



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTO DE DESINFECTANTES SOBRE EL COLOR Y
DUREZA DE SILICONA INDUSTRIAL USADA PARA
PRÓTESIS FACIAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

JULIO ADRIÁN HERNÁNDEZ ZORRILLA

TUTOR: Dr. ENRIQUE ROMO ARÉVALO

ASESOR: Dr. CARLOS ANDRÉS ALVAREZ GAYOSSO

ASESOR: Esp. JOSÉ FEDERICO TORRES TERÁN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Biología Periodontal y Tejidos Mineralizados de la Facultad de Odontología de la U.N.A.M.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) Proyecto IA202618

Al Laboratorio de Materiales Dentales de la Facultad de Odontología de la U.N.A.M. por su disposición y permitirme trabajar ahí.

Al Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada campus Juriquilla UNAM, al Dr. Eric Mauricio Rivera y al técnico Dra. Carmen Leticia Peza Ledezma, por su apoyo técnico para la obtención de análisis químicos de las superficies.

Al Dr. Rodrigo Correa Prado por su apoyo técnico en la obtención de los estudios de ATR.

A la M. en C. Sonia López Letayf por su ayuda en la obtención del análisis estadístico.

A todos los miembros del Laboratorio de Biología Periodontal y Tejidos Mineralizados por su apoyo e interés puestos en este trabajo.

DEDICATORIAS

A la U.N.A.M. por haber abierto las puertas desde muy pequeño y darme la oportunidad de seguir aprendiendo en sus aulas.

A mis padres Elizabeth y Roberto por ser mi apoyo siempre y nunca dejarme, espero me sigan soportando durante mucho tiempo.

Al Dr. Arturo Ortega Salgado por devolverme a la vida, así como por haberse convertido en una inspiración, consejero y amigo desde el año 2008.

A mis hermanos Berenice y Héctor por estar siempre para mí.

A mi hermana/hija/sobrina/vasalla Fátima, por ser una de mis grandes motivaciones para salir adelante.

Al Profesor Federico Torres por ser el conducto por el cual llegue a el laboratorio de Biología Periodontal y quien propuso la idea de este trabajo.

Al Dr. Enrique Romo por toda la paciencia y esfuerzo puestos en este trabajo.

Al Dr. Carlos Álvarez Gayosso por su asesoramiento y paciencia en este trabajo.

A los hermanos que me dio la vida y que elegí Davidu, Gus, William, Tercero, Miguel, Carmen, Viols, Nuggs, Patt, Raúl, Karina, JuanPi y Gerardo.

A mis tíos y demás familiares que fueron mis pacientes durante toda la carrera.

A mis padrinos por siempre apoyarme.

A los amigos que me acompañaron en la carrera Diana, Vale, Karla, Sara, Nadia, Lichi, Q-Autla y Katya, les amo, gracias por soportarme.

“El amigo debe ser como el dinero; antes de necesitarlo, es necesario saber su valor”(Sócrates).

ÍNDICE	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Definición de prótesis maxilofacial.....	6
2.2. Historia.....	6
2.3. Silicona.....	8
2.3.1. Silicona HTV.....	9
2.3.2. Silicona RTV.....	10
2.4. Microorganismos asociados a prótesis faciales.....	11
2.5. Efecto de desinfectantes en prótesis faciales.....	13
2.6. Desinfectantes.....	15
2.6.1. Alcohol desnaturalizado, Lysol®	17
2.6.2. Cloruro de benzalconio.....	17
2.6.3. Desinfectante orgánico de origen cítrico.....	18
2.6.4. Gluconato de clorhexidina.....	19
2.6.5. Plata coloidal ionizada.....	19
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
IV. JUSTIFICACIÓN	21
V. HIPÓTESIS	22
5.1. Hipótesis nula.....	22
VI. OBJETIVOS	22
6.1. Objetivo general.....	22
6.2. Objetivos específicos.....	22
VII. MATERIAL Y MÉTODO	23
7.1. Criterios de inclusión.....	23
7.2. Criterios de exclusión.....	23
7.3. Criterios de eliminación.....	23
7.4. Variables.....	23
7.4.1. Independientes.....	23

7.4.2. Dependientes.....	24
VIII. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
8.1. Tamaño de la muestra.....	24
8.2. Material y equipo.....	26
8.3. Metodología	27
8.3.1. Pigmentación de la silicona.....	28
8.3.2. Colocación de la silicona pigmentada en el molde.....	30
8.3.3. Prensado y obtención de muestras.....	30
8.3.4. Preparación de soluciones desinfectantes.....	31
8.3.5. Almacenamiento de las muestras de silicona en soluciones desinfectantes.....	31
8.3.6. Prueba de espectroscopia de infrarrojo, por reflectancia total atenuada(ATR).....	33
8.3.7. Prueba de color.....	33
8.3.8. Medición de dureza.....	34
IX. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
9.1 Espectroscopía por reflectancia total atenuada.....	37
9.2 Resultados cambio de color.....	40
9.3 Resultados cambio de dureza.....	60
9.4 Análisis estadístico de cambio de color y dureza	72
X. DISCUSIÓN.....	79
XI. CONCLUSIONES.....	89
XII. PERSPECTIVAS.....	91
XIII. BIBLIOGRAFÍA.....	92
XIV. ANEXOS.....	98
Anexo 1 material y equipo usado.....	98
Anexo 2 análisis estadístico completo.	101

RESUMEN

En la historia del hombre, se han presentado defectos, malformaciones o accidentes en su cuerpo, a las que siempre ha tratado de darle una solución a través de las prótesis. Cuando se presentan en estructuras de cabeza y cuello la prótesis maxilofacial es la ciencia que se encarga de dar una posible solución por medio de la utilización de prótesis. A lo largo de la historia se han usado diversos materiales para el fin de confeccionar prótesis maxilofaciales, desde ceras naturales, madera, arcilla, oro y plata en épocas antiguas hasta materiales recientes como porcelana; hasta que en 1960 se comenzó a usar para este fin la silicona que, gracias a su flexibilidad, estabilidad dimensional, poca conductividad eléctrica y térmica, así como su biocompatibilidad ha resultado ser la mejor opción para la confección de prótesis facial.

Actualmente los pacientes portadores de prótesis se enfrentan a un riesgo de sufrir infecciones ya que las prótesis pueden ser colonizadas por microorganismos que comprometen el éxito del tratamiento y no existe un protocolo adecuado de limpieza de dichas prótesis y no se conoce el efecto que pueden tener los desinfectantes sobre el material.

Nuestro objetivo fue el determinar como el uso de diversos desinfectantes (cloruro de benzalconio, plata coloidal, clorhexidina y alcohol desnaturalizado y desinfectante a base de cítricos) actúa sobre el caracterizado y dureza de muestras de silicón industrial utilizado para elaborar prótesis maxilofaciales.

Nuestros resultados indican que inmersas en todas las soluciones, la silicona presenta cambios tanto en dureza como en su color. Siendo las muestras en desinfectante cítrico y clorhexidina las que menos cambio presentaron en color, en cuanto a la dureza las muestras en desinfectante de origen cítrico, Lysol® y plata coloidal presentaron menos cambios que muestras inmersas en otras soluciones.

ABSTRACT

In the history of man, there have been defects, malformations or accidents in his body, which he has always tried to give a solution through prostheses. When presented in head and neck structures, the maxillofacial prosthesis is the science that is responsible for providing a possible solution through the use of prostheses. Throughout history, various materials have been used to make maxillofacial prostheses, from natural waxes, wood, clay, gold and silver in ancient times to recent materials such as porcelain; until in 1960 the silicone began to be used for this purpose, thanks to its flexibility, dimensional stability, low electrical and thermal conductivity, as well as its biocompatibility has proved to be the best option for the fabrication of facial prostheses.

Currently, patients with prostheses face a risk of infections since the prostheses can be colonized by microorganisms that compromise the success of the treatment and there is no adequate protocol for cleaning prosthesis prostheses and the effect that the prostheses can have is unknown. disinfectants on the material.

Our objective was to determine the use of various disinfectants (benzalkonium chloride, colloidal silver, chlorhexidine and denatured alcohol and citrus-based disinfectant) acting on the characterized and hardness of industrial silicone samples used to perform maxillofacial prostheses.

Our results indicate that immersions in all solutions, silicone presents changes in both hardness and color. The samples in citrus disinfectant and chlorhexidine being the least color changes, in terms of the duration of the samples in citrus disinfectant, Lysol® and colloidal silver less changes than samples immersed in other solutions.

I. INTRODUCCIÓN

La prótesis maxilofacial es la ciencia y arte de la reconstrucción anatómica, funcional o cosmética de estructuras de cabeza y cuello que han sido perdidas (por trauma, cáncer o defectos congénitos) o son defectuosas, mediante el uso de prótesis.^{1, 2}

A lo largo de la historia del hombre, han existido todo tipo de defectos o mutilaciones en la cara para lo cual siempre se ha tratado de dar una solución a través de prótesis, las cuales se han hecho de diferentes materiales tales como: madera, cera, caucho, arcilla, oro, plata, látex, resinas acrílicas, copolímeros acrílicos, cloruro de polivinilo, polietileno clorado, elastómeros de poliuretano, elastómeros de silicona y en los últimos años se han desarrollado copolímeros de bloque de silicona.³

El material de elección para la confección de una prótesis maxilofacial debe de tener, idealmente, ciertas propiedades que son⁴:

- No irritante: el material no debe irritar a los tejidos con los que entra en contacto.
- Flexibilidad: debe ser suave, flexible y capaz de ajustarse al movimiento facial.
- Peso: debe ser ligero para que pueda ser soportado en el lugar donde se colocará la prótesis y no exista molestia en el paciente.
- Color: el material debe ser de un color básico de piel o que este pueda ser mezclado tanto como sea posible y fácil de pigmentar, para imitar el color de la piel del paciente.
- Higiene: debe ser poco poroso y capaz de ser lavado y desinfectado para evitar la colonización por microorganismos.
- Durabilidad: debe tener una vida indefinida y mantener su textura cuando sea lavado y desinfectado en varias ocasiones.

- Conductividad térmica: el material debe ser un mal conductor de calor.
- Manipulación: debe ser de fácil manejo y que no requiera de equipos sofisticados.
- Disponibilidad: el material debe ser fácil de obtener y de ser posible económico.

Actualmente ningún material cumple con todas las especificaciones para considerarse el material “ideal”. Sin embargo, desde 1960 Barmhart realizo estudios sobre siliconas en los cuales descubrió que, debido a su flexibilidad, estabilidad dimensional, mínima conducción térmica, resiliencia y su gran biocompatibilidad (no tóxica, no alergénica y no cancerígena), es el mejor material para la reconstrucción de la región facial.^{5,6}

Las prótesis de la región maxilofacial, hechas de silicona, tienen un tiempo de vida útil que va de los 3 meses a un año. Desde el primer día de uso, estas sufren deterioro causado por factores ambientales (exposición a la luz ultravioleta, polución del aire y cambios de humedad, así como de temperatura)⁷ y por la colonización su superficie por microorganismos. Dicho deterioro, afecta principalmente sus propiedades físicas y la caracterización estética, cambiando así el aspecto estético y la textura de la prótesis.^{8,9}

Las principales desventajas de las siliconas es la presencia de porosidades en su superficie, esto junto con la modificación de la anatomía de los tejidos faciales como resultado de una lesión, comprometen el balance natural de la flora microbiana, favoreciendo la colonización.^{10,11,}

Se han realizado estudios en Brasil¹⁰ sobre la presencia de microorganismos en las cavidades exenteradas, así como en las superficies de las prótesis colocadas en dichos defectos faciales, arrojando resultados que nos indican la presencia de los siguientes microorganismos: *Agregatibacter actinomycetmcomitans*, *Bacteroides fragilis*, *Enterococcus faecalis*,

*Fusobacterium nucleatum, klebsiella pneumoniae, Micoplasma salivarium, Parvimonas micra, Peptostreptococcus anaerobius, Prevotella intermedia, Pseudomonas putida, Streptococcus salivarius, Streptococcus sobrinus, Veillonella parvula, Candida glabrata, Porphyromonas gingivalis, Solobacterium moorei, Streptococcus constelatus, Streptococcusgordonii, Streptococcusmutans, Streptococcus mitis, Streptococcus salivarius*¹⁰, entre otras. Mientras que en México informes microbiológicos han reportado en las prótesis orbitofaciales la presencia de *Staphylococcus aureus, Staphylococcus pyogenes* y *Staphylococcus epidermis*.

Como se puede observar, algunas de estas bacterias y hongos son oportunistas, es decir que son parte normal de las biopelículas, sin embargo, en presencia de algún factor fuera de lo normal, como una inmunodeficiencia o en el caso de las prótesis faciales en donde no se tiene un tejido “normal”, pueden llegar a causar enfermedades. Por esto es necesaria la desinfección de las prótesis, para disminuir la cantidad de microorganismos presentes y con esto también el riesgo de desarrollar una infección. En este sentido, existen reportes que indican que ciertos desinfectantes pueden cambiar las características físico-mecánicas de la silicona, tal como su caracterización estética y su dureza, siendo una gran desventaja para la vida útil de la prótesis.^{1,8,9}

Por razones económicas en México y muchos países en desarrollo se usan siliconas industriales como una alternativa de bajo costo para la realización de las prótesis faciales en pacientes de recursos económicos limitados, lo cual es una desventaja ya que la mayoría de los estudios en los que se ve el efecto de los desinfectantes sobre las características físico-mecánicas de las prótesis faciales es en siliconas de grado médico.¹² Esto nos obliga a investigar el efecto de desinfectantes sobre las siliconas industriales usados para confeccionar prótesis faciales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Prótesis Maxilofacial

La expresión y apariencia facial es importante en la vida personal y social de los humanos, sin embargo, estas condiciones se ven afectadas cuando se presentan defectos faciales, que pueden ser derivados de traumatismos, lesiones oncológicas o defectos congénitos y que disminuyen la autoestima y confianza de las personas¹³. Debido a esto, surge la necesidad de la elaboración y uso de prótesis maxilofaciales para mejorar la calidad de vida de los pacientes. Los materiales para la fabricación de estas prótesis incluyen: resinas acrílicas, cloruro de polivinilo, copolímero, polietileno clorado, elastómeros de poliuretano, elastómeros termoestables y siliconas, siendo este último, uno de los materiales más ampliamente usados¹⁴.

Se han usado los términos protesis buco maxilofacial, protesis facial y protesis maxilofacial para describir el arte y ciencia de restaurar una parte malformada, perdida o que está ausente de la cavidad oral, los maxilares o el rostro. Para llevar a cabo dicha rehabilitación se comprende de un equipo multidisciplinario, siendo el Protesista Maxilofacial uno de los miembros más importantes para la rehabilitación^{14, 1516}

2.2 Historia

El ser humano a lo largo de su historia se ha preocupado por reestablecer las partes mutiladas o perdidas del cuerpo, con lo cual las prótesis maxilofaciales no se quedaron atrás. Se tienen registros de que la civilización egipcia al menos 3,500 años antes de Cristo usaban narices y orejas artificiales. La cultura china 1,500 años antes de cristo hicieron prótesis nasales hechas de madera y arcilla, así como ceras naturales, resinas y metales como el oro y la

plata¹⁷. Alphonse Louis fabricó una máscara de plata para un soldado francés que fue mutilado en la guerra que perdió parte de la mandíbula.¹⁸

En el siglo XVI Ambroise Paré describió la realización de una prótesis nasal usando oro, plata y papel. También introdujo un obturador palatino, que consistía en un disco simple atado a una esponja¹⁸. En 1576 Tycho Brahe usó una nariz artificial hecha de oro para reemplazar su propia nariz y Pierre Fauchard en 1678 hizo las más grandes aportaciones a la reconstrucción facial protética¹⁸. En el siglo XIX las prótesis orbitofaciales comenzaron a realizarse con materiales como el celuloide y caucho vulcanizado, que resultaban difíciles de preparar, así como poca estabilidad dimensional.¹⁹

William Morton en 1862 fabricó prótesis nasales hechas de porcelana las cuales estaban caracterizadas de acuerdo con el color facial del paciente.¹⁸ En 1880 Kingsley describió la combinación de una prótesis nasal y palatal. Upham en 1900 describió la fabricación de prótesis nasales y auriculares hechas de goma vulcanizada.¹⁸ Bair y Baker en 1905 reportaron sus casos de prótesis maxilofacial usando goma negra vulcanizada.¹⁹ En 1913 se introdujeron los compuestos de gelatina-glicerina para intentar mimetizar la suavidad y flexibilidad de los tejidos.¹⁹ Bulbulian & Clarke, durante la segunda guerra mundial introdujeron el uso del látex para prótesis faciales.¹⁹

Fue en 1931 cuando F.S. Kippin utilizó el término “silicona” para referirse a materiales líquidos en gel y sólidos (elastómeros) que contienen sílice.²⁰ Las siliconas fueron introducidas en 1946 en la industria, pero se comenzaron a usar en la fabricación de prótesis faciales al paso de varios años. En el comienzo de la Segunda Guerra Mundial fue que se comenzaron a usar sustancias como de látex líquido pre-vulcanizado, resinas acrílicas y polivinílicas que se obtuvieron resultados satisfactorios y funcionales.²¹

En 1960 Barnhart comenzó a estudiar la silicona, descubriendo que, debido a su gran flexibilidad, estabilidad dimensional, su pobre conductividad tanto eléctrica como térmica y su biocompatibilidad resultaba el mejor material para para la confección de prótesis faciales.^{22, 23, 24}

2.3 Silicona

Las siliconas son cadenas de silicio alternada y átomos de oxígeno que pueden modificarse uniendo varios grupos laterales orgánicos a los átomos de silicio o reticulando las cadenas moleculares. Son combinados con metil-clorado para formar dimetil diclorosiloxano, que reaccionará con agua y forma el polímero.²⁵

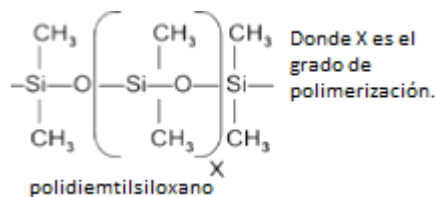


Figura 1. Esquema representativo de la estructura química de una silicona

El polímero es traslúcido, acuoso cuya viscosidad está determinada por la longitud de la cadena de polímero, estos van desde plásticos rígidos, elastómeros hasta consistencias fluidas.²⁶ El proceso de reticulación del polímero se denomina vulcanización, lo cual ocurre con o sin calor dependiendo del catalizador y el agente de reticulación usado.²⁶ Son útiles para muchas aplicaciones industriales como lubricantes, adhesivos, moldes, impermeabilizantes, así como en aplicaciones médicas y quirúrgicas.²⁶ Como material para confeccionar prótesis maxilofaciales, las siliconas exhiben buenas propiedades físicas a la intemperie y un amplio rango de temperaturas ambientales.²⁶

Clasificación²⁷:

1. Grado implante. Requiere someterse a pruebas y requerimientos de la Food and Drug Administration (FDA) como son la biocompatibilidad, bioseguridad, ser bioinerte, resistencia al desgarre, fractura y no liberar sustancias tóxicas. Para ser usado como implante subdérmico / submuscular.
2. Grado Médico. Sólo ha sido aprobado para uso externo y es el recomendado para fabricar prótesis faciales. Hay estudios que prueban su citotoxicidad, pero ninguno ha probado efectos negativos en el sitio adyacente. De igual forma pasan pruebas de biocompatibilidad, así como mecánicas.
3. Grado limpio este material es aplicado en la industria alimenticia para empaquetamiento y cobertura de alimentos
4. Grado industrial. Para aplicaciones industriales.

Las siliconas se encuentran en dos formas de acuerdo con su tipo de vulcanizado:

2.3.1 Silicona vulcanizada por calor (High-vulcanized Silicone, HTV).

Es el polidimetil vinil siloxano, el cual tiene aproximadamente 0.5% cadenas de vinilo²⁸ y peróxido diclorobenzoilo, usado como agente de vulcanización (iniciador). Se usan partículas de sílice de 30 µm como relleno. Por lo regular es un material blanco-opaco, muestra excelentes estabilidad térmica y de color cuando es expuesto al medioambiente.²⁹ Su catalizador es la sal de platino. Su vulcanización se obtiene por adición de radicales libres. La temperatura de vulcanización va de los 180 a los 220 °C alrededor de 30 minutos bajo prensado en moldes de metal.³⁰ Un ejemplo de este tipo de silicona es el Silastic S-6508³¹ pero este tipo raramente es usado en la fabricación de prótesis faciales.

2.3.2 Silicona de vulcanizado a temperatura ambiente (Room Temperature Vulcanization RTV)

Se encuentran dos tipos:

- Los que tienen una reacción de condensación cuando ocurre el entrecruzamiento. Tienen grupos reactivos como polisiloxanos hidroxilados, agentes de reticulación, por ejemplo, el silicato de tetraetilo y un catalizador como el triaceto silano. Su uso se limita para coloraciones extrínsecas (sobre la superficie de la prótesis).
- Aquellos que tienen una reacción de adición con el entrecruzamiento del poli siloxano, implican la adición de grupos de silano (-SiH) a grupos de vinilo (CH₂—CH—) unidos a la silicona con presencia de platino como catalizador. Estas siliconas no son realmente vulcanizadas a temperatura ambiente ya que el curado de estas siliconas requiere que el material se caliente a 15°C por una hora.^{28, 32}

Son los más usados en prótesis, están compuestos por una cadena corta de polímeros de sílice parcialmente bloqueados con grupos hidroxilo, además son viscosos e incluyen un octato de estaño que se usa como catalizador, tierra de diatomeas como relleno y ortoquil silicato como agente de entrecruzamiento.³³

Entre las siliconas (RTV) se encuentran:

- Silastic 382, 399. Tiene viscosidad y estabilidad de color, fácil de elaborar, biológicamente inerte, pero con pobre resistencia, sus resultados cosméticos son inferiores comparados con las demás siliconas.³⁴
- MDX4-4210. Se reportó que en esta silicona se mejoraron las propiedades relacionadas con la coloración y resistencia, sin embargo, incrementó su elongación y dureza respecto a los demás.³⁵

- Silastic 891. También llamado Silastic Medical Adhesive Silicone Type A. usado por primera vez por Udagama y Drane, es traslucido. Polimeriza al contacto con el aire, es compatible con una gran cantidad de colorantes.³⁵

Las investigaciones sobre el uso de siliconas de grado industrial para la confección de prótesis faciales, podemos citar una investigación donde probaron: dos siliconas grado médico LIM-6050 (GE Advanced Materials silicones, wilton, C.T.), Silastic MDX 4-410 (Dow Corning Corporatios, U.S.A.) y una silicona industrial Silastic 732RTV, en este estudio se usaron treinta ratas wistar a las cuales fueron divididas en 6 grupos y se les implanto de un lado un tipo diferente de silicona, dejando el otro lado como control. Se sacrificaron ratas a los 7, 15 y 30 días Al término del estudio se concluyó mediante cortes y análisis histológicos que los tres silicones eran biocompatibles, ya que no provocaron lesiones o necrosis en los tejidos adyacentes y que por lo tanto podrían ser usados en el área médica y dental.³⁶ Este resultado abre la posibilidad de usar silicón industrial para elaborar prótesis faciales ya que no tiene la misma compatibilidad biológica que el silicón grado médico.

2.4 Microorganismos asociados a prótesis faciales

Uno de los mayores cambios que el paciente percibe a simple vista y por el que a menudo se reemplazan las prótesis faciales, es el cambio que se da en el color de esta, además de los cambios físicos y de apariencia que sufren las prótesis, son colonizadas por una serie de microorganismos que comprometen el éxito del tratamiento protésico.³⁷

Se cuentan con reportes del 2016 donde Ocampo presenta los resultados de tomas bacteriológicas llevadas a cabo en 7 pacientes exenterados de órbita ocular portadores de prótesis. El objetivo de su estudio fue describir qué microorganismos colonizan las prótesis y la cavidad oftálmica en el primer

mes, a los 3 y a los 6 meses de uso³⁸. Se identificó después de un mes de uso de la prótesis, la presencia de *Staphylococcus aureus*, a los cuatro meses se aisló *Staphylococcus pyogenes* y al sexto mes de uso se confirmó la presencia de *Pseudomonas aeruginosa*. Mientras que, en las cavidades exenteradas de los pacientes portadores de prótesis se aislaron *S. epidermidis*, *S. aureus*, *Corynebacterium*, micobacterias y *S. pyogenes*.

En Brasil estudiaron a 43 participantes portadores de prótesis maxilofacial, en los cuales se analizó que tanto las prótesis como los tejidos que tenían contacto con estas se encontraban presentes los siguientes microorganismos.¹⁰

En la superficie de las prótesis:

- *Agregatibacter actinomycetemcomitans*
- *Bacteroides fragilis*.
- *Enterococcus faecalis*.
- *Fusobacterium nucleatum* *klebsiella pneumoniae*.
- *Micoplasma salivarium*
- *Parvimonas micra*.
- *Peptostreptococcus anaerobius*.
- *Preovotella intermedia*.
- *Pseudomonas putida*.
- *Streptococcus salivarius*.
- *Streptococcus sobrinus*.
- *Veillonella parvula*.
- *Candida glabrata*.

En los tejidos de soporte se encontraron:

- *Agregatibacter actinomycetemcomitans*.
- *Porphyromonas gingivalis*.
- *Pseudomonas aeruginosa*.

- *Solobacterium moorei*.
- *Streptococcus aureus*.
- *Streptococcus constellatus*.
- *Streptococcus gordonii*.
- *Streptococcus mutans*.
- *Streptococcus mitis*.
- *Streptococcus salivarius*.
- *Candida glabrata* .
- *Candida krusei*.

2.5 Efecto de desinfectantes en prótesis faciales

Se han realizado estudios del efecto de algunos desinfectantes en la estabilidad de dureza y color de siliconas usados para prótesis maxilofacial.^{1,3,13,37} Se puede destacar el uso de una silicona experimental de polietileno clorado (CP) y un polidimetil siloxano (silicona), de grado médico, Mutisil Epithetik® de la casa comercial Bredent GmbH. Los procedimientos de fueron planeados para simular un año de desinfección en uso de la prótesis.³⁹

- Con microondas, se realizó una exposición de 3 minutos con 365 repeticiones.
- Inmersión en hipoclorito de sodio por 30 horas,
- Inmersión en jabón neutro por 30 horas.
- Inmersión en desinfectante comercial Daro B® por 30 horas

De esto se concluyó que el hipoclorito de sodio no era recomendable para la desinfección ya que presentó los mayores cambios en cuanto al color en la silicona grado médico, para este material se encontró que el mejor procedimiento de desinfección era el microondas.³⁹

Goiato evaluó la estabilidad de color de la silicona grado médico MDX4-4210 frente a los desinfectantes y desgaste acelerado con rayos U.V. (para simular el desgaste diario). Los desinfectantes empleados fueron tabletas efervescentes para prótesis dentales (compuestas de carbonato sódico peroxihidrato perborato sódico, bicarbonato sódico, monopersulfato potásico, fosfato trisódico, ácido sulfámico y polivinilpirrolidona), jabón neutro y clorhexidina al 4%.⁴⁰ Para muestras desinfectadas con pastillas efervescentes combinadas con agua a 37° realizaron inmersiones de 15 minutos. En el caso de las muestras en las que usó jabón neutro hizo tallado con la yema de los dedos por 30 segundos y posteriormente se enjuagaron con agua por 30 segundos. Las muestras desinfectadas con clorhexidina fueron inmersas por 10 minutos y enjuagadas con agua corriente. Se realizó la desinfección tres veces a la semana por dos meses, posteriormente los sometió a procedimientos de desgaste acelerado con rayos UV de 252, 504 y 1008 horas³⁹. Se encontró que los grupos desinfectados con clorhexidina presentaron mayor cambio de color comparados con los otros desinfectantes, sin embargo, estos cambios no fueron evidentes hasta que fueron sometidos a envejecimiento acelerado. También que el hecho de hacer un desgaste acelerado con rayos UV afectó el color de todos los grupos. Se menciona que sólo los valores superiores a 3 con el análisis CIE L*A*B* en el cambio de color pueden ser observados por el ojo humano, al revisar sus resultados también se encuentra que desde el periodo de desgaste de 252 horas se observan cambios superiores a 3 con la clorhexidina y el jabón neutro. Para los periodos de envejecimientos de 504 y 1008 horas se encontró que todas las muestras, sin importar qué desinfectante se usó, tuvieron cambios superiores a 3, siendo la clorhexidina y el jabón neutro los más grandes.³⁹

Dichos antecedentes en su conjunto resaltan la necesidad de investigar un desinfectante que no altere de manera significativa las características físicas de la silicona. Sin embargo, la investigación de los desinfectantes se ha

limitado a unas pocas alternativas. Este hecho abre la necesidad de explorar un rango más variado de desinfectantes que eventualmente pueden ser usados en prótesis maxilofacial.

2.6 Desinfectantes

La desinfección es el proceso físico o químico por medio del que se eliminan los agentes patógenos reconocidos, pero no necesariamente todas las formas de vida microbianas. Este proceso de desinfección se presenta en objetos inanimados o inertes.⁴¹

Existen diferentes niveles de desinfección:⁴¹

- Alto: realizado con agentes químicos que eliminan a todos los microorganismos. Ejemplos: glutaraldehído, peróxido de hidrógeno.
- Intermedio: son los agentes químicos que eliminan bacterias vegetativas y algunas esporas bacterianas. Incluye a los fenoles, hipoclorito de sodio, cetrimida y cloruro de benzalconio.
- Bajo: es realizado por agentes químicos que eliminan bacterias vegetativas, hongos y algunos virus ejemplos son los amonios cuaternarios.

Tabla 1. Efectividad de agentes desinfectantes y mecanismos de acción.⁴¹

Compuesto	Concentración	Nivel de desinfección.	B	V L	V H	M	H	E	Mecanismo de acción	Usos
Cloro	2:1000(100ppm)	Intermedio/bajo	+	+	+	+	+		IE, DO, IAN	Pisos
Iodo	30-50 ppm	Intermedio	+	+	+	+/-	+	-	RP	Botellas de hemocultivo, equipo médico
Peróxido de hidrógeno	3-25%	intermedio	+	+	-	+	+	-	ROH	Lentes de contacto
Alcoholes	60-95%	Intermedio	+	+	-	+	+	-	DP	Termómetros, endoscopios, superficies externas
Fenoles	0.4-5%	Intermedio/bajo	+	+	+/-	-	+	-	IE	Antiséptico.
Amonios Cuaternarios	0.4-1.6%	bajo	+	+	-	-	+	-	IE DP	Pisos, muebles
Ácido peracético	0.001-0.2%	alto	+	+	+	+	+	+	oxidante	Equipos de diálisis
Clorhexidina	0.05%	Bajo	+	+	+/-	-	+	-	citoplásmico	Antiséptico.
Glutaraldehído	2%	Esterilizante químico Atto	+	+	+	+	+	+	Alquilación de ADN/ARN	Instrumentos termolábiles

Abreviaciones: B=bacterias VL=Virus lipofílicos VH=virus hidrofílicos M= Micobacterias H=hongos E= esporas.

IE=inactivación enzimática DP= desnaturalización de proteínas

IAN=inactivación de ácidos nucleicos.

