

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
UNIDAD DE POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA



**ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA ESTABILIDAD DEL COLOR
DE MUESTRAS IMPRESAS EN RESINAS 3D DEFINITIVAS
VarseoSmile Crown Plus™ Y *Saremco Print Crowntec™* FRENTE A
DIVERSOS LÍQUIDOS.**

Integrantes

Dra. Delfra de la Cruz
22-1055

Dra. Kendra Toledo
22-0885

Dra. Anyelina Adón
22-1059

Los conceptos emitidos en el
presente proyecto de investigación
son de la exclusiva responsabilidad
de los estudiantes

Asesor de contenido

Dr. José Manuel Rodríguez

Docente titular

Dra. Fadwa Canahuate

Santo Domingo, 30 abril, 2024

Dedicatoria

En primer lugar le dedico esta tesis a Dios que ha sido mi mayor soporte durante toda la vida y que siempre le he pedido que sea el dirigente de todo lo que haga, a mi esposo que durante todo este tiempo en la maestría a sido mi soporte y que siempre a estado apoyando y entendiéndolo todo lo que implicaba estar aquí, a mi familia que desde que decidí hacer esta maestría me dieron su apoyo en todo lo que pudieron, a cada uno de los docentes que me enseñaron tantas cosas nuevas que hoy pongo en practica y se que mientras más trabaje más me recordaré de sus enseñanzas y a unibe por abrir sus puertas para que podamos recibir todos estos conocimientos.

Dra. Kendra Toledo Correa

Deseo dedicar este trabajo a Dios, cuya guía y fortaleza han sido mi inspiración constante. A mis padres, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable han sido mi roca en los momentos difíciles y mi mayor fuente de alegría en los triunfos. A mi esposo, compañero de vida y confidente, quien ha estado a mi lado en cada paso del camino, brindándome aliento, comprensión y amor incondicional. A ellos, mi gratitud eterna.

Dra. Delfra de la Cruz Rosa

Dedicando este trabajo en primer lugar a Dios por ser mi guía en todo momento, a mi familia, por su constante amor y apoyo incondicional a lo largo de este camino académico. A mis amigos, que me brindaron aliento y compañía en los momentos más difíciles, y a nuestros profesores, quienes con su sabiduría y dedicación nos inspiraron a alcanzar nuestras metas. Este logro es tanto de ellos como nuestro, y esperamos que sea una fuente de orgullo y satisfacción para todos.

Dra. Anyelina Adón

Agradecimiento

Gracias a mi Dios Todopoderoso que siempre vi todas las formas en que me ayudó y me guió en este arduo camino por entregarme las fuerzas necesarias aun en momentos difíciles que se presentaron.

A mi esposo porque aún estar presente, que siempre me guardaba mi cenita cuando llevaba bien cansada y que con sus acciones y palabra de apoyo me daba alegría y que todo esto fue importante para mi formación, por esa paciencia y entendimiento que siempre mostraba.

A mis padres Casimiro Toledo y Dorka Correa porque la decisión de hacer esta maestría ellos fueron ese primer paso y empujón que necesite para iniciar y que siempre se mantuvieron al atento de todo, no puedo pedir mejores padres que ustedes, gracias.

A mis docentes que con desprendimiento me dieron sus conocimientos y tuvieron la paciencia para ayudarme en esta curva de aprendizaje y aún a tiempo y fuera de tiempo siempre estaban dispuestos a responder mis dudas con sinceridad.

A mis compañeras de tesis Delfra De La Cruz y Anyelina Adón, que nos conocimos en esta maestría y nos volvimos amigas y a través de eso compañeras de tesis y que han hecho esta etapa más divertida.

Por último a todos mis pacientes, personal de Unibe que estuvieron ahí siendo parte de mi formación y dando un granito de arena a estos y por el trato tan amable y servicial que me dieron en todo momento. A todos los involucrados en esto les deseo muchas bendiciones y éxito.

Dra. Kendra Toledo Correa

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, cuya fidelidad, protección y sabiduría, me han sustentado siempre.

A mis padres, Franklin y Daisy, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido la fuente de mi fuerza y determinación para alcanzar este logro.

A mi esposo Samuel, mi compañero de vida y mi mayor apoyo, quien ha sido mi roca en los momentos difíciles. Agradezco infinitamente tu paciencia, comprensión y apoyo durante este proceso. Tu amor hace que cada desafío sea más llevadero.

A mis compañeras de tesis, Kendra y Anyelina, por su colaboración y por servirnos de apoyo una a otra. Sus ideas y contribuciones han enriquecido enormemente nuestro trabajo conjunto. Su amistad ha hecho de esta experiencia una experiencia verdaderamente memorable.

A mis docentes, quienes me han guiado y a lo largo de mi maestría, en especial a la Dra. Leirie Cuevas y Dr. Chon Ma, su dedicación, conocimiento y pasión por la enseñanza han sido una inspiración constante para mí. Agradezco profundamente su tiempo y paciencia.

A mis amigas, Camila Báez, gracias por formar parte de este viaje académico, y por servirme de apoyo en todo momento. A Aura Rivas, por darme siempre palabras de motivación y estar presente aun en la distancia.

A María Cristina y Aniano Sosa, por su amor, apoyo y generosidad incondicionales. Su presencia y guía son invaluable.

Dra. Delfra de la Cruz Rosa

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en la culminación de este trabajo de grado.

A mi familia, especialmente a mis padres, Pablo Adón y Angela Sena les agradezco profundamente por su amor incondicional y por creer en mí en cada paso de mi camino. Su apoyo emocional y financiero ha sido vital para que pudiera alcanzar este logro.

A mi novio, Sergio Fajardo, gracias por estar siempre presente, por sus palabras de ánimo y por ayudarme a mantener el equilibrio entre mis estudios y mi vida personal. Su compañía ha sido un pilar fundamental para mí.

También deseo agradecer a los profesores y colegas de mi maestría , quienes me brindaron su conocimiento y aliento en momentos cruciales de mi formación. Sus enseñanzas y aportes han enriquecido este trabajo de manera significativa. Sus valiosos consejos y su experiencia han sido clave para la realización de esta investigación.

Finalmente, pero no menos importante a mis compañeras de tesis Delfra y Kendra, más que nadie saben el sacrificio plasmado aquí.

A todos, mi gratitud eterna. Este trabajo es tanto de ustedes como mío, y estoy honrada de haber podido contar con su apoyo en esta etapa tan importante de mi vida.

Dra. Anyelina Adón

RESUMEN

Objetivo: Esta investigación tuvo como objetivo examinar la estabilidad del color de discos fabricados mediante resinas permanentes de impresión 3D, específicamente en respuesta a diversos líquidos de tinción termociclados, durante un período de 1, 7 y 14 días. **Métodos y técnicas:** Se llevó a cabo un estudio experimental para este propósito, se imprimieron mediante un archivo STL un total de 40 muestras en forma de discos de 2 mm x 10 mm, distribuidas equitativamente entre 20 muestras de *VarseoSmiles Crown Plus*TM y 20 de *Saremco Print Crowntec*TM, todas con un color inicial de A2. Después, se realizó el pulido de una de las superficies de cada muestra. Se compararon estos dos tipos de resinas para evaluar su comportamiento frente a los agentes de tinción mencionados. Los líquidos utilizados incluyen agua destilada como sustancia control, café, refresco y vino tinto. **Resultados:** Los resultados resaltan que el café es el agente de tinción más significativo, seguido por el vino tinto y el refresco. Además, se observa una mayor susceptibilidad a la decoloración en la resina *VarseoSmile Crown Plus*TM en comparación con *Saremco Print Crowntec*TM. Así mismo, se nota que la tinción se manifiesta principalmente a los 7 días de almacenamiento, lo que indica una respuesta rápida de las muestras a los agentes de tinción. **Conclusión:** No hay diferencias significativas en el nivel de estabilidad de color entre los discos impresos 3D en resinas permanentes de diferentes marcas cuando son sumergidas en líquidos.

Palabras claves: Estabilidad de color, resinas permanentes impresas, espectrofotómetro.

SUMMARY

Objective: This research aimed to examine the color stability of discs manufactured using permanent 3D printing resins, specifically in response to various thermocycled staining liquids, over a period of 1, 7, and 14 days. **Methods and techniques:** An experimental study was conducted for this purpose, a total of 40 samples in the form of 2 mm x 10 mm discs were printed using an STL file, equitably distributed between 20 samples of VarseoSmiles Crown Plus™ and 20 of Saremco Print Crowntec™, all with an initial color of A2. Subsequently, polishing was performed on one surface of each sample. These two types of resins were compared to evaluate their behavior against the mentioned staining agents. The liquids used include distilled water as a control substance, coffee, soda, and red wine. **Results:** The results highlight that coffee is the most significant staining agent, followed by red wine and soda. Additionally, a higher susceptibility to discoloration is observed in the VarseoSmile Crown Plus™ resin compared to Saremco Print Crowntec™. Likewise, it is noted that staining mainly manifests at 7 days of storage, indicating a rapid response of the samples to staining agents. **Conclusion:** There are no significant differences in the level of color stability between 3D printed discs in permanent resins from different brands when submerged in liquids.

Keywords: Color stability, printed permanent resins, spectrophotometer.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 GENERAL.....	17
3.2 ESPECÍFICOS.....	17
4. MARCO TEÓRICO.....	18
4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	18
4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	20
4.2.1 Odontología digital.....	20
4.2.2 Impresoras 3D.....	21
4.2.4 Color.....	28
4.2.5 Envejecimiento de los materiales.....	33
4.2.6 Pigmentación de los materiales.....	34
4.2.7 Líquidos de tinción alimentarias.....	35
4.2.9 Ph.....	36
5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	38
6.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
6.2 TIPO DE ESTUDIO.....	38
6.3 MÉTODO DE ESTUDIO.....	38
6.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	39
6.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	39
6.6 CRITERIOS DE ANULACIÓN.....	39
6.7 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39

6.8 VARIABLES.....	40
6.8.1 VARIABLES DEPENDIENTE.....	40
6.8.2 VARIABLES INDEPENDIENTE.....	40
6.9 PROCEDIMIENTO.....	40
7. RESULTADOS.....	44
8. DISCUSIÓN.....	65
9. CONCLUSIÓN.....	69
10. RECOMENDACIONES Y PROSPECTIVA.....	71
11. REFERENCIAS.....	72
12. ANEXOS.....	81
ANEXO 1.....	81
ANEXO 2.....	82
ANEXO 3.....	83
ANEXO 4.....	84
ANEXO 5.....	85
ANEXO 6.....	86

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Datos técnicos	18
Imagen 2. Descripción general de la compatibilidad de <i>BEGO</i>TM	25
Imagen 3: Descripción gráfica del <i>CIELAB</i>	26

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], sumergidas en agua destilada.	42
Gráfica 2. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], sumergidas en refresco.	44
Gráfica 3. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™] sumergidas en café.	46
Gráfica 4. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], sumergidas en vino tinto.	48
Gráfica 5. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en agua destilada.	50
Gráfica 6. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en refresco.	52
Gráfica 7. Estabilidad del color de las superficies de muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en café.	54
Gráfica 8. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en vino tinto.	56
Gráfica 9. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras de resina <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], y <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], en agua destilada	58
Gráfica 10. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras de	

**resina VarseoSmile Crown Plus, Bego™, y Saremco Print Crowntec™, en
refresco**

59

**Gráfica 11. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras de
resina VarseoSmile Crown Plus, Bego™, y Saremco Print Crowntec™ en café.
60**

**Gráfica 12. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras
resina VarseoSmile Crown Plus, Bego™, y Saremco Print Crowntec™ en vino
tinto.**

61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], sumergidas en agua destilada (Grupo S-AD)	46
Tabla 2. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], sumergidas en refresco (Grupo S-CC)	48
Tabla 3. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], sumergidas en café (Grupo S-C).	50
Tabla 4. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>Saremco Print Crowntec</i>[™], sumergidas en vino tinto (Grupo S-V).	52
Tabla 5. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en agua destilada (Grupo B-AD).	54
Tabla 6. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en refresco (Grupo B-CC).	56
Tabla 7. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en café (Grupo B-C).	58
Tabla 8. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas <i>VarseoSmile Crown Plus, Bego</i>[™], sumergidas en vino tinto (Grupo B-V).	60

1. INTRODUCCIÓN

La impresión tridimensional, es una tecnología de fabricación avanzada, basada en modelos digitales de diseño asistido por ordenador (CAD), utilizando materiales estandarizados para crear objetos 3D personalizados a través de procesos automáticos específicos, se utiliza para la creación rápida de prototipos, que se ha empleado ampliamente en los campos de la industria, el diseño, la ingeniería y la fabricación durante casi 30 años. La tecnología digital ha creado un gran cambio en todos los aspectos de nuestras vidas, incluida la odontología, hoy en día, las impresoras 3D se están expandiendo rápidamente en la odontología digital, esta tendencia se está desarrollando como una nueva tecnología que ha superado las limitaciones de los sistemas tradicionales de odontología mediante el desarrollo de materiales y mejora de las impresoras 3D ¹.

El uso de materiales resinosos en la impresión 3D ha ganado popularidad en los últimos años debido a su versatilidad, biocompatibilidad y propiedades mecánicas favorables. Además, la impresión 3D ha demostrado ser ventajosa en términos de reducción del tiempo de consulta. La estabilidad del color es un aspecto crítico de las restauraciones dentales, ya que impacta directamente en el resultado estético y la satisfacción del paciente ². Factores como los líquidos colorantes, los tratamientos superficiales y la composición de la resina pueden afectar la estabilidad del color de los materiales dentales. Las restauraciones dentales suelen estar expuestas a agentes colorantes como el café, el té y el vino tinto, que pueden provocar decoloración con el tiempo. Para garantizar la longevidad y la apariencia estética de las restauraciones dentales, es crucial investigar la estabilidad del color de las restauraciones dentales impresas en 3D ³.

Por lo que, la intención principal de este estudio fue comparar la estabilidad de color de discos impresos en resina permanentes 3D *VarseoSmile Crown Plus*[™] y *Saremco print Crowntec*[™] según la coloración que puedan presentar al ser sometidas a distintos líquidos de fuerte tinción en lapsos determinados, con la finalidad de observar un grado de envejecimiento que nos permitan encontrar resultados que promuevan el uso adecuado, la elección y el buen manejo de las mismas. Mencionado lo anterior, la investigación se realiza en base a las sustancias; agua destilada, refresco, café y vino tinto, en el que se crearon 40 coronas divididas en 8 grupos y 5 muestras por grupo donde por cada sustancia se evaluó en base a cada una de las resinas 3D *VarseoSmile Crown Plus*[™] y *Saremco print Crowntec*[™] en un lapso de 1, 7 y 14 días. La medición del color se realizó antes y después de la prueba con un espectrofotómetro.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La odontología ha sido transformada por la impresión 3D, en la actualidad, hay una amplia variedad de resinas disponibles para la impresión 3D, clasificadas según su uso, propiedades y precisión. En el contexto de la prostodoncia, estas resinas dentales se subdividen en varias categorías, como calcinables, provisionales, permanentes, para modelos, guías quirúrgicas, ortodoncia, encías, entre otras ³.

Dentro de las resinas permanentes, un aspecto crucial es la gama de colores disponible para satisfacer las necesidades estéticas de los pacientes, además de proporcionar propiedades mecánicas favorables. La pigmentación de los materiales utilizados en las restauraciones definitivas puede causar insatisfacción en el paciente y costos adicionales de reemplazo. Por lo tanto, la estabilidad del color es un factor crucial en la selección de estos materiales, especialmente en términos de su resistencia a la decoloración a lo largo del tiempo ⁴.

En este contexto, surge la pregunta de investigación; ¿Cuál es la estabilidad de color que presentan las resinas permanentes impresas 3D de la marca *VarseoSmile Crown Plus™* y *Saremco print Crowntec™*?

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:

¿Qué nivel de estabilidad de color presentan los discos impresos en las resinas permanentes de la marca *VarseoSmile Crown Plus™* frente a *Saremco print Crowntec™* al ser sumergidas en los diferentes líquidos?

¿Puede haber discrepancia en el grado de tinción que presenten los discos impresos en las resinas permanentes *VarseoSmile Crown Plus™* frente a *Saremco print Crowntec™*?

¿Cuál de los distintos líquidos presenta mayor tinción en los discos impresos en las resinas permanentes *VarseoSmile Crown Plus™* frente a *Saremco print Crowntec™*?

¿En cuánto tiempo se produce la tinción en los discos impresos en las resinas permanentes *VarseoSmile Crown Plus™* frente a *Saremco print Crowntec™*?

