2013;5:73–8.
6. Fuentes Fuentes M V. Propiedades mecánicas de la dentina humana. *Av Odontoestomatol.* 2004;20(2):79–83.
7. Bersezio C, Oliveira Junior OB, Vildósola P, Martín J, Fernández E, Angel P, et al. Instrumentación para el registro del color en odontología. *Rev Dent Chile.* 2013;105(July):8–12.
8. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to intraradicular dentin: A review. *J Adhes Sci Technol.* 2009;23(7–8):1053–83.
9. Murgueitio R. Propuesta de una clasificación para medir los defectos de extensión de dientes anteriores con tratamiento de conducto Classification Proposal to measure extension defects of endodontically treated anterior teeth. *Rev Estomatol.* 2007;15(2):32–6.
10. KISHEN A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endod Top.* 2006;13(1):57–83.
11. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. Bonding of adhesive resin to intraradicular dentine: A review of the literature. *Int J Adhes Adhes [Internet].* 2015;60:92–103. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.04.003>

12. Ruiz-Matrel M, Pardo-Betancourt MF, Jaimes-Monroy G, Muñoz-Martínez E P-MJ. Resistencia a la fractura de postes de fibra de vidrio vs postes colados en dientes anteriores. Revisión sistemática(Fracture Resistance of fiberglass post vs cast post in anterior teeth. Systematic review). CES Odontol [Internet]. 2019;29(1):45–56. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-971X2016000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X2016000100006)
13. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: A systematic review. J Prosthet Dent. 2002;87(4):380–6.
14. Giraldo OL. Metales y aleaciones en odontología . Rev la Fac Odontol la Univ Antioquía. 2004;15(2):53–63.
15. Rao SB, Chowdhary R. Evaluation on the Corrosion of the Three Ni-Cr Alloys with Different Composition. Int J Dent. 2011;2011:1–5.
16. Shimizu H, Takeuchi Y. Bonding behavior and chemical and mechanical properties of silver-based dental alloys. Jpn Dent Sci Rev [Internet]. 2021;57:97–100. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.05.005>
17. Ansarifard E, Farzin M, Zohour Parlack A, Taghva M, Zare R. Comparing Castability of Nickel-Chromium, Cobalt-Chromium, and Non-Precious Gold Color Alloys, Using two Different Casting Techniques. J Dent (Shiraz, Iran) [Internet]. 2022;23(1):7–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35291681><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC8918635>
18. Schmid-Schwab M, Graf A, Preinerstorfer A, Watts DC, Piehslinger E, Schedle A. Microleakage after thermocycling of cemented crowns - A meta-analysis. Dent Mater [Internet]. 2011;27(9):855–69. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2011.05.002>
19. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent. 1999;27(2):89–99.
20. Ernst CP, Canbek K, Euler T, Willershausen B. In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing.

Clin Oral Investig. 2004;8(3):130–8.

21. Teixeira GS, Pereira GKR, Susin AH. Aging Methods-An Evaluation of Their Influence on Bond Strength. *Eur J Dent*. 2021;15(3):448–53.
22. Consideración C, Odontología EN, Para EI, Registro EL. Caso Clínico COLOR: CONSIDERACIÓN EN ODONTOLOGÍA E INSTRUMENTOS PARA EL REGISTRO. 2016;10–5.
23. Dydyk N, Hrynyshyn O. Prevalence of root filled teeth in an adult population (Iviv, ukraine) found on digital panoramic radiographs. *Wiad Lek*. 2020;73(4):691–5.
24. García RD. Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro. *Av en química [Internet]*. 2018;3(13):79–82. Available from: [www.saber.ula.ve/avancesenquimicaAvancesenQuímica,13](http://www.saber.ula.ve/avancesenquimicaAvancesenQuímica,13)
25. Tejada-Casado M, Ghinea R, Martínez-Domingo MÁ, Pérez MM, Cardona JC, Ruiz-López J, et al. Validation of a Hyperspectral Imaging System for Color Measurement of In-Vivo Dental Structures. *Micromachines*. 2022;13(11):13–5.
26. Kucher M, Dannemann M, Modler N, Bernhard MR, Hannig C, Weber MT. Mapping of the micro-mechanical properties of human root dentin by means of microindentation. *Materials (Basel)*. 2021;14(3):1–11.
27. Arwatchanakan S, Uoshima K, Takahashi H, Miura H. The effect of electrical potential on the penetration of metal ions through radicular dentin. *J Med Dent Sci*. 2004;51(1):53–8.
28. Torres-Rodríguez C, Santiago Medina AM, Delgado-Mejía E. Medios de almacenamiento de dientes para estudios de color. *CES Odontol*. 2020;33(2):136–46.
29. Sivoilella S, Scanu A, Xie Z, Vianello S, Stellini E. Biobanking in dentistry: A review. *Jpn Dent Sci Rev [Internet]*. 2022;58:31–40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.12.002>
30. Sajewicz E, Kulesza Z. A new tribometer for friction and wear studies of dental materials and hard tooth tissues. *Tribol Int*. 2007;40(5):885–95.
31. Ruiz-Pineda JA, Gaona-Amador V, Torres-Rodríguez C. Parámetros para la

evaluación visual e instrumental del color dental en estudios in-vitro. Revisión de la literatura. Acta Odont Col. 2022;12(2):61–77.

