



**Eficacia de la luz ultravioleta C como agente bactericida en las piezas de mano en
la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva**

Paula Andrea Franco Peralta

Universidad Antonio Nariño

Programa Odontología

Facultad de Odontología

Neiva, Colombia

2023

**Eficacia de la luz ultravioleta C como agente bactericida en las piezas de mano en
la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva**

Paula Andrea Franco Peralta

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Odontólogo

Director (a) Temático:

Dr. Jacqueline Olaya Martínez

Dr. Ana Paola Cuellar

Director metodológico (a):

Dra. Claudia Lorena García Rojas

Línea de Investigación:

Crecimiento y desarrollo

Universidad Antonio Nariño

Programa Odontología

Facultad de Odontología

Neiva, Colombia

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

_____.

Cumple con los requisitos para optar

Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Neiva, 07 mayo de 2023.

Contenido

	Pág.
	1. 1
	2. 2
	3. 4
	4. 6
	5. 11
5.1 Formulación de la pregunta problema	13
	6. 13
	7. 15
	8. 16
	9. 36
	10. 49
	11. 54
	12. ¡Error! Marcador no definido.
	13. ¡Error! Marcador no definido.

Lista de Figuras

	Pág.
Figura. 1. Dimerización del ADN, como efecto de la incidencia de la luz UV-C	20
Figura. 2. Diagrama de un espectrofotómetro básico	25
Figura. 3. Especificaciones técnicas de la caja portátil y de la lámpara UV-C	30
Figura. 4. Diseño interior de la caja portátil y de la lámpara UV-C	31
Figura. 5. Diseño exterior de la caja y de la lámpara UV-C	31
Figura. 6. Medidor del tiempo de la luz UV-C.	32
Figura. 7. Indicaciones para el uso de la caja portátil luz UV-C.	32
Figura. 8. Precauciones de seguridad para el uso de la caja germicida luz UV-C.	33
Figura. 9. Preparación de medios de cultivo.	30
Figura. 10. Aislamiento de piezas de mano, caja germicida lampara luz UV-C, cabina de flujo laminar, medios de cultivo líquidos BHI .	35
Figura. 11. Inoculación de muestras en el medio agar nutritivo.	35
Figura. 12. Crecimiento de las unidades formadoras de colonia en las cajas de Petri.	36
Figura. 13. Espectrofotómetro .	37

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Métodos de esterilización con sus especificaciones, ventajas y desventajas	17
Tabla 2 Unidades formadoras de colonias en las piezas de mano antes y después de pasar por luz ultravioleta C	48
Tabla 3 Cantidad de absorbancia.....	48

(Dedicatoria)

Como primera medida a Dios, por mi guía y protector en todo este tiempo en el cual he desarrollado esta hermosa carrera. A mis Padres, Hermanos, Abuelas que hoy en día están en el cielo; por creer en nosotros, por apoyarnos en los momentos difíciles; por llevarnos en sus oraciones y por ser siempre nuestros guías. Infinitas gracias.

Paula Andrea Franco Peralta

Agradecimientos

Quiero hacer un agradecimiento muy especial a mis tutoras y directoras la Dra. Jacqueline Olaya Martínez, la Dra. Claudia Lorena García Rojas y la Dra. Ana Paola Cuellar por su acompañamiento, dedicación, consejos, y excelente orientación, pues ellas son pilar fundamental en este proceso de desarrollo de mi trabajo de grado; a mis seres queridos, compañeros y amigos que comparten mi día a día; a la Universidad Antonio Nariño por ser el epicentro de mi proceso de formación; durante todos estos años me entregó, a través de cada uno de mis profesores el conocimiento, la experiencia y las herramientas necesarias para ser más competitiva y persona en la realidad laboral y social de la vida.

1. Resumen

Introducción: Las piezas de mano dental utilizadas en la práctica clínica son un foco muy alto para la acumulación de microorganismos potencialmente infecciosos y para que exista contaminación cruzada. La luz ultravioleta C es un tipo de radiación electromagnética producida artificialmente, que se ha venido utilizando con éxito durante los últimos años como agente germicida, demostrando cada vez más su eficacia en equipos utilizados en diferentes áreas de la salud especialmente en la práctica odontológica. Con este proyecto de investigación experimental se busca evidenciar la eficacia de la caja portátil con luz ultravioleta C como agente bactericida aerobio en las piezas de mano. Para esto, se tomaron 96 muestras por el método de hisopado directo a las piezas de mano contaminadas después de la atención al paciente y posteriormente se les aplicó en la caja portátil la luz ultravioleta C a las piezas de mano durante 10 minutos siguiendo las indicaciones de la ficha técnica del fabricante; y se tomaron muestras posteriores por el método de hisopado directo. Luego se determinó el crecimiento bacteriano aerobio antes y después de la exposición con luz ultravioleta C, por el método de recuento de colonias en placa y se determinó la medida de cantidad de absorbancia en el espectrofotómetro. **Materiales y métodos:** Este estudio experimental fue realizado con 96 piezas de mano de la práctica clínica de adultos de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva. **Conclusión:** La aplicación de la de luz UVC con un dispositivo portátil disponible en la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva evidenció la eliminación de la carga bacteriana aerobia en las piezas de mano utilizadas en la práctica clínica de uso rutinario con una eficacia promedio del 96,6% obtenida en las dos metodologías utilizadas en el presente estudio.

Palabras clave: Luz ultravioleta, luz ultravioleta C, bactericida, bacterias, piezas de mano, eficacia, unidades formadoras de colonias, espectrofotómetro, aerobio, absorbancia

2. Abstract

Introduction: Dental handpieces used in clinical practice are a very high focus for the accumulation of potentially infectious microorganisms and for cross-contamination to exist. Ultraviolet C light is a type of electromagnetic radiation produced artificially, which has been used successfully during the last few years as a germicidal agent, demonstrating more and more its effectiveness in equipment used in different areas of health, especially in dental practice. This experimental research project seeks to demonstrate the efficacy of the portable box with ultraviolet C light as an aerobic bactericidal agent in handpieces. For this purpose, 96 samples were taken by the direct swabbing method from the contaminated handpieces after patient care and then ultraviolet C light was applied in the portable box to the handpieces for 10 minutes following the indications of the manufacturer's technical data sheet; and subsequent samples were taken by the direct swabbing method. Then the aerobic bacterial growth before and after exposure with ultraviolet C light was determined by the colony count method in plate and the absorbance quantity measurement was determined in the spectrophotometer. **Materials and methods:** This experimental study was carried out with 96 handpieces from the adult clinical practice of the Antonio Nariño University, Neiva campus. **Conclusion:** The application of UVC light with a portable

device available in the dental clinic of the Universidad Antonio Nariño Neiva showed the elimination of the aerobic bacterial load in the handpieces used in routine clinical practice with an average efficacy of 96.6% obtained in the two methodologies used in this study.

Key words: Ultraviolet light, ultraviolet C light, bactericide, bacteria, handpieces, efficacy, colony forming units, spectrophotometer, aerobic, absorbance.

3. Introducción

La desinfección de las piezas de mano dental empleadas en múltiples procedimientos es fundamental para asegurar no solo la calidad del tratamiento, si no evitar que los microorganismos se desarrollen a nivel bucodental y por ende generen afectaciones de mayor impacto en los pacientes; para ello existen múltiples avances en proceso de limpieza, desinfección y esterilización cuyos efectos pueden ser en mayor o menor grado efectivos.

El grado de contaminación de las piezas de mano es frecuente, ya que diversos agentes microbianos se adhieren de manera directa e indirecta, y están permanentemente presentes en su superficie durante los tratamientos odontológicos, ya sea por sangre u otros fluidos corporales. La cavidad oral se considera un ecosistema donde abundan diferentes tipos de microorganismos, especialmente bacterianos, que pueden propiciar infecciones y diversas patologías.

Se debe considerar a todos los pacientes que acuden al consultorio odontológico como altos portadores de agentes infecciosos, considerándose a la pieza de mano como principal contribuyente en el aumento del riesgo de infecciones cruzadas debido al alto grado de contaminación a la que son expuestas, es recomendando la esterilización por diferentes métodos.

Dada la importancia que tiene la bioseguridad de los equipos empleados, así como la de garantizar que los tratamientos tengan un mínimo riesgo de fracaso por exposición a agentes patógenos externos derivados del uso de dichos equipos, se debe garantizar un correcto y seguro proceso de higiene.

El presente trabajo de investigación tiene como fin determinar la eficacia de la caja portátil con luz ultravioleta C como agente bactericida aerobio en piezas de mano utilizadas después de la práctica clínica de adultos por estudiantes de la facultad de odontología en la Universidad Antonio Nariño sede Neiva.

La investigación desarrollada constituye un aporte para los estudiantes, profesores y personal del área de odontología en la Universidad Antonio Nariño sede Neiva, ya que permite ampliar el conocimiento a partir de un ejercicio experimental para validar dicha eficacia, lo que permite a futuro demandar estas tecnologías para ser usadas en múltiples procedimientos con un alto grado de confiabilidad en caso de validarse los resultados, por ende, dar cumplimiento a estándares y aspectos de bioseguridad claves en el área.

4. Antecedentes

La importancia de los antecedentes descritos a continuación radica en que permiten evidenciar dicha eficacia de la luz ultravioleta C, así como los diferentes logros a partir de la aplicación de esta técnica como método bactericida aerobio para la disminución o eliminación de bacterias presentes al momento de exponer piezas de mano dental como equipamientos de fresas para retirar las caries dentales, moldear el diente antes de cualquier procedimiento dental, limpiar los conductos radiculares, retirar relleno dental antiguo, así como la de limpiar los dientes.

Dentro de los antecedentes encontramos:

Rahul et al (2016) realizaron un estudio in vitro para evaluar la eficacia de los rayos UV utilizando una cabina clínica UV para desinfectar instrumentos dentales contaminados en diferentes intervalos de tiempo. Observaron que la eficacia de esta cabina UV en la desinfección de estos instrumentos aumentaba a medida que se incrementaba el periodo de tiempo. La mayor reducción de unidades formadoras de colonias bacterianas (reducción del 99,56% al 99,62%) se produjo cuando los instrumentos se mantuvieron en la cabina UV durante un período de casi 45 a 60 minutos. La menor reducción de unidades formadoras de colonias se produjo cuando los instrumentos se mantuvieron en la cabina UV durante un periodo de 5 minutos. (Naik R, 2016)

Delgado et al (2018), realizaron una investigación en la Universidad cooperativa dirigida a evaluar el uso de la luz UV como alternativa para la descontaminación de equipos odontológicos; la metodología empleada parte de la radiación UV-C continua, la cual se aplicó a través de una abertura de 35 cm² a una distancia de 10 cm para diversos intervalos(0-90 segundos) en cepas bacterianas como esporas de *Geobacillus, stearothermophilus*

(ATCC7953), *Bacillus pumilus*(ATCC27142), *Bacillus atrophaeus* (ATCC9372) entre otros; los resultados indicaron una reducción mínima del 90% de organismos viables en 40 segundos para las 4 especies de esporas. Por el contrario, la inactivación total reproducible (100%) de las 4 especies que no producen esporas se produjo en menos de 5 segundos; el estudio concluye que la aplicación de luz UV-C con un dispositivo de mano puede ser una alternativa razonable para la desinfección de superficies planas que no se pueden desinfectar con seguridad utilizando productos químicos estándar en la práctica diaria habitual (Delgado, 2018).