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Comparar la estabilidad del color de las resinas impresas en 3D de la marca *VarseoSmile Crown Plus™* y *Saremco print Crowntec™* frente a diversos líquidos de tinción.

3.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar la influencia de los distintos líquidos de tinción en los discos impresos en las resinas de impresión 3D *VarseoSmile Crown Plus™* y *Saremco print Crowntec™*.
- Comparar la discrepancia que existe de la tinción en las resinas de impresión 3D *VarseoSmile Crown Plus™* y *Saremco print Crowntec™*.
- Observar cuál de los líquidos produce la mayor tinción en los discos impresos en la resina de impresión 3D *VarseoSmile Crown Plus™* y *Saremco print Crowntec™*.
- Identificar el tiempo en el que ocurrió la tinción en los discos impresos en las resinas de impresión 3D *VarseoSmile Crown Plus™* y *Saremco print Crowntec™*.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Shishian et al.³ investigaron el efecto de diferentes soluciones sobre el comportamiento óptico de dos tipos de resina impresa en 3D (Detax y Asiga). Las muestras se dividieron aleatoriamente en 4 grupos de cola, jugo de naranja, té y saliva artificial (grupo control) en forma de discos de 14 x 10 mm con un espesor de $1,5 \pm 0,3$ mm (10 muestras en cada grupo). El color se tomó con un dispositivo espectrofotométrico. La diferencia de color de las muestras se registró a los 7 y 30 días después de la inmersión como registro secundario. Después de eso, usando la fórmula, se calculó la diferencia de color (ΔE). No hubo diferencias significativas entre la cantidad de ΔE los días 7 y 30 después de la exposición a saliva artificial y cola y el día 7 después de la exposición al jugo de naranja y té. Pero al día 30, se encontró una diferencia significativa en las bebidas de jugo de naranja y té ($p < 0,05$), de modo que el valor de ΔE en la impresora Asiga fue menor que en Detax. Los cambios de ΔE en la solución de jugo de naranja fueron mayores que en otras bebidas. En el día 30 de inmersión en bebidas de té y jugo de naranja, la impresora Asiga tuvo una diferencia de color significativamente menor que la impresora Detax.

Shin et al.⁶ evaluaron la estabilidad del color de discos convencionales confeccionados con el método CAD/CAM y resinas de impresión 3D para determinar sus grados de decoloración según el tipo de material, los tipos de colorantes (jugo de uva, café, curry y agua destilada (grupo de control)), y duración del almacenamiento (2, 7 y 30 días) en los colorantes. Se realizaron análisis de sorción,

solubilidad y microscopio electrónico de barrido (SEM) de agua. En particular, la decoloración (DE00) fue significativamente mayor en todas las resinas de impresión 3D (4,74–22,85 durante los 30 días) que en los discos CAD/CAM (0,64–4,12 durante los 30 días) después de la inmersión en todos los colorantes. Las resinas de impresión 3D mostraron diferencias de color por encima del límite clínico (2,25) después del almacenamiento durante siete días o más en todos los grupos experimentales. El curry fue el colorante más destacado y la decoloración aumentó en casi todos los grupos a medida que aumentaba la duración del almacenamiento. Este estudio sugiere que se debe tener en cuenta la decoloración al utilizar resinas de impresión 3D para restauraciones.

En otro estudio realizado por Gruber et al. ⁷, se evaluaron los cambios de color para resinas polimerizadas por calor, resinas PMMA prefabricadas sustractivas y resinas de impresión 3D. No hubo diferencias significativas entre las estabilidades del color de las resinas polimerizadas por calor y las resinas PMMA prefabricadas sustractivas; sin embargo, las resinas de impresión 3D mostraron fuertes cambios de color y una estabilidad del color muy baja.

Barutcugil et al.⁸, Aydin et al.⁹ y Özarlan et al.¹⁰ observaron cambios en las diferencias de color y la transparencia al sumergir resina DFC en colorantes de bebidas como agua destilada, vino, café y coque. Estos estudios informaron que la diferencia de color en la resina CAD/CAM era mayor que el límite clínico después del almacenamiento en vino y café durante un largo tiempo.

Poggio et al.^{11,12} y Silva et al.¹³ evaluaron cuantitativamente la estabilidad del color sumergiendo resinas compuestas y resinas compuestas híbridas en colorantes que incluyen solución salina, vino tinto y café durante 28 días. Observaron que el café causaba la mayor decoloración en todos los materiales de restauración estética y que todos los cambios de color superaban el límite clínico, independientemente de la composición de cada material, después de un largo período de almacenamiento.

4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

4.2.1 Odontología digital

La odontología digital, dentro de la odontología contemporánea, emplea diversas máquinas y tecnologías para modernizar y digitalizar procesos que solían ser tradicionales, abarcando desde aspectos administrativos hasta la creación de dispositivos para uso bucal. Este enfoque implica el uso de tecnología CAD/CAM (Diseño Asistido por Computadora/Fabricación Asistida por Computadora). Aunque la odontología ha incorporado tecnología durante años, la integración de la digitalización ha sido un desafío. A pesar de que el CAD-CAM ha existido en odontología por más de 30 años, su aplicación cotidiana ha aumentado recientemente debido a equipos más accesibles¹⁴.

Herramientas como escáneres intraorales e impresoras 3D facilitan la digitalización de procesos, como la creación de prótesis dentales, mejorando la precisión en comparación con métodos tradicionales¹⁵. Estos avances han transformado numerosos procedimientos odontológicos en todas las especialidades. Además, la digitalización se extiende a prácticas como radiografías, fresado de prótesis,

articuladores virtuales y la integración de realidad virtual en la formación de los estudiantes. También se han desarrollado procesos híbridos, como la fabricación de prótesis totales impresas o el fresado de barras para prótesis híbridas, marcando un avance significativo en la odontología digital ¹⁶.

4.2.2 Impresoras 3D

Una impresora 3D es una máquina diseñada para crear piezas físicas o maquetas volumétricas, con un ahorro importante en los tiempos y en materiales. Las impresoras 3D están cada día más presentes en nuestras vidas, especialmente en las distintas industrias de fabricación de todo el mundo ¹⁷. Las impresoras tienen distintos usos e indicaciones como por ejemplo crear una prótesis total inmediata. Otros usos que se le puede dar a una impresora 3D es la impresión de modelos, impresión de guardas oclusales 3D, dientes, alineadores invisibles, guías quirúrgicas, cementación indirecta de ortodoncia, guías de endodoncias guiadas, gingivectomías guiadas, en fin, presentan una amplia variedad de opciones según la especialidad ¹⁸. Por otra parte, las impresoras 3D tienen diferentes componentes en su interior dependiendo de la técnica que la misma utilice para imprimir. Los componentes usualmente son: plataforma de construcción, un tipo de proyector o emisión de luz, un tanque de resina y una estructura externa que cubre dichos componentes ¹⁹.

El término impresión 3D se utiliza generalmente para describir un enfoque de fabricación que construye objetos una capa a la vez, agregando varias capas para formar un objeto. Este proceso se describe más correctamente como fabricación aditiva y también se conoce como creación rápida de prototipos.

4.2.3 Resinas para impresoras 3D

Son materiales poliméricos líquidos que se utilizan en tecnologías de impresión como la estereolitografía (SLA) o la impresión por fotopolimerización. Estas resinas tienen la capacidad de solidificar bajo la exposición a la luz ultravioleta (UV) o láser, lo que les permite transformarse de líquido a sólido capa por capa, creando objetos tridimensionales de alta precisión. Estas resinas, al ser utilizadas mediante el método 3D, necesariamente requieren una etapa de post procesado, ya que se deben remover las estructuras que dan soporte al objeto mientras se genera capa por capa ²⁰. Las resinas son compuestos viscosos con cadenas de carbono cortas que son utilizadas por las impresoras 3D para formar un objeto plástico luego de fotocurar selectivamente. Las mismas son fotosensibles con algunas diferencias en su estructura en cuanto a qué tan sensibles a luz son en función del tipo de impresora. Las resinas para las impresoras van a depender del tipo de tecnología utilizada por la misma y en ese sentido, existen resinas que pueden ser utilizadas con técnica LCD y DLP o exclusivas SLA. Las resinas SLA por ejemplo, cuentan con una composición o estructura interna distinta debido a que se fotocura diferente, Por esta razón, es importante elegir la resina correcta según la impresora que la persona tenga. Además de esto, algunas impresoras tienen sistemas cerrados que a pesar de usar el mismo tipo de resina, pero de otra marca, la impresión no será satisfactoria ²¹.

4.2.3.1 Resinas de impresión definitivas

La resina para coronas permanentes es una resina rellena de cerámica del color del diente para la impresión 3D de coronas, incrustaciones, *onlays* y carillas individuales permanentes. La resina de corona permanente produce restauraciones de alta

resistencia a largo plazo con un ajuste exacto y preciso. Las restauraciones hechas con resina de corona permanente tienen una baja tendencia a envejecer, decolorar o acumular placa ²².

4.2.3.1.1 VarseoSmile Crown Plus™

El material *VarseoSmile Crown Plus™* se utiliza para la impresión 3D de restauraciones permanentes como coronas individuales, *inlays*, *onlays* y carillas para áreas anteriores y posteriores, incluidas las superficies oclusales.

VarseoSmile Crown Plus™ está disponible en siete colores según el sistema de colores clásico VITA: A1 *Dentin* / A2 *Dentin* / A3 *Dentin* / B1 *Dentin* / B3 *Dentin* / C2 *Dentin* / D3 *Dentin* / BL *Dentin*

La polimerización de la luz se puede lograr con *BEGO™ Otoflash* (dos lámparas estroboscópicas de xenón, frecuencia de destello 10 Hz, espectro luminoso 300 – 700 nm) o con *HiLite Power*, Fa. Heraeus Kulzer* (una lámpara estroboscópica de xenón, frecuencia de destello 20 Hz, espectro luminoso 390 – 540 nm). Los objetos polimerizados finales se pueden personalizar utilizando composites de recubrimiento y maquillajes para composites disponibles comercialmente. Deben observarse las instrucciones de uso del fabricante del material ²³.

Imagen 1. Datos técnicos

Datos técnicos	
Colores	A1, A2, A3, B1, B3, C2, D3, BEGO Bleach
Densidad	aprox. 1,4 – 1,5 g/cm ³
Viscosidad	2.500 – 6.000 mPa*s
Resistencia a la flexión	116 – 150 MPa
Módulo de elasticidad	4.090 MPa
Dureza	≥ 90 Shore D
Hidrosolubilidad	< 1 µg/mm ³
Absorción de agua	< 12 µg/mm ³
Grosor de capa	50 µm
Longitud de onda	385 nm y 405 nm

Procesamiento

Las siguientes instrucciones contienen detalles de un flujo de trabajo validado para el proceso de impresión 3D con una impresora 3D compatible. La temperatura de trabajo ideal de *VarseoSmile Crown Plus™* está en el rango de temperatura entre 18 °C y 28 °C. Antes de su uso, la resina debe ser homogénea. Antes del primer uso, el material tiene que agitarse bien durante unos 2 minutos. Al decantar, asegúrese de que la resina de impresión esté expuesta al día durante el menor período posible. Mezcle la resina en el cartucho/tanque de resina si se ve una capa transparente en la superficie. Limpieza y preparación para el curado posterior. Al finalizar la impresión, los objetos de impresión se liberan de la plataforma de construcción usando la espátula. El objeto de impresión debe limpiarse en dos pasos con etanol (96%) utilizando un baño ultrasónico.²³

1. Limpie el objeto de impresión durante 3 minutos en una solución de etanol reutilizable (96 %) utilizando un baño ultrasónico sin calentar.
2. El objeto prelimpiado debe limpiarse a fondo durante 2 minutos utilizando una solución de etanol fresco (96%) con la ayuda de un baño ultrasónico sin calentar.
3. A continuación, el objeto de impresión se retira del baño de etanol y se rocía con etanol adicional (96 %) para enjuagar completamente cualquier residuo de resina restante.

Después de la limpieza, el objeto de impresión se seca con aire comprimido debajo de una unidad de extracción. Si todavía hay resina líquida que se adhiere a la

superficie del objeto, se puede eliminar por completo rociando de nuevo con etanol (96 %) y volviendo a secar.

Preparación para el curado posterior

- Retire la estructura de soporte con la ayuda de una rueda de corte o cortadores laterales.
- Lije cuidadosamente la superficie y a una presión máxima de voladura de 1,5 bar.
- Compruebe el ajuste y termine los objetos por completo. El acabado y el recorrido se pueden realizar con un cortador de carburo o molienda de diamantes ²⁴.

Imagen 2. Descripción general de la compatibilidad de **BEGO™** componentes del sistema de impresión 3D

The screenshot shows a webpage titled "BEGO compatibility overview 3D printing system components" for Ackretta 1 DENTIQ/Freeshape 120 4. The page is divided into two main sections: "Cleaning" and "Light-curing".

Cleaning:

- Ultrasonic bath:** 3 min + 2 min (Dispersant 99 % or Ethanol 96 %)
- Formlabs Form Wash:** 3 min (Dispersant 99 %)
- Whip Mix / Veribush + Veribush / Ackretta Clean 1:** 3 min + 3 min (Dispersant 99 %)
- Manual cleaning with brushes:** See last page
- Inoclar PrograPrint Clean:** 3 min reservoir 1 (Dispersant 99 %) + 3 min reservoir 2 (Dispersant 99 %) + brush cleaning + spraying off (Dispersant 99 %)
- SprintRay ProWash S / ProWashDry:** 4 min reservoir 1 (Dispersant 99 %) + 3 min reservoir 2 (Dispersant 99 %) + 3 min drying + spraying off (Dispersant 99 %)
- Rapid Shape RS Wash:** 4 min reservoir 1 (Dispersant 99 %) + 3 min reservoir 2 (Dispersant 99 %) + 3 min drying + spraying off (Dispersant 99 %)

Light-curing:

- BEGO Outflash:** 2 x 1.500 flashes
- Hilite Power (Molzer):** 2 x 30 sec
- Formlabs Form Cure:** 2 x 20 min @ 60 °C
- SprintRay ProCure:** 2 x 20 min @ 20 °C
- SprintRay ProCure 2:** Programmed resin profile NanoSmile Crown™ (60 sec - pause - 50 sec, Zone A)
- CURETES Plus:** 2 x 20 min @ 30 °C
- Ackretta CURIE / Vario Cure 1:** 2 x 2,5 min Exposure parameters: P13 D8 T2_3080n
- Shining 3D FastCure:** 2 x 15 min
- Shining 3D FastCure 2:** 2 x 5 min @ 20 °C
- Ackretta CURIE Plus:** 2 x 2 min Exposure parameters: P13 D8 T2_3080n
- Injector PrograPrint Cure:** 2 x 2 min on the PrograPrint object holder™ (25% intensity, 405 nm)
- Rapid Shape RS Cure:** 2 x 25 min using lower and upper wavelength at 100% Power (without vacuum)
- Formlabs Fast Cure™:** 2 x 2,5 min at intensity 1/3 (use programmed resin profile Permanent Crown)

Fuente: BEGO VarseoSmile Crown - begousa.com BEGO Bremer Goldschlägerei Wilh. Herbst GmbH & Co. KG Wilhelm-Herbst-Str. 1 · 28359 Bremen, Germany

4.2.3.1.2 Saremco Print Crowntec™

Crowntec™ es un polímero fotopolimerizable fluido a base de éster de ácido metacrílico para la producción impresos en 3D de coronas, *inlays*, *onlays* y carillas permanentes, coronas y puentes temporales y dientes artificiales.

Composición: *BisEMA, dental glass silica, catalysts, inhibitors. (silanized), pyrogenic*

Indicaciones ²⁵.

Con la ayuda de la máquina de impresión

- Producción de coronas, *inlays*, *onlays* y carillas permanentes
- Producción de coronas y puentes, *inlays*, *onlays* y carillas temporales
- Producción de dientes artificiales para su posterior inserción en la base de la dentadura.

Limpieza: Una vez finalizado el proceso de impresión retire la plataforma de creación de la máquina. Durante la extracción de los trabajos impresos, así como durante los siguientes pasos de limpieza, se recomienda el uso de guantes (guantes de nitrilo) y gafas protectoras ²⁶.

Coloque la plataforma sobre un trozo de papel o tela con los trabajos realizados hacia arriba. Retire los trabajos impresos de la plataforma utilizando un instrumento adecuado (espátula). Posteriormente, se cortan las estructuras de soporte. Para ello se puede utilizar un disco de corte o un cortador lateral. Para eliminar el exceso de material, limpie el trabajo impreso con un paño empapado en alcohol (96 %) y, eventualmente, con un cepillo empapado en una solución alcohólica hasta que se hayan eliminado los restos de resina. A continuación, seque los trabajos impresos a fondo con una jeringa de aire.

