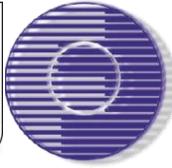


**EFFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO
BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR
CORONAL. ESTUDIO IN VITRO.**

AUTOR: Carla Facchin



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

**EFFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA
CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL.
ESTUDIO IN VITRO.**

AUTOR: Carla Facchin

C.I: 17905502

Valencia, Junio de 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

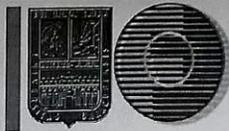
**EFFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA
CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL.
ESTUDIO IN VITRO.**

**Trabajo adscrito en la unidad de investigación UNIMPA, línea de
investigación Rehabilitación del Sistema Estomatognático, temática
Rehabilitación Anatomofuncional y subtemática Técnicas de
Restauración y de Rehabilitación en Odontología (Endodoncia).**

Tutor de contenido: Prof. Luis Dugarte
C.I: 14186613

Autor: Carla Facchin
C.I: 17905502

Valencia, Junio de 2018.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología
Dirección de Asuntos Estudiantiles

DAEFO

ACTA DE DISCUSION TRABAJO DE ESPECIALIZACION

En atención a lo dispuesto en los Artículos 127,128,137,138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado Designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Odontología, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 135 del citado Reglamento, para estudiar el Trabajo de Especialización titulado:

“EFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERAMICOS COMO BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL, ESTUDIO IN VITRO”

Presentado para optar al grado de **ESPECIALISTA en ENDODONCIA** por el (la) aspirante:

FACCHIN S., CARLA V.
C.I. V.- 17.905.502

Habiendo examinado el Trabajo presentado, decidimos que el mismo está **APROBADO**.

En Valencia, a los once días del mes de Junio del año dos mil dieciocho.


Prof. **FARIAS FRANCISCO**
C.I. 3637864
Fecha: 11/06/18


Prof. **JIMENEZ A. LILIANA C.**
C.I.: 7064135
Fecha: 11/06/2018

07/06/2018 /vq.




Prof. **CARPAVIRE A., YOMINSIMAR**
C.I.: 0-11-116-41
Fecha: 11-06-2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

CONSTANCIA DE CULMINACIÓN DEL TUTOR DE CONTENIDO

Por medio de la presente, Yo Luis Ernesto Dugarte Cédula de Identidad 14186613, en mi carácter de TUTOR de contenido del Trabajo de Especialización titulado: **“EFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL. ESTUDIO IN VITRO”** presentado por la ciudadana Od. Carla Facchin, venezolana, C.I: 17905502 como requerimiento para optar al título de Especialista en Endodoncia; considero que dicho trabajo fue realizado bajo un rigor metodológico, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a consideración, presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Valencia, a los 24 días del mes de Mayo de 2018.

Od. Esp. Luis Dugarte.
Tutor de Contenido
C.I: 14186613.

DEDICATORIA

*A mi querido Dios en quien confío plenamente y siempre está conmigo, a mis padres Carlos y Milagros mis guías terrenales, ejemplo de amor incondicional y pilares de mi vida, a mis hermanas Vane y Estefi mis mejores amigas conectadas por el corazón, brillantes y emprendedoras, contar con ustedes es una bendición. Finalmente a mi esposo Sarkis, a tu lado todo lo puedo, eres mi complemento perfecto, compañero de sueños y razón de mi alegría.
Los amo inmensamente. Este logro es de ustedes.*

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, porque con tu infinito amor de padre misericordioso me concediste la vida, me acompañas y bendices todos los días. Tú eres mi refugio, mi fuerza, mi luz y salvación. Mi confianza está puesta en ti Señor.

A mi otra mitad, mi amado "Kiki", el hombre especial que me hace feliz y a quien entrego mi corazón porque a su lado todo es mejor. No existen palabras para agradecer el apoyo que me das, tu comprensión y motivación para alcanzar juntos cada meta que anhelo.

A mis padres y hermanas, quienes me enseñaron que la familia es el vínculo más puro y sagrado que existe, con quienes puedo contar siempre y me impulsan a ser mejor. Son mi esencia y tesoro máspreciado.

A mis abuelas, mi ángel Margarita y mi adorada Coco. Ejemplos de mujer luchadora que con fé y perseverancia hacen lo imposible por sus seres queridos, por entregar todo por los demás y amarnos incansablemente.

A mi segunda familia, mis suegros y mis cuñados quienes me recibieron como parte de ellos en su hogar y me han brindado su cariño sincero.

A mi peque, esa compañera fiel que el Postgrado me regaló y que la vida me llevó a conocer durante el desarrollo de la especialidad para ayudarnos en el camino y formar una bonita amistad que espero dure muchos años más.

Al Prof. Luis Dugarte, por guiarme en esta etapa final pero sobre todo por su paciencia y confianza en mí, gracias por ser mi tutor y amigo.

A la coordinadora de mi Postgrado, Prof. Liliana Jiménez quien dirigió sus esfuerzos en formarnos con excelencia y organización como Endodoncistas.

A Jesús, una de las personas que hizo que me decidiera por este apasionante mundo de la Endodoncia y a quien agradezco sus enseñanzas, consejos y la idea de este proyecto. Te admiro querido colega.

A mis compañeros de Postgrados, compartir esta experiencia con ustedes me ayudó a crecer en lo personal y profesional, dejaron una huella en mí y estoy segura que serán los mejores especialistas y lograrán siempre lo que se propongan. Éxitos.

Al Prof. Gustavo Pinto, quien cordialmente me asesoró y compartió sus conocimientos estadísticos con la mejor disposición a hacer un buen trabajo.

A todos aquellos, profesores, pacientes y personal dentro y fuera del Postgrado; que de alguna u otra forma brindaron su colaboración para culminar con este objetivo les estaré agradecida en todo momento.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

EFFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL. ESTUDIO IN VITRO.

Adscrito a Unidad de investigación: UNIMPA

Línea de investigación: Rehabilitación del sistema estomatognático,
temática: Rehabilitación anatomofuncional y subtemática: Técnicas de restauración y de rehabilitación en odontología (Endodoncia) de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo.

Autor: Od. Carla Verónica Facchin Soto.

Tutor: Od. Esp. en Prostodoncia Luis Dugarte.

RESUMEN

El manejo de dientes permanentes no vitales con ápice inmaduro es una limitante de la terapia endodóntica convencional. Los procedimientos endodónticos regenerativos (PER) representan un tratamiento alternativo fundamentado en la desinfección de conductos radiculares, creación de una matriz y sellado coronal efectivo, que incluye una barrera cervical con cementos biocerámicos (CBC). El potencial de pigmentación inducido por materiales dentales con ubicación coronal ha sido reportado como desventaja. La investigación tuvo como objetivo, determinar el efecto de los CBC como barrera cervical en la estabilidad del color coronal de dientes extraídos; a través de un estudio in vitro con 50 dientes humanos monorradiculares aleatorizados en 3 grupos: con barrera cervical MTA blanco (n=20), barrera cervical Biodentine® (n=20) y Grupo control negativo (n=10). La determinación del color coronal se realizó mediante registro fotográfico procesado en un software digital utilizando valores del Sistema cromático CIELab, antes y después (0, 7, 30 y 90 días) de la aplicación de los cementos. Con los datos obtenidos se realizó un análisis descriptivo y contraste no paramétrico con Pruebas de Wilcoxon, Friedman y U de Mann-Whitney; empleando el programa estadístico SPSS 15.0. Los resultados revelaron que la aplicación de MTA blanco produjo cambios perceptibles en el color coronal a los 30 días (eje de luminosidad) y 90 días; mientras que con Biodentine® fueron mayormente casi imperceptibles. Conclusión: La diferencia total de color coronal en el grupo MTA blanco fue más perceptible que en el de Biodentine® 90 días post-aplicación. El efecto en la estabilidad del color coronal depende del CBC empleado como barrera cervical.

Palabras Clave: Cementos biocerámicos, pigmentación dental, barrera cervical, estabilidad del color.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

EFFECT OF BIOCERAMIC CEMENTS AS CERVICAL BARRIER IN CORONAL COLOR STABILITY. IN VITRO STUDY.

Investigation Unit: UNIMPA. Investigation Line: Rehabilitation of stomatognathic system. Thematic: Anatomic and Functional Rehabilitation. Subthematic: Restoration and rehabilitation Techniques in dentistry (Endodontics). Faculty of Dentistry, University of Carabobo.

Author: DMD. Carla Verónica Facchin Soto.

Tutor: DMD. Prosthodontics Specialist Luis Dugarte.

Year: 2018.

ABSTRACT

Management of non-vital permanent teeth with immature apex is a limitation of conventional endodontic therapy. Regenerative endodontic procedures (PER) represent an alternative treatment based on root canal disinfection, creation of a scaffold and effective coronal seal, which includes a cervical barrier with bioceramic cements (CSCs). Discoloration potential induced by dental materials with coronal location has been reported as a disadvantage. The aim of the investigation was to determine the effect of CSCs as cervical barrier on coronal color stability of extracted teeth; through an in vitro study with 50 single-rooted human teeth randomized into 3 groups: with White MTA cervical barrier (n = 20), cervical barrier with Biodentine® (n = 20) and negative control group (n = 10). Assessment of coronal color was carried out by photographic images processed in digital software using CIELab Color System values, before and after (0, 7, 30 and 90 days) cements placement. With the obtained data, a descriptive and nonparametric contrast analysis was performed with Wilcoxon, Friedman and Mann-Whitney U tests; using the statistical program SPSS 15.0. The results revealed that the application of white MTA displayed perceptible coronal color changes at 30 days (on lightness axis) and 90 days; whereas with Biodentine® they were mostly almost imperceptible. Conclusion: Total coronal color difference on white MTA group was more noticeable than in that of Biodentine® 90 days after placement. The effect on coronal color stability depends on the type of CSCs used as a cervical barrier.

Key words: Bioceramic cements, tooth discoloration, cervical barrier, color stability.

	pp.
	ÍNDICE GENERAL
Primera portada	2
Segunda Portada	3
Acta de Veredicto	4
Constancia de culminación del tutor	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Resumen	8
Abstract	9
Índice General	10
Índice de Cuadros	13
Índice de Gráficos	15
Índice de Figuras	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPITULO I. EL PROBLEMA	
Planteamiento del Problema	20
Formulación del Problema	24
Objetivos de la Investigación	25
Justificación de la Investigación	25
Delimitación de la Investigación	27
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	
Antecedentes de la Investigación	29

Bases Teóricas	37
Agregado de Trióxido Mineral (MTA)	38
Biodentine®	40
Cementos a base de silicatos como barrera cervical en Procedimientos de Endodoncia Regenerativa	42
Características/ dimensiones del color y propiedades ópticas dentales	44
Sistemas de medición numérica del color. Sistema cromático CIELab	47
Cálculo de la diferencia entre dos colores (Delta E= ΔE^*)	49
Bases Legales, Bioéticas, Biomédicas y/o Filosóficas	51
Definición operativa de términos	56
Sistema de variables	57
Formulación de hipótesis	58
Operacionalización de Variables	59
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	
Paradigma y enfoque de la investigación	60
Tipo y Diseño de la investigación	60
Nivel o Alcance de la investigación	62
Población y muestra, criterios de inclusión y exclusión	62
Técnica e Instrumento de recolección de datos	64
Validez	65
Técnica de análisis y presentación de los datos	65
Procedimiento	66

CAPITULO IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
Presentación y análisis de los resultados	77
Discusión de los resultados	117
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones	127
Recomendaciones	129
REFERENCIAS	131
ANEXOS	142
Anexo 1: Constancia de adscripción a estructura de investigación	
Anexo 2: Aval de la Comisión de Bioética	
Anexo 3: Consentimiento informado	
Anexo 4: Instrumento de recolección de datos	
Anexo 5: Validación del instrumento por expertos	
Anexo 6: Fotografía del color coronal de una representación de los grupos de estudios en los tiempo post-aplicación.	

ÍNDICE DE TABLAS

	DESCRIPCIÓN	pág.
1	Color coronal sin barrera cervical en el eje de Luminosidad.	77
2	Estadísticos descriptivos del color coronal sin barrera cervical en el eje de Luminosidad y grupos de estudio.	77
3	Color coronal sin barrera cervical en el eje a* y grupos de estudio.	79
4	Estadísticos descriptivos del color coronal sin barrera cervical en el eje a* y grupos de estudio.	79
5	Color coronal sin barrera cervical en el eje b* y grupos de estudio.	81
6	Estadísticos descriptivos del color coronal sin barrera cervical en el eje b* y grupos de estudio.	81
7	Color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.	83
8	Estadísticos descriptivos del color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.	83
9	Color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje a* y tiempos post-aplicación.	85
10	Estadísticos descriptivos del color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje a* y tiempos post-aplicación.	85
11	Color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje b* y tiempos post-aplicación.	87
12	Estadísticos descriptivos del color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje b* y tiempos post-aplicación.	88
13	Color coronal con barrera cervical de Biodentine [®] en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.	89
14	Estadísticos descriptivos del color coronal con barrera cervical de Biodentine [®] en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.	90

15	Color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® en el eje a* y tiempos post-aplicación.	91
16	Estadísticos descriptivos del color coronal con barrera cervical de Biodentine® en el eje a* y tiempos post-aplicación.	92
17	Color coronal con barrera cervical de Biodentine® en el eje b* y tiempos post-aplicación.	94
18	Estadísticos descriptivos del color coronal con barrera cervical de Biodentine® en el eje b* y tiempos post-aplicación.	94
19	Diferencia total de color coronal con barrera cervical de MTA blanco según los tiempos post-aplicación.	96
20	Diferencia total de color coronal con barrera cervical de Biodentine® según los tiempos post-aplicación	98
21	Rangos y Prueba de Wilcoxon para magnitud de los valores numéricos del color coronal sin barrera cervical e inmediatamente después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.	101
22	Rangos y Prueba de Wilcoxon para magnitud de los valores numéricos del color coronal sin barrera cervical y 7 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.	104
23	Rangos y Prueba de Wilcoxon para la magnitud de los valores numéricos del color coronal sin barrera cervical y 30 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.	106
24	Rangos y Prueba de Wilcoxon para la magnitud de los valores numéricos del color coronal sin barrera cervical y 90 días después de haber aplicado la barrera MTA blanco.	110
25	Prueba de Friedman para la diferencia total de color coronal de dientes con barrera Biodentine® en los tiempos post-aplicación.	113
26	Estadísticos prueba U de Mann-Whitney para nivel de perceptibilidad en la diferencia total de color coronal a los 90 días post-aplicación de los cementos como barrera cervical.	116

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	DESCRIPCIÓN	pág.
1	Diagrama de líneas del color coronal sin barrera cervical en el eje de Luminosidad y grupos de estudio.	78
2	Diagrama de líneas del color coronal sin barrera cervical en el eje a* y grupos de estudio.	80
3	Diagrama de líneas del color coronal sin barrera cervical en el eje b* y grupos de estudio.	82
4	Diagrama de líneas del color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje de Luminosidad y tiempos post-aplicación.	84
5	Diagrama de líneas del color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje a* y tiempos post-aplicación.	86
6	Diagrama de líneas del color coronal con barrera cervical de MTA blanco en el eje b* y tiempos post-aplicación.	88
7	Diagrama de líneas del color coronal con barrera cervical de Biodentine® en el eje de Luminosidad y tiempos post-aplicación.	90
8	Diagrama de líneas del color coronal con barrera cervical de Biodentine® en el eje a* y tiempos post-aplicación.	92
9	Diagrama de líneas del color coronal con barrera cervical de Biodentine® en el eje b* y tiempos post-aplicación.	95
10	Diagrama de barras múltiples de la diferencia total de color coronal con barrera cervical de MTA blanco según los tiempos post-aplicación.	96
11	Diagrama de barras múltiples de la diferencia total de color coronal con barrera cervical de Biodentine® según los tiempos post-aplicación.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG.	DESCRIPCIÓN	pág.
1	Representación esquemática del Espacio de color.	48
2	Unidades dentarias de la muestra de estudio.	67
3	Estandarización de la longitud radicular de la muestra.	68
4	División aleatoria de la muestra para grupo de estudio.	69
5	Colocación de barrera cervical y sellado coronal/ apical en resina.	69
6	Esquema y materiales para el montaje individualizado de las UD.	70
7	Molde de acrílico individual por UD y guía rectangular en la superficie vestibular de la corona para registro fotográfico del color.	71
8	Montaje reproducible para el registro fotográfico.	72
9	Procesamiento de las imágenes en Adobe Photoshop CS6.	73
10	Almacenamiento y traslado de la muestra de estudio.	74
11	Fotografía del color coronal de una representación de los grupos de estudios en los tiempo post-aplicación.	

INTRODUCCIÓN

La endodoncia en las últimas décadas ha sufrido una evolución gracias al advenimiento de nuevos materiales y técnicas, que han permitido el abordaje de casos que anteriormente eran catalogados como de muy difícil manejo o que simplemente se intentaban tratar mediante modificaciones en las terapias convencionales, tales como aquellas unidades dentarias (UD) con detención del desarrollo radicular y ápice abierto.

Dentro de los tratamientos desarrollados como alternativas a la terapia endodóntica tradicional, surge la endodoncia regenerativa, una opción emocionante que conjuga investigaciones de vanguardia con los conocimientos y principios básicos de la endodoncia; incluyendo la biología pulpar y la reparación de los tejidos periapicales.

El modelo de regeneración del complejo dentino-pulpar se basa en la ingeniería tisular aplicada a dientes permanentes no vitales inmaduros, que por traumatismos, caries o anomalías dentales, detuvieron su formación radicular; dando como resultado raíces cortas y paredes dentinarias muy delgadas con mayor riesgo de fractura. A su vez, estas condiciones imposibilitan un sellado apical adecuado y la resolución/ prevención de la periodontitis apical; siendo este último el objetivo principal de la endodoncia. Es por ello que, en procedimientos como la endodoncia regenerativa se unen

esfuerzos clínicos y evidencia científica para lograr mantener las unidades dentarias naturales saludables en boca el mayor tiempo posible.

Cabe destacar que, el hecho de preservar estos dientes de manera permanente, funcional y estética, implica que el éxito de los tratamientos depende de muchos factores y múltiples consideraciones durante el protocolo de atención, que hasta los momentos no han sido estandarizadas; por ende existe la posibilidad de errores técnicos o selección inadecuada de materiales que finalmente pueden llevar a problemas de tipo restaurativo que generan dudas y controversias al paciente y referidores. Tal es el caso, de las pigmentaciones coronales post- tratamiento en aquellos dientes manejados con procedimientos endodónticos regenerativos.

Todo lo anteriormente expuesto, condujo a la búsqueda de información para desarrollar una investigación que tuvo como propósito determinar el efecto de los cementos biocerámicos como barrera cervical en la estabilidad del color coronal de dientes extraídos; utilizando un registro fotográfico digital que fue procesado mediante el Software Adobe Photoshop CS6[®] que emplea el Sistema cromático CIELab (Commission Internationale de l'Eclairage: L*, a* y b*).

En consecuencia, el presente estudio in vitro adscrito en la línea investigativa Rehabilitación del Sistema Estomatognático, temática “Rehabilitación anatomofuncional” y subtemática “Técnicas de restauración y de rehabilitación en odontología”; fue realizado en el período 2017- 2018 con la

finalidad de generar nuevas investigaciones en el área para su posterior aplicación clínica en el Postgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, y así fomentar tanto a estudiantes, como a profesionales de diferentes especialidades, sobre un tema odontológico de interés actual con repercusión social.

Por último, la estructura de la investigación se desarrolló de la siguiente forma: en el Capítulo I, se planteó y formuló el Problema, se establecieron los Objetivos, Justificación y Delimitación de la Investigación; en el Capítulo II se describieron los Antecedentes y las Bases teóricas del estudio; en el Capítulo III, se explicó la metodología de la investigación empleada; el Capítulo IV, relacionado con la presentación, análisis y discusión de los resultados condujo finalmente al Capítulo V donde se reflejan las conclusiones y recomendaciones sugeridas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

El fin de la endodoncia es lograr un sellado tridimensional del sistema de conducto radicular (SCR), y en el caso de las terapias regenerativas es inducir biológicamente la restauración de un ambiente intraconducto sano, que permita el desarrollo radicular completo y la reparación de los tejidos periapicales subyacentes. Todo esto con el propósito de recuperar la forma, funcionalidad y estética del órgano dental como unidad principal en el balance del sistema estomatognático.^{1,2}

De este modo, en los últimos años las nuevas terapias pulpares dirigen sus esfuerzos a mantener la integridad de la estructura dentaria, con la finalidad de preservar su función óptima así como una estética aceptable; ya que ésta juega un rol importante en la odontología actual.³

Por ende, los requerimientos de calidad que exigen los pacientes al momento de la consulta, así como sus expectativas con respecto a los resultados de tratamientos dentales; han llevado a una evolución mundial de la endodoncia hacia técnicas más conservadoras, además del desarrollo y empleo de nuevos materiales cercanos al ideal, que logren superar algunas desventajas como el cambio de color o pigmentación que puede producirse a nivel coronal.^{4,5}

En tanto que, la decoloración de una unidad dentaria puede tener un impacto negativo significativo en la calidad de vida del paciente; a pesar de esto, sigue siendo un hallazgo frecuente que afecta el resultado del tratamiento endodóntico.⁶

Se ha reportado que el cambio de coloración progresivo de la corona puede estar asociado a varios factores, como por ejemplo; persistencia de restos de sangre, tejido necrótico, bacterias cromógenas (desinfección insuficiente) o penetración de materiales endodónticos hacia los túbulos dentinarios, causada por residuos dejados en la cámara pulpar durante la terapia o por obturaciones con terminación cervical por encima de la unión cemento dentinaria, que con el tiempo, se oscurecerán y se reflejarán a través de la dentina y el esmalte.⁷

Al respecto, ha sido ampliamente descrito en la literatura, que muchos de los materiales de endodoncia, en mayor o menor grado, producen pigmentación de la estructura dentaria. Por esta razón, algunas investigaciones a nivel internacional se han enfocado en su capacidad de tinción, específicamente en aquellos que se utilizan durante la obturación del SCR y más recientemente los que se aplican en terapias endodónticas regenerativas.

La mayoría de la evidencia científica se centra en conocer el mecanismo y los factores asociados a la producción del cambio de coloración dental, inducida por cementos selladores de conducto en tratamientos convencionales. No obstante, la estabilidad del color debe ser un punto fundamental en la elección de materiales durante el procedimiento clínico,

por lo que no es suficiente valorar sólo las propiedades favorables que ofrecen o los aspectos biológicos y funcionales; sino que también deben ser tomadas en cuenta las consideraciones estéticas.⁸⁻¹¹

Asimismo, las tinciones intrínsecas locales producto de materiales de endodoncia han sido señaladas como una desventaja de estos productos en algunos estudios en Venezuela, dirigidos básicamente al tratamiento de la decoloración postendodóntica, más que al entendimiento del por qué ocurre este proceso y a su prevención.¹²

En consecuencia, los pacientes acuden a consulta en búsqueda de un tratamiento que no sólo alivie la sintomatología, sino que también devuelva o mejore ciertas características de su sonrisa; ya que ésta afecta su imagen personal, autoestima e incluso repercute en las relaciones sociales.^{13,14}

De igual forma, se ha detectado que uno de los grupos más afectados por las repercusiones psicosociales tras los cambios de coloración dental posteriores a tratamientos endodónticos tempranos, son los pacientes jóvenes; quienes debido a traumatismos, caries avanzada o iatrogenias ameritan terapias pulpares con un seguimiento prolongado, que a menudo no se lleva a cabo de la mejor manera.¹⁵

Cabe destacar que, las causas de fracaso estético y funcional en estos casos pueden ser diversas. Existe una tendencia a que sean producto del desconocimiento del clínico en cuanto a la correcta utilización de los materiales endodónticos indicados; así como la falta de actualización acerca de las últimas generaciones que han sido desarrolladas, como una evolución

de sus propiedades y a manera de superar los inconvenientes que presentan.¹⁶

En este contexto, si se continúan realizando tratamientos que no cumplan con todos los objetivos, posiblemente éstos fracasen, llevando a utilizar estrategias restauradoras que no preserven la integridad de la estructura dentaria o en el peor de los escenarios, a la pérdida del diente.

Por otra parte, uno de los materiales comúnmente empleado en la terapia endodóntica por sus ventajas y aplicaciones, es el agregado de trióxido mineral (MTA), introducido en el campo de la endodoncia desde 1993 por la Universidad de Loma Linda, como un cemento a base de silicato de calcio y desarrollado por modificación del cemento Portland. Es considerado un material versátil que puede indicarse como recubrimiento pulpar, en pulpotomía, en caso de resorciones cervicales, procesos de apexogénesis y apicoformación, como barrera cervical en procedimientos endodónticos regenerativos y blanqueamiento interno; en los cuales el MTA tendrá una posición coronal y estará en contacto directo con la restauración definitiva.^{17,18,19}

Dicha ubicación, hacia coronal del material, hace que su estabilidad del color sea un punto clave. Por esta razón, al producir tinción de la estructura dental con el paso del tiempo, representó una limitación que ha tratado de sobrellevarse con la posterior introducción al mercado del MTA blanco, como posible sustituto del primer MTA gris.^{20,21}

El MTA blanco (MTAB) posee propiedades similares al gris, con una nueva formulación que se pensó daría resultados estéticos más aceptables. La diferencia entre ambos radica en la composición o el contenido de óxidos metálicos como el hierro, aluminio y óxido de magnesio, que son el factor etiológico principal del cambio de coloración.²²

Sin embargo, el MTA blanco según varios estudios, sigue produciendo (en menor grado) tinción de la corona, cuando se aplica en zonas de compromiso estético; ya que todavía presenta estos componentes junto con el óxido de bismuto como agente radiopacificador.²³

Por consiguiente, el potencial de pigmentación asociado al MTA llevó al desarrollo de nuevos cementos biocerámicos (CBC), como alternativa de materiales reparativos endodónticos similares en composición al cemento de silicato de calcio pero con características mejoradas. El Biodentine[®] (BD) es uno de estos materiales de nueva generación que posee radiopacificador alternativo; tiene indicaciones similares al agregado de trióxido mineral, y de acuerdo a su fabricante, no produce cambios en la coloración dental.^{24,25}

La presente investigación, empleó dos tipos de CBC en dientes humanos extraídos, y fue realizada durante el 2017-2018 en el área de Postgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo.

Con lo anteriormente expuesto, se estableció la siguiente interrogante:

¿Cuál será el efecto de los cementos biocerámicos, Biodentine[®] y MTA blanco, como barrera cervical, en la estabilidad del color coronal de dientes humanos extraídos?.