Badillo et al (2019) en un estudio experimental, observacional y transversal en el que se evaluó la contaminación de 30 piezas de alta velocidad utilizadas en la práctica clínica se evidenció con una muestra total donde se presentaron bacterias, 36.4% fueron *Bacillus* Gram negativos, 18.2% *Streptococcus* Gram positivos, 9.1% *Bacillus* Gram positivos, 9.1% *Coccus* Gram positivos, 9.1% *Streptococcus* Gram negativos, 4.5% *Staphylococcus* Gram positivos, 4.5% *Streptobacillus* Gram negativos, 4.5% *Staphylococcus* Gram negativos y 4.5% *Streptobacillus* Gram positivos (Badillo, 2019)

Montero et al (2020) realizó una investigación para determinar la efectividad de la desinfección de superficies comparando el método tradicional y el uso de equipos de control remoto que integren la luz UV como tratamiento de desinfección. El método empleado parte de pruebas mediante una lámpara de repuesto de UV Philips 30 W. Esta emite principalmente luz UVC a una longitud de onda de aproximadamente 254 nm. Se empleó como organismo modelo a *Saccharomyces cerevisiae*. La levadura se inoculó, con tres azares, en medio YPG y se incubó a 100 rpm, 20 °C durante 48 h. Posteriormente se tomaron alícuotas de 100 ml y se dispersaron sobre medio PDA contenido en cajas Petri. Las cajas

se trataron con la luz UVC durante 10 min a diferentes distancias de exposición (20, 40, 60, 80 y 100 cm) y después fueron incubadas a 20 °C durante 48 horas. Al final se contaron las unidades formadoras de colonias (UFC) de cada una de las cajas. Cada prueba se realizó por triplicado; el estudio concluye que el empleo de luz UV permite disminuir la presencia de microorganismos hasta en un 99%, representando una alternativa prometedora para la desinfección de superficies (Montero, 2020).

De la rosa et al (2021), realizaron una investigación en México, para determinar los usos de la luz ultravioleta como método de irradiación desinfectante para la inactivación de microorganismos patógenos que incluyen los virus humanos y animales; la metodología empleada incluye una revisión de literatura, la cual mostro que en 14 artículos analizados se identificó una gran efectividad de este método como germicida; el estudio concluye que la luz ultravioleta tiene una alta tasa de desinfección en equipos dentales, así como de instrumental quirúrgico y materiales de impresión, y superficies de la clínica odontológica.

Brossi et al (2021) una investigación realizada en Brasil sobre “Descontaminación ultravioleta-C de un entorno de clínica dental: cantidad necesaria de luz ultravioleta”, estableció que las bacterias pueden propagarse al medio ambiente y puede ser un desafío complejo tratar de eliminarlas. Para ello, podemos utilizar sustancias químicas sobre superficies y luz ultravioleta (UV) bactericida, típicamente a 254 nm, para la desinfección complementaria de superficies y aire contaminado por los aerosoles producidos por la pieza de mano de alta velocidad o el raspador de ultrasonidos, este método presenta una tasa de efectividad del 96% sobre Streptococcus lo que plantea su efectividad como agente germicida (Brossi, 2021).

Un estudio bibliográfico sobre eficacia de procesos de esterilización en odontología realizado por Escobar & Yuquilema (2022) en Ecuador, estableció que existen métodos físicos y químicos para esterilizar las piezas de mano; según la revisión documental se estableció que la esterilización por autoclave (61,8%) fue el método más común de esterilización de instrumentos, seguido de más de un método (25,9%), calor seco (9,6%) y esterilización en frío (2,8%), las nuevas tecnologías de esterilización (por ejemplo, vapor de peróxido de hidrógeno, ozono) y desinfección (por ejemplo, peróxido de hidrógeno mejorado), son alternativas con niveles de confiabilidad mayores al 90%. Las técnicas de inmersión para la desinfección fue el método elegido por el 67.2% de los encuestados seguidos del método de pulverización Ngpal y Chaudhary en su estudio mostraron resultados similares. El uso de la irradiación gamma y del óxido de etileno (EO) constituye aproximadamente el 95% del mercado de la esterilización terminal; como conclusión se establece que la autoclave es un método altamente eficiente y rápido para ser usado en piezas de mano dentales (Yuquilema, 2022).

Khan et al (2022) desarrollaron un proyecto sobre un estudio experimental con una tecnología de nuevo diseño MUVI-UVC, que emite UVC a 240nm para examinar el espectro de actividad antimicrobiana. Se demostró que este sistema de UVC podía producir una reducción de 5 log₁₀ de *S. aureus* cuando se secaba sobre diferentes superficies (vidrio, vinilo, formica, cerámica, acero, plástico), era capaz de reducir de forma similar el número de otras bacterias, incluidas cepas de MDR, así como un coronavirus y la levadura de *C. albicans*. Las esporas de *A. niger* fueron más resistentes al sistema UVC, necesitando más tiempo y cantidad de bastidores de luz. Estas reducciones del número de microbios, indican

que el sistema UVC tiene la posibilidad de reducir la transmisión de agentes microbianos en áreas de hospitales. (Khan M, 2022)

5. Planteamiento del problema

La cavidad bucal se considera un ecosistema donde abundan diferentes tipos de bacterias, por lo tanto, las intervenciones odontológicas se convierten en fuente de contaminación y riesgo biológico para los profesionales, personal auxiliar y pacientes. La exposición y contacto con fluidos corporales genera la posibilidad de adquirir enfermedades de transmisión cruzada como el VIH, Hepatitis B y Tuberculosis. Para evitar la transmisión de enfermedades las normas de bioseguridad son primordiales y de obligatorio cumplimiento para los odontólogos y practicantes, por consiguiente, muchos materiales e instrumental en odontología son desechables pero la mayoría son reutilizables debido a su alto costo, lo que implica una alta probabilidad de ser focos de bacterias (Offner, 2020).

Los equipos rotatorios como la pieza de mano juegan un papel muy importante en los procedimientos realizados en la consulta odontológica, ya que su uso es indispensable al momento de realizar diferentes procedimientos dentales, de igual manera este tipo de piezas pueden contaminarse de forma externa e interna debido a la acumulación o restos de materiales restauradores y tejidos dentales duros (Todd, 2021).

A esto se suma que los microorganismos de la cavidad bucal que están presentes en el agua, líneas aéreas y colección de tejido humano como la sangre y la saliva, las cuales contaminan crucialmente los componentes internos (cámara de la pieza de mano, alas de la turbina, engranajes, líneas de aire y agua) por ende el uso de un proceso de descontaminación es clave para lograr una asepsia eficiente ya que los componentes internos de las piezas de mano no están diseñados para que sus componentes sean desmontados de una manera fácil por su pequeño tamaño, longitud y diseño (Scarano, 2020).

La Organización Mundial de Salud ha estandarizado el tratamiento de los dispositivos médicos reutilizables conforme a su nivel de contaminación, según lo anterior el instrumental rotatorio odontológico se consideran críticos, por su nivel de exposición a sangre y fluidos durante un tiempo prolongado, por lo que los procesos de limpieza y desinfección tienen como fin la destrucción y eliminación de microorganismos, pero no esporas como en la esterilización. (OMS, 2014)

Actualmente existen muchas técnicas y métodos para este proceso, los cuales incluyen grandes principios tecnológicos como lo es el caso de la caja portátil con luz ultravioleta C; que se ha venido utilizando con mayor frecuencia en los últimos años dado a su principio de acción como efecto bactericida en la inactivación y eliminación de los componentes genéticos de la mayoría de los microorganismos aerobios que se encuentran presentes en estos dispositivos de uso en la práctica clínica.

Lo recomendado para esterilizar las piezas de mano según Association for the Advancement of Medical Instrumentation es utilizar los métodos de esterilización de uso común como el autoclave de vapor, pero este tiene grandes desventajas ya que puede corroer el acero inoxidable, puede dañar las gomas y plástico. Además de esto, para esterilizar en cada ciclo se hacen las cargas de acuerdo a la capacidad del autoclave, por tal razón se evidencia la necesidad de buscar métodos alternos. (Barba, 2019)

Por tal razón en esta investigación experimental buscamos resultados sobre si este método germicida utilizado es eficaz como agente bactericida aerobio cuando es aplicado en piezas de mano que han sido utilizadas después de la atención al paciente por los estudiantes en la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva.

- **5.1 Formulación de la pregunta problema**

¿Qué eficacia tiene la luz ultravioleta C como agente bactericida en las piezas de mano de la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva?

6. Justificación

El Centro de Control de Enfermedades (C.D.C) de Atlanta, en 1987, estableció el sistema de precauciones universales, a través de un grupo de expertos quienes desarrollaron guías para prevenir la transmisión y control de la infección por VIH y otros patógenos provenientes de la sangre u otros fluidos corporales hacía los trabajadores de la salud y sus pacientes. En el cual se recomendó que todas las Instituciones de Salud adoptaran una política de control de la infección, que denominaron “Precauciones Universales”. Estas parten del siguiente principio: “Todos los pacientes y sus fluidos corporales independientemente del diagnóstico de ingreso o motivo por el cual haya entrado al hospital o clínica, deberán ser considerados como potencialmente infectantes y se debe tomar las precauciones necesarias para prevenir que ocurra transmisión.” (Ministerio de Salud, 1997)

Los profesionales de la salud, personal auxiliar y pacientes, están expuestos a una gran variedad de microorganismos que pueden encontrarse en la cavidad oral, provocando contaminación cruzada y en su defecto enfermedades infectocontagiosas. Por otro lado, el uso prolongado de este tipo de piezas aumenta el nivel de exposición a fluidos y por ende la carga bacteriana; esta situación demanda que los profesionales del área adopten,

implementen y cumplan con un excelente protocolo de descontaminación para garantizar la seguridad al consultorio, al personal y a los pacientes.

La correcta aplicación de protocolos de bioseguridad en los procedimientos de limpieza y restauración odontológica generan confiabilidad y calidad de atención en cuanto al cuidado de los pacientes y al personal sanitario, lo que implica que este personal tenga el conocimiento sobre las ventajas y desventajas que ofrecen los métodos de desinfección y esterilización de las piezas de mano dental, evitando a futuro el desarrollo de problemas complejos asociados a bacterias, y microorganismos en la cavidad bucal.

Según la OMS existe un alto riesgo de contaminación cruzada en la práctica odontológica, viéndose afectados tanto el personal del consultorio como el paciente, de acuerdo con lo anterior es importante garantizar que todos los procesos de bioseguridad se cumplan a cabalidad, ya que esto contribuye a prevenir exposiciones y procesos infecciosos minimizando los casos de infecciones cruzadas (OMS, 2014).

Debido a diferentes eventos de salud que hemos vivido, hoy en día la luz ultravioleta C se posiciona como la opción más prometedora por su efecto germicida con ondas cercanas a los 240nm, teniendo en cuenta que se presenta la radiación UVC con un rango de longitud de onda de 200-280nm, mostrando cambios en la modificación genética celular a partir de procesos oxidativos de sus componentes que permiten la destrucción e inactivación de estos. (Briones, 2020)

Finalmente, con las condiciones de los métodos para esterilizar como el autoclave, se hace necesario buscar alternativas para la esterilización de equipos odontológicos, especialmente piezas de mano, con métodos alternos que no dañen ni oxiden sus

componentes, donde se manejen tiempos cortos, de fácil manipulación e instalación, equipos que no sean de alto costo, como caja portátil con luz ultravioleta C.

