



**Análisis de la efectividad biocida de las soluciones multipropósito de limpieza  
para lentes de contacto blandos**

**Analysis of the biocidal efficacy of multipurpose cleaning solutions for soft  
contact lenses**

**Cristian Camilo Martínez Zúñiga**

[crmartinez43@uan.edu.co](mailto:crmartinez43@uan.edu.co)

**Jessica Alexandra Cardozo Calderón**

[Ycardozo33@uan.edu.co](mailto:Ycardozo33@uan.edu.co)

**Laura Vanessa Bonilla Cambero**

[lbonilla17@uan.edu.co](mailto:lbonilla17@uan.edu.co)

---

**Recibido/aceptado**

---



## Resumen

En la actualidad, cada día hay mayor número de usuarios de lentes de contacto, quienes requieren sistemas para la limpieza de dichos dispositivos, con el propósito de evitar los riesgos potenciales asociados a su uso debido a la vulnerabilidad del ojo humano.

**Objetivo:** Analizar la efectividad biocida de las soluciones multipropósito de limpieza para lentes de contacto blandos. **Metodología:** Revisión de literatura, en bases de datos, Scopus, MEDLINE -NLM, LILACS y PubMed de artículos en idiomas inglés y español, entre los años 2015 y 2021. **Resultados:** Se evaluaron 77 artículos en total, 25 se incluyeron por cumplir con los criterios de inclusión. Se estableció que la efectividad biocida de las soluciones para la limpieza de las lentillas, que principalmente se encuentran en el mercado son, Polihexametilenbiguanida (PHMB), Poliaminopropil en biguanida (PAPB), Polyquaternium-1 (POLYQUAD), Peróxido de Hidrógeno, Polivinilpirrodona (PVP) con un alto nivel antimicrobiano. **Conclusiones:** Las soluciones para la limpieza de las lentes hidrofílicas con principio activo de peróxido de hidrógeno resultan tener mayor efectividad por su elevada duración en la desinfección, mientras que el Trimetropin, tiene mínima o ninguna efectividad frente a los distintos microorganismos.

**Palabras clave:** “Soluciones Multipropósito”, “Lentes de contacto blandos”, “microorganismos”, “patógenos”, “Peróxido de Hidrógeno”, “biocida”.

## Abstract

Currently, there is a greater number of contact lens users who require systems for cleaning them in order to avoid potential risks associated with their use due to the vulnerability of the human eye. Objective: To analyze the biocidal effectiveness of multipurpose cleaning solutions for soft contact lenses. Methodology: Literature review of English and Spanish articles in databases such as Scopus, MEDLINE -NLM, LILACS and PubMed between 2015 and 2021. Results: A total of 77 articles were evaluated, 25 were considered because they met the inclusion criteria. It was established that the biocidal effectiveness of solutions for cleaning contact lenses that are mainly found on the market are Polyhexamethylene biguanide (PHMB), Polyaminopropylene biguanide (PAPB), Polyquaternium-1 (POLYQUAD), Hydrogen Peroxide, Polyvinylpyrrolidone (PVP) with a high antimicrobial level and Trimetropin with a less effective response. Conclusions: The solutions for cleaning hydrophilic lenses with the active principle of hydrogen peroxide are more effective due to their high duration in disinfection, while Trimetropin has minimal or no effectiveness against different microorganisms.

Keywords: “Multipurpose Solutions”, “Soft Contact Lenses”, “Microorganisms”, “Pathogens”, “Hydrogen Peroxide”, “Biocide”



## 1. Introducción.

El uso de lentes de contacto blandos (LCB) es cada día más frecuente, bien sea por razones de tratamientos correctivos o simplemente estéticas. No obstante, su inadecuado manejo genera considerable cantidad de riesgos para la salud ocular (1). Se denomina como dispositivo médico ya que por medio de su uso tiene contacto con el cuerpo humano (2), por tanto, el sistema de mantenimiento de estos se realiza por medio de soluciones de limpieza que eliminan la aparición de microorganismos los cuales se adhieren y colonizan los lentes, permitiendo un crecimiento bacteriano que perjudicando la salud del ojo humano.

Las sustancias biocidas, son compuestos que gracias a sus propiedades físicas, químicas o biológicas con efectos antimicrobianos pueden neutralizar o controlar dichos patógenos teniendo en cuenta la concentración empleada; es así como, la efectividad biocida de las soluciones de limpieza de LCB, se define como la capacidad que tiene un componente activo para reducir el microorganismo en un tiempo de 0 seg. Por otro lado, cuando una solución es eficaz o eficiente se menciona cuando la reducción de las UFC ha sido deducida dentro de los estándares internacionales (3). Los parámetros más utilizados para determinar la efectividad biocida de las soluciones está establecido en la norma internacional ISO 14729 (Ophthalmic optics contact lens care products microbiological requirements and test methods for products and regimens for hygiene management of contact lenses), que presenta los criterios determinantes para que las soluciones desinfectantes utilizadas sean efectivas (3-5) (1), como también métodos in vitro (Mayorga y Parra) (3) para determinar la efectividad biocida en un compuesto mediante factores de disminución de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en tiempo de 0 seg, tiempos recomendados por las respectivas casas comerciales.

Estas soluciones biocidas contienen conservantes tales como PAPB, PHMB POLYQUAD, trimetoprim, miristamidopropil dimetilamina (MAPD) y Peróxido de hidrógeno H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, que presentan efectividad antimicrobiana frente a los contaminantes

más comunes, en ese orden de ideas, la presente revisión tiene como propósito identificar cuál es el compuesto activo de limpieza para LCB con mayor efectividad para combatir los microorganismos que agreden las estructuras oculares, brindar a los usuarios mayor confianza al momento de su uso y a los profesionales una herramienta científica para poder tomar decisiones con sus pacientes (4).

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1 Objetivo**

Analizar la efectividad biocida de las soluciones multipropósito de limpieza para lentes de contacto blandas.

### **Fuentes de información**

Se realizó una revisión de literatura, observacional, de carácter descriptivo, entre los años 2015 a 2021 de artículos, en las bases de datos y buscadores como PubMed (19), Google académico (5), Grupo franja (1). Utilizando palabras clave: “soluciones multipropósito”, “lentes de contacto blandos”, “microorganismos”, “patógenos”, “Peróxido de Hidrógeno”, “biocida”.

### **2.2 Criterios de inclusión**

- Artículos publicados entre el 2015 y el 2021.
- Artículos en inglés y español
- Fuentes primarias de información

### **2.3 Criterios de exclusión**

- Artículos sin formato completo
- Investigaciones que traten de soluciones para el sostenimiento de lentes de contacto rígidos

## 2.4 Definición de categorías de análisis

- Microorganismos patógenos relacionados con los lentes de contacto
- Compuestos químicos utilizados para la conservación de los lentes de contacto

## 3. Resultados

En la búsqueda se recuperaron 77 artículos, 52 no cumplieron con los criterios de inclusión establecidos, y para el presente estudio se utilizaron 25 (Gráfico 1).

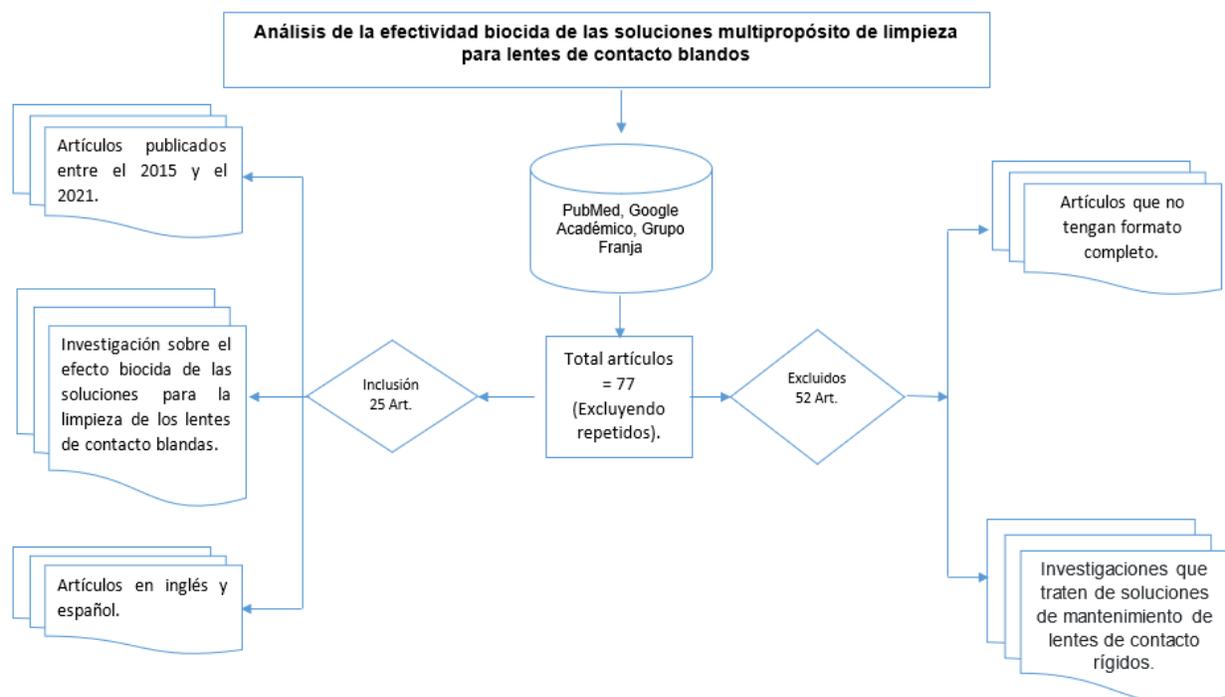


Gráfico 1. Flujograma de obtención de los artículos para la revisión

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1 Microorganismos patógenos relacionados con los lentes de contacto

Las personas usuarias de lentes de contacto, están expuestas a alteraciones oculares como consecuencia de patógenos que pueden llegar a afectar la superficie ocular usando como medio de transporte estos dispositivos, se observa principalmente a causa de algunos factores como la mala manipulación y limpieza de los lentes, la inadecuada asepsia de las manos y superficies, y el mal manejo de los estuches donde estos se conservan. Por lo tanto, los microorganismos como la *pseudomona aeruginosa* y el *Staphylococcus aureus* son las principales bacterias encontradas en la superficie ocular, seguidas por los hongos, como la *Candida Albicans* y el *Fusarium Solani*; y amebas como la *Acanthamoeba* considerados los agentes intervinientes, (6) (Gráfico 2).

