

**CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOAEROSOLES PRODUCIDOS A PARTIR
DE LA REALIZACIÓN DE TRATAMIENTOS RESTAURADORES EN DOS
SECTORES DE LA CAVIDAD ORAL**

**Meriveth León Carrero
Damari Elizabeth Montes Alvarado**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE OPERATORIA DENTAL ESTÉTICA Y MATERIALES DENTALES.
BOGOTÁ DC. JUNIO 2022**

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

| | |
|---------------------------------------|---|
| Universidad | El Bosque |
| Facultad | Odontología |
| Programa | Operatoria Dental, Estética y Materiales Dentales. |
| Título: | Caracterización de los bioaerosoles producidos a partir de la realización de tratamientos restaurativos en dos sectores de la cavidad oral. |
| Grupo de Investigación: | Unidad de Investigación en Caries - UNICA |
| Línea de investigación: | Operatoria Dental |
| Tipo de investigación: | Posgrado/ Grupo |
| Residentes: | Dra. Meriveth León Carrero Dra. Damari Elizabeth Montes Alvarado |
| Director: | Dr. Edgar Orlando Beltrán Zuñiga |
| Codirectoras | Dra. Stefania Martignon Dra. Andrea Cortés |
| Asesor metodológico: | Dr. Edgar Orlando Beltrán Zuñiga |
| Asesor y análisis estadístico: | Dr. Edgar Orlando Beltrán Zuñiga |

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

| | |
|--|--|
| OTTO BAUTISTA GAMBOA | Presidente del Claustro |
| JUAN CARLOS LÓPEZ TRUJILLO | Presidente Consejo Directivo |
| MARIA CLARA RANGEL GALVIS | Rector(a) |
| NATALIA RUÍZ ROGERS | Vicerrector(a) Académico |
| RICARDO ENRIQUE GUTIÉRREZ MARÍN | Vicerrector Administrativo |
| GUSTAVO SILVA CARRERO | Vicerrectoría de Investigaciones. |
| CRISTINA MATIZ MEJÍA | Secretaria General |
| JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS | División Postgrados |
| MARIA ROSA BUENAHORA TOVAR | Decana Facultad de Odontología |
| MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL | Secretaria Académica |
| DIANA MARIA ESCOBAR JIMENEZ | Director Área Bioclínica |
| ALEJANDRO PERDOMO RUBIO | Director Área Comunitaria |
| JUAN GUILLERMO AVILA ALCALÁ | Coordinador Área Psicosocial |
| INGRID ISABEL MORA DIAZ | Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología |
| IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES | Coordinador Postgrados Facultad de Odontología |
| OLGA LUCIA ZARTA ARIZABALETA | Directora programa de especialización en Operatoria Estética Y Materiales Dentales |

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

GUÍA DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| Resumen | |
| Abstract | |
| | Pág. |
| Introducción | 1 |
| 2. Marco teórico | 3 |
| 3. Planteamiento del problema | 6 |
| 4. Justificación | 8 |
| 5. Situación Actual | 13 |
| 6. Objetivos | 15 |
| 6.1 Objetivo general | 15 |
| 6.2 Objetivos específicos | 15 |
| 7. Metodología del Proyecto | 16 |
| 7.1. Tipo de estudio | 16 |
| 7.2. Población y muestra (Criterios de selección y exclusión) | 16 |
| 7.3. Métodos y técnicas para la recolección de la información (Materiales y métodos) | 21 |
| 7.4. Hipótesis de estudio | 28 |
| 8. Consideraciones éticas. | 29 |
| a. Sustento legal | 29 |
| 9.. Resultados | 31 |
| 11.1. Fase descriptiva | 31 |
| 11.2. Fase analítica | 46 |
| 10. Discusión | 48 |
| 11. Conclusiones | 50 |
| 12. Referencias bibliográficas | 51 |
| 13. Anexos | 51 |

LISTADO DE TABLAS

| | | Págs. |
|----------|--|-------|
| Tabla 1 | Distancia de las cintas de la pared a la fuente de generación de aerosoles. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022 | 17 |
| Tabla 2 | Cantidad de placas de Petri con E.coli C600 por cinta en cada procedimiento. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022 | 18 |
| Tabla 3 | Cantidad de placas de Petri con E.coli 6-600 por cinta en recambio a 30 y 60 min. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022. | 19 |
| Tabla 4 | Cantidad de papeles de filtro por cinta en cada procedimiento con fluoresceína. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022 | 20 |
| Tabla 5 | Cantidad de placas de papeles de filtro en los recambios de 30 y 60 min con fluoresceína. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022 | 21 |
| Tabla 6 | Tiempos de preparación de restauración clase II-MO en diente 46 con bacteriófago PhiX174 (virus sustituto). Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022 | 23 |
| Tabla 7 | Tiempos de preparación de restauración clase II-MO en diente 46 con fluoresceína. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022 | 26 |
| Tabla 8 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #1. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022. | 33 |
| Tabla 9 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #1 – Recambio 30 min Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022 | 34 |
| Tabla 10 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #1 – Recambio 60 min Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022 | 35 |
| Tabla 11 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022. | 37 |
| Tabla 12 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 – Recambio 30 min. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022 | 38 |
| Tabla 13 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 -Recambio 60 min. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022 | 39 |
| Tabla 14 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #3. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022 | 40 |
| Tabla 15 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 – Recambio 60 min. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022 | 41 |
| Tabla 16 | Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes anteriores – Consolidado de tres procedimientos, en cada una de las ubicaciones y tiempos Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, 2022 | 43 |
| Tabla 17 | Resultados de instrumentación de dientes posteriores: Unidades Formadoras de Placa (UFP) Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, 2022 | 45 |
| Tabla 18 | Tabla 18. Resultados de instrumentación de dientes anteriores: Unidades Formadoras de Placa (UFP) Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, 2022 | 46 |

LISTADO DE FIGURAS

| | | Págs. |
|-----------|--|-------|
| Figura 1 | Planta arquitectónica del consultorio dental. Diseñado por Montes-Alvarado, 2022 | 16 |
| Figura 2 | Planta arquitectónica del consultorio dental con cintas y filtros de papel. Diseñado por Montes-Alvarado, 2022 | 17 |
| Figura 3 | Planta arquitectónica del consultorio dental con cintas y placas de Petri. Diseñado por Montes-Alvarado, 2022 | 19 |
| Figura 4 | Operador y auxiliar durante el procedimiento restaurativo con bacteriófago PhiX174. Tomada por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 57 |
| Figura 5 | Operador y auxiliar durante el procedimiento restaurativo con fluoresceína. Tomada por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 57 |
| Figura 6 | Procedimiento #1 - frente paciente. Tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 58 |
| Figura 7 | Procedimiento #1 - mascarilla derecha operador Tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 58 |
| Figura 8 | Procedimiento #1 - peto #2. Tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 59 |
| Figura 9 | Procedimiento #1 - nariz paciente. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 59 |
| Figura 10 | Procedimiento #1 - visor operador. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 60 |
| Figura 11 | Procedimiento #1 - pecho operador. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 60 |
| Figura 12 | Figura # 12 . Procedimiento #1 - mano izquierda asistente. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 61 |
| Figura 13 | Procedimiento #1 - 1:30 pm - 60cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 61 |
| Figura 14 | Procedimiento #1 - 3:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 62 |
| Figura 15 | Procedimiento #1 - 4:30pm - 60 cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 62 |
| Figura 16 | Procedimiento #1 - 9:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 63 |
| Figura 17 | Procedimiento #2 - 1:30 pm - 90cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 63 |
| Figura 18 | Procedimiento #2 - 3:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 64 |
| Figura 19 | Procedimiento #2 - 4:30 pm - 30 cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 64 |
| Figura 20 | Procedimiento #2 - 6:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 65 |
| Figura 21 | Procedimiento #2 - 12:00 pm - 60cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 65 |
| Figura 22 | Procedimiento #2 - visor op. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 66 |
| Figura 23 | Procedimiento #2 - peto #1 tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 66 |

| | | |
|------------------|--|-----------|
| Figura 24 | <i>Procedimiento #2 - nariz paciente</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 67 |
| Figura 25 | <i>Procedimiento #2 - pecho operador</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 67 |
| Figura 26 | <i>Procedimiento #2 - mano izquierda asistente</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 68 |
| Figura 27 | <i>Procedimiento #3 - 1:30 pm -30cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 68 |
| Figura 28 | <i>Procedimiento #3 - 3:00 pm -30cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 69 |
| Figura 29 | <i>Procedimiento #3 - 4:30 pm -30cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 69 |
| Figura 30 | <i>Procedimiento #3 - 7:30 pm -60cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 70 |
| Figura 31 | <i>Procedimiento #3 - 12 pm -60cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 70 |
| Figura 32 | <i>Procedimiento #3 - 12 pm -90cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 71 |
| Figura 33 | <i>Procedimiento # 1 recambio 30 min- frente paciente</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 71 |
| Figura 34 | <i>Procedimiento # 1 recambio 30 min- mentón paciente</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 72 |
| Figura 35 | <i>Procedimiento # 1 recambio 30 min- nariz paciente</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 72 |
| Figura 36 | <i>Procedimiento # 1 recambio 30 min- peto</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 73 |
| Figura 37 | <i>Procedimiento # 1 recambio 30 min- 1:30 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 73 |
| Figura 38 | <i>Procedimiento # 1 recambio 30 min- 3:00 pm – 30 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 74 |
| Figura 39 | <i>Procedimiento # 1 recambio 30 min- 12:00 pm – 90 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 74 |
| Figura 40 | <i>Procedimiento # 2 recambio 30 min- 1:30 pm – 30 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 75 |
| Figura 41 | <i>Procedimiento # 2 recambio 30 min- 1:30 pm – 90 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 75 |
| Figura 42 | <i>Procedimiento # 2 recambio 30 min- 4:30 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 76 |
| Figura 43 | <i>Procedimiento # 2 recambio 30 min- 6:00 pm – 30 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 76 |
| Figura 44 | <i>Procedimiento # 2 recambio 30 min- 7:30 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 77 |
| Figura 45 | <i>Procedimiento # 2 recambio 30 min- 9:00 pm – 90 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 77 |
| Figura 46 | <i>Procedimiento # 2 recambio 30 min- 12:00 pm – 90 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 78 |
| Figura 47 | <i>Procedimiento # 1 recambio 60 min- 1:30 pm – 90 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 78 |
| Figura 48 | <i>Procedimiento # 1 recambio 60 min- 3:00 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 79 |

| | | |
|------------------|--|-----------|
| Figura 49 | <i>Procedimiento # 1 recambio 60 min- 12:00 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 79 |
| Figura 50 | <i>Procedimiento # 2 recambio 60 min- 1:30 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 80 |
| Figura 51 | <i>Procedimiento # 2 recambio 60 min- 4:30 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 80 |
| Figura 52 | <i>Procedimiento # 2 recambio 60 min- 9:00 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 81 |
| Figura 53 | <i>Procedimiento # 3 recambio 60 min- 1:30 pm – 30 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 81 |
| Figura 54 | <i>Procedimiento # 3 recambio 60 min- 4:30 pm – 60 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 82 |
| Figura 55 | <i>Procedimiento # 3 recambio 60 min- 7:30 pm – 30 cm</i> tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022 | 82 |
| Figura 56 | <i>Figura #56 . . Titulación del bacteriófago Phi-X174. por Beltrán-Zúñiga,2022</i> | 83 |

RESUMEN

CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOAEROSLES PRODUCIDOS A PARTIR DE LA REALIZACIÓN DE TRATAMIENTOS RESTAURADORES EN DOS SECTORES DE LA CAVIDAD ORAL

Antecedentes: La pandemia de COVID-19, esto ha conllevado a la realización de diversos estudios para observar el potencial infeccioso, ya que contienen microorganismos de diferente tamaño molecular (0.1 hasta 10 micrones en diámetro) y pueden quedar suspendidos en el ambiente. **Objetivo:** Comparar la generación de aerosoles (distancia, tamaño, permanencia y carga viral) en el aire de aerosoles producidos durante la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior. **Metodología:** Simulación experimental en un consultorio cerrado de 10.5 mts² se posicionaron 8 cintas desde la fuente de generación de aerosoles siguiendo las manecillas del reloj, se colocaron muestras en paciente, operador y auxiliar. Dientes se instrumentaron con pieza de alta velocidad de alto torque y agua desionizada o buffer-SM (pH7.4) para diluir fluoresceína (5%) o bacteriófago-PhiX174 (1x10⁵PFU), respectivamente para ser aerosolizados independientemente en dos procedimientos de operatoria dental en el sector anterosuperior y posteroinferior. Los aerosoles fueron recolectados durante y después (30-60min) de cada procedimiento, utilizando filtros de papel o cultivos Escherichia-coli C600 (EC600) (huésped de PhiX174) sembrada sobre agar soft en doble capa sobre placas de Petri (PD), ubicados cada 30cm de un maniquí. Se calcularon los promedios en área y tamaño de los aerosoles y las Unidades Formadoras de Placa- (UFP) sobre EC600 indicando bacteriófago infeccioso viable -PVI, en cada posición. **Resultado:** Se encontró que la mayoría de los aerosoles fluorescentes mostraron una tendencia de desplazamiento hacia el operador, el asistente y el paciente. Se obtuvo una considerable carga viral de bacteriófagos incluso después de 30 min sobre placas de Petri y hasta por 60min después del procedimiento (distancia=1.5m) en el sector anterior y posterior. Tanto aerosoles fluorescentes como virales se detectaron en el 100% de las PD colocadas sobre el operador, incluso por debajo del visor. **Conclusiones:** Los procedimientos odontológicos son generadores de aerosoles, que si están cargados de virus implican un riesgo potencial de infección en odontología. En conjunto, los resultados sugieren extremar las medidas de bioseguridad para el operador y su asistente. Se sugiere evaluar los diferentes métodos de mitigación de aerosoles en futuros estudios. **Palabras Claves:** Bioaerosol, Procedimientos generadores de aerosol, SARS-CoV-2, Procedimientos Dentales, Coronavirus

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF BIOAEROSOLS PRODUCED FROM RESTORATIVE TREATMENTS IN TWO SECTORS OF THE ORAL CAVITY

Background: The COVID-19 pandemic, has led to the development of several studies to observe the infectious potential of bio-aerosols, since they contain microorganisms of different molecular size (0.1 to 10 microns in diameter) and can remain suspended in the environment. **Objective:** To compare the generation of aerosols (distance, size, permanence, and viral load) in the air of those produced during restorative treatments in the antero-superior and postero-inferior sector. **Materials and methods:** Experimental simulation in a closed office of 10.5 mts², eight tapes were positioned clockwise from the source of aerosol generation, additional samples were placed on the patient, operator and assistant. Teeth were instrumented with high-torque high-speed dental handpiece and deionized water or buffer-SM (pH7.4) to dilute fluorescein (5%) or bacteriophage-PhiX174 (1x10⁵PFU), respectively to be aerosolized independently in two dental operative procedures in the mentioned sectors. Aerosols were collected during and after (30-60min) each procedure using paper filters or *Escherichia-coli* C600 (EC600) cultures (host of PhiX174) seeded on soft agar in double layer on petri dishes (PD), placed every 30cm from a dummy. Averages in area and size of aerosols and plate forming units (PFU) were calculated on EC600 indicating viable infectious bacteriophage -PVI, at each position. **Results:** Most fluorescent aerosols showed a tendency to move towards the operator, the assistant, and the patient. A considerable viral load of bacteriophages were detected even at 30 min on petri dishes and for up to 60min after the procedure (distance=1.5 m) in the anterior and posterior sector. Both fluorescent aerosols, and aerosols with infectious virus were detected in 100% of the samples placed, additionally on the operator and underneath the visor. **Conclusions:** Treatments in dentistry are highly aerosol-generating procedures, which if virus-laden, they imply a potential risk of infection. Overall, the results urge the operators and assistants to take extreme biosafety measures. In the future, different aerosol mitigation methods should be evaluated. **Key words:** Bioaerosol, aerosol-generating procedures, SARS-CoV-2, dental procedures, coronavirus.

1. INTRODUCCIÓN

En 2020, la emergencia del **SARS-CoV-2** (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) conllevó a que se desarrollaran diversas investigaciones que contribuyeran a la generación de evidencia con relación a la plausibilidad o no, de la transmisión aérea viral por medio de microgotas y aerosoles. En consecuencia, se ha generado un interés particular acerca de la dispersión de estos y su potencial infeccioso, que puede ser transmitida por contacto directo (autoinoculación epitelial o mucosa) ((Li, X et al. 2020, Xu J et al. 2020, Judson SD et al 2019) por contacto con superficies contaminadas o por medio de aerosoles suspendidos en el ambiente de microgotas o aerosoles (inhalación por medio de vías respiratorias superiores o inferiores) (Kohanski, M et al. 2020). Con relación a su potencial poder infeccioso, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha clasificado las partículas aerosolizadas, de acuerdo con su diámetro aerodinámico, así.

- Aerosoles ($\leq 10 \mu\text{m}$)
- Microgotas (10-50 μm)
- Salpicaduras ($>50 \mu\text{m}$) (Thomas RJ et al 2013; Chang X et al 2015)

Se ha demostrado que partículas menores de 5 μm tienen el potencial de ingresar predominantemente en las vías respiratorias inferiores de un adulto promedio durante la inhalación oral, favoreciendo a un pronóstico reservado (Judson SD et al 2019). Los **procedimientos generadores de aerosoles (PGA)** en odontología, se definen como procedimientos realizados en un paciente con fines restauradores o preventivos, que inducen a la generación de microgotas/aerosoles de cualquier tamaño generados por medio de el uso de la pieza de alta velocidad, el micromotor, el ultrasonido y jeringa triple. (Samaranayake LP et al 2021).

Existe un consenso en diversos estudios de la falta de evidencia en relación con la diseminación, el patrón y la cantidad de aerosoles generados durante los procedimientos restaurativos y la cantidad de aerosoles que quedan suspendidos posterior a la finalización del tratamiento. (Balanta-Melo J et al. 2020, Samaranayake LP et al 2021, Allison J. et al 2021, Holliday R et al 2021)

Actualmente no se posee suficiente evidencia científica para poder determinar la posible contaminación por virus aéreos en el ambiente, posterior a un tratamiento dental dentro del consultorio y no se cuenta con estudios en donde se utilicen virus o sustitutos virales, que simulen infecciones respiratorias, determinando así su el tiempo permanencia en el ambiente y evaluando la carga viral posterior al tratamiento odontológico.

Es por esto que este estudio busca comparar la generación de aerosoles (distancia, tamaño, permanencia y carga viral) en el aire de aerosoles producidos durante la realización de tratamientos restauradores por medio de aerosolización con fluorescencia y aerosolización del bacteriófago Phi-X174 en dos sectores de la cavidad oral, por medio de una simulación experimental en un consultorio cerrado de 10.5 mts² en donde se posicionaron 8 cintas desde la fuente de generación de aerosoles desde la pared, siguiendo las manecillas del reloj, colocando muestras a 30cm de distancia de igual forma, se colocaron muestras en el paciente, operador y auxiliar. Se instrumentaron los dientes 11 y 46 con pieza de alta velocidad de alto torque y se utilizó agua desionizada o buffer-SM (pH7.4) para diluir fluoresceína (5%) o bacteriófago-PhiX174 (1x10⁵PFU), respectivamente para ser aerosolizados independientemente en dos procedimientos de operatoria dental en el sector anterosuperior y posteroinferior. Los aerosoles fueron recolectados durante y después (30-60min) de cada procedimiento, utilizando filtros de papel o cultivos Escherichia-coli C600 (EC600) (huésped de PhiX174) sembrada sobre agar soft en doble capa sobre placas de Petri (PD), ubicados cada 30cm de un maniquí. Se calcularon los promedios en área y tamaño de los aerosoles y las Unidades Formadoras de Placa- (UFP) sobre EC600 indicando bacteriófago infeccioso viable –PVI, en cada posición.

Este estudio es uno de los primeros en no únicamente evaluar la distribución, tamaño y permanencia de las partículas de aerosoles por medio del uso de fluorescencia, sino también que se evaluó la carga viral en los procedimientos, utilizando el bacteriófago PhiX174, comparando el tratamiento de operatoria dental, simulando la atención en una clínica odontológica privada.

2. MARCO TEÓRICO

El manejo intervencionista en odontología se ha asociado generalmente con la realización de tratamientos altamente generadores de aerosoles. En 2020, la emergencia del **SARS-CoV-2** (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) conllevó a que se desarrollaran diversas investigaciones que contribuyeran a la generación de evidencia con relación a la plausibilidad o no, de la transmisión aérea viral por medio de microgotas y aerosoles. En consecuencia, se ha generado un interés particular acerca de la dispersión de estas microgotas y/o aerosoles y su potencial infeccioso (*Li, X et al. 2020, Xu J et al. 2020*). Al respecto, la realización de procedimientos generadores de aerosoles (PGA) en la profesión odontológica podría ser una fuente potencial de diseminación viral, tanto por aspectos inherentes a la práctica clínica (contacto estrecho: paciente/auxiliar/odontólogo/a; realización de procedimientos generadores de aerosoles), como por la posible producción de virus infecciosos en el tracto respiratorio, que podrían llegar a la saliva, boca y nariz y que podrían ser diseminados en el ambiente al momento de los tratamientos odontológicos.

El SARS-CoV-2 es el causante de la neumonía viral denominada *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*, que puede ser transmitida por contacto directo (autoinoculación epitelial o mucosa) (*Judson SD et al 2019*) por contacto con superficies contaminadas o por medio de aerosoles suspendidos en el ambiente de microgotas o aerosoles (inhalación por medio de vías respiratorias superiores o inferiores) (*Kohanski, M et al. 2020*). Con relación a su potencial poder infeccioso, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha clasificado las partículas aerosolizadas, de acuerdo con su diámetro aerodinámico, así.