7. Objetivos

7.1.General

Evaluar la eficacia bactericida de la luz ultravioleta en las de piezas de mano utilizadas por los estudiantes en la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva.

7.2.Específicos

- Determinar el nivel de crecimiento bacteriano aerobio según el número de unidades formadoras (UFC/ml) de colonias en la superficie de cada una de las piezas de mano antes y después de ser expuestas en la caja portátil con luz UV-C.
- Determinar el nivel de crecimiento bacteriano aerobio por la cantidad de absorbancia a 620nm de las piezas de mano antes y después de ser expuestas en la caja portátil con luz UV-C.
- Comparar el porcentaje de microorganismos bacterianos aerobios que se encuentran en las piezas de mano odontológicas antes y después de la aplicación de la luz ultravioleta C.

8. Marco teórico

A continuación se presentan las bases teóricas y conceptuales usadas para cerar la base teórica del estudio.

8.1. Métodos de descontaminación

Todos los materiales e instrumental no desechables deben ser sometidos al proceso de eliminación de microorganismos. En función de esto, la descontaminación se lleva a cabo por medio de 3 pasos:

1. Limpieza: proceso mediante el cual se logran remover residuos adheridos a la superficie del instrumento.
2. Desinfección: método con el cual se eliminan bacterias, virus y hongos. La principal sustancia desinfectante para instrumentos es el glutaraldehído al 2% durante 10-30 minutos y el hipoclorito de sodio al 10% (NaCl) es la principal sustancia para desinfectar superficies.
3. Esterilización: es el proceso físico o químico capaz de destruir todas las formas de vida microbiana incluyendo esporas. Puede realizarse por vapor de agua o calor seco.

8.2. Métodos de esterilización en odontología.

La esterilización es el conjunto de maniobras en capacidad de destruir todos los microorganismos patógenos y no patógenos, incluyendo a las esporas. Los métodos utilizados son químicos y físicos: ejemplos de esterilización química son el gas de formaldehído y el óxido de etileno, mientras que los físicos están representados por la

autoclave, la estufa de calor seco, inmersión en sustancias esterilizantes. Según lo anterior se tiene:

■ Esterilización con calor seco

El calor seco (o desecación en general) provoca desnaturalización de proteínas, lesiones por oxidación y efectos tóxicos por niveles elevados de electrolitos. La acción letal es el resultado del calor transmitido desde el material con el cual los microorganismos están en contacto, y no desde el aire caliente que los rodea. Existen tres formas principales de esterilización por calor seco: flambeado, incineración y mediante la utilización del horno Pasteur.

■ Esterilización con vapor de agua (autoclave).

Según la norma EN13060 4.6.3. la cual recomienda la esterilización durante un tiempo mínimo de 20 minutos en autoclave a 121 C° o a 15 min a 132 C° en la cual se asegura un efectivo proceso de desinfección.

La esterilización por medio de este método es altamente eficaz, por tal razón, una gran variedad de instrumentos pasa por este medio. De igual manera presenta sus desventajas, ya que no permite la esterilización de materiales sensibles al calor, o materiales no miscibles con el agua (como es el caso de polvos, aceites y grasas), también algunas superficies corrugadas o entrantes profunda de las piezas de mano no se esterilizan adecuadamente o puede causar daños a estos equipos. (UNAL, 2012)

Tabla 1 Métodos de esterilización con sus especificaciones, ventajas y desventajas

Método	Temperatura/presión	Tiempo de exposición	Ventajas	Precauciones
Autoclave de vapor	121 °C (250 °F) 115 kPa 134 °C (273 °F) 216 kPa	13-30 min 3.5-12 min	- Buena penetración - No tóxico - Eficiente	- Corrosivo para aceros no inoxidables - Puede dañar las gomas y plásticos - Use contenedores bien cerrados y firmes
Calor seco (horno)	160 °C (320 °F)	60-120 min	- No corrosivo - No tóxico - El material sale seco después del ciclo - Puede usarse un contenedor cerrado	- Tiempos de ciclo largos - Puede dañar las gomas y plásticos - La puerta puede abrirse durante el ciclo
Calor seco (transferencia de calor rápida)	191 °C (375 °F)	12 min: envuelto 6 min: no envuelto	- No corrosivo - No tóxico - Eficiente - El material se seca rápidamente	- Puede dañar las gomas y plásticos - La puerta puede ser abierta durante el ciclo
Vapor químico no saturado	134 °C (273 °F) 216 kPa	20 min	- No corrosivo - Eficiente - El material se seca rápidamente	- Puede dañar las gomas y plásticos - Use contenedores bien cerrados y firmes - Debe usarse una solución especial - Usa productos químicos peligrosos

Nota. Datos tomados de Association for the Advancement of Medical Instrumentation (Barba, 2019)

8.3. Factores que afectan la esterilización

Entre los factores a considerar que pueden afectar los procesos de esterilización según Rutala (2007), se tienen:

Número de microorganismos (CO): Este es un factor fundamental ya que es uno de los dos factores que miden la efectividad de los diferentes procesos de esterilización. El valor R o D se refiere al tiempo necesario para que el método de esterilización logre la eliminación del 90% de los microorganismos. Se utiliza en función de la evaluación de los diferentes métodos.

Materia orgánica (S). La presencia de materia orgánica dificulta la eliminación de los microorganismos bacterianos, pero es uno de los factores fácilmente modificables. Estos dos factores Co y S justifican la importancia de la limpieza antes de la esterilización, para garantizar siempre una disminución de riesgos que afecten dicho proceso.

Tiempo: Es otro de los factores por medio del cual se evalúa la función de los métodos de esterilización. El valor F es el tiempo necesario para que una suspensión a temperatura de 121°C elimine todas las esporas bacterianas. También es utilizado como valor de referencia en la evaluación de los métodos de esterilización.

Temperatura. Al aumentar la temperatura durante un proceso específico de esterilización, su efectividad aumenta pues cuando ésta es superior a la temperatura óptima de crecimiento de un microorganismo generalmente provoca la muerte de este.

Humedad Relativa (HR): Se define como la fracción de presión de vapor de agua en un sistema con respecto a otro sistema con la máxima presión (saturado 100%) y a la misma temperatura. A mayor humedad relativa, mayor contenido de agua en las células o esporas y mejor resultado final de esterilización. Es decir, más rápido.

8.4. Luz ultravioleta

Los avances tecnológicos en la odontología han ido evolucionando, cada día se van desarrollando sistemas increíbles que innovan el mercado, por lo tanto, surge la inquietud de aplicar algunas de estas innovaciones en las prácticas odontológicas, como es el caso de la lámpara de luz ultravioleta.

El blanco principal de la desinfección mediante la luz ultravioleta es el material genético: el ácido nucleico; aquí la absorción de la luz ultravioleta por el ácido nucleico

provoca una reordenación de la información genética, lo que interfiere con la capacidad reproductora de la célula. Por consiguiente, los microorganismos son inactivados por la luz UV como resultado del daño fotoquímico que sostiene el ácido nucleico. Una célula que no se puede reproducir es considerada muerta o inactivada, por lo que ya no se multiplicará. Este tipo de estrategia permiten resultados de hasta 99.9% de desinfección, inactivando diferentes tipos de microorganismos. (Correa M, 2020)

8.5. Clasificación de la luz ultravioleta

La luz ultravioleta se clasifica en función a su longitud de onda: siendo el rango comprendido entre UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) y UV-C (100-280 nm).

La luz UV tipo A es la responsable del 95% de la radiación UV que alcanza la superficie de la tierra, atraviesa nubes y ventanas de vidrio, ingresa y afecta la segunda capa de piel de los seres humanos, causa arrugas y envejecimiento prematuro.

La luz UV tipo B, afecta la primera capa de piel, está vinculada fuertemente con el cáncer de piel dañando el ADN de esta, causa quemaduras por sol en un mínimo tiempo en exposición.

Finalmente, la luz UV tipo C, no alcanza a llegar a la tierra ya que es absorbida completamente por la atmósfera, no es considerada un factor de riesgo para el cáncer de piel, se encuentra disponible en equipos realizados por el ser humano, es el tipo de UV con más energía que va desde los 200-290nm teniendo su pico máximo de eficiencia germicida en los 253.7 nm, utilizada para desinfectar aire y superficies de microorganismos mostrando y dando como resultados una eficacia del 99%.

8.6. Características de la luz ultravioleta C

La luz ultravioleta C constituye una parte del espectro electromagnético, con longitudes de onda entre 200 y 400 nanómetros (nm). Cuanto menor sea la longitud de onda, mayor será la energía producida. La mayor fuente de radiación UV proviene del sol; sin embargo, existen fuentes de iluminación artificiales como lámparas o linternas (García C. , 2020).

Las fuentes más comunes son lámparas de arco de mercurio de baja y mediana presión que están disponibles comercialmente. Una lámpara típica de arco de mercurio consiste en un tubo de sílice vítrea o cuarzo. Las lámparas de vapor de mercurio de cuarzo de baja presión, producen una luz de longitud de onda de 254nm de alta intensidad, obtenidas al hacer pasar una descarga eléctrica por el vapor de mercurio. (Correa M, 2020). La luz UV es producida como resultado del flujo de corriente a través del vapor de mercurio entre los electrodos de la lámpara. La principal diferencia entre la lámpara germicida y la fluorescente es que la germicida está construida con cuarzo, mientras que en la fluorescente se usa vidrio, con una capa interna de fósforo que convierte la luz UV en luz visible.

Las lámparas más usadas de baja presión de vapor de mercurio, tienen una longitud de onda de 253.7 nm. Por lo tanto, la banda de UV-C es la más apropiada para la eliminación de microbios (Correa M, 2020).

El principio de acción y de la luz ultravioleta C es que libera una reacción fotoquímica. Esta utiliza una longitud de onda corta que se dirige hacia los ácidos nucleicos de los microorganismos y es absorbida por estos, lo que provoca la formación de dímeros de pirimidina y, dependiendo de la dosis de radiación, inhibe la replicación del ADN y ARN,

en consecuencia, conduce a la muerte, daño e inactivación del microorganismo (Wallace, 2019). La reacción de inactivación ocurre debido a un mecanismo de dimerización del ADN (Figura 1), donde se alteran las hélices de ADN y los bloques de replicación de las células microbianas, que destruyen la capacidad de reproducción y otras funciones de la célula. El mecanismo de daño biológico es consistente con la absorbancia de la luz ultravioleta por el ADN, que alcanza su máximo en la banda UV-C alrededor de 260 nm. (Correa M, 2020). La resistencia de los microorganismos a los tratamientos UV-C está determinada principalmente por su habilidad para reparar el ADN dañado. (Kowalski, 2014).

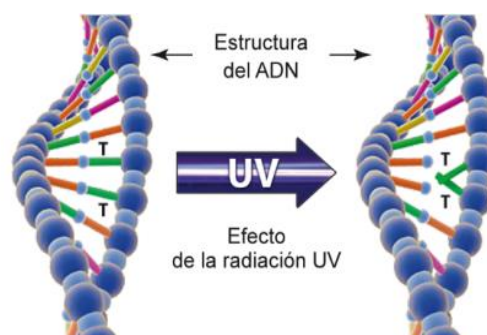


Fig. 1 Dimerización del ADN, como efecto de la incidencia de la luz UV-C (Correa M, 2020)

Existe una relación no lineal entre la exposición a los rayos UV-C y la eficacia germicida. Es decir, si una determinada exposición a los rayos UV-C inactiva al menos el 90% de una población bacteriana, duplicar el tiempo o la intensidad de la exposición puede inactivar el 90% del 10% de microorganismos restantes, para una eficacia germicida general del 99%. (Kowalski, 2014). La efectividad de la luz UV está directamente relacionada con la dosis de la luz ultravioleta utilizada.