Objetivos de la Investigación

Objetivo general

Determinar el efecto de los cementos biocerámicos como barrera cervical en la estabilidad del color coronal de dientes extraídos.

Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el color coronal, en la muestra de estudio sin barrera cervical, según valores numéricos del Sistema cromático CIELab.
- ✓ Establecer el color coronal, en la muestra de estudio con barrera cervical de MTA blanco, según valores numéricos del Sistema cromático CIELab y tiempos post- aplicación.
- ✓ Registrar el color coronal, en la muestra de estudio con barrera cervical de Biodentine[®], según valores numéricos del Sistema cromático CIELab y tiempos post- aplicación.
- ✓ Observar la diferencia total de color coronal (Delta-E), en la muestra de estudio posterior a la colocación de la barrera cervical de MTA blanco y de Biodentine[®].
- ✓ Comparar la diferencia total de color coronal (Delta-E), en la muestra de estudio con barrera cervical de MTA blanco y de Biodentine[®].

Justificación

La mayor parte de la evidencia científica que se encontró hasta el momento, con respecto a los cambios de coloración inducidos por materiales endodónticos, se enfocaba en aquellos que se emplean durante la obturación del SCR; existiendo una minoría de estudios internacionales in vitro o ex

vivo, dirigidos a investigar las causas que originan la pigmentación de estructuras dentarias en lugares con alto compromiso estético y funcional, sobre todo cuando su aplicación se realiza como parte de la terapia regenerativa del complejo dentino-pulpar.^{26,27,28}

En consecuencia, el presente estudio estuvo dirigido a la investigación del efecto de los cementos biocerámicos como barrera cervical, que se utilizan actualmente durante procedimientos endodónticos regenerativos, en la estabilidad del color coronal de dientes extraídos; y de esta manera se realizó un aporte científico al conocimiento de nuevos materiales y técnicas en Endodoncia, más allá de la experiencia clínica tradicional.

Tomando en consideración dichos planteamientos, el estudio a su vez permitió realizar nuevos aportes a otras investigaciones que se dirijan a la biotecnología odontológica, ya que en Venezuela no se realizan; y de esta manera, no sólo se informa a los estudiantes y profesionales de Odontología del país sobre un tópico de vanguardia a nivel mundial, sino que se motiva al desarrollo de proyectos con calidad de exportación.

Es evidente, que los avances en el desarrollo de biomateriales aumentan exponencialmente con el paso de los años; por ende es necesario que éstos sean estudiados por el clínico, sin basar su uso en las observaciones dadas por las casas fabricantes; y de esta manera profundizar el conocimiento con sustento científico que permita ofrecer estrategias factibles a aquellos pacientes que buscan mantener sus unidades dentarias en boca con el

menor número de complicaciones post-tratamiento y así brindarles una mejor atención en salud bucal.²⁹

Cabe destacar que, una vez estudiada la estabilidad del color de las estructuras dentarias, luego de su interacción individual con los materiales en dientes extraídos; se considera fundamental que los resultados obtenidos sean aplicados clínicamente y que éstos propicien nuevas investigaciones que lleven a la utilización adecuada de los recursos que la tecnología ofrece. Posteriormente, podría ser estudiada la relación del cambio de coloración con otros factores como el uso de irrigantes, e incentivar adicionalmente al desarrollo de nuevas generaciones de materiales que se acerquen aún más al ideal.

Por último, se puede decir que esta investigación generó aportes científicos, prácticos y sociales, fue factible porque contó con los recursos humanos, materiales, financieros e institucionales necesarios para el buen desarrollo del estudio; además de ser técnicamente viable siguiendo un rigor metodológico y contando con las herramientas, tiempo y dedicación por parte del investigador.

Delimitación de la investigación

La presente investigación se encuentra adscrita a la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas (UNIMPA), en la Línea de investigación “Rehabilitación del sistema estomatognático”, debido a que engloba el diagnóstico, tratamiento y control de los desórdenes que afectan dicho sistema. A su vez, pertenece a la temática “Rehabilitación anatomofuncional”

y subtemática “Técnicas de restauración y de rehabilitación en odontología”, específicamente en Endodoncia; ya que se estudiaron materiales odontológicos biocerámicos y su efecto sobre el color dental, como parte de un procedimiento endodóntico que busca el restablecimiento de las unidades dentarias del sistema estomatognático tanto en funcionalidad como en estética, con el fin de mejorar la calidad de la técnica utilizada en los pacientes rehabilitados de forma integral en el área.

El procedimiento experimental se efectuó en el área clínica del Postgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo en Venezuela, durante el periodo 2017-2018; a través de un estudio in vitro que contó con 50 dientes humanos extraídos monorradiculares de diferentes instituciones de salud públicas y privadas. Dichas UD fueron conservadas y observadas durante 90 días, para evaluar mediante registros fotográficos estandarizados a través del Software Adobe Photoshop CS6[®], el efecto en la estabilidad del color coronal posterior a la aplicación de los cementos biocerámicos MTA blanco y Biodentine[®] como barrera cervical.

De igual forma, el presente estudio representa un contribución al avance de investigaciones en el área de biomateriales endodónticos y a las mejoras que esto proporcione en el país; ya que el empleo de recursos tecnológicos aplicados en la odontología de una forma efectiva, permite el restablecimiento de las funciones del sistema estomatognático, al mejorar la calidad de salud en pacientes tratados y rehabilitados de forma correcta gracias a la endodoncia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

Desde la década de los 60, se han realizado investigaciones que relacionan la pigmentación dental con procedimientos endodónticos. Dichos estudios a lo largo del tiempo, han contribuido a explicar las causas por las cuales se produce el cambio de coloración de las estructuras dentarias, específicamente luego de la utilización de ciertos materiales en el área; así como también han conducido al avance y mejoras de estudios con evidencia científica sobre el desarrollo de nuevas tecnologías y recursos. De esta serie de investigaciones, se hace referencia a las de mayor pertinencia y a aquellas que dentro de los últimos años, han sido relevantes y contribuyeron al desarrollo del presente estudio.^{5,30,31}

Parirokh M, Torabinejad M en 2010; en su revisión bibliográfica titulada “Agregado de trióxido mineral: una revisión bibliográfica exhaustiva - Parte III: Aplicaciones clínicas, inconvenientes y mecanismo de acción”, presentan al MTA como un material prometedor para la obturación del SCR, en la reparación de perforaciones, terapia pulpar vital y como inductor de una barrera apical calcificada en dientes con pulpa necrótica y ápice abierto; que a pesar de los numerosos reportes de casos sobre los beneficios en estas aplicaciones, existen algunos estudios que indican desventajas como el tiempo de trabajo, alto costo y potencial de tinción. Concluyendo que, en

base a la información disponible para el momento, este material aparecía como la opción de elección para ciertos casos; sin embargo ameritaba más investigaciones para comparar su eficacia con la de otros materiales.²⁰

De igual forma en 2012, Ahmed HMA, Abbott PV; destacan que los avances en los materiales y técnicas endodónticas están a la vanguardia de la investigación en esta especialidad. No obstante, la pigmentación dental, especialmente en el sector anterior, es considerada una consecuencia indeseada posterior al tratamiento de conducto; que genera una serie de problemas estéticos. Además, discuten los cambios de coloración intrínsecos e inducidos por procedimientos endodónticos como, el uso de irrigantes, medicamentos intraconducto y materiales de obturación. Todo esto con la finalidad de realizar una serie de recomendaciones al clínico para prevenir y manejar las pigmentaciones dentarias durante la endodoncia.¹⁶

Tomando como referencia la información reflejada en la literatura, investigaciones como la de Thomson et al en 2012; plantean como objetivo cuantificar la pigmentación de las raíces dentarias causada por varios medicamentos y selladores de conducto. Para ello, utilizaron al azar, raíces de dientes humanos extraídos para ser obturadas con 9 diferentes materiales endodónticos: Multi-Cal, Ledermix, Acetato de clorhexidina (CHX) en Polietilenglicol (PEG), Clindamicina 5% en PEG, PEG solo, cemento sellador AH26, AH Plus y Araldite; para luego de 12 meses evaluar las superficies coronales. Como resultado, la pasta Ledermix ocasionó el mayor oscurecimiento dental entre los medicamentos aplicados; mientras que el

hidróxido de calcio y los materiales con vehículo PEG no provocaron cambios. Con respecto a los cementos selladores, el AH26 indujo mayor pigmentación. Por esto, sugieren el uso alternativo de sustancias que no comprometan el color de la unidad dentaria cuando la estética sea importante.⁹

A su vez, Lenherr et al; realizaron un estudio en este mismo año cuyo propósito estaba dirigido a investigar el potencial de tinción de los materiales endodónticos pero empleando un modelo in vitro con dientes bovinos. La metodología consistió en una muestra de 210 bloques cuboidales de dentina-esmalte preparados con los tercios medios de las coronas de dientes bovinos, dividiendo aleatoriamente los especímenes en 14 grupos (n=15); y colocando cada material en las cavidades creadas artificialmente: Grupo A: vacío, Grupo B: sangre, Grupo C: hidróxido de calcio, Grupo D: Apexcal, Grupo E: Ultracal XS, Grupo F: Ledermix, Grupo G: Pasta triple antibiótica (3Mix), Grupo H: MTA gris, Grupo I: MTA gris + sangre, Grupo J: MTA blanco, Grupo K: MTA blanco + sangre, Grupo L: Cemento Portland (PC), Grupo M: PC+ sangre y Grupo N: AH Plus. Fueron realizadas 7 mediciones con espectrofotómetro: T0 antes de, T1 después de la colocación del material, T2 a la semana, T3 al mes, T4 a los 3 meses, T5 a los 6 meses y T6 al año. Obteniendo como resultado una diferencia significativa entre los grupos experimentales después de los 12 meses. Los valores más bajos de cambio de color fueron observados en los grupos N, A, L, C, E y J en orden creciente. La mayor pigmentación se evidenció en los grupos G y F. En

consecuencia, indicaron que los materiales utilizados en endodoncia pueden causar tinción dental; y por ende la elección del material no solo debe basarse en los criterios biológicos y funcionales.⁶

Lo anterior concuerda con la revisión presentada en el 2013 por Krastl et al “Decoloración dental inducida por materiales endodónticos”, en la cual se establece que no existía ningún material endodóntico usado hasta ese momento, que no indujera por lo menos un cambio de coloración observable. Asimismo, reportaron que de la amplia gama de materiales disponibles en el mercado, se encontraba escasa o nula evidencia de su habilidad de tinción. Por lo cual, recomiendan que para reducir riesgos de fracaso de la terapia endodóntica, los materiales deben aplicarse con precaución en áreas de compromiso estético. Además, sugieren la necesidad de futuras investigaciones en este campo y el desarrollo de nuevos materiales que no produzcan tinción de las estructuras.⁵

En cuanto a los cementos selladores específicamente, en 2013 Ioannidis et al; concluyen en su investigación titulada “Validación y análisis espectrofotométrico de la decoloración coronal inducida por cementos selladores de conducto”, que cualquier remanente del material debe ser eliminado por completo de la cámara pulpar luego de la obturación del SCR y se debe colocar de inmediato la restauración definitiva.³²

Más tarde en ese mismo año, dos de estos autores con otro grupo de investigadores, dirigieron su estudio “Análisis espectrofotométrico de la decoloración coronal inducida por MTA gris y blanco”, a la evaluación de las

alteraciones específicas en el color dental utilizando MTA blanco y gris aplicado en la cámara pulpar. A través del cual, determinaron que ambas formulaciones inducen una reducción de la luminosidad y de los tonos rojos y amarillos en los dientes. Recomiendan que el MTA gris no sea empleado en zonas estéticas, y que el MTA blanco debe utilizarse con especial cuidado cuando se trata de colocarlo a través de la cámara pulpar.²¹

Por su parte, Vallés et al; en su investigación titulada “Influencia de la luz y el oxígeno en la estabilidad del color de cinco materiales a base de silicato de calcio (CSMs)” en el 2013, evaluaron la relación entre estos factores y su efecto sobre: el MTA blanco ProRoot (PRWMTA), MTA blanco Angelus (AWMTA), PC blanco, PC con óxido de bismuto (OB) y el Biodentine® (BD), a través de un análisis espectrofotométrico a los 0 segundos, 120 segundos y a los 5 días. Reportaron que, los grupos con PC + OB, AWMTA y PRWMTA muestran un oscurecimiento luego de la irradiación con luz en un ambiente libre de oxígeno; con una diferencia estadísticamente significativa al Biodentine® y al PC. Por consiguiente, proponen que la combinación de luz con condiciones anaeróbicas (similares a aquellas presentes en situaciones clínicas), resultan en diferencias de color de los CSMs durante un periodo de 5 días excepto BD y PC que demostraron estabilidad del color.³³

Al mismo tiempo, Camilleri J en 2014; se planteó como objetivo relacionar la estabilidad del color del MTA blanco en contacto con diferentes soluciones utilizadas en endodoncia. El cambio de color fue evaluado a través de imágenes digitales obtenidas antes y después de la inmersión en agua,

hipoclorito de sodio (NaOCl) o en peróxido de hidrógeno y también utilizando un espectrofotómetro. Adicionalmente, se evaluó MTA blanco, Cemento Portland blanco y óxido de bismuto. De ahí que, el MTA blanco y el óxido de bismuto en hipoclorito de sodio formaron una coloración marrón oscuro; por lo que recomienda evitar su interacción.³⁴

Cabe destacar que, la estabilidad del color del MTA blanco y óxido de bismuto en contacto con las estructuras dentarias, fue estudiado por Marciano et al en el 2014; a través de un análisis in vitro de la alteración de la coloración dental y la interacción del OB con los componentes presentes en la resina (metacrilato) y el colágeno de la dentina. A fin de concluir que, el color de este material es alterado porque ese colágeno presente en la matriz de dentina reacciona con el OB, provocando una decoloración grisácea del diente. Sugieren el uso de un radiopacificador alternativo como reemplazo del bismuto en el MTA blanco.³⁵

Es por ello que, más adelante en el 2015 comienza a evaluarse este aspecto en otros materiales que se desarrollan para superar los inconvenientes generados; como es el caso del ENDOCEM Zr y el RetroMTA, comparados por Kang et al en su estudio ex vivo titulado “Cambios de color dental después del tratamiento con diversos materiales a base de agregado de trióxido mineral”.³⁶

De igual manera, Vallés et al; estudian la estabilidad del color bajo luz artificial de dientes humanos restaurados ex vivo con Biodentine®. Determinaron en 2015 que este material mantuvo el color durante el estudio,

sin embargo, recomiendan futuras investigaciones in vivo para corroborar estos resultados.³⁷

Kohli et al, durante este mismo año también incorporan en su investigación varios materiales biocerámicos de nueva generación para evaluar la pigmentación coronal dental inducida por los mismos en condiciones in vitro. Entre estos, el EndoSequence RRM putty (ERRMP), EndoSequence RRM fast set (ERRMF), el BD; además de cementos selladores como el AH Plus y la pasta triple antibiótica (TPA). De donde resulta que, la TPA, el MTA gris y el MTA blanco causan una pigmentación coronal significativa; mientras que BD, ERRMP y ERRMF no la inducen.³⁸

Lo anterior, contrasta con la obtenido en el estudio de Beatty H, Svec T en 2015; quienes reportaron que ambos materiales tanto el EndoSequence como el Biodentine[®] produjeron pigmentación de la estructura dental bovina en un grado perceptible; y que a las 8 semanas fue significativamente mayor que el MTA blanco (ProRoot).²⁵

Seguidamente, Shokouhinejad et al; realizaron en el 2016 una evaluación y comparación ex vivo, de la aparición de pigmentación dental posterior a la aplicación de varios cementos a base de silicato de calcio. En la cual, se incluían materiales como ProRoot MTA, Biodentine[®], OrthoMTA y ERRM en presencia o ausencia de sangre. Resultado que, no hubo una diferencia significativa en cuanto a cambios de coloración en presencia de este fluido. No obstante, en su ausencia, BD y ERRM promovieron menor cambio de

color dental que el OrthoMTA; y que la combinación del MTA con la presencia de sangre aumenta su potencial de tinción.³⁹

Asimismo, Marconyak et al en 2016; hicieron una comparación de la pigmentación coronal dental inducida por varios materiales endodónticos reparativos, cuyo propósito buscaba evaluar este parámetro en un modelo ex vivo de pulpotomía en terceros molares recién extraídos, utilizando PR MTA, PR MTA blanco, ERRM, MTA Angelus y BD en condiciones de humedad al 100% a 37°C. Los resultados indicaron que no hubo diferencia significativa entre PR MTA, MTA Angelus y el grupo control positivo. Sin embargo, ERRM y BD produjeron menos pigmentación comparada con los otros grupos; lo cual puede o no estar correlacionado a los resultados obtenidos cuando estos materiales son aplicados en situaciones clínicas.²⁷

En los últimos estudios encontrados, como el análisis espectrofotométrico de la pigmentación coronal inducida por la Mixtura de Calcio Enriquecida (CEM), MTA blanco y por el hidróxido de calcio (CH), de Esmaeili et al en 2016; con el objetivo de comparar el potencial de tinción de estos materiales luego de su colocación en la cámara pulpar. Emplearon 40 incisivos centrales superiores intactos, obteniendo como resultado que todos los materiales llevaron a una tinción coronal clínicamente perceptible luego de 1 semana; siendo el grupo con MTA blanco el que presentó mayores rangos de variación de color. La pigmentación inducida por CEM no fue estadísticamente diferente de la inducida por CH o el grupo control. Se

concluyó que el cemento CEM podría ser el material de elección en la región anterior, especialmente cuando se compara con el MTA blanco.⁴⁰

Finalmente, Yoldaş et al en una investigación in vitro en 2016, evaluaron y compararon el potencial de tinción de 3 cementos tricálcicos diferentes utilizando un modelo de 40 dientes bovinos. Dicha muestra fue dividida aleatoriamente en 4 grupos: BioAggregate (BA), Biodentine[®], MTA Angelus (MTA-A) y grupo “Solo sangre”. Obteniendo como resultado que todos los grupos mostraron aumento en la pigmentación dental durante el primer año. Asimismo, el grupo “Solo sangre” mostró valores más altos de cambio de color, seguido del BA, MTA- A y por último el BD. Concluyendo por ende, que el Biodentine[®] presenta el menor potencial de producir tinción dental entre los cementos evaluados.⁴¹

De los resultados obtenidos en estudios que sustentan las bases de esta investigación, se han reportado discrepancias en el efecto de cementos biocerámicos sobre la coloración dental. En la mayoría de los trabajos in vitro, se ha encontrado que el Biodentine[®] presenta el menor potencial de generar pigmentación coronal entre los cementos evaluados; por el contrario su homólogo de primera generación el MTA blanco genera mayores cambios de coloración dental tiempo- dependientes.

Bases Teóricas.

El uso de cementos biocerámicos en odontología, y más específicamente en endodoncia; así como el conocimiento de sus ventajas, desventajas y aplicaciones clínicas, ha permitido en las últimas décadas un abordaje

versátil de casos que apuntan a las terapias regenerativas como opción en el tratamiento de dientes con ápice inmaduro. Por lo tanto, es necesario comprender las características y propiedades generales inherentes al material, así como su comportamiento en relación a las estructuras que estarán en íntimo contacto con los mismos.⁴²

Agregado de trióxido mineral (MTA)

Pocos clínicos conocen que este material original, es un biocerámico clásico con la adición de algunos metales pesados; considerado uno de los materiales más extensamente investigado en el campo de la odontología.

Luego de más de un siglo de haberse reportado la utilización del cemento Portland por el Dr. Witte en Alemania, como material de relleno de los conductos radiculares; el Dr. Mahmoud Torabinejad en la Universidad de Loma Linda, California- Estados Unidos, en conjunto con su co-inventor Dean White obtuvieron dos patentes para la posterior comercialización de un cemento que en un principio se conoció como ProRoot MTA en 1998. La patente original del MTA (ProRoot MTA Dentsply Tulsa Dental. Tulsa, USA) es una mezcla de cemento Portland modificado (75 wt% o 75% en peso), óxido de bismuto ($\text{Bi}_2\text{O}_3 = 20 \text{ wt}\%$) para aumentar la radiopacidad y sulfato de calcio dihidratado o yeso (5% porcentaje en peso) mezclado con agua destilada (100%).⁴³

Años más tarde en el 2002, se introduce su versión “color diente” o MTA blanco (ProRoot WMTA) cuya variación en la composición radica según estudios, en una disminución en las concentraciones de hierro, aluminio y

óxido de magnesio en esta versión. La principal diferencia está en la proporción relativa de óxido de hierro, donde se encontró que el MTA blanco tenía 90.8% menos en comparación con la variedad MTA gris original.^{44,45}

A su vez, existen variaciones en la composición del MTA según diferentes formulaciones comerciales disponibles en el mercado. En este sentido, el MTA Angelus (Angelus. Londrina, Brasil) contiene: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, ferritoaluminato tetracálcico y 10.5 % de óxido de bismuto. Algunas investigaciones niegan la presencia de yeso entre los componentes de esta variante de cemento o reportan bajas cantidades, con el objetivo de reducir el tiempo de fraguado indicando un endurecimiento inicial de 10- 15 min.^{22,46}

Por su parte, según varios estudios este material tiene propiedades características como alto pH al gelificar, biocompatibilidad y bioactividad; así como excelente sellado a largo plazo. Sin embargo, se ha encontrado que posee ciertas desventajas; el tiempo de endurecimiento es de por lo menos 3 horas en presencia de humedad, requiere una manipulación precisa y es difícil de remover. Otra de sus limitaciones tanto para la formulación gris como blanca, es la tinción que provoca en las estructuras dentarias, la cual se ha atribuido a la presencia de metales pesados en su composición y/o a su interacción con fluidos como la sangre o sustancias utilizadas durante la terapéutica endodóntica. Adicionalmente, el MTA es difícil de aplicar en conductos estrechos o aberraciones anatómicas, haciendo que el material no pueda ser utilizado como un cemento sellador.⁴³⁻⁴⁷

Sin embargo, se han hecho esfuerzos para superar estas deficiencias; variando la composición o con la incorporación de aditivos. El problema radica en que estas formulaciones afectan las características físicas y mecánicas del MTA, en consecuencia alteran su desempeño. Es por ello que, otras casas comerciales han lanzado al mercado, materiales más recientes con propiedades mejoradas.⁴⁸

Biodentine® (BD)

Este material es considerado un biocerámico de segunda generación basado en silicato de calcio y creado por un grupo de investigadores de Septodont (Francia) que lo comercializó en el 2009; tomando las características deseables de su antecesor, con las mismas aplicaciones clínicas del MTA: sellado de perforaciones, casos de apexificación, lesiones resorptivas y material para obturación retrógrada en cirugía endodóntica; adicionando la cualidad de poder ser utilizado como sustituto permanente de dentina afectada tanto de la corona como de la región radicular, así como protección pulpar luego de la eliminación de lesiones cariosas profundas, restauración de lesiones cervicales, recubrimiento pulpar directo e indirecto y pulpotomía.⁴⁹

Las investigaciones lo definen como un cemento biológicamente activo ya que al liberar ciertos elementos de su composición, producen una modificación estructural de la dentina, con lo que la misma adquiere mayor resistencia e inclusive se ha reportado que el material posee una resistencia compresiva similar a la dentina. Además, BD se ha destacado por poseer un

tiempo de fraguado más corto, de aproximadamente 10-12 minutos, lo cual se atribuye al aumento del tamaño de la partícula del polvo, incorporación del cloruro de calcio al componente líquido que a su vez presenta una disminución en su formulación.⁵⁰

En cuanto a la composición específica del BD que lo diferencia de otros biocerámicos, el polvo contiene principalmente silicato tricálcico y dicálcico (componente principal del cemento Portland y MTA) para regular la reacción de fraguado, pero también contiene carbonato de calcio y óxido de calcio que se incorporaron tanto para la biocompatibilidad como para el contenido del ión, actuando como relleno mejorando las propiedades mecánicas del cemento; el óxido de hierro se agregó para dar forma al material y óxido de zirconio como radiopacificador. El líquido consiste en cloruro de calcio que acelera la reacción de fraguado y mejora las propiedades fisicoquímicas del cemento cristalizado, y un polímero soluble en agua basado en policarboxilato que reduce la cantidad de agua requerida por la mezcla, al tiempo que mantiene la consistencia de la misma. La capacidad del silicato de calcio para interactuar con el agua conduce a la fijación y endurecimiento del cemento.⁵¹

Su presentación es en cápsulas de dosis única que contienen un polvo, el cual debe ser mezclado con el vehículo acuoso (5 gotas de líquido) durante 30 segundos en un amalgamador; por lo que parte del material es inevitablemente desperdiciado en la mayoría de los casos, ya que solo se utiliza una porción; siendo esto una desventaja previamente reportada así

como el hecho que su radiopacidad sea menor y no cumple con los requerimientos internacionales establecidos para materiales dentales. El silicato de calcio se mezcla con el componente de agua y conduce a la formación de un gel de silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio. Este proceso de cristalización hace que la estructura sea relativamente impermeable al agua y ralentiza los efectos de otras reacciones.^{49,50,51}

Con respecto a sus demás características, se ha mencionado que es un producto altamente biocompatible, con propiedades antibacteriales, osteoinductor, dimensionalmente estable, fácil de manipular y eliminar. Es importante también destacar, que según su fabricante y algunos estudios, este material no produce pigmentación de las estructuras adyacentes, incluso en zonas con alto compromiso estético.^{52,53,54}

Cementos a base de silicatos como barrera cervical en Procedimientos de Endodoncia Regenerativa

El manejo de dientes permanentes con ápice inmaduro, especialmente, en casos de necrosis pulpar, representa un desafío para el clínico; ya que se encuentra con un sistema de conductos amplio, confinado a paredes dentinarias delgadas, paralelas o divergentes, y raíces con longitud incompleta que dificultan o imposibilitan una terapia endodóntica convencional, debido a que se carece de un tope apical. Resultando en unidades dentarias con mayor riesgo de fractura y problemas restaurativos, lo que añadido a contraindicaciones implantológicas en estos pacientes (en su mayoría jóvenes), generó la necesidad de desarrollar tratamientos

alternativos que pudieran preservar estos dientes de forma permanente, funcional y estética.⁵⁵

Es por ello que, la Terapia Endodóntica Regenerativa es un tratamiento alternativo para el abordaje de estos casos, y se edifica en los principios de la medicina regenerativa y la ingeniería tisular. El objetivo ideal de esta terapéutica también conocida como revascularización pulpar, es la regeneración funcional de la pulpa utilizando protocolos que permitan el desarrollo radicular y la deposición de tejido mineralizado en las paredes del conducto, basado en el concepto de supervivencia de células madre que pueden permanecer viables a nivel periapical incluso en casos de necrosis pulpar.⁵⁶