Advertencia: proteja los productos fotopolimerizables de fuentes de luz intensas!

Acabado de los trabajos impresos

Paso opcional 1: Realice un pulido de la superficie de los objetos impresos con un producto abrasivo. En este paso, se recomienda usar guantes de nitrilo, gafas de seguridad y una máscara antipolvo.

Paso opcional 2: Los objetos se pueden personalizar utilizando modificadores de color.

Para lograr las propiedades del material y la biocompatibilidad deseadas, es necesario el postcurado de los objetos impresos completamente secos y limpios. Para la polimerización final, coloque los trabajos impresos en una caja de luz ultravioleta.

Nota: el tiempo de curado depende en gran medida del tipo de lámparas/caja de luz utilizada. Las propiedades y el color final dependen del proceso de postcurado. El postcurado es un tratamiento con luz ultravioleta que garantiza que los materiales de *Saremco print Crowntec*TM obtengan una conversión polimérica completa, que el monómero residual se reduzca al mínimo y que se logren las más altas propiedades mecánicas ²⁷.

4.2.4 Color

El color se manifiesta como una respuesta psicofisiológica que surge de la interacción de tres elementos fundamentales: el observador, la fuente de iluminación y el objeto. Para realizar una evaluación visual precisa, es esencial controlar estos factores. Cuando la luz blanca es emitida, su trayectoria incluye la incidencia en un objeto, desencadenando diversos fenómenos ópticos como la transmisión, reflexión, dispersión y absorción. La combinación de estos fenómenos determina el color final que percibimos en el objeto.

La técnica visual utiliza colores estándares aceptados y conocidos como referencia guías de color y las compara con el diente a ser evaluado. La técnica instrumental consiste en medir el color utilizando un instrumento ²⁸.

4.2.4.1 Tono

El tono, matiz o tonalidad (en inglés *Hue*) es una de las propiedades o cualidades fundamentales en la propiedad de un color, definido técnicamente, como «el grado en el cual un estímulo puede ser descrito como similar o diferente de los estímulos como rojo, amarillo y azul». Se refiere a la propiedad en los aspectos cualitativamente diferentes de la experiencia de color que tienen relación con diferencias de longitudes de onda o con mezclas de diferentes longitudes de onda. Es el estado puro del color, sin mezcla de blanco o negro y, junto a la luminosidad y la saturación, una de las tres características psicofísicas del color.

El objetivo final de la medición del color o especificación del tono en odontología es la reproducción mediante materiales protésicos de todas las características de apariencia importantes de las estructuras orales naturales. La aplicación de la ciencia del color en odontología es una forma objetiva de medir y evaluar dichas estructuras y materiales dentales en la práctica clínica y la investigación dental ²⁹.

4.2.4.2 Luminosidad

La luminosidad subjetiva, también conocida como blancura o escala de grises, es una característica que se atribuye a colores acromáticos, ya sean blancos, grises claros, grises oscuros o negros. La evaluación cuantitativa de la luminosidad subjetiva desempeña un papel crucial, ya que permite verificar de manera precisa las teorías relacionadas con fenómenos acromáticos. Estos fenómenos están directamente vinculados a las relaciones de luminosidad subjetiva, como, por

ejemplo, la transparencia. Para obtener mediciones de luminosidad subjetiva, se emplean métodos psicofísicos convencionales ³⁰.

La luminosidad podría considerarse como una variable de nivel superior, posiblemente de naturaleza cognitiva, que surge a partir de una evaluación automática de los elementos blanco y negro ³⁰.

4.2.4.3 Medición del color instrumental

Los espectrofotómetros y los colorímetros, utilizados en la evaluación del color dental en entornos clínicos, han demostrado ser herramientas confiables con excelente reproducibilidad y repetibilidad. Estos instrumentos superan al método visual en términos de precisión. En la práctica odontológica, los espectrofotómetros son los preferidos debido a su capacidad para igualar y reproducir de manera efectiva el color dental. Esto se logra gracias a su configuración de iluminación y medición ²⁸.

4.2.4.4 Espectrofotómetro

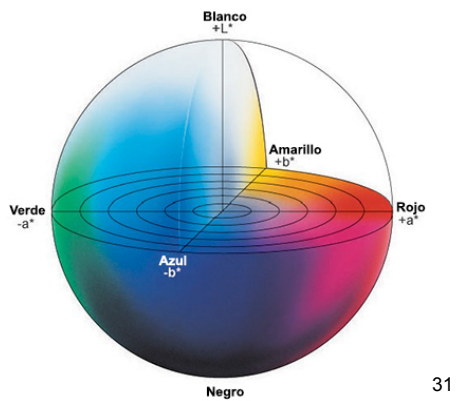
Es esencial comprender el funcionamiento del espectrofotómetro para evitar procedimientos incorrectos, como la manipulación inadecuada del instrumento o la deshidratación del diente. Por otro lado, los colorímetros, aunque exhiben buena repetibilidad en la medición del color, tienen limitaciones al captar solo la luz reflejada en colores específicos del sistema RGB (rojo, azul y verde). Además, suelen contar con filtros de corrección espectral que restringen la información de la luz que alcanza el detector.

A pesar de su amplio uso, tanto los espectrofotómetros como los colorímetros presentan deficiencias en la toma de color, ya que miden el color por contacto y se basan en la reflexión de la luz. Esto puede generar errores debido a la superficie curva de los dientes, pérdida de reflexión y una fracción considerable de luz que incide en el borde del diente debido a su translucidez. La presencia de una ventana pequeña de medición también contribuye a errores, ya que algunos fotones que inciden en la muestra pueden ser remitidos fuera del rango del sensor, afectando la precisión en la medición del color²⁸.

4.3.4.5 Espacio de color

Un espacio de color se puede definir como un método para representar el color de un objeto mediante alguna forma de anotación, como números. *La Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE), una organización sin fines de lucro considerada la autoridad en la ciencia de la luz y el color, ha establecido espacios de color, como *CIE XYZ*, *CIE LCh* y *CIE Lab**, con el propósito de comunicar y expresar el color de manera objetiva. El espacio de color *Lab**, también conocido como *CIELAB*, se destaca como uno de los espacios de color más utilizados y uniformes para la evaluación del color de un objeto en la actualidad. Este espacio de color goza de gran popularidad debido a su capacidad para correlacionar de manera coherente los valores numéricos del color con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo emplean extensamente para analizar los atributos del color, identificar posibles inconsistencias y comunicar con precisión sus resultados a otros mediante términos numéricos³¹.

Imagen 3: Descripción gráfica del CIELAB



31

Fuente: Gómez–Polo C, Montero J, Gómez–Polo M, Martín–Casado A. Comparison of the CIELab and CIEDE 2000 Color Difference Formulas on Gingival Color Space.

4.2.4.1 Estabilidad del color

La estabilidad del color es un aspecto crítico en la selección y el rendimiento de materiales tanto provisionales como definitivos en odontología, especialmente cuando se trata de áreas estéticas. La capacidad de mantener su color original a lo largo del tiempo influye directamente en la calidad estética de las restauraciones dentales ³².

4.2.4.1.1. Polimerización incompleta

La polimerización incompleta de los materiales puede dar lugar a la liberación de monómeros residuales, afectando la estabilidad del color. Es crucial garantizar una polimerización adecuada durante la colocación de los materiales para minimizar este riesgo ³².

4.2.4.1.2 Absorción de agua

La absorción de agua por parte de los materiales definitivos puede provocar cambios en su estructura molecular y, como resultado, alterar el color de la

restauración. Controlar la absorción de agua es esencial para mantener la estabilidad del color a lo largo del tiempo ³².

4.2.4.1.3 Reacción

Algunos alimentos, bebidas o sustancias presentes en la cavidad oral pueden interactuar químicamente con los materiales dentales, resultando en decoloración. Minimizar la reactividad química ³².

4.2.4.1.4 Rugosidad de la superficie

Superficies rugosas pueden facilitar la acumulación de pigmentos y microorganismos, contribuyendo a la decoloración. Un pulido adecuado y mantener la superficie lisa ayudan a prevenir este problema ³².

4.2.4.1.5 Dieta y hábitos de higiene bucal

La ingesta frecuente de alimentos y bebidas pigmentados, así como los hábitos de higiene bucal, pueden influir en la estabilidad del color de las restauraciones definitivas. La educación del paciente sobre la importancia de una dieta equilibrada y prácticas de higiene bucal efectivas es crucial.

Por tanto, la estabilidad del color en materiales dentales definitivos está influenciada por una combinación de factores, desde la calidad de la polimerización hasta la reactividad química y los hábitos de vida del paciente. Los profesionales de la odontología deben tener en cuenta estos factores al seleccionar y colocar materiales, así como al proporcionar orientación al paciente para garantizar la longevidad y estabilidad del color de la restauración ³³.

4.2.5 Envejecimiento de los materiales

El envejecimiento de un material se refiere al proceso gradual de cambio en sus propiedades físicas, químicas o mecánicas a medida que transcurre el tiempo. Este fenómeno puede ser influenciado por diversos factores como la exposición a condiciones ambientales, la carga mecánica, la temperatura, la radiación, la humedad, entre otros.

Durante el envejecimiento, un material puede experimentar alteraciones en su estructura molecular, cambios en su resistencia mecánica, pérdida de flexibilidad, deterioro de su apariencia superficial, entre otras transformaciones. Este proceso es fundamental para comprender la vida útil y el rendimiento a largo plazo de materiales en diversas aplicaciones, desde la construcción hasta la fabricación de productos de consumo. La investigación sobre el envejecimiento de materiales a menudo implica estudios de durabilidad y pruebas de laboratorio diseñadas para simular las condiciones a las que el material estará expuesto durante su vida útil.

La simulación de envejecimiento de estos materiales en condiciones de laboratorio se presenta como una alternativa valiosa para investigar exhaustivamente el comportamiento y la durabilidad de los mismos. Este enfoque permite replicar, de manera estandarizada, las condiciones de largo plazo en un periodo de tiempo más breve, brindando así la oportunidad de obtener resultados significativos y aplicables. Este método no solo agiliza el proceso de evaluación, sino que también facilita la observación detallada de posibles cambios y degradaciones que podrían ocurrir con el tiempo, proporcionando así información esencial para el desarrollo y mejora de materiales en diversas aplicaciones ³⁴.

4.2.6 Pigmentación de los materiales

La pigmentación de las resinas se refiere al cambio de color que puede experimentar el material una vez colocado en la boca, siendo influenciado por la ingesta de diversos alimentos y bebidas, así como por las técnicas de acabado y pulido realizadas por el odontólogo. Usualmente, las resinas dentales colocadas en la boca se someten a procesos de pulido con abrasivos para lograr una superficie más suave y brillante, reduciendo la acumulación de placa bacteriana y evitando pigmentaciones no deseadas.

En el caso de las restauraciones estéticas en el sector anterior, el color desempeña un papel crucial. Es esencial que el color inicialmente aplicado perdure con el tiempo para lograr una integración visual armoniosa y que la restauración pase desapercibida. No obstante, la exposición del material a diversos factores en la cavidad oral puede interferir en el mantenimiento del color de las resinas compuestas, añadiendo complejidad a la preservación estética a largo plazo ³⁵.

4.2.7 Líquidos de tinción alimentarias

Las restauraciones dentales enfrentan diversos factores que propician la pigmentación en el entorno de la cavidad oral, tales como la presencia de humedad, la exposición a alimentos, las variaciones de temperatura y el consumo de tabaco. La estabilidad del color está influenciada por dos categorías de factores: aquellos de origen externo (exógenos) y los que surgen internamente (endógenos). Entre los factores exógenos predominantes se encuentran el consumo de bebidas como café, té y vino tinto, la exposición a radiación ultravioleta (UV), la absorción de agua y la captación de colorantes presentes en los alimentos.

Entre los factores extrínsecos más importantes, tenemos el vino, y el café que es la bebida con mayor consumo en América Latina, Otras sustancias que pueden ocasionar pigmentaciones en los materiales restauradores son los refrescos y el té³⁶.

4.2.8 Temperatura

La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío, por lo general un objeto más "*caliente*" tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar dada por una función creciente del grado de agitación de las partículas de los materiales. A mayor agitación, mayor temperatura. Así, en la escala microscópica, la temperatura se define como el promedio de la energía de los movimientos de una partícula individual por grado de libertad ³⁷.

La temperatura oral es una medición clave en la medicina que refleja la temperatura interna del cuerpo humano. Este indicador, obtenido mediante la colocación de un termómetro en la boca, bajo la lengua, permite a los profesionales de la salud diagnosticar y monitorear condiciones médicas diversas. El cuerpo humano es una máquina térmica que regula su temperatura para mantener una homeostasis corporal óptima. Esta temperatura oscila normalmente entre 36.1°C y 37.2°C, siendo 37°C el valor promedio aceptado en medicina. La temperatura oral es una de las formas más comunes y precisas de medir la temperatura corporal. Sin embargo, puede verse influenciada por factores como la ingestión de alimentos y bebidas, el hábito de fumar, la actividad física, y la etapa del ciclo menstrual en las mujeres ³⁷.

4.2.9 Ph

Medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución. El pH se mide en una escala de 0 a 14. En esta escala, un valor pH de 7 es neutro, lo que significa que la sustancia o solución no es ácida ni alcalina. Un valor pH de menos de 7 significa que es más ácida, y un valor pH de más de 7 significa que es más alcalina. En el campo de la medicina, tener un pH apropiado en la sangre y otros líquidos del cuerpo es importante para el buen funcionamiento del cuerpo ³⁸. Si bien está demostrado que el pH ácido de algunas sustancias pueden degradar la superficie de las resinas creando micro porosidades para el depósito de pigmentos y por ende el cambio de color será más evidente, existen cambios significativos de color asociados al contacto con la saliva con pH ácido ; la falta de conocimiento sobre los posibles efectos de la saliva y su pH dificulta el desempeño del profesional odontólogo y por ende el adecuado criterio en la selección adecuada del material a utilizar; por otro lado, el paciente al desconocer esto descuida su alimentación, desencadenando a largo plazo cambios desfavorables y disminución en la durabilidad y calidad del trabajo del odontólogo ³⁹.

5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Hipótesis Nula

(H0): "No hay diferencias significativas en el nivel de estabilidad de color entre los discos impresos 3D en resinas permanentes de marca *VarseoSmile Crown Plus*TM y *Saremco print Crowntec*TM cuando son sumergidas en líquidos."

5.2 Hipótesis Alternativa

(H1): "Existen diferencias significativas en el nivel de estabilidad de color entre los discos impresos 3D en resinas permanentes de las marcas *VarseoSmile Crown Plus*TM y *Saremco print Crowntec*TM cuando son sumergidas en líquidos."

Esta hipótesis nula parte del supuesto de que no hay variaciones significativas entre las marcas en términos de estabilidad de color, mientras que la hipótesis alternativa sugiere que sí hay diferencias significativas. La investigación y el análisis de datos se llevarían a cabo para determinar si se puede rechazar la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con el fin de responder a las preguntas de investigación, se diseñó una investigación experimental.

6.2 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio comparativo y correlacional. Es un método de investigación, recolección y análisis de información que consiste en la comparación de dos o más procesos, documentos, conjuntos de datos, materiales u otros objetos.

6.3 MÉTODO DE ESTUDIO

El estudio se realizó basado en una investigación cuantitativa.

6.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se utilizaron 40 muestras a partir del STL maestro, impresas en la impresora *Ackuretta DentiQ®*, *Taiwán*, instalada en el laboratorio de Rehabilitación Bucal de la Universidad Iberoamericana. De estos, 20 fueron impresos con la resina *VarseoSmile Crown Plus™* y 20 con *Saremco Print Crowntec™*.

6.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se excluyeron todos los modelos impresos en la impresora en otras impresoras que no fuera *Ackuretta DentiQ®, Taipei, Taiwán*, que estuvieran instalada en el laboratorio de Rehabilitación Bucal de la Universidad Iberoamericana y que no fueron a partir del STL maestro, o que no hayan completado la impresión correctamente.

6.6 CRITERIOS DE ANULACIÓN

- Los modelos que no fueron manipulados adecuadamente después de la impresión.
- Modelos que presentaron un cambio de color antes del procesamiento, las que no completaron un procedimiento completo del fotocurado.
- Modelos que tuvieron un contacto con otras sustancias fuera de las estudiadas.

