

### **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga**  
**Universidad Santo Tomás**

**EFICACIA *In vitro* DE TRES SOLUCIONES DESINFECTANTES  
FRENTE A MICROORGANISMOS EN PINZAS MATHEW DE  
ORTODONCIA**

**Diana Marcela Jiménez Gutiérrez, Mónica Andrea Meza Cantero,  
Everson Adrián Carantón Castro**

**Trabajo de Grado para optar el título de Especialista en Ortodoncia**

**Directora**

**Gloria Cristina Aranzazu Moya  
Especialista en Patología Oral y Medios de Diagnóstico**

**Codirector (s):**

**Laura Viviana Herrera Sandoval  
Bacterióloga y Magíster en Ciencias Biomédicas**

**Martha Patricia Verjel Bonza  
Especialista en Endodoncia**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga  
División de Ciencias de la Salud  
Especialización en Ortodoncia  
2015**

## TABLA DE CONTENIDO

### RESUMEN

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
I.A. Planteamiento del problema.....	11
I.B. Justificación.....	12
I.C. Objetivos .....	14
I. C.1. Objetivo general.....	14
I.C.2. Objetivos específicos .....	14
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
II.A. Contaminación cruzada .....	14
II.B. Microorganismos frecuentes en cavidad bucal.....	15
II.C. Microorganismos frecuentes en instrumental luego del proceso de desinfección .....	16
<b><i>II.C.1. Staphylococcus aureus.....</i></b>	<b>18</b>
<b><i>II.C.2. Enterococcus faecalis:.....</i></b>	<b>19</b>
II.D. Clasificación del instrumental odontológico .....	19
<b><i>II.D.1. Categoría crítica.....</i></b>	<b>20</b>
<b><i>II.D.2. Categoría semicrítica.....</i></b>	<b>20</b>
<b><i>II.D.3. Categoría no crítica.....</i></b>	<b>20</b>
II.E. Desinfección .....	20
<b><i>II.E.1. Clasificación de desinfección.....</i></b>	<b>21</b>
<b><i>II.E.2. Tipos de desinfectantes .....</i></b>	<b>21</b>
<b><i>II.E.3. Pasos del proceso de desinfección y esterilización en pinzas de ortodoncia .....</i></b>	<b>27</b>
II.F. Lubricación de las pinzas de ortodoncia. ....	27
II.G. Esterilización.....	27
<b><i>II.G.1. Métodos de esterilización .....</i></b>	<b>27</b>
II.H. Algunos factores responsables del daño a los instrumentos durante la esterilización a tener en cuenta.....	28
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
III.A. Tipo de estudio.....	30
III.B. Muestreo.....	30
<b><i>III.B.1 Tipo de muestreo.....</i></b>	<b>30</b>
<b><i>III.B.2. Tamaño de la muestra.....</i></b>	<b>30</b>
III.C. Criterios de selección .....	30
<b><i>III.C.1. Criterios de inclusión .....</i></b>	<b>30</b>
<b><i>III.C.2. Criterios de exclusión.....</i></b>	<b>30</b>
III.D. Variables (Apéndice A).....	31
<b><i>III.D.1. Variable dependiente.....</i></b>	<b>31</b>

<b>III.D.2. Variable independiente</b> .....	31
III.E. Procedimiento.....	31
<b>III.E.1. Primera etapa: identificación de los métodos de desinfección</b> .....	32
<b>III.E.2. Segunda etapa: detalles de laboratorio y medición</b> .....	33
<b>III.E.3. Prueba piloto</b> .....	36
<b>III.E.4. Instrumento (Apéndice B)</b> .....	37
<b>III.E.5. Calibración</b> .....	37
III.F. Control de sesgos.....	37
III.G. Procesamiento y análisis de la información.....	37
<b>III.G.1. Procesamiento de la información</b> .....	37
<b>III.G.2. Análisis estadístico</b> .....	37
III.H. Consideraciones éticas.....	39
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	40
IV.A. Descripción general.....	40
<b>IV.A.1. Recuento de UFC/mm<sup>2</sup> de microorganismos antes y después de la desinfección</b> .....	40
<b>IV.A.2. Recuento de UFC/mm<sup>2</sup> por grupos de microorganismos antes y después de la desinfección</b> .....	41
IV.B. Análisis bivariado.....	42
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	45
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	49
<b>APÉNDICES</b> .....	53
<b>Apéndice A. Cuadro de operacionalización de variables.</b> .....	53
<b>Apéndice B. Instrumento</b> .....	1

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Resultados de la encuesta Survey Monkey aplicada a 29 estudiantes de III y V semestre de la Especialización en Ortodoncia.	32
<b>Tabla 2.</b> Recuentos de UFC/mm <sup>2</sup> para <i>Enterococcus faecalis</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> por grupos antes de la desinfección.	41
<b>Tabla 3.</b> Recuentos de UFC/mm <sup>2</sup> para <i>Enterococcus faecalis</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> por grupos después de la desinfección.	41
<b>Tabla 4.</b> Comparaciones múltiples de Dunnet por grupos de recuento de UFC/mm <sup>2</sup> para <i>Enterococcus faecalis</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> después de la desinfección.	42
<b>Tabla 5.</b> Comparación de recuento UFC/mm <sup>2</sup> por grupo de microorganismos antes y después de la desinfección.	42
<b>Tabla 6.</b> Reducción absoluta del riesgo y número necesario a tratar de las pinzas contaminadas con <i>Enterococcus faecalis</i> .	44
<b>Tabla 7.</b> Reducción absoluta del riesgo y número necesario a tratar de las pinzas contaminadas con <i>Staphylococcus aureus</i> .	44

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Preparación de inóculos microbianos	33
<b>Figura 2.</b> Homogenización en Vortex <sup>®</sup>	33
<b>Figura 3.</b> Secuencia de contaminación de las pinzas <i>Mathew</i> por microorganismos	34
<b>Figura 4.</b> Siembra de las diluciones preparadas.	35
<b>Figura 5.</b> Esparcimiento de la siembra con Asa de Drigalski	35
<b>Figura 6.</b> Siembra y medición de las muestras recogidas de las pinzas <i>Mathew</i>	35
<b>Figura 7.</b> Aislamiento de colonias de <i>Enterococcus faecalis</i> en agar Enterococcosel	36
<b>Figura 8.</b> Aislamiento de colonias de <i>Staphylococcus aureus</i> en agar Base Baird Parker	36
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de reducción de UFC/mm <sup>2</sup> por grupo de estudio.	43

## Lista de Apéndices

	<b>Pág.</b>
<b>Apéndice A.</b> Cuadro de operacionalización de variables.	53
<b>Apéndice B.</b> Instrumento.	54

## RESUMEN

**Introducción:** El uso de las pinzas de ortodoncia en la práctica diaria se enfrenta al permanente contacto con diferentes tejidos bucales y a la presencia de microorganismos, los cuales pueden estar contaminando las pinzas convirtiéndolas en un potencial de riesgo para la salud. Por tal motivo, se requiere de un proceso adecuado de control de infección antes, durante y después de la atención de paciente.

**Objetivo:** El objetivo de éste estudio fue evaluar la eficacia *In vitro* de tres soluciones desinfectantes frente a microorganismos en pinzas *Mathew* de ortodoncia.

**Materiales y métodos:** Se realizó un estudio *In vitro* en pinzas *Mathew* de ortodoncia. La muestra estuvo conformada por 60 pinzas, las cuales fueron sometidas a procesos de contaminación con una mezcla de microorganismos (*Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*), y desinfección con tres sustancias: (EUCIDA<sup>®</sup> Advanced de Eufar<sup>®</sup>, alcohol al 70% de JGB<sup>®</sup> y Bactidina<sup>®</sup> de Holandina Pharmaceutical de Colombia S.A.S). El análisis estadístico se llevó a cabo a través de la prueba Shapiro Wilk, Wilcoxon, Kruskal Wallis y comparaciones múltiples Dunn-test. El criterio para calcular la eficacia de cada desinfectante se evaluó por evidencia microbiológica midiendo UFC/mm<sup>2</sup> de forma cuantitativa.

**Resultados:** La reducción de UFC/mm<sup>2</sup> para *Enterococcus faecalis* fue más alto con Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II) (100%) y más bajo con alcohol (Grupo III) (86,7%). En relación con el *Staphylococcus aureus* se presentó de la misma manera, el más alto para la Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II) (86,7%) y más bajo para el alcohol (Grupo III) (78,6%).

**Conclusiones:** Según los resultados, las tres soluciones desinfectantes son eficaces en la reducción de la carga bacteriana, pero se destaca la Bactidina<sup>®</sup> como la más eficaz en la eliminación de agentes contaminantes.

**Palabras clave:** Desinfección, Estudio *In vitro*, Pinzas de ortodoncia, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, Alcohol, Compuesto de amonio cuaternario.

## ABSTRACT

**Introduction:** Using orthodontic pliers in daily practice confronts permanent contact with oral tissues different and the presence of microorganisms, which may be contaminating the pliers making them a potential health risk. Therefore, it's required infection control process before, during and after patient care.

**Objective:** The objective of this study was to evaluate the *In vitro* efficacy of three disinfectant solutions against microorganisms in *Mathew* orthodontic pliers.

**Materials and Methods:** In vitro study was performed in *Mathew* orthodontic pliers. The specimen consisted of 60 pliers, which were subjected to processes of contamination with a medley of microorganisms (*Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*), and disinfection with three substances: (Advanced EUCIDA<sup>®</sup> of Eufar<sup>®</sup>, alcohol 70% of JGB<sup>®</sup> and Bactidina<sup>®</sup> of Pharmaceutical Holandina of Colombia SAS). Statistical analysis

was carried out using Shapiro Wilk test, Wilcoxon, Kruskal Wallis and Dunn multiple comparisons test. The criteria for the efficacy of each disinfectant were evaluated by measuring microbiological evidence UFC / mm<sup>2</sup> quantitatively.

**Results:** The reduction in CFU / mm<sup>2</sup> for *Enterococcus faecalis* was higher with Bactidina® (Group II) (100%) and lower alcohol (Group III) (86.7%). In relation to *Staphylococcus aureus* was presented in the same way, the highest for the Bactidina® (Group II) (86.7%) and lowest for alcohol (Group III) (78.6%).

**Conclusions:** Based on these results, the three disinfectant solutions are efficacious in reducing the bacterial load, but Bactidina® stands out as the most efficacious in removing contaminating agents

**Key words:** Disinfection, In vitro study, Orthodontic pliers, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, Alcohol, Quaternary Ammonium Compounds.

## I. INTRODUCCIÓN

La atención en salud requiere del uso de implementos que entran en contacto con secreciones y fluidos corporales biológicos, lo que implica el uso de estrategias de bioseguridad y reducción del riesgo de contaminación cruzada.

En la práctica diaria en el área de la odontología en particular de ortodoncia, tanto profesional como paciente y auxiliar, se encuentran expuestos a una serie de situaciones que representan riesgo biológico; dentro de las que se encuentran la contaminación del instrumental, número insuficiente de pinzas para la atención de pacientes y el corto tiempo que se tiene entre paciente y paciente para una adecuada desinfección o esterilización.