Por lo tanto, los Procedimientos Endodónticos Regenerativos (PER) han sido definidos como aquellos procedimientos basados en la biología y diseñados para reemplazar estructuras dañadas, incluyendo dentina y superficie radicular, así como células del complejo pulpodentinario. En estos casos, donde la vitalidad pulpar en algún momento se vio comprometida, el fin último se traduciría en la restauración completa de la función del diente y la subsecuente culminación del desarrollo radicular con cierre apical.⁵⁷

En consecuencia, los PER emplean tres elementos de la ingeniería tisular para formar una triada biológica constituida por: células madre mesenquimales (CMM), factores de crecimiento y un andamio (matriz o scaffold). Esto aunado a la comprensión de los procesos de revascularización y angiogénesis o al restablecimiento del suministro

sanguíneo de los tejidos preexistentes, es esencial para la continuación del desarrollo radicular posterior a noxas.⁵⁸

Asimismo, los fundamentos clínicos indispensables del PER son: desinfección profunda del SCR, creación o establecimiento de una matriz para el reclutamiento de CMM y por último pero no menos importante, lograr un sellado coronal hermético e impermeable.⁵⁹

De esta manera, se han estudiado diversos materiales que puedan servir como barrera cervical; lo que constituye una parte fundamental del sellado coronal efectivo en estos casos. El más conocido y utilizado es el MTA (gris y blanco), seguido de otros cementos a base de silicatos tricálcicos que se han desarrollado como generaciones posteriores: OrthoMTA (BioMTA, Seúl, Corea), EndoSequence RRM (Brasseler, Savannah, GA), BioAggregate (IBC, Vancouver, Canadá), Endocem Zr (Maruchi, Wonju, Corea), Calcium Enriched Mixture “CEM cement” (Bionique Dent, Teherán, Irán), Biodentine® (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, Francia), MTA Repair HP o High Plasticity (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A), etc.⁶⁰⁻⁶⁴

Características o dimensiones del color y propiedades ópticas dentales

El concepto de color está conformado por la relación entre los aspectos físicos del mismo, su percepción por el ojo humano y la interpretación psicológica propia de cada persona. En 1905, el pintor norteamericano Albert Munsell propuso un sistema de color denominado HSV [Hue: matiz; Saturated: saturación y Value: valor], el cual es utilizado actualmente.⁶⁵

Posteriormente en 1931, Bruce Clark fue el primero en someter a los dientes naturales a medición y análisis científico del color; manifestando la importancia de las dimensiones del color. Es imperativo entender y tener presente que este concepto incluye tres dimensiones que lo determinan. Así, el color es el conjunto del tono, del valor y de la intensidad. De los tres componentes, el valor (también llamado luminosidad o brillo) es el más influyente, seguido del tono o matiz y por último el croma (también llamado saturación o intensidad).⁶⁵

A continuación, se hace una breve descripción de estos componentes:

Valor

Es una propiedad acromática que indica la cantidad de gris presente en el diente, basado en la escala que empieza por blanco (valor elevado) y termina en negro (valor bajo). Posee sinónimos como brillo, luminosidad o claridad y puede ser conceptuada como la cantidad de negro y blanco en un objeto provocando sensaciones de profundidad o proximidad del mismo. Está relacionado también con la opacidad y translucidez, cuanto mayor el valor, más opaco y blanquecino será el objeto y cuanto menor valor, más translúcido o grisáceo. Por lo tanto, puede que sea la dimensión más importante del color y en el momento del registro de este, tendrá prioridad sobre los otros componentes.⁶⁶

Matiz

También conocido como tono o tinte, corresponde a la primera dimensión del color y a la más sencilla de comprender. Se refiere específicamente al

nombre del color, o sea, al tipo específico de longitud de onda (verde, azul, rojo, amarillo, etc.) que no es absorbida por los objetos y por lo tanto es reflejada hacia nuestros ojos. Actualmente, la mayoría de los sistemas resinosos utiliza la clasificación de VITA Classical (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) para identificación de matices en: A (marrón-rojizo) donde se encasillan un 80% de los pacientes, B (naranja-amarillo), C (gris-verdoso) y D (gris-rosado) correspondiendo a un porcentaje bajo (5%) usado más para caracterizaciones.⁶⁷

Por su parte, la fuente primaria del color dentario es la dentina y su tonalidad se encuentra en el intervalo del amarillo o amarillo-rojo. El considerado matiz básico de la dentina de los elementos dentarios, idealmente es registrado a nivel de la parte central del tercio cervical vestibular donde existe la menor cantidad de esmalte y un gran volumen de dentina.^{68,69}

Croma

También conocido como saturación o intensidad, ya que tiene que ver con el grado de saturación o la intensidad del matiz, es decir, es la dimensión del color que representa el grado de pureza de un matiz en particular; por ende se refiere a la cantidad de pigmento de un determinado tono. En tal sentido, es una variable cuantitativa.⁷⁰

De tal manera que, clínicamente, la determinación del croma puede ser realizada por comparación directa a través de las escalas de colores o indirecta con equipamientos especializados. En cuanto a su medición con la guía Vita, se observan diferentes niveles de saturación para el mismo matiz

codificado por números. Dentro del matiz A de la guía, tenemos 5 niveles de croma, siendo el A1 el menos saturado de marrón y el A4 el más saturado. La porción cervical media de la unidad dentaria es el primer lugar tomado como referencia para determinación del croma siendo que los tercios medio e incisal tienen casi siempre uno o dos grados menores de saturación.⁷¹

Debido a lo anteriormente expuesto, en la década de los treinta quedaron establecidos como estándares mundiales el conjunto de funciones (a partir de los valores triestímulo: tono, valor e intensidad) mediante los cuales el ojo humano reconoce la coincidencia de un color. Esto supuso la posibilidad de utilizar la medición fotométrica para especificar colores.⁷²

Sistemas de medición numérica del color. Sistema cromático CIELab.

A manera de simplificar el proceso de determinación del color, fueron creados dispositivos como el espectrofotómetro de luz y programas computarizados, que miden el reflejo espectral de un color y lo traducen en valores numéricos reconocidos internacionalmente.⁷³

La **Comisión Internacional de Iluminación** (usualmente conocida como CIE por las iniciales de su designación en francés: Commission Internationale de l'Eclairage) fundada en 1931; es la corporación de normalización internacional sobre “aspectos fundamentales de evaluación metrológica y aplicaciones de la luz y el color, incluyendo otros aspectos de la energía radiante en el rango óptico del espectro”.⁷⁴⁽⁴⁷⁾

El sistema de orden de color CIELab fue desarrollado por la CIE como un método para establecer la correspondencia entre la distribución espectral del

color y una terna de valores. Las siglas LAB se refieren al **Espacio de color CIE 1976 Lab**, que es un espacio matemático tridimensional en el que se encuentran representados los colores visibles por el ser humano o el espacio creado en base a la máxima capacidad de visualización de color de cada ser humano. Al ser un espacio tridimensional, los colores se representan como se muestra en la figura N° 1, en 3 ejes o planos de coordenadas dentro de un diagrama de cromaticidad; en donde L o L* es luminosidad de negro a blanco, A o a* va de verde a rojo y B o b* es la gradiente del azul al amarillo.^{75,76,77}

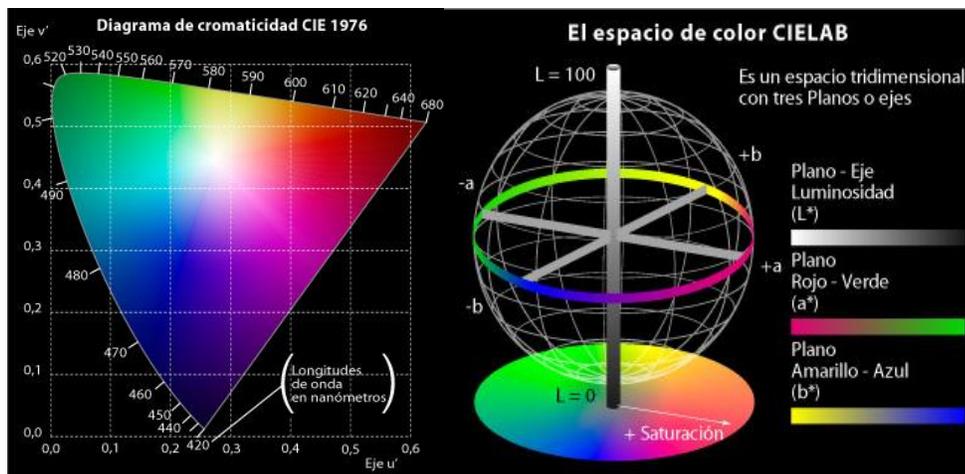


Fig. N° 1: Representación esquemática del Espacio de color. Westland, 2001.

Cabe destacar que los tres parámetros (coordenadas cromáticas) en el modelo, representan la luminosidad o valor del color (L^* , $L^*=0$ rendimientos negro y $L^*=100$ indica blanco), su posición entre verde y rojo (a^* , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y su posición entre azul y amarillo (b^* , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo). Por ende, la ubicación de un color en el espacio de color

CIELAB se define mediante el uso de un sistema de coordenadas cartesianas tridimensionales.⁷⁸

Actualmente, se utilizan estos parámetros en software como Adobe Photoshop CS6[®], para la determinación digital y edición del color. La edición de imágenes usando "Lab" en este programa se conoce como CIELAB D50. Se ha referido como el modelo de color más completo y se usa habitualmente para describir todos los colores que puede ver el ojo humano.

Cálculo de la diferencia entre dos colores (Delta E= ΔE*)

Las diferencias de color que se perciben en este espacio de color tridimensional, tienen distancias iguales entre ellas; a lo que se le conoce como "error delta" o el "Delta E (ΔE*)". Donde la letra griega delta es usada en matemáticas para denotar diferencia y la "E" proviene del término alemán Empfindung o Sensación, por lo que su traducción literal es la "diferencia de sensación" que percibimos al exponernos a dos colores. Habitualmente se escribe también como **ΔE***, donde el asterisco denota el uso de valores CIELab para los cálculos. Existen varias fórmulas para el cálculo de delta E, siendo la más común y sencilla de implementar la CIE76 (1976):^{79,80}

$$\Delta E^* = [(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2]^{1/2}$$

Si ΔE* se aproxima a 2.3 siendo en todo caso inferior a 3, se estaría refiriendo a la JND o "just noticeable difference", que en español se traduciría como "diferencia apenas perceptible" que se produce entre dos niveles de

intensidad de un estímulo sensorial; o lo que es lo mismo, una diferencia de color muy difícilmente apreciable.

La norma ISO 12647-2 es la encargada de los estándares de impresión, entre otras definiciones de estandarización del color, en la cual se aborda los umbrales de tolerancia para delta E:⁸¹

ΔE^*	Calidad
1	Excelente
1-2	Buena
2-4	Normal
4-5	Suficiente
> 5	Mala

Valores superiores a 5 unidades (uds.) se proponen como inaceptables en la mayoría de procesos, ya que indican que la diferencia de color es especialmente evidente. Basado en esta escala aplicada a correspondencia de color entre pruebas e impresos de producción y en los estándares establecidos en la Norma ISO/ TR 28642: 2016 “Dentistry- Guidance on color measurement”, en los cuales se hace referencia a un “umbral de perceptibilidad”; podría extrapolarse que una diferencia de color entre dos muestras digitales igual a 1 unidad sería “Imperceptible”; mientras que superiores a 4 ya es apreciable y mayor a 5 “Fácilmente perceptible”.⁸²

ΔE^* (uds.)	Diferencia total de color
= 1	Imperceptible
>1-2	Casi imperceptible
>2-4	Poco perceptible
>4-5	Moderadamente perceptible
> 5	Fácilmente perceptible

Facchin, C. 2017.

Bases Bioéticas, Legales, Biomédicas y/o Filosóficas

La investigación en odontología está sujeta a normas bioéticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos, para proteger su salud y sus derechos individuales. Por ende, debe tenerse siempre en cuenta que todo lo que proviene del cuerpo de una persona es de su propiedad, por derecho legal y moral.⁸³

Es por ello que toda investigación experimental para tener un valor, debe ponerse al servicio de las personas, ya que el progreso científico no es motivo suficiente para llevar a cabo un estudio y tanto los derechos humanos como el respeto a la vida deben prevalecer sobre la ciencia.⁸⁴

No obstante, en estudios experimentales en odontología, el uso de dientes extraídos que fueron parte de ese individuo, constituye un recurso importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de las diferentes ramas del campo odontológico; siendo también una herramienta invaluable para el desarrollo de investigaciones in vitro. Esto debido a que, en algunos procedimientos de enseñanza y en ciertos estudios se pueden utilizar materiales didácticos como bloques artificiales de plástico y dientes modelos, pero existen casos en donde es indispensable el uso de dientes naturales, ya sea para la formación académica o para la investigación.⁸⁵

En consecuencia, cuando se requiere la manipulación de UD extraídas, el paciente pierde circunstancialmente la posesión del diente, mas este órgano sigue llevando intrínsecamente su identidad; ya que posee la propiedad genética de su donante y a través de él es posible realizar estudios, inclusive

de ADN. De tal modo que, el paciente que autoriza el desecho del diente extraído, tiene la expectativa del cumplimiento legal de esta autorización. Por ende, el incumplimiento (con la utilización no autorizada para fines de estudio), es éticamente inaceptable. Entonces, debe darse prioridad a la legalidad del origen de los dientes, debiendo preguntar al paciente si acepta donarlos e informar sobre el destino de los mismos y la finalidad del uso; en el caso que acepte, deberá solicitarse la firma de un Consentimiento libre previo e informado.⁸⁶

Considerando lo anterior, se originan dentro de los trabajos de investigación experimentales con dientes extraídos, conceptos y principios éticos y bioéticos que deben ser establecidos y manejados durante el estudio, para que el profesional no ocasione perjuicios a la sociedad y esté consciente en todo momento de las implicaciones que por desconocimiento o negligencia conlleva el actuar contra la moral, derechos del paciente y del medio ambiente.

Por esto último, los dientes extraídos utilizados para fines investigativos en Odontología se clasificarán como muestra clínica y se considerarán potencial fuente de infección (ya que contienen sangre). Adicionalmente, todas las personas que recolectan, transportan o manipulan dientes extraídos deberán manejarlos con la misma precaución que una muestra para biopsia.⁸⁷

Idealmente, en algunos países se cuenta con un Biobanco de Dientes Humanos (BDH), que según González y col. se define como una entidad que recopila, almacena y administra dientes donados sin fines lucrativos, que

debe estar vinculada a una institución de enseñanza, y con aprobación del Comité de Ética de la misma; debe cumplir todas las normas sanitarias, de bioseguridad, éticas y legales de cada país para eliminar el comercio ilegal de dientes, evitar la infección cruzada y mantener las unidades extraídas en condiciones aceptables, sin alterar su estructura con la posibilidad de suplir necesidades académicas, didácticas, terapéuticas, clínicas y de investigación.^{88,89}

Sin embargo, se desconoce la existencia de estas entidades en Venezuela; motivo por el cual en algunas instituciones de enseñanza omiten el origen legal de las unidades de estudio. En tal respecto, durante la presente investigación se solicitó un consentimiento escrito por parte de los representantes de aquellas instituciones públicas y privadas que realizaron la donación de dientes extraídos. A su vez, se tomó en consideración las relaciones entre la ética y la moral que están claramente delimitadas en este país, por tres documentos legales fundamentales: la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley del Ejercicio de la Odontología y el Código de Deontología Odontológica.^{90,91,92}

Considerando los aspectos legales de interés, esta investigación cumplió con los principios establecidos en los Artículos 83 y 84 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.⁹⁰

Artículo 83. La salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida. El Estado promoverá y desarrollará políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Todas las

personas tienen derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley, de conformidad con los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificados por la República.

En cuanto al Artículo 84, se consideraron los principios de gratuidad, universalidad, equidad, integralidad, integración social y solidaridad del Sistema Público Nacional de Salud, en el cual se da prioridad a la promoción de la salud y a la prevención de las enfermedades, garantizando tratamiento oportuno y rehabilitación de calidad; así como se incorpora a la comunidad a una participación social protagónica, en todos los aspectos de la planificación de políticas específicas como la investigación llevada a cabo en una institución pública de salud.⁹⁰

Asimismo, el presente estudio según la Ley del Ejercicio de la Odontología, en su Capítulo III y artículo 16, fue realizado por profesionales en el área debidamente capacitados y legalmente autorizados para prestar sus servicios a la comunidad, contribuir al progreso científico y social de la odontología, aportar su colaboración para la solución de problemas de salud pública creados por las enfermedades bucodentarias, y cooperar con los demás profesionales de salud en la atención de aquellos que así lo requieren. Además dichos profesionales, acataron las disposiciones establecidas en el Código de Deontología Odontológica de la República Bolivariana de Venezuela.^{91,92}

Cabe destacar que, en este Código se hace mención sobre publicaciones científicas, y en sus artículos hace referencia a que todo Odontólogo está en el deber de comunicar y discutir los resultados de sus experiencias científicas, dentro del ámbito de las instituciones de profesionales del campo de la salud, y de solicitar, siempre que cumplan con los principios del método científico y su divulgación en las publicaciones periódicas correspondientes.

Por consiguiente, haciendo referencia al Título IV Capítulo Tercero, De la Investigación en Seres Humanos del antes mencionado código; fue de importancia citar los siguientes artículos:⁹¹

Artículo 97º: La investigación clínica debe inspirarse en los más elevados principios éticos y científicos.

Artículo 98º: La investigación clínica debe ser realizada y/o supervisada por personas científicamente calificadas.

Artículo 99º: El Odontólogo responsable de la investigación clínica está en el deber de:

- a. Ejercer todas las medidas tendientes a proteger la salud de la persona sometida al experimento.
- b. Explicarle con claridad la naturaleza, propósito y riesgos del experimento y obtener de él, por escrito, su libre consentimiento.
- c. Asumir, no obstante su libre consentimiento, la responsabilidad plena del experimento, el cual debe ser interrumpido en el momento que él lo solicite.

De tal manera, la presente investigación se enfocó en cumplir un rigor metodológico y científico que permitió generar nuevos conocimientos aplicables al área de Endodoncia y así servir de base para el desarrollo de futuros estudios, así como su difusión; siempre en concordancia con los aspectos bioéticos, contribuyendo con el bienestar y salud del ser humano, respetando sus derechos y principios de beneficencia, no- maleficencia, autonomía y justicia a través de las bases legales antes mencionadas.

Definición operativa de términos

Cementos biocerámicos: materiales odontológicos con compuestos inorgánicos biológicamente diseñados para uso en seres humanos, en la reparación o sustitución de tejidos dentarios afectados o perdidos y específicamente en procedimientos operatorios y endodónticos. Estos biomateriales proporcionan una barrera hermética contra la migración de microorganismos y estimulan la cicatrización del tejido sin causar inflamación.⁹³

Barrera cervical: sellado artificial del tercio cervical del conducto radicular con material impermeable a través de una barrera de aproximadamente 3mm de espesor; que se emplea en procedimientos endodónticos regenerativos.⁹⁴

Color: Característica de la percepción visual que puede ser descrita por los atributos: Tono o matiz, Valor o luminosidad y Cromo, intensidad o saturación.⁹⁵

Pigmentación coronal: tinción extrínseca o intrínseca que produce cambio de coloración en la corona dental y por ende pérdida de la estabilidad del color original.⁹⁶

Adobe Photoshop®: su nombre en español significa literalmente "taller de fotos", es un software o programa informático para la creación, edición, retoque y análisis de imágenes obtenidas en un formato digital especial.⁹⁷

Diferencia de color: definida como la comparación de una muestra (Color 2) con el estándar (Color 1), que se obtiene restando los valores numéricos. Indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se le conoce

como Delta (Δ). Delta L^* (ΔL^*) = L^*_2 menos L^*_1 , Delta (Δa^*) = a^*_2 menos a^*_1 y Delta b^* (Δb^*) = b^*_2 menos b^*_1 ; pueden ser positivas (+) o negativas (-).⁹⁸

Delta-E (ΔE): magnitud de la diferencia total de color. Siempre con valores positivos. Se refiere a la “diferencia de sensación” que percibimos al exponernos a dos colores expresada en unidades.⁹⁸

Estabilidad del color: es cuando no existen cambios de color perceptibles entre un estándar y una muestra final. Consiste en mantener las propiedades de color de un objeto en el tiempo.⁹⁹

Espacio de color CIE $L^*a^*b^*$: modelo cromático establecido por la CIE en 1976, que permite especificar estímulos de color en un espacio tridimensional a través de coordenadas representadas en un diagrama de 3 planos o ejes.¹⁰⁰

Sistema de Variables

Variable Independiente: Cementos biocerámicos (barrera cervical)

Definición conceptual: son materiales a base de compuestos inorgánicos biocompatibles, utilizados en endodoncia para cumplir una determinada función física, química o biológica en el diente y/o tejidos circundantes.

Definición operacional: Los cementos biocerámicos son materiales utilizados como barrera cervical impermeable para evaluar la estabilidad del color coronal.

Variable Dependiente: Estabilidad del color coronal.

Definición conceptual: es la cualidad de mantener igual o sin modificación, el color de las estructuras que comprenden la corona dental.

Definición operacional: es la invariabilidad del color de las estructuras coronarias dentales luego de la colocación interna de un material.

Formulación de Hipótesis

Hipótesis General

Los cementos biocerámicos utilizados como barrera cervical tienen efecto sobre la estabilidad del color coronal de dientes extraídos.

Hipótesis Específicas

- La aplicación de MTA blanco como barrera cervical no produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 0 días post-aplicación.
- La aplicación de MTA blanco como barrera cervical no produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 7 días post-aplicación.
- La aplicación de MTA blanco como barrera cervical produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 30 días post-aplicación.
- La aplicación de MTA blanco como barrera cervical produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 90 días post-aplicación.
- La aplicación de Biodentine® como barrera cervical no produjo diferencias perceptibles en el color coronal en los tiempos post-aplicación.
- La diferencia total de color coronal (Delta-E) fue más perceptible en la muestra de estudio con barrera cervical de MTA blanco que en la de Biodentine® a los 90 días post-aplicación.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Objetivo General	Determinar el efecto de los cementos biocerámicos como barrera cervical en la estabilidad del color coronal de dientes extraídos.				
Variables	Definición	Dimensiones	Criterios	Indicadores	Instrumento
Independiente Cementos biocerámicos: MTA BIODENTINE®	Son materiales a base de compuestos inorgánicos biocompatibles, utilizados en endodoncia para cumplir una función física, química o biológica en el diente y/o tejidos circundantes.	Color coronal sin barrera cervical Color coronal con barrera cervical de MTA blanco Color coronal con barrera cervical de Biodentine®	Escala de medición numérica del color Sistema cromático CIELab Luminosidad (L*)= De 0 (negro) a 100 (blanco). Posición entre rojo y verde (a*)= De -120 (verde) a +120 (rojo). Posición entre azul y amarillo (b*)= De -120 (azul) a +120 (amarillo). Commission Internationale de l'Eclairage, 1931. Tiempos post- aplicación 0 días 7 días 30 días 90 días	Color a través de Registro fotográfico digital, correspondiente a los valores numéricos representados por coordenadas en el espacio de color CIELab según el Software Adobe Photoshop	Guía de observación
Dependiente Estabilidad del color coronal	Es la cualidad de mantener igual o sin modificación, el color de las estructuras que comprenden la corona dental.	Diferencia total de color coronal	ΔE* Diferencia total de color (uds.) = 1 Imperceptible >1-2 Casi imperceptible >2-4 Poco perceptible >4-5 Moderadamente perceptible > 5 Fácilmente perceptible	Valor numérico de ΔE* en unidades calculado por la fórmula CIELab (1976), que refleja la perceptibilidad de cambios en la estabilidad del color coronal	

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta la metodología mediante la cual se llevó a cabo la investigación, de acuerdo a su tipo y siguiendo un diseño específico; tomando una muestra determinada, y a través de una técnica e instrumento de recolección establecidos, para lograr el procesamiento y análisis de los datos obtenidos.¹⁰¹

Paradigma y enfoque de la investigación

En relación al enfoque de la investigación, se realizó un estudio cuantitativo, que se fundamenta en el uso del método científico basado en la cuantificación y verificación necesaria para el logro de un conocimiento objetivo; es decir, utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y confía en la medición numérica, el conteo, valiéndose frecuentemente de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población. En otras palabras, esta investigación, empleó magnitudes numéricas que pudieron medir las variables de estudio para ser tratadas mediante herramientas del campo estadístico.¹⁰¹

Tipo y Diseño de la investigación

De acuerdo al tipo, se trató de una investigación explicativa, ya que se encargó de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.¹⁰²

Sierra C, establece que las investigaciones explicativas son aquellas que buscan descubrir las causas que originan determinados comportamientos, es decir, estudian la causa y efecto de un fenómeno; se centran en explicar por qué ocurre dicho fenómeno y en qué condiciones se da éste. La investigación experimental fue netamente explicativa, por cuanto su propósito demostró que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Por lo tanto, en este proceso se sometió a un grupo de estudio, a determinadas condiciones, para observar los efectos o reacciones éstas produjeron; y entonces se caracterizó fundamentalmente por la manipulación y control de las variables por parte del investigador.¹⁰²

Con respecto al diseño de la investigación, la misma se enmarcó dentro de los estudios experimentales, que se caracterizan por la introducción o manipulación de las variables como el factor causal o de riesgo, para la determinación posterior del efecto. En relación a lo planteado, dentro del diseño de investigación experimental, se utilizó un tipo de experimento verdadero con Preprueba y Postprueba más un grupo control (negativo); en donde los sujetos de estudio fueron asignados al azar a los grupos.¹⁰³

Con este diseño de investigación experimental puro, se controlaron todos los factores que pudieran alterar el proceso. Este modelo cumplió con dos requisitos fundamentales: el empleo de grupos de comparación, y equivalencia de grupos mediante la asignación aleatoria. Se realizó una preprueba con la finalidad de establecer las características iniciales de color dental coronal de los grupos de dientes extraídos; seguidamente se llevó a

cabo el tratamiento experimental, con la aplicación de 2 tipos de cementos biocerámicos como barrera cervical y se realizó una post-prueba, para evaluar la diferencia entre la condición inicial de cada grupo y la condición final, y así determinar si existía o no relación entre la colocación del material y el cambio de color en las unidades dentarias.