6.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

Este estudio estuvo conformado por 40 muestras impresas, para los cuales se utilizó la resina *VarseoSmile Crown Plus*[™] para la obtención de 20 muestras y la resina *Saremco Print Crowntec*[™] para los 20 restantes. De esta manera se asegura la misma muestra para cada una de las resinas evaluadas.

6.8 VARIABLES

6.8.1 VARIABLES DEPENDIENTE

- **Resina impresa *VarseoSmile Crown Plus*[™]:** VarseoSmile Crown Plus, Bego, Bremen, Alemania, Lote: 600671
- **Resina impresa *Saremco Print Crowntec*[™]:** Saremco Print Crowntec, Saremco Dental AG, Rebstein, Suiza, Lote: E918

6.8.2 VARIABLES INDEPENDIENTE

- **Agua destilada:** Agua Bi-Destilada BioGene, Grupo Bios SRL, Santo Domingo, República Dominicana, Lote: 06012024

- **Refresco:** Coca Cola, Coca Cola company, Carretera Sanchez , Km 4 ½ Centro de los héroes, Santo Domingo, República Dominicana, Lote: L3SD13:45C
- **Café:** Café Santo Domingo, Induban, Av. Máximo Gómez, Santo Domingo, República Dominicana, Lote: B09324
- **Vino tinto:** After Midnight, Frontera; Concha Y Toro, Valle central de Chile, Chile, Lote: E85861-0000
- **Tiempo.**

6.9 PROCEDIMIENTO

La presente investigación se llevó a cabo como un experimento in vitro, las muestras se diseñaron como discos de 10 mm 3 de espesor, utilizando un *software* de modelado 3D y se exportaron como un archivo en formato (STL). Donde se formó una estructura de soporte y se establecieron parámetros de impresión 3D. El espesor de cada capa de impresión se ajustó a 100 micrómetros y la estructura de soporte se unió a la parte inferior de las muestras. Los dos tipos de resinas de impresión 3D se imprimieron utilizando impresora 3D (*Ackuretta DentiQ®*, *Taipei, Taiwán*) de procesamiento de luz digital (SLA) con una luz de diodo emisor de luz. En el caso de la resina *VarseoSmile Crown Plus™*, Bego, Bremen, Alemania, Lote: 600671, que denominado grupo B, y la resina *Saremco Print Crowntec™* Saremco Dental AG, Rebstein, Suiza, Lote: E918, denominado grupo S, el proceso de post curado se realizó de acuerdo con las condiciones recomendadas por el fabricante. Las muestras se lavaron de acuerdo a las indicaciones de la marca comercial; utilizando lavadora (*Cleani Ackuretta®*, *Taipei, Taiwán*) con alcohol isopropílico al 99% (Laboratorios Roldán® e. por a. KM 5 ½ Carretera Sanchez, STO. DOM.

Lote:9335.) en un tiempo de 3 minutos más 2 minutos, luego se quitaron las estructuras de soporte de las muestras y se eliminaron las estructuras irregulares restantes en la superficie, luego fueron colocadas en la máquina de fotocurado (*Ackureta® UV Oven*), y se completó la fotopolimerización con la lámpara LED *VALO™ Grand* (ULTRADENT Products, inc, South Jordan, Utah 84095), que utiliza un diodo emisor de luz (LED), Posterior a esto, se procedió a introducir las muestras en agua hirviendo por 5 minutos, esto con la finalidad de estabilizar el color, siguiendo las instrucciones del fabricante, y por último fueron pulidas el kit de pulido de la marca *Jota (Jota, Switzerland™, Jota AG, Rüthi, Suiza, Lote:JA004282)*. Para un total de 40 muestras, las cuales se almacenaron en agua destilada (Bi-Destilada BioGene, Grupo Bios SRL, Santo Domingo, República Dominicana, Lote: 06012024) (sustancia control) a control a 37 grados durante 24 horas, las 40 muestras totales fabricadas de cada material 20 del grupo A y 20 del grupo B se sub dividieron aleatoriamente en 8 grupos de 5 muestras para cada líquido utilizada (Agua destilada (Bi-Destilada BioGene, Grupo Bios SRL, Santo Domingo, República Dominicana, Lote: 06012024), refresco (Coca Cola company, Carretera Sanchez , Km 4 ½ Centro de los héroes, Santo Domingo, República Dominicana, Lote: L3SD13:45C), café (Café Santo Domingo, Induban, Av. Máximo Gómez, Santo Domingo, República Dominicana, Lote: B09324), vino tinto(After Midnight, Frontera; Concha Y Toro, Valle central de Chile, Chile, Lote: E85861-0000)), denominados grupo S-AD(*Saremco™* - Agua destilada) S-CC (*Saremco™* - Coca Cola®), S-C (*Saremco™* - Café), S-V (Vino), Y B-AD (*Bego™* - agua destilada), B-CC (*Bego™* - Coca Cola®), B-C (*Bego™* - café), B-V (*Bego™*) respectivamente. Todas las muestras se sumergieron en los líquidos preparados y se almacenaron durante 1 día para la primera observación, posteriormente 7 días para la segunda

observación, y 14 días para la observación final en un ambiente oscuro y se evaluó el ph con un Phmetro (*Ph meter*[™]), manteniéndolos a una temperatura de 37° controlado con un *Sous Vide* (*Weston Immersion Circulator*). Al momento de tomar el color se utilizó un espectrofotómetro (*VITA Easyshade*[®] V, Advance 4.0, VITA-Zahnfabrik AG), para medir el color cuantitativamente, colocando las muestras en un fondo blanco, las mediciones de color se hicieron pasado 24 horas, luego 7 y finalmente a los 14 días, después del almacenamiento en los líquidos. Se sabe que una incubación in vitro de 24 horas en los líquidos simula condiciones similares a la exposición a los líquidos durante la ingesta de alimentos durante aproximadamente 14 días. El periodo máximo de almacenamiento equivale a aproximadamente 2,5 años.

Para evaluar el cambio de color de las muestras de resina, se tomó en cuenta que las muestras de la escala *VITA classical A1–D4*[®] (*VITA classical A1–D4*[®], Zahnfabrik, H, GmbH & Co. KG, Postfach 1338, D-79704 Bad Säckingen, Alemania), fueran reubicadas de acuerdo con el valor. (B1, A1, D2, A2, B2, C1, C2, D4, D3, A3, B3, A3,5, B4, C3, A4, C4). Según estos autores, reubicar las muestras de colores más claros a más oscuros proporciona la formación de un sistema de evaluación monodimensional, favoreciendo la correcta verificación del color ⁴².

6.10 FUENTE DE INFORMACION

Para llevar a cabo esta investigación se elaboró una ficha de recolección de información (ver anexo 2). La misma se encabeza con la información y logo de la Universidad iberoamericana (UNIBE), seguido del título de la investigación, las

personas involucradas y los acápites necesarios para la recolección de las variables del estudio.

El primer acápite se corresponde al tipo de resina impresa empleadas en este estudio, seguido del grupo de solución en las que fueron sumergidas, color de inicio, luego los días en las que fueron evaluadas para toma de color, correspondientes a los días 1, 7 y 14 y, por último, un segundo acápite correspondiente a las superficies pulidas y no pulidas, respectivamente a los días anteriormente mencionados.

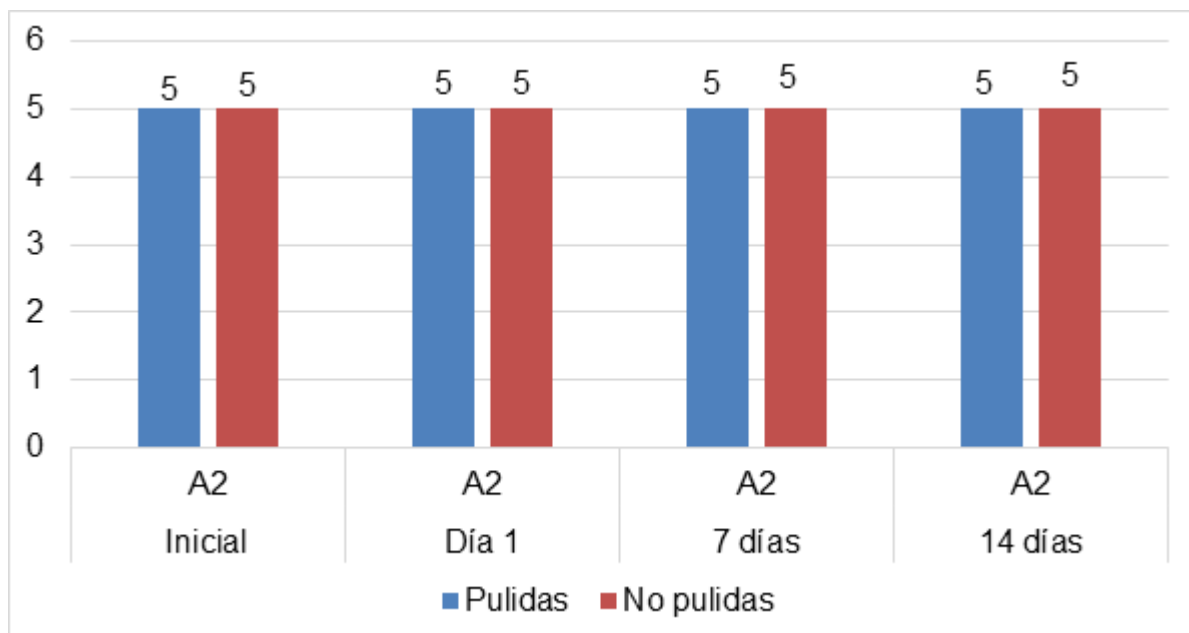
6.11 TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Para el uso electrónico se utilizó una *Alienware™, M15 R13* de sistema operativo *Windows® 10*, con el paquete de *Microsoft office 365®* para obtener acceso a *Microsoft Word®* y a *Microsoft Excel®*. Los datos fueron archivados en tablas de *Microsoft Excel®*, ya que este programa facilitó la elaboración y organización de las tablas, proporcionando los cálculos y ecuaciones necesarias. Para la inferencia de los datos, se utilizó *Gandía Barbwin V7*, donde fueron realizadas pruebas de Chi cuadrado, con un límite de confianza de 0,05.

7. RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados de la investigación, mediante el instrumento de recolección de datos (Anexo 2), los cuales se presentan a través de gráficos acompañados de explicaciones detalladas para facilitar la comprensión. De este modo, se exponen las diferentes variables del estudio junto con sus cruces y frecuencias.

Gráfica 1. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas Saremco Print Crowntec™, sumergidas en agua destilada. (Anexo 5, imagen 4.A, 4.B)



Puede observarse en la gráfica 1, que todas las superficies de las 5 muestras de resina Saremco Print Crowntec™, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, sumergidas en agua destilada, mantuvieron el color inicial, A2, en todos los días de observación del estudio.

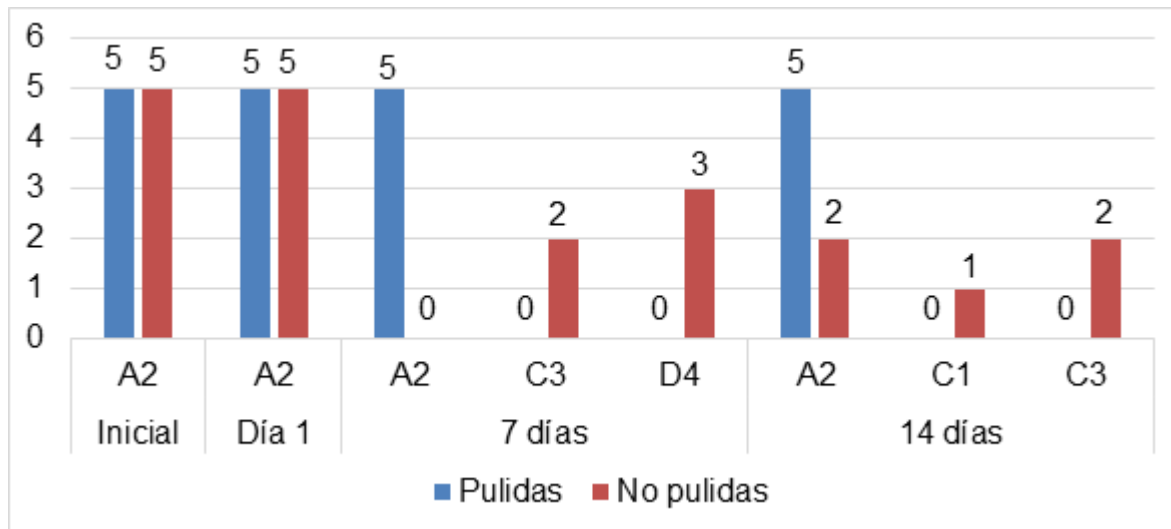
Tabla 1. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec*TM, sumergidas en agua destilada (Grupo S-AD)

Superficies de las muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P2	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P3	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P4	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P5	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
Media			0		0		0	0
NP1	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP2	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP3	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP4	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP5	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
Media			0		0		0	0

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

Se encontró que en ambos grupos de las superficies de las 5 muestras de resinas *Saremco Print Crowntec*TM, sumergidas en agua destilada, tanto las superficies pulidas, como las superficies no pulidas, no mostraron cambios de color en todos los tiempos evaluados.

Gráfica 2. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec™*, sumergidas en refresco. (Anexo 5, imagen 5.A, 5.B)



Puede observarse en la gráfica 2, que de las 5 muestras de resina *Saremco Print Crowntec™*, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, sumergidas en refresco, todas tuvieron color inicial A2; en el día 1, ambos grupos mantuvieron el color inicial, A2; a los 7 días, las 5 superficies pulidas mantuvieron el color inicial A2; y de las 5 superficies no pulidas, 2 presentaron el color C3 y 3 al color D4; a los 14 días, las 5 superficies pulidas mantuvieron el color inicial A2; mientras que de las 5 superficies no pulidas, 2 tuvieron el color A2, 1 cambió al color C1 y 2 tuvieron el color C3.

Tabla 2. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas Saremco Print Crowntec™, sumergidas en refresco (Grupo S-CC)

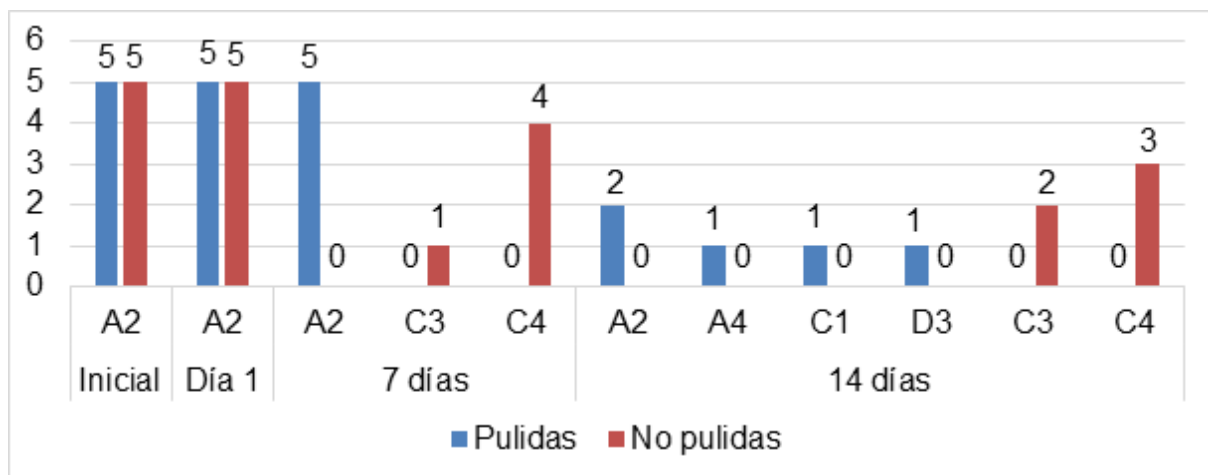
Superficies de las muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P2	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P3	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P4	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P5	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
Media			0		0		0	0
NP1	A2	A2	0	C3	10	A2	-10	0
NP2	A2	A2	0	C3	10	C1	-8	2
NP3	A2	A2	0	D4	4	A2	4	0
NP4	A2	A2	0	D4	4	C3	6	10
NP5	A2	A2	0	D4	4	C3	6	10
Media			0		7		-2	4

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

En las 5 muestras de resina Saremco Print Crowntec™ sumergidas en refresco, se encontró que las 5 superficies pulidas no presentaron cambio de color en todos los tiempos evaluados, mantuvieron el color original A2. Mientras que, en las 5 superficies no pulidas, se encontró que en el día 1, no hubo cambios, mantuvieron el color original A2; a los 7 días, 2 superficies cambiaron 10 tonos de color y 3 superficies cambiaron 4 tonos de color; a los 14 días, se encontró que 1 superficie disminuyó 10 tonos de color, 1 superficie disminuyó 8 tonos, 1 superficie aumentó 4 tonos y 2 superficies aumentaron 6 tonos de color. Al comparar el color inicial con el color final, se encontró que todas las superficies pulidas, mantuvieron el color inicial

A2 (media 0 tonos); mientras que en las superficies no pulidas, 2 mantuvieron el color inicial; 1 aumentó 2 tonos y 2 aumentaron 10 tonos de color (media 4 tonos).