2.6.1. Alcohol desnaturalizado, Lysol ®

El principio activo de este desinfectante es el alcohol desnaturalizado, convirtiéndolo en un desinfectante de amplio espectro⁴², las pruebas realizadas al producto por el fabricante indican que es eficaz contra gran variedad de virus, bacterias y hongos en un 99.9%, pero no elimina necesariamente esporas, además de ser de uso conveniente ya que no irrita vías respiratorias, piel y no tiene efectos tóxicos probados.⁴²

Se evaluó el Lysol Profesional ® en aerosol (79% de alcohol) en presencia de cinco microorganismos, *P. aeruginosa*, *Salmonella choleraesuis*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium bouis*, y poliovirus tipo 1 y se encontró una adecuada actividad antimicrobiana.⁴³ En otro estudio, se usó para la desinfección de hidrocoloides irreversibles, los investigadores encontraron que el Lysol Professional ® con 10 minutos de contacto tenía una adecuada acción desinfectante adecuado para hidrocoloides irreversibles.⁴⁴ Al ser un alcohol sus propiedades germicidas son determinadas por su capacidad para desnaturalizar proteínas plasmáticas y la disminución de la tensión superficial.⁴⁵

2.6.2 Cloruro de benzalconio

El cloruro de benzalconio (CB) es un compuesto cuaternario de amonio (CCA), cuya fórmula condensada es n-alquil metil bencil cloruro de amonio⁴⁶. El cloruro de benzalconio fue el primer de amonio cuaternario introducido en el mercado, con buena actividad bactericida frente a grampositivos, pero con poca actividad frente a gramnegativos, particularmente *Pseudomonas*.⁴⁶

Se usa como bactericida o bacteriostático en distintas diluciones según su aplicación, además es activo en hongos y virus. En solución alcohólica al 0,13% o acuosa al 0,1% se emplea para la desinfección de piel y mucosas,

pequeñas heridas y desinfección de las manos del cirujano. También (más diluido) para aplicaciones vaginales, heridas abiertas o irrigaciones oculares.⁴⁶ Su mecanismo de acción se basa en lesionar la membrana celular debido a que desorganizan la disposición de las proteínas y fosfolípidos, por lo que se liberan metabolitos desde la célula, interfiriendo con el metabolismo energético y el transporte activo.⁴⁶

2.6.3 Desinfectante orgánico de origen cítrico

A lo largo de las últimas dos décadas, en el campo de la desinfección de alimentos se han empleado diferentes compuestos con buena actividad antimicrobiana que contienen concentrados derivados de semillas de cítricos adicionados de etanol.⁴⁷ Los extractos de semillas de cítricos contienen una gran cantidad de compuestos fenólicos, así como flavonoides, a los cuales se les ha atribuido su acción antimicrobiana.⁴⁸ Basándonos en esto se podría deducir que su mecanismo de acción es mediante la desnaturalización de proteínas plasmáticas.⁴⁶

En el año 2013 se probó la actividad germicida de diversos desinfectantes: Etanol al 70% , Gel de etanol e isopropanol al 70% fabricado por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), clorhexidina al 4%, Becton® y tres desinfectantes cítricos (cifra power1000® Citrus 21® y naturee®)⁴⁷. Los microorganismos usados para probar la efectividad antimicrobiana fueron *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii*. Los resultados arrojaron que los desinfectantes cítricos tuvieron una buena acción germicida al ser iguales a la de la clorhexidina y el etanol.⁴⁴

2.6.4 Gluconato de Clorhexidina

Desarrollada en la década de los 40's del siglo pasado por la "Imperial Chemical Industries", en Inglaterra, se lanzó al mercado en 1954, empleándola en el área médica-quirúrgica y posteriormente se usó en odontología para la desinfección de boca y en tratamientos de endodoncia.⁴⁹ Está compuesta de dos moléculas simétricas de dos anillos clorofenólicos y dos grupos de biguamida, unidos por un puente de Hexa metileno. Tiene carga positiva por lo que se comporta como base fuerte, siendo más estable en forma de sal. Su mecanismo de acción desinfectante se debe a su unión a la membrana celular de microorganismos, produciendo un aumento en su permeabilidad.⁴⁶

Se ha demostrado que a una concentración de 63-71mg/L (0.067- 0.071%) tiene acción inhibitoria ante *E. cloacae*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.⁵⁰ El mismo estudio indica que para su uso tópico se debe usar a una concentración del 0.5%, como concentración mínima inhibitoria. Su mecanismo de acción se da por unión a la membrana, con lo cual aumenta la permeabilidad, provocando la muerte bacteriana.⁵¹

2.6.5 Plata coloidal ionizada

A la plata coloidal se le ha dado una gran gama de usos medicinales basados en la actividad microbicida y desinfectante de la misma plata metálica. En México su principal uso es como desinfectante recomendado para frutas y verduras e incluso agua.⁵² Se tienen reportes de que la concentración adecuada y segura para la plata coloidal como desinfectante es de 3 a 5 ppm.⁵²

Los coloides son sistemas de dispersión con características intermediarias a las soluciones y a las suspensiones. En estos la partícula dispersa posee un diámetro de $1 \times 10^{-10} \text{m}$, pero no es visible por su estado de homogeneidad. Los compuestos de plata utilizados como bactericidas producen su efecto microbicida de acuerdo con el tiempo de descarga de los iones de plata; su

eficacia clínica está directamente relacionada con la constante presencia de los iones de plata libres en el ambiente local del microorganismo, que favorezca la disociación de las sales y ha demostrado tener la capacidad de matar cultivos de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Candida Albicans*.⁵² Según el fabricante de plata coloidal desinfectante Microdyn® para la desinfección de superficies inertes se debe diluir 15 gotas (800 µL aproximadamente) en un litro de agua (concentración del 0.035%) y cubrir la superficie durante 15 minutos.

La selección de un desinfectante que no comprometa las condiciones iniciales de la prótesis, así como también atienda las necesidades de desinfección que requiere la prótesis y por ende portador de ésta; incrementará el éxito del tratamiento y la calidad de vida del paciente. Por lo tanto: Es necesario determinar qué efecto pueden tener los diversos desinfectantes sobre las características físicas (color y dureza) de las siliconas empleados para elaborar las prótesis faciales. Si las condiciones iniciales de la prótesis se ven alteradas puede dejar de ser un tratamiento cómodo y estético para el paciente.

III. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de una prótesis facial es una solución adecuada para rehabilitar regiones faciales de pacientes con defectos faciales incrementando la calidad de vida física y psicológica de los pacientes portadores.

Sin embargo, una de las principales desventajas de las prótesis faciales es el de servir como reservorio de microorganismos y bajo ciertas condiciones llegar a agredir los tejidos adyacentes. La falta de un protocolo de desinfección que permita reducir la cantidad de microorganismos existentes en la prótesis nos lleva a estudiar el efecto que tendrán diversos desinfectantes al estar en contacto con la silicona grado industrial, ya que cuestiones económicas en muchos casos se llega a usar silicona grado industrial para la confección de prótesis maxilofacial

El uso de esta silicona industrial no es el de primera elección, pero hay antecedentes que han demostrado una biocompatibilidad similar de las siliconas grado médico con siliconas de tipo industrial que por lo tanto podrían ser usados en el área médica y dental.⁵³

Lo anterior nos lleva a nuestra pregunta de investigación “¿Qué efecto tendrá el uso de diferentes agentes desinfectantes en las características físico-mecánicas (dureza y color) de la silicona grado industrial (Sista F101® Dow Corning Corporation, U.S.A.) usada para la elaboración de prótesis faciales?”

IV. JUSTIFICACIÓN

A realizar estudios de color y dureza después de que la silicona este en contacto con diferentes desinfectantes obtendremos datos que nos podrán servir para posteriormente crear un protocolo de desinfección que no comprometa el color y la dureza de la silicona.

V. HIPÓTESIS

El uso de agentes desinfectantes modificará la dureza y color de silicona usada para la elaboración de prótesis faciales (silicona industrial Sista F101).

5.1 HIPÓTESIS NULA

El uso de agentes desinfectantes no cambiará la dureza y color de la silicona usada para la elaboración de prótesis faciales (silicona industrial Sista F101).

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Comparar el efecto que tienen diferentes desinfectantes sobre la estabilidad de color, dureza y composición química de la silicona para prótesis maxilofaciales.

6.1 Objetivos específicos

- Determinar cuál es el efecto del agua sobre el color y dureza de silicona usada para la elaboración de prótesis maxilofaciales.
- Determinar cuál es el efecto de la plata coloidal sobre el color y dureza de silicona usada para la elaboración de prótesis maxilofaciales.
- Determinar cuál es el efecto de la clorhexidina al 12% sobre el color y dureza de silicona usada para la elaboración de prótesis maxilofaciales.
- Determinar cuál es el efecto del cloruro de benzalconio al 0.13% sobre el color y dureza de silicona usada para la elaboración de prótesis maxilofaciales.
- Determinar cuál es el efecto de alcohol desnaturalizado sobre el color y dureza de silicona usada para la elaboración de prótesis maxilofaciales.

- Determinar cuál es el efecto del desinfectante natural a base de semillas de cítricos sobre el color y dureza de silicona usada para la elaboración de prótesis maxilofaciales.
- Realizar un análisis estadístico sobre los cambios de color y dureza de los silicones usados para la elaboración de prótesis maxilofaciales

VII. MATERIAL Y MÉTODO

7.1 Criterios de inclusión

Muestras de silicona Sista F101® (Dow Corning Corporation, U.S.A) de 50 mm de largo por 15 mm de ancho y 6 mm de espesor, pigmentadas con pigmento Silic Pig® color amarillo, azul y rojo, para pruebas de color y dureza.

7.2 Criterios de exclusión

Muestras que no cumplan con las especificaciones que se mencionan en los criterios de inclusión.

7.3 Criterios de eliminación

Muestras que por alguna razón se hallan contaminado con otro desinfectante o sustancia.

Muestras a las que se les haya agregado mayor cantidad de desinfectante.

7.4 VARIABLES.

7.4.1 Independientes

Tipo y concentración de cada desinfectante en el que se sumergieron las muestras.

Tiempo de la toma de mediciones de las muestras (0,15 y 30 días).

7.4.2 Dependientes

- Variación en la dureza de la silicona Sista F101® (Dow Corning Corporation, U.S.A.) previamente pigmentado.
- Variación en el color de la silicona Sista F101® (Dow Corning Corporation, U.S.A.)

VIII. DISEÑO EXPERIMENTAL

8.1 Tamaño de la muestra

Se usaron un total de 59 muestras.

Para los experimentos de cambio de color y dureza, en las cuales se utilizaron las mismas muestras para los dos experimentos, se realizaron muestras de 15 mm de ancho por 50 mm de largo y 6 mm de grosor (volumen de cada muestra 4.5 cm³ o 4.5 mL).

Se crearon 18 muestras de tres diferentes colores (amarillo, azul y rojo), fueron repartidas en grupos de tres por cada solución. Otras tres muestras de silicona sin pigmentos fueron hechas, estas no fueron inmersas en ningún tipo de solución y se dejaron sólo en recipientes cerrados a condiciones ambientales. Como un resultado extra a los objetivos previamente marcados surgió la posibilidad de realizar espectroscopia de infrarrojo medio con reflectancia total atenuada (por sus siglas en inglés, ATR), para esto se realizaron muestras de 25 mm x 15 mm x 6 mm tanto de silicona Sista F101® (Dow Corning Corporation, U.S.A.) como de silicona Silastic Medical Adhesive Silicone Type A® (Dow Corning Corporation, U.S.A.), con el fin de caracterizar las sustancias que conforman a cada tipo de silicona y establecer diferencias entre la composición de cada una. Estas muestras no fueron pigmentadas.

Tabla 2. Muestras para los experimentos de color y dureza.

Prueba	Solución	Número de muestras color azul.	Numero de muestras color rojo.	Número de muestras color amarillo.	Numero de muestras sin color.
Color y dureza	Control(agua corriente)	3	3	3	
Color y dureza	Desinfectante cítrico	3	3	3	
Color y dureza	Cloruro de Benzalconio	3	3	3	
Color y dureza	Clorhexidina al 12%	3	3	3	
Color y dureza	Lysol®	3	3	3	
Color y dureza	Plata coloidal	3	3	3	
Dureza	Sin solución				3

Tabla 3. Muestras para análisis ATR.

Prueba	Solución	Muestras de silicona industrial sin color	Muestras de silicona grado médico sin color
ATR	Control(agua corriente)	1	1

8.2 Material y equipo

Materiales

- Muflas de acero inoxidable de 45cm x 15cm x 2cm. para elaborar las muestras de silicona
- Yeso piedra tipo IV, marca whip-mix (U.S.A.) para realizar el molde de las muestras de silicona.
- Taza de hule.
- Silicona Sista F101® (Dow Corning Corporation, U.S.A.)
- Silicona Silastic Medical Adhesive Silicone Type A® (Dow Corning Corporation, U.S.A.)
- Solución de plata coloidal 0.35% Microdyn®
- Desinfectante natural/polifenoles (extracto de semillas cítricas de origen botánico) Member's Mark Quality Guaranteed al 0.2%
- Desinfectante a base de Alcohol desnaturalizado: Lysol Spring Waterfall®
- Cloruro de Benzalconio. Krit® al 0.13%
- Gluconato de Clorhexidina al 12% Ninca Scrus®
- Agua potable
- Pigmentos de silicona Silc Pig®, amarillo, azul y rojo.
- Durómetro Shore A, Fowler®, England.
- Colorímetro digital, CHIN-SPEC®, China
- Incubadora Felisa® Estufa, México.
- Báscula granataria, Scout II Ohaus®, E.U.A.
- Frascos para muestras de capacidad de 100 mL
- Micropipetas de diversas capacidades, Pipetman® Gilson, Francia).
- Espectrofotómetro Nicolet Nexus 670® FTIR
- Pistola dispensadora de silicona industrial.

Ver anexo 1.

8.3 Metodología

Se mandó a manufacturar dos muflas de acero inoxidable de 45cm x 15cm x 2cm. para elaborar las muestras de silicón (imagen 1).



Imagen 1. Mufla para la elaboración de muestras

Posterior a la creación de las muflas se realizaron los moldes para la realización de las muestras de silicón, creando placas de cera rosa toda estación con las dimensiones de las muestras que deseamos obtener (15x50x6 mm). Se hicieron 32 placas de cera.

Para realizar el molde primero se colocó vaselina en toda la superficie de la mufla y se preparó 1 kg de yeso piedra tipo IV whip mix® con una relación de 23mL de agua por 100 g de yeso. Esta mezcla se vertió en la mufla vibrándola para eliminar burbujas.

Inmediatamente se colocaron sobre el yeso las 32 placas de cera rosa y se preno inmediatamente colocando la tapa.

Posteriormente se esperó el fraguado del yeso. Se abrió la mufla y se quitaron las placas de cera obteniendo así el molde (imagen 2).



Imagen 2. Molde para fabricar muestras de silicón.

8.3.1 Pigmentación de la silicona

Se realizó la mezcla de pigmentos con la silicona en una taza de hule con ayuda de una espátula para yeso con movimientos circulares, haciendo presión contra las paredes de la taza de hule para eliminar burbujas, hasta conseguir una consistencia homogénea (1 minuto de espatulado). Utilizando la misma proporción y cantidad de silicona y de pigmento en cada caso, el cual fue de 120 microlitros de pigmento por 15 gramos de silicona. (imagen 3 y 4).

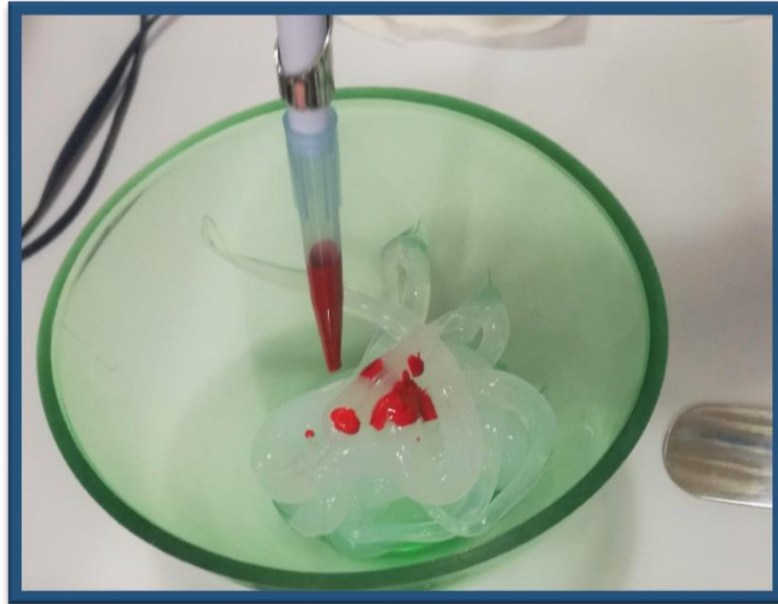


Imagen 3. Adición del pigmento con ayuda de micropipeta de 1000 μ L

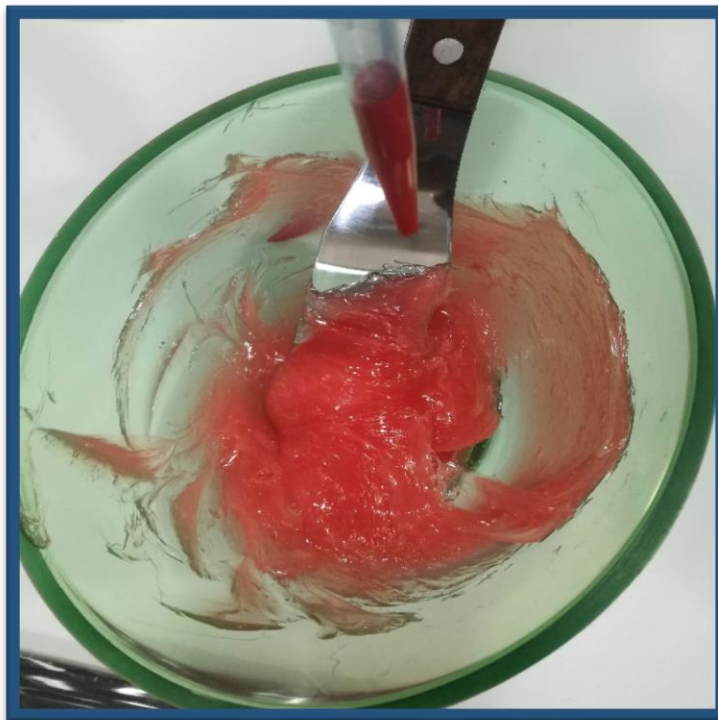


Imagen 4. Espatulado en la taza de hule.

8.3.2. Colocación de la silicona pigmentada en el molde

Posterior a la pigmentación se colocó el silicón en cada molde para su prensado, cuidando que se obtuviera una superficie lisa y libre de burbujas. (imagen 5).



Imagen 5. Colocación del silicón pigmentado en los moldes.

8.3.3 Prensado y obtención de las muestras

Posterior a la colocación del silicón se prensó con prensas de carpintero, se dejaron prensadas durante 24 horas, posterior a esto se obtuvieron las muestras de silicón.



Imagen 6. Obtención de muestras de silicón 24 horas después del prensado.

18.3.4 Preparación de las soluciones desinfectantes

Se usaron 100 mL de cada solución para la inmersión de las muestras.

En el experimento contamos con soluciones las cuales debíamos preparar para obtener la concentración requerida, mientras que otras debido a su presentación comercial no tuvimos que diluirlas o modificarlas.

Las soluciones no modificadas fueron:

- Lysol®.
- Desinfectante a base de semillas de cítricos. 0.2%
- Clorhexidina al 12%

Los desinfectantes que fueron preparados para obtener la concentración deseada fueron:

- Plata coloidal. El fabricante indica que se usan 15 gotas de plata coloidal al 0.35% en 1L para desinfectar utensilios, lo cual correspondía a verter 800 μ L en un litro de agua, siendo una concentración final de 0.00028%
- Cloruro de benzalconio. En su presentación comercial es del 12%, en el presente estudio se utilizó 0.13% por lo cual se hizo el cálculo para preparar 100 mL de cloruro de benzalconio al 0.13%, así que por cada 100 mL debíamos colocar 1.083 mL. Para realizar la dilución usamos micropipetas de 1000 μ L que corresponden a 1mL

8.3.5. Almacenamiento de las muestras de silicona en soluciones desinfectantes

Las muestras fueron sumergidas en las seis diferentes soluciones (cinco desinfectantes: plata coloidal al 0.00028% (Microdyn®), desinfectante natural a base de extracto de semillas de cítricos al 0.20% (Member's Mark Quality Guaranteed®), desinfectante a base de alcohol orgánico desnaturalizado (Lysol®), cloruro de benzalconio al 0.13%, (Krit®) y Clorhexidina al 12%) y un

grupo control de agua potable. Para colocar las muestras en las soluciones se emplearon frascos con tapa hermética se usó 100 mL de cada desinfectante como de agua (Imagen 7).

Los recipientes rotulados con las muestras en la solución se almacenaron durante 30 días a 37°C en obscuridad, sacándolos para medición correspondiente al periodo (imagen 8). Una vez cumplidos los tiempos de almacenaje se retirarán de la solución y se tomarán las mediciones finales con el colorímetro digital y se realizó la medición de la dureza bajo las mismas condiciones que en la toma inicial.

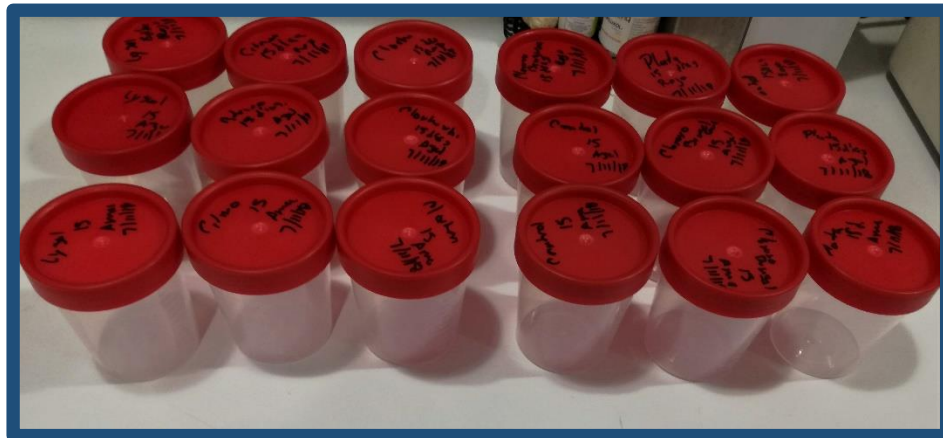


Imagen 7. Frascos rotulados.



Imagen 8. Muestras inmersas en el desinfectante correspondiente

8.3.6 Prueba de espectroscopia de infrarrojo, por reflectancia total atenuada.

La espectroscopia de infrarrojo es un método que nos permite caracterizar, identificar y cuantificar sustancias. Mediante su uso se obtienen espectros de sólidos, líquido y gases. El espectro resultante representa la absorción y transmisión molecular, esto nos permitirá obtener una huella digital molecular, en ella se muestran los picos de absorción que corresponden a las frecuencias de vibraciones entre los enlaces de los átomos que forman el material⁵⁴. En el caso de ATR es una técnica de espectroscopia que nos permite obtener datos de mayor calidad.

Estas pruebas fueron para saber si la silicona de grado médico y la de grado industrial variaban en su composición química, no para determinar el efecto de los desinfectantes sobre la composición química de las muestras.

Para estas pruebas únicamente se usaron dos muestras de las dos diferentes siliconas (Sista F101® y Silastic Medical Adhesive Silicone Type A®), fueron fabricadas de la misma forma, solo que éstas no fueron pigmentadas. El espectro fue entre 4000cm^{-1} a 400cm^{-1} utilizando una temperatura de 48°C lo emitió un espectrofotómetro Nicolet Nexus 670 FTIR en el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología UNAM (ICAT). Todas las muestras fueron leídas en % de Transmitancia.

8.3.7 Prueba de color

El análisis CIE $L^*A^*B^*$ fue establecido por la comisión Internationale de l'Eclairage (CIE) este sistema sirve para calcular el significado de ΔE (variación de color) entre dos mediciones de color.⁵⁵ Usa tres parámetros colorimétricos "L", "a" y "b", en donde "L" indica la luminosidad o brillo, "a" indicará el contenido de rojo o verde, "b" nos indicará el contenido de amarillo o azul.⁵⁶

De modo que la fórmula para calcular el ΔE es: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$

Las mediciones de color se realizaron con el colorímetro digital, CHIN-SPEC®, en tres puntos distintos de la muestra de silicona (centro y extremo derecho e izquierdo). El análisis de cambio de color se llevó a cabo con el sistema CIEL *A*B*, con la finalidad de saber si se presentaron cambios en los silicones al sumergirlos en los diferentes desinfectantes en comparación con el grupo control y con las tomas iniciales antes de ser expuestos a las soluciones. Se comparó a los 15 días de estar en las soluciones y a los 30 días.

Se hicieron 3 mediciones de color, Tiempo 0 (24 horas después del prensado y antes de colocar las muestras de silicona en las soluciones), T 15 después de 15 días de contacto con la solución y T 30, después de 30 días de estar inmersos en la solución. Tomamos 3 mediciones por muestra con las que se hizo un promedio por muestra que son las que se presentan en las tablas de resultados.

8.3.8. Medición de la dureza

La dureza es una propiedad mecánica que se define como la resistencia de un material a la deformación plástica que normalmente se calcula bajo una fuerza de indentación.³¹ Otra definición indica que es la medida de la resistencia a la penetración sobre la superficie de un material efectuada por un objeto duro.⁵⁷ Para medir la dureza de nuestras siliconas se usó el Durómetro Shore A, Fowler®, de acuerdo con la norma ASTM D2240-15. El método permite medir la dureza basándose en una indentación inicial o después de un periodo de tiempo, o ambos.⁵⁸ En el caso de las siliconas se usa el durómetro tipo A, el cual consiste en un indentador con las características de la siguiente figura:

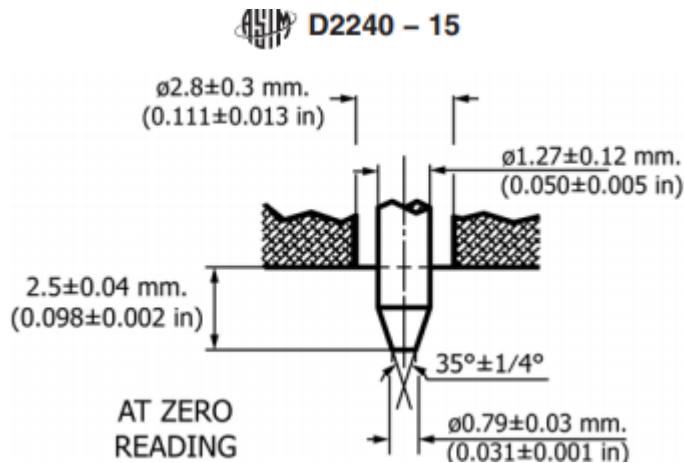


Imagen 9. Estructura del indentador del durómetro tipo A⁵⁹

Este método se basa en la penetración de una aguja en la superficie del material con una carga constante.³⁵ Para calcular la diferencia se realizó un delta D (ΔD), que será la diferencia del valor final y el valor inicial.

El espécimen de la prueba debe tener mínimo 6 mm de grosor y con bordes suficientes para permitir mediciones que estén separados de cualquier borde al menos de 12 mm, sus bordes ser paralelos y lisos. Debemos recordar que nuestras muestras median 50x15x6 mm con lo que eran muestras adecuadas para la realización de esta prueba.

Para realizar las mediciones con el durómetro tipo A, primero se coloca la muestra en una superficie plana, dura y horizontal. El durómetro se pone en posición vertical con la punta del indentador a una distancia de cualquier borde de la muestra, se hace una presión ligera por un segundo, esto nos da un valor en escala shore, la cual se registró. Se tomaron mediciones en 3 distintos lugares para la obtención de un promedio por muestra, se tomaron las mediciones de dureza antes de colocarlos en los recipientes rotulados con los desinfectantes. Al ser las mismas muestras que se usaron tanto para la medición de color y dureza, el almacenamiento fue el mismo. A los 15(t15) y 30 días (t30) se sacaron de las soluciones para tomar las otras mediciones de dureza.



Imagen 10. Durómetro shore A utilizado en el experimento.



Imagen 11. Uso del durómetro.

IX. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

9.1 Espectroscopia de infrarrojo por ATR

Estos son resultados extra a los objetivos planteados al principio de este estudio, se hicieron con el fin de saber si químicamente hay diferencias entre la silicona grado industrial y la silicona grado médico, ya que se usa con frecuencia la silicona grado industrial para realizar prótesis. En estas pruebas se arrojaron dos espectros, uno correspondiente a la silicona grado médico (Silastic Medical Adhesive Silicone Type A®) y otro a la silicona grado industrial (Sista F101®). Se buscó a qué grupo funcional correspondía cada pico de los espectros y se presentan a continuación

Silicona grado industrial, Sista F101®.

- PICO 1, 2964 = Metil silicio CH_3Si
- PICO 2, 1412 = Acetato O-CO-CH_3
- PICO 3, 1258 = Dicloro metano CHCl_2 .
- PICO 4, 1075 = Siloxanos $-(\text{SiO})$
- PICO 5, 1007 = Siloxanos $-(\text{SiO})$
- PICO 6, 862 = Silano Si-H
- PICO 7, 786 = Silicato $-\text{SiO}_3^{2-}$
- PICO 8, 686 = Vinilenos CH=CH

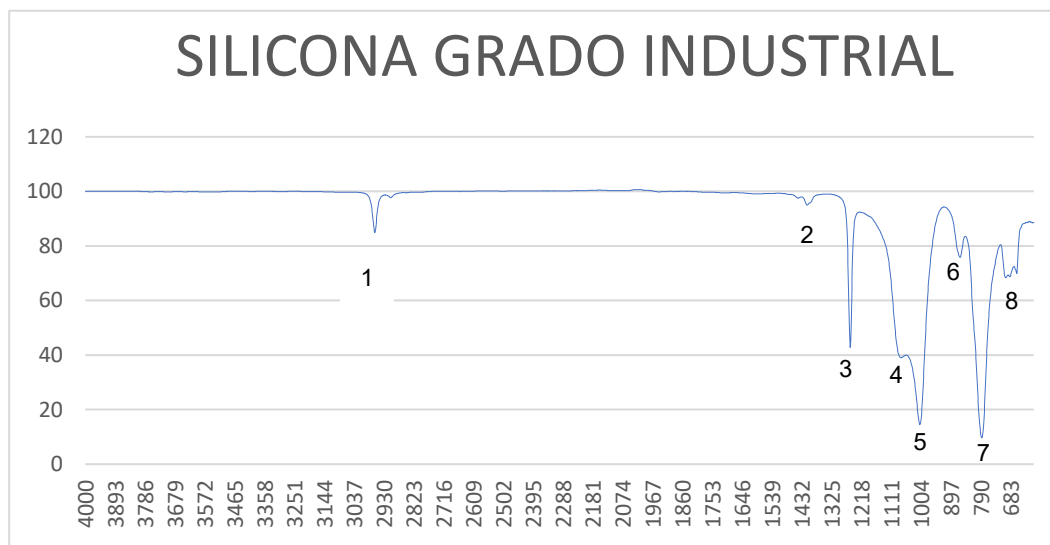


Imagen 12. Espectro silicona industrial, Sista F101®.

En el espectro de la silicona grado industrial podemos encontrar la presencia de grupos funcionales que contienen silicio que es el principal componente de las siliconas, como los siloxanos.

Silicona grado médico, Silastic Medical Adhesive Silicone Type A®, encontramos los mismos picos correspondientes a los mismos grupos funcionales.