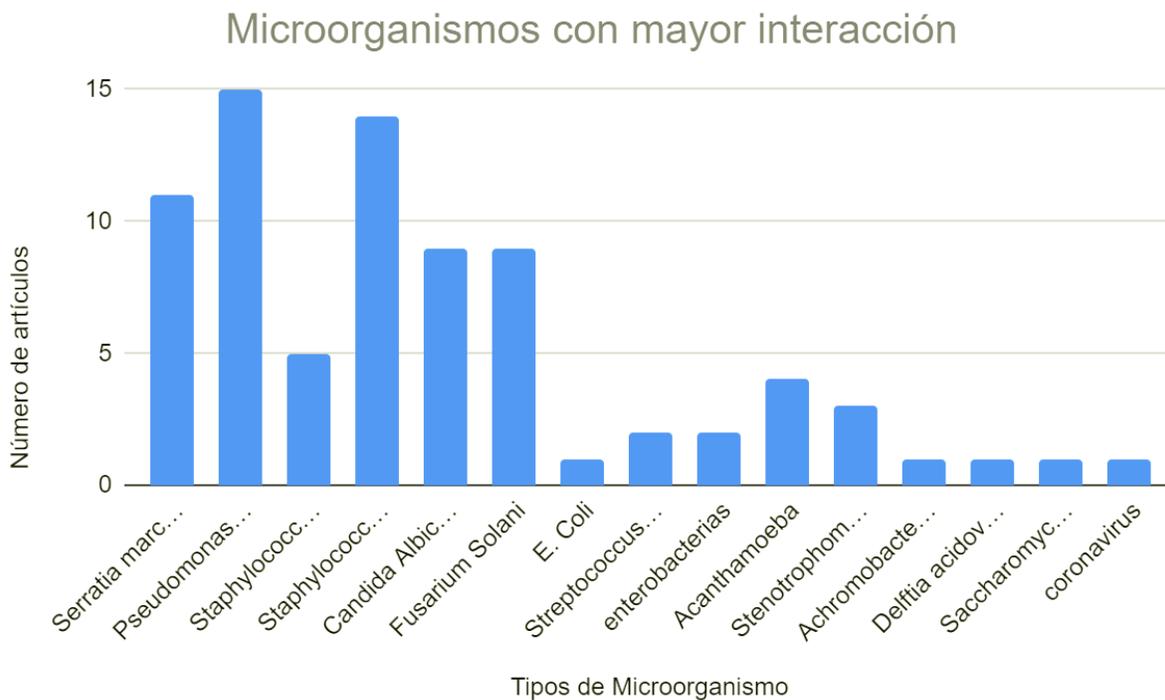


Gráfico 2. Microorganismos con mayor interacción

Fuente: Propia de los autores

### Bacterias



Las alteraciones visuales más comunes son ocasionadas por la inadecuada manipulación y uso de los lentes de contacto, lo cual crea un medio propicio para las bacterias -como la *Pseudomona aeruginosa*- que es la mayor causante de queratitis microbiana (7), con gran capacidad de adherencia sobre los lentes y los estuches en comparación con otros tipos de microorganismos y también tiene la capacidad de desarrollar persistentes biofilms en la superficie ocular (8). Otras bacterias como la *Serratia marcescens*, presenta mayor resistencia, pero de igual manera, mejor respuesta a la efectividad de soluciones en la reducción de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) (6-7) (9-11).

La adhesión bacteriana a los LC aumenta la posibilidad de infección, es decir, a medida que van entrando en contacto con la superficie de LC rápidamente establecen una colonización (son el primer paso para la formación de biopelículas). Estos microbios colonizados pueden convertirse en un reservorio que consiguen transferirse a la superficie ocular (6).

## **Hongos**

Los microorganismos fúngicos, tales como la *Candida Albicans* (levadura), el *Fusarium Solani* (hongo filamentoso) y la *Saccharomyces cerevisiae* (levadura), se caracterizan por generar alta actividad en las biofilms, logran producir queratomycosis, que se forma como consecuencia de alteraciones de la película lagrimal o por el uso de LC contaminados por estos microorganismos, comprometiendo de manera importante la visión y la integridad del globo ocular. (6-7) (12-13).

## **Amebas y virus**

Por último y no menos importante, en la investigación se hallaron ejemplares como la *Acanthamoeba* (protozoo) que se encuentra generalmente en el suelo, la tierra y el agua, y el *Coronavirus* (virus de la hepatitis del ratón, un sustituto del virus corona humano SARS-CoV-2). Patógenos que se adhieren a los lentes de contacto y al entrar en contacto con el ojo producen queratitis con compromiso de la integridad corneal (14-15).

Walters et al. (15), mencionaron que el diacetato de clorhexidina genera contracción de la pared del quiste mientras que el PHMB induce la retirada del citoplasma de la pared celular del quiste; los antimicrobianos efectivos contra la *Acanthamoeba* pueden ser no adecuados para la seguridad del paciente como parte de una solución multipropósito debido al potencial daño de la córnea. Las SMP comunes pueden tener un efecto nulo o bajo contra las amebas en la formación de trofozoito o quiste. Es un patógeno único en el campo de los agentes oculares potencialmente infecciosos produciendo, por ejemplo, queratitis por *Acanthamoeba* con daños significativos en la córnea dando como resultado una posible ceguera, alteración ligada a la mala manipulación y limpieza de los lentes de contacto (14).

### **3.2 Compuestos biocidas utilizados para el mantenimiento de los lentes de contacto**

Los compuestos antimicrobianos tienen como objeto la desinfección adecuada de los lentes de contacto, brindando eficacia y seguridad contra patógenos de modo que la inserción del dispositivo óptico en el ojo sea seguro, por la destrucción de los agentes infecciosos como producto de la limpieza para impedir alteraciones en los tejidos oculares (15) (9).

La mayoría de las SMP incluyen conservantes como ingredientes activos para combatir estos microbios. La International Organization for Standardization- ISO 14729:2001 “Óptica oftálmica-Productos para el cuidado de LC- Requisitos microbiológicos y métodos de prueba para productos y regímenes para el manejo



higiénico de LC”, establece los criterios para evaluar si un conservante es eficaz. Básicamente, esta norma establece que las concentraciones iniciales de bacterias en solución salina tamponada con fosfato en un tubo de ensayo deben reducirse en no menos de 3 log<sub>10</sub> (99,99%) y hongos por no menos de 1 Log<sub>10</sub> (90%) de las células mientras se remojan dentro del tiempo de desinfección recomendado por el fabricante (no es necesario el proceso de frote y enjuague) (6). Bajo esta perspectiva, diferentes autores coinciden en indicar que los agentes conservantes de las SMP presentan determinada efectividad biocida comprobada de acuerdo a la norma o en las pruebas experimentales in vitro (16-20) (8-9) (6).

Los principales compuestos biocidas de las soluciones para la limpieza de los LCB son la Polihexametil Biguanida (PHMB), Polyquad (PQ-1), el PAPB, Miristamidopropil dimetilamina (MAPD), trimetoprin y el Peróxido de Hidrógeno H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, compuestos que se caracterizan por su efectividad ante las cepas bacterianas, fúngicas, víricas y amebianas (13-15), hay SMP que se estructuran de dos componentes y estos ofrecen una mayor eficacia en comparación con las soluciones con un solo componente activo. Estudios sobre la Povidona Yodada (PI) exponen que es un compuesto usado en las SMP, y está conformada como surfactante (limpiar y humedecer), quelante (desinfectan por medio de iones y eliminación de proteínas), emoliente (proteger y lubricar) y tampón (estabilizadores de pH, tonicidad y osmolaridad) (21-23).

### **POLIQUARTENIUM (PQ-1)**

También denominado polyquad, este es uno de los conservantes más importantes utilizados en la industria de las soluciones junto con el compuesto PHMB, debido a su alta eficacia y concentración molecular. Su mecanismo de acción consiste en la desnaturalización de las proteínas en las paredes celulares bacterianas (9), es un polímero catiónico que no inhibe el crecimiento de las células de la córnea humana, pero protege contra bacterias (10). El PAPB y PQ-1 se incorporan a la membrana celular



bacteriana, la rompen y reduce la permeabilidad con un efecto letal sobre las bacterias (6) (13).

### **Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

No es considerado como conservante pero normalmente es usado para la desinfección de los LC debido a su alta capacidad biocida, es un desinfectante de alto espectro que actúa oxidando todo tipo de microbios destruyendo las membranas celulares al cambiar los enlaces entre lípidos y proteínas. Los diversos estudios clasifican al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como un agente altamente efectivo contra una importante gama de microorganismos como los hongos y las amebas (6-7) (11-12) (14), pero otros muestran una reducción de UFC similar a distintos compuestos. Sin embargo, muchos fabricantes optan por usar este compuesto como agente biocida en sus marcas comerciales.

En la desinfección de LC con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la solución se debe neutralizar en solución salina taponada con fosfato, con un disco de platino o una tableta de catalasa durante un mínimo de 6 horas. Los LC después de este procedimiento se pueden aplicar directamente en el ojo con riesgo mínimo de reacción alérgica o daño en la superficie ocular luego de la neutralización, aunque se han publicado evidencias que afirman que el riesgo no es cero.

### **BIGUANIDAS**

Su mecanismo de acción consiste en invadir las células microbianas e interactuar con el ADN de tal manera que interrumpen la función o la precipitación del ADN, provocando la muerte celular (10). La familia de las biguanidas la comprenden, PHMB, PAPB, Polihexadina, Alexidina. Según la FDA e ISO estas han demostrado ser efectivas in vitro contra bacterias específicamente *Pseudomona aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.



Las SMP con biguanidas no son tan efectivas contra hongos, levaduras y amebas (10) (13) (15).

### **Polihexametileno BIGUANIDA (PHMB)**

También llamado polihexanida, polihexidina. Es responsable de los cambios de permeabilidad en la membrana plasmática debido a la modificación de las enzimas relacionadas, adicionalmente desencadena un desorden de fosfolípidos de la membrana lo cual conlleva a su mejor fluidez, dilatación lateral y filtración según estudios de Rodríguez y Ballesteros (24).

Tienen una vasta aparición de movimiento antimicrobiano frente a bacterias gram negativas y gram positivas, algunos hongos y protozoarios. Es un agente conservante con capacidad biocida ante bacterias, hongos y que, en combinación con otros conservantes, son soluciones que llegan a ser eficaces contra la Acanthamoeba (9).