Gráfica 3. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas Saremco Print Crowntec™ sumergidas en café. (Anexo 5, Imagen 6.A, 6.B)



Puede observarse en la gráfica 3, que de las 5 muestras de resina *Saremco Print Crowntec™*, sumergidas en café, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, todas tuvieron color inicial A2; en el día 1, ambos grupos mantuvieron el color inicial, A2; a los 7 días, las 5 superficies pulidas, mantuvieron el color inicial A2; mientras que de las 5 superficies no pulidas, 1 presentó el color C3 y 4 presentaron el color C4; a los 14 días, de las 5 superficies pulidas, 2 mantuvieron el color A2, 1 cada una presentó los colores A4, C1 y D3; mientras que de las 5 superficies no pulidas, 2, presentaron el color C3 y 3 presentaron el color C4.

Tabla 3. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec*TM, sumergidas en café (Grupo S-C).

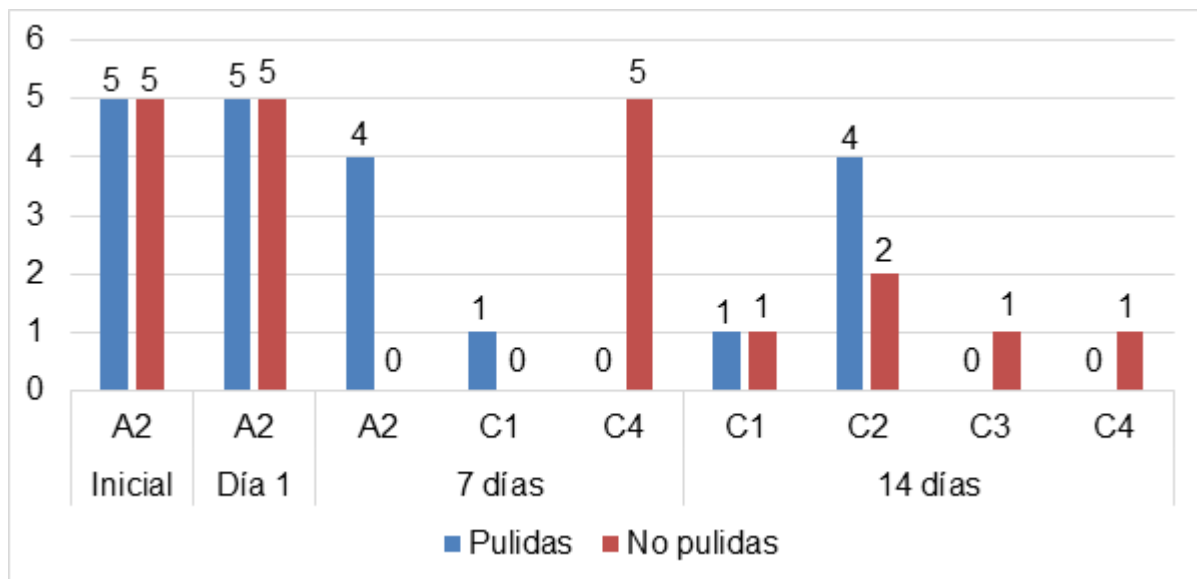
Superficies de la muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	A2	0	A4	11	11
P2	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P3	A2	A2	0	A2	0	D3	5	5
P4	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P5	A2	A2	0	A2	0	C1	2	2
Media			0		0		4	4
NP1	A2	A2	0	C3	10	C3	0	10
NP2	A2	A2	0	C4	12	C3	-2	10
NP3	A2	A2	0	C4	12	C4	0	12
NP4	A2	A2	0	C4	12	C4	0	12
NP5	A2	A2	0	C4	12	C4	0	12
Media			0		12		-1	11

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

En las 5 muestras de resina *Saremco Print Crowntec*TM sumergidas en café, en las 5 superficies pulidas no hubo cambio de color en el día 1 y el día 7, todas las superficies mantuvieron el color original A2; a los 14 días 1 superficie aumentó 11 tonos de color, 1 superficie aumentó 5 tonos de color, 1 superficie aumentó 2 tonos de color y 2 superficies mantuvieron el color original A2. En las 5 superficies no pulidas, en el día 1, todas las superficies mantuvieron el color original A2; a los 7 días, 1 superficie cambió 10 tonos y 4 superficies cambiaron 12 tonos; a los 14 días, 1 superficie disminuyó 2 tonos de color, y 4 superficies permanecieron con iguales tonos. Al comparar el color inicial con el color final, en las superficies pulidas, 1

superficie aumentó 11 tonos; 1 superficie aumentó 5 tonos, 1 superficie aumentó 2 tonos y 2 superficies mantuvieron el color original (media 4 tonos). En las superficies no pulidas, 2 aumentaron 10 tonos y 3 aumentaron 12 tonos (media 11 tonos). Hubo mayor cambio de color en las superficies de las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec™* no pulidas sumergidas en café.

Gráfica 4. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec™*, sumergidas en vino tinto. (Anexo 5, imagen 7.A, 7.B)



Puede observarse en la gráfica 4, que de las 5 muestras de resina *Saremco Print Crowntec™*, sumergidas en vino tinto, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, todas tuvieron color inicial A2; en el día 1, ambos grupos mantuvieron el color inicial, A2; a los 7 días, de las 5 superficies pulidas, 4 mantuvieron el color A2 y 1 presentó el color C1; mientras que las 5 superficies no pulidas presentaron el color C4; a los 14 días, de las 5 superficies pulidas, 1 presentó el color C1 y 2 tuvieron el color C2; mientras que de las 5 superficies no pulidas, 1 presentó el color C1, 2 el color C2, 1 el color C3 y 1 mantuvo el color C4.

Tabla 4. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec*TM, sumergidas en vino tinto (Grupo S-V).

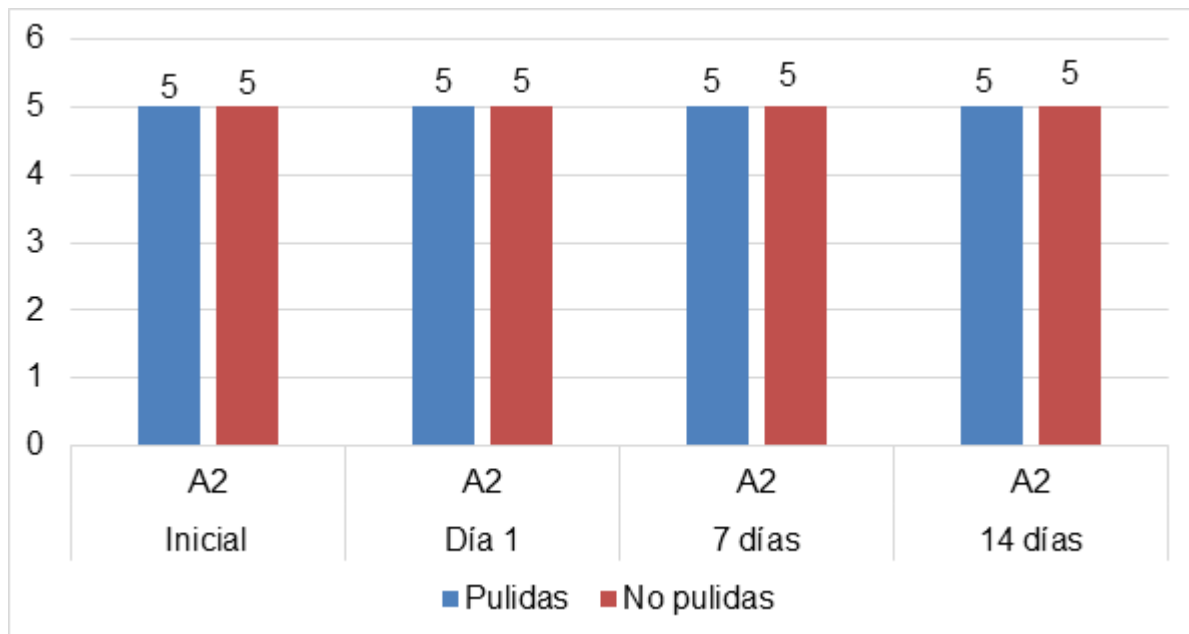
Superficies de las muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	A2	0	C2	3	3
P2	A2	A2	0	A2	0	C2	3	3
P3	A2	A2	0	A2	0	C2	3	3
P4	A2	A2	0	A2	0	C2	3	3
P5	A2	A2	0	C1	2	C1	0	2
Media			0		1		2	3
NP1	A2	A2	0	C4	12	C2	-9	3
NP2	A2	A2	0	C4	12	C3	-2	10
NP3	A2	A2	0	C4	12	C4	0	12
NP4	A2	A2	0	C4	12	C2	-9	3
NP5	A2	A2	0	C4	12	C1	-10	2
Media			0		12		-6	6

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

En las 5 muestras de resina *Saremco Print Crowntec*TM sumergidas en vino tinto, en las 5 superficies pulidas no hubo cambio de color en el día 1; a los 7 días 4 superficies mantuvieron el color original A2, sin cambios; 1 superficie cambió 2 tonos; a los 14 días, 4 superficies aumentaron 3 tonos de color y 1 superficie no tuvo cambios. En las superficies no pulidas, en el día 1, todas mantuvieron el color original A2; a los 7 días todas las superficies aumentaron 12 tonos de color; a los 14 días, 2 superficies disminuyeron 9 tonos, 1 superficie disminuyó 10 tonos, 1 superficie disminuyó 2 tonos y 1 superficie no tuvo cambios. Al comparar el color inicial con el final, en las 5 superficies no pulidas, 4 aumentaron 3 tonos y superficie

aumentó 2 tonos (media 3 tonos); mientras en las 5 superficies no pulidas, 1 cambió 2 tonos, 2 cambiaron 3 tonos, 1 cambió 10 tonos y 1 cambió 12 tonos (media 6 tonos). Hubo mayor cambio de color en las superficies de las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec™* no pulidas sumergidas en vino tinto.

Gráfica 5. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en agua destilada. (Anexo 5, imagen 8.A, 8.B)



Puede observarse en la gráfica 5, que todas las superficies de las 5 muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, sumergidas en agua destilada, mantuvieron el color inicial, A2, en todos los días de observación del estudio.

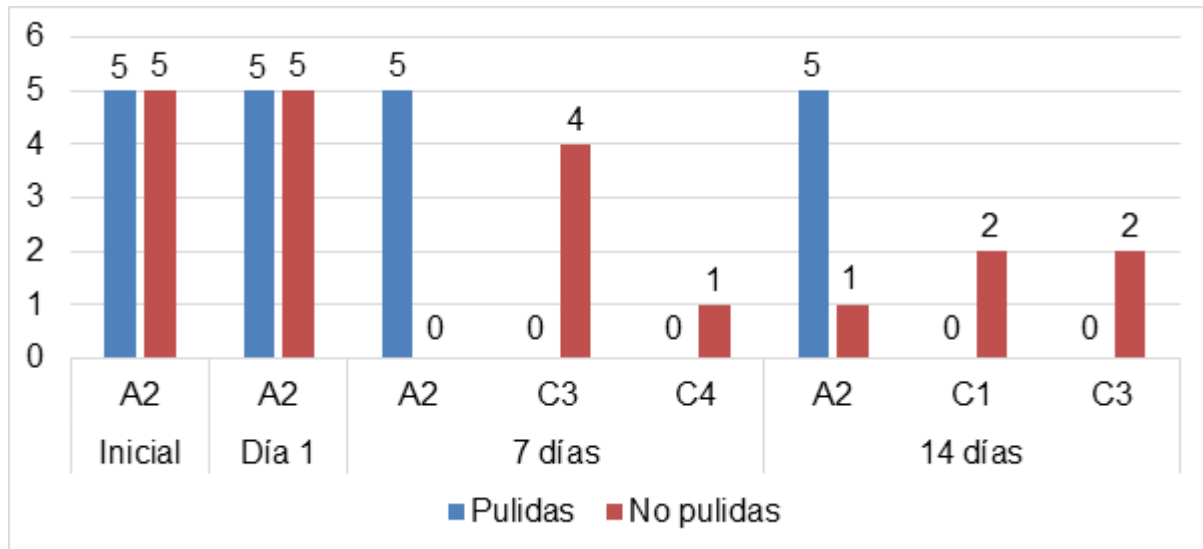
Tabla 5. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en agua destilada (Grupo B-AD).

Superficies de las muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P2	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P3	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P4	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P5	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
Media			0		0		0	0
NP1	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP2	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP3	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP4	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
NP5	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
Media			0		0		0	0

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

Se encontró que en las 5 muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en agua destilada, tanto las 5 superficies pulidas, como las 5 superficies no pulidas, no mostraron cambios en todos los tiempos evaluados.

Gráfica 6. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en refresco. (Anexo 5, Imagen 9.A, 9.B)



Puede observarse en la gráfica 6, que de las 5 muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus, Bego™* sumergidas en refresco, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, todas tuvieron color inicial A2; en el día 1, ambos grupos mantuvieron el color inicial, A2; a los 7 días, las 5 superficies pulidas mantuvieron el color inicial A2; y de las 5 superficies no pulidas, 4 presentaron el color C3 y una al color C4; a los 14 días, las 5 superficies pulidas mantuvieron el color inicial A2; mientras que de las 5 superficies no pulidas, 1 mantuvo el color A2, 2 presentaron el color C1 y 2 presentaron el color C3.

Tabla 6. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en refresco (Grupo B-CC).

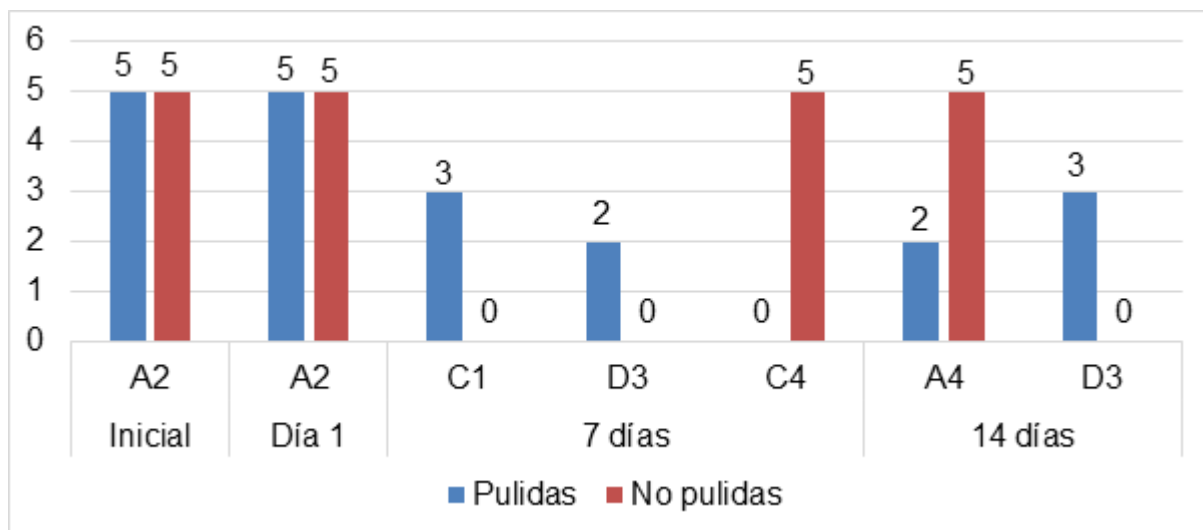
Superficies de las muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P2	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P3	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P4	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
P5	A2	A2	0	A2	0	A2	0	0
Media			0		0		0	0
NP1	A2	A2	0	C3	10	A2	-10	0
NP2	A2	A2	0	C3	10	C1	-8	2
NP3	A2	A2	0	C4	12	C1	-10	2
NP4	A2	A2	0	C3	10	C3	0	10
NP5	A2	A2	0	C3	10	C3	0	10
Media			0		10		-6	5

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

En las 5 muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en refresco, las 5 superficies pulidas, no mostraron cambios de tonos en todos los tiempos evaluados. Mientras que, en las 5 superficies no pulidas, el día 1 mantuvieron el color original A2, sin cambio de tonos; a los 7 días, 4 superficies aumentaron 10 tonos de color y 1 superficie aumentó 12 tonos; a los 14 días, 2 superficies no tuvieron cambios; 1 superficie disminuyó 8 tonos de color y 2 superficies disminuyeron 10 tonos de color. Al comparar el color inicial con el color final, todas las superficies pulidas, mantuvieron el color original sin cambios (media 0 tonos); mientras que las superficies no pulidas, 1 mantuvo el color original sin

cambios; 2 aumentaron 2 tonos y 2 aumentaron 10 tonos (media 5 tonos); hubo mayor cambio de color en las superficies no pulidas.