Se conoce que la emisión de luz UV-C sobre los organismos vivos dependiendo de su estructura puede atacar el ADN de las células, por lo que se recomienda su uso seguro en

objetos o superficies inertes con el objetivo de inactivar de ellos los microorganismos. Según el informe del Comité de Fotobiología del IES, con respecto a la exposición de humanos a la luz UV-C, se indica que las emisiones de la lámpara UV-C pueden representar un peligro para la seguridad, la salud en el lugar de trabajo, los ojos y la piel, si las lámparas se usan o se instalan de forma incorrecta. Sin embargo, estas lámparas se pueden usar de manera segura, si los trabajadores están informados sobre los peligros y siguen las precauciones apropiadas. (Correa M, 2020). Se han hecho muchos estudios e investigaciones sobre los límites de exposición humana a la irradiación UV-C de 254 nm. En comparación con los rayos UV-A y UV-B de la luz solar, la capa muerta externa (estrato córneo) y la piel externa (epidermis externa) absorben casi por completo la radiación UV-C, con una penetración muy limitada en las capas celulares más profundas de la piel cuando es nueva (Shirbandi K, 2020).

■ *Ventajas de la luz ultravioleta*

- Ataca material genético del patógeno, punto clave para su inactivación total. Su espectro es amplio comportándose igual para cualquier tipo de patógeno, especialmente bacterias de cualquier tipo y colonia.
- La luz UV-C germicida (GUV) es altamente eficiente para evitar el crecimiento microbiano y logra la desinfección de la gran mayoría de superficies. (Wallace, 2019)

- Ningún patógeno es resistente a la luz UVC con una longitud de onda corta, a diferencia de lo que ocurre con otros sistemas de desinfección, frente a los cuales los patógenos pueden volverse insensibles.
- Es muy rápido: los tiempos dependen de las características del entorno a desinfectar, pero siempre hablamos de minutos.
- No genera residuos ni es tóxico, por eso no requiere de tiempos de espera tras su aplicación y es posible entrar inmediatamente en las estancias.
- No requiere consumibles, por lo que económicamente es muy interesante.
- Por último, su mantenimiento es mínimo, con la reposición de las lámparas al final de su vida útil

Desventajas de la luz ultravioleta

- Cuando el tiempo de exposición es mayor a los permisibles pueden generar daños oculares y a la piel.
- El principal problema del uso de UV-C es el efecto sombra que producen las diferentes estructuras ubicadas en el área a esterilizar, pero actualmente debido a la necesidad de desinfección existen en el mercado sistemas de luz ultravioleta portables e incluso robots autónomos para la desinfección de áreas de difícil acceso. (Ackerman, 2020)

8.7. Clasificación de riesgos de los dispositivos médicos

Todo el instrumental odontológico cuenta con diferentes elementos que apoyan cada uno de los diferentes procedimientos, así mismo sus formas y texturas implica que la contaminación de los mismos sea diferente según su clasificación, así:

- **Críticos:** son instrumentos que entran en contacto directo con mucosas y fluidos, o con la piel. Dentro de este grupo pertenecen: instrumental quirúrgico, instrumental de endodoncia (lentulos, fresas, espaciador), instrumental de periodoncia (sondas, exploradores), fresas y piezas de mano. (Bioseguridad, 2010)
- **Semicríticos:** son instrumentos que entran en contacto con la piel y no penetran con superficies corporales. Dentro de este grupo pertenecen: porta amalgamas, cubetas de impresiones, lampara de fotocurado, cámara intraoral. (Bioseguridad, 2010)
- **No críticos:** son aquellos que no entran en contacto con la mucosa oral del paciente. Dentro de este grupo pertenecen: bandeja de instrumental, vaso dappen, cabezote de rayos x, unidad odontológica, lampara, sillones, etc. (Bioseguridad, 2010)

8.8. Piezas de mano

En la práctica odontológica se requiere de muchos equipos e instrumental para la realización de los tratamientos dentales. Entre ellos el instrumento de mayor uso es la pieza de mano. La Asociación Dental Americana (ADA) señaló medidas radicales sobre la

obligatoriedad de esterilizar las piezas de mano antes de usarlas en los pacientes; debido a que es considerado un instrumento semicrítico y/o crítico. Estos dispositivos tienen el potencial de retraer fluidos orales en sus compartimentos internos debido que al pegarse surge una presión negativa que permite el ingreso de saliva, sangre y detritos en el interior de la manguera, luego estos restos serán expelidos otra vez cuando se encienda el rotor generando la contaminación cruzada.

Lo anterior con miras a eliminar cualquier material que pudiera haber ingresado a la turbina de estos dispositivos debe activarse la pieza para descargar aire y agua durante un mínimo de 20 a 30 segundos después de cada uso, con el agua se favorece la eliminación mecánica de residuos que pudieran entrar a la turbina; sin embargo, esto no es suficiente, ya que estudios demuestran que los microorganismos están aún presentes en las superficies internas después de descargar agua en las piezas de mano por un periodo de cinco minutos.

■ *Tipos de piezas de mano*

- **Pieza de mano dental de baja velocidad**

La pieza de mano dental de baja velocidad se utiliza para la perforación y el modelado, los materiales de impresión, la preparación de la cavidad y la terapia del conducto radicular. La terapia endodóntica incluye:

- **Retratamiento endodóntico:** El retratamiento endodóntico es el proceso de retirar el material de empaste anterior, limpiar el sistema de conductos radiculares y colocar un nuevo empaste. La terapia endodóntica se realiza cuando es necesario extraer un diente que ha sido dañado o infectado. Un dentista utilizará una

serie de herramientas para eliminar el tejido muerto del interior de la cámara del canal radicular de su diente y luego lo rellenará con un material de resina compuesta.

- **Tratamiento pulpar:** El tratamiento pulpar se utiliza para eliminar los tejidos dañados de la pulpa de los dientes. Este procedimiento puede ayudar a prevenir la caries y las infecciones en la boca. También puede reparar algunos tipos de daños, como fracturas y astillas.
- **Resección del extremo de la raíz:** La resección del extremo de la raíz es un procedimiento que elimina la punta de la raíz de su diente. Se realiza para evitar que el diente sufra más daños y para reducir el dolor. También se puede utilizar para permitir que se coloque un empaste o una corona sobre la parte expuesta de su diente.

■ *Pieza de mano dental de alta velocidad*

Una pieza de mano dental de alta velocidad se utiliza para cortar, perforar y pulir. También se utiliza en ortodoncia para proporcionar un control más preciso de la velocidad de trabajo de la fresa o la lima; esta pieza de mano dental de alta velocidad cuenta con un control de velocidad variable que permite al dentista ajustar la velocidad de rotación según sus necesidades. También está equipada con una función de inversión que le permite cambiar de dirección sobre la marcha.

8.7 Microbiología

La microbiología es la rama de la biología que estudia los microorganismos o microbios bajo esta denominación se incluyen seres de tamaño microscópico y

organización muy simple de estructura subcelular, unicelular o pluricelular. La parte de la microbiología que tiene un carácter general se ocupa del análisis de la morfología, estructura fisiológica, genética, sensibilidad in vitro a diversos agentes hábitat de los microorganismos. (Liébana, 2002)

La microbiología oral como parte de la microbiología médica y clínica, tendrá tanto en los aspectos generales como sistemáticos, sus mismos contenidos, pero haciendo hincapié en los microorganismos propios de la cavidad bucal y la respuesta de esta frente a ellos, igualmente su estudio se extiende a las relaciones que los microbios establecen entre sí y con los tejidos de la cavidad oral. La microbiología oral estudiará de forma especial las bacterias los hongos y los virus de la cavidad bucal las enfermedades infecciosas propias del ámbito odontológico, las bacterias son procariotas, los hongos son eucariotas, los virus subcelulares: están incluidos en función de sus relaciones filogenéticas respectivamente en los imperios o dominios Bacteria Eukarya y Viridae. (Liébana, 2002)

8.7.1 Bacterias

Son organismos microscópicos unicelulares. Se encuentran entre las formas de vida más antiguas conocidas en el planeta. Hay miles de tipos de bacterias diferentes y pueden vivir en todos los medios y ambientes. Muchas bacterias viven en y en los cuerpos de personas y animales, en la piel y en las vías respiratorias, la boca y los tractos digestivo, reproductivo y urinario, sin causar ningún daño. Estas bacterias se denominan flora saprófita o microbioma. Solo unos pocos tipos de bacterias causan enfermedades y son conocidas con el nombre de patógenos. A veces, bajo ciertas condiciones, la flora bacteriana residente puede actuar como patógeno y causar enfermedades. (Liébana, 2002)

8.7.2 Estructura de las bacterias:

Presentan una serie de estructuras de cubierta o envoltura situadas superficialmente que son de dentro afuera, la membrana citoplasmática, la pared celular y el glicocaliz. En el interior celular se encuentra el citoplasma y en él los ribosomas, el ADN cromosómico y otros elementos. Como apéndices de las bacterias poseen flagelos frimbias y pili. Por otra parte, las espiroquetas poseen órganos de locomoción muy especiales denominados filamentos axiales las bacterias no siempre tienen todas las estructuras citadas. La membrana citoplasmática, la pared celular, el citoplasma, los ribosomas y el ADN cromosómico son elementos obligados de una célula bacteriana: los demás pueden no estar presentes y se denominan facultativos. (Liébana, 2002)

- Estructura externa:

Pared celular: constituye la envoltura inmediatamente más externa a la membrana plasmática y representa entre el 5 al 10 % del peso celular seco dentro de sus propiedades y funciones están ligadas a la presencia de diversos compuestos que conforman su estructura.

Membrana citoplasmática: También se le conoce como membrana plasmática se trata de una estructura, situada por debajo de la pared celular, delimitada hacia fuera por el periplasma. Está constituida por un 40% de lípidos y un 60% de proteínas. Dentro de sus propiedades y sus funciones encontramos que la membrana citoplasmática mantiene constante el medio interno. (Liébana, 2002)

Glicocaliz: con este nombre se le denomina a todo polímero extracelular situado inmediatamente por fuera de la pared celular comprende de dos estructuras facultativas de

las bacterias: la cápsula y la capa mucosa. El glicocaliz está formado por un material polisacárido más o menos adherido a la pared celular, esta estructura ayuda a configurar la denominada biopelícula bacteriana constituido por diversos tipos de microorganismos (fundamentales bacterias) que crecen juntos formando micro colonias embebidas en un material adherente, fenómeno de gran importancia en la génesis de la formación de la placa dental. (Liébana, 2002)

- **Estructura interna:**

Citoplasma: comprende todo lo que hay por dentro de la membrana citoplasmática a excepción de las regiones en las que se encuentra el ADN. Se trata de un hidrogel que contiene alrededor de un 85% de agua.

ADN Bacteriano: ADN cromosómico a diferencia de otras moléculas de ADN, es un elemento constante en las bacterias, está constituido por dos cadenas complementarias entre si adopta una estructura tridimensional de doble hélice, estableciéndose enlaces por puentes de hidrogeno entre las bases nitrogenadas dentro de sus funciones se encuentra mantener y transmitir la información genética contenida en los genes, interviene en la síntesis proteica. (Liébana, 2002)

Esporo: Se trata de un elemento esférico u ovalado por el que un número pequeño de bacterias habitualmente gram positivas y rara vez gram negativos adquieren resistencia al ambiente en circunstancias que le son desfavorables, así gracias a esta estructura pueden sobrevivir durante años hasta que de nuevo las condiciones sean las adecuadas y la célula adquiera su forma habitual o vegetativa.