### **Poliaminopropil BIGUANIDA (PAPB)**

Conservante integrante de parentesco de las biguanidas (comparte la unidad repetitiva del PHMB con la clorhexidina, sin embargo cuenta con más o menos cuatro veces la gravedad molecular de ésta PAPB=1300 g/mol) y son usadas en soluciones para LCB y rígidos gas permeables, solo tiene un espectro antibacteriano grampositivo, gramnegativo y fungistático (7), su mecanismo de acción consiste en adherirse por separado a la membrana celular de los fosfolípidos saturados de manera negativa lo cual genera no solo un agravio a la membrana si no también una escapatoria y aniquilamiento del contenido celular. La aparición de operatividad en ciertos estudios in vitro demostró que existe una mutabilidad que depende del material del LC (7) (14-15).

## **Trimetropin**

En la literatura hasta el 2007 no se describe instrumento de ejecución ni análisis que califiquen este compuesto en su ejercicio antimicrobiano en SMP (11), no obstante, un estudio demostró -en 2017- que el trimetropin es una sustancia susceptible ante colonias de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* apartadas de la conjuntiva de personas sanas (25).

## **Povidona Yodada (PI)**

Su sistema de mantenimiento se compone de un estuche de LC, un diluyente y una pasta de PI con 500 ppm. Se distribuyó inicialmente en Japón, Europa y Oceanía desde el 2001. No se vio afectada por suelos orgánicos, aunque son activas ante aislados bacterianos clínicos. La PI o PVP-I libera yodo como agente desinfectante que neutraliza microbios al interrumpir sus enlaces CH, NH y SH; adicionalmente, el gas de yodo se libera durante el proceso de desinfección y esto permite su limpieza en superficies que no están en contacto directo con la solución desinfectante. El PVP-I en la solución y en la lente se neutraliza agregando una tableta que contiene ácido ascórbico, ocurriendo la neutralización completa de la lente y la solución en 4 horas.

Los autores demuestran que en comparación con una solución con doble compuesto activo (PAPB + PQ1) a pesar de que las dos excedieran la reducción de 3 log<sub>10</sub> contra las bacterias planctónicas, la diferencia media de las UFC fue menor (21-23).

### **3.3 Efectividad biocida de las soluciones multipropósito de limpieza para lentes de contacto blandos.**

La efectividad de los compuestos activos de las soluciones de limpieza para lentes de contacto blandos, ha sido estudiada desde diversas perspectivas por diferentes autores, teniendo en cuenta tanto los compuestos activos de estas como los materiales



componentes de los lentes y los patógenos contaminantes que se presentan con mayor frecuencia.

Los agentes biocidas cada vez son más importantes para el desarrollo de las soluciones de limpieza debido a su capacidad de generar la conservación de estas y la seguridad en los usuarios para su posterior uso.

En la tabla 1, se presenta la acción de los principales agentes biocidas en el manejo de los microorganismos aislados en LCB.

**Tabla 1. Acción de los principales agentes biocidas en el manejo de los microorganismos aislados en LCB**

Títulos	Referencia	Objetivos	Metodología	Resultados
Evaluación de soluciones multipropósito de lentes de contacto en el desarrollo de biopelículas bacterianas	Artini M, Cellini A, Scoarugi GL, Papa R, Tilotta M, Palma S, et al. 2015 (6)	Evaluar la actividad y la capacidad de diferentes soluciones de LC para interferir con los mecanismos de formación y estabilidad de biopelículas y el uso de un sistema para estudiar dinámicamente el desarrollo de biopelículas.	Se calificó la actividad anti biopelícula de tres soluciones multipropósito (MPS) distintas: Regard, Biotrue y OPTI-FREE PureMoist en cuatro categorías bacterianas ( <i>Serratia marcescens</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> ). Primero se realizó un ensayo de biopelícula estática para analizar el efecto de las MPS.	Los mejores resultados sobre <i>P. aeruginosa</i> se obtuvieron con Regard. Este también se utilizó para el ensayo dinámico, revelando su capacidad para desagregar la biopelícula madura. Hay que considerar la constitución de biopelículas completamente inhibidas por <i>S. epidermidis</i> y el avance de biopelículas más lento por <i>P. Aeruginosa</i> .
Estudio in vitro de la capacidad de germinación de <i>Aspergillus fumigatus</i> en los materiales de lentes de contacto blandos y eficacia de las soluciones multipropósito contra este microorganismo	C.Parra-Giraldo M.X. Cárdenas-Álvarez T. Bossa-Flórez M. Mayorga-Corredor. 2007 (7)	Evaluar la suficiencia de <i>A. fumigatus</i> de multiplicarse en cinco componentes de lentes: tres de hidrogel (Alphafilcon A, Omafilcon A, Polymacon) y dos de hidrogel y silicona (Balafilcon A y Lotrafalcon A).	Se requirió: - Cepa <i>Aspergillus fumigatus</i> . Tres materiales de hidrogel (Alphafilcon A, Omafilcon A y Polymacon) y dos materiales de hidrogel y silicona (Balafilcon A y Lotrafalcon A.; Se gestionaron dos soluciones que contenían Polyaminopropil Biguanida (PAPB): PAPB y DYMED (PAPB 0,0001% y Poloxamina 1%). Adicional a esto se introdujeron soluciones como POLYQUAD (Polyquad 0,001% y Polyquaternium 1), ALDOX (miristamidopropildimetilamina) y Trimetoprin (0,01%). Como control se utilizó peróxido de hidrógeno al 3,7% (Dioxogen – JGB®). Inicialmente se realizó el cálculo de la suficiencia de reproducción del <i>A. Fumigattus</i> , sobre distintos ingredientes de lentes de contacto. La valoración del efecto antimicrobiano de las SMP sobre <i>A. fumigattus</i> , y la fijación de la antifúngica de las soluciones multipropósito sobre LCB.	Se halló que el microorganismo fungico puede crecer en Balafilcon en gran número y en inferior grado en Polymacon. Así mismo se calificó la idoneidad de erradicación de cinco SMP, que disciernen entre otras cosas, en el componente antimicrobiano. Todas las soluciones evidenciaron tener una reacción fungistática, excepto la de la solución con H202 la cual manifestó un efecto fungicida y la que tiene como base al trimetropin, que no enseñó respuesta alguna sobre el microorganismo. La solución con peróxido de hidrógeno mostró ser la más efectiva.
Susceptibility of Contact Lens-Related <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Keratitis Isolates to Multipurpose Disinfecting Solutions, Disinfectants, and Antibiotics.	Khan M, Stapleton F, Willcox MDP. 2018 (8)	Este estudio analizó las susceptibilidades de 17 aislados de queratitis relacionados con lentes de contacto (CL) de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> de Australia a antibióticos, soluciones desinfectantes de lentes de contacto multipropósito (MPDS) y desinfectantes a través de concentraciones inhibitorias mínimas (MIC) y bactericidas mínimas.	Los antibióticos incluyen ciprofloxacina, levofloxacina, gentamicina, tobramicina, piperacilina, imipenem, ceftazidima y polimixina B. MPDS OPTI-FREE PureMoist, Complete RevitaLens OcuTec, Biotrue y Renu Advanced Formula y los desinfectantes constituyentes; Se analizaron diclorhidrato de alexidina, policuaternio-1, poliaminopropil biguanida y miristamidopropil dimetilamina (Aldox). La susceptibilidad combinada de los desinfectantes basados en la formulación de MPDS se evaluó a través de la concentración inhibitoria fraccional.	Todos los aislamientos fueron sensibles a levofloxacino y gentamicina, 2/17 resistentes a ciprofloxacino; 1/17 fue resistente a tobramicina, piperacilina y polimixina; y 3/17 eran resistentes a ceftazidima mientras que 12/17 eran resistentes a imipenem. De los cuatro MPDS, para Renu Advanced Formula 8/17 las cepas tienen una MIC $\leq$ 11,36 para OPTI-FREE PureMoist 14/17 las cepas tienen una MIC $\leq$ 11,36 % para Complete RevitaLens 9/17 las cepas tienen una MIC $\leq$ 11,36 y para Biotrue 5 /17 cepas tienen MIC = 11,36. Todas las cepas fueron destruidas por MPDS al 100%. A las concentraciones utilizadas en los MPDS, los desinfectantes individuales no fueron activos. De los tres aislamientos probados, no se encontró sinergia en las combinaciones duales de desinfectantes. Se encontró sinergia para la combinación triple de desinfectantes para tres cepas probadas.

Evaluación del desempeño y confort de las soluciones multipropósito	Fernando Ballesteros MFR. 2007 (9)	Evaluar la efectividad antimicrobiana y biocompatibilidad de las soluciones multipropósito OXI y Multipropósito Plus frente a <i>S. Aureus</i> , <i>S. Marcescens</i> , <i>P. Aeruginosa</i> , <i>C. Albicans</i> y <i>F. Solani</i> y estudios de confort.	Las muestras SMP se sometieron a ensayos en distintos cultivos con grandes concentraciones (105 a 107 UFC para cada cepa). de los grupos de bacterias y hongos que más se conectan con patología ocular (microorganismos anteriormente mencionados) por el porte del LC. Se utilizaron cinco materiales o marcas. Cada LC se incubó en cinco diferentes SMP, cuatro horas antes del experimento.	En los experimentos antimicrobianos se pudo observar un gran poder bactericida de la Multi Solution OXI y Multi Solution PLUS, al darnos cuenta de la mitigación de más de 5 log de UFC de bacterias para pruebas con <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>S. Epidermidis</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Pseudomona aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> y en el acortamiento de al menos 1.0 log para los hongos <i>Cándida</i> y <i>Fusarium</i> .
Conservantes oftálmicos comunes en productos para el cuidado de lentes de contacto blandas: beneficios, complicaciones y una comparación con las soluciones sin conservantes	Bradley CS, Sicks LA, Pucker AD. 2021 (10)	Los conservantes son esenciales para prevenir la queratitis microbiana (MK) relacionada con lentes de contacto (CL). El propósito de esta revisión es resumir el conocimiento actual relacionado con el uso de conservantes oftálmicos comunes en productos para el cuidado de CL con respecto a la seguridad y la eficacia.	Los manuscritos escritos en inglés se obtuvieron mediante una búsqueda en PubMed.gov con el término lente de contacto más antimicrobiano, cloruro de benzalconio, biguanida, Aldox, policuaternio, conservante, timerosal, EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), clorhexidina o blister.	Se encontró que los conservantes de primera generación ya no se usan en las soluciones multipropósito (MPS) de CL debido a sus altos niveles de toxicidad ocular. Los conservantes modernos de alto peso molecular, incluidos el policuaternio-1 (PQ-1) y las biguanidas (PHMB), son generalmente efectivos contra las bacterias, mínimamente efectivos contra los hongos y no efectivos contra la <i>Acanthamoeba</i> .
Eficacia biocida de una solución para el cuidado de lentes con peróxido de hidrógeno que incorpora un nuevo agente humectante	Gabriel MM, McAnally C, Bartell J, Walters R, Clark L, Crary M, et al. 2019 (11)	Comparar los efectos antimicrobianos de CLEAR CARE, una solución de peróxido de hidrógeno (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) al 3% formulada para la limpieza simultánea, la eliminación diaria de proteínas, la descontaminación y acumulación de LCB (hidrófilas), de hidrogel de silicona y permeables a los gases. Y CLEAR CARE PLUS, que consta de una solución de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> al 3% más un novedoso agente humectante, polioxietileno-polioxibutileno (EOBO-21).	Se incubaron tres lotes de cada una de las dos soluciones con cinco microorganismos compendiales requeridos por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) 510(k) y la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) 14729 procedimientos independientes, cuatro aislamientos clínicos de bacterias Gram-negativas y bacterias Gram positivas, y trofozoítos y quistes de 2 cepas de <i>Acanthamoeba</i> que se asocian con queratitis microbiana.	Las 2 soluciones superaron los criterios primarios independientes de FDA/ISO contra bacterias compendiales, levaduras y mohos Gram positivos y Gram negativos después de sólo 1,5 horas de desinfección/neutralización. Las bacterias se redujeron de 4,4 a 5,1 log, la levadura de 4,4 a 4,9 log y el moho de 2,9 a 3,5 log con y sin suelo orgánico. Ambas soluciones eliminaron o redujeron efectivamente las poblaciones de aislados bacterianos oculares clínicamente relevantes (4,5-5,0 logs), trofozoítos de <i>Acanthamoeba</i> (3,4-4,2 logs) y quistes (1,5-2,1 logs).