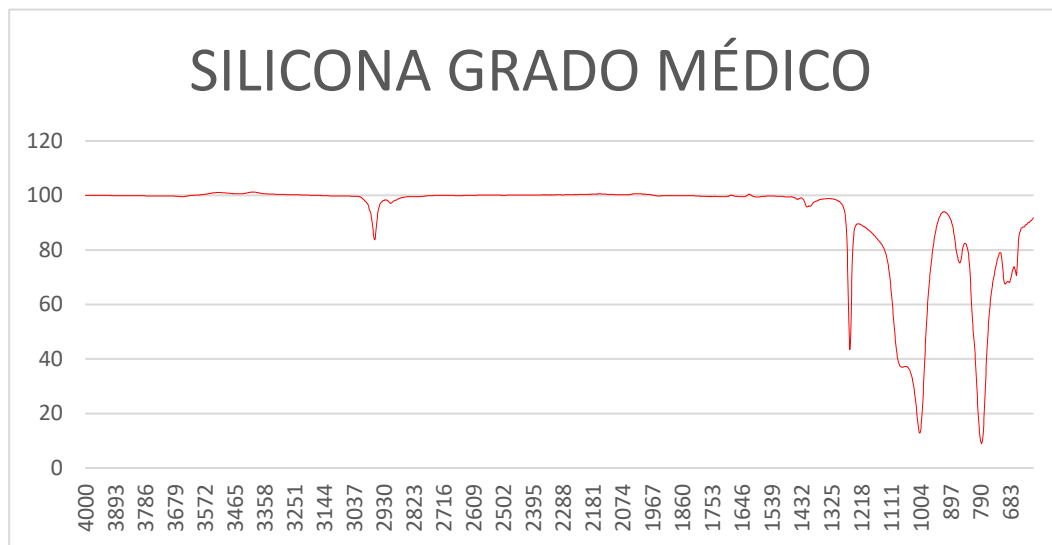


Imagen 13. Espectro silicón grado médico, Silastic Medical Adhesive Silicone Type A®

A continuación, presentaremos ambas gráficas empalmadas para hacer notar diferencias entre ambos espectros.

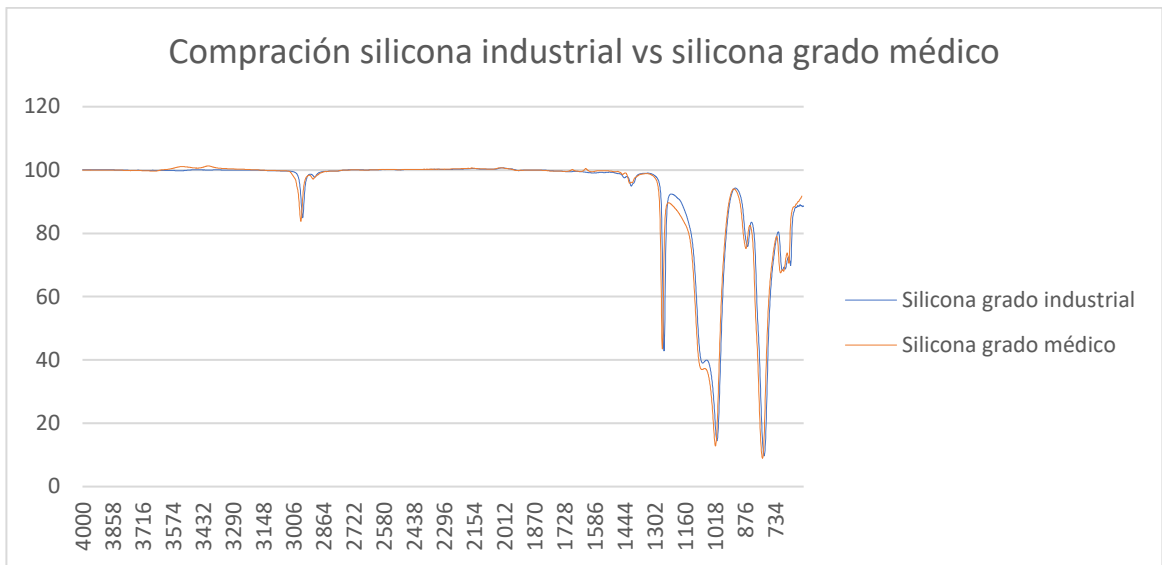


Imagen 14. Empalme de los dos espectros obtenidos.

Como se puede observar, sus picos son los mismos, por lo que no existe una diferencia química.

9.2 Resultados cambio de color

TABLA 4. Tabla de datos con los valores obtenidos con el análisis CIE L*A*B* a los 0, 15 y 30 días de las muestras de color amarillo.

Muestra/solución	Valores iniciales			Valores 15 días			Valores 30 días		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control									
1	56.3	-11.4	49.1	59.9	-12.9	57.7	59.7	-12.7	56.1
2	57.1	-11.8	51.6	59.9	-13.1	58.1	57.7	-13.0	57.2
3	58.9	-12.4	55.3	60.1	-12.2	52.9	59.9	-12.7	55.1
Promedio	57.4	-11.9	52.0	59.9	-12.7	56.3	59.1	-12.8	56.1
Benzalconio									
4	59.8	-12.5	56.2	62.0	-12.3	59.2	63.6	-12.3	56.3
5	58.9	-12.7	55.9	62.1	-12.2	55.7	63.0	-12.3	56.9
6	59.2	-12.3	56.0	65.6	-11.5	48.1	63.4	-12.3	57.7
Promedio	59.3	-12.5	56.0	63.2	-12.0	54.4	63.3	-12.3	57.0
Clorhexidina									
7	59.5	-12.6	55.2	60.4	-12.8	59.1	60.0	-12.6	55.8
8	58.9	-12.7	56.6	60.7	-13.0	57.8	59.5	-13.1	55.4
9	59.6	-12.9	56.5	57.2	-12.9	58.2	59.4	-13.3	56.5
Promedio	59.4	-12.7	56.1	59.4	-12.9	58.4	59.6	-13.0	55.9
Lysol									
10	58.8	-12.6	64.2	61.4	-12.1	54.2	62.5	-12.4	50.7
11	59.3	-12.1	62.6	62.6	-12.4	53.9	61.1	-12.5	52.6
12	59.4	-12.7	61.4	64.2	-11.6	50.4	61.3	-12.8	54.4
Promedio	59.2	-12.5	62.7	62.7	-12.0	52.8	61.6	-12.6	52.6
Cítrico									
13	59.3	-12.9	56.1	59.9	-12.9	57.1	60.4	-13.3	57.1
14	59.9	-12.6	57.1	59.9	-13.1	58.1	59.9	-13.1	56.6
15	59.5	-12.8	56.9	60.1	-12.2	52.9	60.5	-12.5	53.6
Promedio	59.6	-12.8	56.7	59.9	-12.7	56.1	60.2	-13.0	55.8
Plata coloidal									
16	59.7	-12.4	55.5	55.7	-9.3	47.1	56.2	-8.9	45.0
17	58.8	-12.1	52.7	58.1	-7.7	37.3	56.2	-9.4	49.6
18	56.5	-7.3	55.4	55.4	-8.5	45.6	55.5	-9.4	50.0
Promedio	58.3	-10.6	54.5	56.4	-8.5	43.3	56.0	-9.2	48.2

Tabla 5. Tabla de datos con los valores obtenidos con el análisis CIE L*A*B* a los 0, 15 y 30 días de las muestras de color azul.

Muestra/solución		Valores iniciales			Valores 15 días			Valores 30 días		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
control										
	1	36.2	3.3	-28.0	35.2	4.3	-31.6	35.1	4.2	-30.4
	2	33.6	4.0	-29.2	35.5	4.8	-31.1	35.4	4.1	-29.6
	3	33.8	4.2	-29.7	36.5	4.5	-31.5	35.7	4.1	-29.6
PROMEDIO		34.5	3.8	-29.0	35.7	4.6	-31.4	35.4	4.1	-29.9
Benzalconio										
	4	37.1	3.3	-28.0	40.6	3.5	-31.9	41.4	3.8	-33.3
	5	34.6	4.5	-30.1	39.3	4.5	-33.4	41.7	3.6	-33.1
	6	34.4	4.0	-29.8	38.9	3.9	-34.0	40.3	3.8	-33.5
PROMEDIO		35.4	3.9	-29.3	39.6	4.0	-33.1	41.1	3.7	-33.3
Clorhexidina										
	7	35.0	3.8	-29.1	34.8	3.3	-29.4	34.8	3.2	-29.1
	8	34.5	4.1	-29.3	34.6	2.7	-27.3	34.4	2.7	-27.6
	9	35.4	4.2	-29.3	35.3	3.4	-29.4	35.1	3.5	-29.3
PROMEDIO		35.0	4.0	-29.2	34.9	3.1	-28.7	34.8	3.2	-28.7
Lysol										
	10	35.5	4.1	-29.5	37.8	4.2	-30.8	38.0	3.0	-29.5
	11	34.1	3.3	-27.8	37.1	4.1	-31.7	36.0	4.4	-30.8
	12	34.6	4.2	-29.0	37.3	4.4	-31.8	36.7	4.5	-31.6
PROMEDIO		34.7	3.9	-28.8	37.4	4.2	-31.4	36.9	3.9	-30.6
Cítrico										
	13	34.3	4.9	-29.0	35.2	4.3	-31.6	35.5	3.6	-29.3
	14	35.1	4.5	-30.4	35.9	4.0	-30.6	35.2	4.3	-31.0
	15	28.8	3.7	-28.8	33.9	4.2	-30.1	33.3	4.8	-30.4
PROMEDIO		32.7	4.4	-29.4	35.0	4.2	-30.8	34.7	4.2	-30.2
Plata coloidal										
	16	33.0	4.0	-28.2	35.8	5.3	-25.8	28.7	4.6	-31.7
	17	34.8	3.6	-26.5	35.5	2.8	-26.2	30.1	5.1	-30.7
	18	33.1	3.3	-26.5	37.7	1.4	-22.8	31.2	3.3	-28.3
PROMEDIO		33.6	3.6	-27.1	36.3	3.1	-24.9	30.0	4.3	-30.2

Tabla 6. Tabla de datos con los valores obtenidos con el análisis CIE L*A*B* a los 0, 15 y 30 días de las muestras de color rojo.

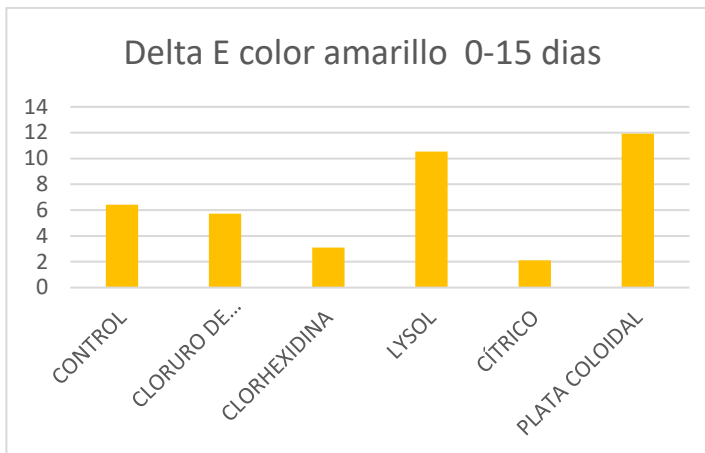
Muestra/solución	Valores iniciales			Valores 15 días			Valores 30 días			
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
Control										
1	35.2	13.9	4.1	36.6	15.7	5.3	35.3	13.9	5.1	
2	35.7	14.1	4.3	37.3	15.4	5.0	36.6	13.7	4.7	
3	34.4	13.7	3.8	35.3	15.6	5.6	35.4	13.9	5.1	
Promedios	35.1	13.9	4.1	36.4	15.6	5.3	35.8	13.8	5.0	
Benzalconio										
4	36.0	13.1	4.0	45.2	-1.2	-3.7	44.6	-2.4	-5.7	
5	34.5	13.7	4.2	44.3	-1.2	-4.3	44.8	-2.2	-5.4	
6	36.2	12.7	3.7	42.0	-1.3	-3.9	42.4	-2.2	-5.4	
Promedios	35.6	13.1	4.0	43.8	-1.3	-3.9	43.9	-2.3	-5.5	
Clorhexidina										
7	34.7	13.6	3.5	36.9	14.7	5.1	36.4	13.4	4.2	
8	36.6	13.1	2.6	37.1	14.3	5.2	37.2	13.6	4.4	
9	35.0	13.2	3.1	37.3	13.7	4.5	36.9	13.9	3.7	
Promedios	35.4	13.3	3.1	37.1	14.2	4.9	36.8	13.6	4.1	
Lysol										
10	34.3	13.7	3.9	39.0	15.2	6.4	39.3	14.6	5.8	
11	36.7	13.7	3.7	39.1	15.5	5.6	40.6	14.5	5.4	
12	33.8	13.9	3.4	41.2	7.5	1.9	41.0	5.8	1.0	
Promedio	34.9	13.8	3.7	39.8	12.8	4.7	40.3	11.7	4.1	
Cítrico										
13	35.5	13.8	3.6	36.0	16.3	5.6	35.1	14.4	4.7	
14	35.0	13.9	4.1	35.6	16.1	4.6	35.8	14.9	4.4	
15	35.9	13.4	4.3	38.0	14.4	5.0	37.1	13.5	4.6	
Promedio	35.5	13.7	4.0	36.5	15.6	5.1	36.0	14.3	4.6	
Plata coloidal										
16	35.2	13.5	3.8	35.9	13.9	5.2	35.0	12.5	4.2	
17	35.6	13.1	3.6	37.3	14.0	5.3	36.0	12.9	4.0	
18	37.0	12.4	3.9	37.0	13.9	4.7	36.5	12.7	3.8	
Promedio	35.9	13.0	3.8	36.8	13.9	5.1	35.8	12.7	4.0	

Estos valores fueron utilizados para calcular el Delta E de cada muestra, para después hacer un promedio por grupo. Se realizaron dos deltas E, uno entre los valores iniciales y a los 15 días(0-15) y otro entre los valores iniciales a los 30 días (0-30). También se calcularon delta L, a y b para determinar cómo fueron los cambios en el espacio de color.

A continuación, se muestran gráficas junto con las tablas de valores en las cuales se aprecia el valor del delta E, para las muestras inmersas según el desinfectante.

Color Amarillo	Delta E 0-15
CONTROL	6.4
CLORURO DE BENZALCONIO	5.7
CLORHEXIDINA	3.1
LYSOL®	10.5
CÍTRICO	2.1
PLATA COLOIDAL	11.9

Tabla 7. Valores delta E de color amarillo 0-15 días.

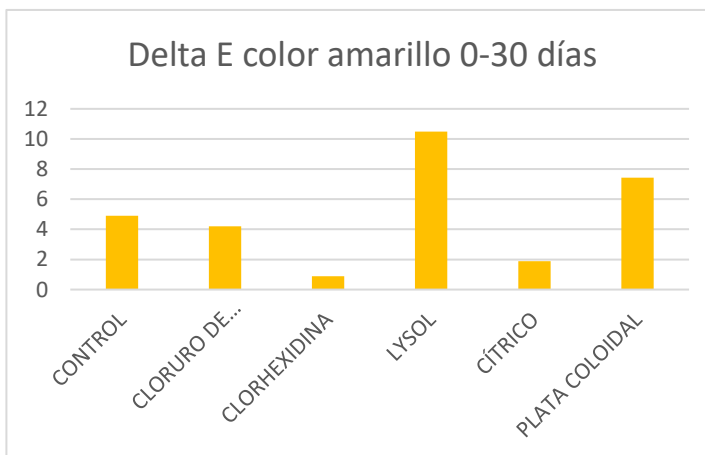


Gráfica 1. Delta E color amarillo 0-15 días.

En el color amarillo a los 15 días de almacenamiento se obtuvieron valores para el delta E entre 2.1 y 11.9. siendo el desinfectante cítrico el que menos cambio de color en este periodo de tiempo. En el otro extremo, el que cambió más el color de las muestras fue la plata coloidal

Color Amarillo	Delta E 0-30
CONTROL	4.9
CLORURO DE BENZALCONIO	4.1
CLORHEXIDINA	0.8
LYSOL®	10.4
CÍTRICO	1.8
PLATA COLOIDAL	7.4

Tabla 8. Valores Delta E De color amarillo. 0-30 Días.

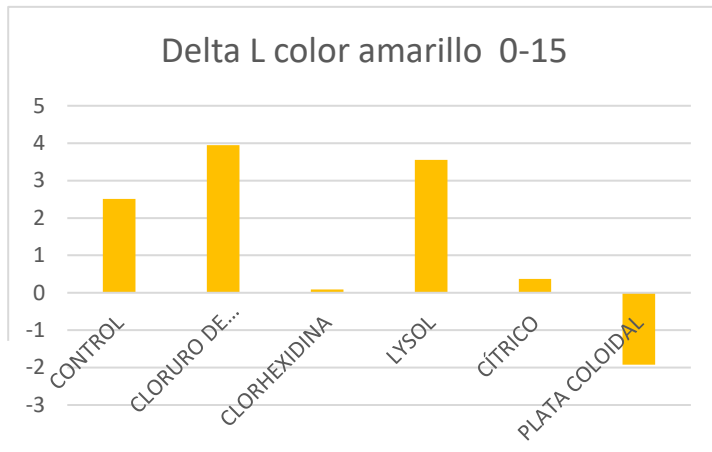


Gráfica 2. Delta E color amarillo 0-30 días.

A los 30 días de almacenamiento los valores del delta E estuvieron 0.8 y 10.4 siendo las muestras inmersas en la clorhexidina las que menos cambio presentaron y las muestras en Lysol® las que más cambio presentaron.

Color Amarillo	Celta L 0-15
CONTROL	2.5
CLORURO DE BENZALCONIO	3.9
CLORHEXIDINA	0.1
LYSOL®	3.5
CÍTRICO	0.3
PLATA COLOIDAL	-1.9

Tabla 9. Valores Delta L color Amarillo 0-15 días

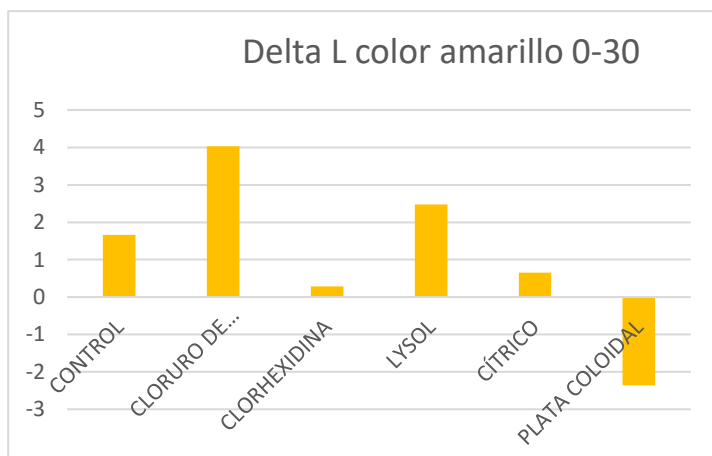


Grafica 3. Delta L color amarillo 0-15 días

Durante 15 días de almacenamiento los cambios que se presentaron en el eje L del espacio de color CIE-L*a*b* el cual nos indica a valores altos luminosidad(blanco) y a valores menores perdida de luminosidad o aumento de oscuridad(negro), para el color amarillo encontramos que la mayoría causan aumento en la luminosidad, excepto la plata coloidal, la cual hace que las muestras se oscurezcan o pierdan luminosidad. Se obtuvieron valores entre -1.9 para la plata coloidal y 3.9 para el cloruro de benzalconio que fue el que más cambio tuvo hacia la luminosidad.

Color amarillo	Delta L 0-30
CONTROL	1.6
CLORURO DE BENZALCONIO	4.1
CLORHEXIDINA	0.2
LYSOL	2.4
CÍTRICO	0.6
PLATA COLOIDAL	-2.3

Tabla 10. Valores Delta L Color amarillo 0-30 días

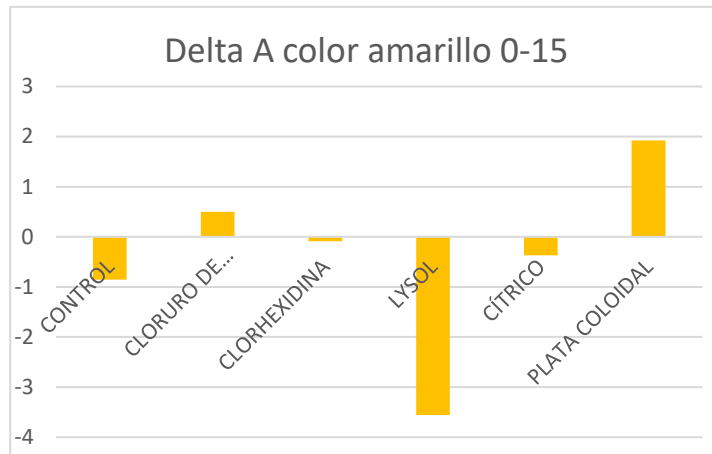


Gráfica 4. Delta L color amarillo 0-30 días.

A los 30 días del delta L mostró valores de -2.3 a 4.1. mostrando aumento en la luminosidad en todas las soluciones, menos en la plata coloidal en la cual hubo disminución de la luminosidad.

Color amarillo	Delta L 0-15 días
CONTROL	-0.8
CLORURO DE BENZALCONIO	0.5
CLORHEXIDINA	-0.1
LYSOL®	-3.5
CÍTRICO	-0.3
PLATA COLOIDAL	1.9

Tabla 11. Valores Delta A Color amarillo 0-15

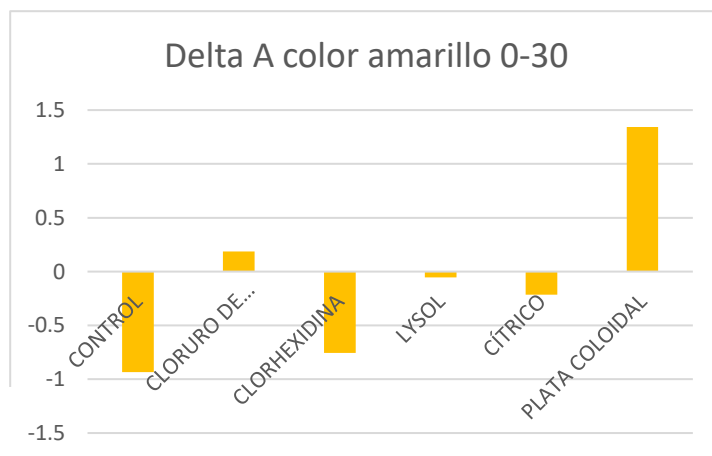


Gráfica 5. Delta A color amarillo 0-15 días.

El delta A indica en el espacio del color si la muestra tiene color rojo (valores positivos) o verde (valores negativos). De acuerdo a lo anterior encontramos un comportamiento diferente en las soluciones ya que en el cloruro de benzalconio y plata coloidal el color se fue más hacia lo rojo, por otro lado en el control con agua, clorhexidina, lysol® y desinfectante cítrico las muestras fueron más hacia el color verde.

Color amarillo.	Delta A 0-30 días
CONTROL	-0.9
CLORURO DE BENZALCONIO	0.1
CLORHEXIDINA	-0.7
LYSOL®	-0.1
CÍTRICO	-0.2
PLATA COLOIDAL	1.3

Tabla 12. Valores delta A Color amarillo 0-30 días.

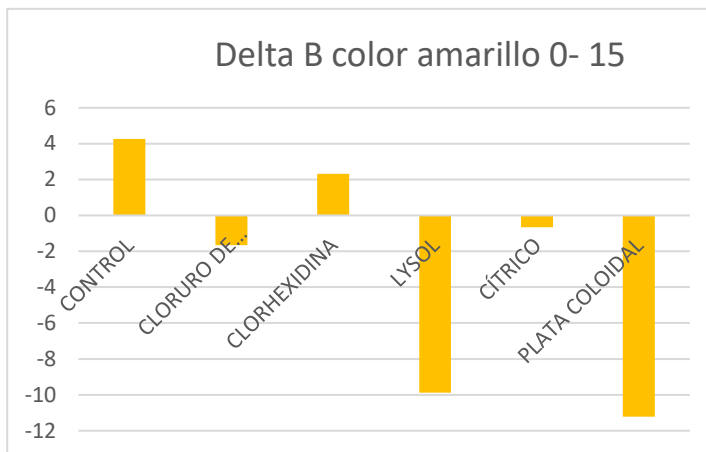


Gráfica 6. Delta A color amarillo 0-30 días

A los 30 días de almacenamiento el comportamiento de éste delta A fue el mismo, sin embargo los valores fueron inferiores que a los 15 días de almacenamiento.

Color Amarillo	Delta B 0-15 días
CONTROL	4.3
CLORURO DE BENZALCONIO	-1.6
CLORHEXIDINA	2.3
LYSOL®	-9.9
CÍTRICO	-0.7
PLATA COLOIDAL	-11.2

Tabla 13. Valores delta B color amarillo 0-15 días.



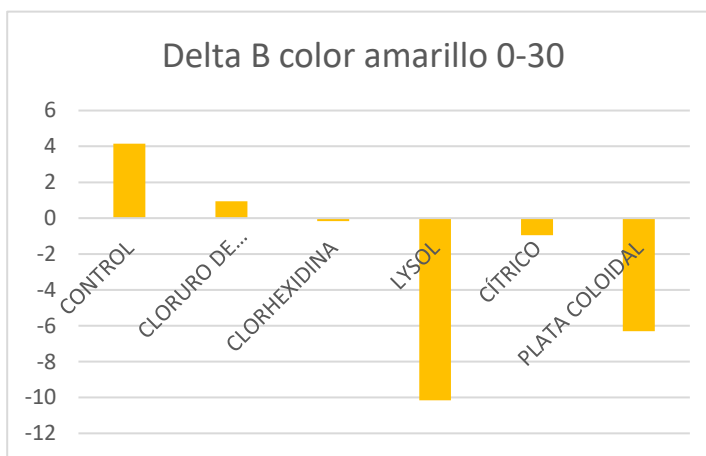
Gráfica 7. Delta B color amarillo 0-15 días

El delta B indica en el espacio del color hacia que rango va nuestro color, siendo valores negativos azules y positivos amarillo.

En el caso del delta B los resultados indicaron que en las muestras inmersas en cloruro de benzalconio, lysol®, desinfectante cítrico y plata coloidal perdieron color amarillo. Por otro lado en el control y clorhexidina el color amarillo se intensificó.

Color Amarillo.	Delta B 0-30 días
CONTROL	4.1
CLORURO DE BENZALCONIO	0.9
CLORHEXIDINA	-0.2
LYSOL®	-10.2
CÍTRICO	-0.9
PLATA COLOIDAL	-6.3

Tabla 14. Valores delta B Color amarillo 0-30 días



Gráfica 8. Delta B color amarillo 0-30 días

A los 30 días en el control se mantuvo sin mucha variación, en cloruro de benzalconio se intensificó el color amarillo, en la clorhexidina se perdió color amarillo (sólo -0.2), en el caso de lysol® y desinfectante cítrico aumentó la pérdida de color amarillo, mientras que en la plata coloidal se redujo la pérdida de color amarillo comparándolo con el registro de los 15 días.

Color Azul	Delta E 0-15 días
CONTROL	3.3
CLORURO DE BENZALCONIO	5.7
CLORHEXIDINA	1.3
LYSOL®	3.8
CÍTRICO	3
PLATA COLOIDAL	3.8

Tabla 15. Valores delta E Color azul 0-15 días

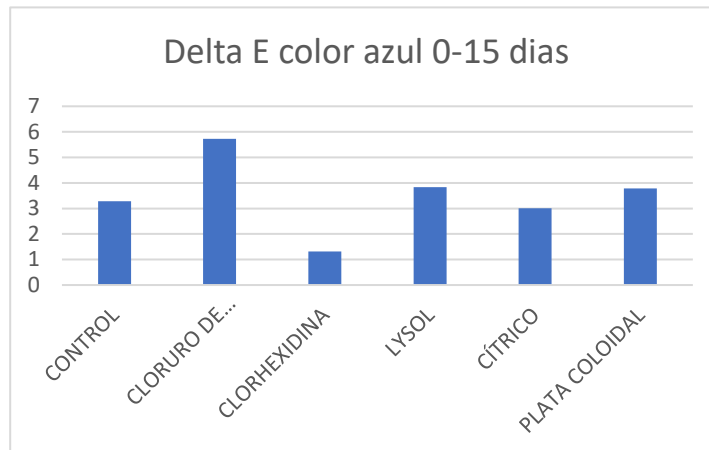


Gráfico 9. Delta E color azul 0-15 días

En el caso de las muestras de color azul el delta E obtenido nos indicó que las muestras que tuvieron menor cambio de color fueron aquellas que estaban inmersas en clorhexidina con un delta E con valor de 1.3, mientras que las muestras con más cambio de color fueron aquellas que fueron colocadas en cloruro de benzalconio con un valor 5.7 en su Delta E

Color Azul.	Delta E
CONTROL	2.2
CLORURO DE BENZALCONIO	7.2
CLORHEXIDINA	1.2
LYSOL®	3.3
CÍTRICO	2.5
PLATA COLOIDAL	4.9

Tabla 16. Valores delta E Color azul 0-30 días

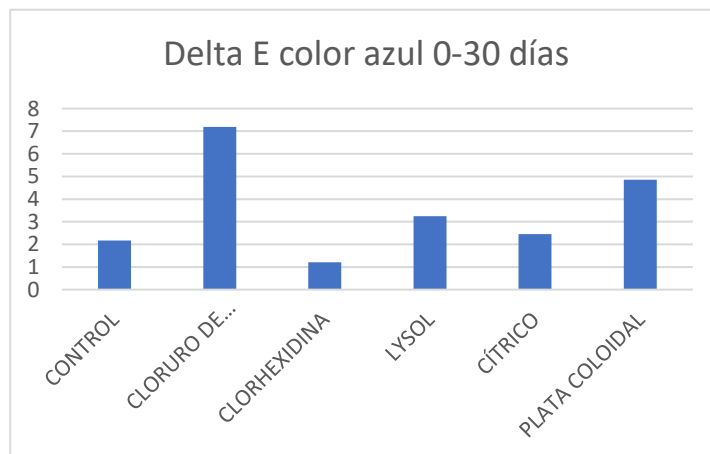
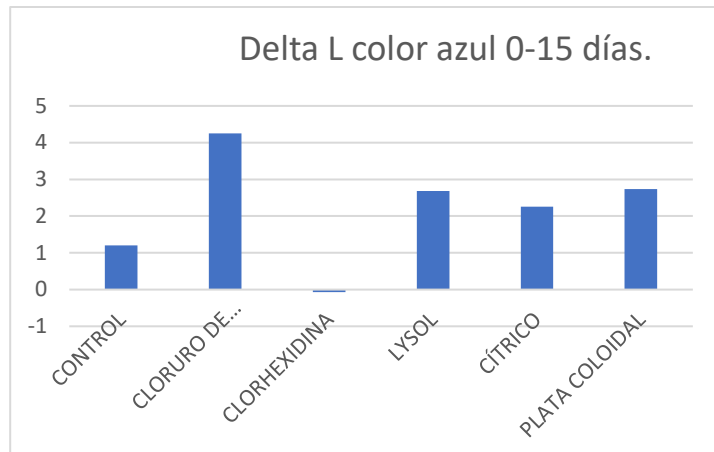


Gráfico 10. Delta E color azul 0-30 días

A los 30 días de estar inmersas en las soluciones, las muestras de color azul dieron resultados muy similares a los de los 15 días, sin embargo las muestras en agua, clorhexidina, Lysol® y desinfectante cítrico arrojaron valores inferiores a los 30 días en comparación con los resultados obtenidos a los 15 días.