Nivel o Alcance de la investigación

En cuanto al nivel, consistió en una investigación descriptiva ya que se fundamentó en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.¹⁰³

Según Tamayo y Tamayo, “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente”. Por consiguiente, el investigador es fue que un tabulador de datos y cada información fue importante para plantear las hipótesis o teorías, analizar los resultados y extraer generalizaciones significativas que contribuyeron al conocimiento.¹⁰⁴

Población y muestra

La población, o en términos más precisos población objeto de estudio, es un conjunto finito o infinito de elementos o sujetos (objetos, individuos, animales), con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación; quedando delimitada por el problema y los

objetivos de la misma. En tanto que, la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de un universo o población accesible.¹⁰³

En tal sentido, se realizó un muestreo No Probabilístico, de tipo intencional, por conveniencia u opinático; puesto que los elementos fueron seleccionados en base al juicio del investigador, tomando en cuenta criterios de inclusión y exclusión preestablecidos.¹⁰⁵

Dando como resultado, que la población y muestra estuvo constituida por 50 dientes monorradiculares extraídos que fueron recolectados de diferentes centros de salud públicos y privados ubicados en Valencia, Estado Carabobo- Venezuela; en el período Enero-Octubre 2017; previa autorización por escrito del representante de la institución y se realizó la solicitud para el aval de la Subcomisión de Bioética y Bioseguridad del Postgrado de Endodoncia (Anexo 2). De esta manera, se analizó la estabilidad del color coronal luego de la aplicación de cementos biocerámicos como barrera cervical.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión: UD monorradiculares superiores o inferiores, con indicación de exodoncia por motivos periodontales o con fines ortodónticos o protésicos, que tuvieran estructura coronaria completa; sin tratamiento endodóntico previo.

Criterios de exclusión: UD bi o multirradiculares, UD con endodoncias previas, caries extensas/radiculares o cementos provisionales, fracturadas, con perforaciones, con calcificaciones extensas, resorciones internas o

externas, raíces con dilaceraciones marcadas, pigmentaciones o cambios de coloración intensos por causas intrínsecas.

Técnica e Instrumento de recolección de datos

Técnica se define como todo procedimiento utilizado para la recolección de datos, es decir, el medio por el cual se obtienen. Asimismo, los instrumentos de recolección de datos y materiales son aquellos que se emplean para recopilar estos datos del estudio en cuestión, y entre los cuales se encuentran: la observación, la entrevista y el cuestionario.^{101,106}

En el presente estudio se empleó la observación como técnica de recolección de datos y una Guía de observación (Anexo 4) como instrumento de recolección de datos.

La Observación es una de las técnicas más utilizadas por ser sencilla y rápida. Consiste en visualizar o captar mediante el sentido de la vista y con especial interés, un fenómeno o hecho en forma sistemática; se basa en la percepción del investigador, y su facultad de identificar y conocer el conjunto de cualidades que deben o pueden estar presentes en determinada situación de estudio. Por lo que, este proceso exige establecer un plan en relación con lo que se espera observar, a fin de disminuir la subjetividad del mismo.¹⁰⁷

Con respecto a lo anterior, se hace especial referencia a la observación directa y en este caso fue de tipo participante y estructurada; ya que el investigador se puso en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que se estudió, y se incluyó en el grupo para obtener los datos, hecho o fenómeno observado durante el procedimiento. Es relevante mencionar que

se contó con la presencia de un observador especializado en el área para evitar sesgos en la investigación. Además de realizarse en correspondencia a los objetivos, se utilizó como mecanismo de recolección y registro de datos, una guía diseñada previamente; en la cual se especificaron los elementos que fueron observados.¹⁰⁶

Por su parte, esta Guía de Observación constituyó un instrumento inteligente que organizó la disponibilidad de la información y estandarizó indicadores que permitieron monitorear y hacer seguimientos; por lo que se utilizó para la evaluación sistemática de un proceso, contó con una lista de criterios preestablecidos que en este caso fueron determinados por el investigador y su contenido fue validado previa aplicación.¹⁰⁸

Validez

Algunos autores, definen validez como el grado en el que el instrumento de evaluación mide lo que en realidad se desea medir. La validación del instrumento que se utilizó en el presente estudio fue de contenido, la cual se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico del contenido de lo que se mide. La misma fue efectuada por 3 expertos en el área, siendo dos de éstos especialistas en el área de endodoncia y uno especializado en el contenido metodológico. En este caso el instrumento solo requirió validez de contenido o por juicio de expertos (Anexo 5).¹⁰⁹

Técnicas de análisis y presentación de los datos

Una vez aplicado el instrumento y recopilados todos los datos que fueron necesarios para el procesamiento de la información, que llevó al logro de los

objetivos de la investigación; la data fue organizada, codificada, tabulada y graficada a través de diagramas de líneas y de barras múltiples, a manera de presentar los resultados, que posteriormente fueron interpretados a través de un análisis descriptivo, seguido de 6 diferentes tratamientos estadísticos para cada hipótesis planteada, las cuales fueron contrastadas mediante las siguientes pruebas correspondientes: Prueba de Wilcoxon para dos muestras relacionadas, Prueba de Friedman para más de dos muestras relacionadas y Prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras independientes; que finalmente conllevaron a su respectivo análisis estadístico inferencial.

Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en X fases:

Fase I. Preparación previa de la muestra

La muestra seleccionada de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión quedó constituida por 50 UD humanas extraídas monorradiculares (Fig. N°2), de diferentes instituciones de salud públicas y privadas, previo consentimiento informado del centro de salud y aprobación del Subcomité de Bioética del Postgrado de Endodoncia de la FOUC (Anexo 2 y 3). La misma fue almacenada en solución fisiológica con la finalidad de mantener su hidratación hasta el momento del experimento y posteriormente fue sumergida por una hora en una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25% y aclarada en agua destilada. Se examinó bajo magnificación a través de un microscopio operatorio y se comprobó la ausencia de fracturas.



Fig. N° 2: Unidades dentarias de la muestra de estudio. Facchin, 2017.

Se realizó una radiografía preoperatoria para verificar la presencia de un solo conducto y ausencia de resorciones radiculares y calcificaciones extensas.

Posteriormente, se efectuó limpieza de las superficies dentarias con una pieza ultrasónica (irritantes locales, restos de tejidos y manchas), y pulido con pasta a base de piedra pómez y agua.

La conservación de los dientes fue en solución salina estéril al 0.9 %, hasta el momento de iniciar los accesos camerales; previo lavado con la solución y secado con gasas, para así proceder a la estandarización de los especímenes.

Fase II. Estandarización de la muestra

La porción apical de cada raíz (Fig. 3) se eliminó de forma perpendicular al eje largo del diente con una fresa de diamante N° 3200 a alta velocidad y con refrigeración continua; para obtener longitudes radiculares de 10 mm partiendo de la unión cemento-esmalte (UCA) vestibular, y luego simular la condición de diente con ápice inmaduro.

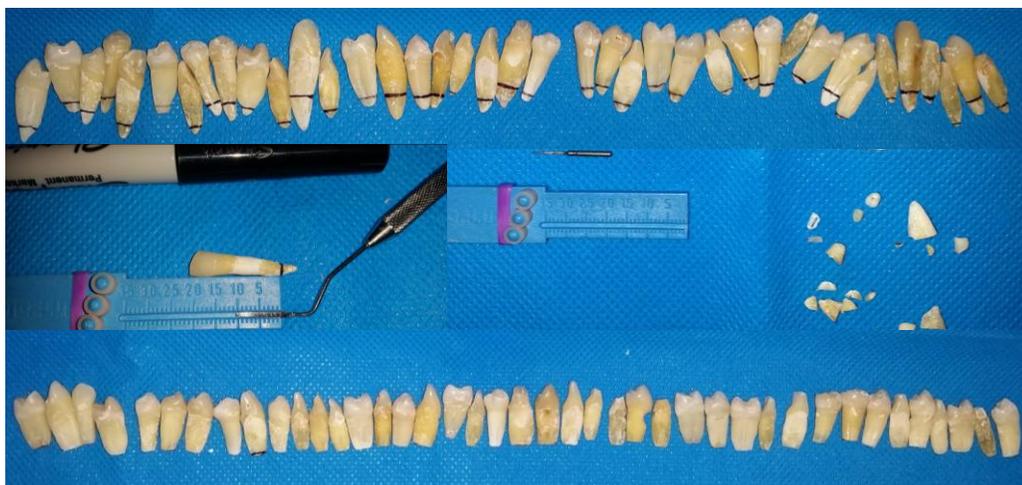


Fig. N° 3: Estandarización de la longitud radicular de la muestra. Facchin, 2017.

Fase III: Apertura y Simulación de conductos amplios

A continuación, se prepararon cavidades de acceso endodóntico con una fresa redonda N° 2 y fresa Endo Z para rectificar la apertura. Los conductos radiculares fueron instrumentados con fresas Gates Glidden N° 4, 5 ó 6 hasta longitud total, previa permeabilización de los mismos con limas manuales e irrigación con NaOCl al 5,25%; seguido de solución fisiológica y EDTA al 17% durante 1 minuto, para luego ser lavados nuevamente con solución 0.9% y secados con microcapilares mas puntas de papel estériles.

Fase IV: Aleatorización de la muestra

La muestra fue dividida aleatoriamente en 2 grupos experimentales y 1 grupo control, quedando distribuidos de la siguiente manera: **G1**(n=20) Grupo de estudio con barrera cervical MTA blanco, **G2** (n=20) Grupo de estudio con barrera cervical Biodentine® y **GC**(n=10) Grupo control negativo sin barrera. Todas las muestras se codificaron numéricamente antes de la aleatorización,

sin datos de identificación adicionales presentes. El operador especializado desconocía en todo momento cuál biocerámico se empleó en cada diente.



Fig. N° 4: División aleatoria de la muestra para grupo de estudio. Facchin, 2018.

Fase V: Aplicación de los cementos como barrera cervical y sellado coronal/apical.

Para la colocación del material, se siguieron las instrucciones de manipulación establecidas por los fabricantes, y se llevó de forma ortógrada a la porción cervical de las UD utilizando un porta-amalgama y un condensador de Schilder, colocando una punta de papel N° 80 dentro del conducto por el orificio apical con una longitud de 7mm. El espesor del material fue calculado introduciendo el plugger desde la porción apical hasta contactar suavemente el material, y restando de la longitud establecida a partir de la UCA vestibular, para obtener una barrera de 3 mm. El tercio apical de los 50 dientes muestra de estudio, se selló con resina compuesta fotocurada; realizando un plug apical de aproximadamente 4mm de espesor.



Fig. N° 5: Colocación de barrera cervical y sellado coronal/ apical en resina. Facchin, 2018.

Asimismo, una vez cumplido el periodo de endurecimiento respectivo para cada cemento biocerámico; el sellado coronal se realizó igualmente con resina compuesta Filtek™ Z350 (3M ESPE) en correspondencia al color coronal inicial de cada UD, previa limpieza de la cavidad con alcohol absoluto y protocolo de grabado ácido/ acondicionamiento. El tiempo de fotocurado de la restauración fue de 20 segundos por cada incremento de aproximadamente 2.5 de mm de resina (técnica incremental) para disminuir el factor de contracción de polimerización.

En el caso del Grupo Control, se efectuó el sellado coronal/apical en resina compuesta sin la colocación de barrera cervical, de la misma forma descrita anteriormente para los grupos de estudio con barrera.

Fase VI: Montaje temporal de la muestra

Se elaboraron moldes desmontables de acrílico transparente según el esquema preestablecido (Fig. 6), para que cada UD pudiera ser estabilizada durante las fotografías y colocadas en un mismo eje durante los registros subsecuentes.

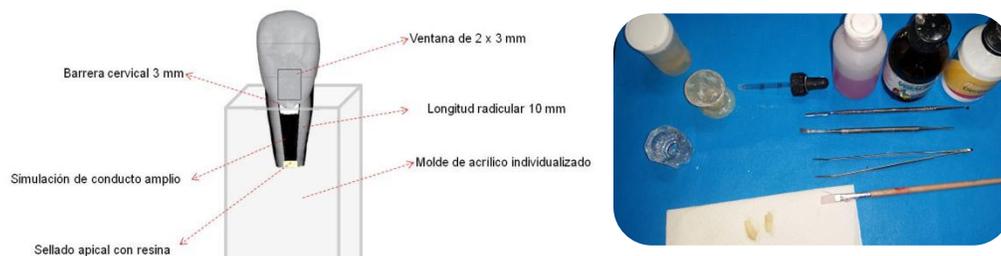


Fig. N° 6: Esquema y materiales para el montaje individualizado de las UD. Facchin, 2017.

En la superficie vestibular de cada unidad, se dibujó primeramente con lápiz de grafito y luego se realizó una ventana rectangular de 2x3 mm (Fig. 7),

creada en la interfase de los tercios cervical y medio de las coronas a través de una fresa de diamante punta de lápiz; de tal manera que $\frac{2}{3}$ de su altura se localizaron en el tercio cervical y $\frac{1}{3}$ en el tercio medio coronal, para establecer un punto reproducible en toda la muestra de estudio durante el registro fotográfico dentro de la porción cervical- media de la unidad dentaria, ya que es el primer lugar tomado como referencia para determinación del color dental debido a que la parte central del tercio cervical vestibular es donde existe la menor cantidad de esmalte y un gran volumen de dentina.

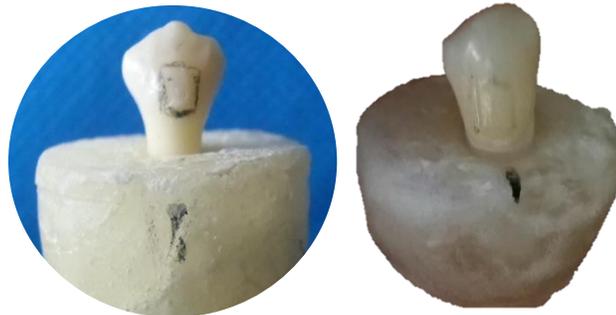


Fig. N° 7: Molde de acrílico individual por UD y guía rectangular en la superficie vestibular de la corona para registro fotográfico del color. Facchin, 2017.

Fase VII: Registro fotográfico digital del color coronal de la muestra sin barrera cervical

Para realizar el registro fotográfico de cada espécimen, fue necesario la instalación de un set, bajo ciertos parámetros de iluminación y condiciones de montaje; evaluado por un mismo operador especializado con la misma cámara fotográfica profesional, durante los diferentes tiempos post-aplicación, reproduciendo en todo momento las características del medio antes mencionadas (Fig. 8). Se utilizó una cámara Canon® EOS Rebel T6i sensor CMOS (APS-C) de 24.2 Megapíxeles, Lente macro USM Canon® EF

100mm F2.8 con un sistema de flashes inalámbricos (wireless) Canon® 270EX II y un soporte (bracket) R2/U ballhead. Preestableciendo los siguientes parámetros fotográficos antes de cada registro: Velocidad de disparo 1/125, apertura de diafragma F10, ISO 100, proporción 1:1.5, distancia focal 1.14 ft, 0.35 m (35 cm) objeto- sensor. El modelo de acrílico se estabilizó sobre un soporte cilíndrico (Fig. 8) al cual se le realizó una ranura en el lado derecho para insertar la tarjeta de balance de blancos o tarjeta de grises (WhiBal Tamaño 5.3 x 8.5cm), y así configurar el balance blanco personalizado al inicio de cada sesión. La muestra fue ubicada siempre en el centro de una caja negra especialmente diseñada para el montaje fotográfico, reposada sobre una superficie plana en un mesón y contra la pared.



Fig. N° 8: Montaje reproducible para el registro fotográfico. Facchin, 2018.

La toma del **Color coronal sin barrera cervical** en la muestra de estudio (color inicial de referencia después de la preparación del diente pero antes de la colocación de los materiales), se realizó a través de un registro fotográfico en formato RAW o “en crudo”, efectuando dos capturas por diente en cada sesión; las cuales fueron procesadas mediante el Software digital

(Adobe Photoshop CS6®) en un mismo procesador I5- 3450 3.10 GHz (Intel®), RAM: 16 GB (Kingston®) y tarjeta de video: GTX-960 (NVIDIA).

Las imágenes obtenidas de las superficies coronales, fueron calibradas en el programa a una temperatura de 5600K y posteriormente se agruparon por unidad dentaria para efectuar la determinación de los valores numéricos del Sistema cromático CIELab para L*, a* y b* (Commission Internationale de l'Eclairage, 1976) en 3 puntos específicos dentro de la guía rectangular de la superficie vestibular de la muestra de estudio.

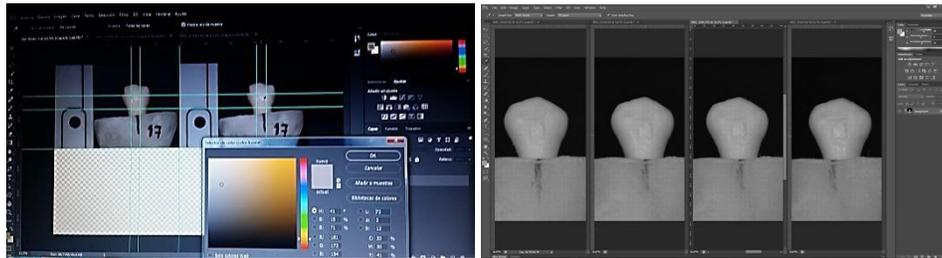


Fig. N° 9: Procesamiento de las imágenes en Adobe Photoshop CS6. Facchin, 2018.

De esta manera, mediante el uso de una escala de medición numérica del color, se evaluó el color coronal de la muestra sin barrera cervical; determinando su ubicación en el espacio de color CIELAB mediante el uso de un sistema de coordenadas cartesianas tridimensionales que muestran valores para L*, a*, y b*, que luego se registraron en la guía de observación de la siguiente manera:

Luminosidad (L*)= De 0 (negro) a 100 (blanco).

Posición entre verde y rojo (a*)= De -120 (verde) a +120 (rojo).

Posición entre azul y amarillo (b*)= De -120 (azul) a +120 (amarillo).

A continuación, las UD fueron almacenadas en tubos de ensayo estériles identificados con etiquetas según grupo de estudio y colocados en una gradilla de anime dentro de un recipiente que se mantuvo en una incubadora (estufa) a una temperatura de 37°C, simulando condiciones de humedad al 100% al estar sobre una goma espuma impregnada con agua estéril y cloruro de benzalconio (solución incolora); para intentar reproducir estas dos condiciones presentes en la cavidad bucal y se mantuvieron sin contacto con luz solar/ artificial exceptuando periodos cortos al momento de los registros fotográficos. La muestra era trasladada en los tubos de ensayo tapados con algodón y el recipiente fue colocado dentro de una caja negra.



Fig. N° 10: Almacenamiento y traslado de la muestra de estudio. Facchin, 2018.

Fase VIII: Registro fotográfico digital del color coronal con barrera cervical

Posterior al almacenaje según los tiempos post-aplicación, se realizaron nuevamente los registros fotográficos digitales en los grupos de estudio y

control, que fueron procesados en el Software Adobe Photoshop CS6® para la determinación del **Color coronal con barrera cervical de MTA blanco y de Biodentine®**, a través de los valores numéricos para L*, a* y b* según el Sistema cromático CIELab (Espacio de color Lab).

En relación al tiempo de evaluación luego de la aplicación de los cementos como barrera cervical, se tomaron 4 registros fotográficos (bajo los mismos criterios establecidos y el mismo operador especializado indicados anteriormente); los cuales fueron observados: a los 0 días (inmediato post-experimento), 7 días, 30 días y 90 días.

En los mismos tiempos y siguiendo el mismo procedimiento de registro fotográfico de color, será evaluado el **Grupo Control**.

Fase IX Cálculo de la diferencia total de color coronal (ΔE^*)

Paralelamente se registró la información obtenida, a través de una guía de observación y posteriormente se calculó la **Diferencia total de color coronal (ΔE^*)** en la muestra de estudio mediante la fórmula matemática CIELab 1976 para la diferencia de color entre dos muestras:

$$\Delta E^* = [(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2]^{1/2}.$$

Color 1= color coronal sin barrera cervical según grupo (L^*_1, a^*_1, b^*_1).

Color 2= color coronal con barrera cervical según grupo (L^*_2, a^*_2, b^*_2).

Fase X: Comparación de la Diferencia total de color coronal (Delta-E), en la muestra de estudio con barrera cervical de MTAB y de Biodentine®

Los resultados obtenidos fueron cotejados con los criterios establecidos en la presente investigación, según la escala que se muestra a continuación

basada en la norma ISO 12647-2 para la Estandarización del color, adaptada por el autor:

ΔE^* (uds.)	Diferencia total de color
= 1	Imperceptible
>1-2	Casi imperceptible
>2-4	Poco perceptible
>4-5	Moderadamente perceptible
> 5	Fácilmente perceptible

Facchin, 2017.

Así se definió de acuerdo a lo observado si hubo cambios perceptibles en el color de las coronas de la muestra luego de la colocación de las barreras cervicales en los tiempos post- aplicación previamente mencionados.

Por último, se comparó la diferencia total de color coronal (ΔE^*), en la muestra de estudio con barrera cervical de MTA blanco, con el ΔE^* de la muestra con barrera cervical de Biodentine[®]; evaluando los cambios perceptibles en el color coronal de la muestra de estudio, y estableciendo el efecto de los cementos biocerámicos en la estabilidad del color.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Presentación y análisis estadístico descriptivo de los resultados

Tabla N°1

Color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de Luminosidad y grupos de estudio.

Luminosidad sin barrera cervical	Grupos de estudio					
	MTA blanco		Biodentine®		Total	
	f	%	f	%	f	%
61 - 64	5	25%	1	5%	6	15,0%
65 - 68	5	25%	7	35%	12	30,0%
69 - 72	5	25%	8	40%	13	32,5%
73 - 76	4	20%	4	20%	8	20,0%
77 - 80	1	5%	0	0%	1	2,5%
Total	20	100%	20	100%	40	100,0%

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N°2

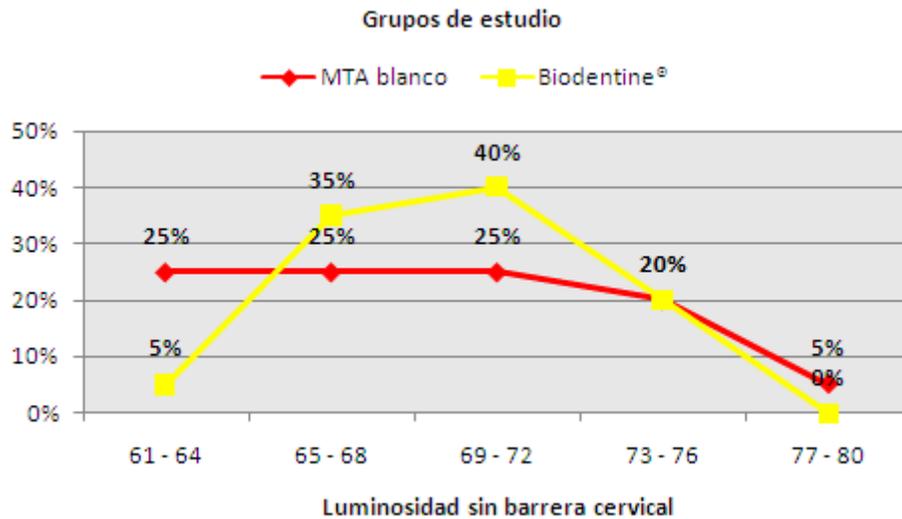
Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de Luminosidad y grupos de estudio.

Luminosidad sin barrera cervical						
Grupos de estudio	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
MTA blanco	20	62	77	15	69,35	4,545
Biodentine®	20	61	76	15	69,45	3,692
Total	40	61	77	16	69,40	4,088

Fuente: Tabla Nro. 1.

Gráfico N°1

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de Luminosidad y grupos de estudio.



Fuente: Tabla Nro. 1.

Interpretación

Tanto en la tabla N° 1 y 2 como en el gráfico N° 1, en referencia al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical, evaluado por coordenadas en el eje Luminosidad según valores numéricos del Sistema cromático CIELab, se destaca que el 75% de los especímenes pertenecientes al grupo de estudio MTA blanco tienen valores entre 61 y 69 de luminosidad; de los cuales 25% presentaron valores de 61 a 64, otro 25% oscila en un intervalo de 65 a 68 e igualmente un 25% se encuentra en valores de luminosidad entre 69 y 72. Además en este grupo se indica un promedio igual a 69,35 de luminosidad y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 4,6$ valores en el

eje negro a blanco. Por otra parte, el 40% de las unidades dentarias investigadas ubicadas en el grupo de estudio Biodentine® evidenciaron valores de luminosidad de 69 a 72, seguido de un 35% de dientes de este mismo grupo cuyos valores estuvieron entre 65 y 68; mostrando un promedio de luminosidad igual a 69,45 en el eje de negro a blanco, así como una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 3,7$ coordenadas de luminosidad.

Tabla N° 3

Color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y grupos de estudio.

a* (posición entre verde - rojo) sin barrera cervical	Grupos de estudio					
	MTA blanco		Biodentine®		Total	
	f	%	f	%	f	%
0	2	10%	3	15%	5	12,5%
1	2	10%	3	15%	5	12,5%
2	5	25%	2	10%	7	17,5%
3	4	20%	2	10%	6	15,0%
4	3	15%	6	30%	9	22,5%
5	4	20%	3	15%	7	17,5%
6	0	0%	1	5%	1	2,5%
Total	20	100%	20	100%	40	100,0%

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 4

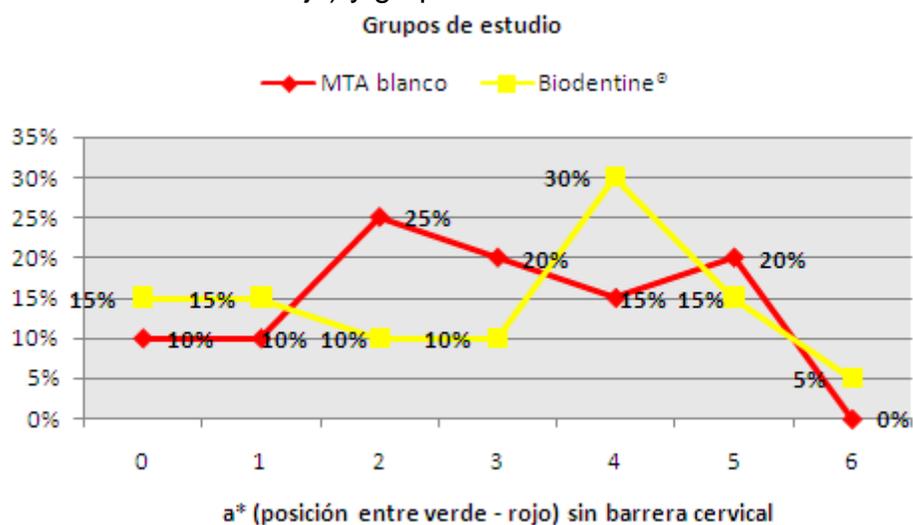
Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y grupos de estudio.

a* (posición entre verde - rojo) sin barrera cervical						
Grupos de estudio	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
MTA blanco	20	0	5	5	2,80	1,609
Biodentine®	20	0	6	6	2,90	1,889
Total	40	0	6	6	2,85	1,733

Fuente: Tabla Nro. 3.