Estado de la eficacia de las soluciones para lentes de contacto contra patógenos causantes de queratitis	Ruqaiyyah Siddiqui, Sahreena Lakhundi, Siddiqui R, Lakhundi S, Khan NA. 2015 (12)	Estimar los efectos antimicrobianos de las soluciones desinfectantes para lentes de contacto comercializadas	La prueba independiente ISO 14729 para soluciones desinfectantes, ensayos bactericidas, fungicidas y amebicidas de ocho soluciones diferentes para lentes de contacto, que incluyen: ReNu MultiPlus, DuraPlus, Ultimate Plus, OptiFree Express, Kontex Clean, Kontex Normal, Kontex Multisol extra (+), Kontex Soak. La eficacia de las soluciones para lentes de contacto se determinó contra los microbios que causan la queratitis, a saber: Pseudomonas aeruginosa, Serratia marcescens, Staphylococcus aureus, Staphylococcus aureus resistente a la meticilina, Fusarium solani y Acanthamoeba castellanii.	Se revelaron que ReNu MultiPlus, DuraPlus y OptiFree Express fueron efectivos para eliminar patógenos bacterianos y fúngicos según el tiempo de desinfección mínimo recomendado por el fabricante. Ultimate Plus fue eficaz contra F. Solani y MRSA, pero ineficaz contra P. aeruginosa, S. marcescens y S. aureus. es preocupante que ninguna de las soluciones desinfectantes para LC formuladas de Pakistán, es decir, Kontex Clean, Kontex Normal, Kontex Multisol extra (+) y Kontex Soak, fueran eficaces contra ninguno de los organismos que causan la queratitis. No pudieron destruir los quistes de Acanthamoeba.
Soluciones polivalentes y tasas de eficacia biocida	Scheuer C, Zhao F, Erb T, Orsborn G.2009 (13)	Investigar la hipótesis de que se pueden lograr niveles razonables de desinfección durante períodos de exposición cortos de microorganismos a soluciones multipropósito, se examinó la eficacia de desinfección a los 10, 20 y 30 minutos de cinco SMP diferentes, cada uno contra cinco patógenos diferentes que pueden encontrar.	Se evaluó la eficacia microbicida de ReNu MultiPlus, ReNu Multi-Purpose, AQUify, OptiFree Express y OptiFree RepleniSH utilizando el método independiente a los 10, 20 y 30 minutos de exposición a Fusarium solani, Candida albicans, Staphylococcus aureus, Serratia marcescens y Pseudomonas aeruginosa.	Las soluciones que mostraron tasas de desinfección significativamente más altas a los 30 minutos fueron ReNu MultiPlus contra Fusarium solani y Candida albicans, y tanto ReNu MultiPlus como AQUify contra Staphylococcus aureus y Serratia marcescens. No hubo diferencias estadísticamente significativas a los 30 min entre las soluciones contra Pseudomonas aeruginosa.
Antiviral effect of multipurpose contact lens disinfecting solutions against coronavirus	Yasir M, Kumar Vijay A, Willcox M.2015 (14)	Evaluar el potencial antiviral de cinco soluciones desinfectantes multipropósito contra el coronavirus (virus de la hepatitis del ratón, un sustituto del virus corona humano SARS-CoV-2)	Las soluciones de prueba (Biotrue, renu Advanced [Bausch and Lomb], ACUVUE Revitalens [Johnson and Johnson Vision], cleadow [Ophtecs corp.] o AOSept Plus [Alcon]) se mezclaron con el virus de la hepatitis del ratón coronavirus a 10 <sup>4</sup> de formación de placas. Unidades (PFU)/mL como la concentración final y se incubó a temperatura ambiente durante el tiempo de desinfección especificado. Se cuantificó el virus superviviente de cada muestra mediante un ensayo estándar de unidades formadoras de placas y se comparó la reducción de PFU para cada desinfectante con el control negativo tratado con solución salina tamponada con fosfato (PBS). Se realizó una prueba de régimen utilizando Biotrue.	Las tres soluciones desinfectantes multipropósito Biotrue (que contiene PHMB y policuaternio-1),( policuaternio-1 y alexidina) y (policuaternio-1 y alexidina) no mataron el coronavirus en el tiempo de desinfección recomendado por los fabricantes en la prueba independiente. Después del tratamiento, el título del virus (3,8 ± 0,2 log 10 para Biotrue, 3,7 ± 0,1 log 10 para Renu y 3,7 ± 0,2 log 10 para Revitalens) fue similar al control negativo. (peróxido de hidrógeno) y cleadow (povidona yodada) redujeron significativamente (p < 0,001) el número de coronavirus por debajo del límite de detección (es decir, mataron 3,7 ± 0,1 log <sub>10</sub> virus en comparación con el control). Sin embargo, hubo una reducción significativa (p = 0,028) en la cantidad de coronavirus adheridos a los lentes cuando se usó la prueba de régimen con Biotrue.

<p>Eficacia antimicrobiana diferencial de soluciones multipropósito contra trofozoítos de <i>Acanthamoeba</i></p>	<p>Walters R, Miller E, Campolo A, Gabriel MM, Shannon P, McAnally C, et al. 2021 (15)</p>	<p>Determinar la eficacia de desinfección de <i>Acanthamoeba</i> de los populares MPS. Comparar la eficacia de siete MPS principales en el mercado global.</p>	<p>Utilizando métodos estándar de desinfección y cuantificación de <i>Acanthamoeba</i>, se inocularon trofozoítos de <i>Acanthamoeba</i> ATCC 30461, 30868, 50370 y 50676 en cada MPS y se mantuvieron durante el tiempo de desinfección recomendada. Las placas de recuperación de <i>Acanthamoeba</i> se incubaron durante 14 días, después de lo cual se identificaron los pocillos positivos y se determinaron las concentraciones de células utilizando el método de punto final del 50 %.</p>	<p>Los miembros de los productos OPTI-FREE (Express, Replenish y Puremoist [Alcon, Fort Worth, TX]) demostraron porcentajes significativamente más altos de actividad antimicrobiana en comparación con la fórmula avanzada renu (Bausch + Lomb, Rochester, NY), Biotrue (Bausch + Lomb), Acuvue RevitaLens (Johnson &amp; Johnson, Santa Ana, CA) y productos Lite (Cooper Vision, Scottsville, NY) para cuatro de las cepas de trofozoítos analizadas.</p>
<p>Efectividad comparativa in vitro de una nueva solución multipropósito para lentes de contacto en <i>Acanthamoeba castellanii</i></p>	<p>Miedos, AC, Metzinger, RC, Killeen, SZ et al. 2018 (16)</p>	<p>El aislado de <i>Acanthamoeba A. castellanii</i> se propagó para cultivos que contenían trofozoítos o quistes con el fin de evaluar la eficacia de cada MPS. Se utilizó un ensayo de respiración celular basado en azul de alamar para evaluar la eficacia contra los trofozoítos; Los recuentos microscópicos basados en hemocitómetros con azul de tripán midieron los efectos cisticidas. Para evaluar la potencia antimicrobiana general de cada solución como controles para los ensayos antiamebianos, también se realizó una eficacia bactericida comparativa usando <i>Serratia marcescens</i>.</p>	<p>El aislado de <i>Acanthamoeba A. castellanii</i> se propagó para cultivos que contenían trofozoítos o quistes con el fin de evaluar la eficacia de cada MPS. Se utilizó un ensayo de respiración celular basado en azul de alamar para evaluar la eficacia contra los trofozoítos; Los recuentos microscópicos basados en hemocitómetros con azul de tripán midieron los efectos cisticidas. Para evaluar la potencia antimicrobiana general de cada solución como controles para los ensayos antiamebianos, también se realizó una eficacia bactericida comparativa usando <i>Serratia marcescens</i>.</p>	<p>Se observó una eficacia mínima contra cualquiera de las formas de <i>Acanthamoeba de cualquiera de los MPS comerciales</i>. Por el contrario, el nuevo MPS logró la muerte completa en 1 h de tiempo de contacto tanto para el trofozoito como para los quistes de <i>Acanthamoeba</i>. Cada MPS comercial requirió un tiempo de contacto de 6 h para lograr una reducción logarítmica de dos a tres en <i>S. Marcescens</i>. Por el contrario, el MPS experimental logró la desinfección en un tiempo de contacto de 60 min y una muerte completa (&lt; 1 UFC) a los 90 min</p>
<p>Eficacia de dos soluciones multipropósito frente a biofilms de <i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>	<p>Noel M, Villanueva G, Salazar M. 2017 (17)</p>	<p>Evaluar la operatividad de dos SMP comerciales (Renu Fresh® y Multi 3 Max®) empleando un procedimiento analítico cuantitativo. El patógeno que se utilizó fue <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Cepa clínica aislada) gracias a su capacidad formadora de biopelículas.</p>	<p>Para ensayar el rendimiento se inyectar la cepa en placas con agar de soya, fue direccionado a una solución normalizada de caldo tripticasa de soya en la cual se colocaron los LC y las (SMP). La prueba se llevó a cabo por triplicado y leído a horas desiguales durante 24 horas de haberse inoculado. de igual forma se calculó la actividad de las SMP en las biopelículas maduras de 24 horas de incubación.</p>	<p>Se logró observar que, en los lentes de contacto se presentó una baja de las biopelículas de hasta 50,65% de Renu Fresh (SMP2) frente a 59,31% de Multi-3-Max (SMP1) a las 8 horas. En biofilm maduro (24 horas) la operatividad de la disminución fue hasta 36,89% por la solución multipropósito 2, mientras que de la solución multipropósito 1 solo se dio la baja hasta 66,59%.</p>
<p>Consecuencias de la absorción y liberación de conservantes por los lentes de contacto</p>	<p>Morris CA, Maltseva IA, Rogers VA, Ni J, Khong KT, Derringer CB, et al. 2018 (18)</p>	<p>Evaluar la captación y libertad de conservantes de LC a partir de soluciones multipropósito (MPS) y la posterior adquisición de la actividad antibacteriana de las lentes.</p>	<p>La cinética de absorción y liberación de poli (clorhidrato de biguanida de hexametileno) (PHMB) o policuaternario-1 (PQ-1) de varios lentes de contacto se estudió inicialmente con los compuestos puros y luego después de sumergirlos en MPS que contenía estos compuestos. Las lentes empapadas en MPS se probaron para determinar la actividad antibacteriana.</p>	<p>lentes con un componente cargado negativamente absorbieron estos conservantes. Para lentes que contenían ácido metacrílico (MA), la absorción de PHMB de la solución de solo conservante fue rápida, pero se liberó poco, en contraste con su rápida liberación de lentes que contenían otros grupos aniónicos. Esta tendencia persistirá con MPS que contenía PHMB. La PQ-1 de la solución solo conservante solo fue absorbida por lentes que</p>