Color azul	Delta L 0-15
CONTROL	1.2
CLORURO DE BENZALCONIO	4.3
CLORHEXIDINA	-0.1
LYSOL®	2.7
CÍTRICO	2.2
PLATA COLOIDAL	2.7

Tabla 17. Valores delta L Color azul 0-15 días

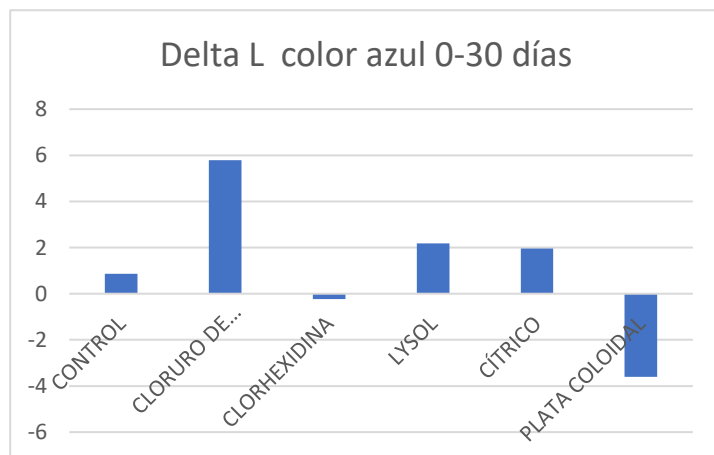


Gráfica 11. Delta L color azul 0-15 días.

En el eje de la L casi todas las muestras de color azul aumentaron su luminosidad, las muestras en cloruro de benzalconio fue el que presentó mayor aumento en la luminosidad, siendo de 4.3 mientras que la clorexhidina perdió luminosidad, prácticamente imperceptible siendo una diferencia de sólo -0.1.

Color Azul	Delta L 0-30
CONTROL	0.9
CLORURO DE BENZALCONIO	5.8
CLORHEXIDINA	-0.2
LYSOL®	2.2
CÍTRICO	1.9
PLATA COLOIDAL	-3.6

Tabla 18. Valores Delta L Color azul 0-30 días

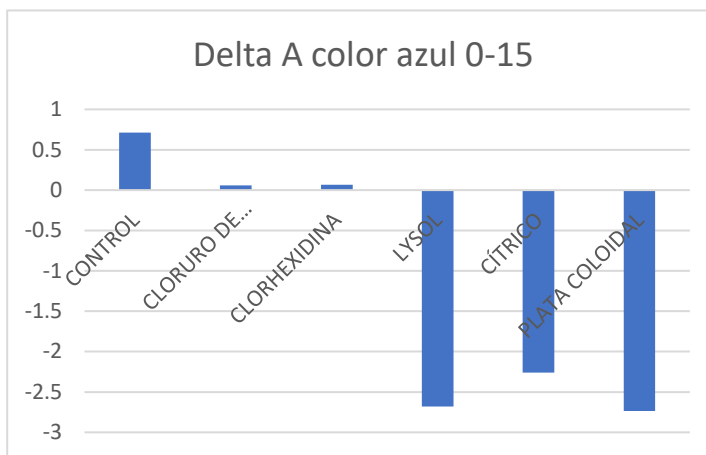


Gráfica 12. Delta L 0-30 días.

A los 30 días los cambios en el eje L respecto a la medición de 0 días fue de aumento de luminosidad en todas las soluciones, excepto en la plata coloidal en donde se perdió luminosidad. Por otro lado, respecto a los 15 días los valores disminuyeron en el control, Lysol®, desinfectante cítrico y la plata coloidal comparado a los 15 días aumentó.

Color Azul	Delta A0-15 días.
CONTROL	0.7
CLORURO DE BENZALCONIO	0.1
CLORHEXIDINA	0.1
LYSOL®	-2.7
CÍTRICO	-2.3
PLATA COLOIDAL	-2.7

Tabla 19. Valores Delta L Color azul 0-15 días

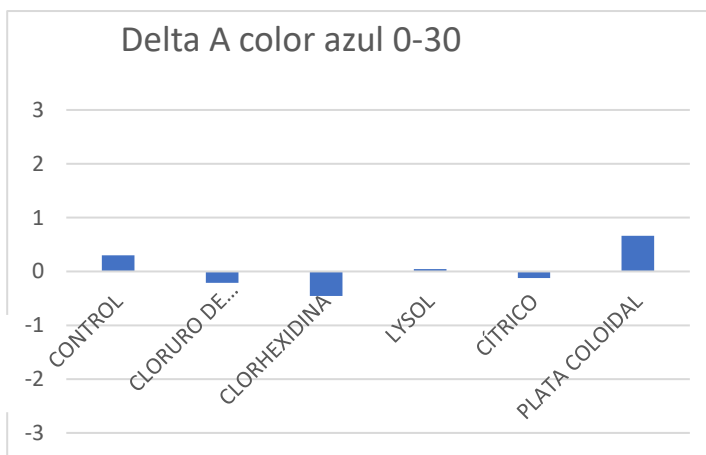


Gráfica 13. Delta A color azul 0-15 días.

En el eje A del espacio de color para las muestras de color azul se obtuvieron resultados variables según el desinfectante. Por un lado, el control, cloruro de benzalconio y clorhexidina hicieron que el color se inclinara más hacia lo rojo, siendo una diferencia muy pequeña. Para Lysol®, desinfectante cítrico y plata coloidal los valores indican que fueron más hacia lo verde.

Color Azul	Delta A 0-30 días.
CONTROL	0.3
CLORURO DE BENZALCONIO	-0.2
CLORHEXIDINA	-0.5
LYSOL®	0.1
CÍTRICO	-0.1
PLATA COLOIDAL	0.66333333

Tabla 20. Valores Delta A color azul 0-30 días

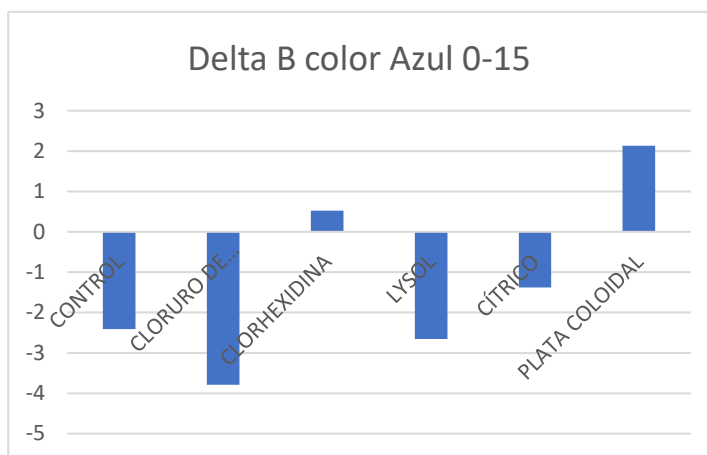


Gráfica 14. Delta A color azul 0-30 días

A los 30 días sólo la muestras en agua continúan su comportamiento de acuerdo con los 15 días, hacia lo rojo, así como el desinfectante cítrico que se mantuvo en su comportamiento hacia lo verde, sin embargo, las demás soluciones cambiaron su comportamiento, siendo al revés que a los 15 días. Aunque sus valores fueron menores a una unidad, esto nos podría indicar poca relevancia en el cambio del eje A.

Color azul	Delta B 0-15 días
CONTROL	-2.4
CLORURO DE BENZALCONIO	-3.8
CLORHEXIDINA	0.5
LYSOL®	-2.7
CÍTRICO	-1.3
PLATA COLOIDAL	2.1

Tabla 21. Valores Delta B Color azul 0-15 días

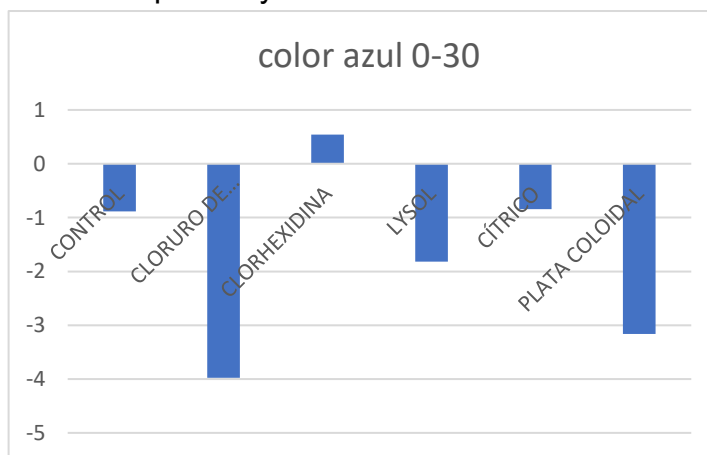


Gráfica 15. Delta B color azul 0-15 días.

En el eje B del espacio del color C.I.E. $L^*A^*B^*$ para las muestras azules indica que, en el control, cloruro de benzalconio, Lysol y desinfectante cítrico se perdió azul hasta en 3.8 puntos de diferencia respecto a la medición del día 0, para la plata coloidal y clorhexidina hubo aumento en la intensidad del azul, aumentando para la plata coloidal 2.1 puntos y la clorhexidina 0.5.

Color azul	Delta B 0-30 días
CONTROL	-0.9
CLORURO DE BENZALCONIO	-4
CLORHEXIDINA	0.5
LYSOL®	-1.8
CÍTRICO	-0.8
PLATA COLOIDAL	-3.1

Tabla 22. Valores Delta B Color azul 0-30 días

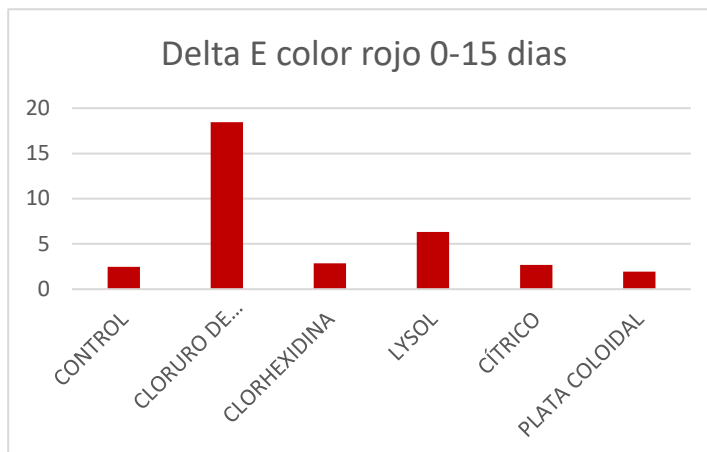


Gráfica 16. Delta B color azul 0-30 días

Para los 30 días se encontró que la plata coloidal hizo que se perdiera azul, cambiando su comportamiento respecto a los 15 días, sin embargo, fue la única solución que varió su comportamiento, no así sus valores ya que en el control. Clorhexidina, Lysol® y desinfectante cítrico los valores disminuyen respecto a los 15 días, siendo la clorhexidina la que se mantuvo igual.

Color Rojo	Delta E 0-15 días
CONTROL	2.5
CLORURO DE BENZALCONIO	18.5
CLORHEXIDINA	2.9
LYSOL®	6.3
CÍTRICO	2.7
PLATA COLOIDAL	1.9

Tabla 23. Valores delta E Color rojo 0-15 días

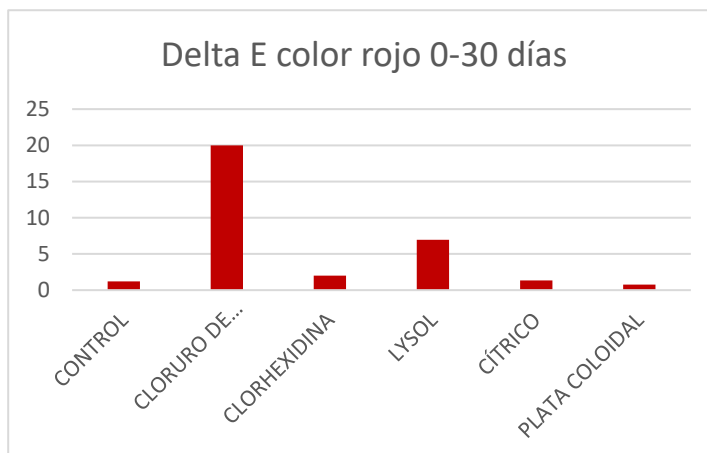


Gráfica 17 delta E color rojo 0-15 días.

El delta E correspondiente al color rojo y las distintas soluciones nos muestra el mayor cambio para todos los colores que es en el cloruro de benzalconio, el cual tiene un valor de 18.5 indicando un cambio drástico del color en este desinfectante, después de este sigue el Lysol® que tiene un valor de 6.3, el control, la clorhexidina, el desinfectante cítrico se encuentran con cambios entre 2.5 y 2.9, la plata coloidal es la sustancia que menos cambio el color de las muestras rojas con 1.9.

Color rojo	Delta E 0-30 días
CONTROL	1.9
CLORURO DE BENZALCONIO	20
CLORHEXIDINA	2
LYSOL®	6.9
CÍTRICO	1.3
PLATA COLOIDAL	0.8

Tabla 24. Valores Delta E Color rojo 0-30 días.

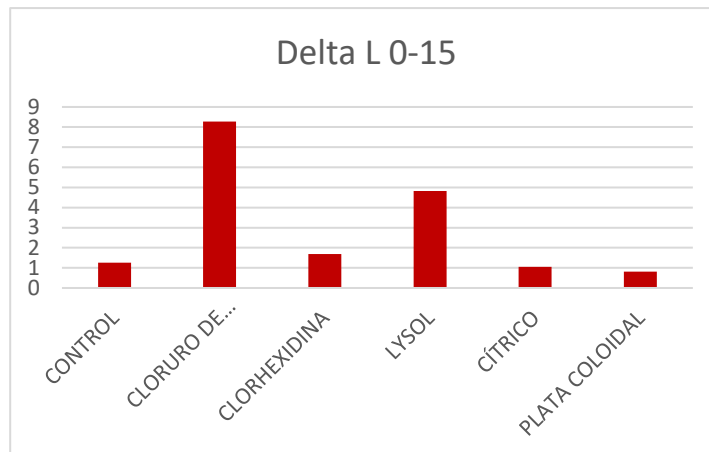


Gráfica 18 Delta E color rojo 0-30 días.

A los 30 días de estar en las soluciones, el delta E para las muestras de color rojo vario un poco en el control, clorhexidina, desinfectante cítrico, y plata coloidal en los cuales los valores disminuyeron mientras que para el cloruro de benzalconio y Lysol® aumentó el cambio de color.

Color Rojo	Delta L 0-15 días
CONTROL	1.3
CLORURO DE BENZALCONIO	8.3
CLORHEXIDINA	1.7
LYSOL	4.8
CÍTRICO	1.1
PLATA COLOIDAL	0.8

Tabla 25. Valores Delta L Color rojo 0-15 días

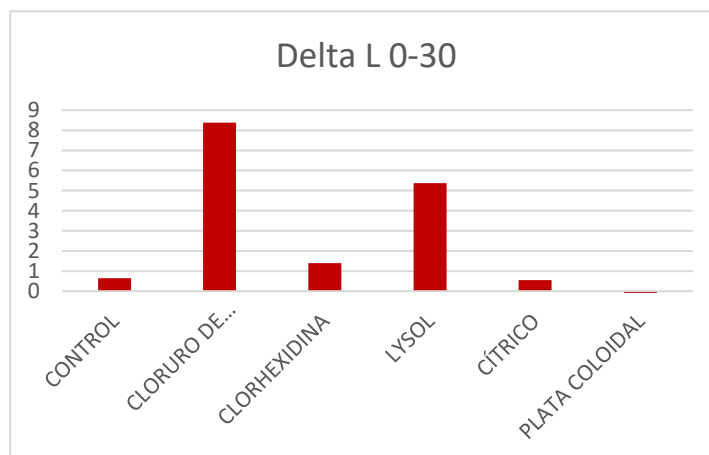


Gráfica 19. Delta L color Rojo 0-15 días.

A los 15 días en el eje L del espacio de color se encontró que todas las soluciones aumentaron su cantidad de blanco, siendo las muestras inmersas en cloruro de benzalconio las que más sufrieron, obteniendo un puntaje de 8.3. mientras que la solución que menos cambio presentó en este eje fue la plata coloidal(0.8), seguida del desinfectante cítrico(1.1).

Color Rojo	Delta L 0-30 días
CONTROL	0.6
CLORURO DE BENZALCONIO	8.4
CLORHEXIDINA	1.4
LYSOL®	5.4
CÍTRICO	0.5
PLATA COLOIDAL	-0.2

Tabla 26. Valores delta L Color Rojo 0-30 días.

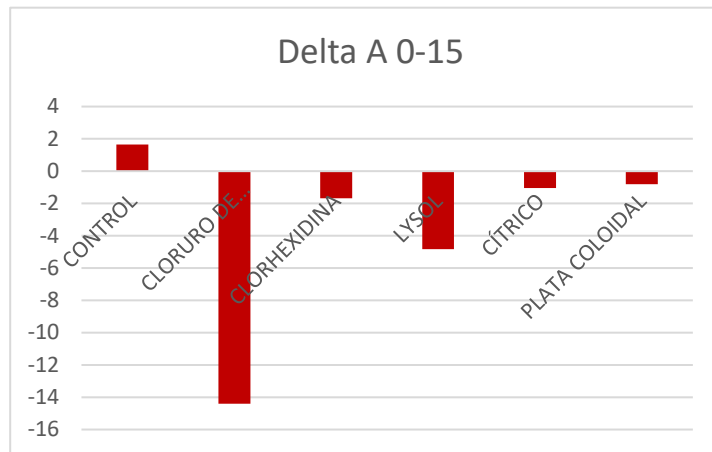


Gráfica 20. Delta L color Rojo 0-30 días.

En 30 días casi todas las soluciones se comportaron de la misma forma, con excepción de la plata coloidal en la cual se el valor del eje L se fue más hacia lo negro. Los valores fueron menores respecto a los de los primero 15 días en el control, clorhexidina, desinfectante cítrico. El cloruro de benzalconio continuó siendo el que se tornó más blanco y aumentó su valor.

Color Rojo	Delta A 0-15 días.
CONTROL	1.7
CLORURO DE BENZALCONIO	-14.4
CLORHEXIDINA	-1.7
LYSOL®	-4.8
CÍTRICO	-1.1
PLATA COLOIDAL	-0.8

Tabla 27. Valores delta A Color rojo 0-15 días.

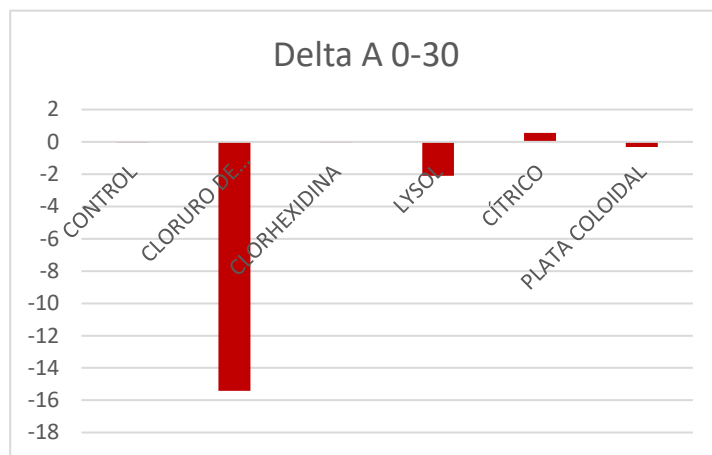


Gráfica 21. Delta A color rojo 0-15 días.

En el eje A del espacio de color se encontró que sólo el grupo control se hizo más intenso el color rojo en sólo 1.7, por otro lado, todas las demás soluciones perdieron color rojo, siendo el cloruro de benzalconio el que más color rojo perdió, siendo un valor de 14.4 y el que menos cambio fue la plata coloidal perdiendo sólo 0.8 de color rojo.

Color rojo	Delta A 0-30 días.
CONTROL	-0.1
CLORURO DE BENZALCONIO	-15.4
CLORHEXIDINA	0
LYSOL®	-2.1
CÍTRICO	0.6
PLATA COLOIDAL	-0.3

Tabla 28. Valores delta A Color Rojo 0-30 días

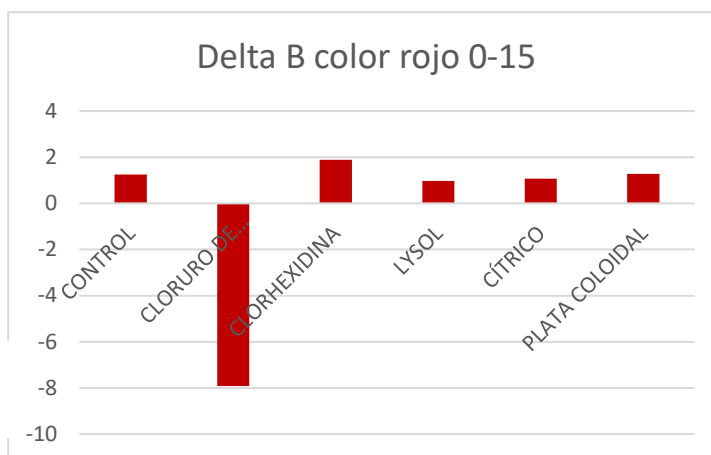


Gráfica 22. A color rojo 0-30 días

A los 30 días de almacenamiento la mayoría de las muestras presentaron cambio en el eje A excepto, la clorhexidina, mientras el control, cítrico y plata coloidal presentaron un cambio ínfimo, pero perdiendo rojo, el cloruro de benzalconio aumento respecto a los 15 días de almacenamiento en su pérdida de color rojo.

Color Rojo	Delta B 0-15 días.
CONTROL	1.2
CLORURO DE BENZALCONIO	-7.9
CLORHEXIDINA	1.9
LYSOL®	1
CÍTRICO	1.1
PLATA COLOIDAL	1.1

Tabla 29. Valores delta B Color Rojo 0-15 días.

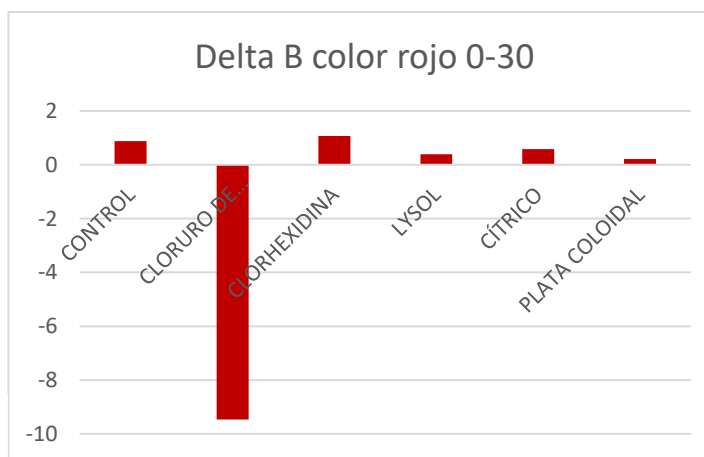


Gráfica 23. Delta B color rojo 0-15 días

En el eje B encontramos que en casi todas las muestras indicaron una tendencia hacia el espectro amarillo del deje, la solución que menos cambio el color de las muestras en este eje fue el Lysol® con 1, mientras que en el cloruro de benzalconio las muestras perdieron amarillo, con un puntaje de – 7.9.

Color Rojo	Delta B 0-30 días
CONTROL	0.9
CLORURO DE BENZALCONIO	-9.5
CLORHEXIDINA	1.1
LYSOL®	0.4
CÍTRICO	0.6
PLATA COLOIDAL	0.2

Tabla 30. Valores delta B Color Rojo 0-30 días.



Gráfica 24. Delta B color rojo 0-30 días.

A los 30 días de almacenamiento las soluciones se comportaron de la misma forma que a los 15 días el cloruro de benzalconio siguió perdiendo color amarillo, aumentando el valor de la perdida, sin embargo, en las demás soluciones todos los valores fueron inferiores a los que se obtuvieron a los 15 días.

A continuación, se muestran gráficos con los valores del delta E para las muestras de cada color después de estar inmersos en el mismo tipo de solución por 15 días. Esto con el objetivo de hacer notar cuáles muestras fueron las que cambiaron más su color respecto a la solución en que fueron incubadas.

Las muestras que formaron parte de los grupos control, inmersas en agua, se observan en la gráfica 25. Estas obtuvieron valores de 6.4 para el delta E de las muestras de color amarillo, 3.3 para las muestras de color azul para el color rojo el valor del delta E fue de 2.5.

En la gráfica 26 se muestran los deltas E de las muestras que estuvieron sumergidas en cloruro de benzalconio, para las muestras de color rojo el valor de este delta es de 18.5 que respecto a los 5.7 tanto de las muestras de color amarillo y azul, marca una gran diferencia.

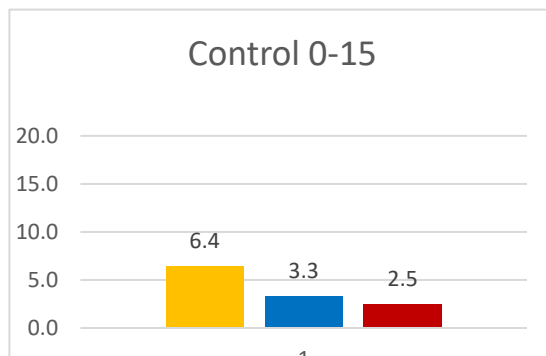
En la gráfica 27 que corresponde a las muestras inmersas en desinfectante cítrico, dio como resultado que el color que menos presentó cambios fue el amarillo con un delta E de 2.1, le siguió el rojo con un valor de 2.7 y el que más presentó cambio de color fueron las muestras pigmentadas con color azul con un valor de 3.

En la gráfica 28 se muestran los deltas E de las muestras de los tres colores que estuvieron incubadas en clorhexidina. El comportamiento de las muestras de los tres colores fue: para los amarillos de un valor de 3.1, para las muestras de color rojo el valor del delta E fue de 2.9 y las muestras que tuvieron menor valor fueron las azules con 1.3.

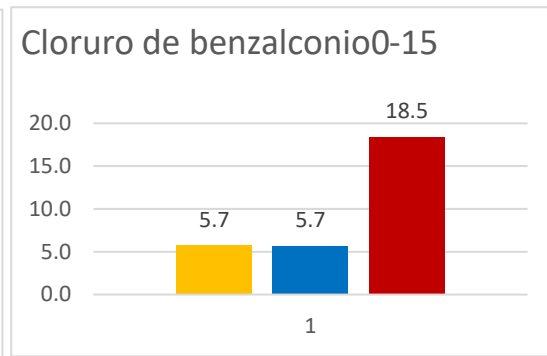
En la gráfica 29 se muestran los valores del delta E para las muestras de los tres colores en Lysol®. Las muestras de color amarillo fueron las que más

cambio tuvieron, dando un valor en su delta E de 10.5, le siguieron las muestras de color rojo con 6.3 y las que menos cambio presentaron en esta solución fueron las muestras de color azul con 3.8.

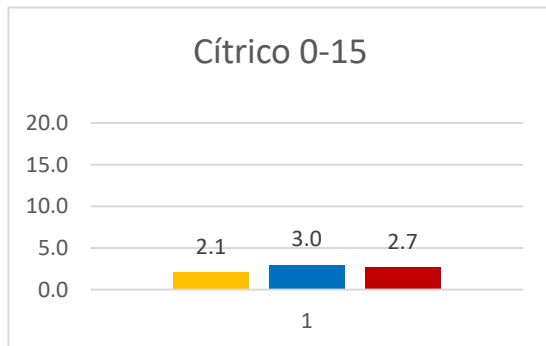
La gráfica 30 nos muestra el valor del delta E para las muestras que fueron inmersas en plata coloidal, en esta solución las muestras que tuvieron un mayor cambio de color fueron las de color amarillo con 11.9, le siguieron las muestras azules con 3.8, siendo las muestras con menor cambio las de color rojo con un valor para su delta E de sólo 1.9.



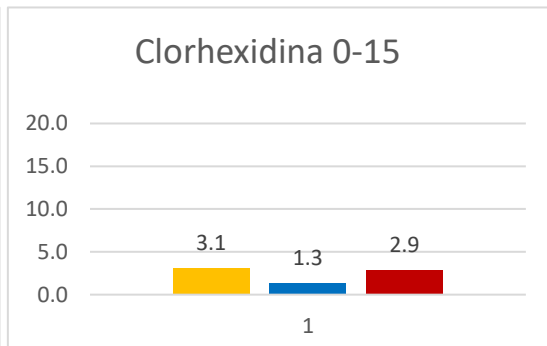
Gráfica 25. Delta E de las muestras De distintos colores en Agua a los 15 días.



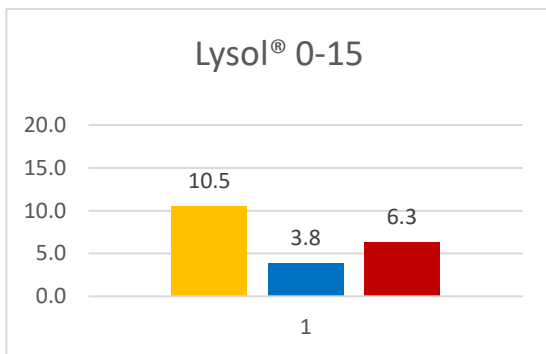
Gráfica 26. Delta E de las muestras De distintos colores en cloruro de benzalconio a los 15 días.



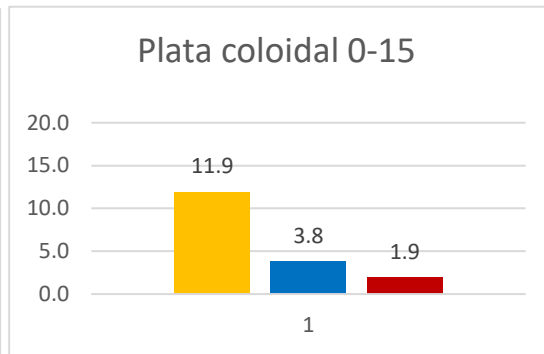
Gráfica 27. Delta E de las muestras De distintos colores en desinfectante cítrico a los 15 días.



Gráfica 28. Delta E de las muestras De distintos colores en clorhexidina a los 15 días.



Gráfica 29. Delta E de las muestras De distintos colores en Lysol® a los 15 días.



Gráfica 30. Delta E de las muestras De distintos colores en plata coloidal a los 15 días.

De igual forma se presentan las gráficas para el periodo de tiempo de 0-30 días con los deltas E de cada color respecto a la solución en que estuvieron incubadas.

En el control, gráfica 31, se dieron cambios con valores de 7.2 para el delta E de las muestras de color azul, estas fueron las que más cambiaron de color, para las muestras amarilla, el valor fue de 4.9, las que menos cambiaron fueron las muestras de color rojo con 1.2 .

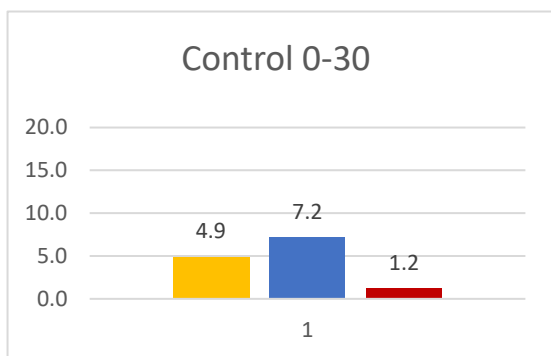
Para las muestras inmersas en cloruro de benzalconio mostradas en la gráfica 32, se encontró que las muestras de color rojo tuvieron un delta E de 20, las muestras de color azul tuvieron valor de 5.7, mientras que las muestras de color amarillo fueron las que menos cambio presentaron con sólo una unidad por valor para su delta E.

En la gráfica 33 se muestran los valores del delta E para las muestras de los diferentes colores, en desinfectante cítrico se encontró que las muestras que menos cambiaron de color a los 30 días fueron las muestras rojas con 1.3, luego las muestras amarillas con 1.9 y las que más tuvieron variación del color fueron las muestras de color azul con un valor de delta E de 2.5.