Apéndices Bacterianos: son elementos facultativos responsables de la movilidad bacteriana. Aparecen como estructuras finas, larga, onduladas o sinuosas no ramificadas y muy frágiles. (Liébana, 2002)

8.7.3 *Microbiología en la cavidad oral*

La cavidad oral posee un microbiota característico, debido a las condiciones peculiares de nutrientes, pH y humedad, y muy variable en función de distintos factores que confluyen localmente, como la caries, la existencia de dientes y la zona. Un ejemplo es la diferente composición que existe entre la placa supragingival y la placa subgingival, situadas por encima y por debajo de las encías respectivamente. Tras el desarrollo de los dientes en el niño, nuevas especies del género streptococcus (ej. Streptococcus Sanguis, Streptococcus Mutans) colonizan la superficie dental. Estas especies no colonizan antes la cavidad oral debido a que con anterioridad al desarrollo de la dentición no existían elementos (ej. Superficie dura de hidroxiapatita recubierta de la llamada película adquirida) que permitan la adherencia de estas especies, ilustrándonos así del grado de colonización específica desarrollada a lo largo de la evolución, es decir de la convivencia simbiótica entre microorganismo y hospedador. (Liébana, 2002)

8.7.4 *Clasificación bacterias*

Las bacterias también se clasifican en dos grupos, según si necesitan oxígeno para vivir y crecer o no les es necesario. Las que necesitan oxígeno se denominan aerobias, y las que no necesitan oxígeno y tienen problemas para vivir o crecer cuando hay oxígeno se denominan anaerobias. Algunas bacterias, llamadas bacterias facultativas, pueden vivir y crecer con o sin oxígeno.

Bacterias aerobias: forman parte de un tipo de organismo que necesita de un ambiente que contenga oxígeno diatómico (un gas compuesto por dos átomos de oxígeno) para poder existir y desarrollarse adecuadamente, es decir, estas bacterias necesitan oxígeno para la respiración. (Liébana, 2002)

Bacterias anaerobias: estas bacterias no necesitan de oxígeno para desarrollarse y constituyen una gran parte de la flora residente normal de las membranas mucosas, sobre todo de la boca, el tracto gastrointestinal inferior y la vagina. Dichas bacterias anaerobias pueden causar enfermedades cuando se rompen las membranas mucosas. Las bacterias anaerobias del exterior del cuerpo a veces causan enfermedades cuando entran en la piel o son consumidas. (Liébana, 2002)

En general, dentro de la boca predominan las bacterias aerobias y anaerobias, ambas grampositivas y gramnegativas. Dentro de estas, sobresalen los géneros *Lactobacillus*, *Actinobacillus*, *Staphylococcus* o *Streptococcus*. (Liébana, 2002)

8.8 Métodos para cuantificar el crecimiento bacteriano

8.8.1 Directos:

Recuento de placa: Método utilizado para determinar cuál es el número de microorganismos viables en un medio líquido. Cuando la concentración es baja se procede a filtrar la muestra a través de una membrana que será pasada al medio de cultivo, en una placa de Petri. Los microorganismos retenidos en la membrana se desarrollarán formando colonias, permitiendo su cuantificación.

En este procedimiento se realizan diluciones seriadas de la muestra y se inoculan pequeños volúmenes en las cajas de Petri, donde se les adiciona un medio estéril donde posteriormente se sembrará la muestra con un asa estéril, luego estos cultivos en las cajas de Petri se incuban en las condiciones óptimas hasta que aparezcan las colonias correspondientes. Las unidades de colonias de bacterias que aparezcan serán llamadas como Unidades Formadoras de Colonias (UFC/ml). Esta técnica se usa frecuentemente, y con resultados satisfactorios, para la estimación de poblaciones bacterianas. (Salazar, 2021)

8.8.2 Indirecto:

Turbidimetría: Mide la reducción de la transmisión de luz debido a partículas de una suspensión y cuantifica la luz residual transmitida. Es un método para monitorizar el crecimiento bacteriano. Para realizar este método utilizamos el espectrofotómetro, donde nos demostrará que la cantidad de absorbancia es directamente proporcional a la concentración del medio que se está evaluando. (Salazar, 2021)

Espectrofotómetro (Método de turbidez por espectrofotometría)

El espectrofotómetro es un instrumento que tiene la capacidad de proyectar un haz de luz a través de una muestra y medir la absorbancia (la cantidad de luz absorbida por la muestra expresada en porcentaje) también mide la transmitancia (cuando la luz pasa, el recíproco matemático de la absorbancia). La cantidad de luz absorbida a una determinada

longitud de onda es proporcional a la concentración del material. Es decir, cuanto más cantidad de un determinado material exista en la muestra, mayor será la absorbancia de la luz. (García R. , 2018)

Los espectrofotómetros actuales pueden medir sobre prácticamente cualquier material (líquidos, plásticos, papel, metal, telas, etc.), de allí su versatilidad y uso en diferentes disciplinas (Gavira J, 2011)

¿Cómo funciona un espectrofotómetro?

Un espectrofotómetro en general consta de los siguientes componentes: una fuente de luz, un dispositivo de enfoque, un filtro de luz, una celda o cubeta de absorción, un fotodetector y un dispositivo de visualización (Dondelinger, 2011)

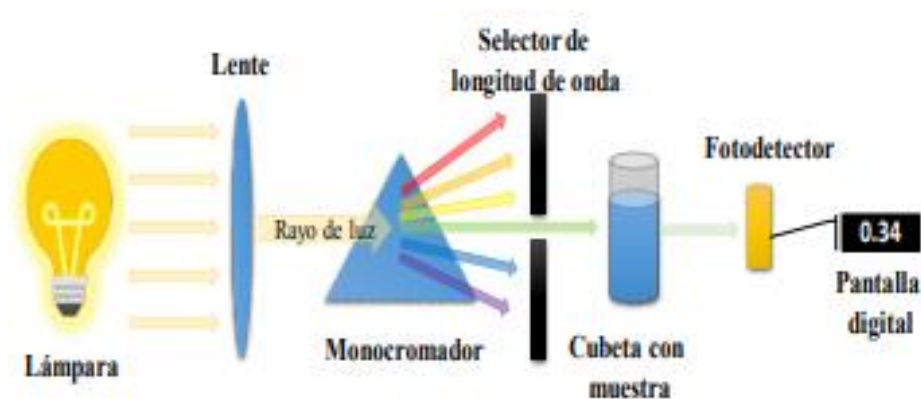


Fig 2. Diagrama de un espectrofotómetro básico (García R. , 2018)

La fuente de luz debe proporcionar longitudes de onda de luz correctas e intensidad constante. Típicamente, se utiliza una bombilla de filamento de tungsteno, que proporciona luz en la longitud de onda de 380 a 800 nanómetros (nm), cubriendo la región visible, y lámparas de hidrógeno o deuterio para la región UV, ya que producen longitudes de onda

entre los 190 y los 380 nm. (Shane, 1998). Mediante una lente (el dispositivo de enfoque), la luz es concentrada en un solo haz. El funcionamiento del espectrofotómetro consiste en hacer pasar este rayo de luz a través de un monocromador, un dispositivo óptico de múltiples piezas, que selecciona sólo una porción estrecha del espectro de luz. (Sharma A, 2012) Luego, la luz seleccionada pasa a través de la cubeta de absorción, que contiene la muestra que se está analizando. Las cubetas son redondas o rectangulares y están construidas de vidrio, cuarzo, sílice fundida o plástico. Es importante que el material de la cubeta no absorba luz en las longitudes de onda en las que se está midiendo. Debido a que el vidrio óptico absorbe luz por debajo de los 350 nm, se utilizan cubetas de cuarzo para trabajar en el rango UV. Cuando la luz pasa a través de la muestra, parte del espectro es absorbido por la misma. La capacidad de absorción de la radiación depende de la estructura de las moléculas, siendo definida por su grupo funcional. (García R. , 2018). La luz no absorbida por la muestra sale de la cubeta y llega un fotodetector, que registra la transmitancia. La transmitancia óptica (T) es la relación entre la cantidad de luz transmitida por la muestra y la cantidad de luz incidente, y generalmente se expresa en forma de porcentaje. Si una muestra posee una transmitancia del 50%, significa que transmite la mitad de la luz que recibe. (Dondelinger, 2011)

9 Diseño metodológico

9.1 Hipótesis

9.1.1 Hipótesis nula

El porcentaje de microorganismos bacterianos aerobios que se encuentran en las piezas de mano no evidencian diferencias significativas antes y después de ser expuestas con luz ultravioleta C.

9.1.2 Hipótesis alterna

El porcentaje de microorganismos bacterianos aerobios que se encuentran en las piezas de mano es significativo antes y después de ser expuestas con luz ultravioleta C.

9.2 Tipo de estudio

De tipo experimental in vitro, en donde se busca evaluar la efectividad bactericida en el uso de la luz ultravioleta en las piezas de mano dental.

9.2.1 Variables

- Análisis microbiológico de las piezas de mano por UFC/ml.
- Análisis microbiológico de las piezas de mano por cantidad de absorbancia a 620nm.

9.3 Población y muestra

La población corresponde al total (126) de los estudiantes que están matriculados en la clínica odontológica de adultos Universidad Antonio Nariño sede Neiva período 2023-1.

A la población se le aplicó el muestreo estadístico OpenEpi Versión 3, con una probabilidad estadística del 95% de confiabilidad y 5% de error, nos llevó a una muestra de 96 piezas de mano las cuales corresponden al desarrollo experimental.

9.4 Criterios

De inclusión

Piezas de mano que hayan sido utilizadas por los estudiantes de la clínica odontológica adultos de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva.

Criterios de exclusión.

Piezas de mano que no hayan estado en uso.

9.5 Equipos empleados a nivel experimental

Caja portátil con lámpara luz ultravioleta C, espectrofotómetro, cabina de flujo laminado, incubadora.

9.5.1 Caja portátil con lámpara ultravioleta UVC

Esta caja portátil con luz ultravioleta C consigue una desinfección rápida y efectiva, en tan solo en 10 minutos, esta lampara de rayos ultravioleta esteriliza y elimina las bacterias acumuladas, puedes desinfectar todo tipo de objeto.

Figura 3 Especificaciones técnicas de la caja y especificaciones técnicas de la lámpara UV-C

Caja Germicida Ultravioleta UV-C

INFORMACIÓN GENERAL

- Las lámparas germicidas ultravioleta UV-C son usadas para la desinfección de espacios públicos, industriales, comerciales y residenciales.
- Los espacios interiores pueden desinfectarse con luz ultravioleta a una intensidad de 1,5 vatios por metro cuadrado.
- Una lámpara germicida ultravioleta UV-C puede desinfectar objetos a un metro de distancia, durante al menos media hora.
- Se necesita una mayor exposición a la radiación ultravioleta UV-C cuando la temperatura en el interior es inferior a 20°C o superior a 40°C y la humedad relativa es superior al 60%.




Caja de desinfección construida en lamina metálica, color blanco, material lavable, higiénico, fácil de limpiar, exterior en laminado formica color blanco, interior metálico.