				<p>contenían MA y se liberó de hidrogeles que contenían MA, pero no significativamente de un hidrogel de silicona que contenía MA. La captación de lente de PQ-1 fue mucho menor de MPS y la liberación fue esencialmente indetectable de todas las lentes evaluadas.</p>
<p>Difusión de antimicrobianos a través de lentes de contacto de hidrogel de silicona</p>	<p>Zambelli AM, Brothers KM, Hunt KM, Romanowski EG, Nau AC, Dhaliwal DK, et al. 2015 (19)</p>	<p>Calcular la difusión de preparaciones tópicas de moxifloxacina, anfotericina B (AmB) y polihexametileno biguanida (PHMB) a través de LC in vitro.</p>	<p>Usando un modelo in vitro, se midió la difusión de tres antimicrobianos a través de SH CL. Los compuestos difundidos se midieron utilizando un espectrofotómetro en puntos de tiempo establecidos durante un período de 4 h. La cantidad de cada antimicrobiano difundido se determinó comparando el valor experimental con una curva estándar. Se realizó un ensayo biológico para validar el ensayo de difusión de CL mediante la prueba de la actividad antimicrobiana del material difundido contra céspedes de bacterias susceptibles (<i>Staphylococcus epidermidis</i>) y levaduras (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>). Los experimentos se repitieron al menos dos veces con un total de al menos cuatro réplicas independientes.</p>	<p>Nuestros datos muestran una difusión detectable de moxifloxacina y PHMB a través de SH CL a los 30 minutos, mientras que la difusión de AmB se mantuvo por debajo del límite de detección dentro del período experimental de 4 horas. En el ensayo biológico, la moxifloxacina difundida demostró la muerte microbiana a partir de los 20 minutos en céspedes bacterianos, mientras que PHMB y AmB no lograron demostrar la muerte en céspedes microbianos en el transcurso del experimento de 60 minutos.</p>
<p>Evaluación de la prevención y disrupción del biofilm en estuches de lentes de contacto</p>	<p>Cho P, Boost Mauren V. 2019 (20)</p>	<p>Evaluar la efectividad de las soluciones para lentes de contacto en la prevención y alteración del biopelículas en los estuches de los LC y los métodos para la detección del biofilm</p>	<p>Este estudio adoptó un enfoque gradual para evaluar la eficacia de cuatro soluciones desinfectantes para lentes contra la biopelícula. Estos incluyeron dos SMP de polihexametileno biguanida (PHMB) y una solución a base de clorhexidina/PHMB, así como una nueva formulación de PI. La presencia de biopelícula después de la exposición a las soluciones se evaluó mediante tinción con cristal violeta (CV) y MTT (bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolio), teniendo en cuenta el efecto del diseño de la caja de la lente.</p>	<p>Se observó variaciones considerables entre las SMP en cuanto a su capacidad para prevenir y alterar el biopelícula (<math>p &lt; 0,001</math>). El ensayo MTT reveló que tanto las SMP que tenían PI como las que contenían clorhexidina podían matar efectivamente a <math>&gt; 95</math> % de los organismos, mientras que las SMP basadas en PHMB fueron menos efectivas con hasta un 55 % de estafilococos y un 41 % de <i>Pseudomonas</i> sobreviviendo a las 24 h..</p>
<p>La actividad antimicrobiana de las soluciones desinfectantes multipropósito en presencia de diferentes suelos orgánicos</p>	<p>Mizuno Y, Kitamura Y, Willcox M. 2020 (21)</p>	<p>Probar el desempeño de varias soluciones desinfectantes en presencia de suciedad orgánica o aislamientos clínicos</p>	<p>Los aislados estándar y clínicos fueron expuestos a las soluciones desinfectantes en presencia o ausencia de diferentes suelos orgánicos. El número de células microbianas muertas durante la desinfección se estableció cultivando células después de la desinfección en placas de agar.</p>	<p>La presencia de suelo orgánico de levadura no afectó el rendimiento de las soluciones desinfectantes cuando se probaron con cepas microbianas estándar, la adición de un modelo de suelo orgánico de lágrimas redujo significativamente la actividad desinfectante de las soluciones que contenían varias combinaciones de polihexametileno biguanida, policuaternio-1, alexidina y miristamindopropil dimetilamina, especialmente cuando se probaron frente a las cepas fúngicas estándar (reduciendo la eficacia entre 0,5 y 4 log10) o los aislados bacterianos clínicos (reduciendo la eficacia entre 0,5 y 3,5 log10).</p>

<p>La eficacia de la povidona yodada, el peróxido de hidrogeno y un sistema químico multipropósito para el cuidado de LC contra <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> en varios estuches de lentes</p>	<p>Yamasaki, K., Mizuno, Y., Kitamura, Y., McCanna, D. J., Ngo, W., &amp; Jones, L. W. 2020 (22)</p>	<p>Determinar la eficacia antimicrobiana de un sistema de povidona yodada (PVP-I; cleadew, OPHTECs Corporation, Kobe, Japón), un sistema de peróxido (AOSEPT Plus con HydraGlyde, Alcon, Fort Worth, TX) y un sistema químico multipropósito (renu fresh, Bausch &amp; Lomb, Rochester, NY) en superficies de estuches de lentes de contacto que están en contacto y no en contacto con las soluciones durante la desinfección de lentes.</p>	<p>Las superficies de las paredes internas, la parte inferior de la tapa y el portales (si corresponde) de los estuches se inocularon con <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853. Los estuches se desinfectaron con las soluciones según las instrucciones del fabricante. Después de la desinfección, se limpiaron las superficies inoculadas y se determinó la cantidad de <i>P. aeruginosa</i> superviviente.</p>	<p>Las unidades se expresan en log CFU. Las tres soluciones redujeron significativamente <i>P. aeruginosa</i> en superficies de contacto directo (todas <math>p &lt; 0,039</math>). En superficies sin contacto, la reducción de <i>P. aeruginosa</i> en el sistema PVP-I (predesinfección: <math>6,8 \pm 0,5</math>, postdesinfección: <math>1,0 \pm 0,0</math>; <math>p &lt; 0,001</math>) fue significativa, pero no para el sistema de peróxido de hidrógeno (predesinfección: <math>6,3 \pm 0,6</math>, post: <math>5,5 \pm 0,5</math>; <math>p = 0,194</math>) y el sistema químico multipropósito (predesinfección: <math>6,6 \pm 0,1</math>, postdesinfección: <math>5,6 \pm 0,8</math>; <math>p = 0,336</math>).</p>
<p>Soluciones para lentes de contacto y molestias de las lentes de contacto: examen de las correlaciones entre los componentes de la solución, la queratitis y las molestias de las lentes de contacto</p>	<p>Kuc CJ, Lebow KA. 2018 (23)</p>	<p>Se refiere a la incomodidad de las LC secundarias a las soluciones para lentes de contacto. El lector comprenderá mejor las características de las lentes de contacto, ya que interactúan de manera única con cada tipo de solución para lentes de contacto y también obtendrá una mejor comprensión de los componentes de la solución para lentes de contacto, como conservantes, tensioactivos y agentes quelantes, que pueden contribuir a la incomodidad.</p>	<p>Se ejecutó una inspección de la literatura publicada actual de revistas revisadas por pares y revistas en línea para comprender el impacto de la solución para LC en la incomodidad de estos.</p>	<p>Estudios que comparan la comodidad entre varios tipos de soluciones para lentes de contacto. Es un desafío descifrar esta información y aplicarla clínicamente al seleccionar soluciones para los pacientes. Al comparar los componentes de la solución, cómo las soluciones para LC interactúan con los diferentes tipos de lentes, la queratitis relacionada con los lentes de contacto y las afecciones oculares preexistentes, esta revisión mejorará la capacidad del médico para eliminar la LCD.</p>
<p>Biocompatibilidad con la superficie ocular y actividad antimicrobiana de una nueva solución multipropósito para lentes de contacto</p>	<p>Rodríguez MF, Jiménez IA, Martín LV, Ballesteros F 2021 (24)</p>	<p>Valorar la capacidad de una nueva SMP elaborada en Colombia que contiene polihexametileno biguanida (PHMB) y establecer su actividad antimicrobiana</p>	<p>Ejercicio ejecutado con 25 personas que no son usuarias de lentes y que se acomodaron con cinco conjugaciones de diversos materiales de lentes de contacto blandas con una solución salina fisiológica de control (CS). El espesor corneal, la hiperemia conjuntival, el teñido corneal y la conveniencia se clasificaron luego de 2 h de uso de lentes de contacto. La eficiencia antimicrobiana se calculó usando estudios estándar ISO 14729.</p>	<p>Arrojó 1 sola disimilitud reveladora entre la nueva SMP y el CS para el Comfilcon A (<math>p &lt; 0.05</math>). Por otra parte, no existieron disparidades marcadas para el espesor o la tinción corneal, entre la mezcla del material del lente y la nueva SMP con el CS (<math>p &gt; 0.05</math>).</p>