- Aerosoles ($\leq 10 \mu\text{m}$)
- Microgotas (10-50 μm)
- Salpicaduras ($>50 \mu\text{m}$) (*Thomas RJ et al 2013; Chang X et al 2015*)

Diferentes estudios han demostrado que los aerosoles de menor diámetro aerodinámico permanecen suspendidos en el aire transportan patógenos. Entre menor es el diámetro aerodinámico de las partículas, mayor es la posibilidad de permanecer en el aire (*Judson SD*

et al 2019) En contraste, a mayor diámetro aerodinámico, aumenta la probabilidad de que las partículas se depositen en las regiones aéreas altas, mientras que las menores de 5µm ingresan predominantemente en las vías respiratorias inferiores de un adulto promedio durante la inhalación oral, favoreciendo a un pronóstico reservado (*Judson SD et al 2019, ICRP 1994, Baron P et al 2010*). Tanto el tiempo de asentamiento de las partículas aerosolizadas, como el diámetro aerodinámico y la dirección y velocidad de las corrientes de aire en espacios cerrados, determinan su propagación (*Hinds WC et al 1999*)

Los **procedimientos generadores de aerosoles (PGA)** en odontología, se definen como procedimientos realizados en un paciente con fines restauradores o preventivos, que inducen a la generación de microgotas/aerosoles de cualquier tamaño (*Samaranayake LP et al 2021, NHS SDCEP, 2020*). El grupo asesor nacional sobre amenaza de virus respiratorios emergentes del Reino Unido, ha descrito que los tratamientos odontológicos realizados con instrumental que rotatoria, y piezas de mano de alta velocidad y ultrasonido, son los procedimientos que más generan aerosoles. (*NHS, 2020*) En un estudio realizado en 2021 por *Balanta-Melo J et al*, se describió que los procedimientos restauradores en odontología generan una gran cantidad de aerosoles con partículas menores a 10 µm (aerosoles finos), que tienen un alto potencial de riesgo infeccioso que pueden ser inhalados por medio de la vía respiratoria.

Desde 1965 hasta la actualidad, se han realizado diversos estudios, para evaluar la cantidad de patógenos como hongos, virus, bacterias y productos metabólicos, que se pueden encontrar ya dentro de los consultorios odontológicos o pueden ser generados mediante el uso de las piezas rotatorias. Los aerosoles que contienen patógenos se denominan bioaerosoles. En el estudio realizado por *Polednik B et al, 2021*, se demostró que los procedimientos realizados dentro de los consultorios odontológicos generan un alto riesgo para los profesionales, porque inducen a la generación de altas concentraciones de bioaerosoles que quedan suspendidos en el aire, lo cual representa un alto riesgo al ser inhalados por el personal de atención en salud o por los pacientes. En 2004 se realizó un estudio que tuvo como objetivo, determinar la eficacia de recolección de aerosoles cargados de virus, por medio del uso de: impactador de Andersen, Impinger GI-30, filtro de celulosa. Se encontró que la eficacia de la recolección se vio afectada significativamente por la

morfología de las partículas de virus, la forma de generación del aerosol y el tiempo de evaluación, después de generado del aerosol (*Tseng C. et al 2004*).

3. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Descripción del problema

La rápida propagación del SARS-CoV-2/COVID-19 en 2021, ha expuesto los retos que el personal de salud, dentro de ellos los odontólogos, se ven expuestos de manera directa al ejercer su práctica clínica diaria (*Holliday R et al 2021*). Durante la pandemia, los odontólogos suspendieron las consultas clínicas, debido al riesgo en la atención de pacientes potencialmente contagiados (fase de infección aguda por SARS-CoV-2/COVID-19). Esto debido a que los procedimientos odontológicos inducen a la producción tanto de aerosoles como de salpicaduras contaminadas, que incluyen en su composición: sangre y saliva contaminada (*Allison J. et al 2021*)

Los PGA, son aquellos en donde se utiliza la pieza de alta velocidad, el micromotor, el ultrasonido, jeringa triple. (*Samaranayake LP et al 2021*). En 1995, Grenier D. determinó que la propagación de los aerosoles en el ambiente de una clínica dental con múltiples unidades era alta, incluso hasta zonas distantes (*Grenier D, 1995*). Los datos que obtuvieron reflejaron que en la clínica odontológica con varias unidades odontológicas los aerosoles se propagan con mayor rapidez hacia las aéreas lejanas con relación a los sistemas de flujo aéreo. Así como también tomaron en cuenta que entre mayor sea el número de unidades odontológicas en una clínica dental y entre mayor sea el flujo de procedimientos mayor es la permanencia y la propagación de los aerosoles posterior a finalizado el tratamiento (*Grenier D, 1995*).

En un estudio realizado por *Balanta-Melo J et al en 2020*, se demostró que al utilizar aislamiento absoluto y succión de alta potencia se reduce la diseminación de aerosoles finos (*Balanta-Melo J et al. 2020*). *Holliday R et al. en 2020* evaluaron los aerosoles y las salpicaduras generadas en un consultorio durante la pandemia de COVID-19, en donde por medio del seguimiento de un colorante fluorescente en el sistema de irrigación de la pieza de alta velocidad, observaron que la diseminación de los aerosoles depende de las condiciones en las cuales se realizan los procedimientos, entre ellos, el espacio de la clínica, la ventilación y la localización de los procedimientos realizados. Este estudio concluyó que la succión es un

factor protector en la reducción de la diseminación de los aerosoles, concordando con lo encontrado en el estudio. *Balanta-Melo J et al. 2020*).

Existe un consenso en diversos estudios de la falta de evidencia en relación con la diseminación, el patrón y la cantidad de aerosoles generados durante los procedimientos restaurativos (utilizando un patrón estandarizado) y la cantidad de aerosoles virales que quedan suspendidos posterior a la finalización del tratamiento. (*Balanta-Melo J et al. 2020, Samaranayake LP et al 2021, Allison J. et al 2021, Holliday R et al 2021*)

Actualmente no se posee suficiente evidencia científica para poder determinar la posible contaminación por virus aéreos en el ambiente, posterior a un tratamiento dental dentro del consultorio. Esto podría generar un riesgo potencial para el personal y el paciente de contaminarse, de igual forma no se cuentan con estudios en donde se utilicen virus o sustitutos virales, que simulen infecciones respiratorias, determinando así su el tiempo permanencia en el ambiente y evaluando la carga viral posterior al tratamiento odontológico.

3.2 Pregunta de Investigación

¿Existen diferencias dinámicas/biológicas en los aerosoles (distancia, tamaño, permanencia y carga viral) generados mediante la realización de restauraciones en el sector anterosuperior y posteroinferior de la cavidad oral?

4. JUSTIFICACIÓN

Por naturaleza, los seres humanos generan bioaerosoles al hablar, respirar, estornudar o al toser. Así generan estas pequeñas partículas que se diseminan en el ambiente, y entre ellos expulsan hongos, bacterias o virus (*Samaranayake LP et al 2021*). Los tratamientos restauradores en odontología son procedimientos frecuentemente realizados debido a que la población presenta un alto índice de pérdida de la estructura dental debido a caries, trauma como fracturas o tratamientos estéticos y la realización de procedimientos de mantenimiento como profilaxis y limpiezas con scalers. (*Allison J. et al 2021*)

Se ha visto que estos procedimientos, en el marco de una consulta odontológica, generan gran cantidad de aerosoles, de acuerdo con una revisión sistemática sobre aerosoles. Los procedimientos con mayor producción de aerosoles son aquellos realizados con piezas de alta velocidad, y los que menos producen aerosoles son el raspaje radicular manual y profilaxis con pieza de baja velocidad (*Innes N et al 2020*). En este sentido, la práctica odontológica se cataloga entre unas de mayor riesgo ocupacional, así como la práctica del equipo que lo acompaña: auxiliar, higienista; así como para el paciente. Al realizar estos procedimientos, se genera una nube visible de aerosoles compuesta por saliva, microorganismos y sangre (*Stephen K. Harrel et al. 2004*).

Zemouri C. et al en 2018, en su revisión sistemática evaluaron 64 estudios de diferentes profesiones médicas generadoras de aerosoles, dentro de una de ellas se encuentra la práctica odontológica y en los 37 artículos evaluados, los cuales se llevaron a cabo mediante el uso de cultivos con agares en procedimientos generadores de aerosoles con el uso en conjunto del impactador de Andersen, y en sus resultados, encontraron diferentes tipos de bacterias en el ambiente, como: *Leggionella spp*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, especies de *Streptococcus* entre otros,

Los bioaerosoles pueden ser transmitidos de manera directa o indirecta, la vía de contagio directa es una vía de transmisión que se da cuando una persona que presenta una infección ya sea bacteriana o virulenta libera partículas de aerosoles en el ambiente por medio de un

estornudo, estas al ser liberadas generan un riesgo de contagio para las personas que se encuentren a un corto rango de distancia en el momento de dicha liberación. (*Grenier D. 1992, Kobza J et al. 2018, Jayaweera M, et al. 2020*).

Enfocándonos en la vía indirecta, cuando se realizan tratamientos generadores de aerosoles en una persona infectada, estas partículas con potencial infecciosos son liberados en el ambiente causando así la suspensión de la nube de bioaerosoles, que posteriormente caen sobre las superficies del consultorio en el cual fue atendido generando un riesgo potencial de contagio. Diversos estudios han descritos que este riesgo se ve aumentado cuando hay múltiples sillones dentales en un mismo ambiente. (*Grenier D. 1992, Kobza J et al. 2018, Jayaweera M, et al. 2020*). Esto genera un riesgo potencial para el personal de salud o los futuros pacientes que entren en el ambiente ya que hay un aumento en el riesgo de ingerir las partículas infecciosas con posibilidad de desarrollar una patología de origen bacteriano o viral, esto dependerá del tamaño de las partículas, la manera en la cual afecte al huésped estará ligado en gran manera a su respuesta inmunológica. (*Stephen K. Harrel et al. 2004, Zemouri C et al. 2018, Samaranayake LP et al 2021*)

Actualmente la emergencia que se ha presentado por el SARS-CoV-2, ha llamado la atención a y la posibilidad de su dispersión vía aérea. Al ser altamente infeccioso y el causante de la neumonía viral denominada COVID-19. Es transmitido por medio de vía aérea, y en menor medida o contacto directo a ojos y mucosas. Por tal motivo, en espacios cerrados se ha generado la necesidad de realizar diversos estudios para poder determinar la prevalencia, el nivel de exposición, el patrón y el tiempo que estos aerosoles permanecen en el ambiente, ya que hay un gran potencial de transmisión y diseminación, al momento de realizar los tratamientos en los consultorios odontológicos (*Kohanski M et al 2020*). En este momento, no solo los aerosoles cargados de SARS-CoV-2, son de importancia en cuanto a riesgo de infección en espacios cerrados.

De acuerdo con un artículo del Journal de Infección hospitalaria del *NHS en 2020*, se determinó que el personal de salud se encuentra más expuesto a los bioaerosoles, tienen una

mayor susceptibilidad y riesgo de contraer enfermedades infecciosas virales (*NHS SDCEP 2020*).

Las partículas generadas por el instrumental rotatorio odontológico que poseen un diámetro menor a 10 μm , quedan suspendidos en el ambiente por altos periodos de tiempo, estos dependen de la humedad, flujo de aire y la temperatura del lugar donde se realizó el procedimiento. A medida estos bioaerosoles descienden, caen sobre las superficies más cercanas, del diámetro aerodinámico de la partícula y del espacio del consultorio y del flujo de aire que posea (*Samaranayake LP et al 2021*).

En condiciones controladas en laboratorio, se ha encontrado que el virus queda suspendido en el ambiente por hasta tres, 24, 48 hasta 72 horas en las superficies de plástico, vidrio y metal, madera, cobre, como se demostró en el estudio realizado por *Van Doremalen N, et al 2020*, encontraron que el SARS-CoV-2 es más estable a las 72 horas sobre el plástico y en superficies metálicas por 48, permitiendo la transmisión nosocomial del virus.

Diversos estudios han descrito la importancia del tamaño de las partículas de los aerosoles, entre más pequeñas sean las partículas de aerosoles, pueden mantenerse suspendidas por mayor tiempo en el ambiente y se tiene el potencial de poder penetrar por medio del sistema respiratorio hasta los pasajes de los pulmones, en donde se aumenta el potencial de transmisión de infecciones por medio de estas partículas, ya que se ha demostrado que los aerosoles pueden lograr alcanzar hasta una distancia de 200 cm si son producidos con instrumental de alta velocidad. (*Bentley D. Carolyn et al. 1994, Stephen K. Harrel et al. 2004, Kohanski A. Michael et al. 2020, SDCEP 2020*).

Los bioaerosoles producidos durante los procedimientos restauradores, al quedar suspendidos en el aire, pueden moverse y transportarse por vía aérea dentro del consultorio dental, descendiendo en las superficies dentro del consultorio, favoreciendo el riesgo de contaminación cruzada o inoculación del virus en los pacientes, así como el personal de atención odontológico. (*Kohanski A. Michael et al. 2020*). Es por esto, los odontólogos, se consideran un sector de alto riesgo de contraer enfermedades e infecciones respiratorias,

que pueden ser mortales debido a su profesión. (*Samaranayake LP et al 2021*) El equipo de atención odontológico están expuestos diariamente a infecciones y tienen un mayor riesgo potencial de contraer infecciones aéreas durante la realización de procedimientos generadores de aerosoles, aunque existen diferentes métodos para disminuir y controlar las condiciones en los pacientes y de esta manera reducir el riesgo, siempre están en riesgo cuando realizan una resina, limpieza con ultrasonido o al realizar la preparación para corona (*Balanta-Melo, J et al, 2021*).

Existen diferentes métodos para poder mitigar la propagación de los aerosoles dentro del consultorio odontológico, dentro de ellos están el uso de aislamiento absoluto, utilizar succión de alta potencia y purificadores de aire. (*NHS SDCEP 2020*). *Nulti A et al 2020* realizaron una investigación para medir la eficacia del uso de succión de alta potencia para reducir las partículas de aerosoles generadas durante los tratamientos odontológicos, dentro de su estudio, ellos realizaron 10 procedimientos en donde no en todos se utilizó succión de alta potencia, dando un resultado estadísticamente significativo en la reducción de los aerosoles en el ambiente cuando se utiliza la succión de alta potencia, generando que el uso de estos puede potencialmente reducir el riesgo de transmisión de partículas virales en los aerosoles dentro de los consultorios odontológicos.

En un estudio realizado por *Holliday R et al. en 2020*, utilizaron un colorante fluorescente colocado en el sistema de irrigación de la pieza de alta velocidad para poder determinar la diseminación de los aerosoles, utilizando succión y sin succión, al realizar procedimientos generadores de aerosoles y de esta manera observar la deposición en las diversas superficies en el consultorio, ellos observaron que diferentes factores pueden afectar la diseminación y la propagación de los aerosoles en el ambiente. *Han, P et al en 2021*, realizaron un estudio para poder determinar la contaminación por salpicaduras y aerosoles durante la realización de procedimientos generadores de aerosoles, dentro de su estudio ellos realizaron un método visual para poder observar las gotas y aerosoles por medio del uso de fluorescencia de sodio, en la reserva de agua de la unidad dental, para ser aerosolizado por medio de scaler, piezas de alta velocidad y la jeringa triple de la unidad dental, que fueron captados por los filtros de papel colocados alrededor de la fuente generadora de aerosoles, en donde ellos

encontraron que de todos los procedimientos, el mayor generador de aerosoles fue al utilizar la pieza de mano de alta velocidad y siendo la pieza de mano de baja velocidad el que generó menos aerosoles, demostrando que dependiendo del instrumento a utilizar el patrón de diseminación será diferente. En el estudio de *Veena HR et al 2014*, en donde evaluaron la generación de aerosoles durante el tratamiento de limpieza dental con ultrasonido, colocando sal de fluoresceína de sodio dentro del reservorio de agua y fué captada por filtros de papel, y realizando cambios de estos filtros posterior a la finalización del procedimiento cada 30 min hasta los 90 min, encontraron que la mayor zona de contaminación de aerosoles fue en la cabeza, tapabocas y brazo del operador, y de la misma manera encontraron partículas de aerosoles 30 min posterior a finalizado el tratamiento (*Veena HR et al 2014*)

De igual forma (*Allison J. et al 2021*) realizaron un estudio para poder evaluar la distribución y la persistencia de los aerosoles en el ambiente al momento de realizar tratamientos restaurativos, dentro de su estudio utilizaron Fluoresceína que fue diluida dentro del reservorio de agua de la unidad dental para poder ser aerosolizada por medio de la pieza de mano de alta velocidad, scaler y jeringa triple, evaluando la influencia que presentaba la succión dental y la presencia de un asistente dental, al realizar un análisis de espectro fluorescencia ellos determinaron que la mayor contaminación por medio de aerosoles se da en 1 a 1.5 metros de la fuente principal de aerosoles y que se generaba mayor cantidad al utilizar la pieza de mano de alta velocidad, encontraron que 60 minutos posterior al procedimiento aún se encontraban pocas partículas de aerosoles en el ambiente.

Choi J et al. En 2017, describieron la integración de un impactador inerte de aerosoles denominado bio-impactador el cual fue combinado con la imagenología fluorescente para cuantificar y observar las partículas de aerosoles suspendidos en el aire.

En su estudio ellos utilizaron el bio-impactador con un microscopio electrónico de mini fluorescencia, al realizar la aerosolización observaron con el microscopio la deposición de los aerosoles, detectando si hubo penetración hasta la cámara inferior del impactador y lograron identificar diversas partículas de diferentes tamaños y encontraron que al utilizar el sistema del Bio-impactador tiene el potencial de monitorear y detectar la profundidad de inhalación de los bioaerosoles en el tracto respiratorio de acuerdo del tamaño y la distribución de las partículas en tiempo real.

5. SITUACIÓN ACTUAL

Micik RE et al en 1968, fue el primero en estudiar la generación de los aerosoles producidos en los consultorios odontológicos, evaluando la carga viral y la relación que tiene con el paciente, odontólogo y auxiliar, describió las diferentes partículas que se pueden generar dependiendo del tamaño de estas y de la manera en cómo pueden ser generados.

Durante el último año y medio, debido a la pandemia por el SARS-CoV-2, que es altamente infeccioso y el causante de la neumonía viral denominada el COVID-19, se comenzaron a realizar nuevos estudios sobre bioaerosoles, *Leung NHL et al 2020*, realizó un estudio para evaluar el riesgo de contraer virus respiratorio, aun utilizando mascarillas durante los diferentes procedimientos de salud, utilizando muestras de 246 pacientes, de los cuales el 50% no utilizó tapabocas durante la recolección, mientras el 50% restante si lo utilizaba, recolectaron muestras de bio aerosoles por parte de los pacientes cuando no utilizan tapabocas por medio de secreciones al momento de toser o estornudar. encontraron que el ARN del genoma del coronavirus se encontraba en un 40% de las partículas de los bioaerosoles recolectados a diferencia de la muestra que utilizó tapabocas. (*Leung NHL et al 2020*), esto vuelve al sector de la salud vulnerable a contraer virus infecciones poniendo en riesgo al personal de salud, específicamente en el área de la odontología, ya que se trabaja contacto estrecho de la cavidad oral, que es uno de los más grandes focos de infección que alberga diferentes tipos de bacterias que pueden ser transmitidos durante los procedimientos por medio de vías aéreas y pueden permanecer suspendido en el aire y sobre las superficies, como lo describe *Kohanski A. Michael et al. 2020* en su investigación, en donde determina que los aerosoles que quedan sobre las superficies dentro de los consultorios, pueden ser una vía de transmisión nosocomial del virus, considerándose una fuente secundaria de contagio, lo descrito por *Balanta-Melo J, et al.* En el año 2020, los odontólogos y sus auxiliares están expuestos diariamente a infecciones y tienen un mayor riesgo de contraer infecciones por vías aéreas durante la realización de procedimientos generadores de aerosoles.

Diversos estudios han encontrado que una de las áreas con mayor susceptibilidad de los profesionales son la boca, ojos, nariz y la cara, siendo esta una de las razones por las cuales

se deben de utilizar el equipo de protección personal. Ellos describieron que al momento de evaluar las partículas estas varían dependiendo de los instrumentos utilizados, la localización y si se encuentran dentro o fuera del consultorio, esto también refleja la cantidad de partículas que se observen dentro de estos. Determinaron que cierta cantidad de aerosoles que quedan suspendidos en el aire, tienden a quedarse mayor tiempo suspendidos en el aire si hay una gran actividad dentro del consultorio y si se abren constantemente las puertas del consultorio, lo cual genera turbulencia en el ambiente, permitiéndoles mayor tiempo de suspensión en el ambiente (*Polednik B et al, 2021*).

De acuerdo al estudio realizado por *Liu Z et al, 2020*, determinaron que posterior al tratamiento odontológico en donde se realizaron aerosoles, se realizó la desinfección de las unidades, se requirieron de 90 min para poder reducir el 99.9% de los aerosoles dentro del ambiente del consultorio, por medio de usos de filtros e impactadores, para poder determinar, la cantidad de partículas, sus tamaños durante las diferentes fases de los tratamientos, hasta posterior a 90 min de terminados los procedimientos.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Comparar la generación de aerosoles (distancia, tamaño, permanencia y carga viral) en el aire de aerosoles producidos durante la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior.

6.2 Objetivos específicos

1. Identificar la distancia, tamaño y permanencia en el aire de aerosoles producidos durante y posterior a la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior.
2. Evaluar la carga viral de los aerosoles producidos durante y posterior a la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior usando un virus sustituto.

7. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

7.1 Tipo de Estudio

Estudio experimental *in vitro*; prueba piloto.

7.2 Población y Muestra

7.2.1 Paciente Dental Simulado

Un consultorio dental aislado y cerrado, fue utilizado para la realización de las pruebas experimentales, que posee 2 ventanas las cuales se encontraban cerradas durante los procedimientos, en el centro del consultorio de 10.5 mts² en el centro de este se encuentra el sillón dental, que posee succión y sistema de irrigación por medio de un envase en la cual se llenó de solución salina mezclado con fluoresceína o con 1 ml de bacteriófago Phi-X174, y este se encuentra fijado en la parte inferior de la unidad dental. (*ver imagen #1*) Al sillón se le adaptó un maniquí Typodont con un modelo Nissin, el cual es ajustado en la posición normal del paciente y a este modelo se le ajustaron los dientes naturales (diente 21 y 46), en los cuales se realizaron los procedimientos restaurativos en el sector anterior y posterior, para de esta manera simular el tiempo de la realización de un procedimiento de operatoria dental en pacientes.