La utilización de las pinzas de ortodoncia en el ejercicio práctico se enfrenta al permanente contacto con diferentes tejidos bucales y a la presencia de microorganismos, los cuales pueden estar contaminando dichas pinzas convirtiéndolas en un potencial de riesgo para la salud. Por ende, se requiere de un proceso adecuado de control de infección antes, durante y después de la atención de paciente.

Por otro lado, el volumen de pacientes que representa la consulta de ortodoncia y el corto tiempo que se tiene para realizar una adecuada desinfección, promueve a la investigación de una solución desinfectante que actúe en el menor tiempo posible para la reducción de carga microbiana de las pinzas.

A través del tiempo y desde la identificación de estos riesgos, se han difundido diferentes estrategias que incluían sustancias que resultaban tóxicas o irritantes para los pacientes, hasta que en años recientes se ha trabajado en sustancias más efectivas y con mayor biocompatibilidad, así, se mencionan sustancias nuevas comercialmente que sugieren ser una buena estrategia de desinfección, pero que requieren pruebas que permitan establecer su eficacia. Existen diferentes maneras de desinfección, con distintos componentes y niveles de eficacia; por lo cual, se dificulta elegir la mejor opción para producir un adecuado grado de desinfección de las pinzas y poder atender a los pacientes con el menor riesgo biológico.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia *In vitro* de tres soluciones desinfectantes frente a microorganismos en pinzas *Mathew* de ortodoncia y comparar la eficacia de las soluciones desinfectantes en la reducción de la carga bacteriana.

Este estudio de tipo experimental *In vitro*, pretendió determinar la carga microbiana presente en las pinzas *Mathew* de ortodoncia antes y después de aplicada cada solución desinfectante.

Se estudiaron las pinzas *Mathew* de ortodoncia, las cuales fueron contaminadas *In vitro* por dos cepas en el laboratorio de microbiología de la Universidad Santo Tomás.

## I.A. Planteamiento del problema

El control de infección sobre los instrumentos ortodóncicos ha estado enmarcado durante mucho tiempo dentro del concepto de que el desarrollo de la práctica no presenta riesgos que impliquen una alteración del estado de salud porque no se realizan procedimientos invasivos.<sup>1-2</sup> Contrario a lo que se piensa, diferentes estudios han comprobado que las contaminaciones cruzadas que se propagan a través de la saliva y la sangre de paciente-paciente, paciente-ortodoncista y/o ortodoncista-paciente, involucran la presencia de diferentes microorganismos y enfermedades de transmisión catalogando a la práctica de ortodoncia en un segundo lugar de riesgo de adquirir algún tipo de contagio. Los estudiantes y profesionales de ortodoncia deben implementar medidas de control de infección y bioseguridad para evitar y reducir las posibilidades de infecciones cruzadas, riesgos biológicos y así mismo prestarle total cuidado a las buenas prácticas que deben adoptar las cuales garanticen el cuidado y protección de su salud y la de sus pacientes.<sup>2,3</sup>

En ortodoncia, se utilizan pinzas que cumplen diferentes funciones, muchas de ellas no tienen contacto con fluidos orales, por el contrario pinzas como el cortador distal, cortador de ligaduras, *Weingart* y *Mathew*, pueden ser llevadas a la cavidad oral y por tanto estar en contacto con fluidos orales biológicos tales como saliva o sangre.<sup>2,4,5,6</sup> Estas pinzas tienen extremos puntiagudos y ángulos agudos que pueden dañarse fácilmente; esto sumado a su alto costo, hace que los usuarios de estas pinzas eviten someterlas a químicos y temperaturas elevadas e incluso al contacto con el agua. Igualmente, estas pinzas tienen áreas difíciles de limpiar que podrían generar contaminación cruzada al retener microorganismos en las zonas mencionadas. Esto determina que lo ideal en los procesos de bioseguridad de las pinzas debe incluirse la desinfección y esterilización.

El control de infección es necesario en todo equipo que entra en contacto con fluidos biológicos y es responsabilidad del profesional de la salud, garantizar la seguridad en la atención del paciente.<sup>7</sup>

Para la desinfección de instrumental odontológico se han evaluado diversas soluciones a través de los años, dentro de las más recomendadas se encuentra el glutaraldehído 2%, formaldehído 38%, fenoles sintéticos y alcohol al 70%. De los anteriores desinfectantes, se considera sólo al glutaraldehído como un desinfectante de alto nivel en el uso de materiales semi-críticos con un tiempo ideal de inmersión del instrumental en el producto de 30 minutos para lograr desinfección adecuada.<sup>7</sup>

Por medio de una encuesta virtual, diseñada con el programa *Survey Monkey* aplicada a los estudiantes de tercer y quinto semestre de Ortodoncia de la Universidad Santo Tomás, no se evidenció un método estandarizado y probado de desinfección y no existe un protocolo diseñado para desinfectar de forma adecuada las pinzas de ortodoncia. En la actualidad no ha sido muy claro cuál es la solución de desinfección más eficiente, con la cual se logre disminuir la carga microbiana resistente a los procesos de desinfección.<sup>4,8</sup>

Por otro lado, se observó que los estudiantes de la especialización de ortodoncia no poseen la suficiente cantidad de pinzas necesarias para la atención de aproximadamente seis pacientes en una jornada de tres horas de clínica, en especial las pinzas de corte; siendo este el principal inconveniente al atender tres y cuatro pacientes con la misma pinza. Según los resultados que arrojó la encuesta, cada estudiante tuvo un promedio de dos pinzas de corte (dos cortadores distales y dos cortadores de ligaduras) y seis pinzas *Mathew* y el 79,3% nunca esterilizan dichas pinzas.

Además, para el desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta que las pinzas *Mathew* es una de las más llevadas a la cavidad bucal, altamente susceptibles a la contaminación y poseen el menor costo.<sup>2,8</sup> Un estudio realizado por Ávila y Vega (2007) en la universidad Santo Tomás, evaluó la desinfección del instrumental de ortodoncia con glutaraldehído al 2%, teniendo en cuenta las pinzas de mayor uso en la práctica como la *Weingart* y *Mathew*. Según los resultados obtenidos en este estudio, encontraron que había un alto grado de contaminación en las pinzas estudiadas con un crecimiento positivo de las bacterias *Staphylococcus epidermis*, *Corynebacterium ssp*, *Actinomyces ssp*, *Sterptococcus viridands* y *Lactobacillos ssp*. De igual forma demostraron que el glutaraldehído al 2% ejerce una acción eficaz en la eliminación de agentes contaminantes y que el instrumental que utilizaban los estudiantes del posgrado de ortodoncia en la atención del paciente presentaba un alto grado de contaminación.<sup>2</sup>

Así mismo, en la encuesta virtual realizada a los estudiantes de la especialización de ortodoncia de la Universidad, se evidenció que estos no utilizaban el glutaraldehído como desinfectante en las pinzas de ortodoncia. Los resultados mostraron que las sustancias más empleadas por los estudiantes fueron, el amonio cuaternario EUCIDA<sup>®</sup> Advanced de Eufar<sup>®</sup> en un 37,9% y el alcohol al 70% de JGB<sup>®</sup> en un 17,24%. (Tabla 1)

Por lo tanto la pregunta de investigación que orientó el desarrollo del estudio fue ¿Cuál de las soluciones desinfectantes (EUCIDA<sup>®</sup> Advanced de Eufar<sup>®</sup> “amonio cuaternario de quinta generación, Alcohol al 70% de JGB<sup>®</sup> o la Bactidina<sup>®</sup> de Holandina pharmaceutical de Colombia S.A.S “amonio cuaternario de quinta generación”) *In vitro* era la más eficaz frente a la desinfección de pinzas *Mathew* de ortodoncia? Por tal motivo, es necesario determinar y emplear procesos de desinfección adecuados para el instrumental de ortodoncia.

## **I.B. Justificación**

La ortodoncia ha sido catalogada como una especialización no invasiva, pero debido al alto volumen de pacientes y contacto de las pinzas con la mucosa oral se puede transmitir una variedad de microorganismos que ocasionan enfermedades infecciosas y contagiosas. En años anteriores y recientemente, se reconoce a esta área de la odontología en el segundo lugar para la contaminación de hepatitis B. Debido a la negligencia observada en los métodos de bioseguridad relacionado con los métodos de desinfección y esterilización en

las pinzas utilizadas entre paciente y paciente, se debe tener en cuenta el alto riesgo de bacteremia en algunos procedimientos que hacen parte del tratamiento, como exposiciones quirúrgicas por tracción ortodóncica y colocación de bandas.<sup>6,9</sup>

Se ha calculado que los profesionales del área de la odontología y los pacientes, pueden ser afectados por alrededor de cuarenta tipos distintos de enfermedades infecciosas durante la rutina de procedimientos clínicos. Pero en ortodoncia, aunque en menor porcentaje de riesgo también es posible contraer varias enfermedades.<sup>4</sup>

Se ha establecido que algunos microorganismos patógenos resistentes no tienen un programa de control de infección dentro del consultorio, los profesionales justifican tiempo y dinero, y tienen el concepto de que el calor o las sustancias químicas pueden dañar permanentemente el instrumento. Por lo tanto es necesario mejorar el control de infección en la práctica, adoptando medidas preventivas sobre los procesos de desinfección en el instrumental, en especial de las pinzas debido a que presentan problemas tales como áreas retentivas difíciles de limpiar y esterilizar, filos, ángulos agudos y extremos puntiagudos que se dañan fácilmente.<sup>4,10</sup>

Al tener en cuenta la velocidad con la que nuevas cepas de microorganismos evolucionan con el tiempo y la resistencia que desarrollan las antiguas cepas a la esterilización,<sup>9</sup> se hace necesario proteger a los pacientes y trabajadores de la salud de los factores de riesgo biológicos que ocasionan enfermedades infecto – contagiosas (Artículo 2. Decreto 1543 de 1997). Además del compromiso ético que tienen los profesionales del área de odontología con los pacientes sobre el cuidado y protección de su salud (Ley 35 de 1989).

Según la Resolución N° 1441 del 6 de mayo de 2013, para garantizar la seguridad en la atención del paciente es ideal realizar una correcta esterilización, la cual previo a ésta se debe ejecutar una serie de pasos en donde se encuentra desinfección. En la práctica clínica es necesario invertir no solo en instrumental y equipos, si no en capacitación al personal auxiliar sobre los niveles de bioseguridad como factor importante en el día a día.<sup>6</sup> Dado que el elevado costo de las pinzas de corte, y que algunos estudiantes y ortodoncistas no poseen la suficiente cantidad que se requiere para suplir el volumen de pacientes que se atienden en una jornada de tres horas de clínica, por lo que el tiempo para la realización de una correcta esterilización se disminuye, limitándose sólo a realizar limpieza o desinfección a las pinzas en especial las de corte. Pero el ideal es atender de acuerdo a la cantidad de pinzas estériles que se tengan.