Evaluación de la actividad antimicrobiana de dos soluciones multipropósitos comercializadas en Colombia frente a las cepas de staphylococcus aisladas del microbiota conjuntival	Ávila YH. 2017 (25)	Estimar el movimiento antimicrobiano de dos SMP vendidas en Colombia compuestas por Polyhexametileno Biguanidina (PHMB) frente a las cepas de Staphylococcus aureus y Staphylococcus epidermidis.	Para la verificación in vitro continua la norma ISO 14729.	Ambas soluciones multipropósito merman en más de 3 log las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de bacterias aisladas del microbiota conjuntival. Las soluciones multipropósito de polihexametil biguanida satisfacen los criterios antimicrobianos de la norma ISO 14729, en comparación con las cepas aisladas del microbiota conjuntival.
Eficacia antimicrobiana de las soluciones para el cuidado de lentes de contacto contra biopelículas bacterianas potenciadas por neutrófilos	Hinojosa JA, Patel NB, Zhu M, Robertson DM. 2017 (26)	Se ha demostrado que los desechos extracelulares derivados de neutrófilos aceleran la formación de biopelículas bacterianas en el ámbito de las LCB en comparación con las lentes inoculadas solo con bacterias.	Se utilizaron cuatro cepas de referencia: <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> . Se aislaron neutrófilos humanos de sangre periférica mediante venopunción. Las lentes Lotrafilcon B sin usar se incubaron durante la noche en cada cepa respectiva con neutrófilos estimulados.	Las cuatro soluciones probadas mostraron actividad antimicrobiana efectiva contra cada cepa bacteriana; sin embargo, cantidades sustanciales de bacterias no viables y desechos celulares permanecieron en la superficie de la lente a pesar de la limpieza digital concomitante.
Evaluación de la seguridad y eficacia de una nueva solución multipropósito en lentes de contacto de hidrogel de silicona	Blázquez Arauzo F, Urbano Rodríguez R, González-García MJ. 2015 (27)	Tasar la certeza y operatividad de una reciente solución desinfectante multiusos (MPDS) con una receta que contiene Aloe vera en su elaboración.	Se trata de un ensayo clínico prospectivo, aleatorizado, con doble enmascaramiento y boceto cruzado que integró siete exploraciones. Se necesitaron dos MPDS desiguales, Avizor Alvera® (solución de estudio) y All Clean Soft® (solución de control), cada uno a lo largo de un mes.	Una veintena de sujetos fueron incluidos entre ellos 10 femenino y 10 masculino) no encontró diferencia alguna entre las dos partes MPDS en el porcentaje de sujetos con tinción corneal >0 al día 30, tampoco en el porcentaje de individuos con depósitos en la superficie de la lente de contacto >0 al día 30. El estudio MPDS recibió mayores índices de comodidad (estudio: $8,14 \pm 1,09$ , control: $7,94 \pm 0,92$ ; $p = 0,56$ ) y respuesta en el día 30 (estudio: $8,63 \pm 0,91$ , control: $8,29 \pm 0,80$ ; $p = 0,19$ ), no obstante, las calificaciones no fueron expresivamente diferentes con el MPDS de control.

<p>Eficacia biocida de soluciones multipropósito contra organismos Gram-negativos asociados con eventos infiltrativos corneales</p>	<p>Callahan D, Kovacs C, Lynch S, Rah M. 2017 (28)</p>	<p>Evaluar la eficacia biocida de cinco soluciones multipropósito contra organismos gramnegativos comúnmente aislados y asociados con CIE.</p>	<p>De las soluciones multipropósito probadas, una contenía polihexametileno biguanida (PHMB)/policuaternio-1 (PQ-1; Bausch &amp; Lomb Incorporated: Biotrue), una contenía dihidrocloruro de alexidina (alexidina)/PQ-1 (AMO: RevitaLens OcuTec) y tres contenían PQ-1/miristamidopropil dimetilamina (MAPD; Alcon: Opti-Free PureMoist, PQ-1/MAPD-1; Opti-Free RepleniSH, PQ-1/MAPD-2; Opti-Free Express, PQ-1/MAPD- 3). Los organismos de desafío fueron <i>Achromobacter xylosoxidans</i>, <i>Delftia acidovorans</i> y <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> asociados con CIE en las duraciones recomendadas por el fabricante (independientes), en estuches de lentes sin lentes (hasta siete días) y en estuches de lentes con lentes de etafilcon A (hasta 30 días)</p>	<p>En pruebas independientes contra organismos asociados a CIE, PHMB/PQ-1 y alexidina/PQ-1 fueron significativamente superiores frente a las soluciones multipropósito basadas en MAPD contra <i>A. xylosoxidans</i> (todas <math>p \leq 0,01</math>), <i>D. acidovorans</i> (todas <math>p \leq 0,001</math>) y <i>S. maltophilia</i> (todas <math>p \leq 0,05</math>). En los casos de lentes, PHMB/PQ-1 y alexidina/PQ-1 lograron reducción superior a 3 log frente a todos los organismos de desafío en todos los momentos evaluados. PQ-1/MAPD-1 logró una reducción superior a 3 log frente a <i>D. acidovorans</i> a las 24 horas; PQ-1/MAPD-1 y PQ-1/MAPD-3 lograron reducciones superiores a 3 log a los siete días contra todos los organismos. En estuches de lentes con lentes, PHMB/PQ-1 y alexidina/PQ-1 lograron reducciones superiores a 3 log contra todos los organismos en todo momento. PQ-1/MAPD-1 y PQ-1/MAPD-3 lograron reducciones superiores a 3 log a los siete o más días contra todos los organismos. PQ-1/MAPD-2 no logró una reducción superior a 3 log en ningún momento.</p>
<p>Eficacia antimicrobiana de soluciones desinfectantes multipropósito en presencia de lentes de contacto y estuches para lentes</p>	<p>Correa PC, Lui ACF, Silva CB, Gracitelli CPB, Mimica LM, Sasagawa SM, et al.2018 (29)</p>	<p>Utilizar la metodología de punto final de eficacia antimicrobiana para determinar la compatibilidad de soluciones desinfectantes multipropósito (MPS), estuches para lentes y lentes de hidrogel para desinfección (AEEMC) contra los microorganismos especificados por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y oculares clínicos. Aislados de <i>Stenotrophomonas maltophilia</i>.</p>	<p>Se desafiaron seis MPS (PQ/Aldox 1, 2 y 3; PQ/Alexidine; PQ/PHMB; y PHMB) contra microorganismos especificados por ISO y <i>S. maltophilia</i> utilizando la prueba AEEMC. Las pruebas AEEMC se realizaron con y sin balafilcon A, etafilcon A y senofilcon A en estuches para lentes con suciedad orgánica. Los tiempos de exposición incluyen tiempo de desinfección (DT) y 24 h. Además, los seis MPS fueron desafiados con dos cepas de <i>S. maltophilia</i>, según la prueba independiente de ISO.</p>	<p>La eficacia contra las bacterias de los MPS PQ/Aldox y PQ/Alexidine no se vio disminuida por la presencia de lentes. La eficacia de PQ/PHMB y PHMB MPS contra <i>Serratia marcescens</i> se redujo significativamente en comparación con el control sin lentes en DT para al menos un tipo de lente. El PHMB MPS con lentes presentes también demostró una eficacia reducida contra <i>Staphylococcus aureus</i> en DT en comparación con el control. PQ/Aldox MPS retuvo actividad contra <i>Fusarium solani</i> con lentes presentes; todas las demás MPS de prueba demostraron una eficacia reducida de <i>F. Solani</i> en DT con lentes presentes. Con LC, todos los MPS mostraron una eficacia reducida contra <i>Cándida Albicans</i>.</p>
<p>Efecto de los procedimientos de higiene sobre la contaminación del estuche de lentes con povidona yodada o soluciones desinfectantes multipropósito</p>	<p>Nakagawa, Masahiro MSc1; Nakagawa, Ritsue MEng1; Willcox, Mark D. P. PhD2; Vijay, Ajay Kumar PhD2 2021 (30)</p>	<p>Este estudio comparó la capacidad de dos MPDS, uno que contenía PI y otro que contenía biguanida de poliaminopropilo y policuaternio, para reducir el número de bacterias en solución o adherido a los casos después de los procedimientos de higiene del caso.</p>	<p>Las cepas bacterianas (<i>Delftia acidovorans</i>, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Stenotrophomonas maltophilia</i>, <i>Serratia marcescens</i>, <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus epidermidis</i>) se expusieron a MPDS durante los tiempos de desinfección recomendados y se evaluó el número viable de acuerdo con la norma ISO 14729. Los casos se inocularon con bacterias cepas y se incubaron durante 24 horas para permitir la formación de biopelículas. Los casos se desinfectaron con ambas soluciones desinfectantes durante 4 horas y se enjuagaron, seguido de volver a tapar o secar al aire, o limpiar el tejido y secar al aire</p>	<p>Ambos productos excedieron la reducción recomendada de 3 log contra las bacterias planctónicas. Con respecto a la biopelícula, después de enjuagar y volver a tapar húmedo, el número de <i>D. acidovorans</i> (diferencia media [intervalo de confianza del 95 %] <math>\log_{10}</math> unidades formadoras de colonias por caso, -2,9 [0,8 a -4,6], <math>P &lt; 0,01</math>), <i>P. aeruginosa</i> (-2,0 [0,5 a -3,1], <math>P &lt; 0,01</math>), <i>S. marcescens</i> (-1,7 [0,8 a -3,5], <math>P &lt; 0,05</math>) y <i>S. epidermidis</i> (-2,1 [0,6 a -3,5], <math>P &lt; 0,05</math>) en los casos de PI fueron significativamente menores que en los casos de almacenamiento de MPDS con desinfectante dual. Después del secado al aire, las</p>

			durante 18 horas. El número de supervivientes se contó usando técnicas de cultivo estándar.	cajas de almacenamiento de PI tenían cantidades significativamente más bajas de <i>S. maltophilia</i> (-2,6 [0,6 a -4,0], $P < 0,01$ ), <i>D. acidovorans</i> (-1,6 [0,7 a -3,3], $P < 0,05$ ), y <i>S. aureus</i> (-1,6 [0,7 a -3,1], $P < 0,05$ ).
--	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia

Los componentes como las biguanidas (PHMB, PAPB) y el Polyquad son agentes conservantes de segunda generación que se usan en las soluciones, son eficaces ante bacterias (*pseudomona aeruginosa*, *staphylococcus aureus*, *staphylococcus epidermidis*) (7), por otro lado, ante la *Acanthamoeba* no presenta índices de efectividad (6) (8) (11) (14-16) (25)

Noel y Villanueva en 2017 (17), estudiaron la creación de las biopelículas en el ámbito de las LC y la eficacia resultante de PHMB ante la *Pseudomona aeruginosa*, logrando observar que en LC se halló una reducción del biofilm de hasta el 50,65% a las 8 horas; en biofilm maduro se produjo una reducción de hasta 36,89% (24).