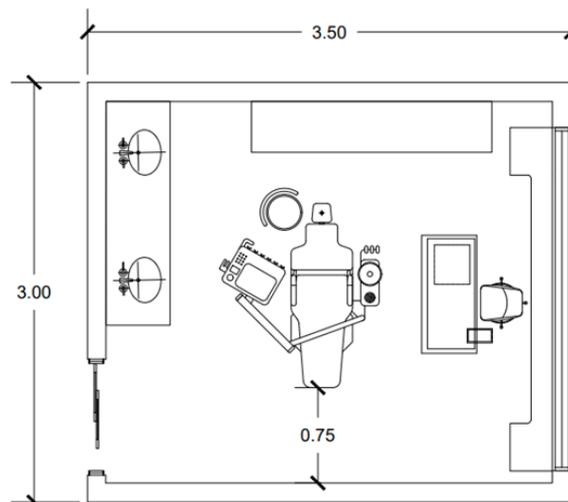


Figura # 1 . Planta arquitectónica del consultorio dental. Diseñado por Montes-Alvarado, 2022

7.2.2. Muestra

La muestra se dividió en 6 sesiones, tres sesiones utilizando fluoresceína y 3 sesiones utilizando bacteriófago por cada sector de la cavidad oral, siendo un total de 12 sesiones.

En el consultorio se posicionaron 8 cintas ubicadas desde el centro de la fuente de generación de aerosoles siguiendo las manecillas del reloj con una altura de 50 cm desde el suelo y la distancia entre dicha fuente hacia la pared, se detallan en la tabla #1 (ver figura #2)

Tabla1. Distancia de las cintas de la pared a la fuente de generación de aerosoles.

Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022

| HORA | ÁNGULOS | DISTANCIA |
|-------|---------|-----------|
| 12:00 | 90° | 100 cm |
| 1:30 | 150° | 145 cm |
| 3:00 | 0° | 238 cm |
| 4:30 | 330° | 262 cm |
| 6:00 | 270° | 221 cm |
| 7:30 | 240° | 204 cm |
| 9:00 | 180° | 213 cm |

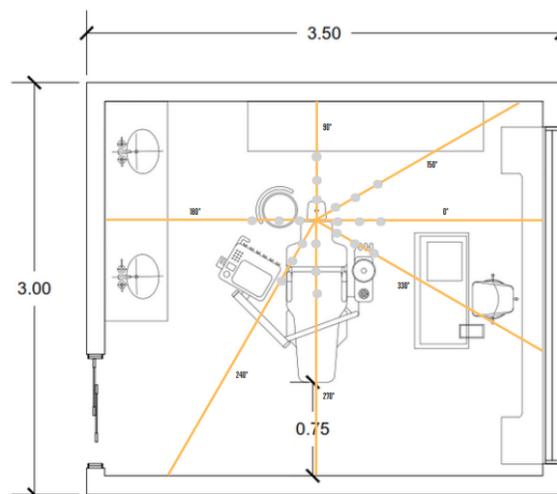


Figura # 2 . Planta arquitectónica del consultorio dental con cintas y filtros de papel. Diseñado por Montes-Alvarado, 2022

MUESTRA EN LA AEROSOLIZACIÓN CON BACTERIOFAGO PHIX174

Sobre estas se cintas se determinó una distancia de 30 cm entre cada muestra, en dónde el procedimiento de aerosolización con bacteriófago se utilizaron 35 placas de Petri con *E.coli* C600 divididas como se puede ver en la tabla #2. (Ver figura #3)

Tabla 2. Cantidad de placas de Petri con E.coli C600 por cinta en cada procedimiento. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022

| UBICACIÓN | MUESTRA |
|------------------|----------------|
| 12:00 | 5 |
| 1:30 | 5 |
| 3:00 | 5 |
| 4:30 | 5 |
| 6:00 | 5 |
| 7:30 | 5 |
| 9:00 | 5 |
| Cabeza Px | 1 |
| Pecho Px | 2 |
| Nariz Px | 1 |
| Pecho Op | 1 |
| Tapaboca Op | 2 |
| Visor | 1 |

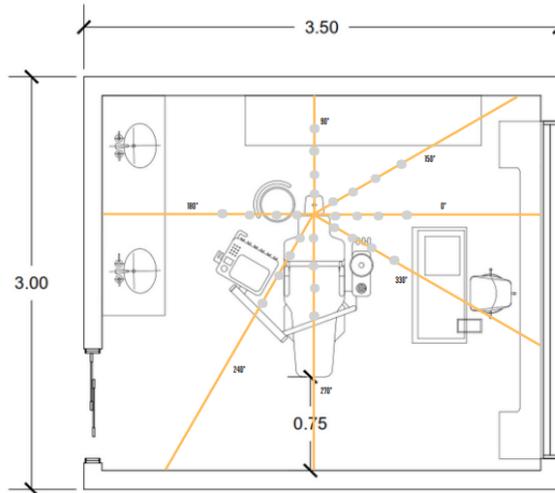


Figura # 3. Planta arquitectónica del consultorio dental con cintas y placas de Petri. Diseñado por Montes-Alvarado, 2022

Generando un total de 43 muestras por procedimiento realizado. Al concluir los tres procedimientos se obtuvo una muestra de 129 placas Petri. Luego en cada sesión se realizó cambio a los 30 y 60 minutos, en dónde las placas de Petri se ubicaron de la siguiente manera:

Tabla 3. Cantidad de placas de Petri con E.coli 6-600 por cinta en recambio a 30 y 60 min. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022.

| UBICACIÓN | ÁNGULOS | MUESTRA |
|-----------|---------|---------|
| 12:00 | 90° | 0 |
| 1:30 | 150° | 2 |
| 3:00 | 0° | 3 |
| 4:30 | 330° | 2 |
| 6:00 | 270° | 2 |
| 7:30 | 240° | 2 |
| 9:00 | 180° | 3 |
| Cabeza | | 1 |
| Pecho | | 2 |

Siendo un total de la muestra de 17 placas en los recambios a los 30 min y 60 min, al concluir cada procedimiento se obtuvo un total de 34 placas de Petri con *E.coli* 6-600.

MUESTRA EN LA AEROSOLIZACIÓN CON FLUORESCÉINA

Sobre las cintas con la altura y distancia anteriormente mencionadas, en el procedimiento de aerosolización con fluoresceína se utilizó papel de filtro con un tamaño de 5x5 cm los cuales se posicionaron de la siguiente manera:

Tabla 4. Cantidad de papeles de filtro por cinta en cada procedimiento con fluoresceína.

Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022

| UBICACIÓN | MUESTRA |
|-------------------|----------------|
| 12:00 | 3 |
| 1:30 | 3 |
| 3:00 | 3 |
| 4:30 | 3 |
| 6:00 | 3 |
| 7:30 | 3 |
| 9:00 | 3 |
| Cabeza Paciente | 1 |
| Pecho Paciente | 3 |
| Nariz Paciente | 1 |
| Mentón Paciente | 1 |
| Pecho Operador | 1 |
| Cuello Operador | 1 |
| Tapaboca Operador | 2 |
| Visor | 1 |
| Cabeza Operador | 1 |
| Manos Operador | 2 |
| Manos Asistente | 1 |
| Visor Asistente | 1 |
| Bandeja | 1 |

Generando un total de 38 muestras por procedimiento realizado. Al finalizar los tres procedimientos se obtuvo una muestra de 114 papel de filtro.

Luego en cada sesión se realizó cambio a los 30 y 60 minutos, en dónde los papeles de filtro se ubicaron de la siguiente manera:

Tabla 5. Cantidad de placas de papeles de filtro en los recambios de 30 y 60 min con fluoresceína. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022

| UBICACIÓN | MUESTRA |
|-----------------|---------|
| 12:00 | 3 |
| 1:30 | 3 |
| 3:00 | 3 |
| 4:30 | 3 |
| 6:00 | 3 |
| 7:30 | 3 |
| 9:00 | 3 |
| Cabeza Paciente | 1 |
| Pecho Paciente | 3 |
| Nariz Paciente | 1 |
| Mentón Paciente | 1 |
| Bandeja | 1 |

Siendo un total de la muestra de 28 en los recambios a los 30 min y 60 min, al concluir cada procedimiento se obtuvo un total de 56 papeles de filtro.

7.3 Materiales y Métodos

El procedimiento se realizó dentro de un consultorio odontológico, donde el espacio se preparó ubicando principalmente un maniquí en la silla odontológica dejándolo estable y restringiendo el movimiento, simulando de esta manera al paciente, a nivel de la cavidad

bucal en donde se utilizó un modelo de ivorina adaptado con dientes naturales (diente 21 y 46) a los cuales se les realizaron procedimientos de operatoria dental.

Para los procedimientos se dividió la muestra en dos grupos, los cuales fueron con aerosolización de: Fluorescencia o Bacteriófago PhiX174, en donde se realizaron dos tratamientos de operatoria dental similares en el sector anterosuperior y posteroinferior así de esta manera poder observar la cantidad de aerosoles que se generan entre ambos procedimientos.

El entorno se preparó ubicando 8 cintas en diferentes posiciones de acuerdo con las manecillas del reloj, comenzando en el siguiente orden de horas, 12:00pm, 1:30pm, 3:00pm, 4:30pm, 6:00pm, 7:30pm y 9:00pm, estas cintas como ya fue mencionado anteriormente, se ubicaron desde la fuente de generación de aerosoles extendiéndose hasta la pared con una altura de 50cm del suelo, una vez ubicadas se posicionaron las placas de Petri y/o los filtros de papel como se encuentra descrito previamente. *(Ver figura #2)*

PROCEDIMIENTO CON BACTERIOFAGO PhiX174 EN SECTOR ANTEROSUPERIOR

Las placas de Petri con Agar Agar contienen *E.coli* C600, estas placas nos permitieron poder captar la presencia del virus inocuo (bacteriófagos PhiX174) sobre cada cinta se posicionaron cinco placas con una distancia entre sí de 30 cm *(ver figura #3)*, a su vez se colocaron placas adicionales en cabeza, nariz y pecho del maniquí, así como en pecho, visor y tapabocas del operador, el procedimiento de aerosolización con bacteriófago se realizó en 3 sesiones por día, generando un total de 43 muestras por procedimiento realizado. Al concluir los tres procedimientos se obtuvo una muestra de 129 placas Petri. Luego de cada sesión se realizaron recambios a los 30 y 60 minutos, siendo un total de la muestra de 17 placas utilizadas en los recambios, al finalizar cada procedimiento se obtuvo un total de 34 placas de Petri. *(Ver figura #3)*

PROCEDIMIENTO CON BACTERIOFAGO PHIX174 EN SECTOR POSTEROINFERIOR

Una vez preparado el espacio del consultorio y con la previa disolución de 1 ml de bacteriófago PhiX174 en 500 ml de solución salina (*ver figura #3*), como se encuentra descrito previamente, se prepara el operador para iniciar con el tratamiento de una restauración clase II MO del diente 46. Se inició con la preparación utilizando una pieza de mano de alta velocidad de alto torque, push button (*KAVO, Biberach, Germany*), que presenta únicamente una salida de irrigación, con la cual se utilizaron fresas de diamante halo azul, rojo y amarillo (*JOTA*), para realizar la eliminación del tejido cariado, eliminando el punto de contacto con fresas diamantadas, siendo un total de tiempo de preparación de dos minutos, posteriormente se prosiguió realizando técnica de grabado total por 20s, posterior a esto se aplicó adhesivo dentinal (*3M Adapter Single Bond*) por 30 segundos, colocando aire para evaporar el solvente, se realiza fotopolimerización por 20s. Procediendo a colocar la resina Filtek Z350 de 3M en esmalte y Body color A2 polimerizando cada incremento por 20s, finalizando con el protocolo de terminado, pulido y brillo de la resina. A continuación, se describe los tiempos de cada uno de los pasos de cada una de las sesiones. (*Ver figura #4*)

Tabla 6. Tiempos de preparación de restauración clase II-MO en diente 46 con bacteriófago PhiX174 (virus sustituto). Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022

| PROCEDIMIENTO | Tiempo de Preparación | Tiempo de Restauración | Tiempo de Acabado y Pulido | Tiempo total de Aerosolización | TOTAL |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Procedimiento 1 | 2 minutos | 8 minutos | 4 minutos | 6 minutos | 14 minutos |
| Procedimiento 2 | 2 minutos | 9 minutos | 4 minutos | 6 minutos | 16 minutos |
| Procedimiento 3 | 3 minutos | 6 minutos | 5 minutos | 8 minutos | 14 minutos |

Cabe mencionar que durante la realización del procedimiento 3 con bacteriófago Phi-X174, se utilizó un purificador de aire KEENPURE (*con filtro cilíndrico true HEPA*), a una distancia de 45 cm de la zona de generación de aerosoles, con una altura de 35 cm el cual fue activado 5 minutos previo al inicio del procedimiento, durante los 14 minutos totales del

procedimiento y hasta 60 minutos posterior a la finalización del procedimiento, para así observar si se encontraba alguna diferencia entre la cantidad de aerosoles durante y posterior a la restauración, así como también observar si es un método viable para la mitigación de aerosoles dentro del consultorio dental y en sesiones de procedimientos entre pacientes en el día a día.

PROCEDIMIENTO CON FLUORESCENCIA EN SECTOR ANTEROSUPERIOR

Para la toma de muestra con fluorescencia, sobre las mismas cintas, se ubicaron filtros de papel con un tamaño de 5x5 cm a una distancia entre sí de 30 cm (*ver figura #2*), que nos permitieron observar la diseminación, el tamaño y el patrón de los aerosoles en cada uno de los procedimientos y colocando filtros adicionales en cabeza, nariz y pecho del paciente, así como en muñecas pecho, cuello, visor y tapabocas del operador, muñecas y visor del asistente y por último en la bandeja de la unidad dental. Por sesión se generó un total de 38 muestras por procedimiento realizado.

Al concluir los tres procedimientos se obtuvo una muestra de 114 papel de filtro. Luego en cada sesión se realizó cambio a los 30 y 60 minutos, en dónde se obtuvo un total de la muestra de 28 filtros, al concluir cada procedimiento se adquirió un total de 56 papeles de filtro, tanto para el sector anterosuperior como para el sector posteroinferior. Una vez preparado el espacio y el operador, se procedió a iniciar con las sesiones con fluoresceína al 2.5%, se diluyó la fluoresceína dentro del contenedor de agua del sillón dental mezclada con solución salina. Posterior a esto se comenzó con el tratamiento restaurador, iniciando en el sector anterosuperior en el diente 21 en el cual se realizó una restauración clase IV, en donde se procedió a realizar la preparación de la cavidad con pieza de mano de alta velocidad push button (*KAVO, Biberach, Germany*), que presenta únicamente una salida de irrigación y fresas de diamante halo rojo y amarillo (*JOTA*), generando un bisel por la superficie vestibular y palatina, una vez finalizada la preparación, se colocó ácido fosfórico (*Super Etch SDI*), que se colocó con un microbrush por 15s, se realiza lavado con agua de la jeringa tripe por 30s, se colocó adhesivo dental (*3M Adapter Single Bond*) por 30s, aplicando aire para así evaporar el solvente, se realizó fotopolimerización por 20s. se procedió a la colocación de la resina (*3M*

Filtek Z350) en color esmalte, body y dentina, realizando técnica de estratificación; se finaliza con el sistema completo de pulido con discos softlex (*3M ESPE*) y fresas de diamante de halo amarillo (*JOTA*), finalizado con el paso de felpa para pulido (*JOTA*), siendo el tiempo total del procedimiento 26 minutos. (*Ver figura #5*)

Análisis de muestra

Los filtros de papel utilizados para la recolección de aerosoles generados mediante el método de fluorescencia fueron analizados realizando la captura de imágenes de cada uno de los filtros (n=10), para un total de 2,820 fotografías, usando un microscopio de fluorescencia acoplado al software Zeiss AXIO Imager.M 2, y al sistema colibrí por medio del sistema ZEN Pro Blue Edition. Para la visualización de las imágenes se utilizó una longitud de onda de 594 nm. Estas imágenes fueron analizadas posteriormente usando el programa ImageJ (v1.53b, U.S. National Institutes of Health; MD, USA) el cual calcula la superficie de las partículas de microgotas, los datos fueron registrados en una hoja de cálculo de Excel (365, Microsoft, WA, USA) en dónde se sacó el dato total de partículas presentes por condición y posición y la desviación estándar del tamaño de las partículas por pixeles de cada una de las muestras.

PROCEDIMIENTO CON FLUORESCENCIA EN SECTOR POSTEROINFERIOR

En el mismo consultorio y con la ubicación de las cintas con la colocación de los filtros descritos previamente (*ver figura #2*), se prosiguió con la realización del procedimiento restaurador en el sector posteroinferior en la unidad dentaria número 46, en donde se realizó una restauración clase II - MO, mediante una pieza de alta velocidad, se utilizaron fresas de diamante halo azul, rojo y amarillo (*JOTA*), para realizar la eliminación del tejido cariado, eliminando el punto de contacto con fresas diamantadas, siendo un total de tiempo de preparación de dos minutos, posteriormente se procede a realizar técnica de grabado total por 20s, continuando con la aplicación del adhesivo dentinal (*3M Adapter Single Bond*) por 30s, se aplicó aire a través de la jeringa triple para evaporar el solvente, siguiendo con la fotopolimerización del mismo por 20s. Procediendo a colocar la resina *Filtek Z350* de 3M en

esmalte y Body color A2 polimerizando cada incremento por 20s, siendo un tiempo total de la restauración de ocho minutos. (Ver figura #5)

Se termina realizando protocolos de terminado, pulido y brillo de la resina con un tiempo total de tres minutos. Contabilizando un tiempo total de aerosolización en el sector posterior de seis minutos con un tiempo total de 13 minutos desde el inicio hasta el final de la sesión.

A continuación, se describen los tiempos exactos de cada una de las sesiones realizadas.

Tabla 7. Tiempos de preparación de restauración clase II-MO en diente 46 con fluoresceína. Datos y diseño de tabla por León-Carrero & Montes-Alvarado, 2022

| Tiempos de Preparación de Restauración Clase II -MO en diente 46 | | | | | |
|---|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| PROCEDIMIENTO | Tiempo de Preparación | Tiempo de Restauración | Tiempo de Acabado y Pulido | Tiempo total de Aerosolización | TOTAL |
| Procedimiento 1 | 2 minutos | 8 minutos | 3 minutos | 5 minutos | 13 minutos |
| Procedimiento 2 | 2 minutos | 7 minutos | 4 minutos | 6 minutos | 14 minutos |
| Procedimiento 3 | 2 minutos | 9 minutos | 4 minutos | 6 minutos | 15 minutos |

Posterior a cada procedimiento se realizaron recambios a los 30 min y 60 min, al concluir cada procedimiento se obtuvo un total de 28 filtros por recambio generando un total de 56 papeles de filtro al finalizar.

Cepas bacterianas y virales:

Los bacteriófagos son macromoléculas virales compuesta por material genético y recubierta por una capa de proteínas, que afecta directamente a la bacteria, motivo por el cual no es perjudicial para los humanos.

El virus no es una partícula viva por ende estos no tienen la capacidad de producir energía ni proteínas por sí mismo, por ese motivo para poder multiplicarse tienen estructuras en su superficie que les permite ser reconocidos por una proteína o célula huésped, en el caso del SARS-CoV-2, el receptor que reconoce al virus es el AC2. Cada bacteriófago PhiX174, tiene su especificidad como por ejemplo para esta investigación, el bacteriófago PhiX174, utiliza el

EC600 que tiene receptores que al entrar en contacto hace un proceso de lisis, lo que permite que se pueda realizar un seguimiento cuantitativo y cualitativo.

Se realizó la amplificación del bacteriófago PhiX174 en agar Luria Bertani (LB). El bacteriófago fue adicionado cuando alcanzó 0.1 (OD_{600nm}) y la incubación se llevó a cabo por 2 a 3 horas hasta que la mayoría de las células se hayan lisado. Las células y el debris fueron removidos del lisado de fago por centrifugación a 3500 revoluciones por minuto (RPM) por 10 min a temperatura ambiente. El sobrenadante que contiene el fago se pasó por un filtro de 0.45 µm y luego se mantuvo a 4°C. Esta solución se denomina stock o solución de trabajo. Antes de iniciar cada procedimiento se vertió un inóculo viral de 10¹⁰ partículas de fago para garantizar el contenido viral en los aerosoles generados durante cada experimento. Tanto el operador como el asistente usaron todas las medidas de bioseguridad con equipo de EPP como guantes, máscara facial, monogafas, bata, careta y gorro. Las placas también fueron colocadas en varios puntos alrededor de la unidad como se describió anteriormente. Cada placa Petri de cada sesión fue codificada con respecto a su posición, distancia y sesión o recambio. La aerosolización fue realizada con solución salina, la cual fue vertida en el reservorio de agua de la unidad y a esta se le adicionaron los bacteriófagos previo a cada procedimiento.

7.3 Hipótesis

Ho:

- a. No existen diferencias entre la distancia, tamaño, permanencia en el aire de aerosoles producidos durante y después de la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior.
- b. No existen diferencias significativas en la carga viral de los aerosoles producidos durante y posterior a la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior usando un virus aerosolizable sustituto.

Ha:

- a. Existen diferencias significativas entre la distancia, tamaño y permanencia en el aire de aerosoles producidos durante y después de la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior.

Ho:

- b. Existen diferencias significativas en la carga viral de los aerosoles producidos durante y después de la realización de tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior usando un virus aerosolizable sustituto.

8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

8.1 Sustento legal

Este estudio no se debió de someter a un comité de ética, ya que se realizó de manera *in-vitro*, realizado en dientes de ivorina. En cuanto a la revisión de literatura, se realizó en base a la evidencia y literatura científica, respetando los derechos de autor

8.2 Defina y enmarque la investigación en el nivel de riesgo ético

De acuerdo con la RESOLUCIÓN NÚMERO 8430 DE 1993, TÍTULO II, CAPÍTULO I, ARTÍCULO 1, se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Este estudio se realiza dentro las instalaciones indicadas y con un equipo de laboratorio de acuerdo con las normas técnicas, que garantizan el manejo seguro del material biológico, así como también se adiestra al personal sobre la manipulación, transporte, utilización, descontaminación y eliminación de desechos.