Gráfico N° 2

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y grupos de estudio.



Fuente: Tabla Nro. 3.

Interpretación.

En cuanto al color coronal de dientes sin barrera cervical que conforman la muestra objeto de estudio, visto en el eje del verde al rojo según los valores numéricos del Sistema cromático CIELab; tanto en las tablas N° 3 y 4 como en el gráfico N° 2 sobresale que una cuarta parte (25%) de los especímenes evaluados pertenecientes al grupo de estudio MTA

blanco, tienen un valor igual a 2 en la posición entre verde y rojo, también en este grupo se indica un promedio igual a 2,8 con una tendencia a alejarse de la media en $\pm 1,6$ valores en el eje de verde a rojo. Por otra lado, el 30% de las unidades dentarias ubicadas en el grupo de estudio Biodentine[®], evidenciaron un valor de 4 en la posición entre verde y rojo; revelando un promedio igual a 2,9 y una tendencia a alejarse de la media en $\pm 1,9$.

Tabla N° 5

Color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y grupos de estudio.

b* (posición entre azul - amarillo) sin barrera cervical	Grupos de estudio					
	MTA blanco		Biodentine [®]		Total	
	f	%	f	%	f	%
06 - 09	4	20%	3	15%	7	17,5%
10 - 13	8	40%	8	40%	16	40,0%
14 - 17	5	25%	7	35%	12	30,0%
18 - 21	2	10%	1	5%	3	7,5%
22 - 26	1	5%	1	5%	2	5,0%
Total	20	100%	20	100%	40	100,0%

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 6

Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y grupos de estudio.

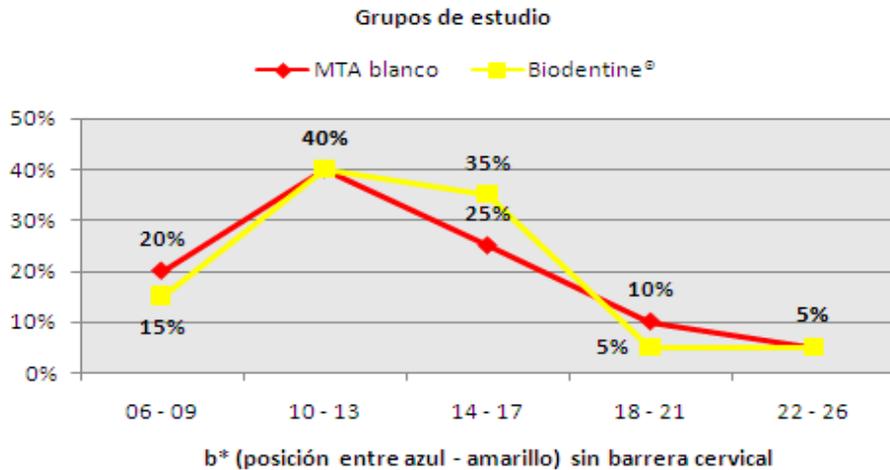
b* (posición entre azul - amarillo) sin barrera cervical

Grupos de estudio	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
MTA blanco	20	6	22	16	12,75	4,435
Biodentine®	20	8	26	18	13,50	3,940
Total	40	6	26	20	13,13	4,158

Fuente: Tabla Nro. 5.

Gráfico N° 3

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y grupos de estudio.



Fuente: Tabla Nro. 5.

Interpretación.

Respecto al color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical, detectado en el eje azul-amarillo según los valores numéricos del Sistema cromático CIELab; en las tablas N° 5, 6 y gráfico 3 resalta que el 40% de los especímenes pertenecientes al grupo de estudio MTA blanco, tienen valores entre 10 y 13 en la posición azul-amarillo. Además, en este grupo se indica un promedio en el eje igual a 12,75 y una tendencia a alejarse de esa media

en $\pm 4,4$ posiciones. De igual forma, el 40% de las unidades dentarias ubicadas en el grupo de estudio Biodentine[®], evidenciaron valores de 10 a 13 en la posición entre azul y amarillo; mostrando un promedio igual a 13,5 con una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 3,9$ valores en dicho eje.

Tabla N° 7

Color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.

Luminosidad con barrera cervical MTA blanco	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
61 - 64	4	20	4	20	4	20	4	20
65 - 68	6	30	5	25	5	25	8	40
69 - 72	6	30	7	35	7	35	6	30
73 - 76	3	15	3	15	3	15	2	10
77 - 80	1	5	1	5	1	5	0	0
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 8

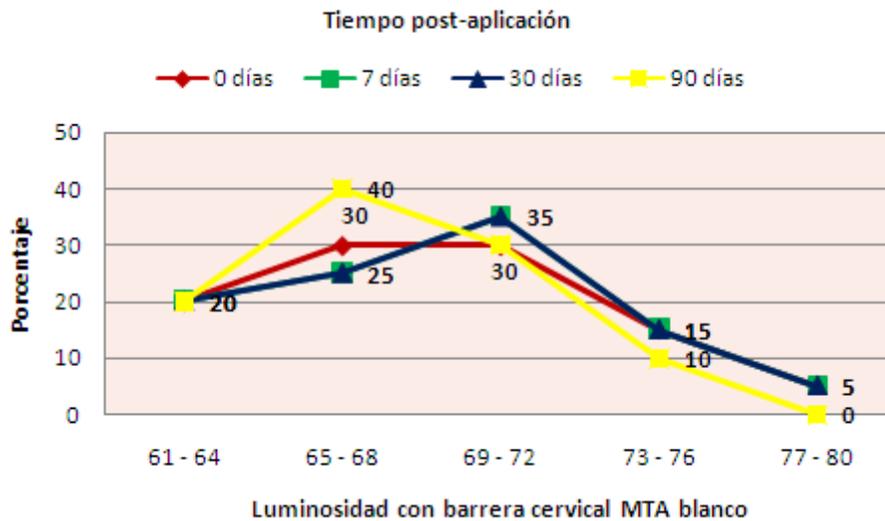
Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje luminosidad y tiempos post-aplicación.

Luminosidad post-aplicación de barrera cervical	Cemento biocerámico MTA blanco					
	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
0 días	20	62	78	16	69,00	4,401
7 días	20	62	79	17	69,10	4,621
30 días	20	61	79	18	68,70	4,612
90 días	20	61	75	14	67,50	3,940

Fuente: Tabla Nro.7.

Gráfico N° 4

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 7.

Interpretación.

Como se muestra tanto en las tablas N° 7 y 8 como el gráfico N° 4, en relación al color coronal con barrera cervical de MTA blanco, en el eje de luminosidad según valores numéricos del Sistema cromático CIELab; se observa que el 60% de los especímenes evaluados inmediatamente después de la aplicación esta barrera cervical, tienen valores de luminosidad entre 65 y 72 (30% de 65 a 68 y 30% de 69 a 72). Adicionalmente, se indica un promedio de 69 con una tendencia a alejarse de la media en $\pm 4,4$ valores de luminosidad. El 35% de las UD evidenciaron valores entre 69 y 72, a los 7 días de la aplicación de la barrera de MTA blanco, mostrando un promedio de luminosidad en ese tiempo igual a 69,1 y una tendencia a alejarse de esa

media en $\pm 4,6$ valores. De igual forma, se señala que el 35% de este grupo de estudio a los 30 días post-aplicación tiene valores de luminosidad entre 69 y 72, reflejando un promedio igual a 68,7 con una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 4,6$ valores de luminosidad. Finalmente, el 40% de este grupo exhibió valores de luminosidad entre 65 y 68 a los 90 días post-aplicación de la barrera cervical MTAB, con un promedio en ese tiempo igual a 67,5 así como una tendencia a alejarse de la media en $\pm 3,9$ posiciones.

Tabla N° 9

Color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y tiempos post-aplicación.

a* (posición entre verde - rojo) con barrera cervical MTA blanco	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
0	2	10	1	5	0	0	0	0
1	3	15	5	25	3	15	2	10
2	4	20	4	20	7	35	3	15
3	5	25	4	20	3	15	3	15
4	2	10	2	10	2	10	7	35
5	3	15	3	15	4	20	2	10
6	1	5	1	5	1	5	3	15
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 10

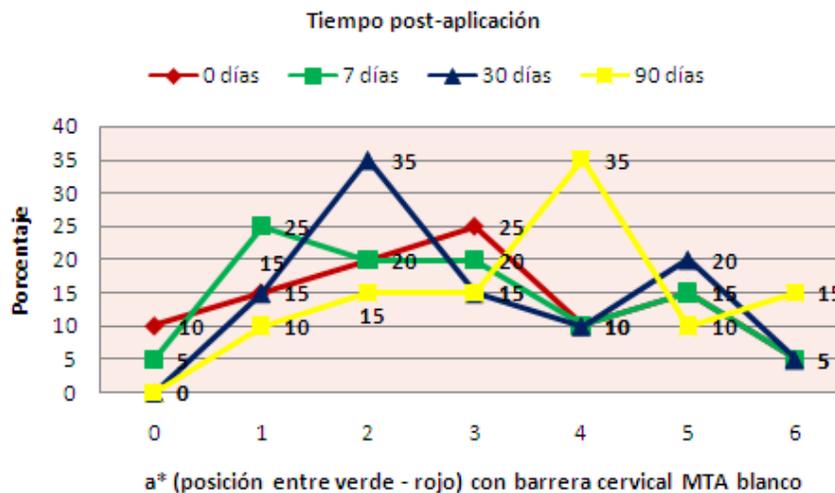
Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco, según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y tiempos post-aplicación.

a* (posición entre verde - rojo) post-aplicación de barrera cervical	Cemento biocerámico MTA blanco					
	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. tip.
0 días	20	0	6	6	2,75	1,713
7 días	20	0	6	6	2,70	1,689
30 días	20	1	6	5	3,00	1,556
90 días	20	1	6	5	3,65	1,531

Fuente: Tabla Nro. 9.

Gráfico N° 5

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco, según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 9.

Interpretación

Así como se aprecia en la tabla N° 9, 10 y gráfico N° 5, en cuanto al color coronal con barrera cervical de MTA blanco en este grupo de estudio, según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo); destaca que el 25% de los especímenes evaluados inmediatamente

después de la aplicación de la barrera cervical MTAB tienen valor de 3, con promedio de 2,75 y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 1,7$ valores en el gradiente verde a rojo. Igualmente, el 25% de las UD investigadas mostraron un valor de 1 en esta posición a los 7 días de la aplicación de la barrera cervical; a su vez un promedio igual a 2,7 y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 1,7$ valores. En relación a los especímenes evaluados 30 días después de la aplicación de la barrera MTAB, el 35% tuvo un valor de 2 en la posición entre verde y rojo, con un promedio igual a 3 y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 1,6$ coordenadas. Por último, se observa que el 35% del grupo a los 90 días post-aplicación, exhibió un valor en a^* de 4, destacando un promedio en ese tiempo igual a 3,65 en el eje verde- rojo así como una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 1,5$ valores.

Tabla N° 11

Color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b^* (posición entre azul - amarillo) y tiempos post-aplicación.

b* (posición entre azul - amarillo) con barrera cervical MTA blanco	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
04 - 07	2	10	1	5	2	10	2	10
08 - 11	7	35	9	45	7	35	8	40
12 - 15	7	35	6	30	8	40	8	40
16 - 19	2	10	3	15	2	10	1	5
20 - 23	2	10	1	5	1	5	1	5
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 12

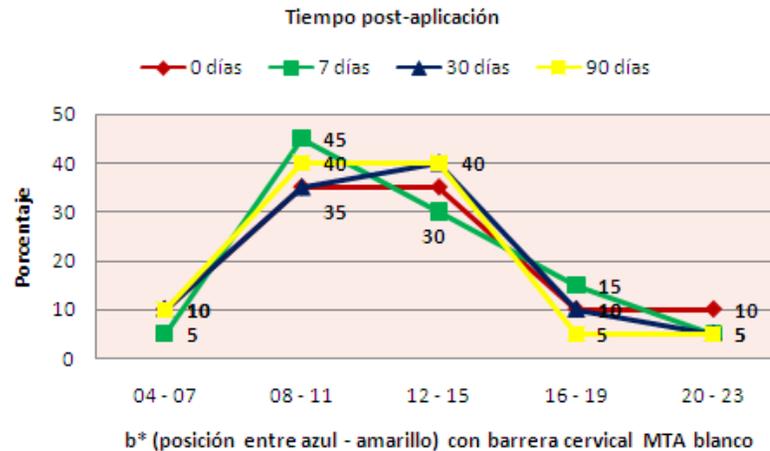
Estadísticos descriptivos del color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y tiempos post-aplicación.

b* (posición entre azul - amarillo) post-aplicación de barrera cervical	Cemento biocerámico MTA blanco					
	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
0 días	20	5	23	18	12,55	4,639
7 días	20	6	23	17	12,40	4,031
30 días	20	6	23	17	12,25	3,985
90 días	20	4	20	16	11,20	3,847

Fuente: Tabla Nro. 11.

Gráfico N° 6

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 11.

Interpretación.

Respecto al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTAB percibido en el eje del azul al amarillo según valores numéricos del Sistema

cromático CIELab; se distingue en las tablas N° 11, 12 y gráfico N° 6, que 70% de los especímenes evaluados inmediatamente después de la aplicación tienen valores entre 8-15, de los cuales 35% fue 8 a 11, y el otro 35% osciló entre 12 a 15. El promedio fue 12,55 y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 4,6$ valores. Seguidamente se observa que el 45% evidenció valores de 8 a 11 en este eje a los 7 días, con un promedio en ese tiempo igual a 12,4 y una tendencia a alejarse de esa media en ± 4 coordenadas. 30 días después de la aplicación, el 40% tiene valores en b* entre 12 y 15; además de un promedio igual a 12,25 y una tendencia a alejarse de la media en ± 4 valores. Finalmente, se evidencia que el 80% exhibió valores en b* de 8 a 15 a los 90 días post- aplicación (40%: 8 a 11 y 40%: 12 a 15), mostrando un promedio en este eje igual a 11,2 y una tendencia a alejarse de la media en $\pm 3,8$ valores.

Tabla N° 13

Color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.

Luminosidad con barrera cervical Biodentine®	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
61 - 64	2	10	3	15	2	10	3	15
65 - 68	6	30	7	35	9	45	7	35
69 - 72	8	40	5	25	4	20	6	30
73 - 76	4	20	5	25	4	20	4	20
77 - 80	0	0	0	0	1	5	0	0
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 14

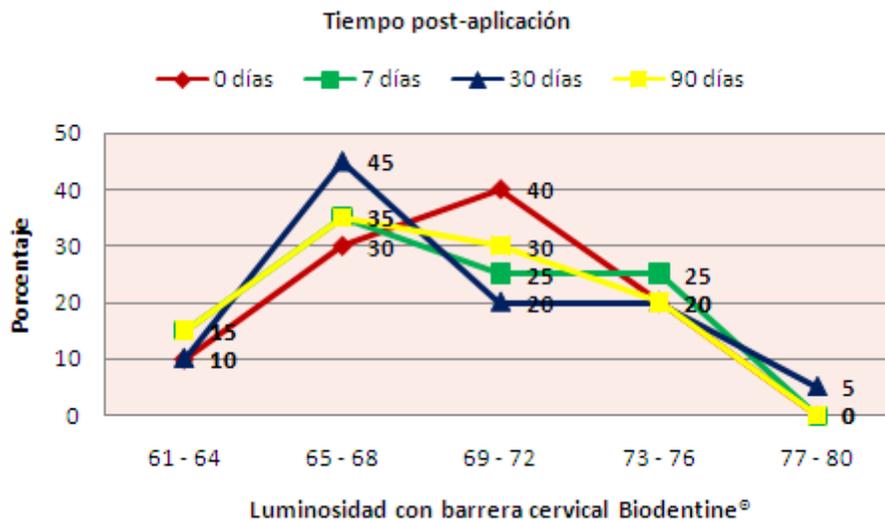
Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.

Luminosidad post-aplicación de barrera cervical	Cemento biocerámico Biodentine®					
	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
0 días	20	61	76	15	69,50	3,777
7 días	20	62	75	13	69,20	3,806
30 días	20	62	77	15	69,25	3,972
90 días	20	62	75	13	68,80	3,503

Fuente: Tabla Nro. 13.

Gráfico N° 7

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje de luminosidad y tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 13.

Interpretación.

En referencia al color coronal en el eje de luminosidad observado en las tablas N° 13, 14 y gráfico N° 7, según valores numéricos del Sistema cromático CIELab de los dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine®; destaca que el 40% de los especímenes evaluados inmediatamente después de la aplicación esta barrera cervical, tiene valores entre 69 y 72, con un promedio igual a 69,5 así como una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 3,8$. Continuando con un 35% con valores de luminosidad de 65 a 68 luego de 7 días post-aplicación de la barrera cervical Biodentine®, un promedio de 69,2 y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 3,8$ valores. Igualmente, se señala que a los 30 días, el 45% presentó valores de luminosidad entre 65 y 68, con un promedio igual a 69,25 y una tendencia a alejarse de la media en ± 4 posiciones. Al final se evidencia que el 35% de las UD investigadas tuvo valores de luminosidad entre 65 y 68 luego de 90 días de la aplicación, mostrando un promedio de luminosidad en ese tiempo igual a 68,8 y una tendencia a alejarse de la media en $\pm 3,5$ valores.

Tabla N°15

Color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y tiempos post-aplicación.

a* (posición entre verde - rojo) con barrera cervical Biodentine®	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
0	3	15	3	15	1	5	2	10
1	2	10	2	10	4	20	4	20
2	2	10	1	5	2	10	1	5
3	6	30	5	25	3	15	7	35
4	4	20	5	25	5	25	2	10
5	1	5	3	15	2	10	3	15
6	2	10	1	5	2	10	1	5
7	0	0	0	0	1	5	0	0
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 16

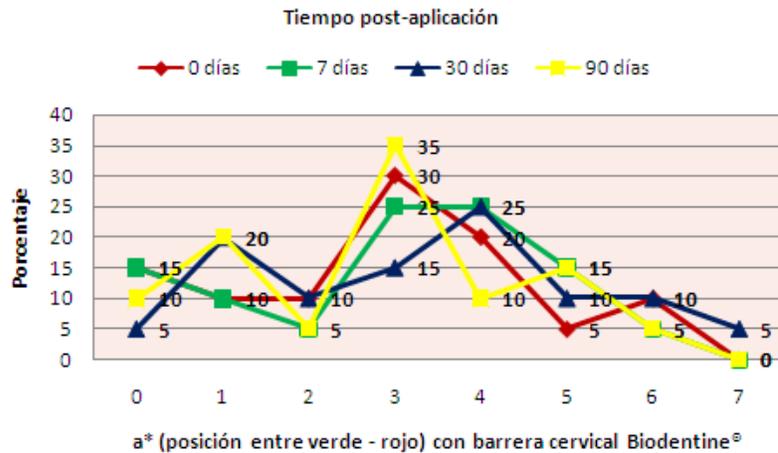
Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y tiempos post-aplicación.

a* (posición entre verde - rojo) post-aplicación de barrera cervical	Cemento biocerámico Biodentine®						Desv. típ.
	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media		
0 días	20	0	6	6	2,85	1,814	
7 días	20	0	6	6	3,00	1,806	
30 días	20	0	7	7	3,30	1,949	
90 días	20	0	6	6	2,80	1,735	

Fuente: Tabla Nro. 15.

Gráfico N° 8

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo) y tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 15.

Interpretación.

Tanto en las tablas N° 15 y 16 como en el gráfico N° 8 se aprecia en cuanto al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine®, según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje a* (posición entre verde - rojo), que 30% de los especímenes evaluados inmediatamente después de la aplicación de dicha barrera cervical tiene un valor de 3 en la posición verde a rojo, y un promedio de 2,85 con una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 1,8$ valores en dicho gradiente. Seguidamente se observa que el 25% presentó valores de 3 y 4 respectivamente en a* a los 7 días de la aplicación de la barrera, mostrando un promedio en ese tiempo igual a 3, con una tendencia a alejarse de la media en $\pm 1,8$ valores. Luego se señala que el 25% a los 30 días post-aplicación, tienen valor de 4 en la posición entre verde y rojo, con un promedio igual a 3,3 y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 1,9$ valores en dicho eje. Por último, se detalla que el 35% de las UD investigadas exhibieron un valor de 3 en la posición verde - rojo a 90

días de la aplicación de la barrera cervical Biodentine[®], mostrando un promedio de 2,8 posiciones y una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 1,7$ valores en el eje.

Tabla N° 17

Color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine[®] según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y tiempos post-aplicación.

b* (posición entre azul - amarillo) con barrera cervical Biodentine [®]	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
06 - 09	2	10	3	15	4	20	3	15
10 - 13	12	60	11	55	11	55	11	55
14 - 17	4	20	4	20	4	20	5	25
18 - 21	1	5	1	5	0	0	0	0
22 - 26	1	5	1	5	1	5	1	5
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Tabla N° 18

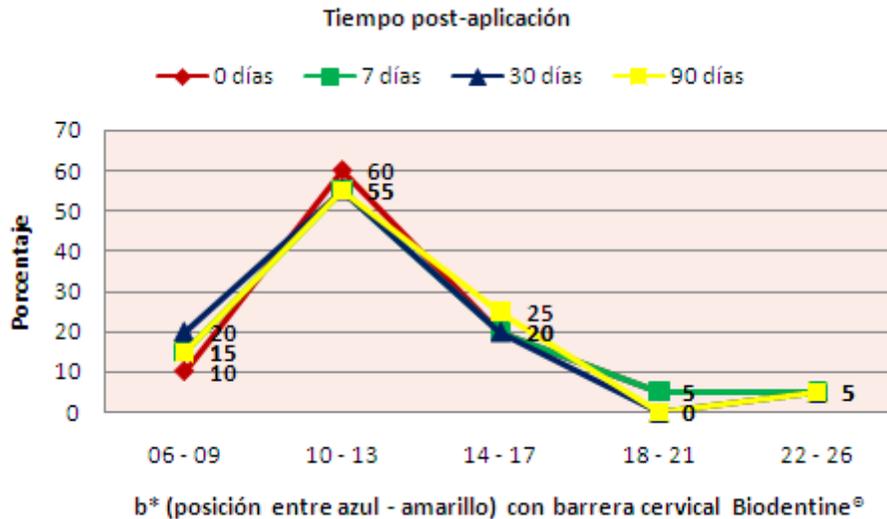
Estadísticos descriptivos correspondientes al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine[®] según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y tiempos post-aplicación.

b* (posición entre azul - amarillo) post-aplicación de barrera cervical	Cemento biocerámico Biodentine [®]					
	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
0 días	20	6	26	20	13,15	4,107
7 días	20	7	26	19	13,00	4,168
30 días	20	6	25	19	12,60	4,070
90 días	20	6	25	19	12,40	3,952

Fuente: Tabla Nro. 17.

Gráfico N° 9

Diagrama de líneas correspondiente al color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según coordenadas del Sistema cromático CIELab en el eje b* (posición entre azul - amarillo) y tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 17.

Interpretación.

Respecto al color coronal registrado en el eje del azul al amarillo según valores numéricos del Sistema cromático CIELab, de los dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine®, es posible distinguir en las tablas N° 17, 18 y gráfico N° 9 que el 60% de los especímenes evaluados inmediatamente después de la aplicación de la barrera cervical Biodentine® tienen valores entre 10 y 13 en este, revelando un promedio igual a 13,15 así como una tendencia a alejarse de la media en $\pm 4,1$ valores en el eje. Seguidamente, el 55% evidenció valores de 10 a 13 a los 7 días de la aplicación de la barrera,

mostrando un promedio en ese tiempo igual a 13 con una tendencia a alejarse de esa media en $\pm 4,2$ valores. De igual forma, se señala que el 55% a los 30 días post-aplicación tiene valores entre 10 y 13, un promedio de 12,6 y una tendencia a alejarse de esa media en ± 4 valores en dicho eje. Finalmente, se evidencia también que un 55% de las UD presentó valores en el gradiente azul -amarillo de 10 a 13 a los 90 días después de la aplicación de la barrera cervical Biodentine[®], mostrando un promedio en ese tiempo igual a 12,4, así como una tendencia a alejarse de esa media en ± 4 valores.

Tabla N° 19

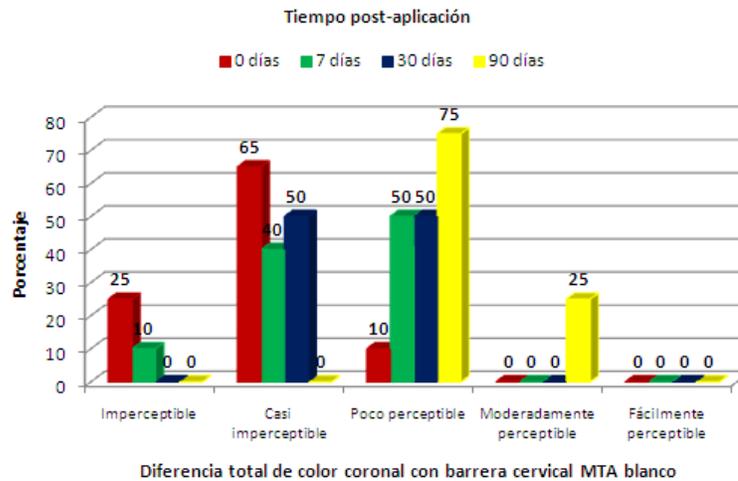
Diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según los tiempos post-aplicación.

Diferencia total de color coronal con barrera cervical MTA blanco	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Imperceptible	5	25	2	10	0	0	0	0
Casi imperceptible	13	65	8	40	10	50	0	0
Poco perceptible	2	10	10	50	10	50	15	75
Moderadamente perceptible	0	0	0	0	0	0	5	25
Fácilmente perceptible	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Gráfico N° 10

Diagrama de barras múltiples correspondiente a la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de MTA blanco según los tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 19.

Interpretación.