Por lo tanto, fue importante identificar el desinfectante más eficaz que en un tiempo corto y prudente permitiera mantener las buenas prácticas en los procesos de desinfección de las pinzas que se utilizan entre paciente y paciente, con el fin de minimizar la cantidad de microorganismos. En ocasiones el tiempo no alcanza para esterilizarlas correctamente, por lo que deben establecerse protocolos adecuados para el manejo de tiempos y estrategias de desinfección y esterilización. La desinfección es un proceso previo a la esterilización para

disminuir la carga bacteriana, por lo tanto con el desarrollo de este estudio se determinó la eficacia de los productos desinfectantes más empleados por los estudiantes.

## **I.C. Objetivos**

### ***I. C.1. Objetivo general***

Evaluar la eficacia *In vitro* de tres soluciones desinfectantes frente a microorganismos en pinzas *Mathew* de ortodoncia.

### ***I.C.2. Objetivos específicos***

Determinar la carga microbiana presente en las pinzas *Mathew* de ortodoncia antes y después de aplicada cada solución desinfectante.

Comparar la eficacia de las soluciones desinfectantes en la reducción de la carga bacteriana.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **II.A. Contaminación cruzada**

La contaminación cruzada, se define como la transmisión de una enfermedad por contacto directo (lesiones, saliva, sangre) o contacto indirecto (objetos contaminados). Diseminación de un agente infeccioso de un paciente al profesional, del profesional al paciente, de paciente a paciente y el originado del consultorio a la comunidad.<sup>11,12</sup>

El control de la transmisión de enfermedades infecciosas ha sido una preocupación generada desde hace décadas;<sup>6</sup> el alto riesgo de contaminación por el manejo constante de sangre y saliva en odontología, ha llevado a considerar el control de infecciones como una prioridad en los centros de atención, debido a la colonización y diseminación de infecciones microbianas ocasionadas en los entornos de salud.<sup>13,14</sup> Los procedimientos odontológicos están asociados con alto riesgo de contaminación por la sangre y aerosoles que se desencadenan durante la consulta, teniendo en cuenta que la flora oral es un hábitat único que aloja entre 400 a 700 especies diferentes de bacterias,<sup>15</sup> al igual que el elevado volumen de pacientes que se atiende cada día y en tiempo limitado entre cada paciente; considerados como unos de los medios más importantes de transmisión de la infección. Para contrarrestar esta situación se han implementado medios eficaces como desinfectantes químicos y líquidos para el lavado de manos y eliminación de patógenos que frecuentan en el entorno

de la odontología. Por tal motivo, se hace necesario reducir la posibilidad de contaminación cruzada, realizando una desinfección de las superficies no críticas y semicríticas, y de los instrumentos después de cada paciente.<sup>11,13,14</sup>

La literatura presenta estudios sobre la adherencia microbiana en pinzas de ortodoncia, se han demostrado que procedimientos de tratamiento de ortodoncia pueden causar bacteremia por bacterias aerobias y anaerobias.<sup>15</sup> En la práctica ortodóncica a pesar de no realizarse procedimientos invasivos, puede ser posible que se lesione la mucosa bucal con los arcos, ligaduras e instrumentos de corte, las cuales sumadas a la negligencia del operador de no realizar un adecuado control de infección de las pinzas, puede ser causante de infecciones de alto riesgo producidas por el virus de la Hepatitis B, Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH), Herpes simple y otras infecciones que se transmiten a través de la saliva y la sangre.<sup>3,4,5,11,14</sup>

Es fundamental que los ortodoncistas eviten las contaminaciones cruzadas, desarrollando protocolos de control de infección adecuados que eviten el alto riesgo de contaminación entre pacientes, entre paciente y profesional y/o equipo auxiliar, debido a la gran variedad de microorganismos bucales que pueden contaminar el instrumental como son las diferentes cepas de *estafilococos* y *estreptococos*.<sup>3,4,5</sup> Algunos ortodoncistas no realizan protocolos de infección porque catalogan a los pacientes como de bajo riesgo en el contagio de enfermedades, exponiendo al equipo de trabajo y a los pacientes a desarrollar infecciones cruzadas.<sup>4</sup>

Se ha documentado sobre la presencia de ciertos microorganismos presentes en el ambiente de la cavidad bucal, causantes de diversas enfermedades.<sup>4,16</sup> La aparatología usada en ortodoncia ayuda a la proliferación de placa bacteriana, ocasionando acumulo de comida por la dificultad en la higiene oral, las cuales al no ser removidas generan daños en el individuo tales como enfermedad periodontal, gingivitis, entre otras. Al no intervenir de forma temprana y adecuada esta problemática, se puede desarrollar posiblemente una bacteremia,<sup>5</sup> según investigaciones realizadas por Machado y colaboradores (2012). Los profesionales de la odontología y pacientes pueden ser afectados por alrededor de 40 tipos distintos de enfermedades infecciosas durante la rutina de procedimientos clínicos, iniciadas por la exposición del cuerpo a los microorganismos patógenos<sup>4</sup>.

## **II.B. Microorganismos frecuentes en cavidad bucal**

En la cavidad bucal es posible encontrar gran variedad de microorganismos, siendo los más frecuentes *Streptococcus sp.*, *Peptostreptococcus sp.*, *Veillonella sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Corynebacterium sp.* y *Actinomyces sp.*<sup>2</sup>

La microbiota bucal puede ser alterada por agentes químicos y mecánicos, aumentando la microflora bacteriana.<sup>17</sup> Los pacientes con tratamientos ortodóncicos sufren cambios en el Ph salival, volviéndolo más ácido favoreciendo así a la retención de microorganismos con aumento de la placa bacteriana. Podemos encontrar el aumento de colonias de

*Streptococcus mutans, salivarius, oralis, mitis, Lactobacilos sp. Y Staphylococcus aureus*, los cuales son acidófilos y se adhieren más fácilmente a la superficie del bracket, interfiriendo en el flujo salival. Este efecto puede disminuirse al realizar enjuagues bucales o por un Ph de la saliva estable.<sup>3,17</sup>

Es importante tener en cuenta la presencia de partículas como los Priones, los cuales son proteínas patógenas altamente resistentes a la esterilización.<sup>8</sup>

## **II.C. Microorganismos frecuentes en instrumental luego del proceso de desinfección**

Ante los procesos de control de infección es posible que algunos microorganismos patógenos hagan resistencia y no puedan ser eliminados de forma completa, ocasionado posiblemente porque no se utilizan métodos adecuados y efectivos para la desinfección de pinzas en la práctica diaria.<sup>4</sup>

Según resultados arrojados por diversos estudios, luego de la realización de los procesos de control de infección en pinzas de ortodoncia, es posible encontrar diferentes cepas de microorganismos. En una investigación realizada por Ávila y Vega (2007) en la Especialización en Ortodoncia de la Universidad Santo Tomás, luego del proceso de desinfección con glutaraldeído al 2%, se hizo un análisis sobre la presencia de microorganismos en las superficies de las pinzas *Weingart* y *Mathew* en cultivos agar sangre (diseñado para facilitar el crecimiento de microorganismos exigentes, bacterias Gram-positivas y todas las especies encontradas en muestras de origen clínico) y McConkey (utilizado para identificar *E. coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Shigella*, *Providencia*, *Proteus*), encontraron solo crecimiento de cepas en el cultivo Agar sangre de cordero, en un mayor porcentaje presencia de *Staphylococcus epidermis*, seguido de *Corynebacterium ssp.*, *Actinomyces ssp.*, *Streptococcus viridans* y *Lactobacillus ssp.*<sup>2</sup> En otra investigación en donde también se evaluó la eficacia de los agentes de desinfección de las pinzas usadas en ortodoncia, el glutaraldeído al 2% mostró mejores resultados frente a otros agentes como agua- jabón y alcohol al 70%, en las muestras tomadas luego del tratamiento de desinfección se encontró crecimiento bacteriano en el cultivo Agar de McConkey, agar de Baird Parker y agar de mitis salivarius, y los resultados comprobaron que aún con el uso del glutaraldeído al 2% se podían evidenciar presencia de microorganismos de *Staphylococcus sp.* Lo cual nos indica que estos procedimientos reducen los niveles microbianos pero no elimina por completo el número de bacterias.<sup>4</sup>

Este proyecto permitió evaluar otras sustancias para la desinfección de las pinzas de ortodoncia con un tiempo promedio del que reportaron diferentes estudios e indicados como detergentes y desinfectantes en equipos médicos y superficies intermedias; dentro de los cuales se encuentran agentes desinfectantes con amonio cuaternario de quinta generación (Dioctyl dimethyl ammonium chloride and alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride; glutaraldeído; excipientes C.S.P. 100 mL). Ésta última sustancia importante

debido a que posee un extraordinario poder bactericida frente a bacterias gram- positivas y gram-negativas, exterminándolas con soluciones diluidas de manera activa; tiene la capacidad de adherirse a las membranas de los microorganismos provocando una ruptura del citoplasma, ocasionando pérdida de los elementos fósforo y potasio, y permitiendo el paso de las cadenas de carbono del radical alquilo, ocasionando la destrucción del núcleo y la membrana celular, asegurando la muerte del microorganismo dejando actuar el producto en la superficie por tres minutos.<sup>18</sup>

Existe otro producto que contiene cloruro de amonio cuaternario de quinta generación, alcohol etílico, pero libres de aldehídos y fenoles con evidencia científica de acción bactericida, virucida, fungicida y tuberculicida entre 1 y 5 minutos. El cual presenta un mecanismo de acción en donde los compuestos de amonio cuaternario se fijan a la superficie de los materiales ejerciendo su actividad antibacterial, inhibiendo las funciones de la pared celular y de la membrana citoplasmática o por interacción física con la membrana celular.<sup>19</sup>

Es importante destacar que independientemente del método de desinfección utilizado, si no se realiza un adecuado almacenamiento del instrumental de ortodoncia, los agentes patógenos pueden encontrarse presentes ocasionando contaminación microbiana. En investigación realizada por Azeredo y colaboradores (2011),<sup>3</sup> luego del análisis de los cultivos de infusión cerebro-corazón (BHI), agar sanguíneo, agar nutriente, agar azul de metileno de eosina, agar mitis-salivarius y agar de sal de manitol (Chapman); los microorganismos que se encontraron fueron los cocos G+ y *Staphylococcus*. Estos microorganismos pueden pertenecer a diferentes especies bacterianas ocasionando diversas enfermedades. Las pinzas removedoras de bandas presentaban la mayor contaminación y la pinza 139 tuvo una alta tasa de contaminación con *Staphylococcus*, estas bacterias de encuentran en la piel y mucosa nasal.<sup>3</sup>

Entre las cepas de microorganismos encontradas en las superficies de instrumental odontológico antes y después de los procesos de desinfección, se observan diversas colonias de especies bacterianas altamente resistentes: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Acinetobacter calcoaceticus*.<sup>3,4,13,15,17,21,22-26</sup> Para el estudio se escogieron dos cepas, el *Staphylococcus aureus*(a.) y *Enterococcus faecalis*(b.); se encuentran referenciados en estudios en pinzas de ortodoncia e instrumental odontológico en general.<sup>3,4,13,15,17,21,22-26</sup> El *Enterococcus faecalis* en particular ingresa al organismo principalmente por cavidad oral, por ende representa incidencia en la salud, con alta relevancia clínica; es altamente resistente a los procesos de desinfección, tiene elevada incidencia en las infecciones nosocomiales y es considerado indicador de contaminación fecal.<sup>22,23</sup>

### ***II.C.1. Staphylococcus aureus***

Es una cepa conocida como *Staphylococcus aureus*, o también nombrado como *Staphylococcus dorado*, es un microbio anaerobio facultativo, patógeno en un 50% aproximadamente de pacientes en la flora bacteriana fisiológica de piel y mucosas; agente etiológico de diferentes patologías, infecciones de la piel, tejidos blandos, bacteremia, endocarditis, infección del Sistema Nervioso Central (SNC) y del tracto genitourinario,<sup>24</sup> puede ocasionar ulceraciones y sepsis.<sup>8</sup> Productor de coagulasa y catalasa, se pueden identificar como bacterias *cocáceas* grampositivas agrupadas en parejas, tétradas, cadenas cortas o, de forma característica, como racimos irregulares. Son inmóviles y no esporuladas.<sup>24,26</sup> Se clasifica, junto con los géneros *Micrococcus*, *Stomatococcus* y *Planococcus*, dentro de la familia *Micrococcaceae*, que incluye a los *cocos* Gram-positivos catalasa-positivos.<sup>25</sup>

Crece en los medios de cultivo habituales, muestran  $\beta$ -hemólisis en medios con sangre, y son capaces de desarrollarse a altas concentraciones de NaCl (medio selectivo de Chapman). Se mide por aislamiento selectivo, que consiste en la utilización de un medio selectivo sólido, el cual inhibe el desarrollo de especies diferentes al *Staphylococcus*, además permite reconocer el desarrollo característico del microorganismo identificando la cepa.