Según el CAPÍTULO I, ARTÍCULO 11, este estudio de investigación se clasifica como una investigación **sin riesgo** ya que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales ya que no hay participantes dentro de este estudio. Es una investigación sin riesgo porque no se realiza sobre seres humanos y los reactivos, cepas y virus no generan un riesgo para ninguna persona, incluida los investigadores.

De acuerdo con el TÍTULO IV, CAPÍTULO I, ARTÍCULO 63, el presente estudio se encuentra dentro de la clasificación de riesgo como una investigación con microorganismos patógenos o material biológico que pueda contenerlos, clasificado como un grupo de **riesgo I**: Microorganismos que representan escaso riesgo para el individuo y para la comunidad. Ya que para la preparación del material biológico se realiza en un laboratorio básico de microbiología donde se prepara los fagos con la finalidad de que estos penetren al E-coli, de

esta manera cuando se observa microscópicamente se pueda observar orificios en la placa petri, lo cual indica la presencia de fagos dentro del E-coli.

8.3 Consentimiento y asentimiento informado

No aplica.

9. RESULTADOS

Para la realización de este estudio, se planteó realizar tratamiento de operatoria dental en un diente anterosuperior (11) y posteroinferior (46), en un consultorio dental adaptado, que posee dos ventanas las cuales se encontraban cerradas durante los procedimientos, en el centro del consultorio de 10.5 mts² se encuentra ubicado el sillón dental. *(ver figura #1)* Se realizaron dos tipos de experimentos en ambas condiciones, el primero fue realizado por medio de aerosolización de fluorescencia y el segundo experimento fue realizado mediante la aerosolización del bacteriófago PhiX174. En ambos experimentos, se realizaron 2 réplicas del procedimiento original, siendo un total de 3 aerosalizaciones con las mismas condiciones y un recambio en cada uno de ellos a los 30 y 60 min de finalizado el procedimiento.

Aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores

Dentro de un consultorio se ubicaron cintas siguiendo la dirección de las manecillas del reloj, comenzando en el siguiente orden de horas, 12:00pm, 1:30pm, 3:00pm, 4:30pm, 6:00pm, 7:30pm y 9:00pm y sobre estas se colocaron los filtros de papel de 5x5 cm a una distancia de 30 cm, 60 cm y 90 cm de la zona de generación de aerosoles. *(ver figura #2)* Luego, se prosiguió con la realización del procedimiento restaurador en el sector posteroinferior en el diente 46, en donde se realizó una restauración clase II – MO.

En total se analizaron 282 muestras de papeles de filtro, las cuales presentaron partículas de fluorescencia, a cada papel de filtro se le tomaron 10 registros fotográficos por medio de fotografía de fluorescencia, de los cuales para los resultados se utilizó una de ellas con un área de 200 μM , se analizaron los datos de 37 muestras para el procedimiento #1, y 27 muestras para el recambio de 30 y 60 min. Así mismo también se tienen resultados de 2 procedimientos y recambios replicando el procedimiento de cada condición y ubicación, utilizando las mismas condiciones.

Se observó una tendencia de mayor presencia de aerosoles al realizar el procedimiento en: manos, pecho, cuello, mascarilla y visor del operador, visor y manos del asistente, en la bandeja, así como en el mentón, nariz, cabeza y peto del paciente. Siendo estas las zonas de

mayor concentración (*ver tablas #8, tabla #11 y tabla #14*) (*ver de figuras #1 -#12 y #22 a #26*).

Durante la generación de los aerosoles mediante la realización del procedimiento, estos tuvieron un patrón de diseminación fuera de la zona del paciente, operador y asistente. Las cintas poseían filtros para la recolección de las partículas de fluorescencia que se encontraban ubicadas alrededor del sillón dental siguiendo las horas de las manecillas del reloj. Teniendo así en el procedimiento #1 en la: 1:30 pm a 60cm, 3:00 pm a 30cm, 4:30 pm a 60cm y 9:00 pm a 30cm y 60 cm de la zona de generación de aerosol. (*ver tabla #8*) (*ver de figuras #13 a figura #16*).

En el procedimiento #2 fue en 1:30pm a 90cm, 3:00 pm a 30cm, 4:30 pm a 30cm, 6:00 pm a 30cm y 12:00 a 30cm y 60cm de la zona de generación de aerosol. (*ver tabla #11*) (*ver de figuras #17 a figura #21*).

En el procedimiento #3 fue en 1:30pm a 30cm, 3:00 pm a 30cm a 90cm, 7:30 pm a 60cm, 9:00 pm a 30cm y 12:00 a 60cm y 90cm de la zona de generación de aerosol. (*ver tabla #14*) (*ver de figuras #27 a figura #32*).

De igual manera, se realizó una evaluación de la persistencia de las partículas en el aire a 30 minutos y 60 minutos de finalizado el procedimiento. Se encontró que a los 30 minutos de finalizado el procedimiento #1 en la recolección, se observó una mayor presencia de partículas en la zona de generación de aerosol, en donde el paciente se encontraba en el sillón dental en: frente, nariz y mentón del paciente, así como en la zona del peto (*ver de figuras #33 a figura #36*); Y el patrón de diseminación se encontró con mayor presencia de partículas en: 1:30 pm a 60cm y 90cm, 3:00 pm a 30 cm y 12:00md a 90cm. (*ver tabla #9*) (*ver de figuras #37 a figura #39*). En el procedimiento #2 en la recolección a los 30 min se encontró mayor presencia de partículas en: 1:30 pm a 30cm y 90cm, 4:30 pm a 30cm y 60cm, 6:00 pm a 30cm, 7:30 pm a 30cm y 60cm y en 9:00 pm a 60cm y 90cm. (*ver tabla #12*) (*ver de figuras #40 a figura #46*).

En la evaluación de la presencia de las partículas a los 60 minutos, se observó en los tres recambios en la zona de generación de aerosol, en la zona del mentón, nariz, frente del paciente y en el área del peto, una alta presencia de partículas posterior a 60 minutos del procedimiento. La diseminación en el consultorio se encontró en el recambio del procedimiento #1 en: 1:30 pm en 30cm hasta 90cm, 3:00 pm a 60cm, 12:00 md a 60cm. (*ver*

tabla #10) (ver de figuras #47 a figura #49), en el recambio del procedimiento #2 se encontró mayor presencia de partículas en: 1:30 pm a 60cm, 4:30 pm a 60cm, 9:00 pm a 60cm y 9:00 pm a 60cm y 90cm (ver tabla #13) (ver de figuras #50 a figura #52). En el recambio del procedimiento #3 se encontró mayor presencia de partículas en: 1:30 pm, 4:30 pm 6:00 pm y 7:30 pm de 30cm hasta 90cm de distancia y en 12:00 cm a 90cm. (ver tabla #15) (ver de figuras #53 a figura #55).

Tabla 8. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #1. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022.

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 1 | | | |
|---|-------|----------------------------|---|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 82 | 1-1848 ± 43.9 |
| | 60 cm | 1,141 | 1-1990 ± 80.47 |
| | 90 cm | 51 | 1-1849 ± 47.87 |
| 3:00 | 30 cm | 602 | 1-1983 ± 64.29 |
| | 60 cm | 27 | 1-1848 ± 43.83 |
| | 90 cm | 11 | 1-1848 ± 49.82 |
| 4:30 | 30 cm | 751 | 1-1848 ± 65.73 |
| | 60 cm | 2,246,363,753 | 1-58,450 ± 1,056.98 |
| | 90 cm | 207 | 1-1848 ± 44.09 |
| 6:00 | 30 cm | 146 | 1-1848 ± 44.08 |
| | 60 cm | 50 | 1-1848 ± 8.70 |
| | 90 cm | 243 | 1-1848 ± 46.05 |
| 7:30 | 30 cm | 92 | 1-1848 ± 49.92 |
| | 60 cm | 38 | 1-1848 ± 43.85 |
| | 90 cm | 78 | 1-1848 ± 43.90 |
| 9:00 | 30 cm | 489 | 1-1848 ± 47.58 |
| | 60 cm | 473 | 1-1848 ± 55.35 |
| | 90 cm | 114 | 1-1848 ± 49.98 |
| 12:00 | 30 cm | 169 | 1-1848 ± 44.12 |
| | 60 cm | 19 | 1-1848 ± 43.82 |

| | | | |
|--------------------------------------|-------|--------|-------------------|
| | 90 cm | 198 | 1-1848 ± 44.09 |
| Cabeza Operador | | 51 | 1-1848 ± 43.85 |
| Cuello Operador | | 208 | 1-1848 ± 44.30 |
| Frente Paciente | | 275 | 1-1848 ± 44.75 |
| Mano Derecha Asistente | | 63 | 1-1848 ± 43.88 |
| Mano Derecha Operador | | 175 | 1-1848 ± 44.15 |
| Mano Izquierda Asistente | | 234 | 1-1848 ± 44.49 |
| Mano Izquierda Operador | | 12,814 | 1-2776 ± 307.47 |
| Mascarilla Derecha Operador | | 3,494 | 1-1848 ± 117.98 |
| Mascarilla Izquierda Operador | | 432 | 1-1848 ± 45.77 |
| Nariz Paciente | | 2,455 | 1- 3,702 ± 94.11 |
| Pecho Operador | | 2,489 | 1-7,274 ± 108.37 |
| Peto #1 | | 733 | 1-1848 ± 58.54 |
| Peto #2 | | 4,808 | 1-41,023 ± 257.66 |
| Peto #3 | | 1,867 | 1-3290 ± 93.56 |
| Visor Asistente | | 1,627 | 1- 1848 ± 75.65 |
| Visor Operador | | 3,985 | 1- 1848 ± 171.99 |

Tabla 9. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #1 – Recambio 30 min Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 1 - Recambio 30 min | | | |
|--|-------|-----------------------------------|--|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 78 | 1-1848 ± 44.17 |
| | 60 cm | 1,818 | 1-2291 ± 143.76 |
| | 90 cm | 1,408 | 1-9128 ± 128.19 |
| 3:00 | 30 cm | 71 | 1-1848 ± 43.94 |
| | 60 cm | 39 | 1-1848 ± 8.61 |
| | 90 cm | 28 | 1-1848 ± 43.97 |
| 4:30 | 30 cm | 32 | 1-1848 ± 43.89 |

| | | | |
|------------------------|-------|-----|----------------|
| | 60 cm | 34 | 1-1848 ± 44.91 |
| | 90 cm | 22 | 1-1849 ± 43.82 |
| 6:00 | 30 cm | 8 | 1-1848 ± 43.82 |
| | 60 cm | 8 | 1-1848 ± 43.82 |
| | 90 cm | 31 | 1-1848 ± 43.85 |
| 7:30 | 30 cm | 20 | 1-1848 ± 43.83 |
| | 60 cm | 11 | 1-1848 ± 43.83 |
| | 90 cm | 10 | 1-1848 ± 43.81 |
| 9:00 | 30 cm | 35 | 1-1848 ± 43.84 |
| | 60 cm | 14 | 1-1848 ± 43.82 |
| | 90 cm | 11 | 1-1848 ± 43.82 |
| 12:00 | 30 cm | 86 | 1-1848 ± 48.08 |
| | 60 cm | 84 | 1-1848 ± 46.37 |
| | 90 cm | 101 | 1-1848 ± 44.32 |
| Frente Paciente | | 61 | 1-1848 ± 43.96 |
| Mentón Paciente | | 18 | 1-1848 ± 43.85 |
| Nariz Paciente | | 41 | 1-1848 ± 49.84 |
| Peto #1 | | 60 | 1-1848 ± 44.50 |
| Peto #2 | | 131 | 1-1848 ± 44.13 |
| Peto #3 | | 121 | 1-1848 ± 44.05 |

Tabla 10. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #1 – Recambio 60 min Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 1 - Recambio 60 min | | | |
|--|-------|-----------------------------------|--|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 638 | 1-32399 ± 215.06 |
| | 60 cm | 21 | 1-1848 ± 43.83 |
| | 90 cm | 295 | 1-6862 ± 94.00 |
| 3:00 | 30 cm | 10 | 1-1848 ± 43.83 |
| | 60 cm | 77 | 1-1848 ± 45.18 |
| | 90 cm | 13 | 1-1848 ± 44.20 |
| 4:30 | 30 cm | 8 | 1-1848 ± 43.82 |

| | | | |
|------------------------|-------|-----|------------------|
| | 60 cm | 21 | 1-1848 ± 43.83 |
| | 90 cm | 11 | 1-1848 ± 43.82 |
| 6:00 | 30 cm | 62 | 1-1848 ± 43.94 |
| | 60 cm | 16 | 1-1848 ± 43.86 |
| | 90 cm | 24 | 1-1848 ± 45.21 |
| 7:30 | 30 cm | 19 | 1-1848 ± 49.86 |
| | 60 cm | 9 | 1-1848 ± 43.82 |
| | 90 cm | 18 | 1-1848 ± 43.83 |
| 9:00 | 30 cm | 35 | 1-1848 ± 48.20 |
| | 60 cm | 11 | 1-1848 ± 8.55 |
| | 90 cm | 16 | 1-1848 ± 43.84 |
| 12:00 | 30 cm | 9 | 1-1848 ± 43.82 |
| | 60 cm | 127 | 1-15037 ± 127.97 |
| | 90 cm | 31 | 1-1848 ± 43.86 |
| Frente Paciente | | 35 | 1-1848 ± 43.83 |
| Mentón Paciente | | 113 | 1-1848 ± 44.04 |
| Nariz Paciente | | 231 | 1-1848 ± 44.83 |
| Peto #1 | | 102 | 1-1848 ± 44.13 |
| Peto #2 | | 145 | 1-1848 ± 44.85 |
| Peto #3 | | 35 | 1-1848 ± 43.83 |

Tabla 11. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022.

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 2 | | | |
|--|-------|-----------------------------------|--|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 550 | 1-4314 ± 96.02 |
| | 60 cm | 573 | 1-7104 ± 100.60 |
| | 90 cm | 2136 | 1-4551 ± 2136.00 |
| 3:00 | 30 cm | 82699 | 1-12763 ± 140.75 |
| | 60 cm | 339 | 1-3397 ± 68.34 |
| | 90 cm | 850 | 1-7704 ± 138.12 |
| 4:30 | 30 cm | 3650 | 1-3613 ± 143.34 |
| | 60 cm | 191 | 1-616 ± 33.39 |
| | 90 cm | 121 | 1-616 ± 27.87 |
| 6:00 | 30 cm | 2471 | 1-19328 ± 155.86 |
| | 60 cm | 403 | 1-2295 ± 61.37 |
| | 90 cm | 170 | 1-616 ± 27.81 |
| 7:30 | 30 cm | 209 | 1-616 ± 32.86 |
| | 60 cm | 3855 | 1-3872 ± 127.16 |
| | 90 cm | 186 | 1-616 ± 28.61 |
| 9:00 | 30 cm | 288 | 1-749 ± 42.31 |
| | 60 cm | 200 | 1-616 ± 29.27 |
| | 90 cm | 367 | 1-616 ± 48.33 |
| 12:00 | 30 cm | 2747 | 1-8305 ± 166.72 |
| | 60 cm | 2674 | 1-3316 ± 148.59 |
| | 90 cm | 62 | 1-616 ± 31.83 |
| Bandeja | | 2766 | 1-5480 ± 174.19 |
| Cabeza Operador | | 62 | 1-3696 ± 62.04 |
| Cuello Operador | | 140 | 1-3696 ± 61.63 |
| Frente Paciente | | 2519 | 1-12412 ± 200.23 |
| Mano Derecha Asistente | | 974 | 1-3696 ± 68.07 |
| Mano Derecha Operador | | 798 | 1-3696 ± 63.37 |
| Mano Izquierda Asistente | | 3004 | 1-4242 ± 148.10 |

| | | |
|--------------------------------------|------|------------------|
| Mano Izquierda Operador | 177 | 1-3696 ± 62.39 |
| Mascarilla Derecha Operador | 61 | 1-3208 ± 56.99 |
| Mascarilla Izquierda Operador | 46 | 1-3209 ± 56.98 |
| Nariz Paciente | 2776 | 1-22339 ± 170.16 |
| Pecho Operador | 302 | 1-3696 ± 61.66 |
| Peto #1 | 4501 | 1-3696 ± 96.93 |
| Peto #2 | 3270 | 1-3699 ± 115.39 |
| Peto #3 | 3647 | 1-3696 ± 105.56 |
| Visor Asistente | 1257 | 1-3696 ± 67.52 |
| Visor Operador | 4245 | 1-3696 ± 117.79 |
| Pecho Operador | 302 | 1-3696 ± 61.66 |
| Mentón Paciente | 4772 | 1-3696 ± 119.34 |

Tabla 12. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 - Recambio 30 min. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 2 - Recambio 30 min | | | |
|--|-------|-----------------------------------|--|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 2818 | 1-3837 ± 171.93 |
| | 60 cm | 493 | 1-8803 ± 114.89 |
| | 90 cm | 282 | 1-2080 ± 81.40 |
| 3:00 | 30 cm | 29 | 1-616 ± 26.26 |
| | 60 cm | 152 | 1-616 ± 36.24 |
| | 90 cm | 155 | 1-616 ± 32.48 |
| 4:30 | 30 cm | 1854 | 1-29330 ± 210.43 |
| | 60 cm | 72 | 1-617 ± 12.54 |
| | 90 cm | 2545 | 1-8258 ± 210.84 |
| 6:00 | 30 cm | 1803 | 1-4738 ± 126.17 |
| | 60 cm | 482 | 1-1032 ± 85.46 |
| | 90 cm | 251 | 1-2210 ± 62.25 |
| 7:30 | 30 cm | 2363 | 1-19163 ± 208.78 |

| | | | |
|------------------------|-------|------|------------------|
| | 60 cm | 135 | 1-616 ±31.67 |
| | 90 cm | 1630 | 1-14987 ± 185.22 |
| 9:00 | 30 cm | 162 | 1-616 ± 29.98 |
| | 60 cm | 2751 | 1-18452 ± 245.85 |
| | 90 cm | 2560 | 1-11863 ± 261.19 |
| 12:00 | 30 cm | 125 | 1-616 ± 27.38 |
| | 60 cm | 25 | 1-616 ± 26.79 |
| | 90 cm | 219 | 1-2557 ± 91.47 |
| Frente Paciente | | 149 | 1-616 ± 40.48 |
| Mentón Paciente | | 29 | 1-616 ± 30.11 |
| Nariz Paciente | | 655 | 1-2703 ± 113.37 |
| Peto #1 | | 1407 | 1-31762 ± 187.61 |
| Peto #2 | | 28 | 1-616 ± 26.80 |
| Peto #3 | | 216 | 1-2050 ± 61.59 |

Tabla 13. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 -Recambio 60 min. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 2 - Recambio 60 min | | | |
|--|-------|-----------------------------------|--|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 172 | 1-816 ± 55.26 |
| | 60 cm | 865 | 1-24568 ± 168.56 |
| | 90 cm | 56 | 1-616 ± 26.96 |
| 3:00 | 30 cm | 19 | 1-616 ± 26.34 |
| | 60 cm | 16 | 1-616 ± 26.78 |
| | 90 cm | 26 | 1-616 ± 27.35 |
| 4:30 | 30 cm | 73 | 1-616 ± 27.20 |
| | 60 cm | 192 | 1-616 ± 31.99 |
| | 90 cm | 45 | 1-616 ± 26.98 |
| 6:00 | 30 cm | 26 | 1-620 ± 28.47 |
| | 60 cm | 53 | 1-616 ± 26.70 |
| | 90 cm | 35 | 1-616 ± 27.20 |
| 7:30 | 30 cm | 34 | 1-616 ± 26.90 |

| | | | |
|------------------------|-------|------|------------------|
| | 60 cm | 75 | 1-616 ± 26.98 |
| | 90 cm | 15 | 1-616 ± 26.95 |
| 9:00 | 30 cm | 90 | 1-616 ± 26.79 |
| | 60 cm | 277 | 1-869 ± 51.85 |
| | 90 cm | 55 | 1-616 ± 28.09 |
| 12:00 | 30 cm | 648 | 1-16053 ± 144.71 |
| | 60 cm | 1094 | 1-15861 ± 179.60 |
| | 90 cm | 2319 | 1-24943 ± 217.58 |
| Frente Paciente | | 598 | 1-9421 ± 113.56 |
| Mentón Paciente | | 1664 | 1-16481 ± 176.31 |
| Nariz Paciente | | 1267 | 1-63764 ± 71 |
| Peto #1 | | 2254 | 1-38302 ± 849.02 |
| Peto #2 | | 80 | 1-616 ± 86.57 |
| Peto #3 | | 2090 | 1-6155 ± 230.62 |

Tabla 14. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #3. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 3 | | | |
|--|-------|-----------------------------------|--|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 2,044 | 1-17878 ± 208.78 |
| | 60 cm | 25 | 1-616 ± 29.24 |
| | 90 cm | 360 | 1-3334 ± 69.08 |
| 3:00 | 30 cm | 2737 | 1-5770 ± 143.50 |
| | 60 cm | 2313 | 1-5790 ± 276.11 |
| | 90 cm | 3920 | 1-8467 ± 211.61 |
| 4:30 | 30 cm | 448 | 1-3427 ± 76.33 |
| | 60 cm | 819 | 1-917 ± 52.20 |
| | 90 cm | 40 | 1-616 ± 27.91 |
| 6:00 | 30 cm | 64 | 1-616 ± 26.62 |
| | 60 cm | 167 | 1-616 ± 42.93 |

| | | | |
|--------------------------------------|-------|------------|------------------|
| | 90 cm | 241 | 1-616 ± 60.20 |
| 7:30 | 30 cm | 398 | 1-616 ± 41.28 |
| | 60 cm | 1367 | 1-3846 ± 140.95 |
| | 90 cm | 45 | 1-785 ± 96.85 |
| 9:00 | 30 cm | 676 | 1-616 ± 50.89 |
| | 60 cm | 27 | 1-616 ± 27.01 |
| | 90 cm | 32 | 1-616 ± 27.03 |
| 12:00 | 30 cm | 374 | 1-616 ± 31.89 |
| | 60 cm | 2415 | 1-12468 ± 200.98 |
| | 90 cm | 1586 | 1-11931 ± 192.13 |
| Cabeza Operador | | 2888 | 1-27490 ± 213.56 |
| Cuello Operador | | 3169 | 1-11664 ± 293.36 |
| Frente Paciente | | 5824 | 1-21913 ± 239.10 |
| Mano Derecha Asistente | | 2415 | 1-12395 ± 182.53 |
| Mano Derecha Operador | | 3437 | 1-2433 ± 197.70 |
| Mano Izquierda Asistente | | 2844 | 1-18150 ± 183.67 |
| Mano Izquierda Operador | | 1377 | 1-10172 ± 170.02 |
| Mascarilla Derecha Operador | | 3137 | 1-3934 ± 153.65 |
| Mascarilla Izquierda Operador | | 2609 | 1-2110 ± 165.35 |
| Nariz Paciente | | 2332 | 1-18278 ± 219.85 |
| Pecho Operador | | 608 | 1-617 ± 56.49 |
| Peto #1 | | 1322 | 1-16483 ± 184.21 |
| Peto #2 | | 2935 | 1-10704 ± 251.81 |
| Peto #3 | | 1467 | 1-1878 ± 82.73 |
| Visor Asistente | | 5622927388 | 1-31493 ± 978.35 |
| Visor Operador | | 2375 | 1-3245 ± 84.58 |