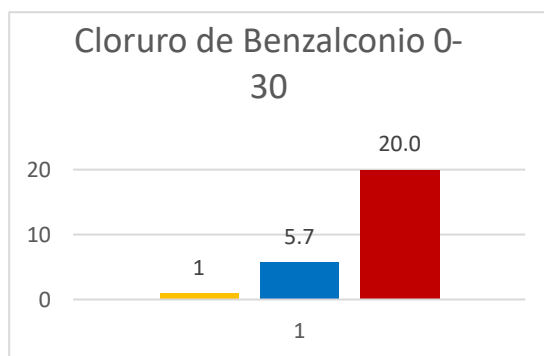
En el caso de las muestras inmersas en clorhexidina se encontró que los valores del delta E más altos fueron para las muestras rojas con 2, le siguieron las muestras azules con 1.2 y las que menos presentaron variación con 0.9 fueron las muestras de color amarillo (grafica 34).

Las muestras sumergidas en Lysol® presentaron un delta E de 10.5 para las que presentaron mayor cambio, que fueron las muestras de color amarillo, a estas les siguieron las muestras rojas con un valor de 6.9 y para las que menos cambio tuvieron el valor fue de 3.3 para las muestras azules (gráfica 35).

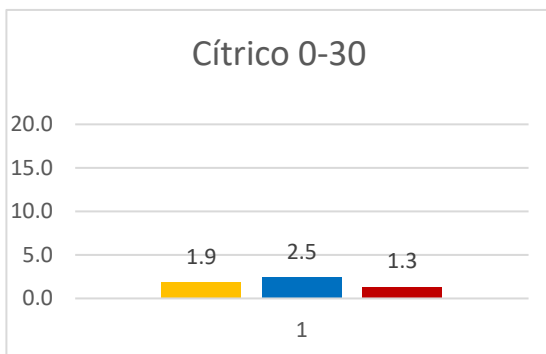
En la gráfica 36 se encuentran las muestras que estuvieron inmersas en plata coloidal el delta E más grande tuvo un valor de 7.4 que corresponde a las muestras de color amarillo, las muestras de color azul tuvieron un valor de 4.9 mientras que para las muestras de color rojo se obtuvo un delta E de 0.8. Se puede notar que los valores para el delta E a los 30 días en muchos de los casos disminuyeron respecto a los valores obtenidos en el delta E de los 15 días.



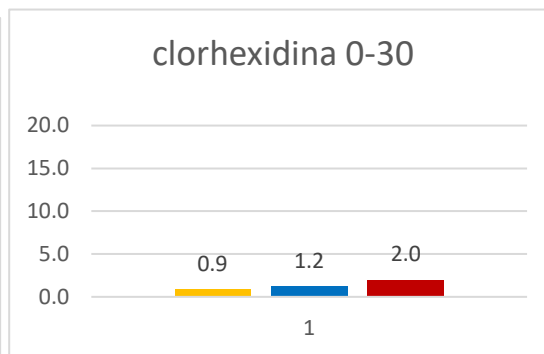
Gráfica 31. Delta E de las muestras De distintos colores en Agua a los 30 días.



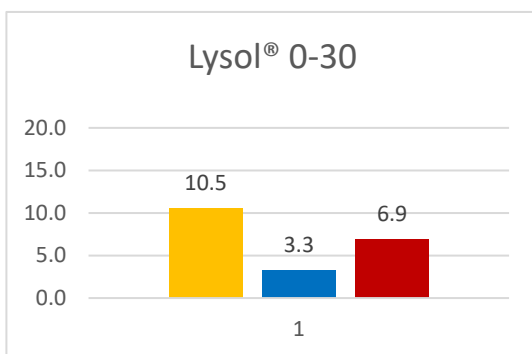
Gráfica 32. Delta E de las muestras De distintos colores en cloruro de benzalconio a los 30 días.



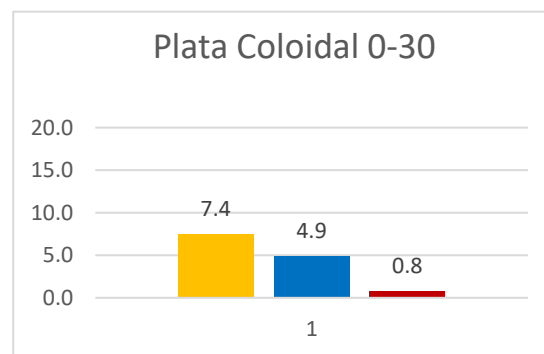
Gráfica 33. Delta E de las muestras De distintos colores en desinfectante cítrico a los 30 días.



Gráfica 34. Delta E de las muestras De distintos colores en clorhexidina a los 30 días.



Gráfica 35. Delta E de las muestras De distintos colores en Lysol® a los 30 días.



Gráfica 36. Delta E de las muestras De distintos colores en plata coloidal a los 30 días.

Se muestran las siguientes imágenes como ejemplos de los cambios más relevantes que pudimos percibir a simple vista, entre estas se encuentran las muestras amarillas que estuvieron inmersas en plata coloidal en las que se aprecia que se formaron manchas oscuras en las muestras (imagen12). Las otras imágenes corresponden a las muestras color rojo inmersas en cloruro de benzalconio, en las cuales se aprecia como las encontramos a los 15 días de estas en la solución(imagen 13) y al término del experimento, ya secas (imagen 14).

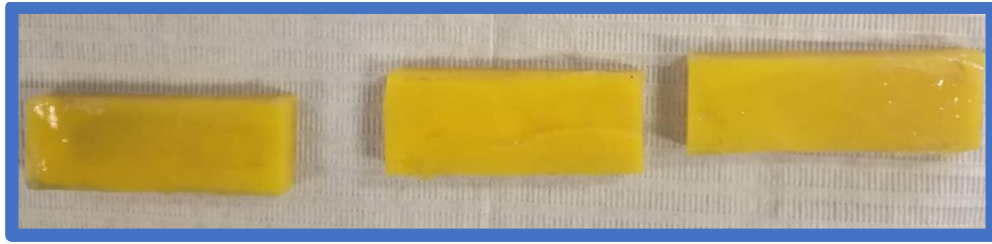


Imagen 12.



Imagen 13.



Imagen14.

9.3 Resultados de las pruebas de dureza

A continuación, se presentan las tablas con los datos obtenidos de las mediciones de dureza para los tres colores, además de un grupo más que no fue sometido a pigmentación y tampoco estuvo en contacto con alguna solución. Estos datos se usaron para obtener el ΔD de todas las muestras

estudiadas para el propósito de evaluar la variación de la dureza a los 15 y 30 días, teniendo dos deltas el delta 0-15 y el delta 0-30. Hay que recordar que se tomaron tres mediciones por muestra para obtener un promedio por muestra, para luego sacar un promedio por grupo.

Tabla 31, Valores promedio de las mediciones de dureza de las muestras de color amarillo inmersas en las distintas soluciones, tomadas con el durómetro Shore A, en escala shore.

Muestra/solución	Valores iniciales	Valores 15 días	Valores 30 días
control			
1	18.7	23	24.3
2	20	24.7	24.7
3	19	24.7	24
PROMEDIO	19.2	24.1	24.3
Benzalconio			
4	20.7	20	23
5	20	20.7	24
6	20.3	20.7	23
PROMEDIO	20.3	20.4	23.3
Clorhexidina			
7	20.7	21.3	24
8	21	20	22.3
9	20	20	21.3
PROMEDIO	20.6	20.4	22.6
Lysol			
10	20	19.7	20.3
11	20	19.3	21
12	19.3	20.3	21.3
PROMEDIO	19.8	19.8	20.9
Cítrico			
13	19.7	21	21
14	19.3	20.7	21
15	19	21.3	21
PROMEDIO	19.3	21	21
Plata coloidal			
16	19.3	21	23
17	20.7	22.3	24
18	20.3	20	23.3
PROMEDIO	20.1	21.1	23.4

Tabla 32, Valores de las mediciones de dureza de las muestras de color azul inmersas en las distintas soluciones, tomadas con el durómetro Shore A, en escala shore.

Muestra/solución	Valores iniciales	Valores 15 días	Valores 30 días
Control			
1	20.3	23	22.7
2	20.7	20.7	23
3	20.7	22.3	24.3
PROMEDIO	20.6	22	23.3
Benzalconio			
4	21	20.7	21.3
5	20.7	20	21
6	21	21	19
PROMEDIO	20.9	20.6	20.4
Clorhexidina			
7	21	20.7	21.7
8	20.7	21	22
9	19.7	20.3	21
PROMEDIO	20.4	20.7	21.6
Lysol			
10	20	21	18
11	19.7	19.7	19.3
12	18.7	20	19.3
PROMEDIO	19.4	20.2	18.9
Cítrico			
13	20	21	22.3
14	18.7	20	22
15	19.7	21.3	22
PROMEDIO	19.4	20.8	22.1
Plata coloidal			
16	19.7	20	21
17	19.3	19.3	22.3
18	21	21	21.7
PROMEDIO	20	20.1	21.7

Tabla 33, Valores de las mediciones de dureza de las muestras de color rojo inmersas en las distintas soluciones, tomadas con el durómetro Shore A, en escala shore.

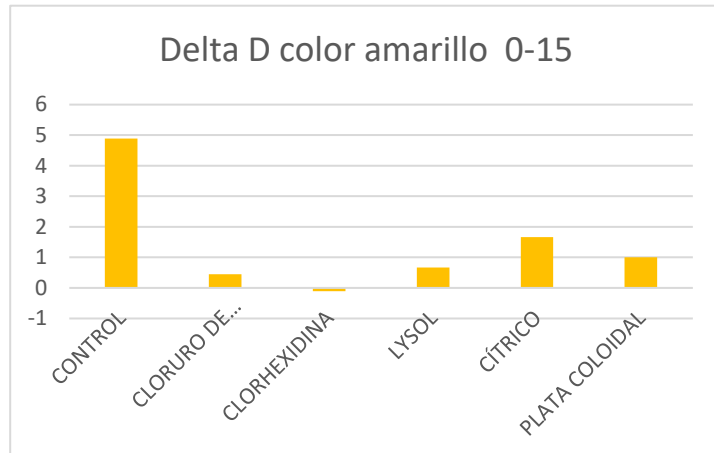
Muestra/solución	Valores iniciales	Valores 15 días	Valores 30 días
Control			
1	18.7	18.7	22
2	18.7	21	20.7
3	19.3	21	21.7
PROMEDIO	18.9	20.2	21.4
Benzalconio			
4	18.3	20.7	23.0
5	19	20	23.0
6	18.7	20.7	24.0
PROMEDIO	18.7	20.4	23.3
Clorhexidina			
7	18.3	19.7	21.3
8	18.7	19.3	22.3
9	18.3	20	24.0
PROMEDIO	18.4	19.7	22.6
Lysol			
10	19.3	20	20
11	19.3	20	20
12	19.7	19	19.7
PROMEDIO	19.4	19.7	19.9
Cítrico			
13	19.7	20.7	22.3
14	18.7	19.3	20.7
15	19.3	20	20.3
PROMEDIO	19.2	20	21.1
Plata coloidal			
16	18.7	19.3	20.7
17	19	20	20
18	19.3	20	20.7
PROMEDIO	19	19.8	20.4

Con estos datos se calculó el Delta D 0-15 días para cada grupo de muestras, entre los datos obtenidos a los 15 días de almacenamiento menos los datos obtenidos en el día 0 cuando las muestras salieron de la mufla. Se calculó otro Delta D 0-30 días, obtenidos de la resta de los datos obtenidos a los 30 de

almacenamiento menos los datos obtenidos en el día 0. De tal suerte que si el delta D tiene un valor negativo indicará pérdida de dureza y valores positivos serán muestras de aumento en la dureza.

Color amarillo	Valor Delta D 0-15 días
CONTROL	4.9
CLORURO DE BENZALCONIO	0.4
CLORHEXIDINA	-0.1
LYSOL®	0.7
CÍTRICO	1.7
PLATA COLOIDAL	1

Tabla 34. Valores delta D Color amarillo 0-15 días.

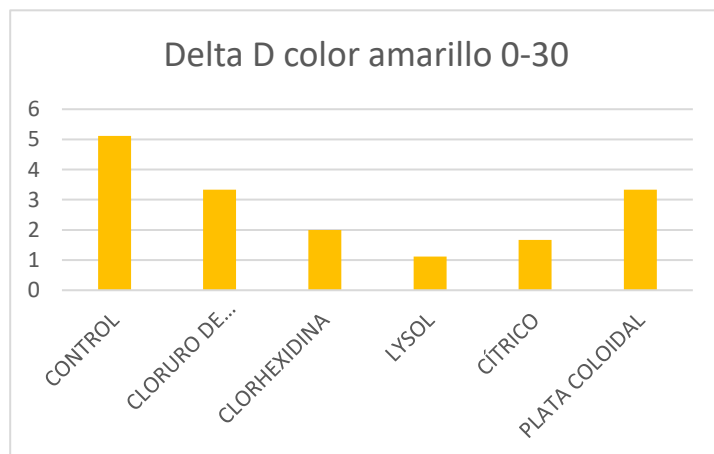


Gráfica 37. Delta D muestras color amarillo. 0-15

El delta D de las muestras de color amarillo a los 15 días muestran que las que más cambiaron de dureza fueron las que estuvieron inmersas en agua siendo 4.9 más duras con respecto a la medición de los 0 días, las que menos cambio presentaron fueron las inmersas en clorhexidina con una diferencia de -0.1 respecto a la medición del tiempo 0, indicando que se hicieron ligeramente más suaves.

Color amarillo	Valor Delta D 0-30 días
CONTROL	5.1
CLORURO DE BENZALCONIO	3.3
CLORHEXIDINA	2
LYSOL®	1.1
CÍTRICO	1.7
PLATA COLOIDAL	3.3

Tabla 35. Valores delta D color amarillo 0-30 días.

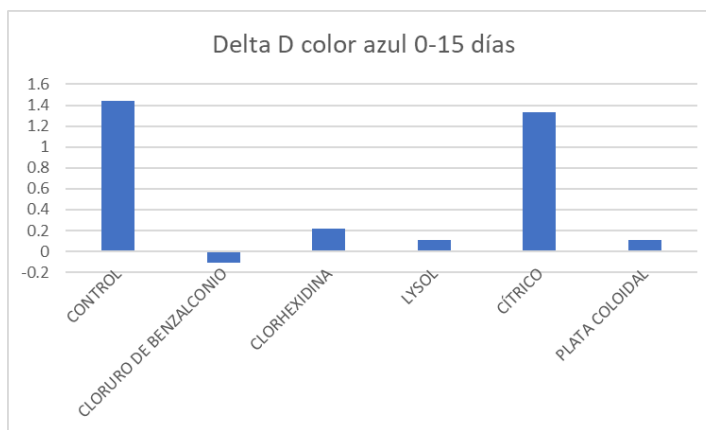


Gráfica 38 Delta D muestras color amarillo. 0-30 días

Los valores del delta D mostraron que todas las muestras de color amarillo a los 30 días endurecieron, incluida la clorhexidina, que en el valor de los 15 días se mostró con tendencia a bajar su valor de dureza. A los 30 días las muestras con menor cambio fueron las que estaban inmersas en Lysol® y las de mayor cambio fueron las inmersas en el grupo control.

Color azul	Valor Delta D 0-15 días
CONTROL	1.4
CLORURO DE BENZALCONIO	-0.1
CLORHEXIDINA	0.2
LYSOL®	0.1
CÍTRICO	1.3
PLATA COLOIDAL	0.1

Tabla 36. Valores delta D color azul. 0-15 días

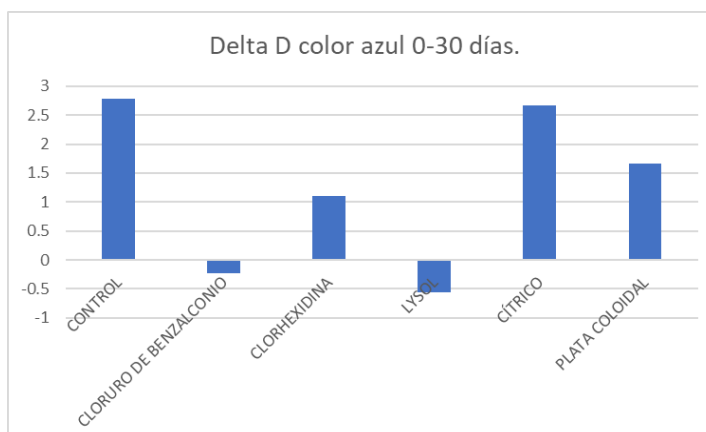


Gráfica 39. Valores delta D color azul 0-15 días

De acuerdo con los datos obtenidos, las muestras de color azul tuvieron valores de -0.1 a 1.4, las muestras inmersas en plata coloidal y Lysol® presentaron el mismo valor aumentando 0.1, mientras que para el cloruro de benzalconio fue de -0.1 perdiendo dureza. Las muestras del grupo control obtuvieron el mayor cambio.

Color azul	Valor Delta D 0-30 días
CONTROL	2.8
CLORURO DE BENZALCONIO	-0.2
CLORHEXIDINA	1.1
LYSOL®	-0.6
CÍTRICO	2.7
PLATA COLOIDAL	1.7

Tabla 37. Valores delta D color azul 0-30 días.

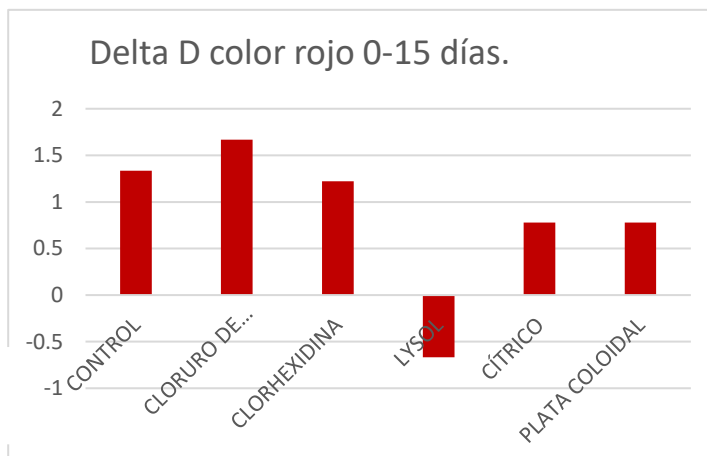


Gráfica 40. Valores delta D color azul 0-30 días.

A los 30 días de almacenamiento las muestras de color azul continuaron su tendencia a endurecer, siendo el grupo control el que más endureció, con un valor de 2.8. Sin embargo, las muestras en Lysol® y cloruro de benzalconio presentaron un cambio con tendencia hacia la pérdida de dureza con -0.8.

Color Rojo	Valor Delta D 0-15 días
CONTROL	1.3
CLORURO DE BENZALCONIO	1.7
CLORHEXIDINA	1.2
LYSOL®	-0.7
CÍTRICO	0.8
PLATA COLOIDAL	0.8

Tabla 38. Valores Delta D color rojo 0-15 días.

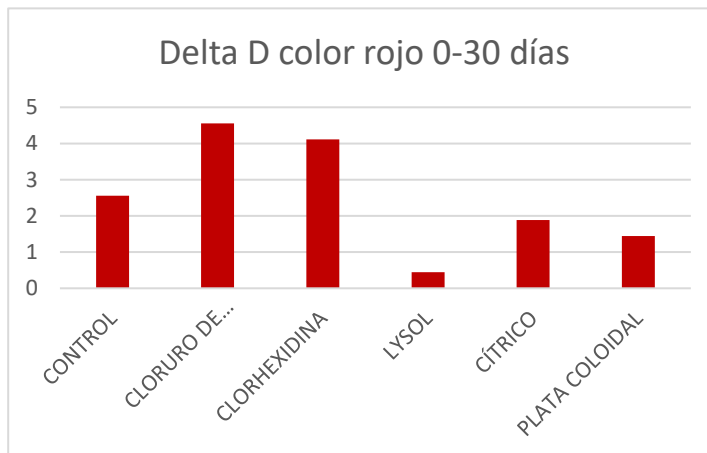


Gráfica 41. Valores delta D color rojo 0-15 días

Las muestras de color rojo a los 15 días presentaron deltas D entre -0.7 y 1.7 siendo las muestras inmersas en desinfectante cítrico y plata coloidal las que presentaron menor cambio hacia el aumento de dureza, por otro lado, las muestras en Lysol® presentaron -0.7 en su delta D, indicándonos una pérdida de dureza. Las que más aumentaron de dureza fueron aquellas muestras inmersas en cloruro de benzalconio.

Color rojo	Valor Delta D 0-30 días
CONTROL	2.6
CLORURO DE BENZALCONIO	4.6
CLORHEXIDINA	4.1
LYSOL®	0.4
CÍTRICO	1.9
PLATA COLOIDAL	1.4

Tabla 39. Valores Delta D color rojo 0-30 días



Gráfica 42. Valores delta D color rojo 0-30 días.

A los 30 días de almacenamiento las muestras de color rojo tuvieron valores de entre 0.4 y 4.6. siendo las muestras en cloruro de benzalconio las que más cambio tuvieron y las muestras en Lysol® las que menos cambio presentaron. Respecto a los datos obtenidos a los 15 días el grupo control, desinfectante cítrico y la plata coloidal presentaron poco cambio. El cloruro de benzalconio y la clorhexidina fueron las que cambiaron bastante de los 15 a los 30 días de almacenamiento.

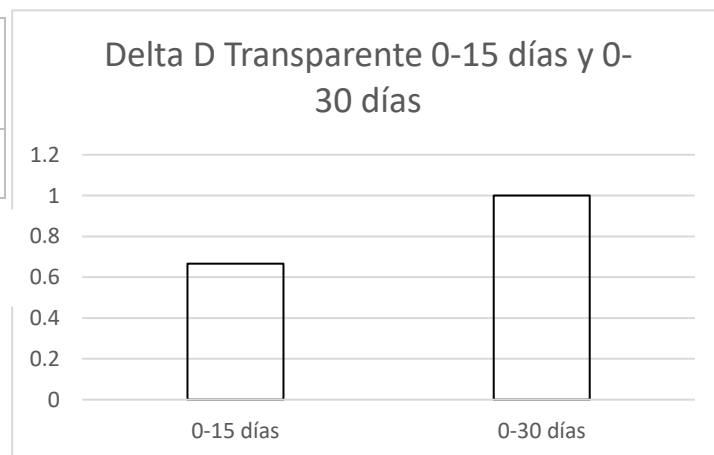
Tabla 40. Valores de las mediciones de dureza en escala Shore A de los silicones transparentes que estuvieron en condiciones ambientales y no se les colocó ningún tipo de solución

Muestra	Valores iniciales	Valores 15 días	Valores 30 días
Transparentes			
1	21	21.3	22.3
2	21.3	22.3	22
3	21	21.7	22
PROMEDIO	21.1	21.8	22.1

De igual forma se calcularon los deltas D, usando los promedios de los valores de las muestras.

Transpa- rentes	Valores Delta D 0-15 días	Valores delta D 0-30 días
	0.7	1

Tabla 41. Delta D transparentes



Gráfica 43. Valores delta D Transparentes 0-15 y 0-30 días

En el caso de las muestras sin pigmentar y sin solución encontramos que sus deltas a los 15 y 30 días fueron de 0.7 y de 1 respectivamente lo que nos muestra que su variación fue menor en muchos casos que las muestras que tuvieron contacto con algún tipo de solución.

A continuación, se presentan graficas para comprar los deltas D de las muestras de diferentes colores en el mismo tipo de desinfectante, así como una barra blanca que corresponde al delta D de las muestras de silicón transparente, recordando que estas muestras no tuvieron ningún tipo de contacto con sustancias.

En la gráfica 44 se muestran las muestras inmersas en agua, al ver el valor de las transparentes se intuye que fueron las que menos cambio presentaron, por otro lado, las muestras de color amarillo fueron las que mayor cambio tuvieron en el agua a los 15 días de almacenamiento.

En la gráfica 45 se muestra como a los 15 días de almacenamiento las muestras que menos presentaron cambio en su dureza fueron las transparentes en comparación con las muestras pigmentadas y colocadas en desinfectante, mientras que las que más cambio presentaron en el desinfectante cítrico fueron las muestras de color amarillo.

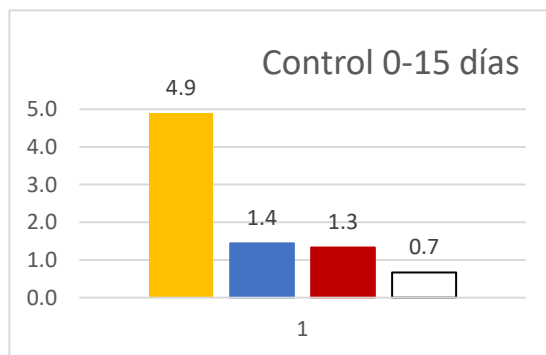
En la gráfica 46 se muestran aquellas muestras inmersas en cloruro de benzalconio, aquí las que menos cambio de dureza tuvieron fueron las muestras de color azul(con un delta negativo) y las que mayor cambio presentaron fueron las muestras de color rojo.

En la gráfica 47 se muestran las muestras inmersas en clorhexidina, así como las muestras transparentes correspondientes al mismo periodo de tiempo aquí se encuentra que a los 15 días las muestras de color amarillo se volvieron

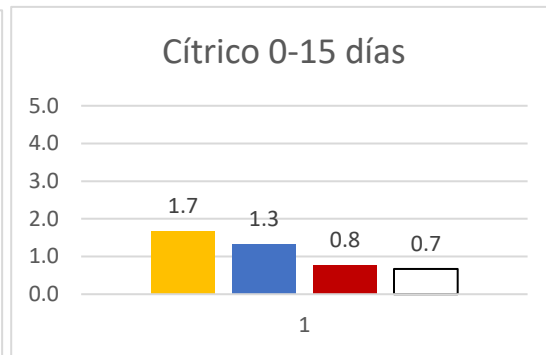
ligeramente suaves, mientras que las que mayor cambio presentaron 1.2 de valor en su delta D fueron las muestras de color rojo.

En la gráfica 48 se muestran los valores del delta D para las muestras inmersas en Lysol® a los 15 días las muestras que presentaron menos cambio fueron las de color azul hacia la pérdida de dureza, mientras que las muestras de los otros colores presentaron el mismo valor de cambio, sin embargo, en el caso de las muestras amarillas endurecieron y las rojas perdieron dureza ligeramente.

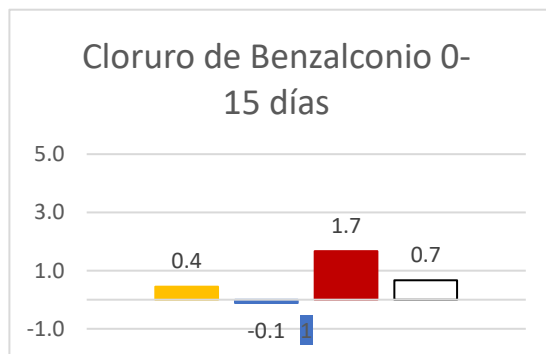
En la gráfica 49 están los datos de las muestras inmersas en plata coloidal, en este caso las que presentaron menos cambio fueron las de color azul y las que presentaron mayor cambio fueron las rojas y las amarillas.



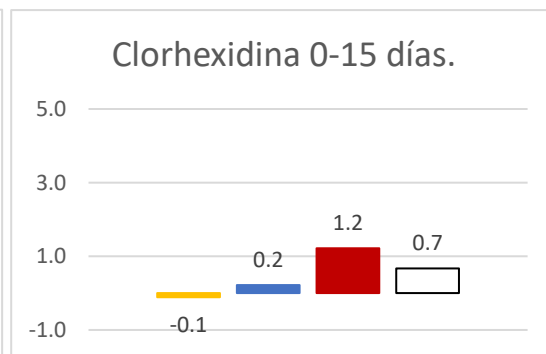
Gráfica 44. Delta D de las muestras De distintos colores y transparentes en agua a los 15 días.



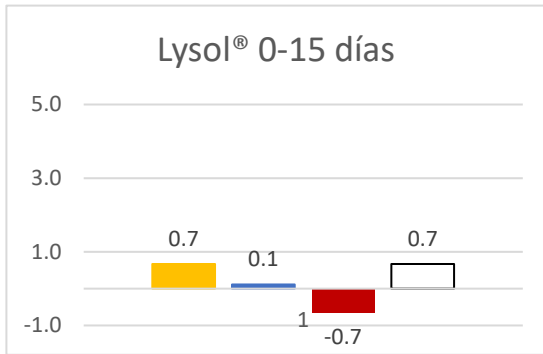
Gráfica 45. Delta D de las muestras De distintos colores y transparentes en desinfectante cítrico a los 15 días.



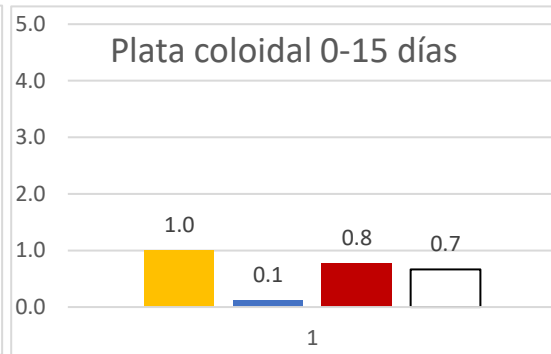
Gráfica 46. Delta D de las muestras De distintos colores en desinfectante cloruro de benzalconio y transparentes a los 15 días.



Gráfica 47. Delta D de las muestras De distintos colores en clorhexidina y transparentes a los 15 días.



Gráfica 48. Delta D de las muestras De distintos colores en Lysol® transparentes a los 15 días.



Gráfica 49. Delta D de las muestras De distintos colores en plata coloidal y transparentes a los 15 días.

En la gráfica 50 mostramos las muestras del grupo control, siendo las muestras color amarillo las que más cambio presentaron en su dureza y las rojas las que menos cambio tuvieron.

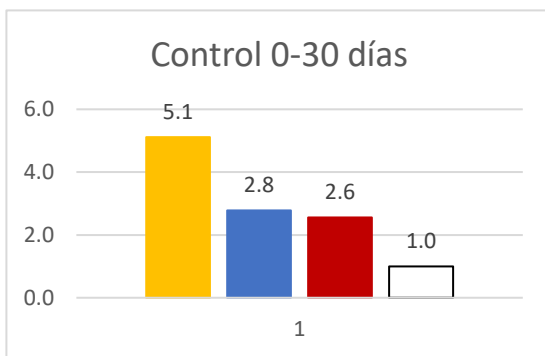
En la gráfica 51 encontramos las muestras inmersas en desinfectante cítrico a los 30 días de almacenamiento, el delta D más alto fue el de las muestras de color azul con 2.7 y las muestras con menor cambio fueron las del color rojo.

En la gráfica 52 se encuentran las muestras que fueron inmersas en clorhexidina en el caso de estas muestras se aprecia que las más afectadas en su dureza fueron las de color rojo con 4.1 de diferencia respecto a su medición inicial y las que menos cambio tuvieron fueron las muestras color azul.

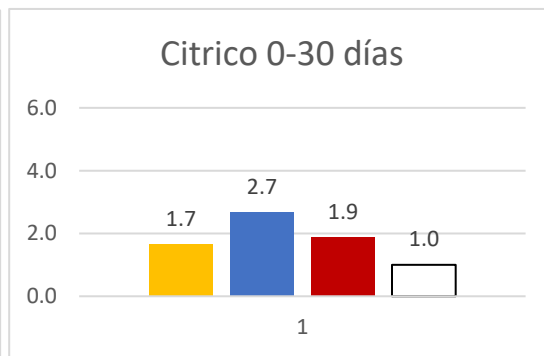
En la gráfica 53 se presentan los deltas D de las muestras inmersas en cloruro de benzalconio encontramos que las muestras más afectadas fueron las muestras pigmentadas con rojo con un cambio de 4.6 en su dureza, mientras que las muestras de color azul sólo tuvieron -0.2 en su cambio de dureza, siguiendo su tendencia a perder dureza.