En la identificación bioquímica se identifica el género y especie de *Staphylococcus aureus enterotoxigénico*.<sup>24</sup>

Las principales características identificativas de *S. aureus* que sirven para su diferenciación de otras especies del género son: producción de coagulasa, actividad fosfatasa alcalina, producción aeróbica de ácido, producción de desoxirribonucleasa termoestable.<sup>26</sup>

Las pruebas bioquímicas para la identificación de *Staphylococcus aureus* son:

- Agar sales y manitol: positivo (color amarillo).
- Prueba de coagulasa: positivo.
- Sensibilidad a vancomicina: positivo.<sup>25</sup>

El género *Staphylococcus* incluye actualmente 32 especies y ocho subespecies aerobias y anaerobias facultativas, con la excepción de *S. saccharolyticus* y *S. aureus* subespecie anaerobius, que son anaerobias estrictas.<sup>25</sup>

Por su alta resistencia antimicrobiana, a la meticilina, a las penicilinas (oxacilina, meticilina, cloxacilina) y las cefalosporinas, poseen una estructura molecular que las protege frente a la acción de la  $\beta$ -lactamasa.<sup>24,26</sup> Por tal razón se considera un microorganismo problemático en un ambiente hospitalario por la estabilidad y resistencia patógena en humanos.<sup>8</sup>

### ***II.C.2. Enterococcus faecalis:***

*E. faecalis* es un coco Gram positivo, anaerobio facultativo, inmóvil, no esporulado y su tamaño oscila entre 0,5 y 0,8 micrómetros.<sup>20</sup> *Enterococcus* forman parte de la flora normal del tracto gastrointestinal humano y del tracto genital de la mujer, aunque pueden también ser encontrados en suelo, comida, agua, plantas, animales, pájaros e insectos. No representan daños para el organismo en condiciones normales, sin embargo, en ocasiones se comportan como patógenos oportunistas y pueden causar diferentes enfermedades, especialmente en aquellos pacientes que han sido hospitalizados por largos períodos o sometidos a terapia antimicrobiana previa, que los convierte en un importante patógeno nosocomial.<sup>23</sup>

Estos microorganismos se asocian en parejas y cadenas cortas, donde se pueden aislar como microbiota normal en la mucosa bucal y dorso de la lengua. También se han descrito aislamientos de infecciones pulpo-periapicales y de bolsas periodontales, por ende este microorganismo lo podemos encontrar en las pinzas de ortodoncia.<sup>21</sup>

El *Enterococcus* se puede examinar por diferentes medios y el crecimiento de éstos se favorece por la presencia de peptonas, hidrolizados y extractos. Entre los medios no selectivos para *Enterococcus* se encuentra el agar y el caldo cerebro corazón que son ampliamente utilizados para el cultivo y mantenimiento de *Enterococcus*, el caldo cerebro corazón con 6,5 % de cloruro de sodio, el agar triptona glucosa extracto, el agar y el caldo triptona soya, el agar MRS, el agar Rogosa, el agar M17, el caldo Elliker y el caldo Tood-Hewitt.<sup>23</sup>

La temperatura ideal de crecimiento *In vitro* de este microorganismo es de 35°C, aunque, se ha observado crecimiento entre 10°C y 45°C.<sup>21</sup>

## **II.D. Clasificación del instrumental odontológico**

Como profesionales del área de la salud, es importante saber identificar el potencial de riesgo que genera cada paciente con el uso de instrumental posiblemente contaminado; los cuales pueden desencadenar un alto riesgo de infecciones contagiosas y cruzadas al no saber clasificar el equipo con el cual laboramos en los diferentes ámbitos de riesgo y manejo.

Existe una clasificación general del instrumental de uso diario en el área de la salud, el cual se categoriza de 3 formas de acuerdo al riesgo de infección, necesidad de esterilizar debido al uso, nivel de contaminación y cuidado del instrumental.<sup>3,8, 16,27</sup>

### ***II.D.1. Categoría crítica***

Incluye aquellos materiales que penetran en la piel y tejidos blandos o el hueso, deben ser desechados o someterse a esterilización debido a que entran en contacto con la sangre, tejidos u órganos internos incluso heridas. En este grupo se encuentran los instrumentos quirúrgicos y fresas dentales, curetas periodontales, hojas de bisturí, bandas de ortodoncia, removedores de bandas y en general pinzas que contengan sangre.<sup>6,8</sup>

### ***II.D.2. Categoría semicrítica***

Pertenece a los instrumentos que contactan los tejidos orales como mucosa o piel, pero no penetran tejidos duros o blandos. Deben ser esterilizados luego de su uso, y llegado el caso que el material no resista al calor, debe someterse mínimo a una desinfección de alto nivel. Las pinzas de ortodoncia se encuentran en esta categoría, como primera opción deben esterilizarse con calor húmedo y en segunda medida con calor seco.<sup>6,8</sup> Dentro de esta categoría se encuentran las pinzas de ortodoncia, en especial la del objeto de estudio “*Mathew*”.

### ***II.D.3. Categoría no crítica***

Instrumental que hace contacto únicamente con la piel y solo necesita desinfectarse o limpiarse. En esta categoría se encuentran las cabezas del cono de radiografía, el brazalet del tensiómetro, entre otros.<sup>5, 6,8,16,27</sup>

De estas categorías se desglosan los diferentes niveles de desinfección. Se debe tener en cuenta el cuidado de la salud del paciente, realizando una planificación y propuesta de protocolos de desinfección adecuados, los cuales permitan una mayor protección tanto a los pacientes como a todo el personal del cuidado de la salud dental, debido al alto volumen, que día a día se incrementa en la consulta ortodóncica. Aunque se sabe que un procedimiento no reemplaza al otro, si se demuestra que el material puede someterse a esterilización, el ideal sería esterilizarlo y no sólo desinfectarlo.<sup>3</sup>

## **II.E. Desinfección**

La desinfección es un proceso que inhibe o elimina organismos patógenos de la superficie o de un objeto inanimado contaminado pero no incluye las endosporas bacterianas y ciertos microorganismos patógenos.<sup>3,4,5,28-31</sup>

### ***II.E.1. Clasificación de desinfección***

- **Alto nivel.** Es en la que se elimina la mayoría de microorganismos, si se realiza un tiempo prolongado de exposición, según recomendaciones de cada fabricante. Elimina bacterias tuberculosas y vegetativas, hongos, virus lipofílicos y no lipofílicos, y la mayoría de las esporas (excepto cuando existe un alto número de esporas).
- **Nivel intermedio.** En este nivel se destruyen formas vegetativas de bacterias, la mayoría de los virus y la mayoría de los hongos, pero necesariamente no las esporas bacterianas, en general no se recomienda para uso en inmersión por su inestabilidad.
- **Nivel bajo.** Destruye la mayor parte de las bacterias y algunos virus y hongos, pero no micobacterias resistentes (bacilos aeróbios inmóviles y no esporulados), esporas bacterianas y las bacterias tuberculosas.<sup>3,6,8,30,31</sup>

En odontología, en algunos casos donde la esterilización no es posible porque los materiales e instrumentos no son resistentes al calor o no son críticos con respecto a la contaminación, los instrumentos deben ser sometidos a una desinfección de alto nivel mediante soluciones químicas.<sup>3</sup> La mayoría de los estudios han demostrado que simplemente enjuagar con agua, no es suficiente para eliminar agentes patógenos adherentes; por tal motivo es importante destacar las soluciones más comúnmente empleadas en el campo de la ortodoncia, teniendo en cuenta, que la solución más recomendada es el glutaraldehído al 2%, debido a que se encuentra categorizado como un desinfectante de alto nivel sobre materiales semicríticos ; no se incluirá en el estudio por su largo tiempo de acción, efecto corrosivo, irritación de la piel y toxicidad. Por ende se evaluarán nuevas soluciones que tengan un nivel de eficacia en menos tiempo y con menores efectos secundarios.<sup>3,6</sup> Es importante tener en cuenta de cada producto desinfectante la concentración, ventajas, desventajas, usos y contraindicaciones.<sup>30,31</sup>

### ***II.E.2. Tipos de desinfectantes***

El proceso de desinfección incluye la limpieza de las superficies y aplicación de un desinfectante. Los desinfectantes más utilizados en odontología se pueden clasificar en:

- Alcoholes
- Aldehídos
- Productos de cloro
- Fenoles sintéticos
- Ácido peracético<sup>31</sup>
- Productos yodóforos.<sup>29</sup>

Para el instrumental de ortodoncia puede realizarse mínimo una desinfección de alto nivel según como se recomienda en el tratamiento que se le debe dar ideal a estos instrumentos semicríticos.<sup>1</sup>

- **Alcoholes.** Existen el alcohol etílico y alcohol isopropílico siendo el alcohol isopropílico el más utilizado con una concentración de 60% a 70% en agua, y su mejor poder desinfectante entre 60% y 90%. Considerado como desinfectante de nivel intermedio, aunque se ha dicho que la limpieza que realiza lo puede catalogar en un bajo nivel<sup>30</sup>. Actúa mediante la desnaturalización de proteínas bacterianas. Pero tiene la desventaja de ser ineficaz ante la presencia de proteínas de tejidos, tales como la saliva o la sangre, y la evaporación rápida. Tiene una rápida evaporación, lo cual no permite la reducción del número de colonias ni la descontaminación apropiada de las pinzas.<sup>3,4,6</sup>

Ventajas de la desinfección con alcohol al 70%: rápida acción bactericida, la acción en presencia de *Mycobacterium tuberculosis* y virucida (en busca de virus lipofílicos solamente), irritante leve, de bajo costo, no tóxico, incoloro y no deja residuos.<sup>3,4,6</sup>