LÁMPARA GERMICIDA ULTRAVIOLETA UV-C
TUBO DE CUARZO CON OZONO


Modelo: UVC20W

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

							
Voltaje AC110-120V	Frecuencia 50/60Hz	Potencia 20 Watts	Longitud de onda UV-C 254nm	Vida Útil 8,000Hrs	Base Tubo G13	Índice de Protección IP20	Lámpara No Dimmerizable

DATOS ELÉCTRICOS

	Corriente de entrada	0.25A @120V
	Factor de potencia	≥ 0.5
	Clase aislamiento	Clase II



CONEXIÓN EN SERIE **8** MAX. UNIDADES


 **City Group**
experiencias de diseño

Figura. 4. Diseño interior de la caja y de la lámpara UVC



Figura. 5. Diseño exterior de la caja y de la lámpara UVC

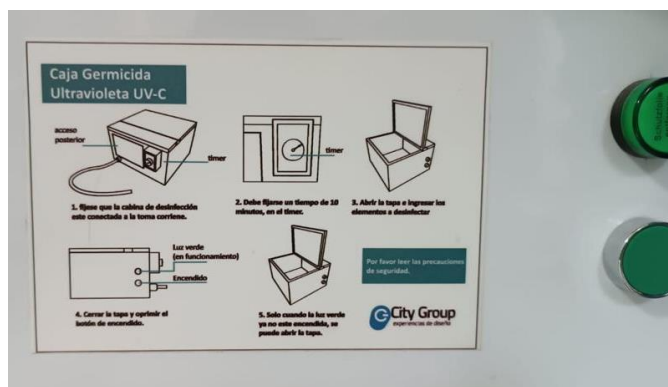


Figura. 6. Medidor del tiempo de la luz UV-C



Nota. La Figura 6 muestra la configuración del tiempo de la luz UV-C, está se puede programar a un tiempo de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 minutos.

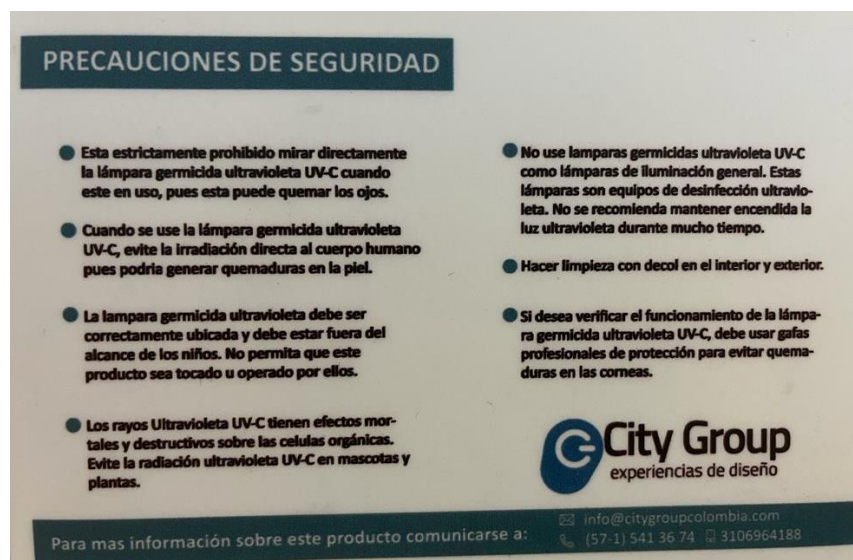
Figura. 7. Indicaciones para el uso de la caja germicida luz UV-C



Dentro de sus indicaciones están:

1. Fíjese que la cabina de luz germicida UVC este conectada al toma corriente.
2. Debe fijarse un tiempo de 10 minutos en el timer.
3. Abrir la tapa e ingresar los elementos a desinfectar.
4. Cerrar la tapa y oprimir el botón de encendido.
5. Solo cuando la luz verde ya no esté encendida, se puede abrir la tapa.

Figura. 8. Precauciones de seguridad para el uso de la caja germicida luz UV-C



Nota. La Figura 8 nos da instrucciones sobre las precauciones de seguridad que se deben seguir al hacer uso de la caja germicida con luz UV-C.

Estas precauciones de seguridad son:

- Está estrictamente prohibido mirar directamente la lámpara germicida ultravioleta UV-C cuando esté en uso, pues esta puede quemar los ojos.
- Cuando se use la lámpara germicida ultravioleta UV-C evite la irradiación directa al cuerpo humano pues podría generar quemaduras en la piel.
- La lámpara germicida ultravioleta debe ser correctamente ubicada y debe estar fuera del alcance de los niños. No permita que este producto sea tocado u operado por ellos.
- Los rayos UV-C tienen efectos mortales y destructivos sobre las células orgánicas. Evite la radiación UV-C en mascotas y plantas.
- No use lámparas germicidas ultravioleta UV-C como lámparas de iluminación general. Estas lámparas son equipos de desinfección ultravioleta. No se recomienda mantener encendida la luz ultravioleta durante mucho tiempo.
- Hacer limpieza en el interior y exterior.
- Si desea verificar el funcionamiento de la lámpara germicida ultravioleta UV-C, debe usar gafas profesionales de protección para evitar quemaduras en las córneas.

9.5.2 Cabina de flujo laminar

Es un receptáculo en forma generalmente prismática con una única cara libre frontal que da acceso al interior, donde se localiza la superficie de trabajo, que normalmente permanece limpia y estéril.

Dentro de esta emplea un ventilador para forzar el paso del aire a través de un filtro hepa, que proporciona un aire limpio en la zona de trabajo libre de partículas de hasta 0.1 micras.

9.5.3 Incubadora

Dispositivo que sirve para mantener y hacer crecer cultivos microbiológicos o cultivos celulares. Regula factores de crecimiento viables como la temperatura, la humedad y la ventilación.

9.6 Procedimiento:

9.6.1 Previo a la toma de muestras

Para la realización del presente trabajo de investigación experimental se solicitó el permiso correspondiente al coordinador de clínicas y a vice decanatura del programa de odontología de la Universidad Antonio Nariño seccional Neiva para poder abordar al operador (estudiante) y su pieza de mano.

Se prepararon medios de cultivo en tubo con 5 ml de caldo BHI y cajas Petri con agar nutritivo, cumpliendo con las buenas prácticas de laboratorio, protocolos de bioseguridad, esterilidad y pruebas de control de calidad de los

mismos. Esterilización de escobillones con algodón.



Figura. 9 preparación de medios de cultivo

9.6.2 Toma de la muestra

El procedimiento empleado para la toma de la muestra incluye las siguientes etapas:

1-Preparación de piezas de mano. Cada pieza fue empacada en una bolsa para esterilizar, a cada una de estas se le asignó un número del 1-96 y se registraron los datos.

2-Preparación de materiales y equipos para prueba experimental in vitro, estos corresponden a la caja con luz UV-C, cabina de flujo laminar, incubadora escobillones estériles y medios de cultivo líquidos BHI.

Figura. 10 alistamiento de piezas de mano, caja germicida lampara luz UV-C, cabina de flujo laminar, medios de cultivo líquidos BHI



Nota. La figura 10 refiere a los materiales y equipos empleados para el proceso experimental. Cada pieza de mano está marcada con un respectivo número en orden cronológico del 1-96, de igual manera los medios de cultivo líquidos en tubo BHI.

3- **Toma de muestra pretest:** Corresponden a las 96 piezas de mano recolectadas en la clínica odontológica después de terminar la jornada de practica odontológica diaria debidamente rotuladas y empacadas en una bolsa para esterilizar, se les tomó por el método del hisopo que consiste en frotar por toda la superficie de la pieza de mano un hisopo estéril previamente humedecido con caldo BHI (Brain Heart Infusion) estéril, posteriormente colocar el hisopo en el tubo con la solución diluyente caldo BHI, quebrando la parte del hisopo que estuvo en contacto con los dedos del muestreador, la cual debe ser eliminada. Cada tubo se marcó con el número que correspondía a la pieza de mano del 1-96. Esta muestra pretest se realizó en el laboratorio de microbiología en la cabina de flujo laminar y cumpliendo con los protocolos de bioseguridad.

4- **Aplicación de luz ultravioleta C:** Luego se ingresaron de a 3 piezas de mano a la caja portátil con luz UV-C durante 10 minutos a una longitud de onda de 254 nm siguiendo las indicaciones por el fabricante hasta completar las 96 piezas de mano.

5- **Toma de muestras posttest:** Posterior a la aplicación de la luz ultravioleta a las piezas de mano, inmediatamente se tomó la muestra por el método de hisopo estéril humedecido con caldo BHI sobre la superficie de cada pieza de mano donde simultáneamente es depositado al interior de un tubo de ensayo que contiene el medio BHI. Cada tubo está marcado con el mismo número asignado en la prueba pretest agregando la letra P(post). Esta muestra posttest se realizó en el laboratorio de microbiología en la cabina de flujo laminar y cumpliendo con los protocolos de bioseguridad.

6- Luego cada tubo con muestras pre y post test se coloca sobre el soporte de muestras para llevarlo a la incubadora donde se incubaron a una temperatura de 37° C durante un período de 48 horas, en condiciones de aerobiosis.

9.6.3 Recuento de Unidades formadoras de colonia (UFC/ml)

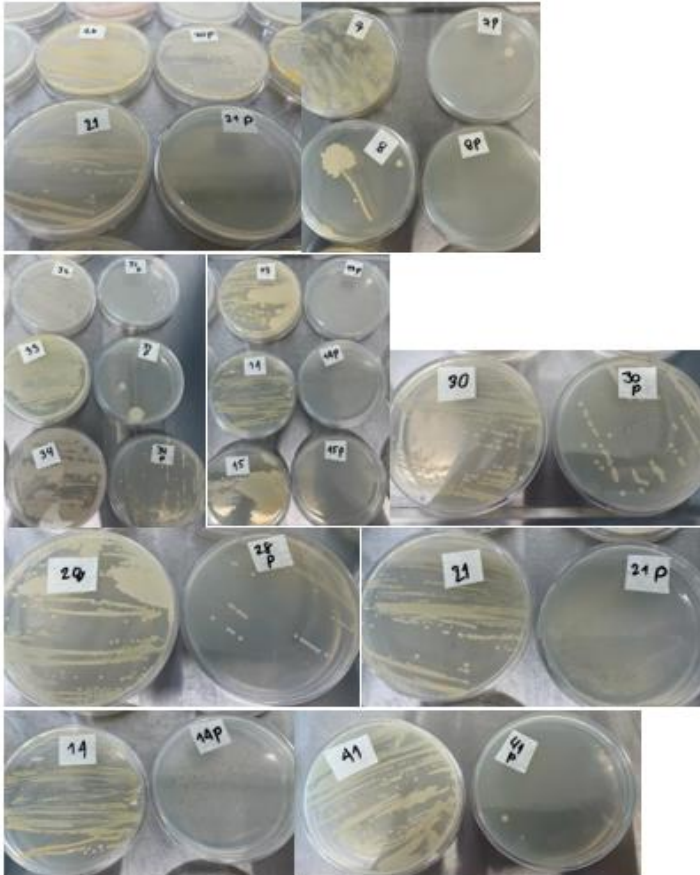
Se realizó por el método directo por recuento de placa, en la cabina de flujo laminar y siguiendo los protocolos de bioseguridad se realizaron diluciones seriadas de la muestra y se inoculan con asas desechables y estériles de 10 uL en las cajas de Petri con agar nutritivo, luego estos cultivos en las cajas de Petri se incubaron a 37°C por 48 horas, en condiciones de aerobiosis hasta que las colonias se aprecian para su recuento, Figura 11

Figura. 11 inoculación de muestras en el medio agar nutritivo



Después de 48 horas evaluamos cada una de las cajas y se organizaron en orden del 1-96 pre y post test haciendo una comparación de cada muestra entre el antes y después, para comenzar a analizar los resultados. (Fig,12). Posteriormente se seleccionará una única dilución, aquella que produce entre 30 y 300 colonias por placa y calcularemos la media de colonias obtenidas para la dilución seleccionada.