También presentó alta efectividad ante bacterias como la *pseudomona aeruginosa* ya que logró su eliminación en el tiempo establecido por el fabricante (8), contra hongos con efectos fungistáticos solamente ante *C. Albicans* y *F. Solani* y con los demás hongos fue ineficiente. La acción contra la *acanthamoeba* fue ineficaz, pero en combinación con otros conservantes pueden mostrar cierta eficacia (8) (21) (24) (26).

Autores han analizado el compuesto PHMB junto a un agente a base de aloe vera (ésta es una fuente natural de manosa-6-fosfato (M6P), este azúcar puede inactivar la acción de ciertos mediadores inflamatorios mediante un bloqueo competitivo de algunos receptores de queratocitos de los cuales estos mediadores ejercen su acción (26).

Ballesteros et al., menciona que el PHMB presenta asimilación mediante las paredes microbianas, es bastante rápido tanto en bacterias como en hongos, consiguiendo una reacción límite en 20 segundos. Adicionalmente demostraron, de acuerdo con la norma ISO 14729, que las soluciones con este conservante obedecen con el criterio primario de reducción de 1 Log<sub>10</sub> para *Cándida Albicans*. En contraste, los autores determinaron que el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), gracias a su potencial tiene gran espectro de efectividad ante bacterias, hongos y Amoebozoas (11) (10) (13), es por ello que muchos profesionales optan por usar y recomendar este compuesto (11).



Mediante estudios in vitro y de literatura, se ha demostrado la efectividad requerida por la norma internacional ISO 14729, en el uso del compuesto PHMB ya que se ha demostrado una toxicidad menor en comparación a otros conservantes, debido a que el tiempo de acción es menor (10 min) para conseguir la desnaturalización de las proteínas; no obstante, al referirnos al PQ.1 que en este caso requiere un tiempo de (15 min) (7).

La efectividad del PQ-1 se presenta sobre bacterias y algunos hongos (solo con *F. Solani* y *C. Albicans*), entre tanto, contra la *acanthamoeba* no es eficaz (a menos que se combine con otro conservante) (15). Si bien, estudios argumentan que el PHMB es menos tóxico porque requiere de un tiempo de exposición aún más extenso para poder alterar la membrana celular debido a que el PQ-1 presenta manifestaciones tóxicas aceleradas en tiempos de 10 min. Además, otros estudios exponen que el uso excesivo de este conservante puede inducir queratitis dendritiforme sin presentar capacidad infecciosa y ello se resuelve al suspender el compuesto biocida (7). Por ende, se considera que es un conservante efectivo con acción bactericida y fungistática, esta última debida a la composición de la pared celular de los hongos en un 90% por polisacáridos (11) (8). Añádase que estudios afirman que el PQ-1 es más tóxico que el PHMB ya que la capacidad de destrucción de la membrana celular sucedía con una diferencia de 5 min.

Un breve análisis sobre la *Acanthamoeba* y los conservantes PAPB, PQ-1+MAPD, mostró como resultado que las SMP que tengan dos o más compuestos biocidas, pueden mantener una actividad antimicrobiana significativamente mayor en comparación a las que tienen un solo compuesto ( $P < 0,05$  para ambas MSP) (22) (27)-(28). La cinética de absorción y liberación de PHMB y PQ-1 de varios lentes de contacto se estudió con los componentes puros y después con soluciones que contienen este compuesto activo, encontrando que la captación del lente de PQ-1 fue menor a la SMP y la liberación esencialmente indetectable, mientras que la absorción de PHMB (un solo componente) fue más rápida pero como liberada en comparación de la SMP que contenía PHMB (18)(29).

De manera preponderante, se reconoce que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> es el componente biocida con la máxima efectividad ante los microorganismos más comunes que pueden generar alteraciones en la superficie ocular. Considerando que, al no ser un agente conservante, presenta gran biocompatibilidad con la superficie ocular (9-10) (7-8) (21). Adviértase, que algunos de los estudios, han evidenciado que la SMP con Trimetropin, tienen un mínimo efecto fungistático (9) y es susceptible ante cepas bacterianas (25).

Ante el Coronavirus, Yasir et al, demostraron que las SMP que contenían PHMB+PQ-1, PHMB+PQ-1+ ALEXIDINA, PQ-1+ ALEXIDINA, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, POVIDONA YODADA presentaron una efectividad similar, llegando a una reducción de UFC en 3,7 log<sub>10</sub> (21). Las SMP son formulaciones complejas de diferentes componentes químicos que incluyen biocidas, agente humectante, tensioactivos, quelantes y agentes amortiguadores que pueden exponerse directamente a la superficie del ojo (30).

#### **4. Discusión**

Atendiendo al objetivo planteado sobre el análisis acerca de la efectividad que tienen los compuestos biocidas de las SMP para lentes de contacto blandos en el manejo de los diferentes microorganismos, se advierte:

Indudablemente según los diversos autores el PAPB es un conservante de primera generación capaz de reducir las UFC bacterianas (7) (14) (15) (18) (22) (23) (25) (26), sin embargo, Charri et al., demostró en 2017 la efectividad de un aceite de cinnamomum zeylanicum frente a la formación de biofilms de bacterias (*ps. aeruginosa* a una concentración de 5 microlitros/mililitros y *st. aureus* a 1.25 microlitros/mililitros), alcanzando un alto resultado en cuanto a la formación de biopelículas de *ps. aeruginosa* (se redujo un 23.94% el crecimiento de dichas biofilms mejor que la solución con PAPB). Referente a los biofilms maduros el aceite esencial alcanzó una mejor actividad en *s. aureus* (con reducción de 24.85%) (31).

En consecuencia, los autores mencionaron que las soluciones que estaban compuestas de dos agentes biocidas (por ej. PHMB+Alexidina o PHMB + Clorhexadina) (17) (24) (25) (27) y su efectividad ante amebas es un poco mejor que las soluciones con solo un conservante, en contraste con el estudio de Satya et al., donde expusieron compuestos como Alexidina + PQ1; PQ1 + PHMB y el H2O2 para la erradicación de trofozoitos o quistes, bajo un 87.4% de eliminación con el H2O2 (4,4 log<sub>10</sub>); para el PQ1+Alexidina eliminación del 72,9% (4,5 log<sub>10</sub>) y para el PQ1 + PHMB una eliminación del 29.2% (2.8 Log 10), demostrando que la última solución es la menos eficaz en términos de actividad trófica y mostrando redondeo de las células pero una muerte mínima (32).

A su vez, más autores demostraron que la solución PQ1+MAPD en términos de susceptibilidad fue mayor que el PAPB+PQ1, al respecto presentaron similitud en las concentraciones inhibitorias mínimas (MIC < 11.36) (8) y las tasas de desinfección más altas de estos compuestos se presentan a los 30 min (13). También, el H2O2 al reducir las UFC bacterianas después de 1.5h redujeron de 4.4 Log a 5.1 Log; trofozoito de 3.4 a 4.2 Log y los quistes de 1.5 a 2.2 Log (11). Considerando lo anterior, Ali et., realizaron una comparación de la eficacia antimicrobiana del H2O2, PAPB+PQ1, PQ1+MAPD Vs *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa*, *Acanthamoeba Castellani*, *A. Polyphaga* donde pudieron deducir que PAPB+PQ1 y H2O2 presentaron una reducción superior a la requerida de 3.0 Log 10 ante *S. aureus*. H2O2 Y PQ1+MAPD, también mayor a la reducción logarítmica media ante *Ps. aeruginosa*. Para las amebas, resultó que PAPB+PQ1 reduce quistes=0.83 Log, trofozoitos=1.21 Log; PQ1+MAPD para quistes y trofozoitos presentó una reducción de 1.31 Log y por último el H2O2 con una reducción de 1.01 (33).

Si bien, el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, no en todos los estudios, aparece como principal accionante; si en otros ha sido considerado como componente de otras soluciones, caso de Clear Care, observada por Gabriel M et al (2019) (11). En otros artículos, se precisa la misma



solución, en uso combinado con PQ-1 y PHMB, con gran seguridad en el cumplimiento adecuado para bacterias y hongos, según el estudio hecho por Chelsea et al (2021) (10).

Gabriel MM et al 2019 comentan que las soluciones de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> deben formularse con cuidado para nivelar una fuerte desinfección con una adecuada neutralización durante el almacenamiento de LB antes de su uso al ojo humano, ya que, si se llega a presentar altos niveles residuales de peróxido después del ciclo de desinfección y almacenamiento, se puede generar molestias oculares al insertar el dispositivo (11). En contraste, Gabriel et al en 2022, señalan que los sistemas de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> son menos convenientes de usar ya que requieren de dicha neutralización antes del contacto con los ojos, y es posible que deban usarse junto con productos de limpieza adicionales. Existe extensa evidencia que indica que los sistemas de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no requieren del uso de conservantes, suelen ser bastantes efectivos en comparación con otras SMP (34)

## 5. Conclusiones

Del presente estudio se pudo deducir que:

- El peróxido de hidrógeno es el componente biocida con mayor espectro de efectividad ya que tiene su función ante bacterias, hongos y amebas.
- A pesar de su eficacia, el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, y las soluciones que contenían dos compuestos biocidas no lograron la reducción de las UFC del Coronavirus estimadas en el tiempo sugerido por el fabricante.
- La povidona yodada es un sistema de mantenimiento desinfectante para LCB muy eficaz ante las amebas, incluso mejorando a las soluciones que se componen de dos compuestos biocidas.
- Las soluciones a base de PQ-1 presentan un amplio espectro bactericida y en algunos casos fungistática. Sin embargo, cuando se combina con una solución con otro conservante o potencializador - PHMB, Alexidina y clorhexidina-, es capaz de lograr



efecto biocida en los hongos donde su efectividad era baja o nula. Debido a la posibilidad de generar queratitis dendrítica, se recomienda su uso de manera controlada.