Al analizar los resultados obtenidos y representados tanto en la tabla N° 19 como en el gráfico N° 10, correspondientes a la diferencia total de color coronal de dientes extraídos luego de la aplicación de la barrera cervical de MTA blanco; en primer lugar se tiene que el 65% de los especímenes evaluados presentó una diferencia casi imperceptible, inmediatamente después de la aplicación de la barrera, seguido de un 25% cuya diferencia fue imperceptible para ese instante. A los 7 días post-aplicación de la barrera MTAB, exactamente la mitad (50%) de las UD en cuestión exhibieron una diferencia total de color coronal poco perceptible y 40% casi imperceptible para ese momento. Posteriormente, 50% de los especímenes evaluados mostraron una diferencia total de color coronal poco perceptible a los 30 días; mientras que el 50% restante mostró una diferencia casi imperceptible en ese tiempo. Por último, a los 90 días las tres cuartas partes (75%) de los dientes en este grupo de estudio reveló una diferencia total de color coronal

poco perceptible y el 25% restante evidenció para ese momento, una diferencia moderadamente perceptible.

Tabla N° 20

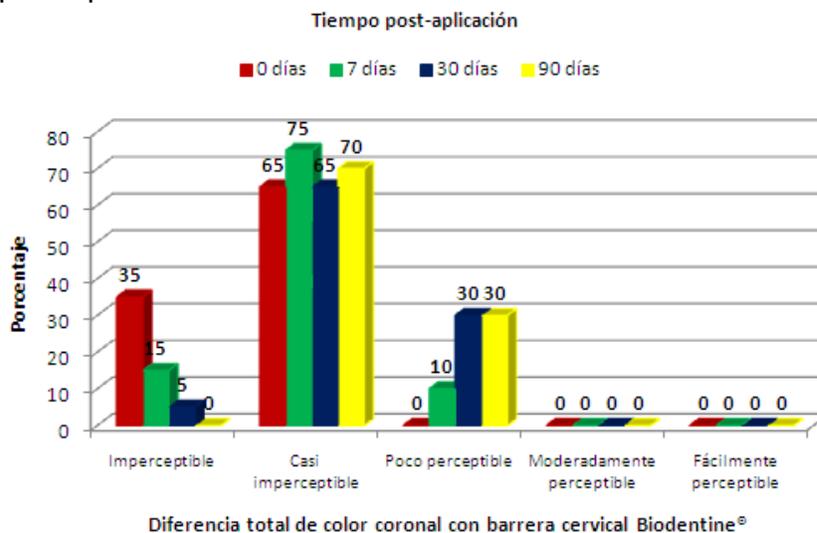
Diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según los tiempos post-aplicación.

Diferencia total de color coronal con barrera cervical Biodentine®	Tiempo post-aplicación							
	0 días		7 días		30 días		90 días	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Imperceptible	7	35	3	15	1	5	0	0
Casi imperceptible	13	65	15	75	13	65	14	70
Poco perceptible	0	0	2	10	6	30	6	30
Moderadamente perceptible	0	0	0	0	0	0	0	0
Fácilmente perceptible	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Fuente: Guía de observación. Facchin, 2017.

Gráfico N° 11

Diagrama de barras múltiples correspondiente a la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical de Biodentine® según los tiempos post-aplicación.



Fuente: Tabla Nro. 19.

Interpretación.

Al observar los resultados obtenidos correspondientes a la diferencia total de color coronal en los dientes extraídos tratados con barrera cervical de Biodentine[®], primeramente se observa en la tabla N° 20 y gráfico N° 11 que el 65% de los especímenes evaluados presentaron una diferencia total de color coronal casi imperceptible inmediatamente después de la aplicación, mientras que el 35% restante mostró una diferencia imperceptible para ese mismo instante. A los 7 días, el 75% de las UD en cuestión exhibió una diferencia total de color coronal casi imperceptible y 15% imperceptible para ese momento. Por su parte, el 65% de los especímenes mostró una diferencia casi imperceptible a los 30 días y un 30% cuya diferencia total de color coronal fue poco perceptible para ese tiempo. Finalmente, a los 90 días post-aplicación de la barrera cervical Biodentine[®], el 70% de este grupo de estudio reveló una diferencia casi imperceptible y el 30% restante evidenció para ese momento una diferencia total de color coronal poco perceptible.

Análisis estadístico inferencial

El análisis de los resultados relativos a la comparación de los valores numéricos del color coronal evaluados en los ejes de luminosidad, posición del verde al rojo y posición del azul al amarillo, de los dientes extraídos pertenecientes al grupo de estudio MTA blanco sin barrera cervical y el color coronal de dicho grupo con barrera cervical de MTA blanco en los tiempos post-aplicación, recolectados de centros de salud públicos y privados de

Valencia en el período Enero-Octubre 2017; requirió un contraste no paramétrico en razón de que la distribución no cumple con los supuestos de normalidad. Así, se seleccionó un contraste de hipótesis por prueba para dos muestras relacionadas, para lo cual se aplicó la prueba de Wilcoxon, evaluado en los siguientes tratamientos estadísticos:

Tratamiento estadístico 1.

Basado en la hipótesis específica número 1, las hipótesis estadísticas correspondientes enunciadas fueron:

Hipótesis de Nulidad 1 (H_{01}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical e inmediatamente después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es igual a la magnitud de las diferencias negativas.

Hipótesis Alternativa 1 (H_{11}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical e inmediatamente después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es diferente a la magnitud de las diferencias negativas.

Simbólicamente:

$$H_{01}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_0) = M-(CCMTA_1 - CCMTA_0)$$

$$H_{11}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_0) \neq M-(CCMTA_1 - CCMTA_0)$$

Donde:

$M+(CCMTA_1 - CCMTA_0)$ = Magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical e inmediatamente después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

$M-(CCMTA_1 - CCMTA_0)$ = Magnitud de las diferencias negativas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical e inmediatamente después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco. Estas hipótesis se contrastaron mediante la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas con un índice de significación $\alpha = 0,05$. Los datos procesados con el programa SPSS 15.0 dieron los siguientes resultados:

Tabla N° 21

Rangos y Prueba de Wilcoxon para la magnitud de los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical e inmediatamente después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

Rangos				
Barrera cervical MTA blanco		N	Rango promedio	Suma de rangos
L* 0 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	Rangos negativos	10 ^a	7,40	74,00
	Rangos positivos	4 ^b	7,75	31,00
	Empates	6 ^c		
	Total	20		
a* 0 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	Rangos negativos	7 ^d	7,00	49,00
	Rangos positivos	6 ^e	7,00	42,00
	Empates	7 ^f		
	Total	20		
b* 0 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical	Rangos negativos	8 ^g	6,50	52,00
	Rangos positivos	4 ^h	6,50	26,00
	Empates	8 ⁱ		
	Total	20		

- a. L* 0 días post-aplicación de la barrera cervical < L* sin barrera cervical
- b. L* 0 días post-aplicación de la barrera cervical > L* sin barrera cervical
- c. L* 0 días post-aplicación de la barrera cervical = L* sin barrera cervical
- d. a* 0 días post-aplicación de la barrera cervical < a* sin barrera cervical
- e. a* 0 días post-aplicación de la barrera cervical > a* sin barrera cervical
- f. a* 0 días post-aplicación de la barrera cervical = a* sin barrera cervical
- g. b* 0 días post-aplicación de la barrera cervical < b* sin barrera cervical
- h. b* 0 días post-aplicación de la barrera cervical > b* sin barrera cervical
- i. b* 0 días post-aplicación de la barrera cervical = b* sin barrera cervical

Estadísticos de contraste barrera cervical MTA blanco

Estadísticos	L* 0 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	a* 0 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	b* 0 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical
Z	-1,431 ^a	-,277 ^a	-1,155 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	,152	,782	,248

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Análisis.

Los p-valores asociados al estadístico de contraste Sig. asintót. (bilateral) iguales a 0,152 para luminosidad; 0,782 para gradiente verde- rojo; y 0,248 para gradiente azul - amarillo son mayores que α , por ende con base al nivel de significación 0,05 no se puede rechazar la hipótesis nula H_{01} .

Dado que las diferencias observadas entre los rangos promedios: (7,4 y 7,75) para L*; (7 y 7) a*; y (6,5 y 6,5) b* no son estadísticamente significativas, se puede afirmar, bajo el punto de vista de la prueba de Wilcoxon, que la magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical e inmediatamente después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es igual a la magnitud de las diferencias negativas. Por lo tanto, se puede concluir para la muestra objeto de estudio que la aplicación de MTAB como barrera cervical no produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 0 días post-aplicación.

Tratamiento estadístico 2.

Basado en la hipótesis específica número 2, las hipótesis estadísticas correspondientes enunciadas fueron:

Hipótesis de Nulidad 2 (H_{02}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 7 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es igual a la magnitud de las diferencias negativas.

Hipótesis Alternativa 2 (H_{12}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 7 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es diferente a la magnitud de las diferencias negativas.

Simbólicamente:

$$H_{02}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_7) = M-(CCMTA_1 - CCMTA_7)$$

$$H_{12}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_7) \neq M-(CCMTA_1 - CCMTA_7)$$

Donde:

$M+(CCMTA_1 - CCMTA_7)$ = Magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 7 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

$M-(CCMTA_1 - CCMTA_7)$ = Magnitud de las diferencias negativas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 7 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

Estas hipótesis se contrastaron mediante la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas con un índice de significación $\alpha = 0,05$. Los datos procesados con el programa SPSS 15.0 dieron los siguientes resultados:

Tabla N° 22

Rangos y Prueba de Wilcoxon para la magnitud de los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 7 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

Rangos				
Barrera cervical MTA blanco		N	Rango promedio	Suma de rangos
L* 7 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	Rangos negativos	9 ^a	8,33	75,00
	Rangos positivos	6 ^b	7,50	45,00
	Empates	5 ^c		
	Total	20		
a* 7 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	Rangos negativos	6 ^d	5,33	32,00
	Rangos positivos	4 ^e	5,75	23,00
	Empates	10 ^f		
	Total	20		
b* 7 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical	Rangos negativos	9 ^g	8,89	80,00
	Rangos positivos	6 ^h	6,67	40,00
	Empates	5 ⁱ		
	Total	20		

- a. L* 7 días post-aplicación de la barrera cervical < L* sin barrera cervical
- b. L* 7 días post-aplicación de la barrera cervical > L* sin barrera cervical
- c. L* 7 días post-aplicación de la barrera cervical = L* sin barrera cervical
- d. a* 7 días post-aplicación de la barrera cervical < a* sin barrera cervical
- e. a* 7 días post-aplicación de la barrera cervical > a* sin barrera cervical
- f. a* 7 días post-aplicación de la barrera cervical = a* sin barrera cervical
- g. b* 7 días post-aplicación de la barrera cervical < b* sin barrera cervical
- h. b* 7 días post-aplicación de la barrera cervical > b* sin barrera cervical
- i. b* 7 días post-aplicación de la barrera cervical = b* sin barrera cervical

Estadísticos de contraste barrera cervical MTA blanco ^b

Estadísticos	L* 7 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	a* 7 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	b* 7 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical
Z	-,880 ^a	-,486 ^a	-1,178 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	,379	,627	,239

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Análisis.

Los p-valores asociados al estadístico de contraste Sig. asintót. (bilateral) iguales a 0,379 para luminosidad; 0,627 para gradiente del verde al rojo; y 0,239 para gradiente del azul al amarillo son mayores que α , con base en el nivel de significación 0,05 no se puede rechazar la hipótesis nula H_{02} . Dado que las diferencias observadas entre los rangos promedios: (8,33 y 7,5) para luminosidad; (5,33 y 5,75) gradiente del verde al rojo; y (8,89 y 6,67) gradiente del azul al amarillo no son estadísticamente significativas, se puede afirmar, bajo el punto de vista de la prueba de Wilcoxon, que la magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 7 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco en los dientes pertenecientes al grupo de estudio, es igual a la magnitud de las diferencias negativas. Por lo tanto se puede concluir para la muestra objeto de estudio que la aplicación de MTA blanco como barrera cervical no produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 7 días post-aplicación.

Tratamiento estadístico 3.

Basado en la hipótesis específica número 3, las hipótesis estadísticas correspondientes enunciadas fueron:

Hipótesis de Nulidad 3 (H_{03}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera

cervical y 30 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es igual a la magnitud de las diferencias negativas.

Hipótesis Alternativa 3 (H_{13}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 30 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es diferente a la magnitud de las diferencias negativas.

Simbólicamente:

$$H_{03}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_{30}) = M-(CCMTA_1 - CCMTA_{30})$$

$$H_{13}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_{30}) \neq M-(CCMTA_1 - CCMTA_{30})$$

Donde:

$M+(CCMTA_1 - CCMTA_{30})$ = Magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 30 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

$M-(CCMTA_1 - CCMTA_{30})$ = Magnitud de las diferencias negativas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 30 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

Estas hipótesis se contrastaron mediante la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas con un índice de significación $\alpha = 0,05$. Los datos procesados con el programa SPSS 15.0 dieron los siguientes resultados:

Tabla N° 23

Rangos y Prueba de Wilcoxon para la magnitud de los valores numéricos del

color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 30 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

Rangos				
Barrera cervical MTA blanco		N	Rango promedio	Suma de rangos
L* 30 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	Rangos negativos	12 ^a	8,04	96,50
	Rangos positivos	3 ^b	7,83	23,50
	Empates	5 ^c		
	Total	20		
a* 30 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	Rangos negativos	3 ^d	5,00	15,00
	Rangos positivos	6 ^e	5,00	30,00
	Empates	11 ^f		
	Total	20		
b* 30 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical	Rangos negativos	13 ^g	10,23	133,00
	Rangos positivos	6 ^h	9,50	57,00
	Empates	1 ⁱ		
	Total	20		

- a. L* 30 días post-aplicación de la barrera cervical < L* sin barrera cervical
- b. L* 30 días post-aplicación de la barrera cervical > L* sin barrera cervical
- c. L* 30 días post-aplicación de la barrera cervical = L* sin barrera cervical
- d. a* 30 días post-aplicación de la barrera cervical < a* sin barrera cervical
- e. a* 30 días post-aplicación de la barrera cervical > a* barrera cervical
- f. a* 30 días post-aplicación de la barrera cervical = a* sin barrera cervical
- g. b* 30 días post-aplicación de la barrera cervical < b* sin barrera cervical
- h. b* 30 días post-aplicación de la barrera cervical > b* sin barrera cervical
- i. b* 30 días post-aplicación de la barrera cervical = b* sin barrera cervical

Estadísticos de contraste barrera cervical MTA blanco

Estadísticos	L* 30 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	a* 30 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	b* 30 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical
Z	-2,150 ^a	-,921 ^b	-1,625 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	,032	,357	,104

- a. Basado en los rangos positivos.
- b. Basado en los rangos negativos.
- c. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Análisis.

Los p-valores asociados al estadístico de contraste Sig. asintót. (bilateral)

iguales 0,357 para gradiente verde al rojo; y 0,104 para gradiente del azul al amarillo son mayores que α ; con base en el nivel de significación 0,05 no se puede rechazar la hipótesis nula H_{03} en esos ejes del color coronal. Como las diferencias observadas entre los rangos promedios: (5 y 5) para gradiente verde - rojo; y (10,23 y 9,5) gradiente azul - amarillo no son estadísticamente significativas, se puede afirmar, bajo el punto de vista de la prueba de Wilcoxon, que la magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal en los ejes a^* y b^* de los dientes extraídos sin barrera cervical y 30 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es igual a la magnitud de las diferencias negativas.

Por el contrario, el p-valor asociado al estadístico de contraste Sig. asintót. (bilateral) igual a 0,032 para luminosidad es menor que α ; siendo el nivel de significación 0,05 se puede rechazar la hipótesis nula H_{03} en el eje de luminosidad del color coronal. Dado que las diferencias observadas entre los rangos promedios (8,04 y 7,83) para luminosidad son estadísticamente significativas, se puede afirmar, bajo el punto de vista de la prueba de Wilcoxon, que la magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos en el eje L^* sin barrera cervical y 30 días post- aplicación es diferente a la magnitud de las diferencias negativas.

Además como la mayoría de los pares evaluados para el eje L^* resultaron rangos negativos se puede aseverar que la luminosidad 30 días post-

aplicación de la barrera cervical MTAB es significativamente menor que la luminosidad sin barrera en los dientes pertenecientes al grupo de estudio.

Por lo tanto, se puede concluir para la muestra objeto de estudio que la aplicación de MTAB como barrera cervical produjo diferencias perceptibles en el eje de luminosidad del color coronal a los 30 días post-aplicación.

Tratamiento estadístico 4.

Basado en la hipótesis específica número 4, las hipótesis estadísticas correspondientes enunciadas fueron:

Hipótesis de Nulidad 4 (H_{04}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 90 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es igual a la magnitud de las diferencias negativas.

Hipótesis Alternativa 4 (H_{14}): La magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 90 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es diferente a la magnitud de las diferencias negativas.

Simbólicamente:

$$H_{04}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_90) = M-(CCMTA_1 - CCMTA_90)$$

$$H_{14}: M+(CCMTA_1 - CCMTA_90) \neq M-(CCMTA_1 - CCMTA_90)$$

Donde:

$M+(CCMTA_1 - CCMTA_90)$ = Magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 90 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

M-(CCMTA_1 – CCMTA_90) = Magnitud de las diferencias negativas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 90 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco. Estas hipótesis se contrastaron mediante la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas con un índice de significación $\alpha = 0,05$. Los datos procesados con el programa SPSS 15.0 dieron los siguientes resultados:

Tabla N° 24

Rangos y Prueba de Wilcoxon para la magnitud de los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 90 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco.

		Rangos		
Barrera cervical MTA blanco		N	Rango promedio	Suma de rangos
L* 90 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	Rangos negativos	18 ^a	10,36	186,50
	Rangos positivos	1 ^b	3,50	3,50
	Empates	1 ^c		
	Total	20		
a* 90 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	Rangos negativos	3 ^d	7,00	21,00
	Rangos positivos	15 ^e	10,00	150,00
	Empates	2 ^f		
	Total	20		
b* 90 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical	Rangos negativos	16 ^g	9,63	154,00
	Rangos positivos	2 ^h	8,50	17,00
	Empates	2 ⁱ		
	Total	20		

a. L* 90 días post-aplicación de la barrera cervical < L* sin barrera cervical

b. L* 90 días post-aplicación de la barrera cervical > L* sin barrera cervical

c. L* 90 días post-aplicación de la barrera cervical = L* sin barrera cervical

d. a* 90 días post-aplicación de la barrera cervical < a* sin barrera cervical

e. a* 90 días post-aplicación de la barrera cervical > a* sin barrera cervical

f. a* 90 días post-aplicación de la barrera cervical = a* sin barrera cervical

g. b* 90 días post-aplicación de la barrera cervical < b* sin barrera cervical

h. b* 90 días post-aplicación de la barrera cervical > b* sin barrera cervical

i. b* 90 días post-aplicación de la barrera cervical = b* sin barrera cervical

Estadísticos de contraste barrera cervical MTA blanco

Estadísticos	L* 90 días post-aplicación de la barrera cervical - L* sin barrera cervical	a* 90 días post-aplicación de la barrera cervical - a* sin barrera cervical	b* 90 días post-aplicación de la barrera cervical - b* sin barrera cervical
Z	-3,743 ^a	-2,946 ^b	-3,049 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,003	,002

a. Basado en los rangos positivos.

b. Basado en los rangos negativos.

c. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Análisis.

Los p-valores asociados al estadístico de contraste Sig. asintót. (bilateral) iguales a 0,000 para luminosidad; 0,003 para gradiente del verde al rojo; y 0,002 para gradiente del azul al amarillo son menores que α ; con base en el nivel de significación 0,05 se puede rechazar la hipótesis nula H_{04} . Dado que las diferencias observadas entre los rangos promedios: (10,36 y 3,5) para luminosidad; (7 y 10) gradiente del verde al rojo; y (9,63 y 8,5) posición azul - amarillo son estadísticamente significativas, se puede afirmar, bajo el punto de vista de la prueba de Wilcoxon, que la magnitud de las diferencias positivas entre los valores numéricos del color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical y 90 días después de haber aplicado la barrera cervical MTA blanco es igual a la magnitud de las diferencias negativas.

Además como la mayoría de los pares evaluados para los ejes L* y b* resultaron rangos negativos se puede aseverar que la luminosidad y el gradiente azul -amarillo 90 días post-aplicación de la barrera cervical MTAB es significativamente menor que la luminosidad y el gradiente azul -amarillo sin barrera cervical. No obstante, en el caso del eje a* la mayoría de los

pares evaluados resultaron rangos positivos por ende se puede asegurar que la posición verde- rojo 90 días post-aplicación de la barrera MTAB es significativamente mayor (más hacia rojo) que sin barrera cervical en los especímenes en cuestión. En consecuencia, se puede concluir para este grupo de estudio que la aplicación de MTA blanco como barrera cervical produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 90 días post-aplicación.

Tratamiento estadístico 5.

El análisis de los resultados relativos a la comparación de la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine® en los tiempos post-aplicación, requirió de un contraste no paramétrico en razón de que la distribución no cumple con los supuestos de normalidad. Así, se seleccionó un contraste de hipótesis por prueba para más de dos muestras relacionadas, para lo cual se aplicó la prueba de Friedman. Derivado de la hipótesis específica número 5, las hipótesis estadísticas enunciadas fueron:

Hipótesis de Nulidad 5 (H_{05}): La función de distribución de la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine® es la misma en los tiempos post-aplicación.

Hipótesis Alternativa 5 (H_{15}): La función de distribución de la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine® es diferente en los tiempos post-aplicación.

Simbólicamente:

$$H_{05}: F_{DCCB0} = F_{DCCB7} = F_{DCCB30} = F_{DCCB90}$$

$$H_{15}: F_{DCCB0} \neq F_{DCCB7} \neq F_{DCCB30} \neq F_{DCCB90}$$

Donde:

F_{DCCB0} = Función de distribución de la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine® 0 días post-aplicación.

F_{DCCB7} = Función de distribución de la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine® 7 días post-aplicación.

F_{DCCB30} = Función de distribución de la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine® 30 días post-aplicación.

F_{DCCB90} = Función de distribución de la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine® 90 días post-aplicación.

Estas hipótesis se contrastaron con un índice de significación $\alpha = 0,05$.

Los resultados del procedimiento obtenido con el programa SPSS 15.0 fueron:

Tabla N° 25

Prueba de Friedman para la diferencia total de color coronal de dientes con barrera cervical Biodentine® en los tiempos post-aplicación.

Rangos	
Barrera cervical Biodentine®	Rango promedio
Diferencia total de color coronal 0 días post-aplicación de barrera cervical	1,68
Diferencia total de color coronal 7 días post-aplicación de barrera cervical	2,13
Diferencia total de color coronal 30 días post-aplicación de barrera cervical	2,75
Diferencia total de color coronal 90 días post-aplicación de barrera cervical	3,45

Estadísticos de contraste

N	20
Chi-cuadrado	27,306
gl	3
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

El p-valor asociado al estadístico de contraste Sig. asintót. (bilateral) igual a 0,000 es menor que α ; con base en el nivel de significación 0,05 se puede rechazar la hipótesis nula H_{05} . Las diferencias observadas entre los rangos promedios de la diferencia total de color coronal: 1,68; 2,13; 2,75 y 3,45 a los 0, 7, 30 y 90 días respectivamente post- aplicación de la barrera cervical Biodentine[®] son estadísticamente significativas; se puede afirmar, bajo el punto de vista de la prueba de Friedman, que la función de distribución de la diferencia total del color coronal de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine[®] es diferente en los tiempos post-aplicación. Por lo tanto se puede concluir que la aplicación de Biodentine[®] como barrera cervical produjo diferencias perceptibles en el color coronal en los tiempos post-aplicación.

Tratamiento estadístico 6.

Por último, para determinar si existen diferencias significativas en relación al nivel de perceptibilidad en la diferencia total de color coronal de dientes extraídos con barrera cervical MTA blanco y el grupo de estudio con barrera cervical Biodentine[®] a los 90 días post-aplicación, se realizó el siguiente tratamiento estadístico inferencial.

De acuerdo a lo planteado en la hipótesis específica número 6, se formularon las siguientes hipótesis estadísticas:

Hipótesis nula (H_{06}): La probabilidad de que el nivel de perceptibilidad en la diferencia total de color coronal de dientes extraídos sea mayor con la barrera cervical MTA blanco a los 90 días post-aplicación es igual a la probabilidad de que sea mayor con la barrera cervical Biodentine[®].

Hipótesis alternativa (H_{16}): La probabilidad de que el nivel de perceptibilidad en la diferencia total de color coronal de dientes extraídos sea mayor con la barrera cervical MTA blanco a los 90 días post-aplicación es diferente a la probabilidad de que sea mayor con la barrera cervical Biodentine[®].

Simbólicamente:

$$H_{01}: P(NPMTA90 > NPBIO90) = P(NPMTA90 < NPBIO90)$$

$$H_{11}: P(NPMTA90 > NPBIO90) \neq P(NPMTA90 < NPBIO90)$$

Donde:

NPMTA90: Nivel de perceptibilidad en la diferencia total de color coronal a los 90 días post-aplicación de dientes extraídos con barrera cervical MTAB.

NPBIO90: Nivel de perceptibilidad en la diferencia total de color coronal a los 90 días post-aplicación de dientes extraídos con barrera cervical Biodentine[®].

Para hacer el referido contraste de hipótesis se utilizó la prueba estadística inferencial no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras independientes con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y con la ayuda del paquete estadístico SPSS versión 15.0, los resultados obtenidos fueron:

Tabla N° 26

Estadísticos correspondientes a la prueba U de Mann-Whitney para el nivel de perceptibilidad en la diferencia total de color coronal a los 90 días post-aplicación de los cementos biocerámicos como barrera cervical en los grupos de estudio.

Rangos				
	Grupos de estudio	N	Rango promedio	Suma de rangos
Diferencia total de color coronal 90 días post-aplicación de barrera cervical	MTA blanco	20	28,65	573,00
	Biodentine®	20	12,35	247,00
	Total	40		

Estadísticos de contraste	
	Diferencia total de color coronal 90 días post-aplicación de barrera cervical
U de Mann-Whitney	37,000
W de Wilcoxon	247,000
Z	-4,478
Sig. asintót. (bilateral)	,000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,000 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Grupos de estudio

Análisis.