Desventajas: no es esporicida; se reduce su acción antimicrobiana ante la presencia de materia orgánica, daños en material plástico, caucho o acrílico; se evapora rápidamente, con una reducción de la actividad antimicrobiana de sangre seca, saliva y otras materias orgánicas. No se registra como desinfectante en la Agencia de protección al medio ambiente (EPA), no es aceptado por la Asociación Dental Americana (ADA) como desinfectante y no se fija a la superficie del instrumental; no presenta acción contra los virus hidrofílicos, no tiene acción residual, y es un desinfectante de nivel medio.<sup>3,6,30</sup>

- **Aldehídos.** Dentro de ellos se encuentran el *Formaldehído* y el *Glutaraldehído* básicamente; la actividad de estas soluciones está ligada a la desnaturalización de las proteínas y ácidos nucleicos por reducción química. Los aldehídos destruyen muy bien bacterias, hongos microscópicos y tienen una excelente acción virucida. Son empleados para desinfectar superficies, aparatos e instrumentos.<sup>4</sup>

- ✓ **Formaldehído**, es un formol al 10% que contiene la mitad de porcentaje de tetra borato de sodio y se utiliza para la desinfección de los instrumentos metálicos limpios. El formaldehído se utiliza para desinfectar los instrumentos sensibles al calor. Presenta las desventajas de ser irritante y tóxico si se inhala.<sup>4</sup> Su mecanismo de acción es la inactivación de microorganismos por alquilación del grupo amino y sulfidrilo de proteínas y del anillo nitrogenado de bases púricas lo que hace alterar la síntesis de los ácidos nucleicos.<sup>31</sup>

Desventajas: Presenta olor desagradable, además de irritar las mucosas. Se considera potencialmente carcinogénico. Al utilizarse deberán tomarse las precauciones de exposición ocupacional.

Su uso está limitado a filtros de hemodiálisis y conservación de piezas de anatomía patológica. Debido a su efecto tóxico e irritante, desde 1996 la formalina bajo cualquier presentación, está excluida de la lista de desinfectantes en los Estados Unidos de Norteamérica.<sup>31</sup>

- ✓ **Glutaraldehído**, es un compuesto del aldehído y se presentan en soluciones acuosas, ácidas y alcalinas. Tiene un pH alcalino, un vez activado, sufre drásticamente disminución a partir de los 14 días de activación. Su acción es consecuencia de la alquilación de componentes celulares que alteran la síntesis proteica de los ácidos ADN y ARN<sup>31</sup>. La solución al 2%, es un desinfectante si se usa durante menos de 30 minutos y un método esterilizante a las 10 horas.<sup>4</sup> Menos tóxico e irritante que el formaldehído, se puede utilizar con seguridad en instrumentos de metal, plástico y caucho. Además, es el único que actúa en presencia de materia orgánica siendo fungicida, virucida y bactericida durante 30 minutos y esporicida a las 10 horas para una apropiada estabilidad. La eficiencia es difícil de monitorear y provoca irritación de la piel, es tóxico, se decolora, y puede tener efecto corrosivo sobre los metales.<sup>4</sup>

Ventajas: elevada actividad bactericida, virucida, fungicida y esporicida con amplio espectro de acción, generalmente no es corrosivo y penetra en la sangre, pus y desechos orgánicos; existen formulaciones que permiten producir una mayor vida útil hasta por 28 días, puede ser utilizado en los instrumentos de caucho y plástico, es menos irritante y tóxico que el formaldehído, y es eficaz contra *Mycobacterium tuberculosis*.<sup>3,4,30,31</sup>

Desventajas: no se fija como desinfectante de superficie, es irritante a los tejidos, puede causar reacción alérgica; decolorar algunos metales; su acción corrosiva puede aumentar según la dilución y la exposición a la solución, se inactiva por el amoníaco y las aminas primarias; y es más tóxico que el fenol-sintético.<sup>3,30,31</sup>

- ✓ **Orthophthaldehído (OPA)**, se ha investigado sobre la presencia de este desinfectante de alto nivel, el cual no requiere activación, con olor no significativo y es de gran compatibilidad con materiales. Entre sus desventajas: puede manchar la piel, uso clínico limitado y es más costoso que el glutaraldehído.<sup>32</sup> Corresponde al grupo de aldehídos inorgánicos y su *mecanismo de acción* es por alquilación de los componentes celulares y actúa directamente sobre los ácidos nucleicos. Según estudios ha demostrado ser microbicida y una mayor actividad frente a micobacterias que el glutaraldehído. Es micobactericida y virucida.

Ventajas: posee una excelente estabilidad en un amplio rango de pH (3-9) y por lo tanto no requiere de activación. Presenta además una excelente compatibilidad con cualquier material o artículo y cuenta con indicadores químicos. No es carcinogénico, pero se

recomienda utilizarse en áreas ventiladas ya que todavía no se ha determinado si puede producir irritación en los ojos y orificios nasales.

Desventaja: alto costo

Indicaciones de uso: El tiempo que se requiere para la desinfección de alto nivel varía según los siguientes estándares y fabricantes:

- Estándar americano (FDA) (10 a 12 minutos a 20° C.)
- Estándar en Canadá (10 min.)
- Estándar en Europa (5 min.)
- En nuestro medio se recomienda utilizarlo 10 a 12 minutos.

Concentraciones de uso: Está indicado en una concentración del 0.55%. La solución tiene una duración de 14 días de reuso, y dos años de vida útil.<sup>31</sup>

• **Cloro y compuestos clorados.** Los desinfectantes basados en el cloro generalmente están disponibles en forma líquida como hipoclorito de sodio o sólida como hipoclorito de calcio. Su acción produce inhibición de las reacciones enzimáticas, desnaturalización de las proteínas e inactivación de los ácidos nucleicos.<sup>31</sup> Pueden producir daño de la pared celular, es eficaz contra un amplio espectro, bactericida, fungicida y virucida.

Ventajas: acción es rápida, de bajo costo y de fácil manejo.<sup>31</sup>

Las desventajas descartan el uso eficaz de solución de cloruro, la solución es inestable porque se inactiva en presencia de materia orgánica y se polimeriza por los rayos del sol, corroe metales y ablanda los plásticos, olor persistente, irritante para los ojos y la piel.<sup>31</sup>

• **Fenol.** Los derivados fenólicos comúnmente encontrados como principio activo de las formulaciones son: el ortho-fenil-fenol y el ortho-benzil-para-clorofenol. La eficacia de los compuestos fenólicos depende del contacto con la célula bacteriana. En cuanto a su mecanismo de acción en altas concentraciones rompen la pared celular penetrando la célula y precipitando proteínas citoplasmáticas, y en bajas concentraciones causan la muerte de microorganismos por inactivación de las enzimas de la pared celular. Es bactericida (micobactericida), fungicida y virucida. Tiene poca acción en los virus pequeños como echovirus, poliovirus, coxsackievirus.<sup>31</sup>

Los fenólicos se inactivan ante la presencia de materias orgánicas.

Desventajas: pueden ser absorbidos por los materiales porosos, tales como el plástico, dejando residuos que producen irritación en las mucosas. Prácticamente no tiene indicaciones de uso en el medio hospitalario.

Su uso no es indicado en artículos semicríticos debido a la ausencia de datos sobre su eficacia germicida; por lo cual están indicados principalmente en la desinfección de artículos no críticos y en superficies lisas.<sup>31</sup>

- **Ácido peracético.** es un agente oxidante que actúa de manera similar al peróxido de hidrógeno. Su mecanismo de acción es por desnaturalización de las proteínas alterando la permeabilidad de la pared celular. Es bactericida, fungicida, virucida y esporicida.

Ventaja: no produce residuos tóxicos y tampoco necesita activación.

Desventajas: puede corroer cobre, bronce o hierro galvanizado. Produce toxicidad ocular e irritación de las mucosas.<sup>31</sup>

- **Agentes de superficie activa.** Reducen la tensión superficial. Ampliamente utilizados como agentes humectantes, detergentes y emulsionantes. Compuestos de amonio cuaternario, son agentes catiónicos que actúan en la superficie. Comúnmente utilizados son los cetrimida y cloruro de Benzylkonium. Los jabones son agentes aniónicos actúan en la superficie.

- ✓ Compuestos de amonio cuaternario, son los más usados en las unidades hospitalarias son cloruro de alquil-dimetil-benzil-amonio, cloruro de alquil-dicildimetil-amonio, y el cloruro de dialquil- dimetil-amonio.<sup>31</sup>

Todos contienen un nitrógeno con cuatro (4) radicales:

- Los radicales son alquilo, bencilo, metilo y amonio.
- El anión es generalmente cloruro.

Existen grandes variaciones según los productos comerciales.

Ventajas: constituye un buen agente para limpieza debido a su baja toxicidad, no irritante y presentan una acción detergente. Es fungicida, virucida y bactericida.

Desventajas: bacterias Gram negativas pueden crecer en soluciones; la falta de actividad sobre las esporas, virus hidrófilos y micobacterias y actividad deprimida en contacto con la materia orgánica

Usos / contraindicaciones:

- No para ser utilizado como antiséptico para la piel
- No se debe utilizar para la desinfección de los objetos semicríticos
- Desinfectantes para el saneamiento ambiental (suelos, muebles, paredes).<sup>30</sup>

Se crea la necesidad de investigar otra sustancia la cual sea comercial y cuente con los requisitos mínimos que se necesita para realizar una desinfección de alto nivel, es así como se tuvo conocimiento de la Bactidina®, detergente desinfectante de alto nivel para dispositivos médicos, de fácil adquisición en el mercado colombiano, fabricada por la industria Holandina Pharmaceutical de Colombia S.A.S. El cual presenta las siguientes características:

Dispositivo médico Clase IIa (de riesgo moderado). Descripción del INVIMA 2011DM-0008317

Principio activo: amonio cuaternario de quinta generación. Es Dioctyl dimethyl ammonium chloride and alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride; glutaraldehyde; excipientes C.S.P. 100 ml.

Composición: amonio cuaternario de quinta generación, Tenso activos, EDTA, glutaraldehído y agua.

Color: translúcido.

Olor: sin fragancia.

Se adhiere a las membranas de los microorganismos provocando una apertura incontrollada del citoplasma, ocasionando pérdida de los elementos fósforo y potasio, y permitiendo el ingreso de las cadenas de carbono del radical alquilo, causando destrucción del núcleo y la membrana celular, asegurando la muerte del microorganismo.

Posee un extraordinario poder bactericida frente a las bacterias gram-positivas y gram-negativas exterminándolas con soluciones considerablemente diluidas de materia activa.

El efecto bactericida frente a las bacterias gram negativas (por ejemplo, *E. coli*, *Ps. aeruginosa*) queda notablemente reforzado por la adición del aldehído.

Usos: desinfección de dispositivos médicos en áreas quirúrgicas, pre quirúrgicas, salas de urgencias, consultorios médicos y odontológicos; especialmente en dispositivos médicos que no pueden ser sumergidos, que se desea desinfectar o bajar carga bacteriana como endoscopios, sondas, catéteres, bronquioscopios, equipos de reanimación, máscaras de anestésicos, fibras ópticas, aspiradoras endobronquiales, etc. En odontología para piezas de mano, piezas de alta, y en general todos los implementos que necesiten una desinfección a fondo.