- Los compuestos de la familia de las Biguanidas (PHMB, PAPB) son efectivos contra bacterias, pero no contra hongos, pero al ser más biocompatibles con la superficie ocular generan mayor seguridad para el ojo humano.
- El trimetropin es la solución que según el presente estudio tiene menos efectividad ante las bacterias.
- Todas las soluciones cumplieron con el principio de eficacia requerido por la ISO 14729 sin embargo el  $H_2O_2$  fue el único biocida en eliminar los patógenos en el tiempo 0.
- Varios autores coinciden en encontrar la eficacia de las SMP mediante el análisis estipulado por la norma internacional ISO 14729 donde se refleja la reducción de las UFC generadas por los componentes biocidas, pero, para un análisis de efectividad es bueno considerar el parámetro de tiempo (donde el  $t = 0$  seg) que toma el compuesto para cumplir con su objetivo frente al microorganismo (incluyendo la reducción de las UFC) para que la SMP se pueda considerar de alta efectividad.



## Referencias

1. Goñi Boza E. Lentes de contacto blandas desechables diarias versus reutilizables: una revisión de las complicaciones en su porte. *Cienc tecnol para salud vis ocul* [Internet]. 2015;13(2):103–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19052/sv.3282>
2. Katherin Cristina Ibargüen Mena Andrés Felipe Ramírez Mosquera. prototipo de aplicación móvil educativa para usuarios de lentes de contacto. universidad antonio narino; 2020.
3. Mayorga C. MT y Parra G. CM. Efecto antimicrobiano in vitro de cinco soluciones multipropósito para lentes blandos contra *Cándida albicans* y *Aspergillus fumigatus*. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2009;(1): 25-36
4. Kuc CJ, Lebow KA. Contact lens solutions and contact lens discomfort: Examining the correlations between solution components, keratitis, and contact lens discomfort. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2018;44(6):355–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/ICL.0000000000000458>
5. Fears AC, Metzinger RC, Killeen SZ, Reimers RS, Roy CJ. Comparative in vitro effectiveness of a novel contact lens multipurpose solution on *Acanthamoeba castellanii*. *J Ophthalmic Inflamm Infect* [Internet]. 2018;8(1):19. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12348-018-0161-8>
6. Artini M, Cellini A, Scoarughi GL, Papa R, Tilotta M, Palma S, et al. Evaluation of contact lens multipurpose solutions on bacterial biofilm development. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2015;41(3):177–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/icl.0000000000000105>
7. C. Parra-Giraldo M.X. Cárdenas-Álvarez T. Bossa-Flórez M. Mayorga-Corredor. estudio in vitro de la capacidad de germinación de *aspergillus fumigatus* en los materiales de lentes de contacto blandos y eficacia de las soluciones multipropósito contra este microorganismo. *universitas scientiarum*, VOL 12, ED ESP III. julio de 2007;67–77.



8. Khan M, Stapleton F, Willcox MDP. Susceptibility of contact lens-related *Pseudomonas aeruginosa* keratitis isolates to multipurpose disinfecting solutions, disinfectants, and antibiotics. *Transl Vis Sci Technol* [Internet]. 2020;9(5):2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1167/tvst.9.5.2>
9. Fernando Ballesteros MFR. Evaluación del desempeño y confort de las soluciones multipropósito. grupo franja visual. 6 de julio de 2017;17:57.
10. Bradley CS, Sicks LA, Pucker AD. Common ophthalmic preservatives in soft contact lens care products: Benefits, complications, and a comparison to non-preserved solutions. *Clin Optom (Auckl)* [Internet]. 2021;13:271–85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2147/OPTO.S235679>
11. Gabriel MM, McAnally C, Bartell J, Walters R, Clark L, Crary M, et al. Eficacia biocida de una solución para el cuidado de lentes de peróxido de hidrógeno que incorpora un nuevo agente humectante. *Lente de contacto ocular* [Internet]. 2019;45(3):164–70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/ICL.0000000000000549>
12. Siddiqui R, Lakhundi S, Khan NA. Status of the effectiveness of contact lens solutions against keratitis-causing pathogens. *Cont Lens Anterior Eye* [Internet]. 2015;38(1):34–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clae.2014.09.001>
13. Scheuer C, Zhao F, Erb T, Orsborn G. Multipurpose solutions and rates of biocidal efficacy. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2009;35(2):88–91. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/icl.0b013e318199b058>
14. Yasir M, Kumar Vijay A, Willcox M. Antiviral effect of multipurpose contact lens disinfecting solutions against coronavirus. *Cont Lens Anterior Eye* [Internet]. 2021;(101513):101513. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clae.2021.101513>
15. Walters R, Miller E, Campolo A, Gabriel MM, Shannon P, McAnally C, et al. Differential antimicrobial efficacy of multipurpose solutions against *Acanthamoeba* trophozoites. *Optom Vis Sci* [Internet]. 2021;98(12):1379–86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/OPX.0000000000001819>



16. Miedos, AC, Metzinger, RC, Killeen, SZ et al. Efectividad comparativa in vitro de una nueva solución multipropósito para lentes de contacto en *Acanthamoeba castellanii*. *J Ophthal Inflamm Infect* 8, 19 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12348-018-0161-8>
17. Noel M, Villanueva G, Salazar M. Eficacia de dos soluciones multipropósito frente a biofilms de *Pseudomonas aeruginosa* inducidos in vitro en lentes de contacto blandos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017
18. Morris CA, Maltseva IA, Rogers VA, Ni J, Khong KT, Derringer CB, et al. Consequences of preservative uptake and release by contact lenses. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2018;44(2):S247–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/icl.0000000000000480>
19. Zambelli AM, Brothers KM, Hunt KM, Romanowski EG, Nau AC, Dhaliwal DK, et al. Diffusion of antimicrobials across silicone hydrogel contact lenses. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2015;41(5):277–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/icl.0000000000000121>
20. Cho P, Boost MV. Evaluation of prevention and disruption of biofilm in contact lens cases. *Ophthalmic Physiol Opt* [Internet]. 2019;39(5):337–49. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/opo.12635>
21. Yamasaki K, Mizuno Y, Kitamura Y, Willcox M. The antimicrobial activity of multipurpose disinfecting solutions in the presence of different organic soils. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2020;46(4):201–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/icl.0000000000000694>
22. Yamasaki, K., Mizuno, Y., Kitamura, Y., McCanna, D. J., Ngo, W., & Jones, L. W. (2020). The efficacy of povidone-iodine, hydrogen peroxide and a chemical multipurpose contact lens care system against *Pseudomonas aeruginosa* on various lens case surfaces. *Contact Lens and Anterior Eye*. doi:10.1016/j.clae.2020.02.012 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1367048420300308>



23. Kuc CJ, Lebow KA. Contact Lens Solutions and Contact Lens Discomfort: Examining the Correlations Between Solution Components, Keratitis, and Contact Lens Discomfort. *Eye Contact Lens*. 2018 Nov;44(6):355-366. doi: 10.1097/ICL.0000000000000458. PMID: 29905583.
24. Rodríguez MF, Jiménez IA, Martín LV, Ballesteros F. Biocompatibilidad con la superficie ocular y actividad antimicrobiana de una nueva solución multipropósito para lentes de contacto. *Rev. Cienc. salud [Internet]*. 27 de enero de 2021 [citado 19 de febrero de 2021];19(1). Disponible en: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/10178>
25. Ávila YH. Evaluación de la actividad antimicrobiana de dos soluciones multipropósitos comercializadas en Colombia frente a las cepas de staphylococcus aisladas del microbiota conjuntival. [FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD]: UNIVERSIDAD DE LA SALLE; 2017
26. Hinojosa JA, Patel NB, Zhu M, Robertson DM. Antimicrobial efficacy of contact lens care solutions against neutrophil-enhanced bacterial biofilms. *Transl Vis Sci Technol [Internet]*. 2017;6(2):11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1167/tvst.6.2.11>
27. Pinto-Fraga J, Blázquez Arauzo F, Urbano Rodríguez R, González-García MJ. Evaluation of safety and efficacy of a new multipurpose disinfecting solution on silicone hydrogel contact lenses. *J Optom [Internet]*. 2015;8(1):40–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2014.07.004>
28. Callahan D, Kovacs C, Lynch S, Rah M. Biocidal efficacy of multipurpose solutions against Gram-negative organisms associated with corneal infiltrative events. *Clin Exp Optom [Internet]*. 2017;100(4):357–64. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/cxo.12509>
29. Correa PC, Lui ACF, Silva CB, Gracitelli CPB, Mimica LM, Sasagawa SM, et al. Study of the effectiveness of multipurpose solutions on the bacterial disinfection of



silicone hydrogel contact lenses in vitro. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2018;44 Suppl 2(2):S24–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/ICL.0000000000000428>

30. Nakagawa, Masahiro MSc1\*; Nakagawa, Ritsue MEng1; Willcox, Mark D. P. PhD2; Vijay, Ajay Kumar PhD2 Effect of Hygiene Procedures on Lens Case Contamination with Povidone-Iodine or Multipurpose Disinfecting Solutions, *Optometry and Vision Science*: June 2021 - Volume 98 - Issue 6 - p 563-569 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34039910/>

31. Charri Macassi, K. M., & Huamán Torres, C. F. (2017). Actividad del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* “Canela” frente a biopelículas de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* inducidas in vitro sobre lentes de contacto blandos”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

32. Kolar, S. S. N., Manarang, J. C., Burns, A. R., Miller, W. L., McDermott, A. M., & Bergmanson, J. P. G. (2015). Contact lens care solution killing efficacy against *Acanthamoeba castellanii* by in vitro testing and live-imaging. *Contact Lens & Anterior Eye: The Journal of the British Contact Lens Association*, 38(6), 442–450. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2015.06.006>

33. Kal A, Toker MI, Kaya S. The comparison of antimicrobial effectiveness of contact lens solutions. *Int Ophthalmol* [Internet]. 2017;37(5):1103–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10792-016-0375-4>

34. Gabriel MM, McAnally C, Chen H, Srinivasan S, Manoj V, Garofalo R. Solución desinfectante de peróxido de hidrógeno para lentes de contacto permeables al gas: una revisión de la eficacia antimicrobiana, la compatibilidad y el rendimiento de seguridad de un sistema de cuidado de lentes de un solo paso. *Clin Optom (Auckl)* [Internet]. 2021;13:7–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2147/OPTO.S280046>