Gráfica 7. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en café. (Anexo 5, Imagen 10.A, 10.B)



Puede observarse en la gráfica 7, que de las 5 muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en café, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, todas tuvieron color inicial A2; en el día 1, ambos grupos mantuvieron el color inicial, A2; a los 7 días, de las 5 superficies pulidas, 3 presentaron el color C1 y 2 al color D3; mientras que las 5 superficies no pulidas presentaron el color C4; a los 14 días, de las 5 superficies pulidas, 2 presentaron el color A4 y 3 el color D3; mientras que las 5 superficies no pulidas, todas presentaron el color A4.

Tabla 7. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en café (Grupo B-C).

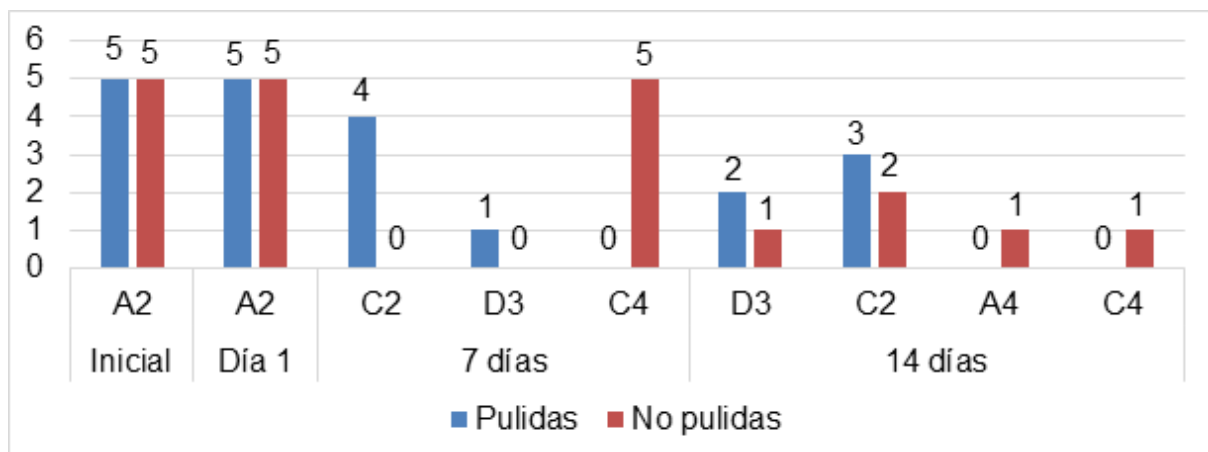
Superficies de las muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	C1	2	D3	3	5
P2	A2	A2	0	C1	2	A4	9	11
P3	A2	A2	0	D3	5	A4	6	11
P4	A2	A2	0	C1	2	D3	3	5
P5	A2	A2	0	D3	5	D3	0	5
Media			0		3		4	7
NP1	A2	A2	0	C4	12	A4	-1	11
NP2	A2	A2	0	C4	12	A4	-1	11
NP3	A2	A2	0	C4	12	A4	-1	11
NP4	A2	A2	0	C4	12	A4	-1	11
NP5	A2	A2	0	C4	12	A4	-1	11
Media			0		12		-1	11

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

En las 5 muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en café, todas las superficies pulidas el día 1 mantuvieron el color original A2, sin cambios; a los 7 días 3 superficies cambiaron 2 tonos y 2 superficies cambiaron 5 tonos; a los 14 días, 1 superficie no tuvo cambios, 2 superficies cambiaron 3 tonos, 1 superficie cambió 6 tonos y 1 superficie cambió 9 tonos. En las 5 superficies no pulidas, el día 1 todas mantuvieron el color original A2, sin cambios; a los 7 días, las 5 superficies aumentaron 12 tonos y a los 14 días, las 5 superficies disminuyeron 1 tono. Al comparar el color inicial con el color final, en las superficies pulidas, 3 aumentaron 5 tonos y 2 aumentaron 11 tonos (media 7 tonos); en las superficies no pulidas, las 5

superficies aumentaron 11 tonos (media 11 tonos); hubo mayor cambio de color en las superficies no pulidas.

Gráfica 8. Estabilidad del color de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego*™, sumergidas en vino tinto. (Anexo 5, imagen 11.A, 11.B)



Puede observarse en la gráfica 8, que de las 5 muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus, Bego*™, sumergidas en vino tinto, 5 superficies pulidas y 5 superficies no pulidas, todas tuvieron color inicial A2; en el día 1, ambos grupos mantuvieron el color inicial, A2; a los 7 días, de las 5 superficies pulidas, 4 presentaron el color C2 y 1 al color D3; mientras que las 5 superficies pulidas presentaron el color C4; a los 14 días, de las 5 superficies pulidas, 2 presentaron el color D3 y 3 al color C2; mientras DE que las 5 superficies no pulidas, 1 presentó el color D3, 2 al color C2, 1 al color A4 y 1 mantuvo el color C4.

Tabla 8. Cambio de tonos de las superficies de las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en vino tinto (Grupo B-V).

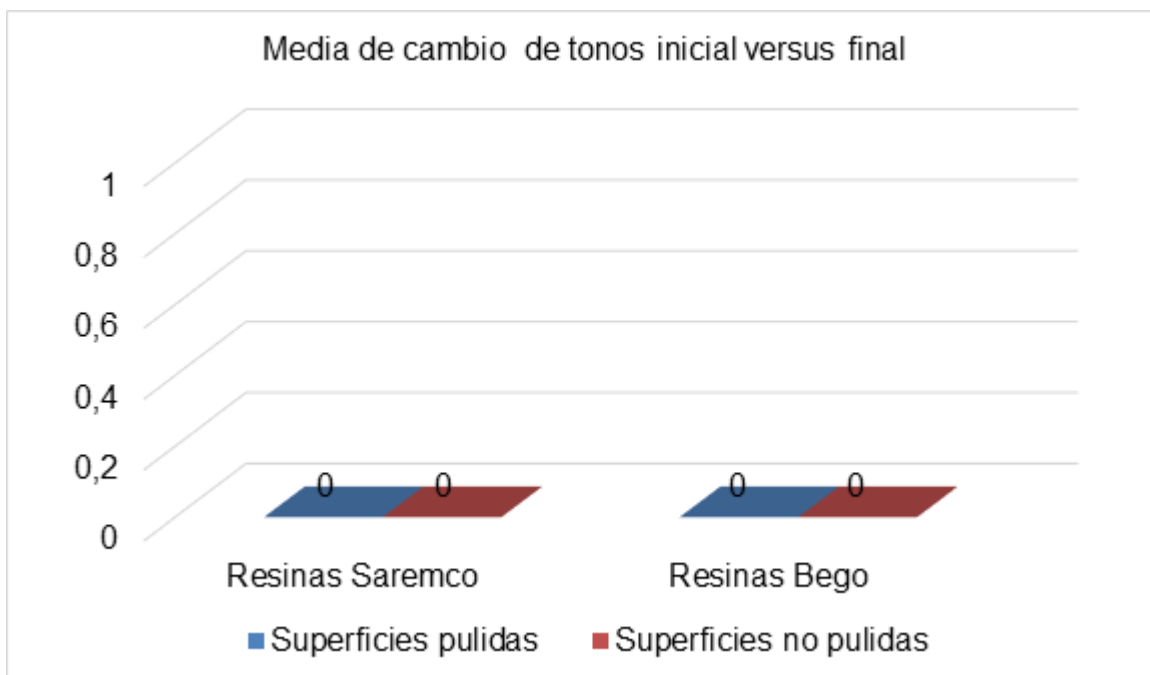
Superficies de las muestras	Inicia l	Día 1	Cambio de tonos	7 días	Cambio de tonos	14 días	Cambio de tonos	Cambio de tonos (color inicial vs color final)
P1	A2	A2	0	C2	3	D3	2	5
P2	A2	A2	0	C2	3	C2	0	3
P3	A2	A2	0	C2	3	C2	0	3
P4	A2	A2	0	D3	5	D3	0	5
P5	A2	A2	0	C2	3	C2	0	3
Media			0		3		1	4
NP1	A2	A2	0	C4	12	A4	-1	11
NP2	A2	A2	0	C4	12	C4	0	12
NP3	A2	A2	0	C4	12	D3	-7	5
NP4	A2	A2	0	C4	12	C2	-9	3
NP5	A2	A2	0	C4	12	C2	-9	3
Media			0		12		-5	7

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas.

En las 5 muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*, sumergidas en vino tinto, las 5 superficies pulidas mantuvieron el color original A2 en el día 1; a los 7 días, 4 superficies cambiaron 3 tonos y 1 superficie cambió 5 tonos; a los 14 días 1 superficie cambió 2 tonos y 4 permanecieron sin cambios. En las superficies no pulidas; todas mantuvieron el color original A2 en el día 1; a los 7 días, las 5 superficies cambiaron 12 tonos; a los 14 días, 1 se mantuvo igual sin cambios; 1 disminuyó 1 tono; 1 disminuyó 7 tonos y 2 superficies disminuyeron 9 tonos. Al comparar el color inicial con el color final, en las superficies pulidas, 3 cambiaron 3 tonos y 5 cambiaron 2 tonos (media 4 tonos); mientras que, en las superficies no

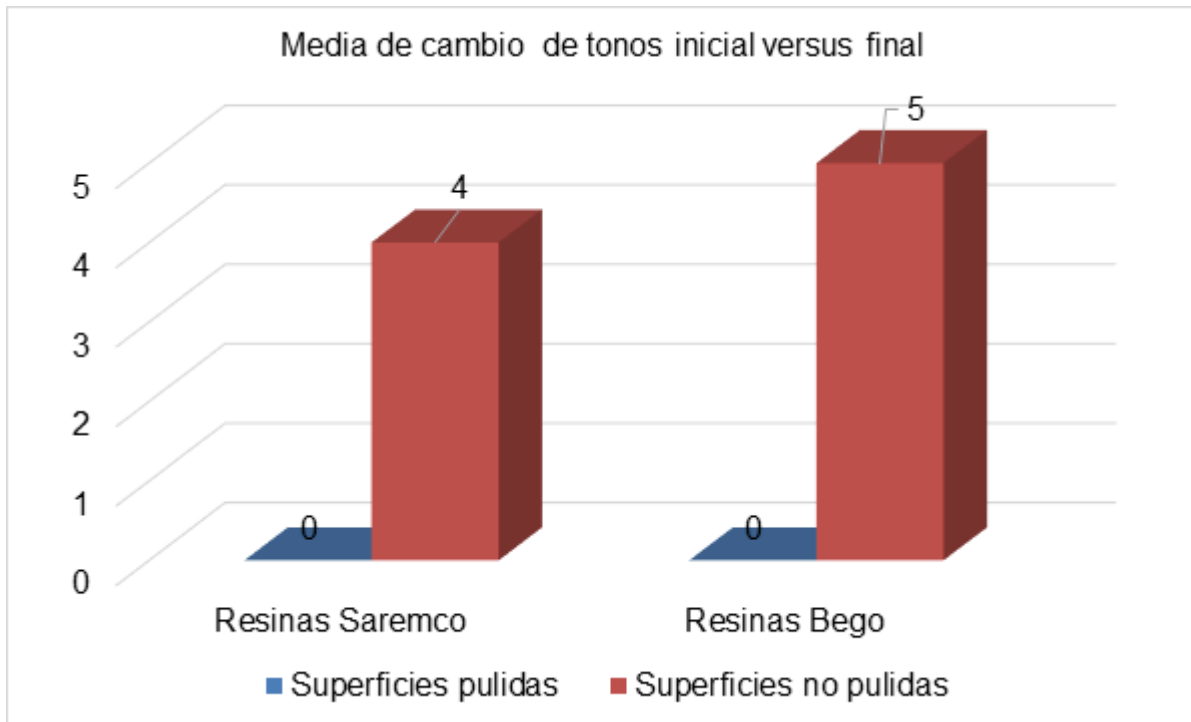
pulidas, 2 cambiaron 3 tonos, 1 cambió 5 tonos, 1 cambió 11 tonos y 1 cambió 12 tonos (media 7 tonos); hubo mayor cambio de color en las superficies no pulidas sumergidas en vino tinto.

Gráfica 9. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*™, y *Saremco Print Crowntec*™, en agua destilada



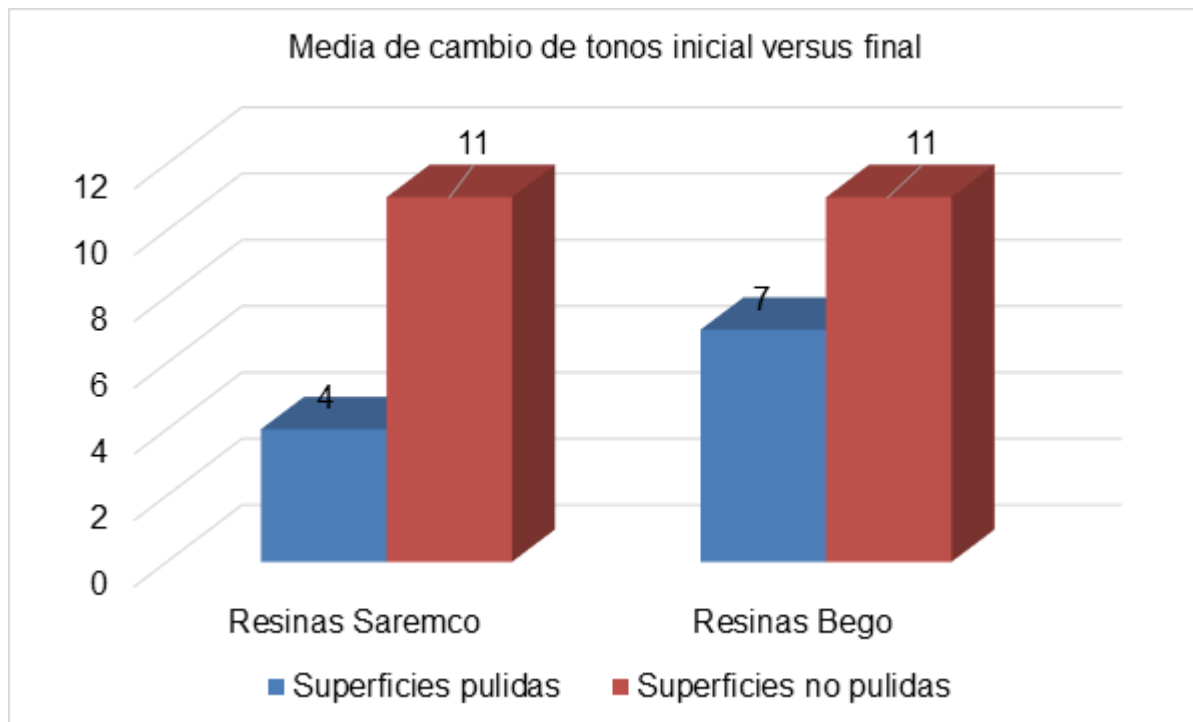
Se encontró que ambos grupos de muestras de resinas probados, *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*™, y *Saremco Print Crowntec*™, cuando se sumergieron en agua destilada, no hubo cambios de color final con respecto al color inicial en el periodo del estudio. No hubo diferencias significativas en las tinciones de las superficies, tanto pulidas como no pulidas, en ambos grupos de resina (valor de $p=0,05$).

Gráfica 10. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], y *Saremco Print Crowntec*[™], en refresco



Se encontró que ambos grupos de resinas probados, *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], y *Saremco Print Crowntec*[™], cuando se sumergieron en refresco, no hubo cambios de color final con respecto al color inicial en las superficies pulidas; mientras que, en las superficies no pulidas, en las resinas *Saremco Print Crowntec*[™] la media de cambio de tonos inicial versus final fue de 4 tonos y en las resinas *VarseoSmile*[™] *Crown Plus*, *Bego*[™], de 5 tonos. No hubo diferencias significativas en las tinciones de ambos grupos de resina, tanto superficies pulidas como no pulidas (valor de $p=0,05$).