Tabla 15. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes posteriores - Procedimiento #2 - Recambio 60 min. Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, datos por León-Carrero & Montes-Alvarado 2022

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 1 - Recambio 60 min | | |
|--|-----------------------------------|--|
| Ubicación de la muestra | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |

| | | | |
|------------------------|-------|------|------------------|
| 1:30 | 30 cm | 1685 | 1-34491 ± 240.70 |
| | 60 cm | 1942 | 1- 7223 ± 249.86 |
| | 90 cm | 2975 | 1-12454 ± 221.79 |
| 3:00 | 30 cm | 242 | 1-1228 ± 72.00 |
| | 60 cm | 186 | 1-7494 ± 89.68 |
| | 90 cm | 70 | 1-616 ± 35.24 |
| 4:30 | 30 cm | 611 | 1-2005 ± 83.93 |
| | 60 cm | 2485 | 1-20646 ± 295.19 |
| | 90 cm | 2317 | 1-26686 ± 259.21 |
| 6:00 | 30 cm | 1877 | 1-12664 ± 253.26 |
| | 60 cm | 2485 | 1-13756 ± 208.80 |
| | 90 cm | 1920 | 1-8825 ± 288.42 |
| 7:30 | 30 cm | 2295 | 1-39161 ± 209.23 |
| | 60 cm | 1320 | 1-30443 ± 251.34 |
| | 90 cm | 2603 | 1-36288 ± 306.01 |
| 9:00 | 30 cm | 26 | 1-616 ± 30.03 |
| | 60 cm | 22 | 1-616 ± 26.52 |
| | 90 cm | 66 | 1-616 ± 27.82 |
| 12:00 | 30 cm | 173 | 1-2580 ± 59.29 |
| | 60 cm | 195 | 1-616 ± 29.01 |
| | 90 cm | 730 | 1-616 ± 65.26 |
| Frente Paciente | | 240 | 1-2679 ± 94.46 |
| Mentón Paciente | | 26 | 1-616 ± 26.95 |
| Nariz Paciente | | 40 | 1-616 ± 26.94 |
| Peto #1 | | 54 | 1-616 ± 35.07 |
| Peto #2 | | 55 | 1-616 ± 27.04 |
| Peto #3 | | 244 | 1-618 ± 54.08 |

Aerosolización con fluoresceína en dientes anteriores

Dentro de un consultorio se ubicaron cintas siguiendo la dirección de las manecillas del reloj, comenzando en el siguiente orden de horas, 12:00pm, 1:30pm, 3:00pm, 4:30pm, 6:00pm, 7:30pm y 9:00pm y sobre estas se colocaron los filtros de papel de 5x5 cm a una distancia de

30 cm, 60 cm y 90 cm de la zona de generación de aerosoles. (ver figura #2) Luego, se prosiguió con la realización del procedimiento restaurador en el sector anterosuperior en el diente 11, en donde se realizó una restauración clase IV – M.

Dentro de los resultados, podemos encontrar que la mayoría de los aerosoles fluorescentes mostraron una tendencia de desplazamiento hacia los filtros que se encontraban en las cintas en las horas del reloj de 3:00 pm y 4:30 pm a 330-grados del AGS (hombro izquierdo del maniquí y escupidera, a una distancia de 30-90cm, sin presencia de succión convencional. (ver figura #2) (da=predominantemente >7micrómetros). Cuando se utilizó succión convencional esto presentó la misma tendencia de desplazamiento de los aerosoles (da=3-7micrómetros) (p <0.05).

Con el fin de cumplir con la comparación establecida, a continuación, se muestra un resumen de resultados de procedimientos generados antes la ejecución experimental del presente documento. Estos resultados hacen parte de un estudio de Doctorado pertenecientes al investigador principal, motivo por la cual no se presentan de manera completa y además, se solicita no difundir de manera parcial o total lo incluido en el presente documento, hasta su publicación.

Tabla 16. Resultados de filtros de aerosolización con fluoresceína en dientes anteriores – Consolidado de tres procedimientos, en cada una de las ubicaciones y tiempos Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, 2022

| Aerosolización de dientes posteriores - Procedimiento 1 | | | |
|---|-------|----------------------------|---|
| Ubicación de la muestra | | Número total de partículas | Rango de diámetro de las partículas en pixeles + DE |
| 1:30 | 30 cm | 82 | 1-2940 ± 41.9 |
| | 60 cm | 1,141 | 1-2971 ± 94.4 |
| | 90 cm | 51 | 1-3149 ± 94.1 |
| 3:00 | 30 cm | 602 | 1-4983 ± 83.4 |
| | 60 cm | 27 | 1-2848 ± 63.71 |
| | 90 cm | 11 | 1-2844 ± 73.3 |

| | | | |
|--------------------------------------|-------|---------------|-------------------|
| 4:30 | 30 cm | 751 | 1-1248 ± 64.7 |
| | 60 cm | 2,246,363,753 | 1-2345.7 ± 165.78 |
| | 90 cm | 207 | 1-2848 ± 65.9 |
| 6:00 | 30 cm | 146 | 1-1840 ± 47.8 |
| | 60 cm | 50 | 1-1840 ± 47.8 |
| | 90 cm | 243 | 1-1840 ± 46.05 |
| 7:30 | 30 cm | 92 | 1-1840 ± 49.7 |
| | 60 cm | 38 | 1-748 ± 43.8 |
| | 90 cm | 78 | 1-948 ± 43.4 |
| 9:00 | 30 cm | 489 | 1-848 ± 47.6 |
| | 60 cm | 473 | 1-1678 ± 44.09 |
| | 90 cm | 114 | 1-1581 ± 43.1 |
| 12:00 | 30 cm | 169 | 1-1581 ± 43.1 |
| | 60 cm | 19 | 1-1678 ± 44.09 |
| | 90 cm | 198 | 1-1678 ± 44.09 |
| Cabeza Operador | | 51 | 1-1448 ± 44.6 |
| Cuello Operador | | 208 | 1-4548 ± 44.31 |
| Frente Paciente | | 275 | 1-2948 ± 43.7 |
| Mano Derecha Asistente | | 63 | 1-1756 ± 43.8 |
| Mano Derecha Operador | | 175 | 1-1342 ± 44.6 |
| Mano Izquierda Asistente | | 234 | 1-2848 ± 44.7 |
| Mano Izquierda Operador | | 12,814 | 1-2776 ± 38 |
| Mascarilla Derecha Operador | | 3,494 | 1-3848 ± 79 |
| Mascarilla Izquierda Operador | | 432 | 1-848 ± 45.7 |
| Nariz Paciente | | 2,455 | 1- 3,702 ± 94.1 |
| Pecho Operador | | 2,489 | 1-4,274 ± 118.3 |
| Peto #1 | | 733 | 1-1848 ± 58.5 |
| Peto #2 | | 4,808 | 1-41,023 ± 26. |
| Peto #3 | | 1,867 | 1-3290 ± 93.5 |
| Visor Asistente | | 1,627 | 1- 2948 ± 75.6 |
| Visor Operador | | 3,985 | 1- 3448 ± 176 |

Aerosolización con Bacteriófago PhiX174 en dientes posteriores

Dentro de un consultorio se ubicaron cintas siguiendo la dirección de las manecillas del reloj, comenzando en el siguiente orden de horas, 12:00pm, 1:30pm, 3:00pm, 4:30pm, 6:00pm, 7:30pm y 9:00pm y sobre estas se colocaron las placas de petri en una distancia de 30 cm 60 cm, 90 cm, 120cm de la zona de generación de aerosoles. (ver figura #3) Luego, se prosiguió con la realización del procedimiento restaurador en el sector posteroinferior en el diente 46, en donde se realizó una restauración clase II – MO. (ver de figura #56).

Tabla 17. Resultados de instrumentación de dientes posteriores: Unidades Formadoras de Placa (UFP) Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, 2022

| Instrumentación de dientes posteriores: Unidades Formadoras de Placa (UFP) | | | | |
|--|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Diámetro | Durante | 15 min | 30 min | 60 min |
| 30 | 165 | 10 | 0 | 0 |
| 60 | 42 | 1 | 1 | 0 |
| 90 | 12 | 4 | 3 | 0 |
| 120 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 150 | 0 | 4 | 2 | 0 |
| <150 | 0 | 4 | 0 | 0 |

Aerosolización con Bacteriófago PhiX174 en dientes anteriores

Dentro de un consultorio se ubicaron cintas siguiendo la dirección de las manecillas del reloj, comenzando en el siguiente orden de horas, 12:00pm, 1:30pm, 3:00pm, 4:30pm, 6:00pm, 7:30pm y 9:00pm y sobre estas se colocaron las placas de petri en una distancia de 30 cm 60 cm, 90 cm, 120cm de la zona de generación de aerosoles. (ver figura #3) Luego, se prosiguió con la realización del procedimiento restaurador en el sector anterosuperior en el diente 11, en donde se realizó una restauración clase IV – M.

Dentro de los resultados encontrados en la realización de aerosolización con bacteriófago PhiX174, se encontró que la a máxima dispersión de los aerosoles se presentó hacia los 180 y 225 grados y 1.5 m de distancia. Se generaron placas de lisis por el bacteriófago sobre EC600 (indicando virus infeccioso) siguiendo el mismo patrón de desplazamiento. Los bacteriófagos se detectaron incluso 45min sobre placas de Petri y hasta por 90min en el IA después del procedimiento (distancia=1.5m). (ver de figura #56).

Tabla 18. Resultados de instrumentación de dientes anteriores: Unidades Formadoras de Placa (UFP) Diseño de tabla por Beltrán-Zúñiga, 2022

| Instrumentación de dientes anteriores: Unidades Formadoras de Placa (UFP) | | | | |
|---|---------|--------|--------|--------|
| Diámetro | Durante | 15 min | 30 min | 60 min |
| 30 | 137 | 8 | 0 | 0 |
| 60 | 54 | 0 | 1 | 0 |
| 90 | 14 | 3 | 0 | 1 |
| 120 | 6 | 3 | 2 | 1 |
| 150 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <150 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tanto aerosoles fluorescentes como con virus infeccioso se detectaron en el 100% de las PD colocadas sobre el operador, incluso por debajo del visor.

En base a los resultados obtenidos podemos observar en cuanto a los datos de la aerosolización con fluoresceína en el sector anterior y posterior, se observaron diferencias en la cantidad de partículas presentes, siendo mayor en la aerosolización en el sector anterior, la diseminación de las partículas presentó una tendencia diferente entre ambos procedimientos el cual tuvo una tendencia de desplazamiento hacia la derecha entre las horas 3:00 pm y 4:30 pm a 330-grados, hasta una distancia de 90cm, en el sector posterior se presentó una tendencia entre las horas 3:00 pm, 4:30 pm, 6:00 pm entre 180 a 0-grados hasta una distancia de 90cm. (ver figura #2)

En los resultados obtenidos en la aerosolización con bacteriófago PhiX174, se encontraron diferencias en los procedimientos realizados en ambos sectores de la cavidad oral, en donde en el sector anterior se observó una menor presencia de Unidades Formadoras de Placa (UFP) durante el procedimiento y en los recambios a los 15, 30, pero presentando más UFP a los 60 minutos. A diferencia del procedimiento en el sector posterior en donde se observaron una mayor presencia de UFP durante el procedimiento y en los recambios de 15 y 30 minutos, al recambio de 60 min, no se observaron UFP a diferencia que el procedimiento en el sector anterior.

Por lo que aceptamos las hipótesis alternas, debido a que en base a los resultados obtenidos se observaron diferencias significativas en los aerosoles entre la distancia, tamaño y permanencia de las partículas de los aerosoles producidos durante y después de la realización de los tratamientos restauradores en el sector anterosuperior y posteroinferior. Y se encontraron diferencias significativas en la carga viral de los aerosoles producidos durante y después de la realización de tratamientos restauradores en los dos sectores de la cavidad oral anteriormente mencionados.

10. DISCUSIÓN

Este estudio fue realizado para poder comparar la generación de aerosoles, su distancia, tamaño, permanencia y carga viral durante la realización de tratamientos restaurativos así mismo comparar la generación de aerosoles posterior a los tratamientos de operatoria dental en el sector anterosuperior y posteroinferior de la cavidad oral.

Los aerosoles y salpicaduras generados durante los procedimientos odontológicos presentan un alto potencial de transmisión de patógenos, dentro ellos podemos mencionar el SARS-CoV-2, lo cual ha llamado mucho la atención en los últimos dos años por la pandemia de COVID-19, lo cual ha conllevado a realizar múltiples investigaciones. Dentro de estos, no se había evaluado la presencia de carga viral, (*Allison J. et al 2021*) si no la distribución de los aerosoles y las salpicaduras después de realizar los procedimientos odontológicos, así como también determinar el curso de la deposición de estos.

Nuestro estudio es novedoso debido a que fue realizado en un consultorio dental aislado de 10.5 mts², en donde la ubicación del sillón dental fue en el centro de este, adicional el consultorio no contaba con sistema de ventilación, y las dos ventanas que se encontraban en el consultorio permanecieron cerradas durante las pruebas experimentales. A diferencia de otras investigaciones en dónde se han evaluado las condiciones anteriormente mencionadas, estos fueron realizados dentro de consultorios odontológicos que poseían múltiples unidades dentales o laboratorios preclínicos de universidades y en algunos de los casos con sistemas de ventilación y/o con múltiples ventanas abiertas. (*Allison J. et al 2021, Holliday R et al 2021, Harrel S et al 2004, Grenier D 1994, Muhammad A et al 2021*)

Este estudio es uno de los primeros en no únicamente evaluar la distribución, tamaño y permanencia de las partículas de aerosoles por medio del uso de fluorescencia, sino también que se evaluó la carga viral en los procedimientos, utilizando el bacteriófago PhiX-174, comparando el tratamiento de operatoria dental realizado en dos sectores diferentes de la

cavidad oral, dentro de un consultorio dental aislado, simulando la atención en una clínica odontológica privada.

Los resultados del presente estudio, la mayor presencia de microgotas y aerosoles se encontraron inmediatamente en el área del operador, en la zona entre el cuello y frente del paciente y en el área de el asistente dental. Estos resultados concuerdan con el estudio de Muhammad A et al 2021. De igual manera se encontró que la diseminación de las partículas durante el procedimiento, se encontraron partículas de aerosoles a una distancia de 1.5m de la fuente de generación de aerosoles, lo cual coincide con los resultados encontrados en diversos estudios, que demuestran que las partículas pueden diseminarse a varios metros de la fuente generadora de aerosoles. *(Holliday R et al 202, Allison J. et al 2020)*

El presente estudio tiene diversas limitaciones, dentro de ellas está que se analizó las partículas de aerosoles sobre los filtros de papel y dependíamos de la forma pasiva en la que estas se depositaban sobre dichos filtros. De igual manera, durante el estudio, se trataron de controlar los factores de ventilación y de movimiento, para que fueran lo mínimos posibles de esa manera evitar la turbulencia de aire y que esta fuese a afectar el patrón de diseminación y deposición de las partículas, lo cual no refleja la manera en la cual se da naturalmente en el entorno clínico al momento de atender un paciente.

Nuestro estudio fue diseñado para evaluar la distancia de diseminación, tamaño, y permanencia de las partículas por medio de fluorescencia y la permanencia de las partículas y carga viral por medio del uso de un bacteriófago Phi-X174, debido a que la fluorescencia y el virus sustituto utilizado para la realización de estos procedimientos, no refleja un modelo biológico de como los bioaerosoles son generados en el paciente, ya que la fluorescencia y el bacteriófago Phi-X174 fueron depositados directamente dentro del reservorio de agua del sillón dental, saliendo así directamente de la pieza de alta velocidad, y no de las glándulas salivares, saliva o células del paciente, como sería al ser realizado en paciente. En cuanto a la carga viral, una de las limitaciones, el bacteriófago Phi-X174 infecta únicamente cepas específicas de bacterias y es necesario que este se depositara dentro de las placas de Petri para poder observar un resultado, pero si estas partículas se depositaron en zonas en donde no se encontraban dichas placas, no hay manera de poder reflejar estos resultados.

11. CONCLUSIONES

En todos los procedimientos odontológicos hay generación de aerosoles en diferente cantidad, lo cual puede generar un riesgo potencial de infección hasta a una distancia de 1.5 metros del área generadora de aerosoles. Cuando se utilizan piezas de alta velocidad, se tiene una mayor dispersión de estos aerosoles dentro del consultorio odontológico. En nuestros resultados incitan a utilizar y a extremar las medidas de bioseguridad para el operador y su asistente cuando se realicen los tratamientos generadores de aerosoles, debido a que es ahí donde se ha evidenciado una mayor presencia de ellos, nuestro estudio demostró que aun a 60 min de finalizado el procedimiento, se encontró una leve presencia de aerosoles en el ambiente.

Este estudio da una pauta para futuros ensayos en dónde se pueda evaluar los diferentes métodos de mitigación de aerosoles, tomando como punto de partida los resultados de este estudio.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allison J, Currie C, Edwards D, Bowes C, Coulter J, Pickering K et al. Evaluating aerosol and splatter following dental procedures: Addressing new challenges for oral health care and rehabilitation. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2020;48(1):61-72.
2. Balanta-Melo, J., Gutiérrez, A., Sinisterra, G., Díaz-Posso, M., Gallego, D., Villavicencio, J. and Contreras, A., 2020. Rubber Dam Isolation and High-Volume Suction Reduce Ultrafine Dental Aerosol Particles: An Experiment in a Simulated Patient. *Applied Sciences*, 10(18), p.6345.
3. Bentley C, Burkhart N, Crawford J. Evaluating Spatter And Aerosol Contamination During Dental Procedures. *The Journal of the American Dental Association*. 1994;125(5):579-584.**revista y titulo**
4. Choi, J., Kang, J., Hong, S., Bae, G. and Jung, J., 2017. A new method for the real-time quantification of airborne biological particles using a coupled inertial aerosol system with in situ fluorescence imaging. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 244, pp.635-641.
5. Clinical Research Program, S., 2021. Rapid Review of AGPs - SDCEP. [online] SDCEP. Available at: <<https://www.sdcep.org.uk/published-guidance/covid-19-practice-recovery/rapid-review-of-agps/>> [Accessed 16 July 2021].
6. HARREL S, MOLINARI J. Aerosols and splatter in dentistry. *The Journal of the American Dental Association*. 2004;135(4):429-437. nombres acomodar, **abreviatura del journal**

7. Holliday R, Allison J, Currie C, Edwards D, Bowes C, Pickering K et al. Evaluating contaminated dental aerosol and splatter in an open plan clinic environment: Implications for the COVID-19 pandemic. *Journal of Dentistry*. 2021;105:103565. **abreviatura del journal**

8. Innes N, Johnson I, Al-Yaseen W, Harris R, Jones R, Kc S et al. A Systematic Review of Droplet and Aerosol Generation in Dentistry. 2020;.

9. Jayaweera, M., Perera, H., Gunawardana, B. and Manatunge, J., 2020. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environmental Research*, 188, p.109819.

10. Kobza, J. Pastuszka, J. and Brągoszewska, E., 2018. Do exposures to aerosols pose a risk to dental professionals?. *Occupational Medicine*, 68(7), pp.454-458.

11. Kohanski, M., Lo, L. and Waring, M., 2020. Review of indoor aerosol generation, transport, and control in the context of COVID-19. *International Forum of Allergy & Rhinology*, 10(10), pp.1173-1179.

12. Li, X., Geng, M., Peng, Y., Meng, L. and Lu, S.,. Molecular immune pathogenesis and diagnosis of COVID-19. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2020 10(2), pp.102-108. **abreviatura del journal**

- 13.** Liu, Z., Zhang, P., Li, Y., Yang, W., Guo, J., Liu, J., & Yao, G. . Assessment of spatial concentration variation and deposition of bioaerosol in a dental clinic during oral cleaning. *Building and Environment*, 2020. 108024.

- 14.** Leung, N.H.L., Chu, D.K.W., Shiu, E.Y.C. et al. Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nat Med* 26, 676–680 (2020).
<https://doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>

- 15.** Micik, R, Miller R., Mazzarella M, Ryge G, Studies on dental aerobiology: I. Bacterial aerosols generated during dental procedures, *J. Dent. Res.* 48 (1969) 49–56,
<https://doi.org/10.1177/00220345690480012401>

- 16.** Pascolo L, Zupin L, Melato M, Tricarico P, Crovella S. TMPRSS2 and ACE2 Coexpression in SARS-CoV-2 Salivary Glands Infection. *Journal of Dental Research.* 2020;99(10):1120-1121.

- 17.** Polednik, B. Exposure of staff to aerosols and bioaerosols in a dental office. *Building and Environment*, 2021. 187, 107388.

- 18.** N. Van Doremalen, T. Bushmaker, D.H. Morris, M.G. Holbrook, A. Gamble, B.N. Williamson, A. Tamin, J.L. Harcourt, N.J. Thornburg, S.I. Gerber, J.O. Lloyd-Smith, E. de Wit, V.J. Munster, Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1, *N. Engl. J. Med.* 382(16) (2020) 1564-1567.