Modo de empleo: lavar los implementos preferiblemente con un detergente enzimático y retirar; aplicar el producto BACTIDINA® con su válvula aspersora, llegando a todos los lugares a desinfectar; si prefiere utilizar abrazando el implemento con una toalla de papel absorbente; usar generosamente, para mayor seguridad; dejar en la superficie por 3 minutos y después retirar con un paño completamente limpio.

Presentación comercial: BACTIDINA<sup>®</sup>. Frasco aspersor por 500 c.c.<sup>18</sup>

### ***II.E.3. Pasos del proceso de desinfección y esterilización en pinzas de ortodoncia***

1. Limpieza con jabón enzimático, importante en la desinfección /esterilización.
2. Lavado
3. Desinfección de alto nivel
4. Enjuague con agua estéril; pero si no se cuenta con agua del grifo apropiada desinfectar con alcohol
5. Secado
6. Esterilización
7. Almacenamiento.<sup>33</sup>

### **II.F. Lubricación de las pinzas de ortodoncia.**

Es importante la lubricación de las pinzas de ortodoncia antes de ser sometidos a procesos de esterilización, mediante aceite de parafina en aerosol; el cual reduce el riesgo de oxidación del material. Deberá lubricarse la parte interior de la articulación de la pinza. Al aplicar el aceite a las pinzas de forma regular y sencilla, se garantiza la vida útil de las mismas.<sup>33</sup>

### **II.G. Esterilización**

La esterilización es el proceso que tiene la finalidad de destruir todas las formas microbianas los cuales incluyen virus y esporas.<sup>5</sup>

#### ***II.G.1. Métodos de esterilización***

En la práctica de odontología los métodos más comúnmente utilizados son: vapor de agua a presión (autoclave), calor seco o vapor químico.<sup>3,4,34</sup> Pero el método de selección es el autoclave, los cuales tienen unos parámetros de ciclo que corresponden a instrumentos de ortodoncia de 134-137°C durante un tiempo mínimo de tres minutos, en instrumentales envueltos y sólidos.<sup>30,35</sup>

Se utilizan diferentes métodos de esterilización para eliminar microorganismos presentes en instrumental ortodóncico. Se realiza por medio de métodos físicos, químicos y gaseosos.

- **Autoclave**

De vapor: Este tipo de esterilización es confiable y rentable, se realiza a 250°F en un tiempo aproximado de una hora. Desventajas: No se utiliza para instrumental de

plástico, los instrumentos que no sean de acero inoxidable se corroen, la punta y el corte de los instrumentos se pierden.<sup>5,34</sup>

De vapor rápido: Funciona 275 °F en un tiempo de 15 a 20 minutos. Es muy conveniente y fácil de operar. Desventajas: Se requiere del uso de agua destilada

- **Esterilización de vapor químico**

Los instrumentos pueden ser esterilizados químicamente; dentro de los químicos más usados se encuentran el alcohol etílico, ácido sulfúrico con dicromato de potasio y el glutaraldehído al 2%. Se referencia este último por ser el de mayor uso.

Glutaraldehído 2%: su tiempo de esterilización es de 10 horas

Dióxido de cloro: su tiempo de esterilización es de 6 horas. Es recomendado en instrumentos sensibles al calor

Desventajas: el tiempo de la esterilización, se requiere combinar con otro método de esterilización para potencializar el proceso. Presenta un fuerte y desagradable olor. El instrumental puede presentar corrosión y comprometer la integridad del instrumento.<sup>5,30,34,35</sup>

- **Esterilización con calor seco**

Es recomendado en la esterilización de instrumentos de ortodoncia, y por ello se recomienda para la esterilización de pinzas ortodóncicas e instrumentos manuales metálicos.

## **II.H. Algunos factores responsables del daño a los instrumentos durante la esterilización a tener en cuenta.**

Es importante saber que posiblemente no sea el uso si no la forma de uso de los implementos de control de infección lo que ocasione el posible daño al instrumental tal como:

1. Dureza del agua: la dureza del agua, el exceso del contenido mineral y los desbalances del pH, pueden corroer el instrumental.
2. Altas temperaturas: por encima de la recomendación del fabricante de 123 °C da como resultado corrosión de los instrumentos que se esterilizan.
3. Humedad e insuficiente secado: la humedad es la mayor culpable de corrosión
4. Detergentes fuertes: éstos fomentan la precipitación de proteínas sobre la superficie del instrumento, la cual puede ser solamente removida por medio del cepillado vigoroso, convirtiendo en áspera la superficie del instrumento y actúa como una plantilla para que inicie el proceso de corrosión.
5. Esterilización en frío: los instrumentos esterilizados por medio de inmersión en soluciones químicas se reporta que están asociados a corrosión con fisuras.
6. Enzimas: las soluciones de limpieza enzimáticas tienen efectos corrosivos sobre los instrumentos y no se recomiendan.

7. Envejecimiento de los instrumentos: la esterilización aceleraba la corrosión de instrumentos que han sido sometidos a desgaste y ruptura durante un largo período de tiempo debido a la aspereza de irregularidades.
8. Calidad de las pinzas.<sup>5,36</sup>

Según los estudios revisados se destacan los pasos más importantes para realizar un protocolo de desinfección:

1. Lavado del instrumental: actualmente se utilizan para limpieza del instrumental de ortodoncia equipos automáticos como el ultrasonido durante 5-12 minutos dependiendo de la capacidad de la unidad.<sup>5,27,33</sup>
2. Enjuague: generalmente se hace con agua destilada, ya que el agua corriente puede contener impurezas y desbalances del pH, lo cual podría provocar corrosión.<sup>2</sup>
3. Primer secado de instrumental: se remueve completamente la humedad secando con aire comprimido libre de aceite.<sup>5</sup>
4. Exposición del instrumental al glutaraldeído: según la literatura el tipo de desinfectante más empleado y eficaz para desinfección de las pinzas de ortodoncia al igual que para el instrumental odontológico es el glutaraldeído 2%, sin embargo es importante tener en cuenta el tiempo de la exposición la cual recomiendan es de 30 minutos, según el fabricante, para que sea eficiente.<sup>4,8</sup>
5. Enjuague minucioso para eliminar completamente la solución desinfectante de alto nivel.
6. Segundo secado del instrumental. Debe ser minucioso y con aire comprimido libre de aceite.

Se habla del ultrasonido para la limpieza del instrumental de ortodoncia, sin éste proceso la esterilización por calor del instrumental no sería eficaz. Es importante la selección de una solución que sea compatible con el tanque o cámara donde se colocan los instrumentos ya que una solución con pH más ácido podría afectar el instrumental. Por lo tanto la mayoría de soluciones de ultrasonido presentan un pH alcalino.

Recientemente, a las soluciones de limpieza por ultrasonido les han adicionado enzimas para potencializar las propiedades de la limpieza; éstas actúan como catalizadores que descomponen material orgánico como por ejemplo la sangre y la saliva. Por otro lado, algunas de estas soluciones contienen inhibidores de corrosión los cuales le dan protección al instrumental.<sup>37</sup>

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### III.A. Tipo de estudio

Se realizó un estudio experimental *In vitro*, en el cual se evaluó la eficacia de tres sustancias de desinfección, dos de ellas (EUCIDA<sup>®</sup> Advanced de Eufar<sup>®</sup> y alcohol al 70% de JGB<sup>®</sup>) empleadas por los estudiantes de la Especialización en Ortodoncia en las clínicas de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca vs un desinfectante (Bactidina<sup>®</sup> de Holandina Pharmaceutical de Colombia S.A.S) calificado en el mercado como de alto nivel listo para uso especial en dispositivos e instrumental médico y quirúrgico.

#### III.B. Muestreo

##### III.B.1 Tipo de muestreo

La muestra objeto de estudio se seleccionó de forma no probabilística por conveniencia.

##### III.B.2. Tamaño de la muestra

La muestra estuvo conformada por 60 pinzas *Mathew* contaminadas *In vitro* con una mezcla de microorganismos. Este tamaño de muestra se basó en el estudio realizado por Machado y colaboradores<sup>3,4</sup> quienes reportaron el uso de treinta pinzas para la evaluación de tres métodos desinfectantes y además sugirieron un aumento de la muestra para la obtención de resultados estadísticamente significativos.

#### III.C. Criterios de selección

##### III.C.1. Criterios de inclusión

Pinzas *Mathew* de ortodoncia estériles comprobado por indicador de la bolsa para esterilización.

##### III.C.2. Criterios de exclusión

Pinzas *Mathew* que se encontraran con algún deterioro físico (corrosión, fracturas en parte activa) que podría alterar los resultados del estudio debido a que favorecerían la acumulación de microorganismos.

### III.D. Variables (Apéndice A)

#### III.D.1. Variable dependiente

- **Carga microbiana**

*Definición conceptual:* presencia de microorganismos que compromete la calidad y seguridad de uso del producto.

*Definición operativa:* presencia de microorganismos en la superficie de la pinza evaluada antes y después de la contaminación *In vitro*.

*Naturaleza:* cuantitativa.

*Escala de medición:* razón.

*Valores que tomó:* carga microbiana en Unidades Formadora de Colonias (UFC/mm<sup>2</sup>).

#### III.D.2. Variable independiente

- **Sustancia de desinfección**

*Definición conceptual:* procedimiento empleado para eliminar microorganismos patógenos, partículas orgánica e inorgánicas del instrumental.

*Definición operativa:* tipo de sustancia desinfectante líquido utilizado en las pinzas *Mathew*

*Naturaleza:* cualitativa.

*Escala de medición:* nominal, politómica.

*Valores que tomó:* Eucida<sup>®</sup> (1), Bactidina<sup>®</sup> (2), Alcohol 70% (3), Agua destilada (4).

### III.E. Procedimiento

Los tres estudiantes investigadores realizaron el curso en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás durante el mes de enero de 2015 con una intensidad de 36 horas. Adicionalmente, se elaboró un protocolo con el fin de utilizarlo como material de consulta; este contenía cada uno de los procedimientos a ejecutar durante la investigación:

- Listado de los materiales.
- Cálculos para la cantidad de materiales a usar.
- Cálculos para la preparación de materiales y medios de cultivo.
- Pasos para la contaminación de las pinzas.
- Pasos para la recolección de la muestra y siembra.
- Pasos para la desinfección de las pinzas *Mathew*.
- Siembra y medición (recuento de UFC y análisis de resultados).

### III.E.1. Primera etapa: identificación de los métodos de desinfección

Se identificaron las diferentes sustancias de desinfección utilizados para las pinzas *Mathew* por los estudiantes de III y V semestre de la Especialización en Ortodoncia de la Universidad Santo Tomás en las clínicas de Floridablanca en el año 2014. Por tal motivo, se realizó una encuesta virtual mediante el programa *Survey Monkey*, la cual permitió seleccionar las dos soluciones desinfectantes más utilizadas para fines comparativos (Tabla 1).