## ANEXOS

Agregar formatos de recolección de datos, formato de consentimiento informado, formato de asentimiento informado, tablas, gráficos, esquemas, etc.

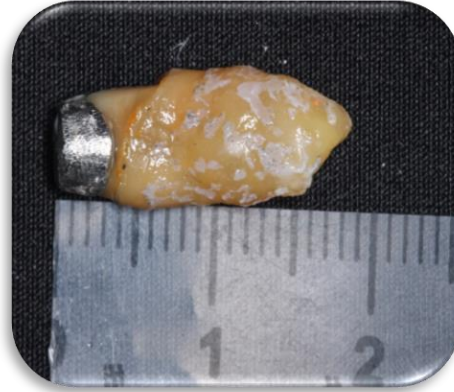
### CARTILLA INFORMATIVA - PRUEBA PILOTO

1. Exodoncia diente con corona y perno colado de níquel- cromo siguiendo el protocolo de recolección de órganos almacenamiento suero fisiológico.



2. Retiro de corona metal-cerámica con fresa diamantada y fresa trans metálica.





3. Recorte de discos a 2mm de espesor.



4. Se almaceno la muestra de 4 discos de dentina de 2mm grosor en Coca-Cola durante 10 días



## IMPLEMENTOS FOTOGRAFICOS Y CONFIGURACION

### CANNON REBEL T7



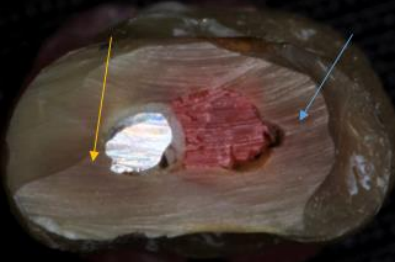

**CONFIGURACION ISO : 100 F : 22 V: 1/125**



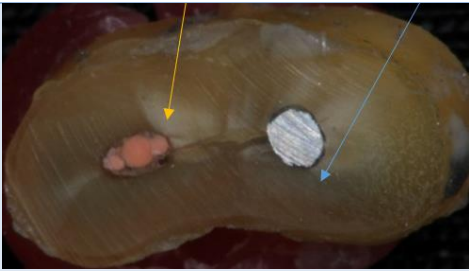
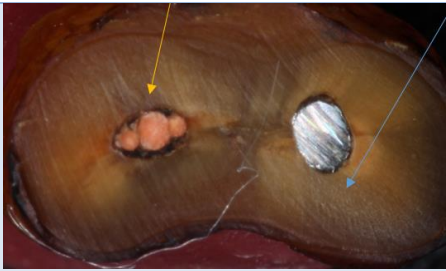
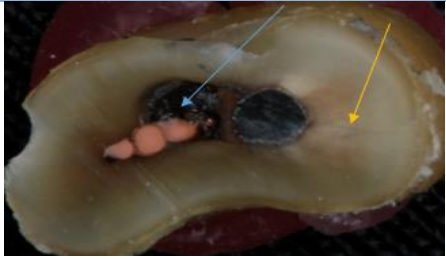
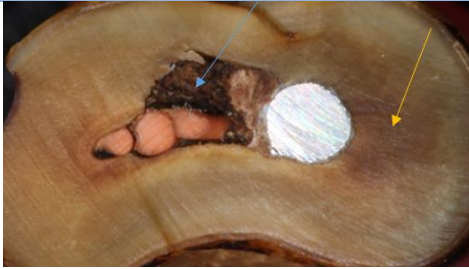
**RINFLASH YN14EX II**



### Análisis con cielab

Utilizando la aplicación móvil color gear lite que utilizan la teoría del color y su base: Circulo Cromático (Color Wheel) y armonía de colores se logró determinar y caracterizar numéricamente el color en diferentes zonas del disco de dentina.

Discos	Imagen en Dentina Antes de inmersión	Imagen después de inmersión
1	 <p data-bbox="399 1570 841 1629"> <b>FLECHA AZUL L*: 30,7 A*:7,41 B*:7,52</b>  <b>FLECHA AMARILLA L*: 35,1 A*:5,81 B*:8,73</b> </p>	 <p data-bbox="972 1570 1414 1629"> <b>FLECHA AZUL L*: 36,1 A*:14,1 B*:15,4</b>  <b>FLECHA AMARILLA L*: 56,0 A*:10,6 B*:16,0</b> </p>