El p-valor asociado al estadístico de contraste Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] = 0,000 es menor que el nivel de significación $\alpha = 0,05$, por ende se puede rechazar la hipótesis nula (H_{06}). Dado que la diferencia observada entre el rango promedio de dientes con barrera cervical MTA blanco a los 90 días post-aplicación (28,65) y el rango promedio de los dientes con barrera cervical Biodentine® a los 90 días (12,35) es estadísticamente significativa; se puede aceptar, para la muestra objeto de estudio, que el nivel de

perceptibilidad en la diferencia total de color coronal de dientes extraídos a los 90 días post-aplicación depende del tipo de cemento biocerámico empleado como barrera cervical. Adicionalmente, como a los 90 días de la aplicación de la barrera cervical el 75% de los dientes extraídos con barrera cervical de MTAB mostró una diferencia total de color coronal poco perceptible, mientras que el 75% del grupo de estudio Biodentine[®] reveló una diferencia casi imperceptible se puede afirmar que la diferencia total de color coronal es más perceptible en la muestra de estudio con barrera cervical de MTA blanco que en la de Biodentine[®] a los 90 días post-aplicación.

Discusión de los resultados

Un cambio de coloración dental puede ser una consecuencia indeseada de posibles reacciones químicas, algunas de ellas verificadas para ciertos materiales de uso odontológico cuando están en relación directa con la dentina y el esmalte. La aplicación clínica de cementos biocerámicos en endodoncia regenerativa así como en terapia pulpar vital, implica el contacto íntimo de estos materiales con las estructuras dentales y por ende se requiere que mantengan la estabilidad del color sin producir cambios perceptibles en la porción coronal.¹¹⁰

En este sentido, se han realizado estudios previos en su mayoría in vitro, que emplean fragmentos (discos, bloques) de esmalte - dentina^{111,112} o unidades dentarias extraídas humanas^{113,114} y bovinas^{38,41}, para evaluar el potencial de pigmentación de materiales dentales, especialmente biocerámicos.

Se ha encontrado resultados muy diversos en diferentes estudios in vitro con respecto a la estabilidad del color dental y CBC. Esta disparidad según Mozyńska et al puede haber sido causada por diferencias en el método de aplicación de los materiales, tiempos de medición, variables adicionales al cemento como soluciones irrigantes o diferentes condiciones de almacenamiento.¹¹⁵

Durante la presente investigación, se utilizó una muestra de dientes monorradiculares, previa aprobación del Subcomité de bioética del Postgrado de Endodoncia de la FOUC (Anexo 2) evitando de esta forma los conflictos éticos mencionados por autores; con el fin de simular las condiciones y características clínicas de UD candidatas a procedimientos endodónticos regenerativos; específicamente aquellas que pertenecen al sector anterior por ser un área crítica en cuanto a estética y función. Sin embargo, Ioannidis et al comentan que el uso de unidades humanas de diferentes grupos dentarios puede generar respuestas distintas a materiales dentales en términos de pigmentación inducida, debido a variaciones en la morfología, tamaño, disposición de prismas del esmalte, espesor esmalte - dentina y calibre de los túbulos dentinarios; además añaden que existen factores intrabucales exógenos como la edad, manchas extrínsecas, abrasiones y fisuras que pudieran tener efecto sobre las propiedades ópticas dentales. No obstante, la muestra de este estudio fue intencional bajo criterios de inclusión y exclusión preestablecidos; obteniendo como resultado que la media del

color coronal inicial para los grupos evaluados arrojó valores dentro de los mismos rangos.^{21,35}

Con respecto a las condiciones de almacenamiento de la muestra, los dientes fueron conservados hasta el momento del experimento en solución fisiológica, y durante el tiempo de evaluación (3 meses) se mantuvieron en una incubadora a 37°C, simulando humedad al 100% y sin contacto con ninguna fuente de luz; todo esto ya que anteriormente se ha destacado la importancia de preservar los especímenes en circunstancias lo más parecidas al ambiente bucal, debido a que la deshidratación de los tejidos dentarios (especialmente en laboratorio) podría conducir a cambios en las propiedades ópticas como la reflectancia. Por su parte, otras investigaciones han utilizado diferentes medios de conservación como saliva artificial, buffer fosfato salino, cloramina T, agua destilada o glicerina.^{25,27}

En cuanto las condiciones experimentales, Thomson et al sugieren que variaciones en trabajos previos, como temperatura ambiente en vez de corporal, pudieran influir en determinadas reacciones de los materiales evaluados y en consecuencia en su comportamiento con la estructura dental. A pesar de la estandarización en la configuración experimental, el modelo actual presenta limitaciones para imitar completamente la situación clínica, así como lo refiere el estudio de Lenherr et al.^{6,9}

No obstante, la metodología empleada ha sido validada en varios estudios previamente publicados. El protocolo experimental fue una adaptación del

método propuesto por Felman D, Parashos P en el 2013, modificado por autores como Beatty et al, Kohli et al, Santos et al y con una estructura similar a la establecida por Shokouhinejad et al.^{23,25,38,39,116}

Considerando que las condiciones del experimento durante las mediciones realizadas al grupo(s) control deben permanecer estables en el tiempo como los resultados obtenidos en esta investigación, se puede decir que fueron consistentes y se llevaron a cabo con un nivel bajo de sesgo; mencionando como relevante que la determinación del color fue efectuada por un mismo operador especializado, la muestra fue ciega y se preestablecieron parámetros reproducibles. Sin embargo, Arman et al comentan que el hecho de no considerar un control positivo hace inviable la comparación de resultados con estudios como este que contaron con un solo grupo control.^{21,111}

Durante el protocolo de preparación de la muestra, recientemente se ha sugerido que la capa residual (barillo dentinario) puede ser un obstáculo en la irrigación y penetración de sustancias en los túbulos dentinarios. Adicionalmente, estudios reportan que podría disminuir considerablemente la permeabilidad de la dentina y al no removerla los cambios de color serían menos perceptibles o ameritarían periodos más largos para hacerse evidente; motivo por el cual las UD fueron irrigadas con EDTA al 17 % por 1 minuto con el fin de eliminar esa porción inorgánica en la que el hipoclorito no actúa, reproducir un protocolo clínico más realista y proporcionar

penetración óptima de los materiales endodónticos en los túbulos dentinarios.^{117,118}

En referencia a la medición del color coronal, se han propuesto varios métodos para evaluar los cambios de coloración inducidos por materiales odontológicos, incluyendo la evaluación visual, el ajuste con guías colorimétricas en condiciones estándar de iluminación, secciones longitudinales del diente y análisis computarizado de fotografías digitales. Los colorímetros y espectrofotómetros también están disponibles para la medición objetiva del color en condiciones clínicas y de laboratorio. A pesar de que estos últimos instrumentos son más sensibles a detectar pequeñas variaciones en el color y por lo tanto se consideran como técnica de referencia reproducible, precisa y confiable; existen estudios previos que han demostrado que la determinación del color cuando se emplea una evaluación numérica y estándares constantes en la metodología como los del presente estudio, genera resultados válidos independientemente del dispositivo o técnica empleada.^{32,38,119,120,121,122,123}

Acorde a lo antes mencionado, el cambio de color se determinó mediante un análisis computarizado en conjunción con el Software Adobe Photoshop CS6[®] que emplea el Sistema cromático CIELAB, debido a su simplicidad/ accesibilidad y por ser reconocido por la Organización Internacional de Normalización (ISO) como el organismo que rige el tema de la luz, visión y color; además está aprobado por la Asociación Dental Americana (ADA), es

el más popular, preciso y mayormente empleado por numerosas investigaciones en la actualidad.^{25,34,35,121,124}

La pigmentación coronal se ha reportado anteriormente con el uso de MTA gris y blanco (MTA Angelus). De hecho, ambos tipos de MTA según Camilleri et al indujeron disminuciones significativas en los valores L^* , a^* y b^* , siendo perceptibles a los 3 meses para el MTAB; lo cual concuerda con los resultados de esta investigación que reflejan una reducción significativa de la luminosidad a los 30 días post- aplicación de la barrera cervical MTAB, y una disminución tanto en el eje L^* como en el b^* llevando al oscurecimiento del color e inclinándose hacia el gradiente azul a los 90 días. Sin embargo, la posición verde- rojo fue significativamente mayor, es decir, aumentó hacia el gradiente rojo; en contraste con el estudio de Ioannidis et al en el que también se indica una reducción en los tonos rojizos, por lo tanto, una tendencia creciente hacia el verde.^{5,21,34}

Lo anteriormente mencionado, puede atribuirse al hecho de que aunque la concentración de carborundo (Al_2O_3), óxido de magnesio y óxido ferroso se ha reducido en la versión MTAB en comparación a la gris, estos metales todavía están presentes y pueden causar reacción con el colágeno de la dentina y/o con sustancias utilizadas durante la terapéutica endodóntica.³⁵

Sin embargo, otros autores relacionan los cambios de color a dos variables que deben estar presente simultáneamente: un ambiente libre de oxígeno e irradiación con luz. También añaden que a pesar de ser necesarios más

estudios para derivar las implicaciones clínicas de estos hallazgos, se debe considerar alternativas de CBC cuando se usan con materiales restauradores fotocurados.^{33,35,113}

Adicionalmente, el presente estudio mostró que el cambio significativo en el color coronal con barrera MTAB, perceptible al ojo humano, fue observado en el tercio cervical del diente; tal y como se evidencia en la investigación de Salem-Milani et al. Asimismo, estos autores reportan que el grupo con MTAB Angelus presentó menor pigmentación que el grupo con cemento portland y concuerdan que este cambio mínimo de color apenas puede ser diferenciado por el ojo humano. Igualmente, Ioannidis et al establecieron que los valores cromáticos excedieron el umbral de perceptibilidad sólo a los 3 meses de la colocación del MTA blanco ($\Delta E^* = 4.26$). Por su parte, Bhavya et al concluyen que esta versión de cemento condujo a una pigmentación clínicamente perceptible en la corona después de 6 semanas, que excedió el umbral de perceptibilidad para el ojo humano establecido, es decir $\Delta E^* > 3.3$; coincidiendo con el valor promedio obtenido para la diferencia total de color coronal del grupo con MTAB en este estudio ($\Delta E^* > 2-4$ unidades).^{21,123,125}

En contraste a estos resultados, una investigación previa reveló un cambio de coloración marcado luego de la aplicación de MTA blanco; reduciendo significativamente el grado de luminosidad y mostrando mayor pigmentación hacia rojo (a^*+). Toda la porción coronal fue rellenada con el material, lo que podría haber llevado a una pigmentación exagerada durante el procedimiento

de ese estudio que en condiciones clínicas no aplica.²³

Asimismo, la decoloración obtenida con ProRoot MTA ha sido reportada como ligeramente más oscura que con MTA Angelus; este hallazgo está en línea con otras investigaciones que destacan que el contenido de óxido de bismuto (OB) es más bajo en el MTA Angelus que en ProRoot MTA.³⁴

Alternativamente, se ha mencionado que aunque se intente eliminar restos de hipoclorito de sodio con solución fisiológica durante la irrigación final, no debe subestimarse la posibilidad de interacción química entre esos cristales atrapados en los túbulos dentinarios y los materiales colocados como barrera cervical en especial aquellos que presentan OB en su composición.^{34,126}

Es por ello que, la aplicación de dos capas de agente adhesivo antes de usar MTA se ha sugerido pudiendo evitar la decoloración dental producida por las diferentes versiones comerciales de este cemento, ya que la capacidad de sellado del agente bloquea los túbulos dentinarios en la cavidad de acceso y debajo del orificio de entrada antes de la aplicación del MTA. No obstante, esto puede interferir con la adaptación adecuada del MTA u ocasionar una posible interrupción de la liberación de iones de calcio a través de los túbulos dentinarios, por ende en lugar de esto es aconsejable eliminar los posibles restos de material en cámara y evaluar la colocación de otra opción de CBC, especialmente en la zona anterior.¹¹³

En relación al Biodentine[®], Vallés et al informó que tanto este cemento como los grupos control en su estudio, mantuvieron la estabilidad del color y no

hubo diferencias significativas entre ambos. De igual forma que Kohli et al reportaron que los cambios de color inducidos en el grupo con BD no excedieron el umbral de perceptibilidad de 3.7 unidades en ninguno de los tiempos ($\Delta E^* \leq 2.29$, 6 meses).^{37,38}

Estos resultados también coinciden con la investigación de Dettwiler et al, la cual concluye que este silicato tricálcico con óxido de zirconio como radiopacificador, demostró tener estabilidad en cuanto a cambios de coloración al presentar una media de la diferencia total de color a los 12 meses de 4.0 ± 2.43 . En consecuencia, los valores arrojados corresponden con los obtenidos en el presente estudio ($\Delta E^* \leq 2$), de tal manera que la diferencia de color coronal luego de aplicar el cemento se considera casi imperceptible.¹¹²

Cabe destacar que tanto el autor antes mencionado como Shokoujinehad et al, comentan adicionalmente que las condiciones del modelo de estudio no imitan por completo la situación clínica de algunos casos, en los cuales generalmente se coloca el cemento en contacto directo con tejidos o sangre. Se ha demostrado que las porosidades en el material pueden atrapar de componentes sanguíneos (eritrocitos) y producir la posterior oxidación del grupo hemo presente en la hemoglobina, siendo este un mecanismo de tinción adicional clínicamente relevante que no fue considerado en el estudio al igual que en la presente investigación. Además, si hay penetración de saliva o microfiltración coronal en los márgenes de restauración, la

interacción del material endodóntico con componentes salivales y bacterias puede ocurrir en una situación clínica, lo que pudiese llevar a diferentes mecanismos de pigmentación in vivo.^{39,112}

Por otra parte, un estudio de Keskin et al que evalúa la estabilidad del color de varios cementos a base de silicatos en contacto con diferentes soluciones irrigantes, menciona que el Biodentine[®] exhibió mayor pigmentación después de su inmersión en clorhexidina comparado con el hipoclorito de sodio; lo cual sugiere que la sustancia utilizada durante la desinfección del conducto influye adicionalmente en el color propio del material y sus efectos cromogénicos, ya que cambios en el valor cromático del material pueden afectar el color del diente.^{38,127}

Finalmente, en la comparación de los resultados obtenidos luego de la colocación de la barrera de MTAB con los de Biodentine[®], se evidenció en la presente investigación que ambos cementos produjeron cambios perceptibles en la diferencia total de color coronal a los 90 días post-aplicación, siendo mayores para el grupo MTAB. Esto se corresponde con lo reportado por Ramos et al, quienes evidenciaron una decoloración dental tardía inducida por ambos CBC al año de evaluación más evidente con barrera de MTAB, en su caso la formulación comercial ProRoot; lo que pudo haber influido en el resultado.¹¹⁴

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El color coronal de dientes extraídos sin barrera cervical, evaluado por coordenadas en el eje Luminosidad, posición de verde al rojo y posición azul al amarillo; presentó valores numéricos en el Sistema cromático CIELab entre 61- 77, 0-6 y 6- 26 respectivamente. Destacando que, las condiciones iniciales del color coronal para los grupos de estudio fueron homogéneas según la media y desviación estándar.
- El color coronal de la muestra con barrera cervical de MTAB mostró los siguientes valores en los ejes luminosidad, posición verde al rojo y posición azul al amarillo para los tiempos post- aplicación respectivamente: 0 días (L^* : 69 ± 4.4 , a^* : 2.75 ± 1.7 , b^* : 12.55 ± 4.6), 7 días (L^* : 69.1 ± 4.6 , a^* : 2.7 ± 1.7 , b^* : 12.4 ± 4), 30 días (L^* : 68.7 ± 4.6 , a^* : 3 ± 1.6 , b^* : 12.25 ± 4) y 90 días (L^* : 67.5 ± 3.9 , a^* : 3.65 ± 1.5 , b^* : 11.2 ± 3.8); según el Sistema cromático CIELab.
- En el grupo de estudio con barrera cervical de Biodentine[®], el color coronal registrado en los 3 ejes arrojó los siguientes valores para los tiempos post- aplicación respectivamente: 0 días (L^* : 69.5 ± 3.8 , a^* : 2.85 ± 1.8 , b^* : 13.15 ± 4.1), 7 días (L^* : 69.2 ± 3.8 , a^* : 3 ± 1.8 , b^* : 13 ± 4.1), 30 días (L^* : 69.25 ± 4 , a^* : 3.3 ± 1.9 , b^* : 12.6 ± 4) y 90 días (L^* : 68.8 ± 3.5 , a^* : 2.8 ± 1.7 , b^* : 12.4 ± 4); de acuerdo al Sistema cromático CIELab.

- La diferencia total de color coronal (Delta-E) en la muestra con barrera de MTA blanco fue: casi imperceptible (65%) a los 0 días ($\Delta E^* > 1-2$ uds.) y poco perceptible (50%) a los 7 días ($\Delta E^* > 2-4$ uds.) respectivamente; por ende no produjo diferencias perceptibles en el color coronal a los 0 y 7 días post-aplicación.

A los 30 días, la diferencia total de color coronal fue entre casi imperceptible y poco perceptible; destacando que la colocación de barrera cervical MTAB produjo diferencias perceptibles sólo en el eje de luminosidad causando una disminución de los valores de L^* en este tiempo.

En cuanto a los 90 días post-aplicación, L^* y b^* con MTAB fue significativamente menor que sus correspondientes sin barrera cervical; por ende este cemento produjo una disminución en la luminosidad y en los valores amarillos (acercándose al gradiente azul) a los 3 meses. Sin embargo, en cuanto al nivel de perceptibilidad la diferencia total de color coronal fue poco perceptible en este tiempo (75% $\Delta E^* > 2-4$ uds.).

- La aplicación de Biodentine[®] como barrera cervical produjo diferencias perceptibles en el color coronal en los tiempos post-aplicación. No obstante, estas diferencias fueron en su mayoría casi imperceptibles ($\Delta E^* > 1-2$ uds.) para el ojo humano.

- La diferencia total de color coronal en la muestra de estudio con barrera cervical de MTA blanco fue más perceptible que en la de Biodentine[®] a los 90 días post-aplicación. Por lo tanto, los resultados del presente estudio in vitro

sugieren que el efecto en la estabilidad del color coronal depende del tipo de cemento biocerámico empleado como barrera cervical.

Recomendaciones

- El nivel de perceptibilidad de cambios cromáticos dentales clínicamente observables, no necesariamente coincide con los valores detectados a través de instrumentos de medición y análisis científico del color. En este sentido, se sugiere la determinación in vivo del color coronal post-aplicación de cementos y su comparación con el método digital, estableciendo un umbral de percepción ≥ 3.7 unidades para cambios clínicamente visibles. A su vez se recomiendan estudios adicionales con el uso de espectrofotometría, mayor tamaño muestral y seguimiento a largo plazo
- La pigmentación dental inducida por cementos biocerámicos y los cambios intrínsecos en la coloración de los propios materiales es un fenómeno multifactorial; lo cual sugiere que las futuras investigaciones deberían dirigirse a la asociación de estas variables con el uso específico de cementos incluso de nuevas generaciones, así como a establecer un protocolo para su aplicación en PER.
- Se plantea que durante la aplicación de la barrera cervical en zonas de alto compromiso estético, se utilice CBC que hayan demostrado tanto clínica como científicamente estabilidad del color coronal y que el operador se familiarice con las propiedades del material elegido.

- Debido a las limitaciones de los estudios in vitro, se propone la realización de investigaciones in vivo en esta temática, para contrastar los resultados obtenidos clínicamente y ampliar los tipos de cementos biocerámicos evaluados en cuanto a estabilidad del color en las estructuras dentales.
- Es necesario aumentar la evidencia disponible sobre tratamientos una vez generados los cambios de coloración, de tal forma que si no fue posible evitarlos durante la terapéutica, se le ofrezca al paciente una opción clínicamente accesible y efectiva para la conservación integral de la UD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lee BN, Moon JW, Chang HS, Hwang IN, Oh WM, Hwang YC. A review of the regenerative endodontic treatment procedure. *Restor Dent Endod.* 2015;40(3):179-87.
2. Weine FS. Tratamiento Endodóntico. 5ta. ed. Madrid: Harcourt Brace; 1997.
3. Geisler TM. Clinical considerations for regenerative endodontic procedures. *Dent Clin North Am.* 2012;56:603-26.
4. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope?. *Endod Top.* 2015;32(1):86-96.
5. Krastl G, Allgayer N, Lenherr P, Filippi A, Taneja P, Weiger R. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. *Dent Traumatol.* 2013; 29(1):2-7.
6. Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, Filippi A, Attin T, Krastl G. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. *Int Endod J.* 2012;45(10):942-9.
7. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent Update.* 2005;32(8):463-71.
8. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190(6):309-16.
9. Thomson AD, Athanassiadis B, Kahler B, Walsh L. Tooth discolouration: staining effects of various sealers and medicaments. *Aust Endod J.* 2012;38(1):2-9.
10. Kahler B, Rossi-Fedele G. A Review of Tooth Discoloration after Regenerative Endodontic Therapy. *J Endod.* 2016;42(4):563-9.
11. Meincke DK, Prado M, Gomes BP, Bona AD, Sousa EL. Effect of endodontic sealers on tooth color. *J Dent.* 2013;41 Suppl 3:e93-6.
12. Campisi V, Canelones O. Efectividad del bicarbonato de sodio con agua oxigenada en el blanqueamiento dental interno (estudio in vitro). [Trabajo de grado]. Universidad de Carabobo; 2015. 59p.

13. Azarpazhooh A, Dao T, Ungar WJ, Da Costa J, Figueiredo R, Krahn M et al. Patients' Values Related to Treatment Options for Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod.* 2016;42(3):365-70.
14. Davis LG, Ashworth PD, Spriggs LS. Psychological effects of aesthetic dental treatment. *J Dent.* 1998;26:547-54.
15. Ibiyemi O, Taiwo JO. Psychosocial aspect of anterior tooth discoloration among adolescents in Igbo-Ora, Southwestern Nigeria. *Ann Ib Postgrad Med.* 2011;9(2): 94-9.
16. Ahmed HMA, Abbott PV. Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *Int Endod J.* 2012;45(10):883-97.
17. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod.* 1993;19(12):591-5.
18. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993;19(11):541-4.
19. Vallés M. Estabilidad del color del Agregado trióxido mineral. [Disertación]. España: Universidad Internacional de Cataluña; 2014. 125p.
20. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *J Endod.* 2010;36(3):400-13.
21. Ioannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V. Spectrophotometric analysis of coronal discoloration induced by grey and white MTA. *Int Endod J.* 2013;46(2):137-44.
22. Kum KY, Kim EC, Yoo YJ, Zhu Q, Safavi K, Bae KS, et al. Trace metal contents of three tricalcium silicate materials: MTA Angelus, Micro Mega MTA and Bioaggregate. *Int Endod J.* 2014;47(7):704-10.
23. Felman D, Parashos P. Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2013;39(4):484-7.
24. Wang Z. Bioceramic Materials in Endodontics. *Endod Topics.* 2015;32:3-30.
25. Beatty H, Svec T. Quantifying Coronal Tooth Discoloration Caused by Biodentine and EndoSequence Root Repair Material. *J Endod.* 2015;41(12):2036-9.

26. Parsons JR, Walton RE, Ricks-Williamson L. In vitro longitudinal assessment of coronal discoloration from endodontic sealers. *J Endod.* 2001;27(11):699-702.
27. Marconyak LJ Jr, Kirkpatrick TC, Roberts HW, Roberts MD, Aparicio A, Himel VT, et al. A Comparison of Coronal Tooth Discoloration Elicited by Various Endodontic Reparative Materials. *J Endod.* 2016;42(3):470-3.
28. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod.* 2015;41(7):1139-45.
29. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *Int Endod J.* 2013;46(9):808-14.
30. Gutiérrez JH, Guzmán M. Tooth discoloration in endodontic procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1968;26(5):706-11.
31. De Posada M. How to prevent discoloration in endodontically treated teeth. *Rev Fed Odontol Colomb.* 1965;15(74):111-5.
32. Ioannidis K, Beltes P, Lambrianidis T, Kapagiannidis D, Karagiannis V. Validation and spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by root canal sealers. *Clin Oral Investig.* 2013;17(6):1525-33.
33. Vallés M, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Bourdelande JL, Roig M. Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials. *J Endod.* 2013;39(4):525-8.
34. Camilleri J. Color Stability of White Mineral Trioxide Aggregate in Contact with Hypochlorite Solution. *J Endod.* 2014;40(3):436-40.
35. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimarães BM, Duarte MA. Assessment of Color Stability of White Mineral Trioxide Aggregate Angelus and Bismuth Oxide in Contact with Tooth Structure. *J Endod.* 2014;40(8):1235-40.
36. Kang SH, Shin YS, Lee HS, Kim SO, Shin Y, Jung IY, et al. Color changes of teeth after treatment with various mineral trioxide aggregate-based materials: an ex vivo study. *J Endod.* 2015;41(5):737-41.
37. Vallés M, Roig M, Duran-Sindreu F, Martínez S, Mercadé M. Color Stability of Teeth Restored with Biodentine: A 6-month In Vitro Study. *J Endod.* 2015;41(7):1157-60.

38. Kohli MR, Yamaguchi M, Setzer FC, Karabucak B. Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. *J Endod.* 2015;41(11):1862-6.
39. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Pirmoazen S, Shamshiri AR, Dummer PM. Evaluation and Comparison of Occurrence of Tooth Discoloration after the Application of Various Calcium Silicate-based Cements: An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2016;42(1):140-4.
40. Esmaeili B, Alaghehmand H, Kordafshari T, Daryakenari G, Ehsani M, Bijani A. Coronal Discoloration Induced by Calcium-Enriched Mixture, Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide: A Spectrophotometric Analysis. *Iran Endod J.* 2016;11(1):23-8.
41. Yoldaş S, Bani M, Atabek D, Bodur H. Comparison of the Potential Discoloration Effect of Bioaggregate, Biodentine, and White Mineral Trioxide Aggregate on Bovine Teeth: In Vitro Research. *J Endod.* 2016;42(12):1815-18.
42. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: Bioceramic a new hope?. *Endod Topics.* 2015;32(1): 86-96.
43. Torabinejad, M. *Mineral Trioxide Aggregate: Properties and Clinical Applications.* 1st ed. Iowa: Wiley- Blackwell; 2014.
44. Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1998; 24(8):543–7.
45. Tawil PZ, Duggan DJ, Galicia JC. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(4):247-52; quiz 254, 264.
46. Camilleri J, Kralj P, Veber M, Sinagra E. Characterization and analyses of acid-extractable and leached trace elements in dental cements. *Int Endod J.* 2012;45(8):737-43.
47. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *J Endod.* 2010; 36:16–27.
48. Camilleri J. Mineral trioxide aggregate: present and future developments. *Endod Topics.* 2015;32(1):31-46.
49. Nayak G, Hasan MF. Biodentine a novel dentinal substitute for single visit apexification. *Restor Dent Endod.* 2014;39(2):120-5.