**Tabla. 1.** Resultados de la encuesta *Survey Monkey* aplicada a 29 estudiantes de III y V semestre de la Especialización en Ortodoncia.

Método utilizado	n (%)
Amonio cuaternario EUCIDA <sup>®</sup> Advanced	11 (37,9)
Amonio cuaternario AMWAY <sup>®</sup> Pursue	6 (20,7)
Alcohol 70% de JGB <sup>®</sup>	5 (17,2)
Glutaraldehído 2% (Glutadina <sup>®</sup> al 2%)	4 (13,8)
Jabón enzimático-holandina Ph <sup>®</sup>	1 (3,5)
Ninguno	2 (6,9)
TOTAL	29 (100)

- **Soluciones desinfectantes estudiadas**

Se tuvieron en cuenta las soluciones desinfectantes de mayor uso por parte de los estudiantes en las clínicas de la Especialización de Ortodoncia (Tabla 1). Los resultados de esta encuesta sirvieron para seleccionar las dos sustancias desinfectantes más utilizadas por los estudiantes. De igual forma, fueron importantes para la escogencia del agente desinfectante comparativo que tuviese registro INVIMA, el cual cataloga a un producto indicado para dispositivos médicos.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, se decidió emplear un amonio cuaternario, en este caso el de mayor porcentaje de uso, el EUCIDA<sup>®</sup> Advanced de Eufar<sup>®</sup> y el alcohol al 70% de JGB<sup>®</sup>

Para la selección del agente desinfectante comparativo, se investigó una tercera solución desinfectante innovadora, con evidencia científica que realizara desinfección de alto nivel, apta para dispositivos médicos, fácil de obtener y utilizar. El producto desinfectante seleccionado fue Bactidina<sup>®</sup> de Holandina Pharmaceutical de Colombia S.A.S. Sus componentes activos son Amonio cuaternario de quinta generación. Es Dioctyl dimethyl ammonium chloride and alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride; glutaraldehyde; excipientes C.S.P. 100 ml. El cual presenta registro INVIMA 2011DM-0008317 diseñado para equipos e instrumental médico.<sup>18</sup>

Una cuarta solución usada como control fue el agua destilada.

### **III.E.2. Segunda etapa: detalles de laboratorio y medición**

Para efectos de este trabajo, fueron adquiridas quince (15) pinzas *Mathew* de ortodoncia, las cuales se reutilizaron en 4 grupos previamente esterilizadas, con las que se obtuvieron sesenta contaminaciones para cada microorganismo y sesenta descontaminaciones *In vitro*.

#### **III.E.2.a. Esterilización**

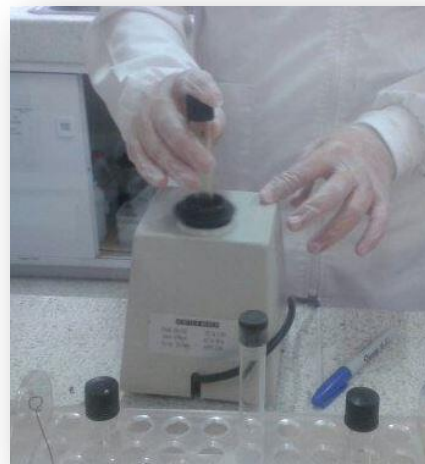
Se empacaron y rotularon las pinzas en bolsas para esterilizar, las cuales se sometieron a procesos de esterilización en autoclave durante quince (15) minutos a 121°C.<sup>8,6</sup> Dichos procesos fueron realizados en cada grupo de desinfección antes de contaminar las pinzas.

#### **III.E.2.b. Contaminación**

Se seleccionaron dos cepas altamente resistentes a los procesos de desinfección, fáciles de mantener y que no fueran sensibles al medio ambiente, las cuales fueron el *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) y *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212).<sup>3,4,8,13,15,17,21-26</sup> Dichas cepas, crecieron previamente en caldo BHI (infusión de cerebro y corazón) Scharlau®, a 37°C durante 24 horas. De este cultivo se tomaron varias asadas (Figura 1) y se llevaron a 5 ml de BHI para ajustarse a escala de Mcfarland N° 0,5 equivalente a 10<sup>6</sup> bacterias/ml que fueron homogenizadas en vortex® (Figura 2) durante 10 segundos,<sup>3,4,8,11,15</sup>. De este modo se prepararon los inóculos para cada experimento.



**Figura 1.** Preparación de inóculos microbianos



**Figura 2.** Homogenización en Vortex®

Para realizar la contaminación *In vitro* de las pinzas *Mathew*, y con todas las barreras de protección, se extrajo cada pinza de la bolsa estéril y su punta activa se sumergió durante dos (2) minutos en un frasco de vidrio termoresistente con 75 mL del caldo preparado de BHI para que cubriera la punta activa y pudiese ser completamente contaminada.<sup>3,4,8</sup>

Uno de los investigadores sujetó la pinza por el mango, previamente se elaboró un cuadro en cartón cartulina cubierto de papel aluminio con un orificio de 0,4 cm × 0,4 cm y esterilizado, este orificio determinó el área de recolección de la muestra: con un hisopo estéril se hizo un movimiento de frote y rotación en el área determinada de 0,4 cm × 0,4 cm de la superficie activa de cada pinza durante 15 segundos para la recolección, siembra, recuento de bacterias y determinar la carga microbiana.<sup>3,4</sup>

El hisopo fue insertado en un tubo de ensayo que contenía 4,5 mL de solución salina y se agitó durante diez (10) segundos en el Vortex®. Mediante esta suspensión, se prepararon seis diluciones en solución salina al 0,9% extrayendo 0.5 ml (500 μ) a cada una (1:10, 1:100, 1:1000 1:10.000, 1:100.000, 1:1.000.000), pero se tomaron sólo tres diluciones (1:10, 1:100, 1:1000) teniendo en cuenta los recuentos reportados para la siembra y de acuerdo a lo que se estableció en la prueba piloto.<sup>4</sup> (Figura 3)



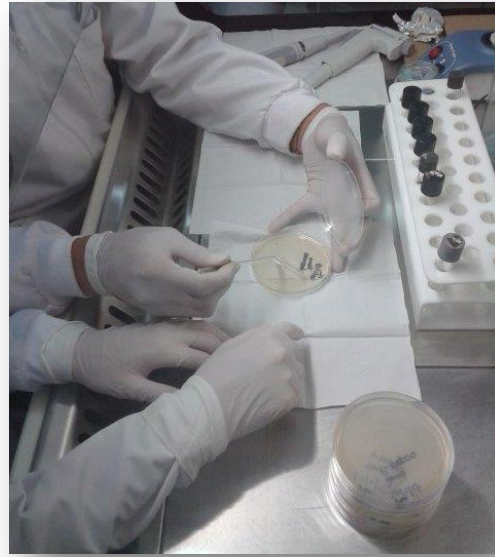
**Figura 3.** Secuencia de contaminación de las pinzas *Mathew* por microorganismos

### III.E.2.c. Siembra y medición de las muestras recogidas de las pinzas *Mathew*

Se realizó la siembra por duplicado usando las diluciones y se transfirieron 0,1 mL o 100 μl de cada tubo con la solución a la superficie de las placas de Petri (Figura 4) que contenían los medios selectivos y diferenciales.<sup>3,4</sup>



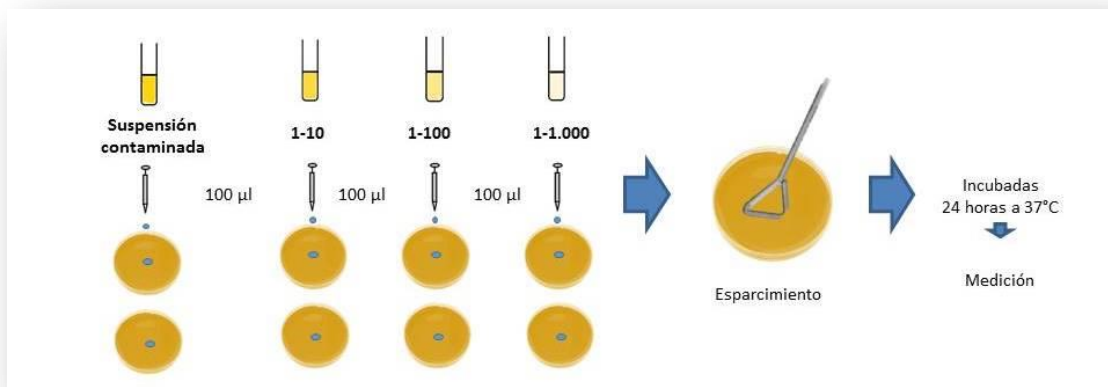
**Figura 4.** Siembra de las diluciones preparadas.



**Figura 5.** Esparcimiento de la siembra con Asa de Drigalski

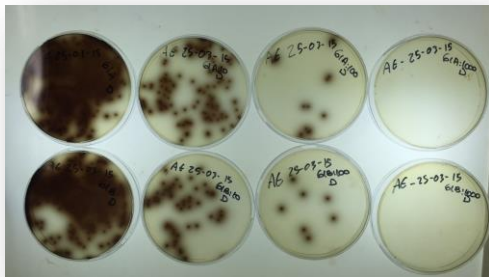
Se seleccionaron para la siembra el Agar Enterococcosel BD (Bilis Esculina)  $\times$  500 g para *Enterococcus faecalis* y Agar Base Baird Parker (Scharlau<sup>®</sup>) para aislar *Staphylococcus aureus*.<sup>38,39</sup>

Este material se esparció sobre la superficie de los medios preparados en platos de Petri desechables, usando manipulación estéril de Drigalski (Asa estéril) (Figura 5). Después de la siembra, las cajas Petri fueron incubadas durante 24 horas a 37°C.<sup>3,4,6</sup> (Figura 6)

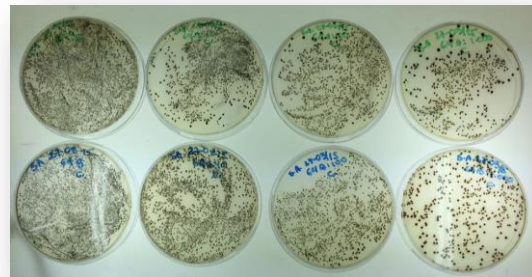


**Figura 6.** Siembra y medición de las muestras recogidas de las pinzas *Mathew*

La carga microbiana se midió por medio de Unidades Formadoras de Colonias UFC/mm<sup>2</sup> de superficie activa de la pinza<sup>3,8</sup> con la ayuda de un contador de colonia Scan 100<sup>4,6</sup> después del periodo de incubación por un solo investigador, posteriormente se realizó un recuento por un segundo investigador y se tuvieron en cuenta los dos valores y su promedio.<sup>6</sup> Se realizó el conteo de los microorganismos en los platos Petri sembrados; este mismo procedimiento se llevó a cabo antes y después de los procesos de desinfección. De acuerdo con las técnicas estándar microbiológicas, las cajas Petri que contenían entre 30 y 300 colonias de bacterias fueron seleccionadas para la lectura.<sup>4</sup> (Figura 7 y 8)



**Figura 7.** Aislamiento de colonias de *Enterococcus faecalis* en agar Enterococcosel  
**III.E.2.d. Desinfección**



**Figura 8.** Aislamiento de colonias de *Staphylococcus aureus* en agar Base Baird Parker

A cada pinza *Mathew* contaminada se le roció dentro de una bolsa estéril los distintos agentes desinfectantes dejando actuar durante tres minutos<sup>18</sup> y el grupo control fue sumergido en agua destilada por 3 minutos. Luego de aplicado cada agente desinfectante, se sumergieron en agua destilada estéril durante tres minutos para reducir la carga bacteriana, y posteriormente se sometieron al procedimiento para determinar la carga microbiana final tomando la muestra del otro lado de la punta activa para no alterar el resultado.