- 19.** Yue L. Ventilation in the Dental Clinic: An Effective Measure to Control Droplets and Aerosols during the Coronavirus Pandemic and Beyond. *Chin J Dent Res.* 2020;23(2):105-107. doi: 10.3290/j.cjdr.a44746.

- 20.** Zemouri, C., de Soet, H., Crielaard, W. and Laheij, A. A scoping review on bio-aerosols in healthcare and the dental environment. *PLOS ONE*, 2017.12(5), p.e0178007.

- 21.** Judson SD, Munster VJ. Nosocomial Transmission of Emerging Viruses via Aerosol-Generating Medical Procedures. *Viruses.* 2019 Oct 12;11(10):940. doi: 10.3390/v11100940

- 22.** NHS National Services Scotland, Assessing the evidence base for medical procedures which create a higher risk of respiratory infection transmission from patient to healthcare worker, 2020. https://hpspubsrepo.blob.core.windows.net/hps-website/nss/3055/documents/1_agp-sbar.pdf.

- 23.** Grenier D. Quantitative analysis of bacterial aerosols in two different dental clinic environments. *Applied and environmental microbiology.* 1995 Aug;61(8):3165-8.

- 24.** Baron P. Generation and behavior of airborne particles (aerosols). In: PowerPoint Presentation. US Department of Health and Human Services, Centers, 2010.

- 25.** Hinds WC. *Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*: Wiley ; 1999.

- 26.** Kumar, P. S., & Subramanian, K. (2020). Demystifying the mist: sources of microbial bioload in dental aerosols. *Journal of Periodontology*. doi:10.1002/jper.20-0395
- 27.** Micik RE, Miller RL, Mazzarella MA, Ryge G. Studies on dental aerobiology. I. Bacterial aerosols generated during dental procedures. *J Dent Res*. 1969 Jan-Feb;48(1):49-56. doi: 10.1177/00220345690480012401. PMID: 4887699.
- 28.** Han, P.; Li, H.; Walsh, L.J.; Ivanovski, S. Splatters and Aerosols Contamination in Dental Aerosol Generating Procedures. *Appl. Sci*. 2021, 11, 1914. <https://doi.org/10.3390/app11041914>
- 29.** Allison JR, Currie CC, Edwards DC, Bowes C, Coulter J, Pickering K, Kozhevnikova E, Durham J, Nile CJ, Jakubovics N, Rostami N, Holliday R. Evaluating aerosol and splatter following dental procedures: Addressing new challenges for oral health care and rehabilitation. *J Oral Rehabil*. 2021 Jan;48(1):61-72. doi: 10.1111/joor.13098. Epub 2020 Oct 8.
- 30.** Veena HR, et al. Dissemination of aerosol and splatter during ultrasonic scaling: A pilot study. *J Infect Public Health* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiph.2014.11.004>
- 31.** Tseng CC, Li CS. Collection efficiencies of aerosol samplers for virus-containing aerosols. *J Aerosol Sci*. 2005 May-Jun;36(5):593-607. doi: 10.1016/j.jaerosci.2004.12.004. Epub 2005 Jan 12.

32. Nulty, A., Lefkaditis, C., Zachrisson, P. et al. A clinical study measuring dental aerosols with and without a high-volume extraction device. *Br Dent J* (2020). <https://doi.org/10.1038/s41415-020-2274-3>

13.ANEXOS



Figura #4. Operador y auxiliar durante el procedimiento restaurativo con bacteriófago PhiX174. Tomada por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022



Figura #5 . Operador y auxiliar durante el procedimiento restaurativo con fluoresceína. Tomada por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

Imágenes representativas de los aerosoles/microgotas obtenidas mediante el método de fluorescencia.

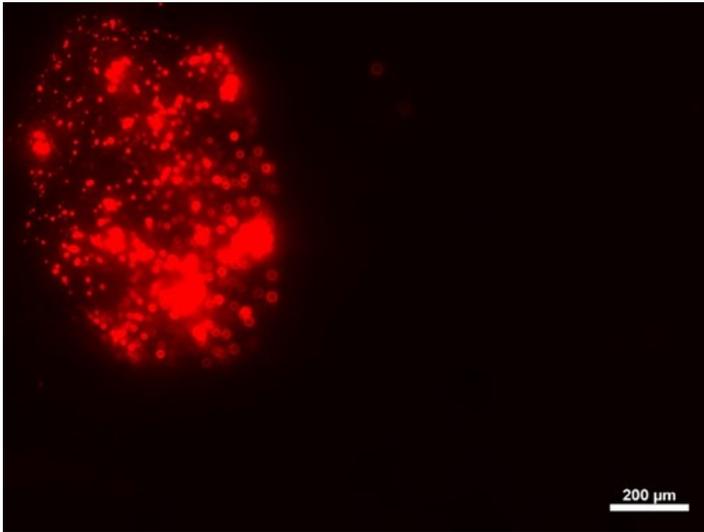


Figura # 6 . Procedimiento #1 - frente paciente. Tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

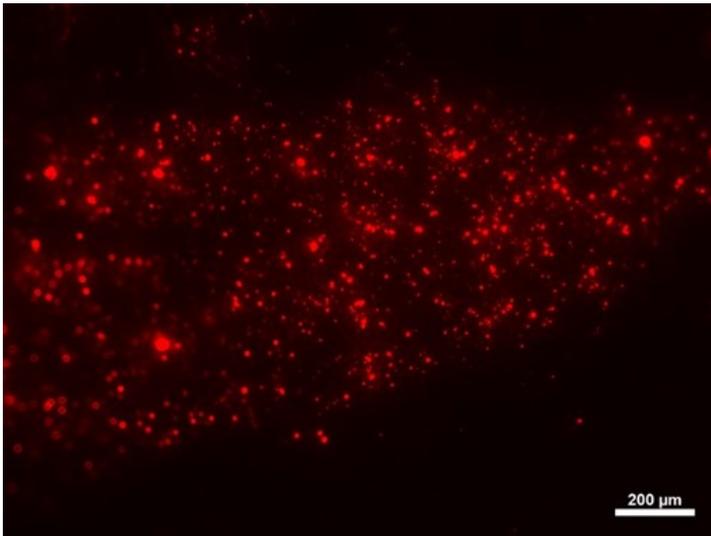


Figura # 7 . Procedimiento #1 - mascarilla derecha operador Tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

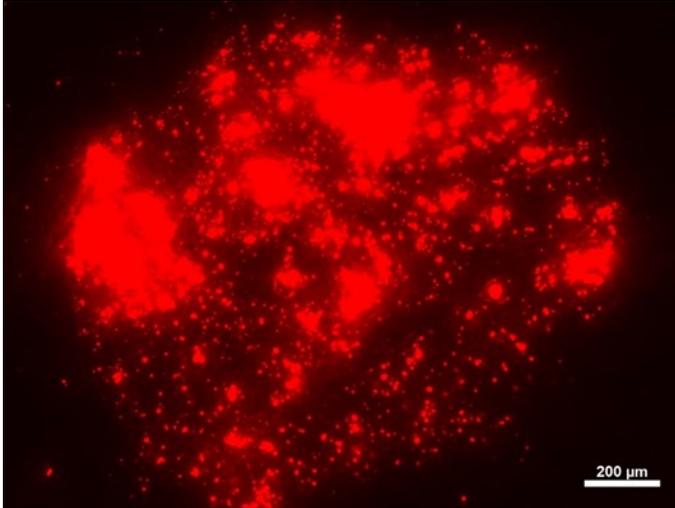


Figura #8 . Procedimiento #1 - peto #2. Tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

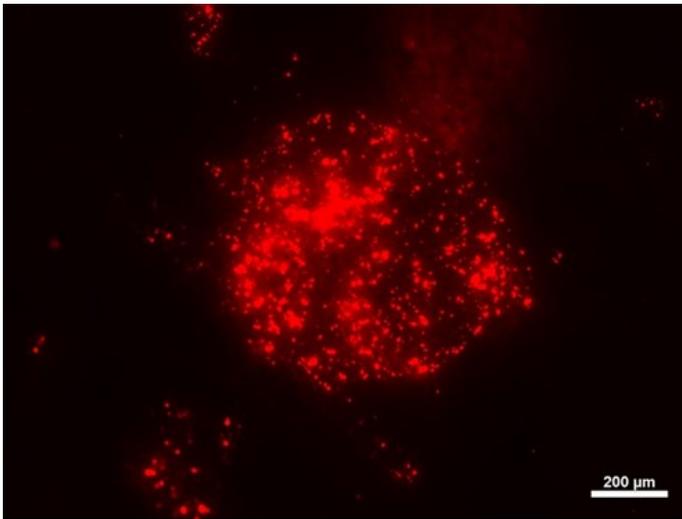


Figura #9 . Procedimiento #1 - nariz paciente. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

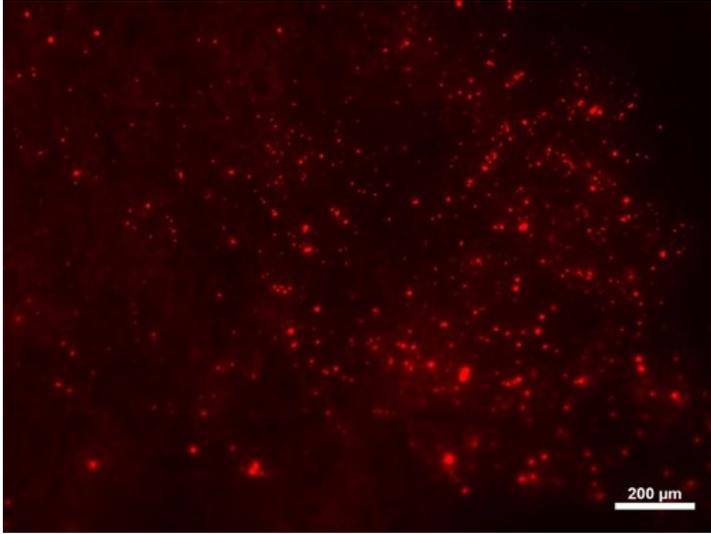


Figura # 10 . Procedimiento #1 - visor operador. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

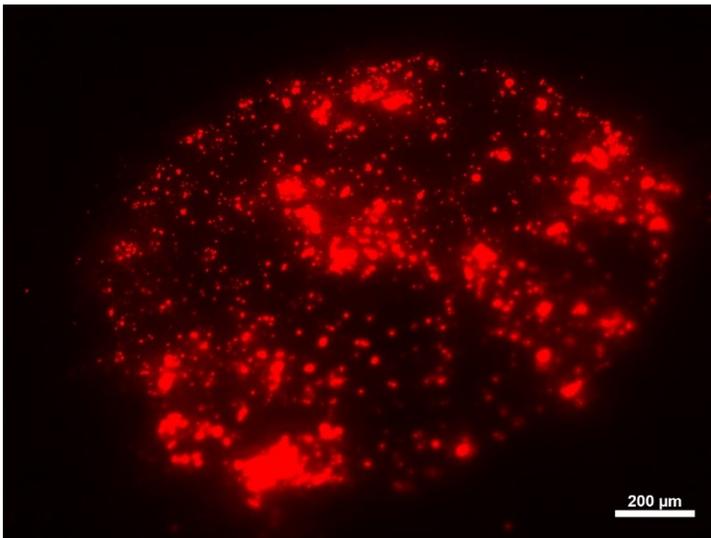


Figura #11 . Procedimiento #1 - pecho operador. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

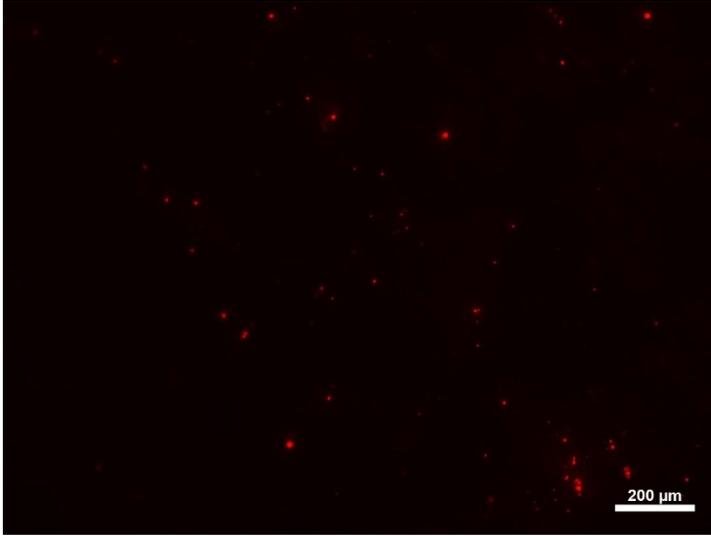


Figura # 12 . Procedimiento #1 - mano izquierda asistente. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

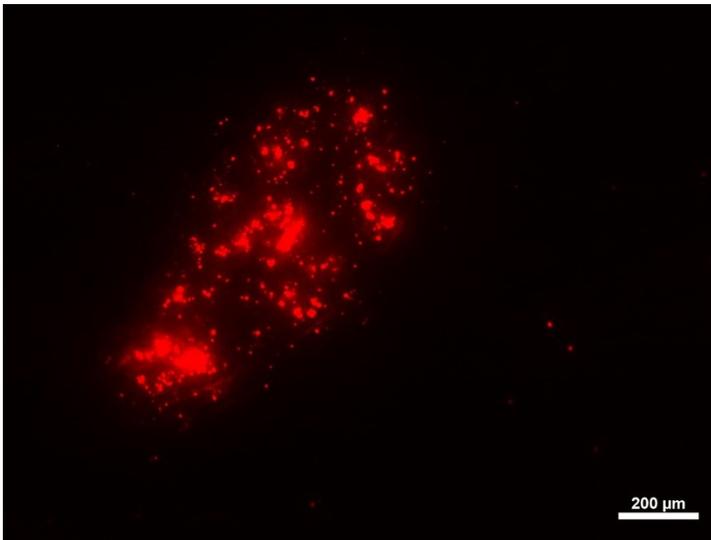


Figura # 13 . Procedimiento #1 - 1:30 pm - 60cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

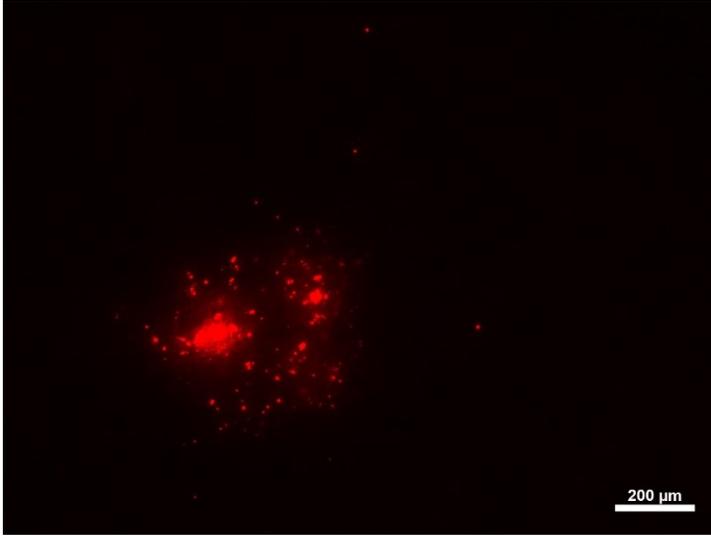


Figura #14 . Procedimiento #1 - 3:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

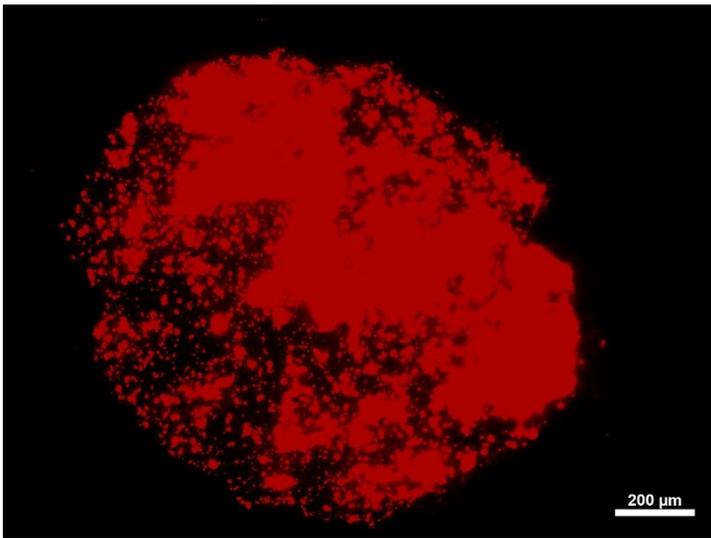


Figura # 15 . Procedimiento #1 - 4:30pm - 60 cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

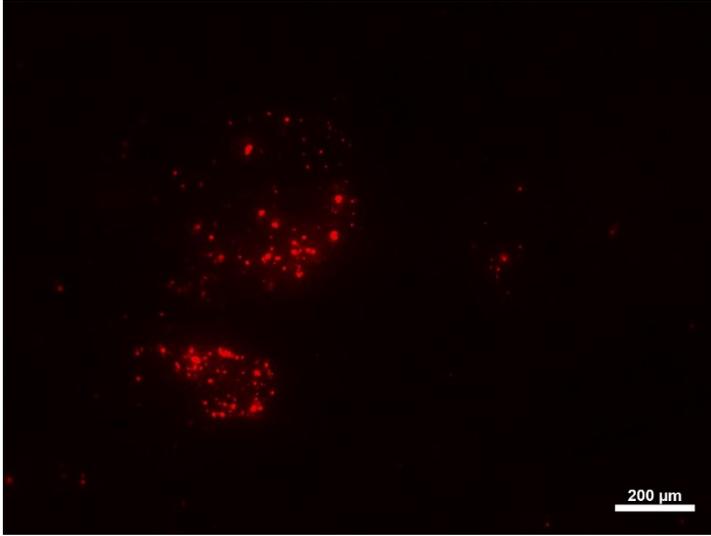


Figura # 16 . Procedimiento #1 - 9:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

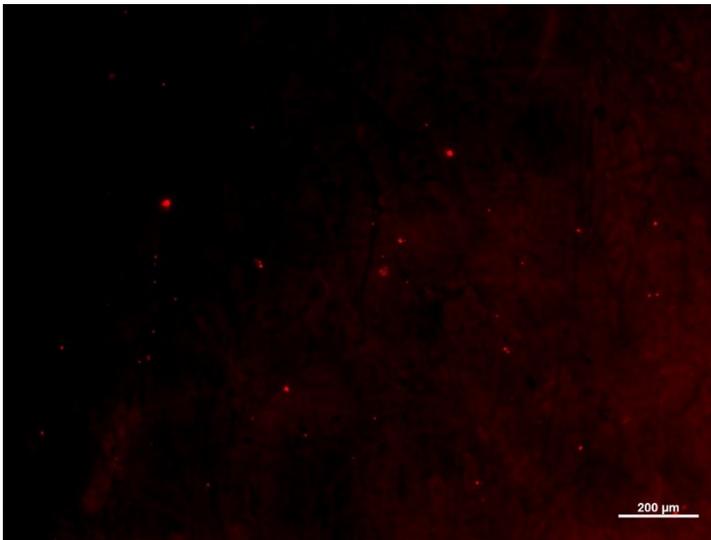


Figura #17 . Procedimiento #2 - 1:30 pm - 90cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

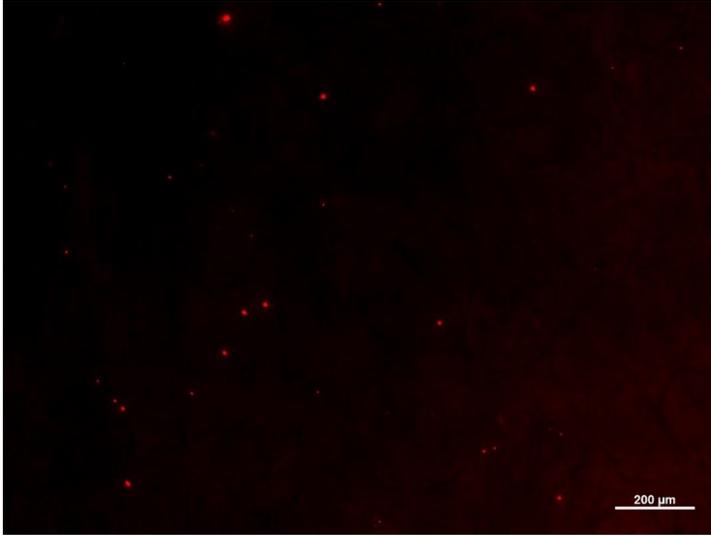


Figura # 18 . Procedimiento #2 - 3:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

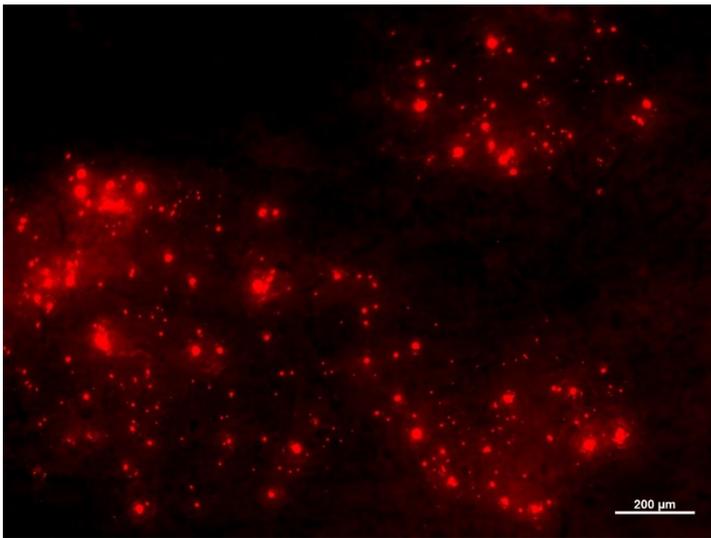


Figura # 19 . Procedimiento #2 - 4:30 pm - 30 cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