2	 <p>FLECHA AZUL: L*: 8,21 A*: 6,14 B*: 2,33 FLECHA AMARILLA L*: 26,6 A*:15,3 B*:23,7</p>	 <p>FLECHA AZUL L*: 15,9 A*:14,5 B*:6,39 FLECHA AMARILLA L*: 58,1 A*:14,6 B*:33,8</p>
3	 <p>FLECHA AZUL L*: 29,9 A*:0,0518 B*:8,76 FLECHA AMARILLA L*: 49,3 A*:0,804 B*:12,6</p>	 <p>FLECHA AZUL L*: 38,0 A*:11,4 B*:15,4 FLECHA AMARILLA L*: 39,1 A*:7,23 B*:20,5</p>
4	 <p>FLECHA AZUL L*: 7,88 A*:-1,57 B*:-1,35 FLECHA AMARILLA L*: 52,1 A*:4,06 B*:15,5</p>	 <p>FLECHA AZUL L*: 19,9 A*:11,9 B*:14,2 FLECHA AMARILLA L*: 33,2 A*:10,9 B*:18,1</p>

### Complemento Color tools – Excel

Esta aplicación permite integrar el Delta E para poder eliminar la diferencia de imperceptibilidad del operador

$$\Delta E = \text{RAIZ}((L1-L2)^2+(a1-a2)^2+(b1-b2)^2)$$

DeltaE2000(L1; a1; b1; L2; a2; b2)

Cálculo de  $\Delta E$  utilizando el método Delta E CIE 2000.

Disco 1	Disco 1-Flecha Azul	L	A	B	Delta E	p-valor
	Antes de inmersión	30,7	7,41	7,52		
	Después de Inmersión	36,1	14,1	15,4	7,92888868	
	Disco 1-Flecha Amarilla	L	A	B	Delta E	
	Antes de inmersión	35,1	5,81	8,73		
	Después de Inmersión	56	10,6	16	20,7424909	
Disco 2	Disco 2-Flecha Azul	L	A	B	Delta E	
	Antes de inmersión	8,21	6,14	2,33		
	Después de Inmersión	15,9	14,5	6,39	9,02686894	
	Disco 2-Flecha Amarilla	L	A	B	Delta E	
	Antes de inmersión	26,6	15,3	23,7		
	Después de Inmersión	58,1	14,6	33,8	29,1721144	
Disco 3	Disco 3-Flecha Azul	L	A	B	Delta E	
	Antes de inmersión	29,9	0,0518	8,76		
	Después de Inmersión	38	11,4	15,4	14,1998105	
	Disco 3-Flecha Amarilla	L	A	B	Delta E	
	Antes de inmersión	49,3	0,804	12,6		
	Después de Inmersión	39,1	7,23	20,5	12,2860381	
Disco 4	Disco 4-Flecha Azul	L	A	B	Delta E	
	Antes de inmersión	7,88	-1,57	-1,35		
	Después de Inmersión	19,9	11,9	14,2	19,5816813	
	Disco 4-Flecha Amarilla	L	A	B	Delta E	
	Antes de inmersión	52,1	4,06	15,5		

	Después de Inmersión	33,2	10,9	18,1	18,5096791
--	----------------------	------	------	------	------------

## RESULTADOS PRUEBA PILOTO

### Muestra #1

	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
L_antes	30,7	35,1	32,9	32,9	3,1	30,7	35,1
A_antes	5,8	7,4	6,6	6,6	1,1	5,8	7,4
B_antes	7,5	8,7	8,1	8,1	0,9	7,5	8,7
L_despues	36,1	56,0	46,1	46,1	14,1	36,1	56,0
A_despues	10,6	14,1	12,4	12,4	2,5	10,6	14,1
B_despues	15,4	16,0	15,7	15,7	0,4	15,4	16,0

### Muestra #2

	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
L_antes	8,2	26,6	17,4	17,4	13,0	8,2	26,6
A_antes	6,1	15,3	10,7	10,7	6,5	6,1	15,3
B_antes	2,3	23,7	13,0	13,0	15,1	2,3	23,7
L_despues	15,9	58,1	37,0	37,0	29,8	15,9	58,1
A_despues	14,5	14,6	14,6	14,6	0,1	14,5	14,6
B_despues	6,4	33,8	20,1	20,1	19,4	6,4	33,8

### Muestra #3

	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
L_antes	29,9	49,3	39,6	39,6	13,7	29,9	49,3
A_antes	0,1	0,8	0,4	0,4	0,5	0,1	0,8
B_antes	8,8	12,6	10,7	10,7	2,7	8,8	12,6
L_despues	38,0	39,1	38,6	38,6	0,8	38,0	39,1
A_despues	7,2	11,4	9,3	9,3	2,9	7,2	11,4
B_despues	15,4	20,5	18,0	18,0	3,6	15,4	20,5

## Muestra #4

	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
L_antes	7,9	52,1	30,0	30,0	31,3	7,9	52,1
A_antes	-1,6	4,1	1,2	1,2	4,0	-1,6	4,1
B_antes	-1,4	15,5	7,1	7,1	11,9	-1,4	15,5
L_despues	19,9	33,2	26,6	26,6	9,4	19,9	33,2
A_despues	10,9	11,9	11,4	11,4	0,7	10,9	11,9
B_despues	14,2	18,1	16,2	16,2	2,8	14,2	18,1