50. Rajasekharan S, Martens LC, Cauwels RG, Verbeeck RM. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2014;15(3):147-58.
51. Camilleri J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *J Dent*. 2013;41(7):600-10.
52. Cedrés C, Giani A, Laborde JC. Una Nueva Alternativa Biocompatible: Biodentine. *Actas Odontológicas*. 2014; XI(1):11-16.
53. Malkondu Ö, Karapinar Kazandağ M, Kazazoğlu E.A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material. *Biomed Res Int*. 2014; 2014:160951.
54. Kaup M, Schäfer E, Dammaschke T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head Face Med*. 2015;11(16): 1-8.
55. Murray PE, Garcia-Godoy F, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. *J Endod*. 2007;33:377-90.
56. Huang GT, Gronthos S, Shi S. Mesenchymal stem cells derived from dental tissues vs. those from other sources: their biology and role in regenerative medicine. *J Dent Res*. 2009;88:792-806.
57. Tayebi L, Moharamzadeh K. *Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering* 1st ed. UK: Woodhead Publishing; 2017.
58. Sun HH, Jin T, Yu Q, Chen FM. Biological approaches toward dental pulp regeneration by tissue engineering. *J Tissue Eng Regen Med*. 2011;5:e1-16.
59. American Association of Endodontists. *Regenerative Endodontics*. Chicago: Endodontics: Colleagues for Excellence; 2013. p. 1-7.
60. Galler KM. Clinical procedures for revitalization: current knowledge and considerations. *Int Endod J*. 2016;49(10):926-36.
61. Diogenes A, Ruparel N. *Regenerative Endodontic Procedures: Clinical Outcomes*. *Dent Clin North Am*. 2017;61(1):111-125.
62. Charland T, Hartwell GR, Hirschberg C, Patel R. An Evaluation of Setting Time of Mineral Trioxide Aggregate and EndoSequence Root Repair Material in the Presence of Human Blood and Minimal Essential Media. *J Endod*. 2013;39(8):1071–2.

63. Urgilés LA. Materiales Biocerámicos en Endodoncia. [Trabajo de Especialización]. Ecuador: Universidad de Cuenca; 2016. 44p.
64. Guo YJ, Du TF, Li HB, Shen Y, Mobuchon C, Hieawy A, et al. Physical properties and hydration behavior of a fast-setting bioceramic endodontic material. *BMC Oral Health*. 2016; 20(16):1-6.
65. Park JH, Lee YK, Lim BS. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *J Prosthet Dent*. 2006; 96(6):402-11.
66. Soldevilla M. Evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría. [Trabajo de Especialización]. España: Universidad Complutense de Madrid; 2014. 104p.
67. Ahn JS, Lee YK. Color distribution of a shade guide in the value, chroma and hue scale. *J Prosthet Dent*. 2008;100:18–28.
68. Chang JY, Chen WC, Huang TK, Wang JC, Fu PS, Chen JH, et al. Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *Kaohsiung J Med Sci*. 2012;28(9):490-4.
69. Mejía A, Ballinas A, Ledesma C. Algunos aspectos que influyen para igualar el color dental. *Rev ADM*. 2009; 65(3):44-49.
70. Sikri VK. Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent*. 2010;13(4): 249–255.
71. Higashi y col. Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. *Acta odonto Venez*. 2011; 49(4):1-12.
72. Schmeling M. Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 1: Fundamentals of Color. *ODOVTOS-Int. J. Dental Sc*. 2016;18(1):23-32.
73. Bornstein M. Color and its measurements. *J Soc Cosmetic Chemists*. 1968;19:649-67.
74. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e2-16.
75. International Organization for Standardization (ISO). Council Resolution 10/89. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Viena, Austria. (1976).

76. Ibraheem N, Hasan M, Rafiqul K, Mishra K. Understanding color models: a review. *ARPN Journal of Science and Technology*. 2012;2(3):265-75.
77. León et al. Color measurements in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Res Int*. 2006; 39(10):1084–1091.
78. Vázquez AM. Estimación de las coordenadas CIEL*a*b* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales. [master's thesis]. Palmira: Universidad Nacional de Colombia; 2015. 153p.
79. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Br Dent J*. 2005;199(1):43-9.
80. Anand D, Kumar S, Yadav Anand D, Sundar M, Sharma R, Gaurv A. Shade selection: spectrophotometer vs digital camera - a comparative in-vitro study. *APRD*. 2016;2(3):73-78.
81. Schropp L. Shade matching assisted by digital photography and computer software. *J Prosthodont*. 2009;18(3):235-41.
82. International Organization for Standardization. ISO 12647-2:2013. Graphic technology: Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 2: Offset lithographic processes. Switzerland: ISO; 2013.
83. Fairchild M. Color Appearance Models. 3rd ed. Chichester, UK: Wiley; 2013.
84. Moreno GN, Guevara JO, Morales R, Feres HN, Resende AM, Miranda MG. Uso de dientes humanos en la enseñanza odontológica: aspectos éticos, legales y de bioseguridad. *Acta Odont. Venez*. 2012;50(2):32-35.
85. Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias y Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Código de bioética y bioseguridad. 3a ed. Caracas: Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias y el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; 2009.
86. Japón MC. Aspectos legales y de bioseguridad en el uso de dientes humanos en la cátedra de morfología y endodoncia en la facultad de odontología de la universidad central del ecuador en el tercero y quinto semestre periodo octubre - marzo del 2014-2015. [Trabajo de grado]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2015. 96p.

87. Gagliano V. Efectividad de los localizadores electrónicos en la determinación de la longitud de trabajo y ubicación de la constricción apical. [Trabajo de Especialización]. Venezuela: Universidad de Carabobo; 2014. 102p.
88. Chandki R, Maru R, Gunwal M, Garg A, Mishra A. Comparison of Different Methods for Disinfection or Sterilization of Extracted Human Teeth to be used for Dental Education Purposes. *World Journal of Dentistry*. 2013;4: 29-31.
89. González LC, Úsuga MV, Torres C, Delgado E. Biobanco de dientes humanos para investigación en odontología. *Acta Odontológica Colombiana*. 2014;4(1):9-21.
90. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* No 5.453. (Marzo 24, 2000).
91. Código de Deontología Odontológica. Aprobado en la XXXIX Convención Nacional del Colegio de Odontólogos de Venezuela; 1992.
92. Ley del Ejercicio de la Odontología de 1970. Congreso de la República de Venezuela. *Pub. Gaceta oficial* N° 29.288 (10 de agosto, 1970).
93. International Organization for Standardization. ISO/TR 28642:2016. *Dentistry: Guidance on color measurement*. Geneva, Switzerland: ISO; 2016.
94. Malhotra S, Hedge M, Shetty C. Bioceramic Technology in Endodontics. *Br J Med Med Res*. 2014;4(12):2446-54.
95. Zarenejad N, Asgary S, Ramazani N, Haghshenas MR, Rafiei A, Ramazani M. Coronal microleakage of three different dental biomaterials as intra-orifice barrier during nonvital bleaching. *Dent Res J*. 2015;12(6):581-88.
96. Zelanski P, Fisher MP. *Color*. 3era ed. España: H. Blume; 2001.
97. Andrews P. *The Adobe® Photoshop® CS4 Dictionary. The A-Z desktop reference of Photoshop*. 1st ed. Canada: Elsevier; 2009.
98. Mortazavi H, Baharvand M, Khodadoust A. Colors in Tooth Discoloration: a new classification and literature review. *Int J Clin Dent*. 2014; 7(1):17-27.
99. Poggio et al. Color Stability of New Esthetic Restorative Materials: A Spectrophotometric Analysis. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2016;2(1):95-101.

100. Shanda J. Colorimetry: Understanding the CIE System. 1st ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc; 2007.
101. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la Investigación. 6a ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2014.
102. Sierra C. Estrategia para la elaboración de un Proyecto de Investigación. Venezuela: Editoriales Insertos Médicos de Venezuela; 2004.
103. Arias FG. El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta ed. Caracas: Episteme; 2012.
104. Tamayo Y, Tamayo M. El proceso de la investigación científica. 4ta ed. México: Limusa; 2003.
105. de Pelekais C, Finol M, Neuman N, Belloso OJ. El ABC de la Investigación: Una Aproximación Teórico-Práctica. 2a. ed. Venezuela: Astro Data; 2007: p. 86-89.
106. Ramírez T. Cómo hacer un Proyecto de Investigación. Guía práctica. Venezuela: Panapo; 2006: p 175.
107. Cerda H. La investigación total: La unidad metodológica en la investigación científica .Colombia: Magisterio; 1996.
108. Kawulich, B. La observación participante como método de recolección de datos. Forum Qual Soc Res. 2005;6(2):1-32.
109. Corral Y. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Revista Ciencias de la Educación. 2009;19(33): 228-47.
110. Belobrov I, Parashos P. Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. J Endod 2011;37:1017–20.
111. Arman M, Khalilak Z, Rajabi M, Esnaashari E, Saati K. In vitro spectrophotometry of tooth discoloration induced by tooth-colored mineral trioxide aggregate and calcium-enriched mixture cement. Iran Endod J. 2015;10:226–30.
112. Dettwiler CA, Walter M, Zaugg LK, Lenherr P, Weiger R, Krastl G. In vitro assessment of the tooth staining potential of endodontic materials in a bovine tooth model. Dent Traumatol. 2016;32(6):480-7.

113. Akbari M, Rouhani A, Samiee S, et al. Effect of dentin bonding agent on the prevention of tooth discoloration produced by mineral trioxide aggregate. *Int J Dent*. 2012; 2012:1-3.
114. Ramos JC, Palma PJ, Nascimento R, Caramelo F, Messias A, Vinagre A et al. Basic research-technology: 1-year in vitro evaluation of tooth discoloration induced by two calcium silicate-based cements. *J Endod*. 2016;42:1403–7.
115. Możyńska J, Metlerski M, Lipski M, Nowicka A. Tooth Discoloration Induced by Different Calcium Silicate–based Cements: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2017;43(10):1593-601.
116. Santos LG, Felipe WT, Souza BD, Konrath AC, Cordeiro MM, Felipe MC. Crown discoloration promoted by materials used in regenerative endodontic procedures and effect of dental bleaching: spectrophotometric analysis. *J Appl Oral Sci*. 2017;25(2):234-242.
117. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007;40(6):415-26.
118. Rao YM, Srilakshmi V, Vinayagam KK, Narayanan L. An evaluation of the color stability of tooth-colored restorative materials after bleaching using CIELAB color technique. *Indian J Dent Res*. 2009;20:60-4.
119. Partovi M, Al-Havvaz AH, Soleimani B. In vitro computer analysis of crown discoloration from commonly used endodontic sealers. *Austr Endod J*. 2006;32:116-9
120. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CHF. Visual and spectrophotometric analysis of human teeth. *J Dent Res*. 2002;81:578-82.
121. Eghbal MJ, Torabzadeh H, Bagheban AA, Shamszadeh S, Marvasti LA, Asgary S. Color stability of mineral trioxide aggregate and calcium enriched mixture cement. *J Investig Clin Dent*. 2016;7(4):341-6.
122. Leonardo N, Almeida L, Kodama A, et al. Influence of different pulp capping materials to induce coronal tooth discoloration. *G Ital Endod*. 2016;30:22–6.
123. Salem-Milani A, Ghasemi S, Rahimi S, Ardalani-Abdollahi A, Asghari-Jafarabadi M. The Discoloration effect of White Mineral Trioxide Aggregate (WMTA), Calcium Enriched Mixture (CEM), and Portland Cement (PC) on Human Teeth *J Clin Exp Dent*. 2017;9(12):e1397-401.

124. Council on Dental Materials and Devices, "Revised American dental association specification no.12 for denture base polymers," The Journal of the American Dental Association, vol. 90, no. 2, pp. 451–458, 1975.
125. Bhavya B, Sadique M, Simon EP, Ravi SV, Lal S. Spectrophotometric analysis of coronal discoloration induced by white mineral trioxide aggregate and Biodentine: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017;20(4):237-40.
126. Voveraityte V, Gleizniene S, Lodiene G, Grabliauskiene Z, Machiulskiene V. Spectrophotometric analysis of tooth discolouration induced by mineral trioxide aggregate after final irrigation with sodium hypochlorite: An in vitro study. *Aust Endod J.* 2017;43(1):11-15.
127. Keskin C, Demiryurek EO, Ozyurek T. Color Stabilities of Calcium Silicate-based Materials in Contact with Different Irrigation Solutions. *J Endod.* 2015;41(3):409-11.
128. Alsubait S, Al-Haidar S, Al-Sharyan N. A comparison of the discoloration potential for EndoSequence bioceramic root repair material fast set putty and ProRoot MTA in human teeth: an in vitro study. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29:59–67.
129. Yun DA, Park SJ, Lee SR, Min KS. Tooth discoloration induced by calcium-silicate based pulp-capping materials. *Eur J Dent.* 2015;9:165–70.
130. Shokouhinejad N, Khoshkhounnejad M, Alikhasi M, Bagheri P, Camilleri J. Prevention of coronal discoloration induced by regenerative endodontic treatment in an ex vivo model. *Clin Oral Investig.* 2018;22(4):1725-31.

ANEXOS

ANEXO 1



Universidad de Carabobo
Facultad de Odontología
Unidad de Investigaciones Morfopatológicas
UNIMPA

UNIMPA
UNIDAD DE INVESTIGACIONES MORFOPATOLÓGICAS

CONSTANCIA

Quien suscribe, Coordinadora de la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas (UNIMPA), Prof. Mariela Pérez Domínguez, hago constar que el proyecto de investigación **“EFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL. ESTUDIO IN VITRO”**. Enmarcado dentro de la Línea de Investigación: Rehabilitación del sistema estomatognático, Temática: Rehabilitación anatomofuncional y Subtemática: Técnicas de restauración y de rehabilitación en odontología (Endodoncia). Presentado por la Od. Carla Facchin Soto, Cédula de Identidad 17.905.502, se encuentra adscrito a UNIMPA.

Constancia que se emite, a solicitud de la parte interesada a los trece días del mes de octubre de 2017.

Atentamente,

Prof. Mariela Pérez Domínguez
Coordinadora de la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas
(UNIMPA)



ANEXO 2



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Comisión de Bioética y Bioseguridad

Valencia, 15 de Enero del 2018

PCBB-FOUC 074-2018

Ciudadana.

Profa. Junedy Marcano

Presente

Me dirijo a usted en la oportunidad de comunicarle que en reunión ordinaria, en relación al proyecto presentado por la alumna **Carla Facchin Soto**, cédula de identidad N° 17905502, N° PCBB-FOUC-074-2018, titulado **"EFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL. ESTUDIO IN VITRO"**, la decisión de la subcomisión de Postgrado de Endodoncia, según el artículo 18 de la Normativa Interna del Funcionamiento de la Comisión de Bioética y Bioseguridad de Odontología de la Universidad de Carabobo (CBB-FOUC), aprobadas en el consejo de la Facultad de Odontología en su sesión ordinaria N° 190 de la fecha 15-12-2008, fue **"APROBADO"**.

Del mismo informamos, que el proyecto cumple con la normativa de la aprobación inicial, pasa a una etapa de seguimiento, donde deben enviar a la comisión el lugar, fecha y hora de recolección de datos. Así, como se le informa deben mantener bajo resguardo los consentimientos informados aplicados a la investigación.

Sin más otro particular se despide de usted;

Atentamente

Prof. Lilibian Jiménez

Coordinador de la subcomisión de Bioética y Bioseguridad del Postgrado Endodoncia

Comisión de Bioética y Bioseguridad, Facultad de Odontología Universidad de Carabobo



Firma manuscrita
15/01/2018

ANEXO 3



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESTUDIOS PARA GRADUADOS



PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____, titular de la C.I: _____, en calidad de paciente del Od. _____, declaro haber sido informado y

Fecha: _____

comprendiendo la conveniencia de la extracción de la unidad dentaria _____, autorizo su donación al área de Cirugía Bucal de la Universidad de Carabobo, con fines de estudios experimentales, del trabajo de investigación para optar al título de Especialista en Endodoncia, **“EFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL: ESTUDIO IN VITRO”**. El cual tiene como objetivo, determinar el efecto de los cementos biocerámicos utilizados como barrera cervical en la estabilidad del color coronal de dientes extraídos, que se utilizan actualmente durante procedimientos endodónticos regenerativos. Por medio de este estudio, se pretende profundizar el conocimiento sobre materiales y técnicas en endodoncia, con sustento científico, que permita ofrecer estrategias factibles a aquellos pacientes que buscan mantener sus unidades dentarias en boca con el menor número de complicaciones post-tratamiento y así brindarles una mejor atención en salud bucal.

Su autorización es necesaria para que su unidad dentaria sea parte de la muestra de 50 dientes monorradiculares extraídos, durante los meses Enero-Abril de 2017, previo aval de la Subcomisión de Bioética y Bioseguridad del Postgrado de Endodoncia. Asimismo, las unidades dentarias que serán excluidas son bi o multirradiculares, con endodoncias previas, con caries extensas/radiculares o cementos provisionales, fracturadas, con perforaciones, con calcificaciones extensas, resorciones internas o externas, raíces con dilaceraciones marcadas, pigmentaciones o cambios de coloración intensos por causas intrínsecas.

El procedimiento a seguir para tal fin, es la extracción de la unidad dentaria _____, que será realizada bajo anestesia local y podría tener complicaciones asociadas, las cuales incluyen (aunque no se limitan) a las siguientes: molestias postoperatorias que pueden durar desde unas horas hasta varios días y para lo cual se administrara medicación en caso de ser necesario, tumefacción post-operatoria del área gingival en la vecindad del diente extraído o tumefacción facial, que puede persistir durante varios días; infección (se indicará medicación), limitación de la apertura bucal, que usualmente dura algunos días pero puede persistir durante un periodo más prolongado, parestesia (pérdida de sensibilidad de otros dientes o de tejidos blandos), alveolitis (infección del alvéolo), fractura del elemento dentario(y excepcionalmente ósea).

En caso de presentarse alguna situación adicional (biopsias, exámenes complementarios, lesiones por iatrogenia), serán responsabilidad del investigador.

Por otra parte, fui informado que serán tomadas fotografías de mi unidad dentaria y de las distintas alternativas de rehabilitación, así como también los beneficios que este procedimiento genera sobre mi salud, que pueden ser aplicados también en las diversas áreas de la Facultad de Odontología de la UC.

Asimismo, tengo conocimiento que “todo lo que proviene del cuerpo de una persona es de su propiedad, por derecho legal y moral”; tal es el caso de dientes extraídos, por lo que el respeto a la vida y a la integridad de la persona humana, el fomento y la preservación de la salud, como componentes del desarrollo y bienestar social y su proyección efectiva a la comunidad, constituyen en todas las circunstancias el deber primordial del Odontólogo; que se manifiesta como tal en el artículo 1º del Código de Deontología Odontológica de la República Bolivariana de Venezuela. Por estas razones, investigaciones como esta podrán contribuir con otros estudios, al sustentar sus bases teóricas, permitiendo así al avance de la ciencia y la investigación.

Todas mis dudas han sido aclaradas y estoy completamente de acuerdo con lo consignado en este consentimiento, que además será de absoluta confidencialidad. Por lo tanto, doy mi consentimiento voluntario, para que se actúe del modo más conocido, según la ciencia y consciencia respecto a lo programado.

FIRMA Y CEDULA DEL PACIENTE

Nombre y firma de testigo: _____

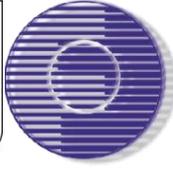
Investigador Principal: Carla Facchin. Residente del Postgrado de Endodoncia.

Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo.

Telf: 04146784481.

E-mail: carla.facchin@gmail.com

ANEXO 4



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

GUÍA DE OBSERVACIÓN

EFFECTO DE LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS COMO BARRERA CERVICAL EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR CORONAL. ESTUDIO IN VITRO.

Objetivo general

Determinar el efecto de los cementos biocerámicos como barrera cervical en la estabilidad del color coronal de dientes extraídos.

1. Color coronal sin barrera cervical.

Escala de medición numérica del color (Sistema Cromático CieLab: Commission Internationale de l'Eclairage, 1976).

Luminosidad (L*)= De 0 (negro) a 100 (blanco).

Posición entre verde y rojo (a*)= De -120 (verde) a +120 (rojo).

Posición entre azul y amarillo (b*)= De -120 (azul) a +120 (amarillo).

2 y 3. Color coronal con barrera cervical de MTA blanco y de Biodentine®

Escala de medición numérica del color (Sistema Cromático CieLab: Commission Internationale de l'Eclairage, 1976), según Tiempos post- aplicación (días).

0 días

7 días

30 días

90 días

4. Diferencia total de color coronal Delta-E. Calculado mediante $\Delta E^* = [(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2]^{1/2}$.

Escala basada en la norma ISO 12647-2 para la Estandarización del color y adaptada por el autor.

ΔE^* (uds.)	Diferencia total de color
= 1	Imperceptible
>1-2	Casi imperceptible
>2-4	Poco perceptible
>4-5	Moderadamente perceptible
> 5	Fácilmente perceptible

1. Color coronal sin barrera cervical						
UD	Grupo MTA blanco			Grupo Biodentine®		
	L* ₁	a* ₁	b* ₁	L* ₁	a* ₁	b* ₁
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

2. Color coronal con barrera cervical de MTA blanco según Sistema cromático CIELab												
UD	0 días			7 días			30 días			90 días		
	L* ₂	a* ₂	b* ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

Facchin C, 2017.

3. Color coronal de la muestra con barrera cervical de Biodentine® según Sistema cromático CIELab

UD	0 días			7 días			30 días			90 días		
	L* ₂	a* ₂	b* ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

4. Diferencia total de color coronal (ΔE^* Delta-E) posterior a la colocación de la barrera cervical

UD	Barrera de MTA blanco				Barrera de Biodentine®			
	ΔE^* 0 días	ΔE^* 7 días	ΔE^* 30 días	ΔE^* 90 días	ΔE^* 0 días	ΔE^* 7 días	ΔE^* 30 días	ΔE^* 90 días
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Facchin C, 2017.

Registro y Diferencia de Color Coronal del Grupo Control																			
U D	Color coronal inicial			Color coronal 0 días			ΔE^* 0 días	Color coronal 7 días			ΔE^* 7 días	Color coronal 30 días			ΔE^* 30 días	Color coronal 90 días			ΔE^* 90 días
	L [*] ₁	a [*] ₁	b [*] ₁	L [*] ₂	a [*] ₂	b [*] ₂		L [*] ₂	a [*] ₂	b [*] ₂		L [*] ₂	a [*] ₂	b [*] ₂		L [*] ₂	a [*] ₂	b [*] ₂	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

Facchin C, 2017.

ANEXO 5



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
 PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

FORMATO PARA VALIDAR INSTRUMENTO A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

A continuación se le presenta una serie de categorías para validar los ítems que conforman este instrumento, en cuanto a cinco (5) aspectos específicos y otros aspectos generales. Para ello, se presentan dos (2) alternativas (Si-No) para que usted seleccione la que considere correcta.

Instrumento: _____

Experto: _____

ASPECTOS ESPECÍFICOS										
ITEM	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta		Mide lo que pretende		Lenguaje adecuado con el Nivel que se trabaja.	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1										
2										
3										
4										
5										

ASPECTOS GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento contiene instrucciones para las respuestas.			
Los ítems permiten el logro del objetivo relacionado con el diagnóstico.			
Los ítems están presentes en forma lógica y secuencial.			
El número de ítems es			

suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems que hagan falta.			
--	--	--	--

OBSERVACIONES: _____

VALIDEZ			
APLICABLE		NO APLICABLE	
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES			

Validado por:

Cédula de Identidad:

Fecha:

E-mail:

Teléfonos:

Firma: _____

ANEXO 6

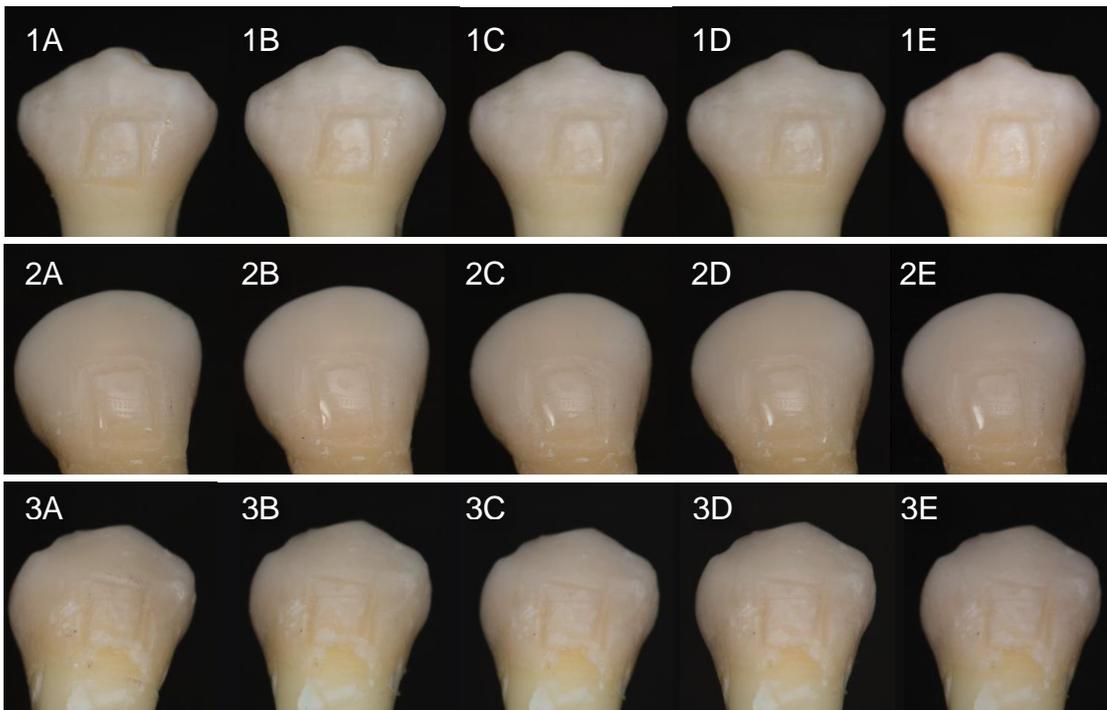


Fig. N° 11: Fotografía del color coronal de una representación de los grupos de estudios en los tiempos post-aplicación. (1A, 2A, 3A) sin barrera cervical (Iniciales).

- (1B) MTAB, (2B) BD (3B) Grupo control; 0 días.
- (1C) MTAB, (2C) BD (3C) Grupo control; 7 días.
- (1D) MTAB, (2D) BD (3D) Grupo control; 30 días.
- (1E) MTAB, (2E) BD (3E) Grupo control; 90 días.