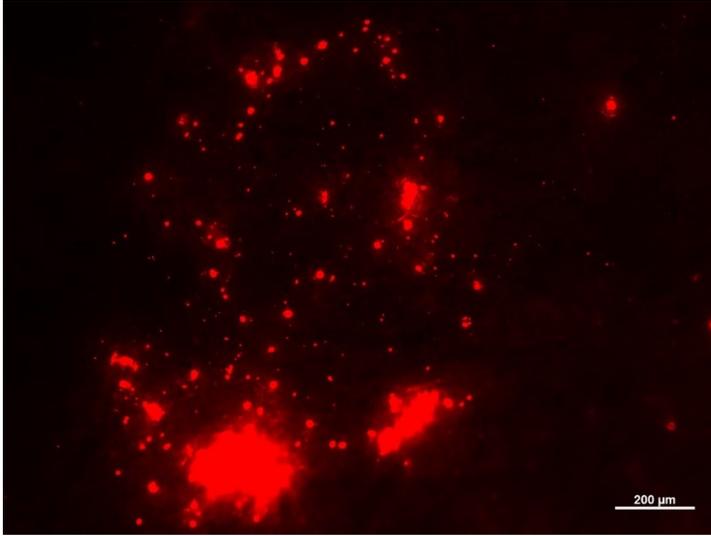


Figura # 20 . Procedimiento #2 - 6:00 pm - 30cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

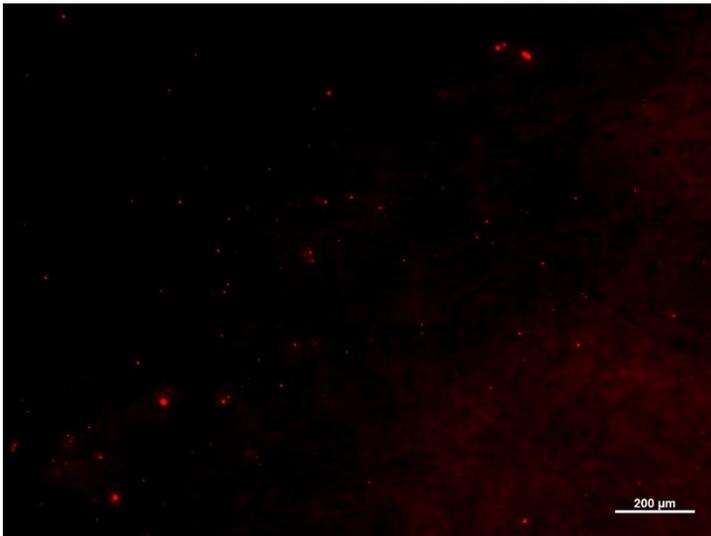


Figura # 21 . Procedimiento #2 - 12:00 pm - 60cm. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

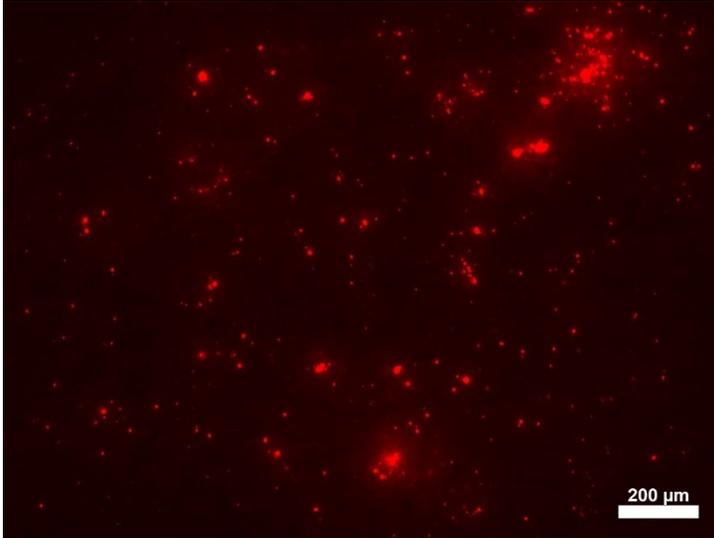


Figura #22 . Procedimiento #2 - visor op. tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

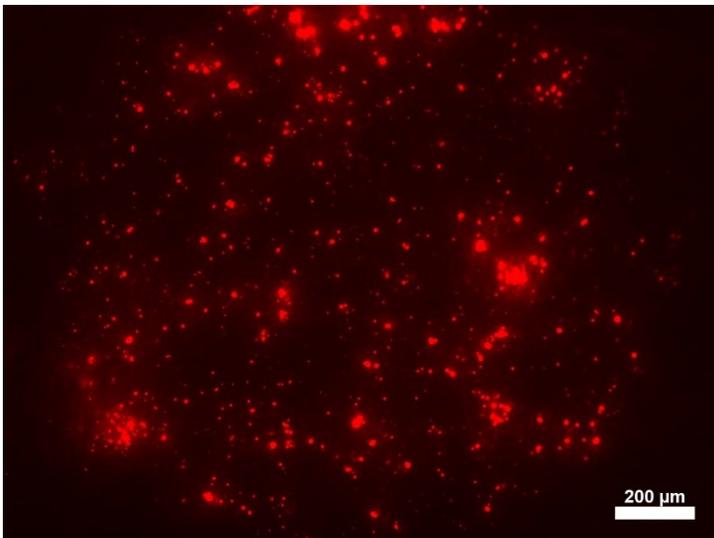


Figura # 23 . Procedimiento #2 - peto #1 tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

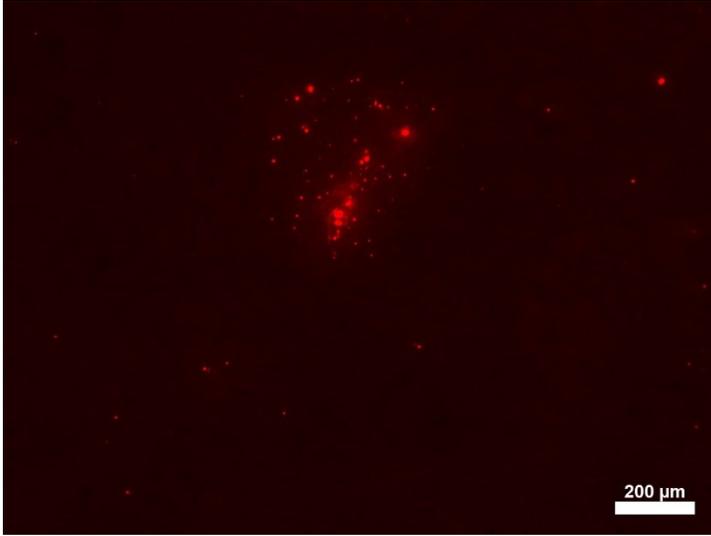


Figura #24 . Procedimiento #2 - nariz paciente tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

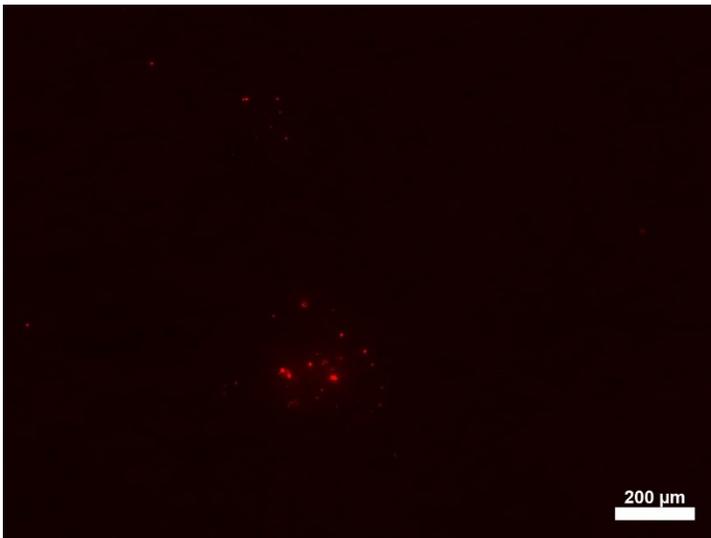


Figura #25 . Procedimiento #2 - pecho operador tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

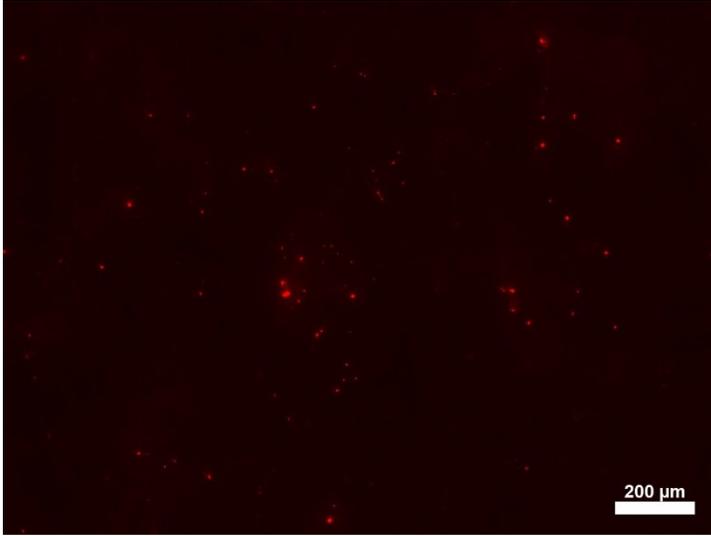


Figura #26 . Procedimiento #2 - mano izquierda asistente tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

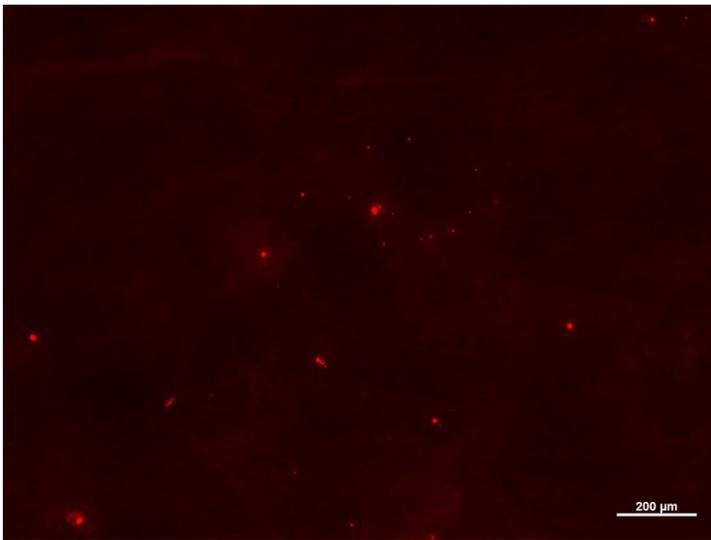


Figura #27 . Procedimiento #3 - 1:30 pm -30cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

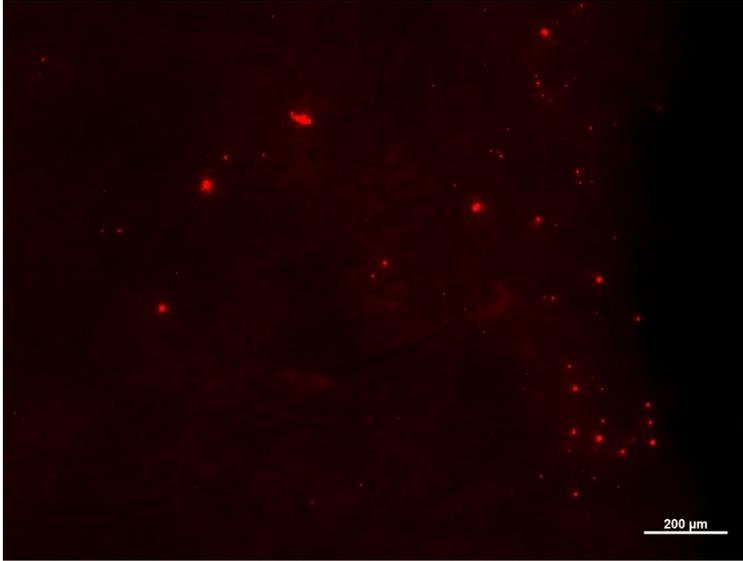


Figura #28 . Procedimiento #3 - 3:00 pm -30cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

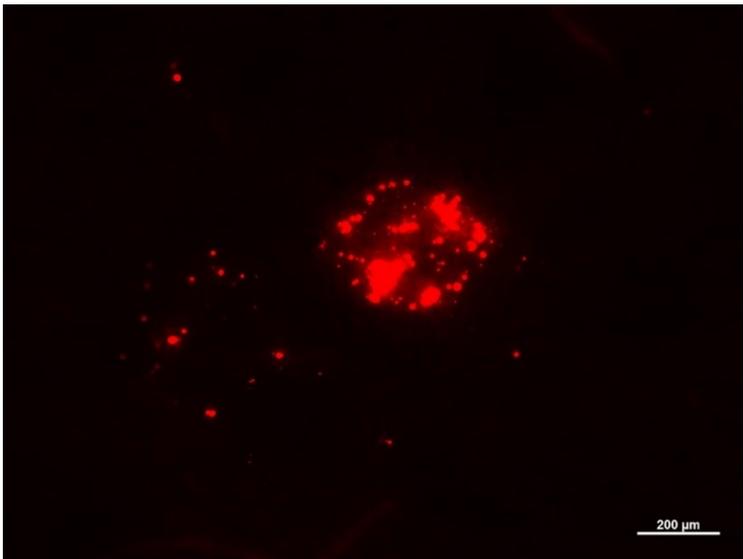


Figura #29 . Procedimiento #3 - 4:30 pm -30cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022



Figura #30 . Procedimiento #3 - 7:30 pm -60cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

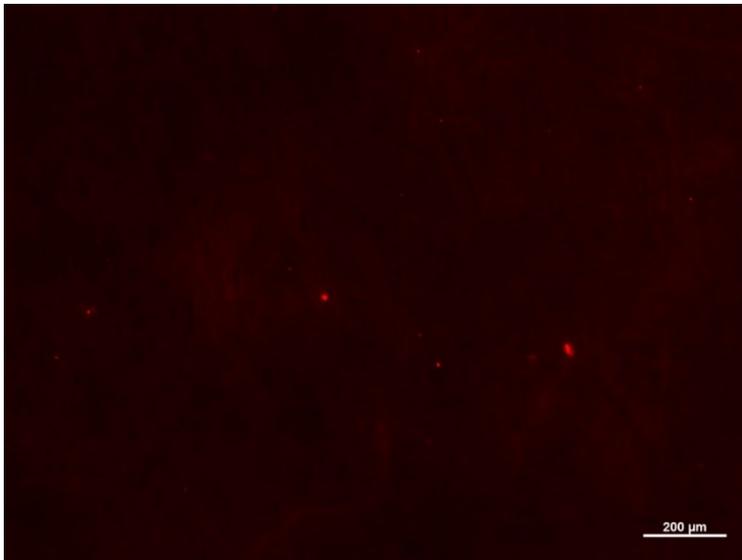


Figura #31 . Procedimiento #3 - 12 pm -60cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

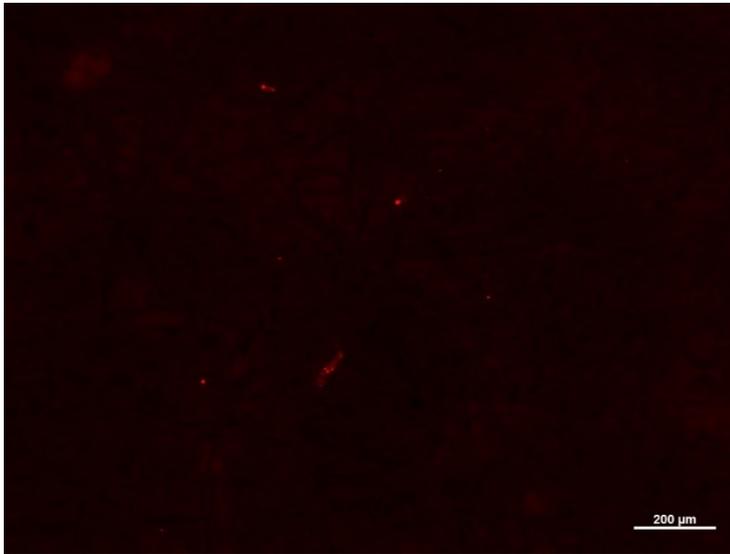


Figura #32 . Procedimiento #3 - 12 pm -90cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

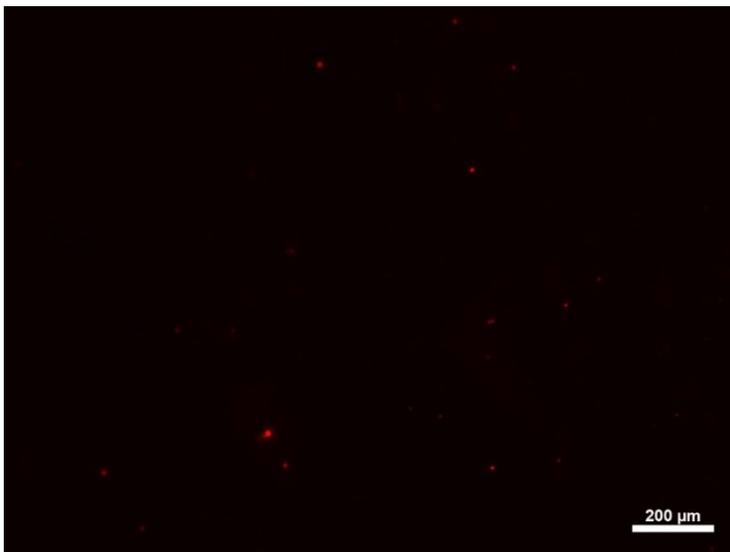


Figura #33 . Procedimiento # 1 recambio 30 min- frente paciente tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

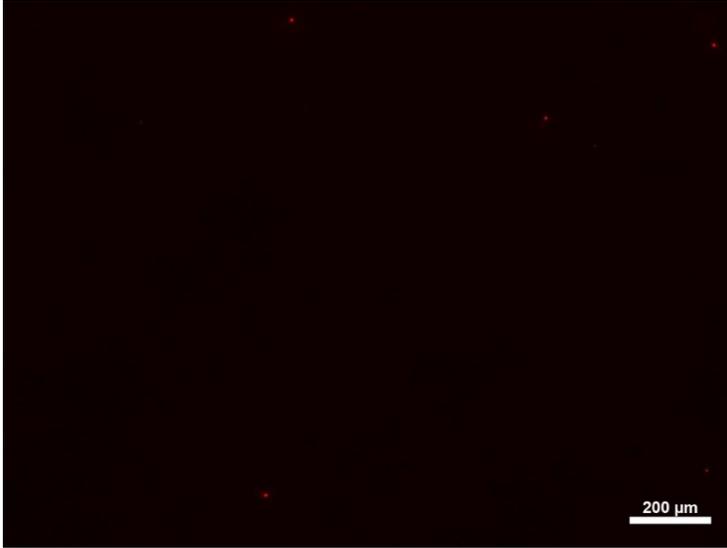


Figura #34 . Procedimiento # 1 recambio 30 min- mentón paciente tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

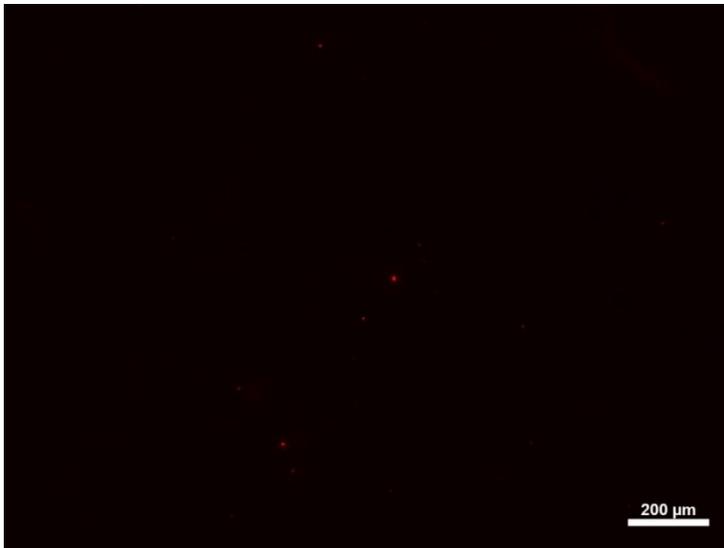


Figura #35 . Procedimiento # 1 recambio 30 min- nariz paciente tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

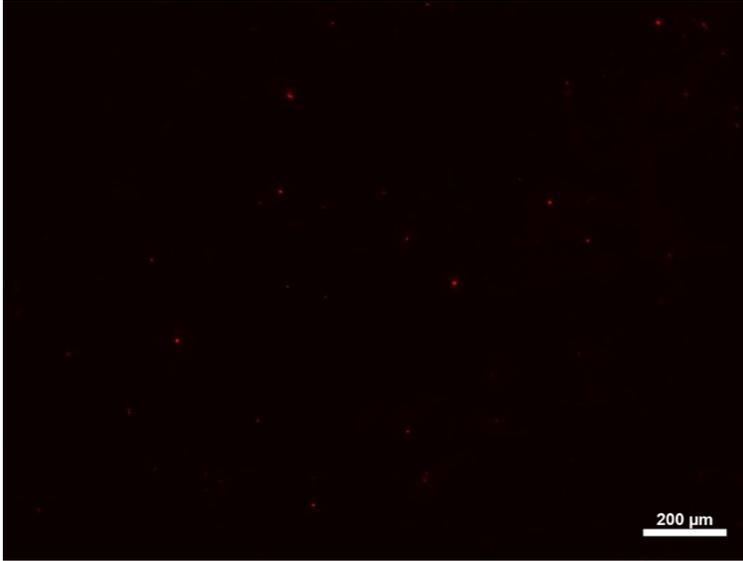


Figura #36. Procedimiento # 1 recambio 30 min- peto tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