Figura. 12 crecimiento de las unidades formadoras de colonia en las cajas de petri



9.6.4 Turbidimetría:

Luego, se realizó la medición de la turbidez en el espectrofotómetro a 620 nm obteniendo la cantidad de absorbancia de cada muestra en el medio líquido BHI a cada muestra pre y post test. Es un método para monitorizar el crecimiento bacteriano. Para realizar este método utilizamos el espectrofotómetro, donde nos demostrará que la cantidad de absorbancia es directamente proporcional a la concentración del medio que se está evaluando. (Salazar, 2021)



Figura. 13 Espectrofotómetro

Nota. La figura 13 muestra el espectrofotómetro que se utilizó para medir la cantidad de absorbancia

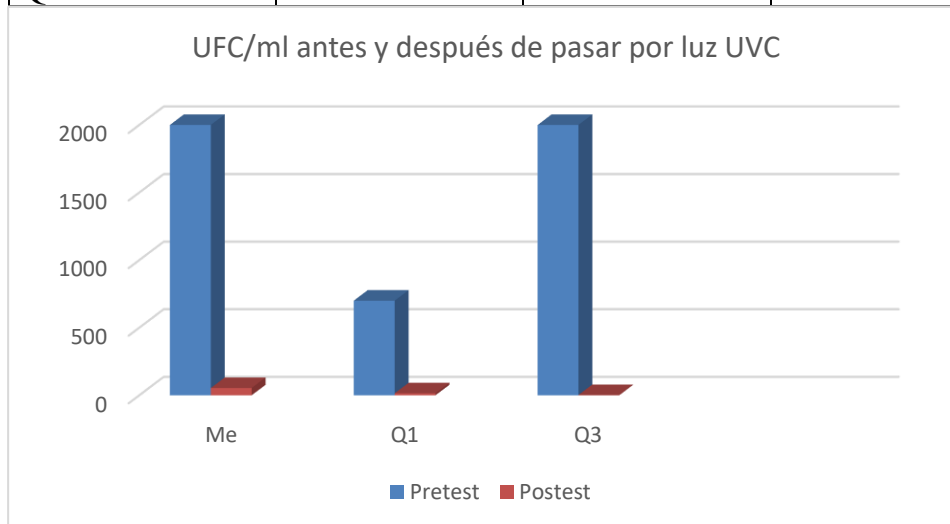
10 Resultados

Se desarrolló un análisis descriptivo de la información con las variables numéricas, aplicándose las medidas de tendencia central (Mediana) y de dispersión (Q1-Q3) ya que son medidas de posición.

Los resultados se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 2 Unidades formadoras de colonias en las piezas de mano antes y después de pasar por luz ultravioleta C

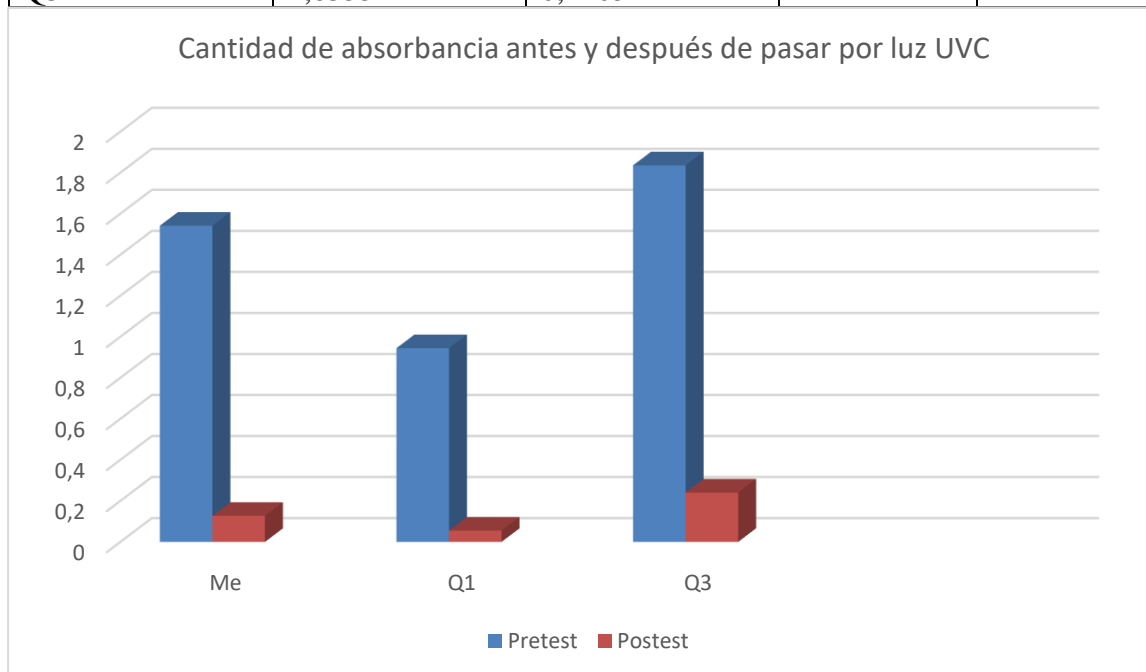
	Pretest	Postest	Prueba de rango con signo de Wilcoxon	P
Me	2000	54	11,838	0,0000
Q1	700	14,75		
Q3	2000	176		



Antes de la aplicación de luz UV-C a las piezas de mano, 1 de cada 2 muestras tenían hasta 2000 UFC/ml y después de la aplicación de luz UV-C a las piezas de mano 1 de cada 2 muestras tenían hasta 54 UFC/ml; encontrándose así una diferencia estadísticamente significativa entre la medición pretest y posttest con un valor de $P=0,000$.

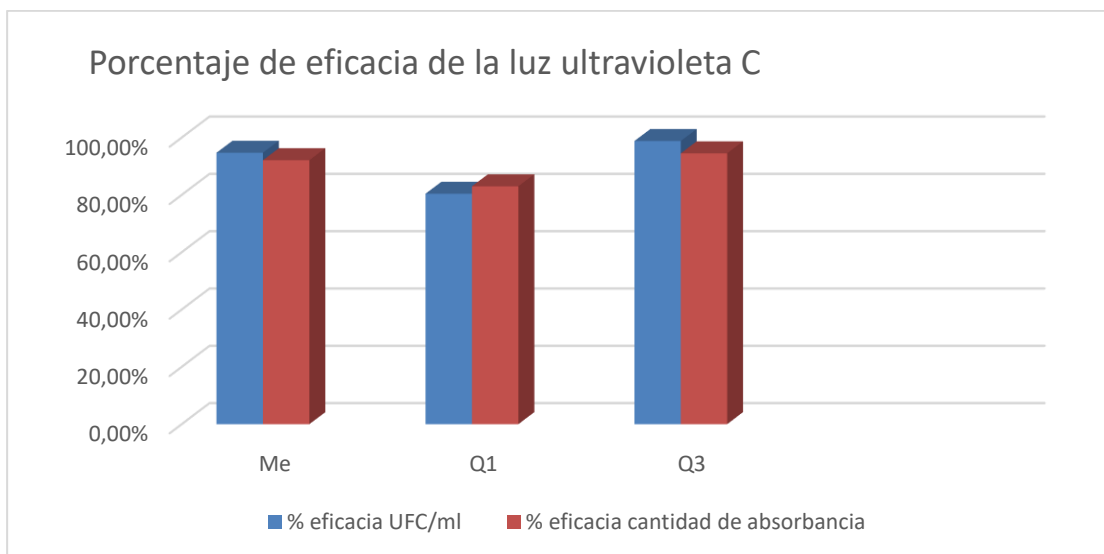
Tabla 3 Cantidad de absorbancia

	Pretest	Postest	Prueba de rango con signo de Wilcoxon	P
Me	1,541	0,127	11,988	0,0000
Q1	0,94425	0,055		
Q3	1,8355	0,2405		



Antes de la aplicación de luz UV-C a las piezas de mano, 1 de cada 2 muestras tenían hasta 1,541 de cantidad de absorbancia y después de la aplicación de luz UV-C a las piezas de mano 1 de cada 2 muestras tenían hasta 0,127 de cantidad de absorbancia; encontrándose así una diferencia estadísticamente significativa entre la medición pretest y postest con un valor de $P=0,000$.

	Porcentaje de eficacia por UFC/ml	Porcentaje de eficacia por cantidad de absorbancia
Me	94,7 %	92,1 %
Q1	80,4 %	83,0 %
Q3	98,8 %	94,5 %



La eficacia de la luz UV-C por UFC/ml que 1 de cada 2 muestras tenían hasta 94,7% y la eficacia por cantidad de absorbancia de 1 de cada 2 muestras tenían hasta 92,1%. El 75% de los datos obtenidos indican que el 98,8% de eficacia por UFC/ml y el 94,5% de eficacia por cantidad de absorbancia.

Se realiza un análisis divariable para encontrar y evaluar la eficacia de la caja portátil con luz UV-C, se aplicó la prueba no paramétrica de rango de signos de Wilcoxon, que permite evaluar el antes y después en muestras dependientes, para ello se obtuvo una P estadísticamente significativa de 0,0000.

11 Discusión

Se comparó la eficacia de la luz ultravioleta C como agente bactericida aerobio en las piezas de mano, para lo cual se utilizó la prueba de rango con signo de Wilcoxon, hallándose un valor de $P=0,0000$ el cual es menor que el valor de $p<0,05$; lo que indica que estadísticamente sí existen diferencias significativas entre el antes y después de la aplicación de luz ultravioleta C. Por lo que se acepta la hipótesis alterna de la investigación y se rechaza la hipótesis nula. Como De la rosa et al (2021), que realizaron una investigación en México, para determinar los usos de la luz ultravioleta como método de irradiación desinfectante para la inactivación de microorganismos patógenos que incluyen los virus humanos y animales; la metodología empleada incluye una revisión de literatura, la cual mostró que en 14 artículos analizados se identificó una gran efectividad de este método como germicida; el estudio concluye que la luz ultravioleta tiene una alta tasa de desinfección en equipos dentales, así como de instrumental quirúrgico y materiales de impresión, y superficies de la clínica odontológica.

En el presente estudio se evidenció que antes de la aplicación de la luz ultravioleta C a las piezas de mano, el 50% de las muestras tenían hasta 2000 UFC/ml y 1,541 de cantidad de absorbancia; siendo estas medidas directamente proporcionales a la contaminación bacteriana presentes en la pieza de mano después de uso rutinario en la atención odontológica. Badillo et al (2019) en un estudio experimental, observacional y transversal evaluó la contaminación de 30 piezas de alta velocidad utilizadas en la práctica clínica se evidenció con una muestra total donde se presentaron bacterias, 36.4% fueron Bacillus Gram negativos, 18.2% Streptococcus Gram positivos, 9.1% Bacillus Gram positivos, 9.1% Coccus Gram positivos, 9.1% Streptococcus Gram negativos, 4.5%

Staphylococcus Gram positivos, 4.5% Streptobacillus Gram negativos, 4.5%

Staphylococcus Gram negativos y 4.5% Streptobacillus Gram positivos.