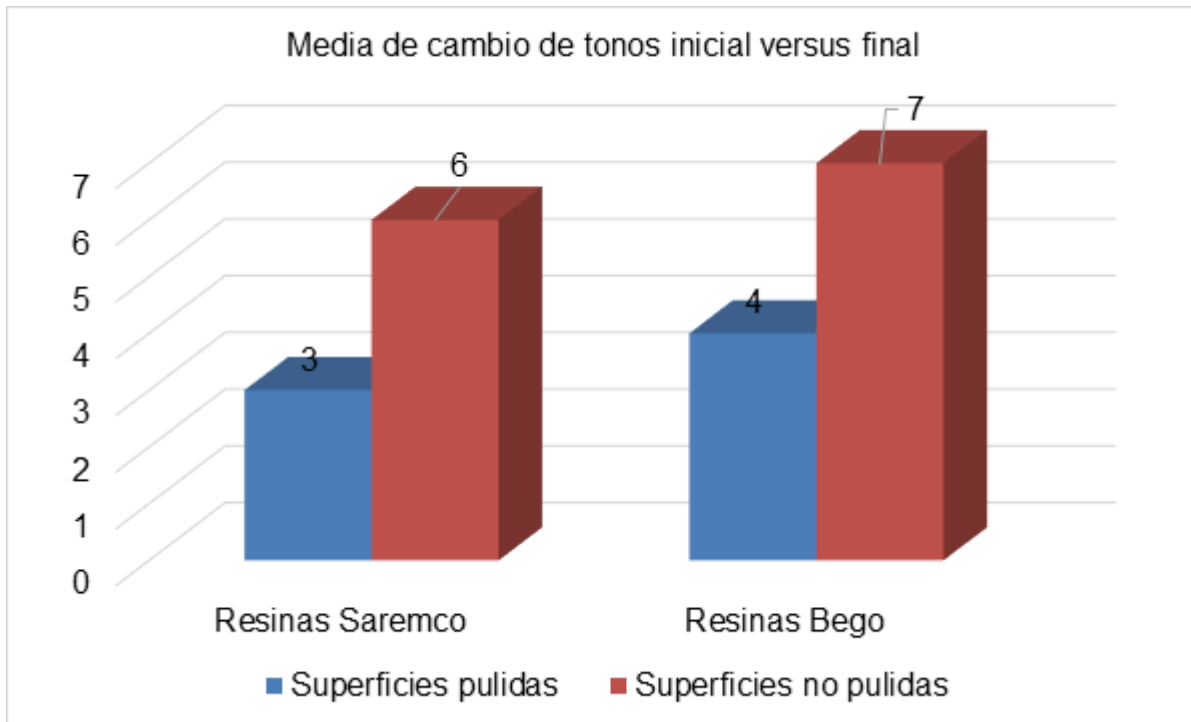
Gráfica 11. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], y *Saremco Print Crowntec*[™] en café.



D

Se encontró que, en las superficies pulidas de las muestras sumergidas en café, las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec*[™] mostró una media de 4 cambios de tonos, al comparar el color inicial con el final; mientras que en las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], la media de cambio de tonos fue de 7. En las superficies no pulidas, tanto las resinas *Saremco Print Crowntec*[™] como las resinas *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], tuvo una media de cambio de 11 tonos, al comparar el color inicial con el final. Se encontró diferencias significativas en las tinciones de las superficies pulidas de ambas muestras de resina sumergidas en café (valor de $p=0,04$). No hubo diferencias significativas en las tinciones de superficies no pulidas en ambos grupos de muestras de resina sumergidas en café (valor de $p=0,05$).

Gráfica 12. Comparación de tinción entre las superficies de las muestras resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], y *Saremco Print Crowntec*[™] en vino tinto.



Se encontró que, en las muestras de resinas sumergidas en vino tinto, en las resinas *Saremco Print Crowntec*[™], las superficies pulidas mostraron una media de 3 cambios de tonos, al comparar el color inicial con el final; mientras que en las resinas *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], la media de cambio de tonos fue de 4 en las superficies pulidas. En las superficies no pulidas, las muestras de resinas *Saremco Print Crowntec*[™] tuvieron una media de cambio de 6 tonos, al comparar el color inicial con el final; mientras que las muestras de resinas *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*[™], las superficies no pulidas tuvieron una media de cambio 7 tonos al comparar el color inicial con el final. No hubo diferencias significativas en las tinciones en ambos grupos de resina, tanto superficies pulidas como no pulidas (valor de $p=0,05$).

8. DISCUSIÓN

En el marco de la presente investigación, se observó que las resinas *VarseoSmile Crown Plus*[™] y *Saremco Print Crowntec*[™] experimentaron cambios significativos de color al ser expuestas a líquidos con propiedades tintóreas, tales como el café, vino tinto y refresco. Se destaca que el refresco solo indujo alteraciones de color en las superficies no pulidas después de un período de 7 días. Por otro lado, tanto el café como el vino tinto generaron cambios de color en las superficies, independientemente de si estaban pulidas o no. En contraste, no se registraron cambios de color en ninguna de las resinas cuando estas fueron inmersas en agua destilada. Los resultados obtenidos sugieren que el café y el vino tinto son los agentes más agresivos en términos de tinción, afectando ambas resinas estudiadas. Según Aydin et al.⁴⁰, el impacto del café se atribuye a su contenido de moléculas de manchas amarillas de baja polaridad, que muestran una afinidad particular por las estructuras poliméricas de los materiales restauradores. Esta afinidad permite que dichas moléculas se adhieran con mayor facilidad a la superficie del material, resultando en una coloración más intensa en comparación con otros líquidos evaluados. Además, la presencia de moléculas de alcohol en el vino tinto podría contribuir al ablandamiento de las superficies de las resinas, facilitando así la penetración de colorantes, como sugieren Özarlan et al.⁴¹, Estos hallazgos son consistentes con lo observado en nuestro estudio, destacando cómo las propiedades químicas específicas de diferentes bebidas pueden influir de manera distinta en la estabilidad del color de materiales restauradores dentales.

Los resultados de las pruebas muestran que, después de 7 días, las superficies no pulidas de los discos experimentaron el cambio de color más notable en todos los líquidos utilizados (vino tinto, café, Coca Cola) excepto en el agua destilada (grupo control). El cambio de color más significativo ocurrió en las superficies no pulidas expuestas al café en las resinas *Saremco Print Crowntec™* y *VarseoSmile Crown Plus, Bego™*. Mientras que el segundo cambio de color más notable se observó en la superficie no pulida de la resina *VarseoSmile Crown Plus, Bego™* expuesta al vino. Siendo esto parecido a lo observado por los autores Raszewski et al.⁴², quienes realizaron un estudio donde fueron sumergidas muestras de resinas impresas 3D pulidas y sin pulir en líquidos colorantes, en el cual se observó que los mayores cambios de color se produjeron en las muestras no pulidas, lo que concuerda con el resultado de este estudio. La mayor propensión de las superficies no pulidas a cambiar de color puede atribuirse a su mayor porosidad y rugosidad, lo que facilita la adhesión y penetración de las moléculas colorantes. En contraste, el proceso de pulido de las superficies reduce esta porosidad y genera una barrera protectora que limita la absorción de los líquidos, contribuyendo así a una mayor estabilidad del color en las superficies tratadas.

Dentro de los resultados de esta investigación, exploramos cómo el pH y la composición química de los líquidos utilizados afectan los materiales dentales. Se ha demostrado que un pH bajo puede comprometer la integridad superficial de estos materiales al ablandar su matriz, lo que resulta en la pérdida de iones estructurales y una disminución en su resistencia al desgaste ⁴³. Sin embargo, en el estudio realizado, se encontró que el pH relativamente bajo de la Coca Cola®, entre 2.45 y 3.35, no influyó significativamente en el cambio de color de las resinas dentales

examinadas. A pesar de ello, bebidas con un pH más alto, como el café (pH de 5.04 a 5.16) y el vino tinto (pH de 3.48 a 3.53), mostraron una mayor capacidad de tinción (anexo 3). Se plantea que la diferencia en los ácidos presentes en estas bebidas podría explicar estos hallazgos. La Coca Cola® contiene principalmente ácido carbónico y ácido fosfórico; el vino tinto, ácido tartárico; y el café, ácido clorogénico, un tipo de ácido fenólico. Adicionalmente, investigaciones previas como las de Bagheri et al.⁴⁴, y Ertas et al.⁴⁵, indican que la ausencia de colorantes amarillos en la Coca Cola podría ser una razón adicional por la cual esta bebida provocó menos tinción en comparación con el café y el vino. Estos hallazgos sugieren que la composición química específica y el contenido de colorantes en las bebidas son factores críticos que influyen en la interacción con los materiales dentales.

Los estudios realizados en un entorno de laboratorio (in vitro) tienen limitaciones cuando se trata de evaluar la estabilidad del color. Para simular el envejecimiento de materiales dentales, se intentan reproducir rápidamente los efectos de la exposición prolongada en la boca, con el fin de conocer el comportamiento de los materiales estudiados en situaciones clínicas reales. Sin embargo, en la boca, la saliva y otros fluidos pueden diluir las manchas, lo cual no se replica exactamente en el estudio. Además, el contacto entre las estructuras dentales (como dientes naturales o restauraciones dentales) y los agentes que causan manchas (por ejemplo, café, té, vino) ocurre de manera intermitente, es decir, no es constante, al igual que la temperatura que presenta la boca. Además, sumar las actividades diarias como masticar o protocolos de higiene oral (cepillado, uso de hilo dental o colutorios), que no han sido posible replicar en este estudio. De la misma manera es importante tomar en cuenta que estos cambios en la coloración de los materiales pueden

ocurrir externamente (depósitos en la superficie) o internamente (cuando el tinte penetra en el interior del material), lo cual no pudo ser determinado en este estudio.

9. CONCLUSIÓN

Para dar respuesta a cada una de las preguntas del planteamiento del problema, se concluye que:

La investigación analizó el efecto de diferentes líquidos en las muestras de resina impresas 3D, *VarseoSmile Crown Plus*[™] y *Saremco Print Crowntec*[™]. Se encontró que el café fue el agente que causó las tinciones más notables en ambos grupos, atribuidas a la presencia de compuestos orgánicos como taninos y polifenoles, los cuales tienen afinidad por las superficies dentales. Las tinciones fueron más notables en el grupo *VarseoSmile Crown Plus*[™]. Esta diferencia podría deberse a una mayor concentración de metacrilato de diglicidilo etoxilato de bisfenol A (Bis-EMA) en *Saremco Print Crowntec*[™], lo que contribuye a una mayor dureza superficial y, por consiguiente, a una menor absorción de agua, resultando en una mayor resistencia frente a los agentes de tinción.

Se observó una mayor tinción en las superficies no pulidas en comparación con las pulidas, independientemente de la resina estudiada, destacando la importancia del pulido en la estabilidad del color de los materiales protésicos.

Se acepta la Hipótesis Nula

(H0): "No hay diferencias significativas en el nivel de estabilidad de color entre los discos impresos 3D en resinas permanentes de diferentes marcas cuando son sumergidas en líquidos."

Se rechaza la Hipótesis Alternativa

(H1): "Existen diferencias significativas en el nivel de estabilidad de color entre los discos impresos 3D en resinas permanentes de diferentes marcas cuando son sumergidas en líquidos."

10. RECOMENDACIONES Y PROSPECTIVA

Considerando lo expuesto anteriormente, se sugiere explorar nuevas áreas de investigación que aborden las mismas interrogantes planteadas en el presente estudio, extendiendo el tiempo experimental para permitir una evaluación más profunda de la estabilidad del color. Esta prolongación del período experimental facilitaría una comprensión más exhaustiva del objeto de estudio y abriría la puerta a una investigación más detallada.

Partiendo del análisis de las referencias citadas en este trabajo, se destaca el artículo titulado "Evaluación de la estabilidad del color de las resinas impresas en 3D frente a diversas soluciones". Este estudio, aunque empleó líquidos similares a las evaluadas aquí, también incorporó zumo de naranja y té en sus pruebas. Sus resultados indicaron una mayor tendencia a la tinción en presencia de estas sustancias. Por lo tanto, se sugiere para futuras investigaciones considerar la inclusión de estas y otras fuentes de tinción como variables relevantes para un análisis más completo y representativo.

Destacamos que ambas resinas además de composiciones y procesamientos similares, estas tienen un margen de tinción parecidos por lo que es necesario lograr un buen pulido y selección adecuada del paciente a cual colocar este tipo de restauración para si obtener un mayor éxito y a la larga mayor estudio clínicos y científicos en esta área.

11. REFERENCIAS

1. Ryu JE, Kim YL, Kong HJ, Chang HS, Jung JH. Marginal and internal fit of 3D printed provisional crowns according to build directions. *J Adv Prosthodont*. 2020;12(4):225-232. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7449822/>

2. Tian Y, Chen C, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, Lu X, Shi H, Lee ES, Jiang HB. A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning*.v.2021; 2021 2021 Jul 17; Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8313360/>

3. Arash Shishehian, Farnaz Firouz, Sara Khazaei, Hossein Rajabi, Maryam Farhadian, Fatemeh Niaghiha, Evaluación de la estabilidad del color de las resinas impresas en 3D frente a diversas soluciones, 2023 jul 5; Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10583149/>

4. Alexey Unkovskiy, Phan Hai-Binh Bui, Christine Schille, Juergen Geis-Gerstorfer, Fabian Huettig, Sebastian Spintzyk. Objects build orientation, positioning, and curing influence dimensional accuracy and flexural properties of stereolithographically printed resin. Volume 34, Issue 12, December 2018. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564118305943?via%3Dihub>

5. Della Bona, A., Cantelli, V., Britto, V. T., Collares, K. F., & Stansbury, J. W. (2021). 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic

review. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 37(2), 336–350. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7855936/>

6. Shin JW, Kim JE, Choi YJ, Shin SH, Nam NE, Shim JS, Lee KW. Evaluation of the Color Stability of 3D-Printed Crown and Bridge Materials against Various Sources of Discoloration: An In Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2020 Nov 26;13(23):5359. doi: 10.3390/ma13235359. PMID: 33255922; PMCID: PMC7731151.

7. Gruber S, Kamnoedboon P, Özcan M, Srinivasan M. CAD/CAM Complete Denture Resins: An In Vitro Evaluation of Color Stability. *J Prosthodont*. 2021 Jun;30(5):430-439. doi: 10.1111/jopr.13246. Epub 2020 Sep 9. PMID: 32864812.

8. Barutçugil Ç, Bilgili D, Barutçugil K, Dünder A, Büyükkaplan US, Yılmaz B. Discoloration and translucency changes of CAD-CAM materials after exposure to beverages. *J. Prosthet. Dent*. 2019, 122, 325–331.

9. Aydın N, Karaoglanoglu S, Oktay EA, Kılıçarslan MA. Investigating the color changes on resin-based CAD/CAM Blocks. *J. Esthet. Restor. Dent*. 2020, 32, 251–256.

10. Özarslan MM, Büyükkaplan US, Barutçugil Ç, Özarslan M, Barutçugil K, Türker N. Assessing staining resistance of a CAD/CAM interpenetrating network composite material. *Head Face Med*. 2018, 14, 1–7.

11. Poggio C, Ceci M, Beltrami R, Mirando M, Wassim J, Colombo M. Color stability of esthetic restorative materials: A spectrophotometric analysis. *Acta Biomater. Odont. Scand.* 2016, 2, 95–101.
12. Poggio C, Vialba L, Berardengo A, Federico R, Colombo M, Beltrami R, Scribante A. Color stability of new esthetic restorative materials: A spectrophotometric analysis. *J. Funct. Biomater.* 2017, 8, 26.
13. Silva ML, Leite FD, Silva M, Meireles SS, Duarte RM, Andrade AK. The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. *Eur. J. Dent.* 2014, 8, 330–336.
14. Rivera-Guerrero CP, Aguirre-Parra EG, Medrano-Bautista J, Rojas-Gomez P. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. *Dominio de la [Internet].* 2017;3(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/pocaip>
15. Dyulicheva YY, Gaponov DA, Mladenović R, Kosova YA. The virtual reality simulator development for dental students training: a pilot study. *CEUR.* 2021; disponible en: (PDF) El desarrollo de un simulador de realidad virtual para la formación de estudiantes de odontología: un estudio piloto ([researchgate.net](https://www.researchgate.net))
16. Anadioti E, Leen ML, Blatz MB, Papavasiliou G, Kamposiora P. 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. *BMC Oral Health [Internet].* 2020;20(343). Disponible en: <http://dx.doi.org/DOIhttps://doi.org/10.1186/s12903-020-01328-8>.