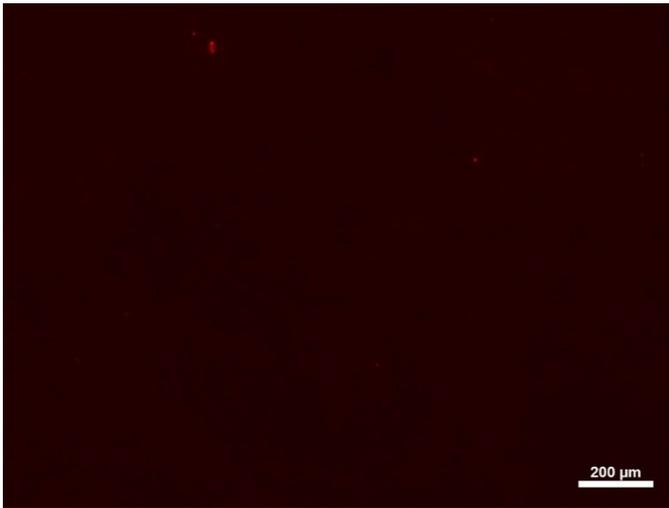


Figura #37 . Procedimiento # 1 recambio 30 min- 1:30 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022



Figura #38 . . Procedimiento # 1 recambio 30 min- 3:00 pm – 30 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

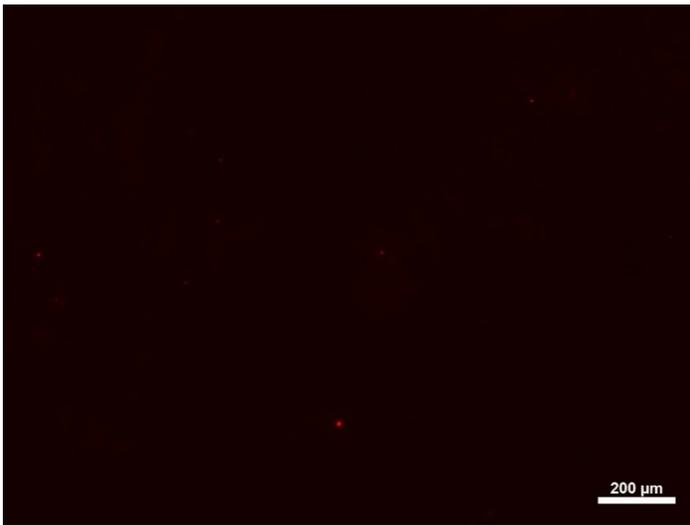


Figura #39 . . Procedimiento # 1 recambio 30 min- 12:00 pm – 90 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

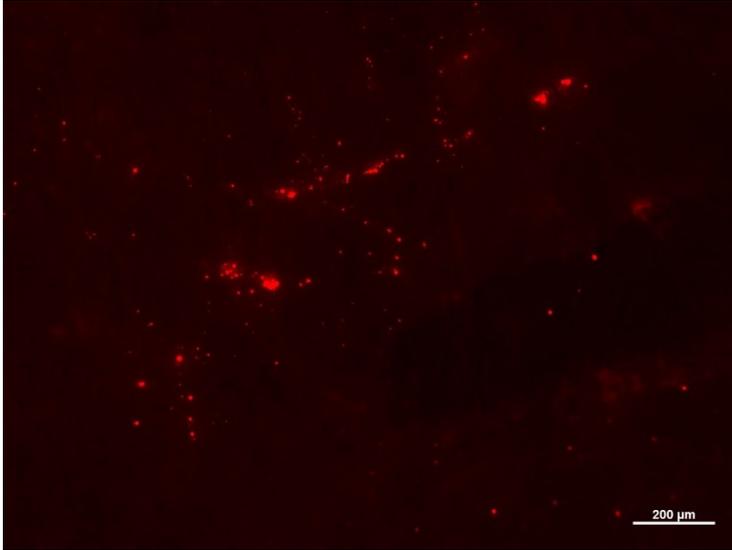


Figura #40 . . Procedimiento # 2 recambio 30 min- 1:30 pm - 30 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

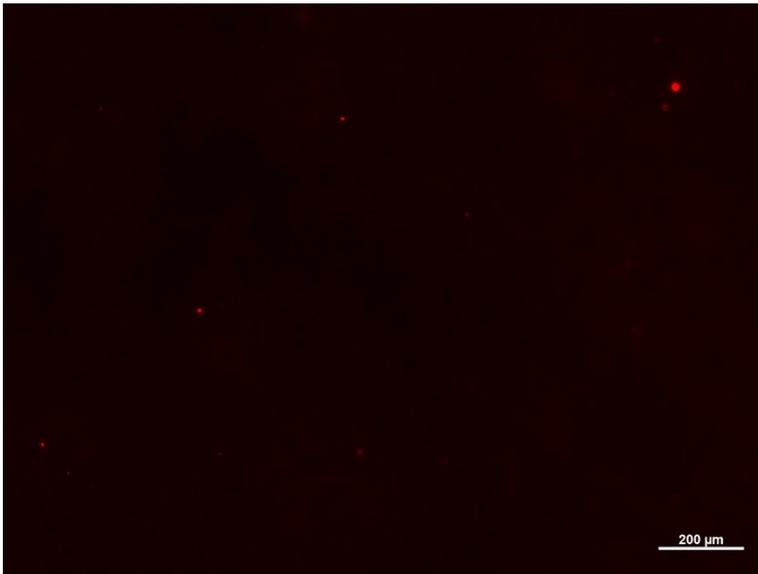


Figura #41 . . Procedimiento # 2 recambio 30 min- 1:30 pm - 90 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

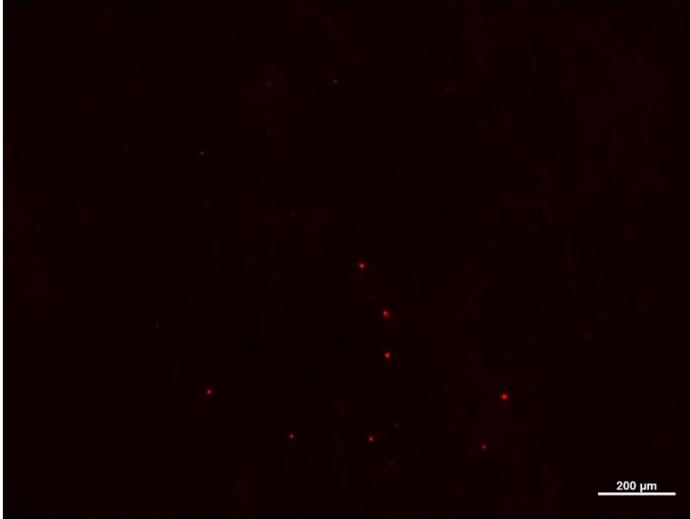


Figura #42 . . Procedimiento # 2 recambio 30 min- 4:30 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

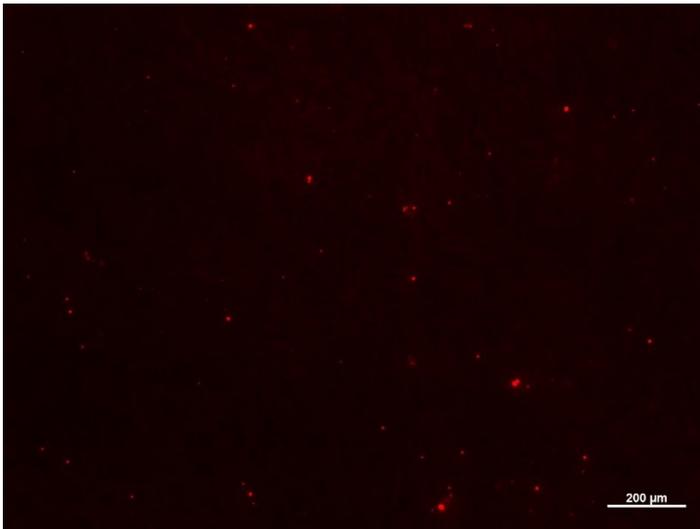


Figura #43 . . Procedimiento # 2 recambio 30 min- 6:00 pm – 30 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

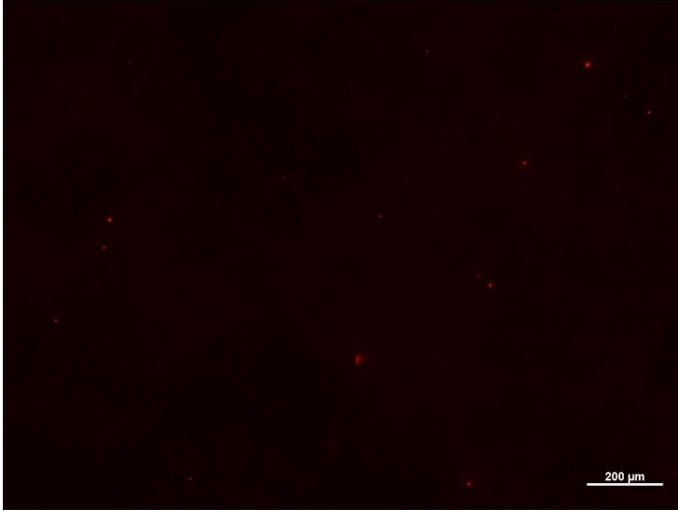


Figura #44 . . Procedimiento # 2 recambio 30 min- 7:30 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

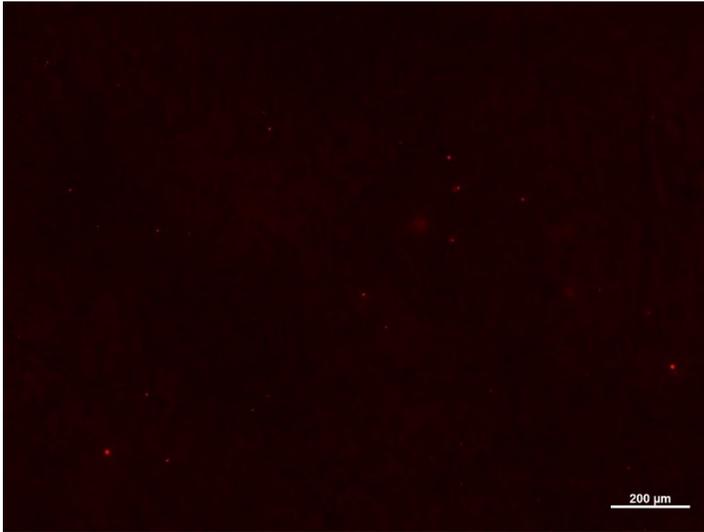


Figura #45 . . Procedimiento # 2 recambio 30 min- 9:00 pm – 90 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022



Figura #46 . . Procedimiento # 2 recambio 30 min- 12:00 pm – 90 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022



Figura #47 . . Procedimiento # 1 recambio 60 min- 1:30 pm – 90 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

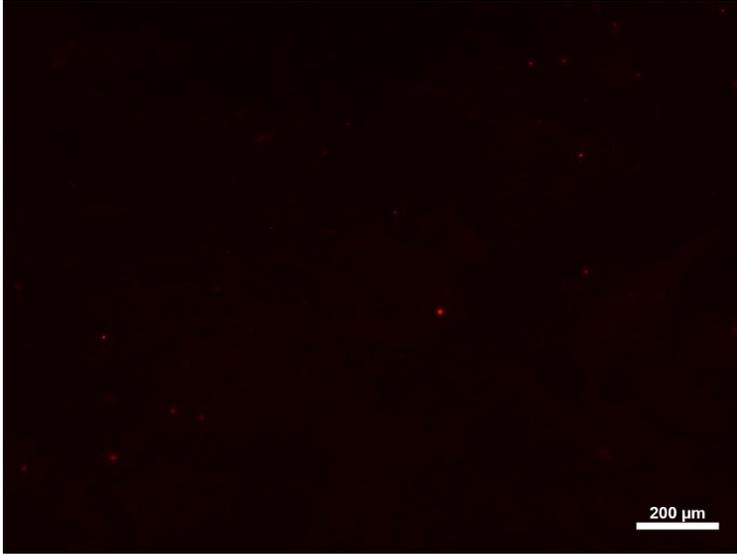


Figura #48 . . Procedimiento # 1 recambio 60 min- 3:00 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

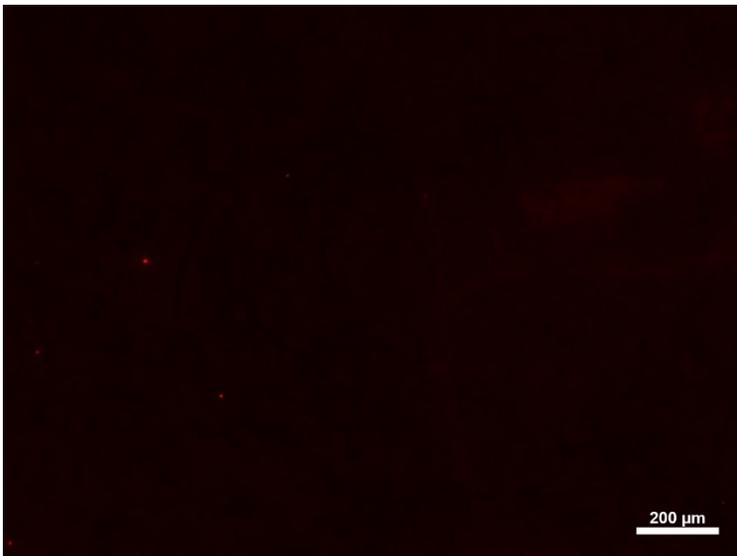


Figura #49 . . Procedimiento # 1 recambio 60 min- 12:00 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

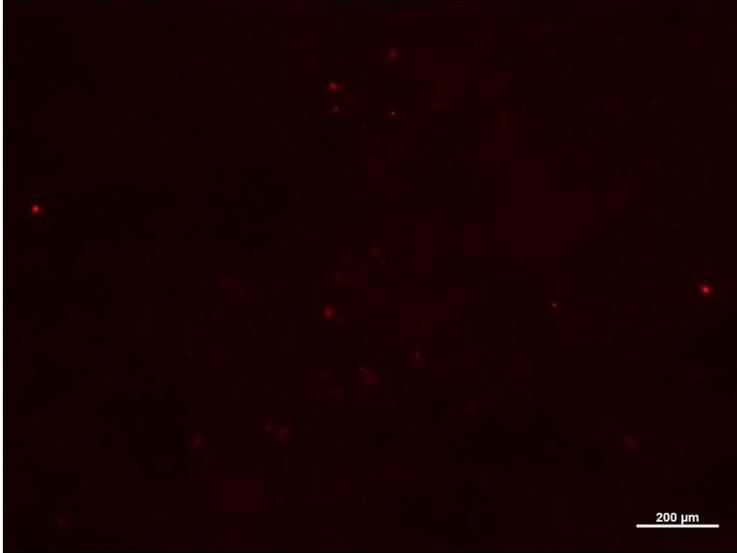


Figura #50 . . Procedimiento # 2 recambio 60 min- 1:30 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

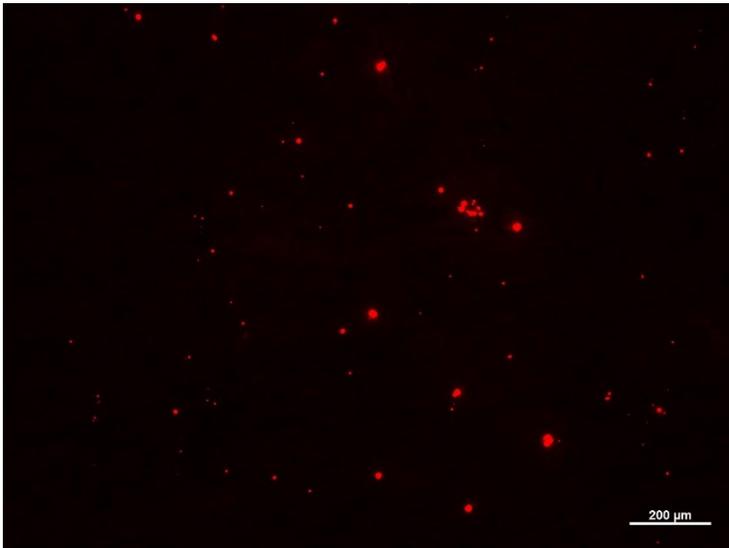


Figura #51 . . Procedimiento # 2 recambio 60 min- 4:30 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

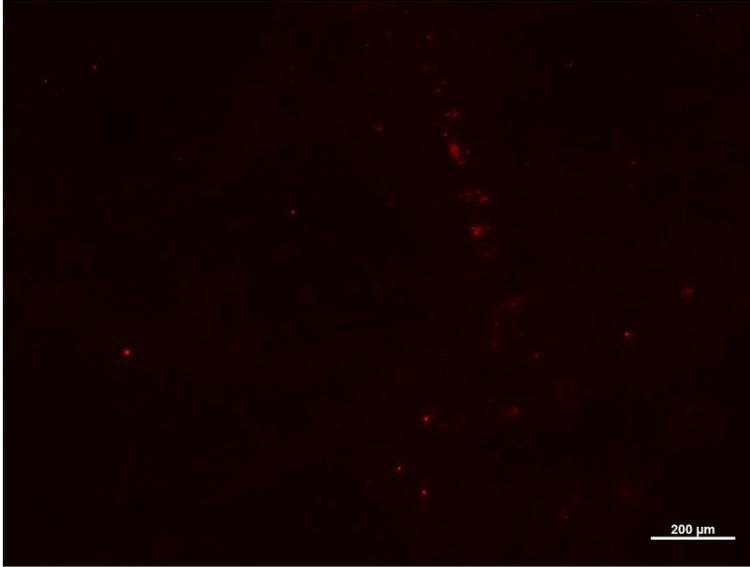


Figura #52 . . Procedimiento # 2 recambio 60 min- 9:00 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

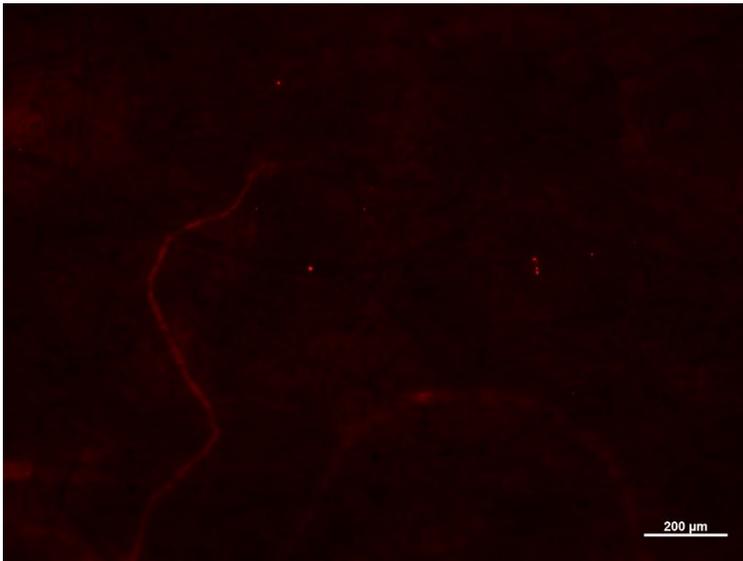


Figura #53 . . Procedimiento # 3 recambio 60 min- 1:30 pm – 30 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022



Figura #54 . . Procedimiento # 3 recambio 60 min- 4:30 pm – 60 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022

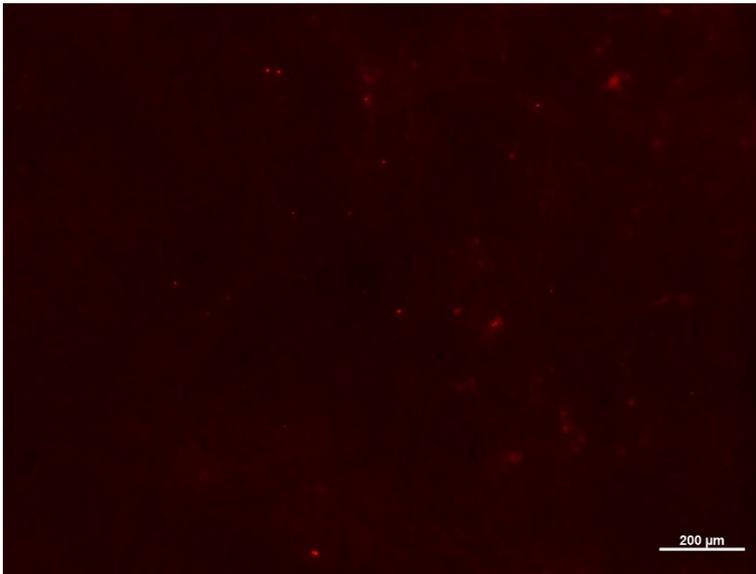


Figura #55. Procedimiento # 3 recambio 60 min- 7:30 pm – 30 cm tomado con Zeiss AXIO Imager.M2 y sistema ZEN Pro por León-Carrero&Montes-Alvarado, 2022



Figura #56 . . Titulación del bacteriófago Phi-X174 por Beltrán-Zúñiga,2022

Imágenes representativas de las placas observadas con el bacteriófago en ensayo de titulación. La siguiente explicación aplica para las placas observadas a partir de la aerosolización. Las placas obtenidas se basan en el modelo de infección del bacteriófago Phi-X174, por su afinidad con la cepa hospedadora *Escherichia coli* (*E. coli*) C600. Las placas de lisis se observan porque el bacteriófago al infectar a la *E. coli* tiene actividad lítica, e inhibe el crecimiento de las bacterias, generando zonas transparentes/translúcidas (placas). Por lo tanto, la unidad de bacteriófago infeccioso o lítico se denomina Unidad Formadora de Placa (UFP). Para la definición del título del bacteriófago a usar en los ensayos de aerosolización, se escogió la dilución de un lisado de bacteriófago en la cual fue posible contar entre 60-200 placas. Cuando hay un alto contenido de partículas virales infecciosas, se inhibe el crecimiento de la cepa hospedadora debido al alto grado de actividad lítica, reflejado en una disminución de placas definidas y un aumento en la transparencia del medio. En este caso, se reporta como incontable debido a la dificultad de evidenciar placas definidas. Se muestran además, las imágenes de las diluciones -3 hasta la -7. En la dilución -6 se observan placas definidas y contables, y en la dilución -7 se observa un bajo número de placas. Razón por la cual se escogió la dilución -6 como solución de trabajo para ser aerosolizados en todo los ensayos y ver su comportamiento durante y posterior a la realización de procedimientos generadores de aerosoles en odontología. En todos los ensayos de plaqueo y aerosolización se emplearon como controles: medio *soft* con Phi-X174 (control de ausencia de actividad lítica), medio *soft* con *E. coli* C600 y el bacteriófago (control positivo de actividad lítica), y medio *soft* como control de contaminación.