La gráfica 54 presenta los deltas D de las muestras inmersas en Lysol®, las muestras presentaron un cambio muy pequeño en su dureza respecto al valor inicial siendo las muestras amarillas las que mayor cambio presentaron volviéndose más duras, al igual que las muestras de color rojo, por otro lado, las muestras de color azul presentaron una tendencia a disminuir su dureza con -0.6.

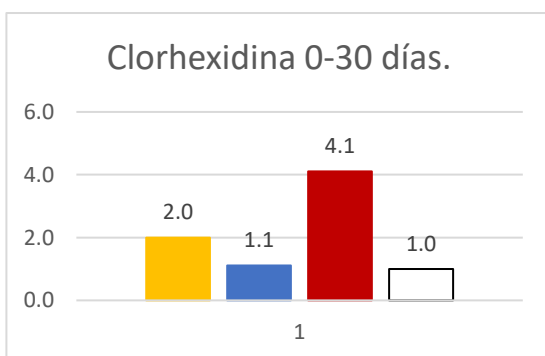
En la gráfica 55 se presentan las muestras inmersas en plata coloidal, de estas muestras las que más cambio presentaron fueron las de color amarillo con 3.3 y la que menos cambio presentaron fueron las de color rojo con 1.4.



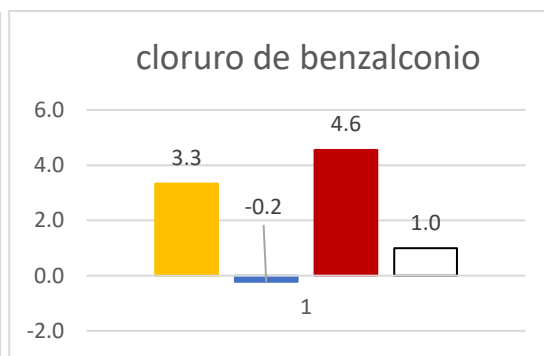
Gráfica 50. Delta D de las muestras De distintos colores en agua a los 30 días.



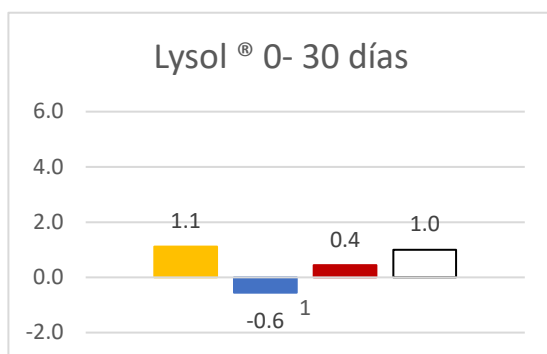
Gráfica 51. Delta D de las muestras De distintos colores en desinfectante cítrico y transparentes a los 30 días.



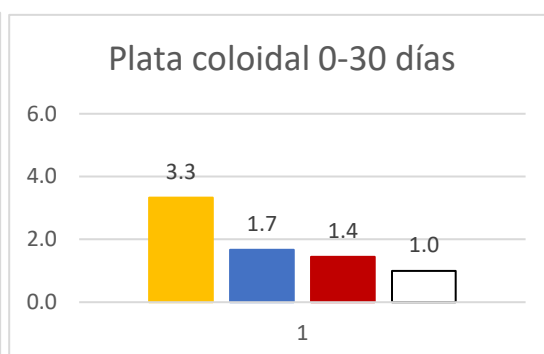
Gráfica 52. Delta D de las muestras De distintos colores en Clorhexidina a los 30 días.



Gráfica 53. Delta D de las muestras De distintos colores en Cloruro de benzalconio a los 30 días.



Gráfica 54. Delta D de las muestras De distintos colores en Lysol® a los 30 días.



Gráfica 55. Delta D de las muestras De distintos colores en Plata coloidal a los 30 días.

9.4 Análisis Estadístico de cambio de color y de dureza

Para el análisis estadístico del cambio de color se realizó ANOVA de dos vías, usando los valores promedio de delta E de las muestras de los distintos colores en las diferentes soluciones, junto con su error estándar. También se realizó un análisis Post-hoc Bonferroni

Utilizamos el programa estadístico GraphPad Prism

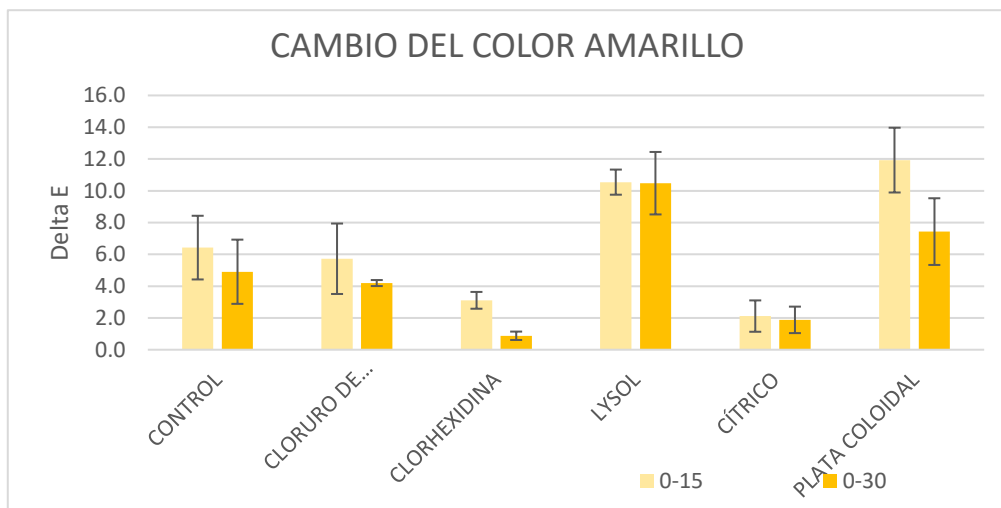
Para el cambio de dureza de igual forma se realizó ANOVA de dos vías usando los valores promedio obtenidas de las muestras a los 15 y 30 días. Así como el análisis post-hoc Bonferroni.

En el caso de la comparación de la dureza de todas las muestras pigmentadas y no pigmentadas (transparentes) se realizó ANOVA una vía para determinar si el pigmento realiza cambios en la dureza del material. De igual forma para el cambio en la dureza de las muestras transparentes se realizó ANOVA una vía.

Para el análisis estadístico de las muestras de color amarillo encontramos las siguientes diferencias significativas:

Comparación	Tiempo	Valor de T	Valor de P	Desviación Estándar.
Clorhex vs Lysol	0-30	4.43	<0.05	0.5/3.4
Clorhex vs Plata col	0-15	4.077	<0.05	0.9/3.5
Lysol vs Cítrico	0-15	3.894	<0.05	1.4/1.7
Lysol vs Cítrico	0-30	3.974	<0.05	3.4/1.4
Cítrico vs Plata	0-15	4.535	<0.01	1.7/3.5

Tabla 42. Comparación con diferencias significativas de color amarillo.

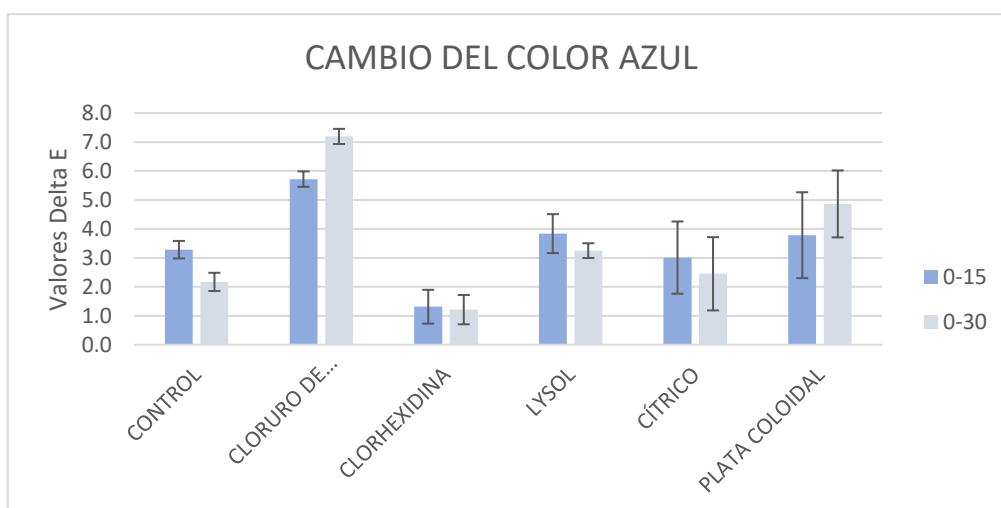


Gráfica 56. Delta E 0-15 y 0-30 color amarillo

Para el análisis estadístico de las muestras color azul en los diferentes desinfectantes encontramos las siguientes diferencias significativas.

Comparación	Tiempo	Valor de T	Valor de P	Desviación Estándar
Benzalconio vs Clorhexidina	0-30	4.067	<0.05	0.5/0.3

Tabla 43. Comparación con diferencias significativas de color azul.

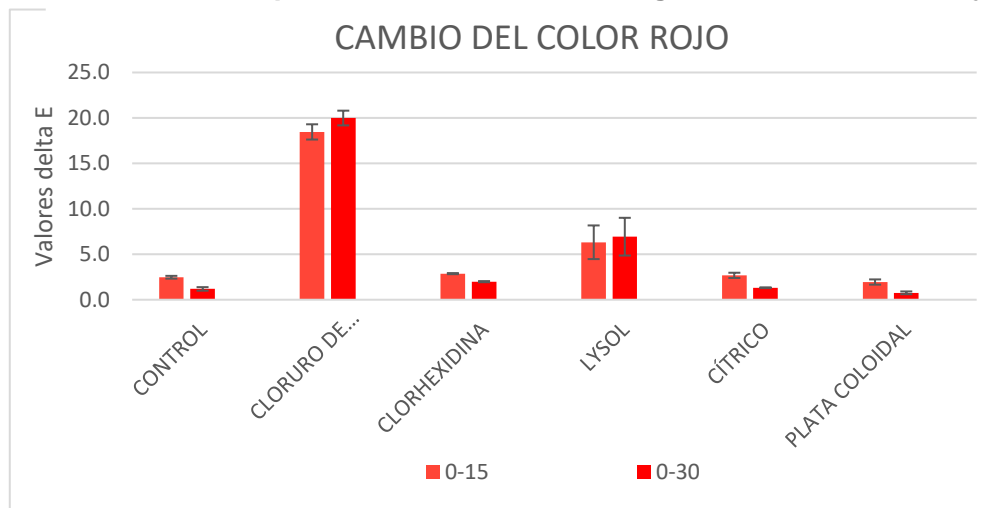


Gráfica 57. Delta E 0-15 y 0-30 color azul

En el caso de las muestras de color rojo encontramos las siguientes diferencias significativas:

Comparación	Tiempo	Valor de T	Valor de P	Desviaciones estándar de cada grupo comparado.
Control vs Benzalconio	0-15	12.8	<0.0001	0.3/1.5
	0-30	15.05	<0.0001	0.3/1.4
Control vs Lysol	0-30	4.602	<0.01	0.3/2.1
Benzalconio vs Clorhexidina	0-15	12.48	<0.0001	1.5/0.1
	0-30	14.41	<0.0001	1.4/0.1
Benzalconio vs Lysol	0-15	9.72	<0.0001	1.5/3.2
	0-30	10.45	<0.0001	1.4/3.6
Benzalconio vs Cítrico	0-15	12.64	<0.0001	1.5/0.5
	0-30	14.95	<0.0001	1.4/0.1
Benzalconio vs Plata coloidal	0-15	13.22	<0.0001	1.5/0.5
	0-30	15.40	<0.0001	1.4/0.3
Clorhex vs Lysol	0-30	3.963	<0.05	0.1/3.6
Lysol vs Cítrico	0-30	4.497	<0.01	3.6/0.1
Lysol vs Plata coloidal	0-30	4.946	<0.01	3.6/0.3

Tabla 44. Comparación con diferencias significativas de color rojo.



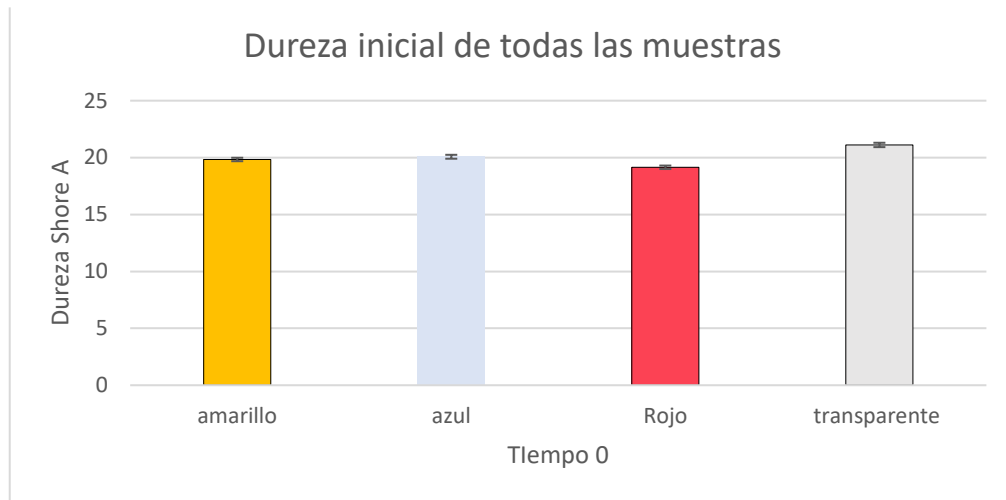
Gráfica 58. Delta E 0-15 y 0-30 color rojo

Se comparó la dureza inicial de los tres colores para ver si en este caso se encontraba si los diferentes pigmentos provocaban cambios en la dureza de la silicona

Encontrando diferencias en las siguientes comparaciones con diferencias significativas entre las siliconas con y sin pigmento

Comparación	T	P	95%	Desviación estándar
Amarillo vs azul	4.501	< 0.001	-0.3873 to -0.09415	0.6/0.7
Amarillo vs Rojo	12.81	< 0.0001	0.5386 to 0.8318	0.6/0.6
Amarillo vs transparente	12.66	< 0.0001	-1.541 to -0.9924	0.6/0.3
Azul vs Rojo	17.31	< 0.0001	0.7793 to 1.073	0.7/0.6
Azul vs transparente	10.25	< 0.0001	-1.300 to -0.7517	0.7/0.3
Rojo vs transparente	19.51	< 0.0001	-2.226 to -1.678	0.6/0.3

Tabla 45. Comparación con diferencias significativas de dureza de diferentes colores

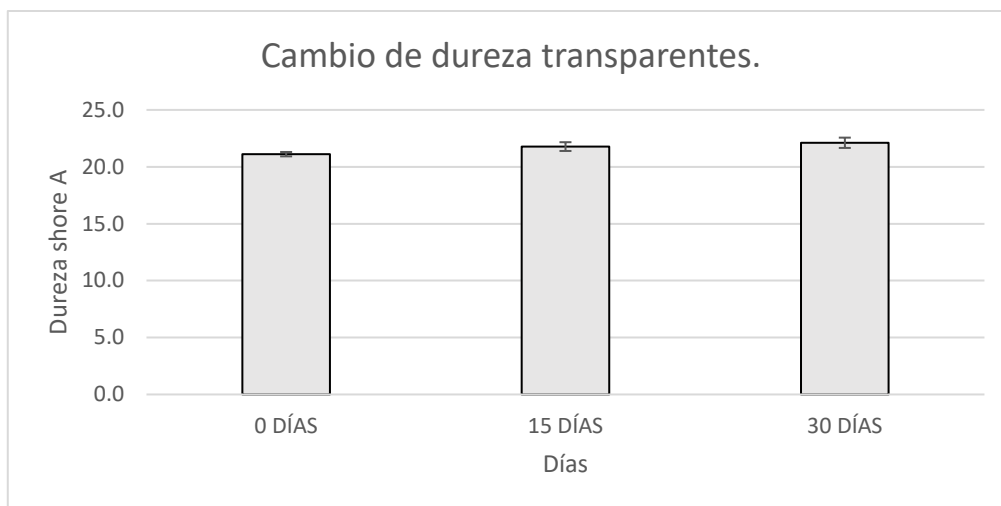


Gráfica 59. Dureza de las muestras de distintos colores

Para las siliconas sin pigmentos y sin solución encontramos que estadísticamente no había diferencias significativas en los diferentes periodos de tiempo en que se tomaron las mediciones.

Comparación	t	P	95% CI of diff	Desviación estándar
0 días vs 15 días	1.278	P > 0.05	-2.501 to 1.101	0.3/0.7
0 días vs 30 días	1.826	P > 0.05	-2.801 to 0.8006	0.3/0.8
15 días vs 30 días	0.5477	P > 0.05	-2.101 to 1.501	0.7/0.8

Tabla 46. Comparación de dureza de muestras transparentes a lo largo del tiempo.

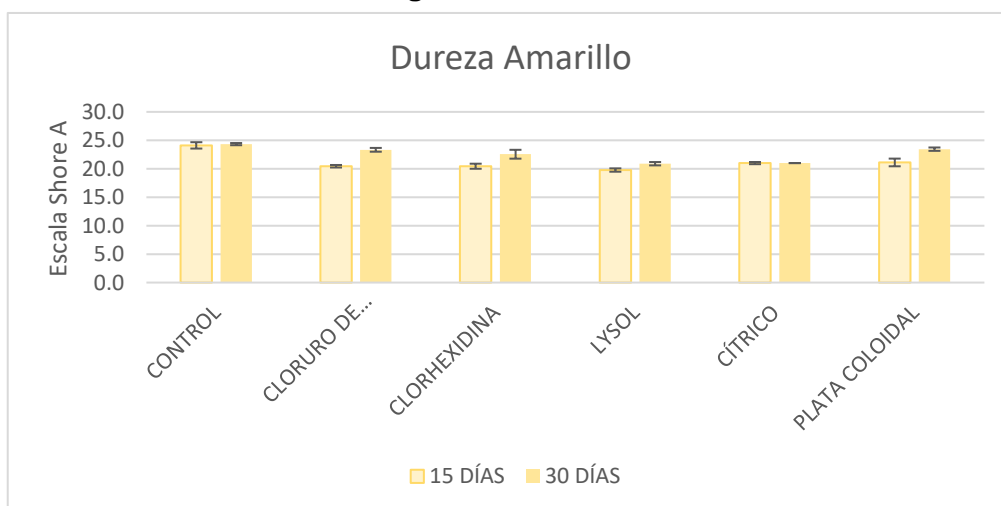


Gráfica 60. Dureza de muestras transparentes.

Para la dureza de las muestras de color amarillo encontramos las comparaciones con diferencias significativas fueron las siguientes.

Comparación	Tiempo(días)	Valor de T	Valor de P	Desviación Estándar
Control vs Benzalconio	15	6.832	<0.0001	1/0.4
Control vs Clorhexidina	15	6.832	<0.0001	1/0.8
Control vs Lysol	15	8.074	<0.0001	1/0.5
	30	6.418	<0.0001	
Control vs Cítrico	15	5.797	<0.0001	1/0.3
	30	6.211	<0.0001	0.3/0
Control Vs Plata coloidal	15	5.590	<0.001	1/1.2
Benzalconio vs Lysol	30	4.554	<0.01	0.6/0.5
Benzalconio vs Cítrico	30	4.347	<0.01	0.5/0
Lysol vs plata coloidal	30	4.761	<0.01	0.5/0.5
Cítrico vs plata coloidal	30	4.554	<0.01	0/0.5

Tabla 47. Cambios significativos de dureza de muestras amarillas

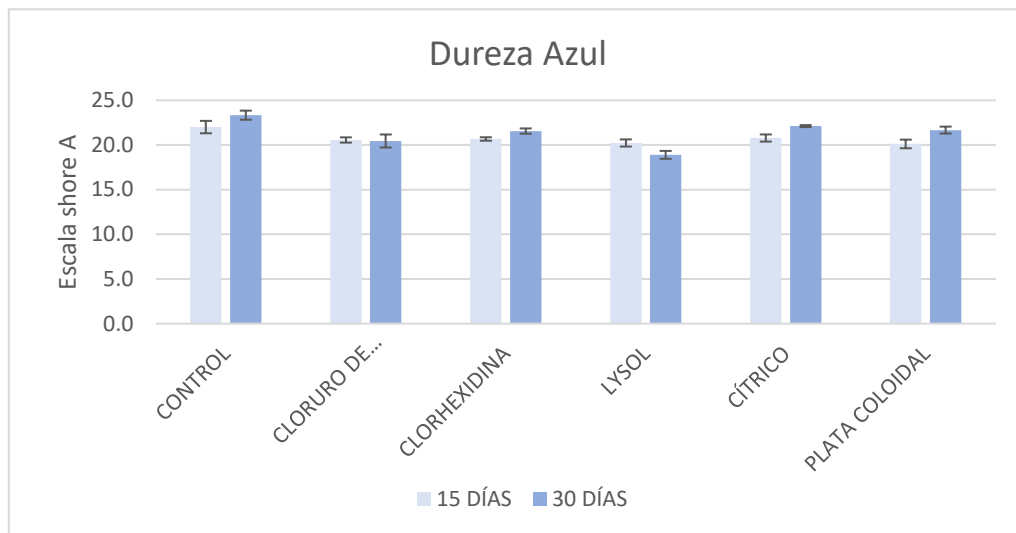


Gráfica 61. Dureza de muestras amarillas.

Para las muestras de color azul se encontraron los siguientes cambios significativos.

Comparación	Tiempo(días)	Valor de T	Valor de P	Desviación estándar
Control vs Benzalconio	30	4.729	<0.01	0.3/0.7
Control vs Lysol	30	7.276	<0.0001	0.3/0.8
Clorhexidina vs Lysol	30	4.366	<0.01	0.5/0.8
Lysol vs Cítrico	30	5.275	<0.001	0.8/0.2
Lysol Vs Plata coloidal	30	4.548	<0.01	0.8/0.7

Tabla 48. Cambios significativos de dureza de muestras azules

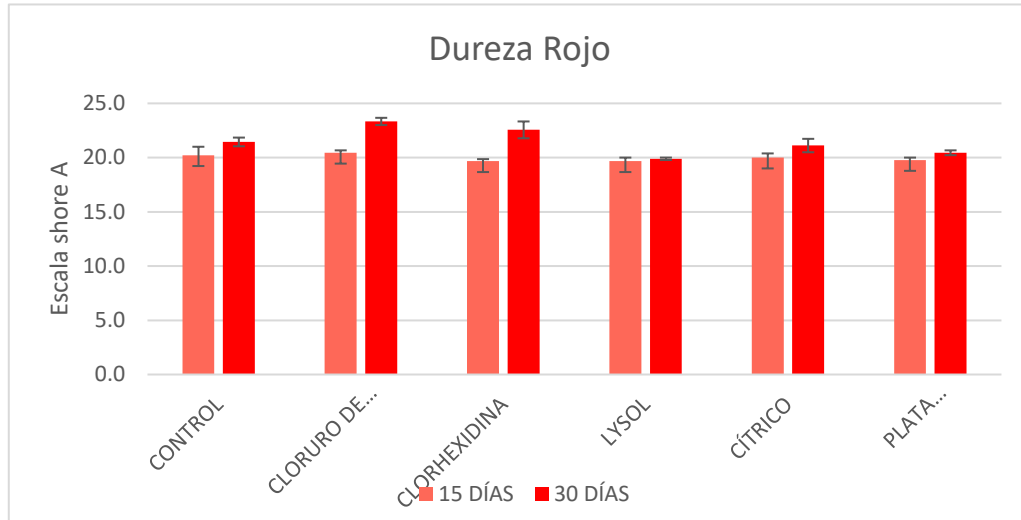


Gráfica 62. Dureza de muestras azules

Para las muestras de color rojo estos fueron los cambios significativos en su dureza.

Comparación	Tiempo(días)	Valor de T	Valor de P	Desviación estándar
Benzalconio vs Lysol	30	5.870	<0.0001	0.6/0.2
Benzalconio vs Cítrico	30	3.787	<0.05	0.6/1.1
Clorhexidina vs Lysol	30	4.545	<0.01	1.3/0.2
Lysol Vs Plata coloidal	30	6.059	<0.0001	0.2/0.4
Cítrico Vs Plata coloidal	30 días	3.977	<0.05	1.1/0.4

Tabla 49. Cambios significativos de dureza de muestras rojas



Gráfica 63. Dureza de muestras rojas

En el caso de las muestras pigmentadas sólo presentamos los cambios estadísticamente significativos tanto del color como de dureza, para ver el reporte completo de todas las comparaciones se encuentran en el anexo 2.

X. DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados obtenidos en la prueba de espectroscopia no encontramos diferencias entre los dos silicones, ya que los picos tanto del silicon médico y del industrial correspondían a los mismos grupos funcionales, esto aunado a los estudios realizados por França³⁶(de biocompatibilidad), podría abrir la posibilidad a que el uso de las siliconas grado industrial para la realización de prótesis facial sea aceptado ya que muy probablemente se trate del mismo material.

Podríamos pensar que los compuestos usados para elaborar la silicona grado médico varían en el grado de pureza respecto a los usados para elaborar la silicona grado industrial; o bien el tamaño de poro y/o de partícula es diferente en cada silicona.

Otro punto que nos hace reflexionar sobre las diferencias de costo entre ambos materiales, pese a ser prácticamente el mismo material es el hecho de que en la silicona grado médico se le han hecho pruebas de biocompatibilidad y en el caso de la silicona industrial carece de éstas.

En cuanto al color en nuestro estudio se decidió probar los tres colores primarios ya que todos los colores van a derivar de las distintas combinaciones de éstos.

Para las muestras amarillas se encontró que a los 15 días la clorhexidina y el desinfectante de origen cítrico obtuvieron valores inferiores a 3, considerándose clínicamente aceptables, esto continuo ya que a los 30 días nuevamente la clorhexidina y el desinfectante de origen cítrico eran las que mejor conservaban el color amarillo con valores inferiores a 3 con lo cual teníamos valores clínicamente aceptables en el cambio de color, por otro lado, las soluciones que más cambiaron de color las muestras amarillas fueron la plata coloidal, el Lysol® y cloruro de benzalconio, que obtuvieron valores por

encima de 3, haciéndolos clínicamente inaceptables. La estadística nos ayudó a comprobar la significancia, ya que se encontraron diferencias significativas con la clorhexidina y el desinfectante cítrico al compararlos con los otros desinfectantes.

En el caso del color azul a los 15 días sólo hubo una solución que obtuvo un valor considerado clínicamente aceptable, la cual fue la clorhexidina, las demás soluciones incluido el grupo control obtuvieron cambios clínicamente inaceptables, pero el grupo que estuvo inmerso en el desinfectante cítrico apenas obtuvo un valor ínfimamente superior a 3. A los 30 días se encontraron valores distintos para todas las soluciones, creímos que los valores en el cambio de color serían cada vez más altos, pero encontramos que a los 30 días que las muestras del grupo control, desinfectante cítrico y clorhexidina habían obtenido deltas E con valores clínicamente aceptables. El cloruro de benzalconio modificó aún más el color, al igual que la plata coloidal, pero el Lysol®, pese a tener valores clínicamente inaceptables en ambos casos, a los 30 días el valor del delta E fue menor que el de los 15 días. En este caso la estadística sólo nos arrojó una comparación con diferencia significativa que fue el caso del cloruro de benzalconio contra la clorhexidina.

Para las muestras de color rojo a los 15 días se encontraron que muestras con un cambio de color clínicamente aceptable fueron aquellas que estuvieron inmersas en agua, clorhexidina desinfectante de origen cítrico y plata coloidal, mientras que las muestras inmersas en cloruro de benzalconio y Lysol® obtuvieron resultados clínicamente inaceptables, siendo las muestras en cloruro de benzalconio las que mayor cambio de color presentaron en todo este trabajo, con valores de delta E cercanos a 20.

Al igual que en las muestras de otros colores encontramos que a los 30 días de almacenamiento hubo variaciones en el delta E a la baja y al alta. A los 30

días las muestras en cloruro de benzalconio y el Lysol® continuaron cambiando más su color. En el grupo control encontramos que las muestras disminuyeron su valor de delta E, al igual que las muestras inmersas en clorhexidina, desinfectante cítrico y plata coloidal. Aquí fue donde se encontró el mayor número de diferencias significativas entre las comparaciones de los desinfectantes, siendo la mayoría contra el cloruro de benzalconio, con lo cual se corroboró estadísticamente que este desinfectante no tiene un buen comportamiento con los pigmentos.

Lo anterior sirvió para rechazar parte de la hipótesis nula en la cual se contempla que las muestras de silicón no tendrían un cambio en el color y probar nuestra hipótesis, en la que consideramos que las muestras tendrían un cambio de color.

Por otro lado, en los resultados de cambio de dureza de igual forma que en los resultados de cambio de color encontramos distintos comportamientos de las muestras dependiendo de color en los diferentes desinfectantes, así como en las muestras sin pigmentación que no tuvieron tratamiento con alguna solución.

Para empezar la estadística arrojó cambios significativos entre las muestras pigmentadas y no pigmentadas en el tiempo 0. La dureza se presentó más alta en las transparentes que en las pigmentadas, esto posiblemente se atribuya a el espatulado que se realizó para pigmentar las muestras, lo que pudo traer consigo la incorporación de burbujas, sin embargo, entre las muestras pigmentadas también hubo diferencias, pese a tener el mismo tiempo y tipo de espatulado, esto nos lleva a creer que los pigmentos pudieran ablandar de alguna forma la silicona.

En las muestras sometidas a la inmersión en agua de igual forma las muestras de color amarillo fueron las que mayor cambio presentaron con 4.9 de delta D y las muestras de color azul y rojo tuvieron 1.4 y 1.3 respectivamente. A los 15 días de almacenamiento las muestras de diferentes colores en contacto con el desinfectante de origen cítrico las muestras tuvieron un poco cambio en la dureza con deltas D entre 1.7 y 0.7 siendo las muestras de color amarillo las que mayor cambio tuvieron y las rojas las que menos cambio presentaron. Las muestras inmersas en cloruro de benzalconio tuvieron poco cambio en la dureza, siendo las de color rojo las que mayor cambio presentaron y las muestras de color amarillo y azul prácticamente no presentaron cambios con 0.4 y -0.1 respectivamente. Las muestras inmersas en clorhexidina tuvieron un cambio reducido en la dureza, siendo las muestras de color rojo las que más cambio presentaron con 1.2, las muestras amarillas tuvieron un valor negativo de .1 que podría parecer insignificante al igual que las muestras azules, aunque en su caso tuvieron valor positivo de .2, en el caso de las muestras inmersas en Lysol® se encuentran los menores cambios de color en general, las muestras amarillas obtuvieron 0.7, las azules con 0.1 y las rojas presentaron un valor negativo de -0.66. para las muestras en plata coloidal encontramos para las muestras amarillas el valor más alto con 1, las muestras color azul tuvieron 0.1 de cambio y las rojas sólo tuvieron un cambio en la dureza de 0.8.

A los 30 días de almacenamiento se encontraron irregularidades en algunas muestras ya que se pensábamos que los valores incrementarían conforme pasara el tiempo de contacto con las soluciones, sin embargo, no fue así en todos los casos.

Las muestras inmersas en agua del grupo control mostraron aumento en su delta D respecto a los 15 días de almacenamiento, pero las muestras amarillas siguieron siendo las que mayor cambio presentaron. Las muestras de color

rojo y azul tuvieron un puntaje mayor, siendo las muestras azules las que más cambio presentaron.

Las muestras en el desinfectante cítrico tuvieron distintos comportamientos a los 30 días, las muestras de mayor cambio fueron las azules al igual que las muestras rojas, las amarillas al parecer se mantuvieron igual.