La cavidad oral es considerada una vía de ingreso principal a diferentes enfermedades, pues se considera portador de gran variedad de microorganismos que pueden ocasionar contaminación cruzada. Sin embargo, se debe tener alternativas de desinfección como el uso de otros métodos alternos. En estudios sobre eficacia de procesos de esterilización en odontología realizado por Escobar & Yuquilema (2022) establecieron que existen variedad de métodos físicos y químicos para esterilizar las piezas de mano; según la revisión se estableció que la esterilización por autoclave (61,8%) fue el método más común de esterilización de instrumentos, seguido de más de un método (25,9%), calor seco (9,6%) y esterilización en frío (2,8%), las nuevas tecnologías de esterilización (por ejemplo, vapor de peróxido de hidrógeno, ozono) y desinfección (por ejemplo, peróxido de hidrógeno mejorado), son alternativas con niveles de confiabilidad mayores al 90%.

La eficacia de la luz ultravioleta C determinada por el método de UFC/ml en placa y medida de cantidad de absorbancia a 620nm en el 75% de las muestras es de 98,8% y 94,5% respectivamente indicando una alta actividad anti microbiana aerobia, correlacionando los resultados obtenidos por las dos metodologías utilizadas en el estudio. Brossi et al (2021) en una investigación realizada en Brasi sobre “Descontaminación ultravioleta-C de un entorno de clínica dental: cantidad necesaria de luz ultravioleta”, Para eliminar bacterias podemos utilizar sustancias químicas sobre superficies y luz ultravioleta (UV) bactericida, típicamente a 254 nm, este método presenta una tasa de efectividad del 96% sobre Streptococcus lo que plantea su efectividad como agente germicida.

12 Conclusiones

La aplicación de la luz UVC con un dispositivo portátil disponible en la clínica odontológica de la UAN evidenció la eliminación de la carga bacteriana aerobia en las piezas de mano utilizadas en la práctica clínica de uso rutinario con una eficacia promedio del 96,6% obtenida en las dos metodologías utilizadas en el presente estudio.

El método estándar para la eliminación de microorganismos contaminantes en las piezas de mano es el autoclave, pero este presenta algunas desventajas como el daño a las gomas y plástico o también la corrosión del acero inoxidable de estas. La caja portátil con luz ultravioleta C se presenta como un método alternativo para la eliminación de la carga bacteriana aerobia en las piezas de mano por su seguridad, confiabilidad, practicabilidad, costo efectividad y no deterioro de los componentes de las piezas de mano, alargando su vida útil.

Se evidenció que en más del 75% de las piezas de mano después de ser utilizadas en la práctica odontológica la contaminación bacteriana es de hasta 2000 UFC/ml por el método directo, y una medida de absorbancia de 1,8355 a 620 nm siendo medidas directamente proporcionales a un índice muy alto para presentar contaminación cruzada.

El porcentaje de microorganismos bacterianos aerobios que se encuentran en las piezas de mano después de pasar por la luz UVC, con los dos métodos que se utilizaron para medir, podemos decir que el 94,7% de UFC/ml y el 92,1% de cantidad de absorbancia se correlacionan demostrando la efectividad de la luz UVC en el presente estudio.

13 Recomendaciones

Todas las piezas de mano utilizadas en los tratamientos de los pacientes deben cumplir las rutinas de limpieza, desinfección y esterilización antes y después de su uso con cada paciente para evitar contaminaciones cruzadas y favoreciendo una atención segura en las clínicas odontológicas.

Este estudio se realizó solamente en bacterias aerobias por la disponibilidad de recursos económicos y tiempo, por tal motivo se recomienda realizar otros estudios similares para determinar la eficacia con bacterias anaerobias, esporas y hongos, controlando diferentes variables como el tiempo, temperatura y humedad para estandarizar el uso de la caja portátil de luz ultravioleta como método alternativo para la eliminación de microorganismos en las piezas de mano utilizadas en la clínica odontológica Universidad Antonio Nariño sede Neiva.

Socializar los resultados obtenidos y dar a conocer a todas las personas que pertenecen a la clínica odontológica para que consideren y conozcan las normas de bioseguridad. Se recomienda que los estudiantes de Odontología, en conjunto, realicen actividades educativas encaminadas a concientizar y sensibilizar sobre la importancia de la desinfección de los equipos e instrumental que utilicen.

Referencias Bibliográficas

- De la Rosa, E. (2021). Uso de la luz UV en odontología como método de desinfección contra SARS-CoV-2. *Revista Odontológica Mexicana*, 145-153.
- Ackerman, E. (2020). Autonomous robots are helping kill coronavirus in hospitals. *New York: IEEE Spectrum*, 11.
- Alharbi, M. (2021). Evaluation of bactericidal effects of ultraviolet light C irradiation on cariogenic bacteria: An in vitro study. *BMC Oral Health*.
- Barba, M. B. (2019). Bacteriological analysis of high speed handpieces used in clinical practice. *Revista ADM*, 261-266.
- Bioseguridad. (2010). *Guía Clínica Práctica en Salud Oral*. Bogotá D.C: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Briones, e. a. (2020). Ultraviolet light for disinfection in health areas, in front of covid-19. Literature review. *OACTIVA UC Cuenca. Vol. 5*, 107-114.
- Brossi, S. (2021). *Ultraviolet-C decontamination of a dental clinic setting: required amount of UV light*. São Paulo (Brasil): Pubmed.
- Correa M, M. S. (2020). Desinfección mediante el uso de luz UV-C germicida en diferentes medios como estrategia preventiva ante la COVID-19. *REVISTA MINERVA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Vol. 1*, 46-53.
- Cruz Sandra, D. P. (2017). Microbiota of oral cavity ecosystems. *Revista cubana de estomatología*, 84-99.
- Delgado, D. (2018). *Evaluation of the use of UV light as an alternative for the decontamination of dental*. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Dioguardi, M. (2020). *Management of Instrument Sterilization Workflow in Endodontics: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Foggia (Italia): International Journal of Dentistry. doi:<https://doi.org/10.1155/2020/5824369>
- Dondelinger, R. (2011). Spectrophotometers. *Biomedical Instrumentation & Technology*, 139-143.
- Fiorillo L, C. G. (2019). Porphyromonas gingivalis, Periodontal and Systemic Implications: A Systematic Review. *Dentistry journal*.

- Fonseca, D., & Dourado, F. (2020). *Antimicrobial Photodynamic Therapy (aPDT) for decontamination of high-speed handpieces: A comparative study*. Sao Paulo (Brasil): Science direct. doi: 10.1016/j.pdpdt.2020.101686
- García, C. (2020). *Revisión bibliográfica sobre la eficacia y seguridad de la luz ultravioleta y Ozono para la desinfección de superficies*. Madrid (España): Ministerio de Sanidad.
- García, R. (2018). Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro. *Avances en Química*, 79-82.
- Gavira J, G. A. (2011). Técnicas fisicoquímicas en medio ambiente. *Editorial UNED*.
- Khan M, M. M. (2022). Efficacy of Ultraviolet Radiations against Coronavirus, Bacteria, Fungi, Fungal Spores and Biofilm. *Hygiene*.
- Kowalski, W. (2014). *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook Handbook*, 5th ed. Berlin: Springer Berlin .
- Liébana, J. (2002). *Microbiología oral 2ª edición* . España: Mc grawhill.
- Marques V, V. G. (2016). Microbial contamination of a University dental clinic in Brazil. *Brazilian journal of oral sciences*, 248-251.
- Martínez, M. (2019). Bacteriological analysis of high speed handpieces used in clinical practice. *ADM*, 261-266. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/COMPLETOS/adm/2019/od195.pdf#page=17>
- Mathivanan A, S. D. (2017). Evaluation of Efficiency of Different Decontamination Methods of Dental Burs: An In vivo Study. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, S37-S40.
- Ministerio de Salud. (Abril de 1997). Conductas básicas en bioseguridad: Manejo integral. *Protocolo básico para el Equipo de Salud*.
- Montero, L. (2020). *Desinfección de superficies mediante el empleo de la luz UVC*. Mexico D.F.: CONACYT.
- Naik R, D. A. (2016). Assessment of efficacy of ultraviolet chamber in disinfecting dental instruments. *Asian Journal of Pharmaceutical and Health Sciences*.
- Offner, D. (2020). *Evaluation of the mechanical cleaning efficacy of dental handpieces*. Strasbourg (Francia): Pubmed.
- OMS. (2014). *Dispositivos médicos: La gestión de la discordancia*. New York: OMS.

- Prado, E. (2021). *Evaluación de irradiancia de las lámparas de fotocurado de luz LED y halógena de las clínicas odontológicas de la universidad Antonio Nariño sede Armenia*. Armenia: Universidad Antonio Nariño.
- Romero Méndez B, M. P. (2017 julio). Comparación bacteriana de 30 piezas de alta velocidad antes y después de ser utilizadas en la Facultad de Odontología. *Revista ADM*, 185-188.
- Rudhar S, G. F. (2020). Analysis of bacterial contamination and the effectiveness of UV light-based reprocessing of everyday medical devices. *Plos One*.
- Rueda, S. (2018). *VALORACIÓN DE LA EFICACIA DE MÉTODOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN DE LA PIEZA DE ALTA VELOCIDAD EN ODONTOLOGÍA*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Salazar, H. (2021). *Métodos para medir el crecimiento bacteriano*. Obtenido de Studocu.
- Sasaki, J., & Imazato, S. (2020). *Autoclave sterilization of dental handpieces: A literature review*. Osaka (Japón): Osaka University Graduate School of Dentistry. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.013>
- Scarano, A. (2020). Environmental Disinfection of a Dental Clinic during the Covid-19 Pandemic: A Narrative Insight. *BioMed Research International*, 9-15.
- Shane, B. (1998). Across the Spectrum: Instrumentation for UV/Vis Spectrophotometry. *The Scientist*.
- Sharma A, B. P. (2012). *Introduction to instrumentation in life sciences*. Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.
- Shirbandi K, B. S. (2020). Inactivation of Coronavirus with Ultraviolet Irradiation: What? How? Why? *SSRN Electronic Journal*.
- Todd, J. (2021). *Bacterial Contamination of Equine Dentistry Equipment-Effect of Cleaning and Disinfection*. Uppsala (Suecia): Pubmed.
- Torres, A., & Moya, J. (2019). Inicio / Archivos / Vol. 21 Núm. 1 (2019): Enero - Junio / Artículo Científico. *Revista Odonología*, 21(1), 23-30. Obtenido de <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol21.n1.2019-34-43>
- UNAL. (2012). *Manual de Bioseguridad y esterilización*. Bogotá.
- Velázquez, C. (2021). *Aplicación de Trifosfato de Adenosina para evaluar la contaminación interna*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de

[http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/112231/00%20Ciencia%20Odontol%C3%B3gica%202020\(1\).pdf?sequence=1#page=6](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/112231/00%20Ciencia%20Odontol%C3%B3gica%202020(1).pdf?sequence=1#page=6)

Wallace, R. O. (2019). Effect of UV-C light or hydrogen peroxide wipes on the inactivation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* *Clostridium difficile* spores and norovirus surrogate. *Journal of Applied Microbiology*, 586-597.

Yuquilema, T. (2022). *EFICACIA DE PROCESOS DE ESTERILIZACIÓN EN ODONTOLOGÍA*". Riobamba – Ecuador: Universidad Chimborazo.