17. Neumeier TT, Neumeier H. Digital immediate dentures treatment: A clinical report of two patients. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2016;116(3):314–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.01.010>
18. FormsLabs. The Ultimate Guide to Stereolithography (SLA) 3D Printing [Internet]. FormsLabs. 2022 [citado el 27 de julio de 2022]. Disponible en: https://static.treatstock.com/static/fxd/wikiMaterials/resin/files/resin_3d_printing_guide.pdf.
19. Dawood, A., Martí, B., Sauret-Jackson, V. *et al.* Impresión 3D en odontología. *Hno. Dent J* 219 , 521–529 (2015). <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>
20. Weatherby S. Open vs Closed 3D Printers and the FDA [Internet]. WhipMix. 2019 [citado el 27 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://info.whipmix.com/open-vs-closed-3d-printers-and-the-fda>
21. Quan H, Zhang T, Xu H, Luo S, Nie J, Zhu X. Photo-curing 3D printing technique and its challenges. *Bioactive Materials* [Internet]. 2022;5(1):110–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bioactmat.2019.12.003>
22. Espinar C , Della Bona A , Pérez MM , Pulgar r . Color y propiedades ópticas de materiales restauradores a base de polímeros para impresión 3D: una revisión del alcance . *J Esthet Restor Dent* . 2022 ; 34 (6) : 853-864 . _ doi: Disponible en: <https://siromax.cl/producto/permanent-crown-resin-1kg-07-lts/>

23. BEGO VarseoSmile Crown - begousa.com BEGO Bremer Goldschlägerei Wilh. Herbst GmbH & Co. KG Wilhelm-Herbst-Str. 1 · 28359 Bremen, Germany Disponible en

https://www.begousa.com/wp-content/uploads/2022/08/de_20740US_0004_ga_us.pdf

24. VarseoSmile Crown Plus BEGO Estados Unidos 09 de febrero de 2023 disponible en: <https://www.begousa.com/product/varseosmile-crown-plus/>

25. Compatibility Overview Officially Validated Devices saremco print™ Dispositivos Validados Oficialmente -07/2023, saremco.ch Disponible en:

https://www.saremco.ch/wp-content/uploads/2023/08/Kompatibilitaetsuebersicht_3D_Druck_07-2023_EN_frei-1.pdf

26. Saremco print: CROWNTEC SAREMCO Dental AG. 2020, disponible en: <https://www.saremco.ch/en/product/saremco-print-crowntec/>

27. Gebrauchsanweisung Instruction for use Mode d'emploi saremco print , 2020, disponible en:

https://www.dentaltix.com/es/sites/default/files/d600219_ga-crowntec_04-2021_alle-sprachen_druck_frei.pdf

28. Ruíz Pineda, Julián Andrés; Gaona Amador, Valentina; Torres Rodríguez, Carolina Parámetros para la evaluación visual e instrumental del color dental en estudios in-vitro. Revisión de la literatura Acta Odontológica Colombiana, vol. 12,

núm. 2, 2022, Julio-Diciembre, pp. 61-77 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia DOI: <https://doi.org/10.15446/aoc.v12n2.101164> Disponible en: [582372875006.pdf](https://doi.org/10.15446/aoc.v12n2.101164) (redalyc.org)

29. Martínez- Ayala ¿Qué es el tono en el color?Martínez Ayala INKS. Fabricación de tintas, barnices, aditivos y soluciones de mojado. July 13, 2018. disponible en: <https://martinezayala.com/que-es-el-tono-en-el-color>

30. Cesare Masin- Sergio, Los componentes de la luminosidad subjetiva, Revista Latinoamericana de Psicología, vol. 19, núm. 3, 1987, pp. 393-399
Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80519310>

31. Gómez–Polo C, Montero J, Gómez–Polo M, Martín–Casado A. Comparison of the CIELab and CIEDE 2000 Color Diference Formulas on Gingival Color Space. *J Prosthodont.* 2020; 29(5): 401–408 Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jopr.12717>

32. Raszewski, Z.; Chojnacka, K.; Mikulewicz, M. Efectos de los métodos de preparación de superficies sobre la estabilidad del color de las restauraciones dentales impresas en 3D. *J. Función. Biomateria.* 2023 , 14 , 257. <https://doi.org/10.3390/jfb14050257>

33. So-Yeon Song, Yo-Han Shin, Jeong-Yol Lee, Sang-Wan Shin, Color stability of provisional restorative materials with different fabrication methods, *J Adv*

Prosthodont 2020;12:259-64, Disponible en:
<https://doi.org/10.4047/jap.2020.12.5.259>

34. Gomes- Priscila Nogueira; Rabelo Ribeiro- José Carlos; Ribeiro Moysés- Marcos; Candido Dias- Andréa; Candido Dias- Sergio, Efecto del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas, Acta odontol. venez v.47 n.1 Caracas mar. 2009, Disponible en:
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000100008

35. Mayorga Flórez- Perla Viviana; Estévez Landazábal- Maria Fernanda, CAMBIOS EN LA PIGMENTACIÓN DE RESINAS UTILIZADAS EN CARILLAS EN EL SECTOR ANTERIOR SUMERGIDAS EN DIFERENTES MEDIOS ACUOSOS, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga División Ciencias de la Salud Facultad de Odontología 2018, Disponible en: [2018mariaestevezperlamayorga.pdf \(usta.edu.co\)](https://www.usta.edu.co/2018mariaestevezperlamayorga.pdf)

36. Mateo Vásquez- Jose; Bolivar Delgado-Gaete. Factores extrínsecos implicados en la pigmentación de las resinas compuestas dentales. Revista Estomatológica Herediana, vol. 32, núm. 3, pp. 263-271, 2022. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4215/421573359010/html/>

37. Moreno, Freddy & J, Aramburo & A, Zapata & S, Zúñiga. (2010). Análisis de tejidos y materiales dentales sometidos a altas temperaturas. Encuentro de investigaciones ACFO Asociación Colombiana de Facultades de Odontología..Disponible

en:https://www.researchgate.net/publication/268924621_Analisis_de_tejidos_y_materiales_dentales_sometidos_a_altas_temperaturas/citation/download

38. Ahmed, Muhammad Adeel, Rizwan Jouhar, and Fahim Vohra. 2022. "Effect of Different pH Beverages on the Color Stability of Smart Monochromatic Composite" *Applied Sciences* 12, no. 9: 4163. <https://doi.org/10.3390/app12094163>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/9/4163>

39. Andrea Mejía, Víctor Montaña , Andrés Viteri, Ana Armas. Influencia del ph salival en la estabilidad del color de diferentes resinas fluidas: estudio in vitro. ISSN (Impreso): 1812 - 7886 ISSN(Digital): 2410-2717. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-07752019000100059&script=sci_arttext

40. Aydın, N., Karaoğlanoğlu, S., Oktay, E. A., & Kılıçarslan, M. A. (2020). Investigating the color changes on resin-based CAD/CAM Blocks. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 32(2), 251–256. <https://doi.org/10.1111/jerd.12561>

41. Özarslan, M.M., Büyükkaplan, U.Ş., Barutçigil, Ç. et al. Assessing staining resistance of a CAD/CAM interpenetrating network composite material. *Head Face Med* 14, 27 (2018). <https://doi.org/10.1186/s13005-018-0184-2>

42. Zbigniew Raszewski , Katarzyna Chojnacka y Marcin Mikulewicz. Effects of Surface Preparation Methods on the Color Stability of 3D-Printed Dental Restorations. *J. Funct. Biomaterial.* 2023, 14, 257. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jfb14050257>
43. Catelan, A., Briso, A. L., Sundfeld, R. H., Goiato, M. C., & dos Santos, P. H. (2011). Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *The Journal of prosthetic dentistry*, 105(4), 236–241. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60038-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60038-3)
44. Bagheri, R., Burrow, M. F., & Tyas, M. (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of dentistry*, 33(5), 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.10.018>
45. Ertaş, E., Güler, A. U., Yücel, A. C., Köprülü, H., & Güler, E.. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental materials journal*, 25(2), 371–376. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16916243/>
46. Raszewski, Z.; Chojnacka, K.; Kulbacka, J.; Mikulewicz, M. Mechanical Properties and Biocompatibility of 3D Printing Acrylic Material with Bioactive Components. *J. Funct. Biomater.* 2023, 14, 13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043164806002092>

12. ANEXOS

ANEXO 1

CARTA DE APROBACIÓN DEL TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Santo Domingo, D.N.

22/11/23

A: Dr. Jose Manuel Rodríguez

Coordinador Postgrado en rehabilitación bucal e implantes dentales, Universidad Iberoamericana.

Asunto: Solicitud aprobación de tema del Proyecto de Investigación.

Estimado doctor,

Cortésmente dirijo a usted con el propósito de someter para su aprobación, el tema de Proyecto de Investigación "Comparación de la adaptación marginal de coronas impresas en resina calcinable *curo cast*® según la posición de impresión" escogido para obtener el título de magister en rehabilitación bucal e implantes dentales. El cual fue aprobado por el asesor de contenido, Dr. Jose Manuel Rodríguez y la docente titular, Dra. Fawda Canahuate.

El propósito de este Proyecto de Investigación es comparar la adaptación marginal de coronas impresas en resina calcinable *curo cast*® según la posición de impresión 3D.

La presente se envía para el conocimiento de lugar con fines de aprobación y asentamiento.

Atte:

Delfra de la Cruz Rosa / 22-1055

Anyelina Y. Adón Sena / 22-1059

Nombre/ Matricula/ Firma del Estudiante

Nombre/ Matricula/ Firma del Estudiante

Kendra Toledo Correa / 22-0884

Nombre/ Matricula/ Firma del Estudiante

Nombre y Firma del Asesor del Contenido

Nombre y Firma del Docente Titular

Firma y Fecha de Aprobación del Tema

Coordinador del postgrado

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
UNIDAD DE POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA



**COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL COLOR DE CORONAS
 PERMANENTES IMPRESAS EN RESINAS 3D *VarseoSmile Crown
 Plus™* Y *Saremco Print Crowntec™* FRENTE A DIVERSAS
 SOLUCIONES.**

Instrumento de recolección de datos

Autores: De la Cruz, D. Toledo, K. Adón, A.

Resina impresa	Grupos	Inicial		Día 1		7 días		14 días		
		P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	
Superficies		P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	
Grupo S <i>Saremco Print Crowntec™ A2</i>	Grupo S-AD Agua destilada	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	
	Grupo S-CC Refresco	A2	A2	A2	A2	A2	A2	C3	A2	A2
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C3	A2	C1
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	D4	A2	A2
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	D4	A2	C3
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	D4	A2	C3
	Grupo S-C Cafe	A2	A2	A2	A2	A2	A2	C3	A4	C3
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	A2	C3
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	D3	C4
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	A2	C4
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	C1	C4
	Grupo S-V Vino tinto	A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	C2	C2
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	C2	C3
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	C2	C4
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	C4	C2	C2
		A2	A2	A2	A2	A2	C1	C4	C1	C1

Grupo B <i>BEGO</i> <i>VarseoSmile</i> <i>Crown plus™</i> A2	Grupo B-AD Agua destilada	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
	Grupo B-CC Refresco	A2	A2	A2	A2	A2	C3	A2	A2
		A2	A2	A2	A2	A2	C3	A2	C1
		A2	A2	A2	A2	A2	C4	A2	C1
		A2	A2	A2	A2	A2	C3	A2	C3
	Grupo B-C Cafe	A2	A2	A2	A2	C1	C4	D3	A4
		A2	A2	A2	A2	C1	C4	A4	A4
		A2	A2	A2	A2	D3	C4	A4	A4
		A2	A2	A2	A2	C1	C4	D3	A4
	Grupo B-V Vino tinto	A2	A2	A2	A2	C2	C4	D3	A4
		A2	A2	A2	A2	C2	C4	C2	C4
		A2	A2	A2	A2	C2	C4	C2	D3
A2		A2	A2	A2	D3	C4	D3	C2	
A2	A2	A2	A2	C2	C4	C2	C2		

Nota: P, pulidas; NP, no pulidas

ANEXO 3

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE Ph

PH				
Tiempo		Inicial	7 días	7 días +
Grupo S <i>Saremco Print</i> <i>Crowntec™</i>	Agua destilada	6.04	6.80	6.87
	Refresco	2.52	2.92	2.77
	Cafe	5.05	5.92	5.16
	Vino tinto	3.46	3.13	3.56
Grupo B <i>BEGO</i> <i>VarseoSmile</i> <i>Crown plus™</i>	Agua destilada	6.36	6.96	7.46
	Refresco	2.45	2.80	3.35
	Cafe	5.04	5.22	5.16
	Vino tinto	3.48	3.35	3.53

CARACTERÍSTICAS DE LAS RESINAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

RESINAS	FÁBRICA	DIRECCIÓN	LOTE	COMPOSICIÓN
Saremco Print Crowntec™	<i>Saremco Dental AG</i>	Rebstein, Suiza	E918	Productos de esterificación de 4,4'-isopropilidifenol, ácido etoxilado y 2-metilprop-2-enoico, vidrio dental silanizado, sílice pirogénica, iniciadores. El contenido total de rellenos inorgánicos (tamaño de partícula 0,7 μ m) es del 30-50% en masa.
VarseoSmile Crown plus™	<i>Bego</i>	Bremen, Alemania	600671	Productos de esterificación del 4,4'-isopropilidendifenol, etoxilado y ácido 2-metilprop-2-enoico, vidrio dental silanizado, Formato de metilbenzoilo, difenilo (2,4,6-trimetilbenzoilo) La proporción total de óxido de fosfina de los rellenos inorgánicos (tamaño de partícula 0,7 μ m) es del 30 al 50 % en masa.

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

LÍQUIDOS	MARCA	FÁBRICA	DIRECCIÓN	LOTE	COMPOSICIÓN QUÍMICA	PH INICIAL	TEMPERATURA
Agua destilada	Bio-Gen [™]	Grupo Bios SRL			H2O con sales minerales (fluoruros y electrolitos)	6.4	37 °C
Refresco	Coca-Cola [®]	Coca-Cola			Agua carbonatada, color caramelo IV, café en polvo, acidulante (ácido fosfórico), saborizantes (saborizantes naturales, cafeína), edulcorantes (sucralosa, acesulfame k), conservantes (benzoato de sodio, sorbato de potasio), antiespumante (polidimetilsiloxano).	2.52	37 °C
Cafe	Cafe Santo Domingo [™]	Induban			Cafe organico 100% molido y H2O	5.05	37 °C
Vino tinto	Frontera [™]	Concha y Toro			Vino frontera: Uvas: 56% Cabernet Sauvignon, 28,5% Syrah, 14% Malbec, 1,5% Otras uvas rojas.	3.46	37 °C

IMÁGENES DE LOS RESULTADOS DE LOS DISCOS DE RESINA EN LOS DIVERSOS LÍQUIDOS

Imagen 4.A



Imagen 4.B



Imagen 4.A (Discos de resina *Saremco Print Crowntec*[™] a los 7 días en agua destilada).

Imagen 4.B (Discos de resina *Saremco Print Crowntec*[™] a los 14 días en agua destilada).

Imagen 5.A



Imagen 5.B



Imagen 5.A (Discos de resina *Saremco Print Crowntec*[™] a los 7 días en de refresco).

Imagen 5.B (Discos de resina *Saremco Print Crowntec*[™] a los 14 días en de refresco).

Imagen 6.A



Imagen 6.B



Imagen 6.A (Discos de resina *Saremco Print Crowntec™* a los 7 días en de café).

Imagen 6.B (Discos de resina *Saremco Print Crowntec™* a los 14 días en de café).

Imagen 7.A



Imagen 7.B



Imagen 7.A (Discos de resina *Saremco Print Crowntec™* a los 7 días en de vino).

Imagen 7.B (Discos de resina *Saremco Print Crowntec™* a los 14 días en vino).

Imagen 8.A



Imagen 8.B



Imagen 8.A (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*™ a los 7 días en agua destilada).

Imagen 8.B (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*™ a los 14 días en agua destilada).

Imagen 9A



Imagen 9.B



Imagen 9.A (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*™ a los 7 días en refresco).

Imagen 9.B (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*™ a los 14 días en refresco).

Imagen 10. A

Imagen 10.B



Imagen 10.A (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*TM a los 7 días en café).

Imagen 10.B (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*TM a los 14 días en café).

Imagen 11.A

Imagen 11.B



Imagen 11.A (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*TM a los 7 días en vino).

Imagen 11.B (Discos de resina *VarseoSmile Crown Plus*, *Bego*TM a los 14 días en vino).