Las muestras inmersas en clorhexidina aumentaron su dureza en general, pero las muestras rojas siguieron siendo las más afectadas con un valor de 4.1, posteriormente las amarillas llegaron a 2 y las azules obtuvieron un valor de 1.1, siendo las que menos cambiaron respecto a su valor a los 15 días.

A los 30 días de almacenamiento las muestras de color rojo y amarillo en cloruro de benzalconio tuvieron un comportamiento al alza en la dureza, pero las de color azul apenas aumentaron su dureza respecto a los 15 días.

Las muestras inmersas en Lysol® a los 30 días mostraron cambios variados en la dureza, por un lado, las muestras azules disminuyeron su dureza en -0.5, las muestras rojas que habían tenido un comportamiento hacia los valores negativos cambio hacia una variación positiva, sin embargo, ambas son de menos de una unidad.

En lo que respecta a las muestras inmersas en plata coloidal a los 30 días hubo un aumento en la dureza de las muestras pigmentadas de los tres colores, siendo las muestras amarillas las que aumentaron más de dos puntos su dureza.

Esto nos sirve para refutar la otra parte de la hipótesis nula en la que se menciona que las muestras no tendrán cambio alguno en su dureza y se cumple con nuestra hipótesis respecto a la variación de dureza de las muestras.

Los estudios que se han realizado respecto a las siliconas para la confección de prótesis maxilofacial han sido pocos en la literatura actual y son aún menos los que tratan el cambio que pueden presentar al estar en contacto con soluciones desinfectantes, que pueden ayudar a disminuir la proliferación de microorganismos en las superficies de estas. Por otro lado, estos estudios se enfocan más en las siliconas de grado médico, dejando de lado las siliconas de grado industrial que se usan como alternativa para pacientes con posibilidades económicas limitadas.

Otro punto importante es que en la mayoría de los estudios que existen se enfocan en sólo una característica, de tal forma que unos abordan únicamente el cambio en la dureza u otras propiedades mecánicas del material y otros sólo lo hacen en el cambio de color. Por lo que existen rarísimos estudios como este en los que se midió cambio de dureza y de color posterior a algún proceso de desinfección.

Tomando en cuenta sólo uno de los dos deltas realizados podemos comparar nuestros resultados con otros trabajos, tomaremos en cuenta los deltas obtenidos entre la toma inicial y a los 30 días para este propósito.

En la variación del color surgió una nueva interrogante, ¿por qué algunas muestras obtuvieron valores más bajos de delta E a los 30 días que a los 15 días?.

En la literatura consultada no se menciona la toma de varias mediciones de color y dureza a la misma muestra en diferentes periodos de tiempo, por lo que es difícil dar una explicación a este fenómeno. Podríamos pensar que la estructura química del silicón pigmentado reacciona de alguna forma con los compuestos que forman a los desinfectantes ocasionando degradación de

capas de silicón superficiales y dejando capas más profundas que conservan aún más el pigmento con el que fueron teñidas, sin embargo, caemos en especulación ya que carecimos de un estudio apropiado para poder determinar adecuadamente el tipo de fenómeno que está ocurriendo.

Las únicas soluciones que han sido usadas en otros trabajos y que pueden ser comparadas son el agua y la clorhexidina, para las demás no tenemos referencia, por lo que el trabajo toma relevancia para que pueda ser tomado de antecedente en futuros trabajos.

En 2008 Goiato evaluó la dureza de dos siliconas usados para la realización de prótesis facial después de la desinfección. El uso Silastic MDX 4-4210, Silastic 732 RTV silicone® ambos de la casa comercial Dow Corning, pero uno de grado médico y otro de grado industrial. Usó como agentes desinfectantes jabón neutro y pastillas efervescentes. Las diferencias entre la dureza de ambos materiales se mostraron desde el principio teniendo que el silicon grado médico tenía una dureza de 28.59 y el industrial 18.08, lo cual está muy cerca de los rangos que obtuvimos nosotros con las muestras de silicon industrial pigmentadas. Ellos encontraron que la desinfección no tuvo una significancia estadística para ninguno de los materiales. Esta investigación es importante ya que es el único en el que encontramos que se investigan las propiedades mecánicas de un silicón grado industrial antes y después de la desinfección química.

En 2010 Goiato³⁷, estudió el comportamiento de la silicona MDX4-4210, para ello realizó muestras no pigmentadas, pigmentadas usando como opacadores sulfato de bario, pigmentadas con opacador de dióxido de titanio. Luego se dio un diferente tratamiento de limpieza y desinfección. Se usaron pastillas efervescentes (se sumergieron las muestras por 15 minutos y al terminar el tiempo se enjuagaron con agua corriente), jabón neutro (se lavaron frotando con las yemas de los dedos por 30 segundos y se enjuagaron con agua

corriente por otros 60 segundos) y gluconato de clorhexidina (se sumergieron por 10 minutos y se enjuagaron con agua corriente). Además de este tratamiento de limpieza y desinfección, también se usaron métodos artificiales de desgaste con exposición con rayos U.V. simulando diferentes periodos de tiempo, esto en nuestro estudio no se hizo, por lo que no es tan certero comparar nuestros resultados con los de ellos. Encontró que las muestras con opacador de sulfato de bario y jabón neutro presentaron los menores cambios de color. Mientras que las muestras con opacadores de dióxido de titanio las muestras desinfectadas con clorhexidina y jabón neutro mostraron mayores cambios. Concluyeron que de todos los desinfectantes usados la clorhexidina fue la que mayores cambios presentó, en nuestro caso las muestras inmersas en clorhexidina no presentaron los mayores cambios en general. Concluyeron que todas las muestras variaron en color, con lo cual podríamos estar de acuerdo con él, al ver que todas nuestras muestras variaron de color. Otra diferencia respecto a nuestro estudio es que no usamos opacadores, lo cual pueda ser una de las razones por las que encontramos una variación más grande de color respecto a las que ellos encontraron.

Panagiota en 2013³⁹, estudió el cambio de color y dureza de dos siliconas después de diferentes procedimientos de desinfección polidimetil siloxano de grado médico y un polietileno clorado, eligió estos métodos de desinfección: por microondas, inmersión en hipoclorito de sodio al 1%, limpieza con jabón neutro y una solución desinfectante comercial (Daro B-200-09, Technovent Ltd., South Wales, UK.), ellos simulaban 1 año de desinfección con cada procedimiento. Utilizaron el método CIE L*A*B* para determinar el cambio de color y el análisis Shore A para determinar el cambio de dureza. En este estudio se determinó un rango de 1.1-2.1 para muestras con un cambio perceptible en sus especímenes claros y de 1.6-4.4 para sus especímenes oscuros.

Lewis⁵⁹ describió que el rango óptimo apropiado para la dureza de los materiales para la confección de prótesis faciales es de 10-45 en la escala shore A, lo cual dependerá de la zona a reemplazar, así como condiciones propias de la persona. Por lo cual ningún material salió de este rango.

En nuestro estudio de igual forma los rangos marcado por Lewis para la dureza de los materiales para la confección de protesis maxilofaciales no sobrepaso el rango más alto ni fueron inferiores a los valores más bajos de la escala. Ellos Llegando a la conclusión que el mejor procedimiento para la desinfección para el silicón grado médico era el hecho por microondas mientras que la desinfección con hipoclorito de sodio no es recomendada. Para el polietileno clorado se sugiere que sea desinfectado con hipoclorito de sodio, pero no con jabón neutro.

Griniari en 2015⁶⁰ experimento con Moltisil Epithetik, realizó muestras sin color y con dos diferentes presentaciones de pigmento color rojo. Dividió sus muestras en 3 subgrupos por cada solución que usó, siendo estas el grupo control, etanol 95°, solución jabonosa y foto-desgaste acelerado. Posterior a esto realizó pruebas de cambio de color, espectroscopia de infrarrojo para determinar cambios en su estructura atómica antes y después de los procesos a los que fueron sometidas las muestras. Concluyo que en el caso de sus muestras el agua destilada fue el que menos cambio de color ocasiono en las muestras con 0.8., aunque sus deltas E en todas las soluciones usadas obtuvieron deltas E inferiores a 2. En el caso del agua destilada nuestras muestras tuvieron valores superiores en el delta E que los de ellos, lo cual podría deberse al tipo de silicón utilizado, así como al tipo de pigmento ya que no fueron los mismos. en cuanto a la espectrometría de infrarrojo ellos no encontraron cambios significativos en su estructura.

Chamaría en 2017 estudio el efecto de la desinfección química en el color de la silicona RTV, Factor II, para esto uso muestras no pigmentadas en agua destilada como control, muestras no pigmentadas lavadas con jabón antibacterial, muestras no pigmentadas inmersas en clorhexidina al 2%, muestras pigmentadas en clorhexidina, agua y jabón antibacterial. Sus resultados arrojaron que las muestras con cambios de color inaceptables fueron las que tuvieron tratamiento con jabón antibacterial, ya que obtuvieron valores para su delta E mayores a , mientras que las que tuvieron tratamiento con agua y clorhexidina tuvieron deltas E inferiores a 3. Podemos comparar sus resultados con los nuestros con la clorhexidina, aunque nuestro método de almacenamiento y tiempo fue diferente, sin embargo, podría decirse que estos resultados fueron clínicamente aceptables en los dos trabajos.

En la mayoría de los trabajos se hacen aproximaciones de un año de desgaste o de procedimientos de desinfección, en este estudio no se planteó de esa forma, por lo que, si tomamos en cuenta que dejamos las muestras inmersas por 30 días, lo cual sería un aproximado de 43,200 minutos, dividido entre 5 (que serían los minutos diarios de desinfección) y luego dividido entre 365, para que nos dé un aproximado por años que, sería de 23 años.

XI. CONCLUSIONES

Debido a los espectros obtenidos en la espectroscopia de ATR inferimos que tanto la silicona de grado médico como la industrial tienen los mismos grupos funcionales, con lo que podemos deducir que el uso de ambos podría ser indistinto para la confección de prótesis.

Basándonos en nuestros resultados, determinamos que el uso de cualquiera de los agentes desinfectantes utilizados en este trabajo va a cambiar tanto el color como la dureza de la silicona industrial usada para elaborar prótesis maxilofacial.

La dureza de la silicona va a incrementar con el paso del tiempo de manera normal (sin el uso de ningún desinfectante), sin embargo, para que este tipo de silicona sobre pase el estándar de tolerancia máxima para la dureza podría pasar mucho tiempo, por lo que en cuanto a la afectación de los desinfectantes en la dureza del material no tiene una significancia clínica.

La dureza también puede verse afectada por el tipo de pigmento que se use, así como del color del cual se trate, ya que se presentaron diferencias significativas entre las muestras pigmentadas con diferentes colores, así como las muestras transparentes.

Respecto al cambio de color, la investigación nos indica que todas las soluciones van a producir un cambio en el color de la prótesis.

Podemos descartar al cloruro de benzalconio como desinfectante para prótesis maxilofacial, debido a la facilidad para decolorar los silicones que contengan color rojo, que en el caso de la prótesis maxilofacial es primordial para la caracterización adecuada.

Haciendo una comparación del comportamiento de los desinfectantes con cada color encontramos que el que produce menos cambio y conserva más el color de las muestras es el desinfectante cítrico.

Respecto a la dureza encontramos que el Lysol®, el desinfectante cítrico y la plata coloidal son los que menos cambio producen, sin embargo, el Lysol® y la plata coloidal producen cambios de color fuera de lo clínicamente aceptable en algunas muestras pigmentadas.

XII. PERSPECTIVAS

De este estudio pueden surgir muchas más investigaciones respecto a las siliconas y su desinfección, así como todos los procesos que conlleva, todo con el fin de brindar a los pacientes portadores de prótesis faciales un protocolo adecuado de limpieza y desinfección que les permita mantener en estado óptimo la salud de los tejidos adyacentes y dentro de lo deseable mantener las características en sus prótesis.

Se podría comenzar probando si los desinfectantes usados en este estudio tienen acción sobre la microflora que se presenta más frecuentemente en este tipo de prótesis, haciendo especial énfasis en el desinfectante de origen cítrico, del cual no hay mucha información tanto de su espectro antimicrobiano como de su mecanismo de acción.

También hace falta un estudio que nos indique qué bacterias están presentes en las cavidades exenteradas y tejidos adyacentes a una prótesis en la población mexicana, ya que la información es muy escasa.

Otro estudio que queda pendiente de realizar es buscar qué reacciones determinan el cambio de color y deterioro de las siliconas en contacto con los desinfectantes, es decir, el comportamiento químico de la silicona pigmentado en los desinfectantes.

De igual forma queda pendiente para estudios futuros hacer microfotografías usando microscopía electrónica de barrido para evaluar la superficie del silicón antes y después de estar en contacto con desinfectantes, ya que de igual forma por cuestiones económicas no se pudo realizar en este estudio.

También podría hacerse un estudio como este, pero incluyendo tiempos de simulación de desgaste y un periodo de desinfección más corto.

XIII. CAPÍTULO XV. BIBLIOGRAFÍA

-
- ¹ Coelho MG, Evaluation of hardness and Surface roughness of two maxilofacial silicones following disinfection. Brazil Oral Res, 23 pags 49-53
 - ² Ocampo K.G., Barrera J.L. Bacteriologic study of orbitofacial prosthetics in exenterated patients. Revista Mexicana de oftalmología 2017. 154-160
 - ³ Yaseen A. Materials of facial prosthesis: history and advance. IJCDMR 2015
 - ⁴ Bellamy K, Limbert G, Waters MG, Middleton J. An elastomeric material for facial prostheses: sintehesis, experimental and numerical testing aspects. Biomaterials 2003; 24:5061-6
 - ⁵ Trigo JC, Trigo GC. Protesis restaurantiz maxilofacial. Argentina: ed. Mundi. 1987
 - ⁶ FarahJ. Force-displacementproperties of a modified cross-linked silicone compared with a facial tissues. J Oral Rehab. 1978;(1%), 277-83.
 - ⁷ Hanson MD, Shipman B, Verran J, Maryan CJ. Commercial cosmetics and their role in the coloring of facial prostheses. J Prosthet Dent. 1983 Dec;50(6):818-20.
 - ⁸ Lemon JC, Chambers MS, Jacobsen ML, Powers JM. Color stability of facial prostheses. J Prosthet Dent. 1995 Dec;74(6):613-8.
 - ⁹ Yu R, Koran A 3rd, Craig RG. Physical properties of a pigmented silicone maxillofacial material as a function of accelerated aging. J Dent Res. 1980;59(7):1141-8.
 - ¹⁰ Barchelli J, Peris M, Watanabe E. Genomic identification of microbial species adhering to maxilofacial postheses and susceptibility to different higiene protocols.. J. of Bioadhesion and biofilm. Vol 34, 20018

-
- ¹¹ Morris Jones R, Robertson SJ, Ross JS, White IR, McFadden JP, Rycroft RJ . 2002. Dermatitis caused by physical irritants. *Br J Dermatol*. 147:270–275.
- ¹² Goiato MC, Ribeiro PP, Santos DM, Fernandes AUR, Santos PH, Pellizzer EP. Effect of pigmentation and chemical disinfection on the elastic recovery and tear strength of a silicone maxillofacial prosthetic material. *Rev Odontol Unesp*. 2004 Oct-Dec;33(4):189-94.
- ¹³ .Mitra A. Maxillofacial Prosthetic Materials- An Inclination Towards Silicones. *J Clin Diagn Res*. 2014;.
- ¹⁴ Russo C. Rehabilitación Intra Oral y del Rostro Combinada. *Salud Militar* 2004; 26 (1
- ¹⁵ Salyer KE et. al Función interrelacionada de la rama de prótesis maxilo facial y cirugía reconstructiva. *AMER Journ Surg* 1973;126:456-501
- ¹⁶ Worthington P, Branemark PI. Advanced osseointegration surgery: applications in the maxillofacial region. Chicago: Quintessence; 1992.
- ¹⁷ Norman W. Kinslep. A treatise on oral deformities as a Branch of mechanical surgery. 1880
- ¹⁸ Udita S Maller KaSM. Maxillofacial Prosthetic materials past and present trends. *JIADS*, 2010;1(2): 25-30.
- ¹⁹ McKinstry Robert E. Fundamental of facial prosthetics. USA: ABI Profesional Publications Arlington; 1995.
- ²⁰ Seijo J. Hernández . Silicona de grado médico inyectable. Centro de dermatología y cirugía cosmética, San salvador, El Salvador. *International Journal of Cosmetic Medicine and Surgery*. Vol 8. Núm 1-2006
- ²¹ Nusinov NS, Mc Cartney JW, Mitchell DL. The oculofacial protheses. *J Prosthet Dent*. 1989;61:337---9.
- ²² Jankielewicz I y col. Prótesis Bucomaxilofacial. Ed. Quintessence. Barcelona. 2003.
- ²³ Alvaro E, González V, Jiménez R. Reporte de casos clínicos de prótesis combinadas (intraoral y extraoral). *Gaceta SMEO*. 2003;8:22---7.

-
- ²⁴ Nucci P. Reconstrucción, Prothesiche di Gravi Mutilación Del Viso. *Minerva Chir.* 1997;22(15):589---94.
- ²⁵ Chalian VA, Phillips RW. Materials in maxillofacial prosthetics. *J Biomed Mater Res* 1974;8:349-63.
- ²⁶ Beumer III j, Curtis T. Maxillofacial rehabilitation prosthodontic and surgical considerations, 1996
- ²⁷ Huber H, Studer SP. Materials and techniques in maxillofacial prosthodontic rehabilitation. *Oral Maxillofacial Surg Clin N Am* 2002;14(1):73-93..
- ²⁸ Mitra A. Maxillofacial prothetic materials in inclination towards silicones. *Jr of Cli and Diag. Research.* 2014; 8(2): 8-12.
- ²⁹ Maller U. Maxillofacial Prosthetic materials past and present trends. *JIADS.* 2010 1(2): 25-30.
- ³⁰ Anusavice, Kenneth J.; Shen, C.; Rawls, Ralph H. Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed. St. Louis: Elsevier; 2012.
p. 755-756.
- ³¹ Praveen C. Present trends in maxillofacial prosthetic material: an inclination toward silicones. *Journal of Dental Sciences and Oral Rehabilitation*, April-June 2015;6(2):72-74
- ³² Dow Corning Corporation. MDX4–4210 cleangrade elastomer
http://www.dowcorning.com/applications/search/products/?Ntt=%2bMDX%2b4%2b4210N=0&Ntx=mode+MatchAllPartial&WT.svl=4&Nty=1&DCCTC=true&Ntk=ProductFinder_en.
- ³³ Barhate A.R. Materials used in Maxillofacial Prosthesis: A review. *Pravara Med Rev* 2015;7-(1)
- ³⁴ Kahiden Deba et al. Oral & Maxillofacial prothetics II materialistic approach. *Hela Talk.* 2012; 4(6):18-20.
- ³⁵ Mahajan H. Maxillofacil Prosthetic materials A literatura review, *Journal of orofacial research.* 2012,2 (2):179-187
- ³⁶ França, Diurianne Caroline Campos “Biocompatibility Evaluation of 3 Facial

Silicone Elastomers". Journal of Craniofacial Surgery: May 2011 - Volume 22 - Issue 3 - p 837-840

³⁷ Coelho MG, Prado PRD, Rocha AÚF, Alves AP, Falcón-Antenucci RM, Santo , et al. Evaluación de la deformación de dos siliconas para prótesis faciales, influencia de la pigmentación y desinfección química. Revista Cubana de Estomatología. 2010; 47.

³⁸ Ocampo K. Bacteriologic study of orbitofacial prosthetics. Revista Mexicana de Oftalmología. 2017; 91(3 :154---160).

³⁹ Panagiota N., . Effect of different disinfecting procedures on the hardness and color stability of two maxillofacial elastomers over time. Journal of Applied Oral Science, 21(3), 2013 278-283

⁴⁰ Goiato Marcelo. Effect of chemical disinfection and accelerated Aging on Color Stability of Maxilofacial Silicone with opacifiers. J. of Prosthodontic. 2011 Oct;20(7):566-9

⁴¹ Acosta S. y Andrade V. M Anual de Esterilizacion para centros de Salud. Ed. Organización panamericana de la salud. U.S.A. 2008.

⁴²<http://www.rbnainfo.com/MSDS/US/Professional%20Lysol%20Disinfectant%20Spray%20-%20All%20Scents%20SP%20GHS%20US.pdf>

⁴³ Christensen RP, Robison RA, Robinson DF, Ploeger BJ, Leavitt RW, Bodily HL. Antimicrobial activity of environmental surface disinfectants in the absence and presence of bioburden. J Am Dent Assoc 1989;119:493-505

⁴⁴ Kaplan, B. Effectiveness of a profesional formula disinfectant for irreversible hydrocolloid. The Journal of Prosthetic dentistry. Vol 71, issue 6, junio de 194. Páginas 603-606

⁴⁵ Gonzalez L. Antisepticos y desinfectantes. Rev Offarm Vol. 22. Núm. 3.Marzo 2003 páginas 11-176

⁴⁶ Rutala WA. APIC Guideline for selection and use of disinfectants. Am J Infect Control 1996;24:313-342.

-
- ⁴⁷ De la Cruz GR, Villa GM, Calderón JE, Sánchez GM Comparación de la actividad germicida y acción residual de la clorhexidina, desinfectantes a base de cítricos y etanol *Enf Infec Microbiol* 2013; 33 (1)
- ⁴⁸ Ibrahim, F. Y., El-Khateeb, A. Y., & Mohamed, A. H. (2019). Rhus and Safflower Extracts as Potential Novel Food Antioxidant, Anticancer, and Antimicrobial Agents Using Nanotechnology. *Foods (Basel, Switzerland)*, 8(4), 139. doi:10.3390/foods8040139
- ⁴⁹ Espinosa, M. Farmacología y terapéutica en odontología, fundamentos y guía práctica. Editorial médica panamericana. México 2012
- ⁵⁰ Mazzola Priscila Gava, Jozala Angela Faustino, Novaes Letícia Célia de Lencastre, Moriel Patricia, Penna Thereza Christina Vessoni. Minimal inhibitory concentration (MIC) determination of disinfectant and/or sterilizing agents. *Braz. J. Pharm. Sci.* [Internet]. 2009 45(2): 241-248
- ⁵¹ Bascones, A, & Morante, S. (2006). Antisépticos orales: Revisión de la literatura y perspectiva actual. *Avances en Periodoncia e Implantología Oral*, 18(1), 21-29.
- ⁵² Coutinho Elda . Plata coloidal y salud. *UniVerSalud* 2010 Septiembre; 6(12). 56-68.
- ⁵³ França, Diurianne Caroline Campos “Biocompatibility Evaluation of 3 Facial Silicone Elastomers”. *Journal of Craniofacial Surgery*: May 2011 - Volume 22 - Issue 3 - p 837-840
- ⁵⁴ FT-IR Spectroscopy Attenuated Total Reflectance (ATR). Technical note
- ⁵⁵ Standard Method for Calculation of Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates (ASTM D2244–85). Toronto, Canada, Annual Book of ASTM Standards, 1989, pp. 213-218
- ⁵⁶ Johnston WM. Assesment of appearence match by visual observation and clinical colorimetry. *J. Dent Rest.* 1989;68:819-22
- ⁵⁷ Valera J. Apuntes de Física General. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Año 2005 pagina 82

⁵⁸ Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness. ASTM D2240 – 15

⁵⁹ Lewis DH, Castleberry DJ. An assessment of recent advances in external maxillofacial materials. *J Prosthet Dent.* 1980;43:426-32.

⁶⁰ Griniari, P., Polyzois, G., & Papadopoulos, T. (2015). Color and Structural Changes of a Maxillofacial Elastomer: The Effects of Accelerated Photoaging, Disinfection and Type of Pigments. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 87–91.

XIII ANEXOS

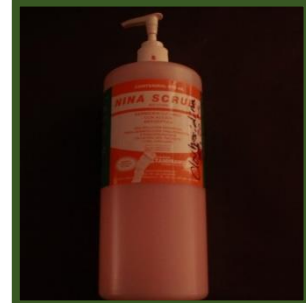
Anexo 1. Material y equipo usado.



Plata coloidal ionizada(Myrodyn®)



Alcohol desnaturalizado(Lysol®)



Gluconato de clorhexidina(Nina Scrus®)



Cloruro de Benzalconio(Krit®)



Desinfectante Cítrico Member's Mark®)



Silicona Grado Médico (Silastic® Medical Adhesive Silicone Type A NOT STERILE NET WT. 2 oz/57 g)



Silicona Grado industrial(Sista F101®)



Recipientes para incubación.



Pistola para dispensar silicona industrial.



Espátulas para mezclar cementos



Espátulas para mezclar yeso



Micropipetas(Pipetman®)



Muflas para realización de muestras.



Prensas.



Espectrofotómetro
Nucolet Nexus 670® FTIR



Báscula granataria (Scout II Ohau[®])



Durómetro Shore A (Fowler[®])



Puntas para Micropipetas



Colorímetro digital (CHIN-SPEC[®])



Incubadora (Felisa[®])



Yeso tipo IV whip mix[®]



Pigmentos Silc pig[®]

ANEXO 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO COMPLETO

TABLA 50. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DELTA E COLOR AMARILLO

Table analyzed	DELTA AMARILLO			
Two-way anova				
Source of variation	% of total variation	P value		
Interaction	3.17	0.7335		
Grupo	65.30	< 0.0001		
Tiempo	4.13	0.0693		
Source of variation	P value summary	Significant?		
Interaction	Ns	No		
Grupo	****	Yes		
Tiempo	Ns	No		
Source of variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	5	19.48	3.895	0.5545
Grupo	5	401.6	80.33	11.43
Tiempo	1	25.40	25.40	3.615
Residual	24	168.6	7.025	
Number of missing values	0			
Bonferroni multiple comparisons	Number of comparisons: 30			
Control vs clor benzal				
Tiempo	Control	Clor benzal	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	6.425	5.724	-0.7005	-8.362 to 6.961
Delta 0-30	4.906	4.195	-0.7110	-8.373 to 6.951
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.7005	0.3237	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-0.7110	0.3285	P > 0.05	Ns
Control vs clorhex				
Tiempo	Control	Clorhex	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	6.425	3.108	-3.316	-10.98 to 4.345
Delta 0-30	4.906	0.8779	-4.028	-11.69 to 3.634
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-3.316	1.532	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-4.028	1.861	P > 0.05	Ns
Control vs lysol				
Tiempo	Control	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	6.425	10.54	4.120	-3.542 to 11.78
Delta 0-30	4.906	10.48	5.572	-2.090 to 13.23
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	4.120	1.904	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	5.572	2.575	P > 0.05	Ns
Control vs cítrico				
Tiempo	Control	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	6.425	2.116	-4.308	-11.97 to 3.354
Delta 0-30	4.906	1.879	-3.027	-10.69 to 4.635
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-4.308	1.991	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-3.027	1.399	P > 0.05	Ns
Control vs plata colo				
Tiempo	Control	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	6.425	11.93	5.506	-2.155 to 13.17
Delta 0-30	4.906	7.432	2.526	-5.136 to 10.19
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	5.506	2.544	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	2.526	1.167	P > 0.05	Ns

Clor benzal vs clorhex				
Tiempo	Clor benzal	Clorhex	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	3.108	-2.616	-10.28 to 5.046
Delta 0-30	4.195	0.8779	-3.317	-10.98 to 4.345
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-2.616	1.209	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-3.317	1.533	P > 0.05	Ns
Clor benzal vs lysol				
Tiempo	Clor benzal	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	10.54	4.820	-2.842 to 12.48
Delta 0-30	4.195	10.48	6.283	-1.379 to 13.95
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	4.820	2.227	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	6.283	2.903	P > 0.05	Ns
Clor benzal vs cítrico				
Tiempo	Clor benzal	Citrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	2.116	-3.608	-11.27 to 4.054
Delta 0-30	4.195	1.879	-2.316	-9.978 to 5.346
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-3.608	1.667	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-2.316	1.070	P > 0.05	Ns
Clor benzal vs plata colo				
Tiempo	Clor benzal	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	11.93	6.207	-1.455 to 13.87
Delta 0-30	4.195	7.432	3.237	-4.425 to 10.90
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	6.207	2.868	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	3.237	1.496	P > 0.05	Ns
Clorhex vs lysol				
Tiempo	Clorhex	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.108	10.54	7.436	-0.2259 to 15.10
Delta 0-30	0.8779	10.48	9.601	1.939 to 17.26
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	7.436	3.436	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	9.601	4.436	P < 0.01	**
Clorhex vs cítrico				
Tiempo	Clorhex	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.108	2.116	-0.9918	-8.654 to 6.670
Delta 0-30	0.8779	1.879	1.001	-6.661 to 8.663
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.9918	0.4583	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	1.001	0.4626	P > 0.05	Ns
Clorhex vs plata colo				
Tiempo	Clorhex	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.108	11.93	8.823	1.161 to 16.48
Delta 0-30	0.8779	7.432	6.554	-1.108 to 14.22
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	8.823	4.077	P < 0.05	*
Delta 0-30	6.554	3.029	P > 0.05	Ns
Lysol vs cítrico				
Tiempo	Lysol	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	10.54	2.116	-8.428	-16.09 to -0.7659
Delta 0-30	10.48	1.879	-8.600	-16.26 to -0.9377
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-8.428	3.894	P < 0.05	*
Delta 0-30	-8.600	3.974	P < 0.05	*
Lysol vs plata colo				

Tiempo	Lysol	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	10.54	11.93	1.387	-6.275 to 9.049
Delta 0-30	10.48	7.432	-3.046	-10.71 to 4.616
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	1.387	0.6409	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-3.046	1.408	P > 0.05	Ns
Citrico vs plata colo				
Tiempo	Citrico	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.116	11.93	9.815	2.153 to 17.48
Delta 0-30	1.879	7.432	5.553	-2.109 to 13.22
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	9.815	4.535	P < 0.01	**
Delta 0-30	5.553	2.566	P > 0.05	Ns

TABLA 51. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DELTA E COLOR AZUL

Table analyzed	DELTA AZUL			
Two-way anova				
Source of variation	% of total variation	P value		
Interaction	4.37	0.7854		
Grupo	52.26	0.0012		
Tiempo	0.01	0.9580		
Source of variation	P value summary	Significant?		
Interaction	Ns	No		
Grupo	**	Yes		
Tiempo	Ns	No		
Source of variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	5	7.834	1.567	0.4831
Grupo	5	93.78	18.76	5.783
Tiempo	1	0.009173	0.009173	0.002828
Residual	24	77.84	3.243	
Number of missing values	0			
Bonferroni multiple comparisons	Number of comparisons: 30			
Control vs clor benzal				
Tiempo	Control	Clor benzal	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.283	5.724	2.441	-2.765 to 7.647
Delta 0-30	2.170	7.193	5.023	-0.1831 to 10.23
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	2.441	1.660	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	5.023	3.416	P > 0.05	Ns
Control vs clorhex				
Tiempo	Control	Clorhex	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.283	1.312	-1.970	-7.176 to 3.236
Delta 0-30	2.170	1.212	-0.9578	-6.164 to 4.248
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-1.970	1.340	P > 0.05	Ns

Delta 0-30	-0.9578	0.6514	P > 0.05	Ns
Control vs lysol				
Tiempo	Control	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.283	3.837	0.5549	-4.651 to 5.761
Delta 0-30	2.170	3.251	1.081	-4.125 to 6.287
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	0.5549	0.3773	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	1.081	0.7349	P > 0.05	Ns
Control vs citrico				
Tiempo	Control	Citrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.283	3.009	-0.2733	-5.479 to 4.933
Delta 0-30	2.170	2.451	0.2808	-4.925 to 5.487
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.2733	0.1859	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	0.2808	0.1909	P > 0.05	Ns
Control vs plata colo				
Tiempo	Control	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.283	3.783	0.5000	-4.706 to 5.706
Delta 0-30	2.170	4.863	2.693	-2.513 to 7.899
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	0.5000	0.3400	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	2.693	1.831	P > 0.05	Ns
Clor benzal vs clorhex				
Tiempo	Clor benzal	Clorhex	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	1.312	-4.412	-9.618 to 0.7944
Delta 0-30	7.193	1.212	-5.981	-11.19 to -0.7747
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-4.412	3.000	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-5.981	4.067	P < 0.05	*
Clor benzal vs lysol				
Tiempo	Clor benzal	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	3.837	-1.887	-7.093 to 3.319
Delta 0-30	7.193	3.251	-3.942	-9.148 to 1.264
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-1.887	1.283	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-3.942	2.681	P > 0.05	Ns
Clor benzal vs cítrico				
Tiempo	Clor benzal	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	3.009	-2.715	-7.921 to 2.491
Delta 0-30	7.193	2.451	-4.742	-9.948 to 0.4639
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-2.715	1.846	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-4.742	3.225	P > 0.05	Ns
Clor benzal vs plata colo				
Tiempo	Clor benzal	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	5.724	3.783	-1.941	-7.147 to 3.265
Delta 0-30	7.193	4.863	-2.330	-7.536 to 2.876
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-1.941	1.320	P > 0.05	Ns

Delta 0-30	-2.330	1.585	P > 0.05	Ns
Clorhex vs lysol				
Tiempo	Clorhex	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	1.312	3.837	2.525	-2.681 to 7.731
Delta 0-30	1.212	3.251	2.038	-3.168 to 7.244
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	2.525	1.717	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	2.038	1.386	P > 0.05	Ns
Clorhex vs cítrico				
Tiempo	Clorhex	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	1.312	3.009	1.697	-3.509 to 6.903
Delta 0-30	1.212	2.451	1.239	-3.967 to 6.445
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	1.697	1.154	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	1.239	0.8423	P > 0.05	Ns
Clorhex vs plata colo				
Tiempo	Clorhex	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	1.312	3.783	2.470	-2.736 to 7.676
Delta 0-30	1.212	4.863	3.651	-1.555 to 8.857
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	2.470	1.680	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	3.651	2.483	P > 0.05	Ns
Lysol vs cítrico				
Tiempo	Lysol	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.837	3.009	-0.8281	-6.034 to 4.378
Delta 0-30	3.251	2.451	-0.7998	-6.006 to 4.406
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.8281	0.5632	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-0.7998	0.5439	P > 0.05	Ns
Lysol vs plata colo				
Tiempo	Lysol	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.837	3.783	-0.05483	-5.261 to 5.151
Delta 0-30	3.251	4.863	1.612	-3.594 to 6.818
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.05483	0.03729	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	1.612	1.096	P > 0.05	Ns
Cítrico vs plata colo				
Tiempo	Cítrico	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	3.009	3.783	0.7733	-4.433 to 5.979
Delta 0-30	2.451	4.863	2.412	-2.794 to 7.618
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	0.7733	0.5259	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	2.412	1.640	P > 0.05	Ns

TABLA 52. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DELTA E ROJO

Table analyzed	DELTA ROJO			
Two-way anova				
Source of variation	% of total variation	P value		
Interaction	0.72	0.4759		
Grupo	95.48	< 0.0001		
Tiempo	0.11	0.4092		
Source of variation	P value summary	Significant?		
Interaction	Ns	No		
Grupo	****	Yes		
Tiempo	Ns	No		
Source of variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	5	10.94	2.189	0.9353
Grupo	5	1452	290.4	124.1
Tiempo	1	1.651	1.651	0.7057
Residual	24	56.16	2.340	
Number of missing values	0			
Bonferroni multiple comparisons	Number of comparisons: 30			
Control vs clor benzal				
Tiempo	Control	Clor benzal	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.472	18.46	15.99	11.57 to 20.41
Delta 0-30	1.189	19.99	18.80	14.38 to 23.22
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	15.99	12.80	P < 0.0001	****
Delta 0-30	18.80	15.05	P < 0.0001	****
Control vs clorhex				
Tiempo	Control	Clorhex	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.472	2.870	0.3976	-4.024 to 4.820
Delta 0-30	1.189	1.986	0.7975	-3.625 to 5.220
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	0.3976	0.3183	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	0.7975	0.6385	P > 0.05	Ns
Control vs lysol				
Tiempo	Control	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.472	6.321	3.849	-0.5727 to 8.271
Delta 0-30	1.189	6.937	5.748	1.326 to 10.17
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	3.849	3.082	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	5.748	4.602	P < 0.01	**
Control vs citrico				
Tiempo	Control	Citrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.472	2.679	0.2073	-4.215 to 4.629
Delta 0-30	1.189	1.320	0.1309	-4.291 to 4.553
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	0.2073	0.1660	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	0.1309	0.1048	P > 0.05	Ns
Control vs plata colo				
Tiempo	Control	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.472	1.947	-0.5251	-4.947 to 3.897
Delta 0-30	1.189	0.7597	-0.4292	-4.851 to 3.993
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.5251	0.4204	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-0.4292	0.3437	P > 0.05	Ns
Clor benzal vs clorhex				
Tiempo	Clor benzal	Clorhex	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	18.46	2.870	-15.59	-20.01 to -11.17

Delta 0-30	19.99	1.986	-18.00	-22.43 to -13.58
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-15.59	12.48	P < 0.0001	****
Delta 0-30	-18.00	14.41	P < 0.0001	****
Clor benzal vs lysol				
Tiempo	Clor benzal	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	18.46	6.321	-12.14	-16.56 to -7.719
Delta 0-30	19.99	6.937	-13.05	-17.47 to -8.631
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-12.14	9.720	P < 0.0001	****
Delta 0-30	-13.05	10.45	P < 0.0001	****
Clor benzal vs cítrico				
Tiempo	Clor benzal	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	18.46	2.679	-15.78	-20.20 to -11.36
Delta 0-30	19.99	1.320	-18.67	-23.09 to -14.25
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-15.78	12.64	P < 0.0001	****
Delta 0-30	-18.67	14.95	P < 0.0001	****
Clor benzal vs plata colo				
Tiempo	Clor benzal	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	18.46	1.947	-16.51	-20.94 to -12.09
Delta 0-30	19.99	0.7597	-19.23	-23.65 to -14.81
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-16.51	13.22	P < 0.0001	****
Delta 0-30	-19.23	15.40	P < 0.0001	****
Clorhex vs lysol				
Tiempo	Clorhex	Lysol	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.870	6.321	3.452	-0.9704 to 7.874
Delta 0-30	1.986	6.937	4.950	0.5281 to 9.372
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	3.452	2.764	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	4.950	3.963	P < 0.05	*
Clorhex vs cítrico				
Tiempo	Clorhex	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.870	2.679	-0.1903	-4.612 to 4.232
Delta 0-30	1.986	1.320	-0.6666	-5.089 to 3.755
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.1903	0.1523	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-0.6666	0.5337	P > 0.05	Ns
Clorhex vs plata colo				
Tiempo	Clorhex	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.870	1.947	-0.9227	-5.345 to 3.499
Delta 0-30	1.986	0.7597	-1.227	-5.649 to 3.195
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.9227	0.7388	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-1.227	0.9822	P > 0.05	Ns
Lysol vs cítrico				
Tiempo	Lysol	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	6.321	2.679	-3.642	-8.064 to 0.7801
Delta 0-30	6.937	1.320	-5.617	-10.04 to -1.195
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-3.642	2.916	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-5.617	4.497	P < 0.01	**
Lysol vs plata colo				
Tiempo	Lysol	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	6.321	1.947	-4.374	-8.796 to 0.04763
Delta 0-30	6.937	0.7597	-6.177	-10.60 to -1.755
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-4.374	3.502	P > 0.05	Ns

Delta 0-30	-6.177	4.946	P < 0.01	**
Cítrico vs plata colo				
Tiempo	Cítrico	Plata colo	Difference	95% ci of diff.
Delta 0-15	2.679	1.947	-0.7324	-5.154 to 3.690
Delta 0-30	1.320	0.7597	-0.5601	-4.982 to 3.862
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
Delta 0-15	-0.7324	0.5864	P > 0.05	Ns
Delta 0-30	-0.5601	0.4484	P > 0.05	Ns

TABLA 53. ANÁLISIS ESTADÍSTICO COMPRACIÓN DE LA DUREZA DE LAS MUESTRAS CON Y SIN PIGMENTOS EN TIEMPO 0.

Table Analyzed	Tiempo 0				
One-way analysis of variance					
P value	< 0.0001				
P value summary	****				
Are means signif. different? (P < 0.05)	Yes				
Number of groups	4				
F	181.3				
R square	0.9112				
ANOVA Table	SS	df	MS		
Treatment (between columns)	14.00	3	4.666		
Residual (within columns)	1.364	53	0.02574		
Total	15.36	56			
Bonferroni's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	t	Significant? P < 0.05?	Summary	95% CI of diff
amarillo vs azul	-0.2407	4.501	Yes	***	-0.3873 to -0.09415
amarillo vs Rojo	0.6852	12.81	Yes	****	0.5386 to 0.8318
amarillo vs transparente	-1.267	12.66	Yes	****	-1.541 to -0.9924
azul vs Rojo	0.9259	17.31	Yes	****	0.7793 to 1.073
azul vs transparente	-1.026	10.25	Yes	****	-1.300 to -0.7517
Rojo vs transparente	-1.952	19.51	Yes	****	-2.226 to -1.678

TABLA 54. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DUREZA TRANSPARENTES SIN SOLUCION.

Table analyzed	TRANSPARENTES				
One-way analysis of variance					
P value	0.2511				
P value summary	Ns				
Are means signif. Different? (p < 0.05)	No				
Number of groups	3				
F	1.756				

R square	0.3692				
Anova table	Ss	Df	Ms		
Treatment (between columns)	1.580	2	0.7900		
Residual (within columns)	2.700	6	0.4500		
Total	4.280	8			
Bonferroni's multiple comparison test	Mean diff.	T	Significant? P < 0.05?	Summary	95% ci of diff
0 días vs 15 días	-0.7000	1.278	No	Ns	-2.501 to 1.101
0 días vs 30 días	-1.000	1.826	No	Ns	-2.801 to 0.8006
15 días vs 30 días	-0.3000	0.5477	No	Ns	-2.101 to 1.501

TABLA 55. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DUREZA AMARILLO

Table analyzed DUREZA AMARILLO				
Two-way anova				
Source of variation	% of total variation	P value		
Interaction	23.14	< 0.0001		
Grupo	21.56	< 0.0001		
Tiempo	45.07	< 0.0001		
Source of variation	P value summary	Significant?		
Interaction	****	Yes		
Grupo	****	Yes		
Tiempo	****	Yes		
Source of variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	10	35.21	3.521	8.148
Grupo	5	32.80	6.560	15.18
Tiempo	2	68.57	34.29	79.35
Residual	36	15.56	0.4321	
Number of missing values	0			
Bonferroni multiple comparisons	Number of comparisons: 45			
Control vs clor. Benzal				
Tiempo	Control	Clor. Benzal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.22	20.00	0.7778	-1.125 to 2.680
15 días	24.11	20.44	-3.667	-5.569 to -1.764
30 días	24.33	23.33	-1.000	-2.902 to 0.9025
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.7778	1.449	P > 0.05	Ns
15 días	-3.667	6.832	P < 0.0001	****
30 días	-1.000	1.863	P > 0.05	Ns
Control vs clorhexidina				
Tiempo	Control	Clorhexidina	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.22	20.56	1.333	-0.5691 to 3.236
15 días	24.11	20.44	-3.667	-5.569 to -1.764
30 días	24.33	22.56	-1.778	-3.680 to 0.1247

Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	1.333	2.484	P > 0.05	Ns
15 días	-3.667	6.832	P < 0.0001	****
30 días	-1.778	3.312	P > 0.05	Ns
Control vs lysol				
Tiempo	Control	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.22	19.78	0.5556	-1.347 to 2.458
15 días	24.11	19.78	-4.333	-6.236 to -2.431
30 días	24.33	20.89	-3.444	-5.347 to -1.542
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.5556	1.035	P > 0.05	Ns
15 días	-4.333	8.074	P < 0.0001	****
30 días	-3.444	6.418	P < 0.0001	****
Control vs cítrico				
Tiempo	Control	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.22	19.33	0.1111	-1.791 to 2.014
15 días	24.11	21.00	-3.111	-5.014 to -1.209
30 días	24.33	21.00	-3.333	-5.236 to -1.431
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.1111	0.2070	P > 0.05	Ns
15 días	-3.111	5.797	P < 0.0001	****
30 días	-3.333	6.211	P < 0.0001	****
Control vs plata coloidal				
Tiempo	Control	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.22	20.11	0.8889	-1.014 to 2.791
15 días	24.11	21.11	-3.000	-4.902 to -1.098
30 días	24.33	23.44	-0.8889	-2.791 to 1.014
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.8889	1.656	P > 0.05	Ns
15 días	-3.000	5.590	P < 0.001	***
30 días	-0.8889	1.656	P > 0.05	Ns
Clor. Benzal vs clorhexidina				
Tiempo	Clor. Benzal	Clorhexidina	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.00	20.56	0.5556	-1.347 to 2.458
15 días	20.44	20.44	0.0	-1.902 to 1.902
30 días	23.33	22.56	-0.7778	-2.680 to 1.125
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.5556	1.035	P > 0.05	Ns
15 días	0.0	0.0	P > 0.05	Ns
30 días	-0.7778	1.449	P > 0.05	Ns
Clor. Benzal vs lysol				
Tiempo	Clor. Benzal	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.00	19.78	-0.2222	-2.125 to 1.680
15 días	20.44	19.78	-0.6667	-2.569 to 1.236
30 días	23.33	20.89	-2.444	-4.347 to -0.5420
Tiempo	Difference	T	P value	Summary

0 días	-0.2222	0.4140	P > 0.05	Ns
15 días	-0.6667	1.242	P > 0.05	Ns
30 días	-2.444	4.554	P < 0.01	**
Clor. Benzal vs cítrico				
Tiempo	Clor. Benzal	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.00	19.33	-0.6667	-2.569 to 1.236
15 días	20.44	21.00	0.5556	-1.347 to 2.458
30 días	23.33	21.00	-2.333	-4.236 to -0.4309
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.6667	1.242	P > 0.05	Ns
15 días	0.5556	1.035	P > 0.05	Ns
30 días	-2.333	4.347	P < 0.01	**
Clor. Benzal vs plata coloidal				
Tiempo	Clor. Benzal	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.00	20.11	0.1111	-1.791 to 2.014
15 días	20.44	21.11	0.6667	-1.236 to 2.569
30 días	23.33	23.44	0.1111	-1.791 to 2.014
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.1111	0.2070	P > 0.05	Ns
15 días	0.6667	1.242	P > 0.05	Ns
30 días	0.1111	0.2070	P > 0.05	Ns
Clorhexidina vs lysol				
Tiempo	Clorhexidina	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	19.78	-0.7778	-2.680 to 1.125
15 días	20.44	19.78	-0.6667	-2.569 to 1.236
30 días	22.56	20.89	-1.667	-3.569 to 0.2358
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.7778	1.449	P > 0.05	Ns
15 días	-0.6667	1.242	P > 0.05	Ns
30 días	-1.667	3.105	P > 0.05	Ns
Clorhexidina vs cítrico				
Tiempo	Clorhexidina	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	19.33	-1.222	-3.125 to 0.6803
15 días	20.44	21.00	0.5556	-1.347 to 2.458
30 días	22.56	21.00	-1.556	-3.458 to 0.3469
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-1.222	2.277	P > 0.05	Ns
15 días	0.5556	1.035	P > 0.05	Ns
30 días	-1.556	2.898	P > 0.05	Ns
Clorhexidina vs plata coloidal				
Tiempo	Clorhexidina	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	20.11	-0.4444	-2.347 to 1.458
15 días	20.44	21.11	0.6667	-1.236 to 2.569
30 días	22.56	23.44	0.8889	-1.014 to 2.791
Tiempo	Difference	T	P value	Summary

0 días	-0.4444	0.8281	P > 0.05	Ns
15 días	0.6667	1.242	P > 0.05	Ns
30 días	0.8889	1.656	P > 0.05	Ns
Lysol vs cítrico				
Tiempo	Lysol	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.78	19.33	-0.4444	-2.347 to 1.458
15 días	19.78	21.00	1.222	-0.6803 to 3.125
30 días	20.89	21.00	0.1111	-1.791 to 2.014
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.4444	0.8281	P > 0.05	Ns
15 días	1.222	2.277	P > 0.05	Ns
30 días	0.1111	0.2070	P > 0.05	Ns
Lysol vs plata coloidal				
Tiempo	Lysol	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.78	20.11	0.3333	-1.569 to 2.236
15 días	19.78	21.11	1.333	-0.5691 to 3.236
30 días	20.89	23.44	2.556	0.6531 to 4.458
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.3333	0.6211	P > 0.05	Ns
15 días	1.333	2.484	P > 0.05	Ns
30 días	2.556	4.761	P < 0.01	**
Cítrico vs plata coloidal				
Tiempo	Cítrico	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.33	20.11	0.7778	-1.125 to 2.680
15 días	21.00	21.11	0.1111	-1.791 to 2.014
30 días	21.00	23.44	2.444	0.5420 to 4.347
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.7778	1.449	P > 0.05	Ns
15 días	0.1111	0.2070	P > 0.05	Ns
30 días	2.444	4.554	P < 0.01	**

TABLA 56. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DUREZA AZUL

Table analyzed				
DUREZA AZUL				
Two-way anova				
Source of variation	% of total variation	P value		
Interaction	23.05	0.0040		
Grupo	34.46	< 0.0001		
Tiempo	17.32	< 0.0001		
Source of variation	P value summary	Significant?		
Interaction	**	Yes		
Grupo	****	Yes		
Tiempo	****	Yes		
Source of variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	10	18.44	1.844	3.295
Grupo	5	27.57	5.514	9.853
Tiempo	2	13.86	6.928	12.38

Residual	36	20.15	0.5597	
Number of missing values	0			
Bonferroni multiple comparisons	Number of comparisons: 45			
Control vs clor. Benzal				
Tiempo	Control	Clor. Benzal	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	20.67	0.1111	-2.054 to 2.276
15 días	22.00	20.56	-1.444	-3.610 to 0.7207
30 días	23.33	20.44	-2.889	-5.054 to -0.7237
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.1111	0.1819	P > 0.05	Ns
15 días	-1.444	2.365	P > 0.05	Ns
30 días	-2.889	4.729	P < 0.01	**
Control vs clorhexidina				
Tiempo	Control	Clorhexidina	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	20.44	-0.1111	-2.276 to 2.054
15 días	22.00	20.67	-1.333	-3.499 to 0.8318
30 días	23.33	21.56	-1.778	-3.943 to 0.3874
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.1111	0.1819	P > 0.05	Ns
15 días	-1.333	2.183	P > 0.05	Ns
30 días	-1.778	2.910	P > 0.05	Ns
Control vs lysol				
Tiempo	Control	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	19.44	-1.111	-3.276 to 1.054
15 días	22.00	20.22	-1.778	-3.943 to 0.3874
30 días	23.33	18.89	-4.444	-6.610 to -2.279
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-1.111	1.819	P > 0.05	Ns
15 días	-1.778	2.910	P > 0.05	Ns
30 días	-4.444	7.276	P < 0.0001	****
Control vs cítrico				
Tiempo	Control	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	19.44	-1.111	-3.276 to 1.054
15 días	22.00	20.78	-1.222	-3.387 to 0.9430
30 días	23.33	22.11	-1.222	-3.387 to 0.9430
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-1.111	1.819	P > 0.05	Ns
15 días	-1.222	2.001	P > 0.05	Ns
30 días	-1.222	2.001	P > 0.05	Ns
Control vs plata coloidal				
Tiempo	Control	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.56	20.00	-0.5556	-2.721 to 1.610
15 días	22.00	20.11	-1.889	-4.054 to 0.2763
30 días	23.33	21.67	-1.667	-3.832 to 0.4985
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.5556	0.9095	P > 0.05	Ns
15 días	-1.889	3.092	P > 0.05	Ns
30 días	-1.667	2.729	P > 0.05	Ns
Clor. Benzal vs clorhexidina				
Tiempo	Clor. Benzal	Clorhexidina	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.67	20.44	-0.2222	-2.387 to 1.943

15 días	20.56	20.67	0.1111	-2.054 to 2.276
30 días	20.44	21.56	1.111	-1.054 to 3.276
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.2222	0.3638	P > 0.05	Ns
15 días	0.1111	0.1819	P > 0.05	Ns
30 días	1.111	1.819	P > 0.05	Ns
Clor. Benzal vs lysol				
Tiempo	Clor. Benzal	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.67	19.44	-1.222	-3.387 to 0.9430
15 días	20.56	20.22	-0.3333	-2.499 to 1.832
30 días	20.44	18.89	-1.556	-3.721 to 0.6096
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-1.222	2.001	P > 0.05	Ns
15 días	-0.3333	0.5457	P > 0.05	Ns
30 días	-1.556	2.547	P > 0.05	Ns
Clor. Benzal vs cítrico				
Tiempo	Clor. Benzal	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.67	19.44	-1.222	-3.387 to 0.9430
15 días	20.56	20.78	0.2222	-1.943 to 2.387
30 días	20.44	22.11	1.667	-0.4985 to 3.832
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-1.222	2.001	P > 0.05	Ns
15 días	0.2222	0.3638	P > 0.05	Ns
30 días	1.667	2.729	P > 0.05	Ns
Clor. Benzal vs plata coloidal				
Tiempo	Clor. Benzal	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.67	20.00	-0.6667	-2.832 to 1.499
15 días	20.56	20.11	-0.4444	-2.610 to 1.721
30 días	20.44	21.67	1.222	-0.9430 to 3.387
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.6667	1.091	P > 0.05	Ns
15 días	-0.4444	0.7276	P > 0.05	Ns
30 días	1.222	2.001	P > 0.05	Ns
Clorhexidina vs lysol				
Tiempo	Clorhexidina	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.44	19.44	-1.000	-3.165 to 1.165
15 días	20.67	20.22	-0.4444	-2.610 to 1.721
30 días	21.56	18.89	-2.667	-4.832 to -0.5015
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-1.000	1.637	P > 0.05	Ns
15 días	-0.4444	0.7276	P > 0.05	Ns
30 días	-2.667	4.366	P < 0.01	**
Clorhexidina vs cítrico				
Tiempo	Clorhexidina	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.44	19.44	-1.000	-3.165 to 1.165
15 días	20.67	20.78	0.1111	-2.054 to 2.276
30 días	21.56	22.11	0.5556	-1.610 to 2.721
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-1.000	1.637	P > 0.05	Ns
15 días	0.1111	0.1819	P > 0.05	Ns
30 días	0.5556	0.9095	P > 0.05	Ns

Clorhexidina vs plata coloidal				
Tiempo	Clorhexidina	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	20.44	20.00	-0.4444	-2.610 to 1.721
15 días	20.67	20.11	-0.5556	-2.721 to 1.610
30 días	21.56	21.67	0.1111	-2.054 to 2.276
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.4444	0.7276	P > 0.05	Ns
15 días	-0.5556	0.9095	P > 0.05	Ns
30 días	0.1111	0.1819	P > 0.05	Ns
Lysol vs cítrico				
Tiempo	Lysol	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.44	19.44	0.0	-2.165 to 2.165
15 días	20.22	20.78	0.5556	-1.610 to 2.721
30 días	18.89	22.11	3.222	1.057 to 5.387
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.0	0.0	P > 0.05	Ns
15 días	0.5556	0.9095	P > 0.05	Ns
30 días	3.222	5.275	P < 0.001	***
Lysol vs plata coloidal				
Tiempo	Lysol	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.44	20.00	0.5556	-1.610 to 2.721
15 días	20.22	20.11	-0.1111	-2.276 to 2.054
30 días	18.89	21.67	2.778	0.6126 to 4.943
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.5556	0.9095	P > 0.05	Ns
15 días	-0.1111	0.1819	P > 0.05	Ns
30 días	2.778	4.548	P < 0.01	**
Cítrico vs plata coloidal				
Tiempo	Citric	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.44	20.00	0.5556	-1.610 to 2.721
15 días	20.78	20.11	-0.6667	-2.832 to 1.499
30 días	22.11	21.67	-0.4444	-2.610 to 1.721
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.5556	0.9095	P > 0.05	Ns
15 días	-0.6667	1.091	P > 0.05	Ns
30 días	-0.4444	0.7276	P > 0.05	Ns

TABLA 57. ANÁLISIS ESTADÍSTICO COLOR ROJO.

Table analyzed	DUREZA ROJO			
Two-way anova				
Source of variation	% of total variation	P value		
Interaction	14.36	0.0021		
Grupo	15.41	< 0.0001		
Tiempo	55.96	< 0.0001		
Source of variation	P value summary	Significant?		
Interaction	**	Yes		
Grupo	****	Yes		
Tiempo	****	Yes		
Source of variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	10	18.72	1.872	3.625
Grupo	5	20.09	4.018	7.780
Tiempo	2	72.95	36.48	70.63

Residual	36	18.59	0.5165	
Number of missing values	0			
Bonferroni multiple comparisons	Number of comparisons: 45			
Control vs clor. Benzal				
Tiempo	Control	Clor. Benzal	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.89	18.78	-0.1111	-2.191 to 1.969
15 días	20.22	20.44	0.2222	-1.858 to 2.302
30 días	21.44	23.33	1.889	-0.1910 to 3.969
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.1111	0.1894	P > 0.05	Ns
15 días	0.2222	0.3787	P > 0.05	Ns
30 días	1.889	3.219	P > 0.05	Ns
Control vs clorhexidina				
Tiempo	Control	Clorhexidina	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.89	18.44	-0.4444	-2.524 to 1.635
15 días	20.22	19.67	-0.5556	-2.635 to 1.524
30 días	21.44	22.56	1.111	-0.9688 to 3.191
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.4444	0.7574	P > 0.05	Ns
15 días	-0.5556	0.9468	P > 0.05	Ns
30 días	1.111	1.894	P > 0.05	Ns
Control vs lysol				
Tiempo	Control	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.89	19.44	0.5556	-1.524 to 2.635
15 días	20.22	19.67	-0.5556	-2.635 to 1.524
30 días	21.44	19.89	-1.556	-3.635 to 0.5244
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.5556	0.9468	P > 0.05	Ns
15 días	-0.5556	0.9468	P > 0.05	Ns
30 días	-1.556	2.651	P > 0.05	Ns
Control vs cítrico				
Tiempo	Control	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.89	19.22	0.3333	-1.747 to 2.413
15 días	20.22	20.00	-0.2222	-2.302 to 1.858
30 días	21.44	21.11	-0.3333	-2.413 to 1.747
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.3333	0.5681	P > 0.05	Ns
15 días	-0.2222	0.3787	P > 0.05	Ns
30 días	-0.3333	0.5681	P > 0.05	Ns
Control vs plata coloidal				
Tiempo	Control	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.89	20.11	1.222	-0.8577 to 3.302
15 días	20.22	21.11	0.8889	-1.191 to 2.969
30 días	21.44	23.44	2.000	-0.07992 to 4.080
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	1.222	2.083	P > 0.05	Ns
15 días	0.8889	1.515	P > 0.05	Ns
30 días	2.000	3.408	P > 0.05	Ns
Clor. Benzal vs clorhexidina				
Tiempo	Clor. Benzal	Clorhexidina	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.78	18.44	-0.3333	-2.413 to 1.747
15 días	20.44	19.67	-0.7778	-2.858 to 1.302
30 días	23.33	22.56	-0.7778	-2.858 to 1.302
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.3333	0.5681	P > 0.05	Ns
15 días	-0.7778	1.326	P > 0.05	Ns
30 días	-0.7778	1.326	P > 0.05	Ns

Clor. Benzal vs lysol				
Tiempo	Clor. Benzal	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.78	19.44	0.6667	-1.413 to 2.747
15 días	20.44	19.67	-0.7778	-2.858 to 1.302
30 días	23.33	19.89	-3.444	-5.524 to -1.365
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.6667	1.136	P > 0.05	Ns
15 días	-0.7778	1.326	P > 0.05	Ns
30 días	-3.444	5.870	P < 0.0001	****
Clor. Benzal vs cítrico				
Tiempo	Clor. Benzal	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.78	19.22	0.4444	-1.635 to 2.524
15 días	20.44	20.00	-0.4444	-2.524 to 1.635
30 días	23.33	21.11	-2.222	-4.302 to -0.1423
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.4444	0.7574	P > 0.05	Ns
15 días	-0.4444	0.7574	P > 0.05	Ns
30 días	-2.222	3.787	P < 0.05	*
Clor. Benzal vs plata coloidal				
Tiempo	Clor. Benzal	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.78	20.11	1.333	-0.7466 to 3.413
15 días	20.44	21.11	0.6667	-1.413 to 2.747
30 días	23.33	23.44	0.1111	-1.969 to 2.191
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	1.333	2.272	P > 0.05	Ns
15 días	0.6667	1.136	P > 0.05	Ns
30 días	0.1111	0.1894	P > 0.05	Ns
Clorhexidina vs lysol				
Tiempo	Clorhexidina	Lysol	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.44	19.44	1.000	-1.080 to 3.080
15 días	19.67	19.67	0.0	-2.080 to 2.080
30 días	22.56	19.89	-2.667	-4.747 to -0.5867
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	1.000	1.704	P > 0.05	Ns
15 días	0.0	0.0	P > 0.05	Ns
30 días	-2.667	4.545	P < 0.01	**
Clorhexidina vs cítrico				
Tiempo	Clorhexidina	Cítrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.44	19.22	0.7778	-1.302 to 2.858
15 días	19.67	20.00	0.3333	-1.747 to 2.413
30 días	22.56	21.11	-1.444	-3.524 to 0.6355
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.7778	1.326	P > 0.05	Ns
15 días	0.3333	0.5681	P > 0.05	Ns
30 días	-1.444	2.462	P > 0.05	Ns
Clorhexidina vs plata coloidal				
Tiempo	Clorhexidina	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	18.44	20.11	1.667	-0.4133 to 3.747
15 días	19.67	21.11	1.444	-0.6355 to 3.524
30 días	22.56	23.44	0.8889	-1.191 to 2.969
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	1.667	2.840	P > 0.05	Ns
15 días	1.444	2.462	P > 0.05	Ns
30 días	0.8889	1.515	P > 0.05	Ns
Lysol vs cítrico				

Tiempo	Lysol	Citrico	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.44	19.22	-0.2222	-2.302 to 1.858
15 días	19.67	20.00	0.3333	-1.747 to 2.413
30 días	19.89	21.11	1.222	-0.8577 to 3.302
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	-0.2222	0.3787	P > 0.05	Ns
15 días	0.3333	0.5681	P > 0.05	Ns
30 días	1.222	2.083	P > 0.05	Ns
Lysol vs plata coloidal				
Tiempo	Lysol	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.44	20.11	0.6667	-1.413 to 2.747
15 días	19.67	21.11	1.444	-0.6355 to 3.524
30 días	19.89	23.44	3.556	1.476 to 5.635
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.6667	1.136	P > 0.05	Ns
15 días	1.444	2.462	P > 0.05	Ns
30 días	3.556	6.059	P < 0.0001	****
Citrico vs plata coloidal				
Tiempo	Citrico	Plata coloidal	Difference	95% ci of diff.
0 días	19.22	20.11	0.8889	-1.191 to 2.969
15 días	20.00	21.11	1.111	-0.9688 to 3.191
30 días	21.11	23.44	2.333	0.2534 to 4.413
Tiempo	Difference	T	P value	Summary
0 días	0.8889	1.515	P > 0.05	Ns
15 días	1.111	1.894	P > 0.05	Ns
30 días	2.333	3.977	P < 0.05	*