### **III.E.3. Prueba piloto**

Se seleccionaron cuatro pinzas *Mathew* que cumplieran con los criterios de selección. Con la prueba piloto se realizaron los ajustes y modificaciones del procedimiento a las condiciones técnicas del laboratorio y se probó el instrumento para establecer si era el adecuado según el objetivo del trabajo.

#### ***III.E.4. Instrumento (Apéndice B)***

Se realizó un instrumento para registrar las variables necesarias para el análisis. Este fue evaluado durante la prueba piloto para verificar si contenía todos los datos requeridos para cumplir con los objetivos del estudio.

#### ***III.E.5. Calibración***

Como ya se mencionó, antes de iniciar el procedimiento en el Laboratorio de Ciencias Básicas fue necesaria una capacitación y calibración en técnicas de laboratorio y técnicas de recuento de microorganismos para estandarizar a los investigadores y modificar las variables de recolección, si fuera necesario.

### **III.F. Control de sesgos**

Para asegurar la estandarización de los procesos se realizó una capacitación en donde se elaboraron protocolos definidos paso a paso tal como se mencionó anteriormente con el fin de asegurar la repetitividad en cada sesión de esterilización, contaminación, desinfección y análisis (datos no mostrados).

### **III.G. Procesamiento y análisis de la información**

#### ***III.G.1. Procesamiento de la información***

Para el procesamiento de la información, se crearon dos bases de datos en Excel y se realizó la digitación por duplicado. Posteriormente, las bases se validaron en el software Epidata 3.1. La base final fue exportada al paquete estadístico Stata I/C versión 12,0 para su correspondiente análisis.<sup>40,41</sup>

De las 15 pinzas *Mathew* de estudio para el grupo III (desinfección con Alcohol al 70%), se excluyó una pinza debido a que presentó un crecimiento confluyente ( $> 9'400.000$  UFC/mm<sup>2</sup>).

#### ***III.G.2. Análisis estadístico***

Para el análisis univariado, se tuvieron en cuenta medidas de tendencia central y de dispersión. Se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba Shapiro-Wilk y se encontró que los recuentos de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/mm<sup>2</sup>) no

distribuyeron normal ( $p < 0,05$ ). De tal manera que se obtuvieron los resultados en medianas y rangos.

En el análisis bivariado, se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas de manera que se determinara el recuento de UFC/mm<sup>2</sup> antes y después de aplicar la solución desinfectante. Posteriormente se utilizó la prueba Kruskal Wallis para comparar los grupos y así determinar las posibles diferencias entre los recuentos de las UFC/mm<sup>2</sup>; como prueba post hoc se usó el test de Dunnet. Se consideró como estadísticamente significativo, un valor de  $p < 0,05$ .

Además, se determinaron indicadores de actividad de las sustancias desinfectantes tales como:

- Porcentaje de Reducción (PR): es el porcentaje de reducción de las UFC/mm<sup>2</sup> en cada pinza después de aplicado el método desinfectante.

$$\frac{\bar{X} \text{ Recuento Pre} - \bar{X} \text{ Recuento Post}}{\bar{X} \text{ Recuento Pre}} \times 100$$

- Eficacia (E).

$$\frac{\text{Número de pinzas con recuento de UFC postratamiento "cero"}}{\text{Número total de pinzas en el grupo}} \times 100$$

Para calcular la eficacia de cada producto se evaluó la evidencia microbiológica de forma cuantitativa<sup>5</sup> realizando una medición en UFC/mm<sup>2</sup> mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{CMI} - \text{CMF}}{\text{CMI}} \times 100$$

**CMI:** carga microbiana inicial. **CMF:** carga microbiana final.

Se compararon las unidades de carga microbiana medidas en porcentaje de reducción para cada una de las pinzas antes y después de la desinfección. Para medir el nivel de eficacia se tuvo en cuenta dicho porcentaje de reducción y se comparó por grupo de sustancias desinfectantes, con los cuales se pudo determinar la sustancia más eficaz que eliminara en un 100% las UFC/mm<sup>2</sup> de los microorganismos de interés.

- Reducción Absoluta del Riesgo (RAR): es la diferencia entre el riesgo en el grupo control y el riesgo en el grupo tratado.

$$\text{RAR} = \text{Riesgo no expuesto} - \text{Riesgo expuesto}$$

- Número Necesario a Tratar (NNT): es la eficacia clínica del tratamiento entendida como el número de pinzas que deben ser tratadas para evitar la contaminación con uno de los microorganismos usados en este trabajo (*Enterococcus faecalis* o *Staphylococcus aureus*).

$$\text{NNT} = 1 \div \text{RAR}$$

### III.H. Consideraciones éticas

Este estudio se consideró como una *Investigación de riesgo mínimo* según la Resolución N° 008430 de 1993 Título II Capítulo I Artículo 11 del Ministerio de Salud. Basados en las recomendaciones éticas establecidas en la Resolución N° 008430 de 1993 Título IV Capítulo I Artículo 63 en el que se cumplieron las disposiciones con el fin de garantizar el manejo adecuado y seguro de microorganismos manipulados:

- Se contó con las instalaciones y equipo de laboratorio de acuerdo con las normas técnicas, que al efecto emite este Ministerio, que garantizaron el manejo seguro de los microorganismos de interés.
- El laboratorio de Investigación y Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás, cuenta con un manual de procedimientos de laboratorio de microbiología y está a disposición del personal profesional, técnico, de servicios y de mantenimiento.
- Se tuvo la ayuda de personal profesional entrenado en el proceso de toma de muestra, cultivo, lectura de resultados y disposición final de los desechos biológicos.
- Se determinó la necesidad de vigilancia médica del personal que participó en la investigación.
- Se estableció un programa de supervisión y seguimiento de seguridad en los laboratorios de microbiología.
- Se dispuso de bibliografía actualizada y un archivo sobre la seguridad de los equipos, la disponibilidad de sistemas de contención, normas y reglamentos, riesgos involucrados y otros aspectos relacionados.

Por otra parte, se contemplaron aspectos éticos relacionados con los profesionales que manipularon los microorganismos y sus posibles repercusiones; Se socializó la clasificación de los microorganismos dentro del grupo de riesgo II como se explica en el Artículo 67 de la resolución N° 008430 de 1993. Dado que *E. faecalis* y *S. aureus* representan riesgo moderado para el individuo y limitado para la comunidad.<sup>42</sup>

## IV. RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por un total de 60 pinzas *Mathew*. Se determinó a través de la prueba Shapiro Wilk que las variables presentaron distribución no normal, por tanto se presenta la mediana y rango de las variables cuantitativas (UFC/mm<sup>2</sup>), se realizó prueba de Wilcoxon para datos pareados, y se aplicaron pruebas no paramétrica (Kruskal Wallis). Posteriormente, se realizó una prueba post-hoc (comparaciones múltiples Dunn-test).

### IV.A. Descripción general

En los cuatro grupos se incluyeron quince pinzas *Mathew*, sin embargo, en el análisis de resultados, para el grupo III (desinfección con Alcohol al 70%) se presentan los recuentos de catorce pinzas puesto que se excluyó uno de los recuentos que presentó crecimiento confluyente (> a 9'400.000 UFC/mm<sup>2</sup>).

Las pinzas se sometieron a procesos de esterilización-contaminación-desinfección y muestreo microbiológico. Las contaminaciones *In vitro* se realizaron con una mezcla de microorganismos (*Enterococcus faecalis* o *Staphylococcus aureus*) y posteriormente las pinzas fueron asignadas de manera aleatoria a cuatro grupos de desinfección (Figura 1-8).

Como se mencionó en la metodología, se conformaron cuatro grupos de la siguiente manera:

- Grupo I: Eucida®.
- Grupo II: Bactidina®.
- Grupo III: alcohol al 70%.
- Grupo IV: agua destilada.

#### ***IV.A.1. Recuento de UFC/mm<sup>2</sup> de microorganismos antes y después de la desinfección***

La mediana del recuento de UFC/mm<sup>2</sup> de *Enterococcus faecalis* antes de la desinfección fue de 191.750 y su rango osciló entre 8.500 y 2'485.000. La mediana del recuento de UFC/mm<sup>2</sup> de este microorganismo después de la desinfección fue de "0" y su rango estuvo entre 0 y 64.000.

La mediana del recuento de UFC/mm<sup>2</sup> de *Staphylococcus aureus* antes de la desinfección fue de 165.500 y su rango osciló entre 2.350 y 2'240.000. La mediana del recuento de UFC/mm<sup>2</sup> de *Staphylococcus aureus* después de la desinfección fue de "0" y su rango estuvo entre 0 y 245.000.

#### IV.A.2. Recuento de UFC/mm<sup>2</sup> por grupos de microorganismos antes y después de la desinfección

En la Tabla 2 se presentan los valores por grupo de la mediana y rango de los recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> antes de la desinfección en cada uno de los grupos y microorganismos (*Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*). Se destaca que en el grupo I (Eucida<sup>®</sup>) se observó una mayor contaminación para *Enterococcus faecalis* con una mediana de 225.000; y los recuentos más altos para *Staphylococcus aureus* se obtuvieron en el grupo grupo II (Bactidina<sup>®</sup>) con una mediana de 204.000 UFC/mm<sup>2</sup>. A través, de la prueba Kruskal Wallis se evidenció que no existió una diferencia estadísticamente significativas entre los recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> de los grupos para *Enterococcus faecalis* (p=0,7035) y de *Staphylococcus aureus* (p=0.9044).

**Tabla 2.** Recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> para *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* por grupos antes de la desinfección.

Antes de desinfección	<i>Enterococcus faecalis</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>	
	Mediana	Rango	Mediana	Rango
Grupo I	225.000	44.000 - 780.000	129.000	2.350 - 830.000
Grupo II	131.500	8.500 - 2'380.000	204.000	12.800 - 2'240.000
Grupo III	206.000	20.000 - 2'485.000	122.750	30.650 - 1'215.000
Grupo IV	157.500	26.000 - 700.000	174.000	3.300 - 800.000

La Tabla 3 muestra los valores de la mediana y rango de los recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> de *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* después de la desinfección por grupos del desinfectante. Se observó que la mediana fue igual (0) para los grupos I, II y III (Eucida<sup>®</sup>, Bactidina<sup>®</sup> y Alcohol al 70%) para ambos microorganismos, pero fue superior para el grupo IV (control con agua destilada) con una mediana de 6.900 para *Enterococcus faecalis* y de 6.250 para *Staphylococcus aureus*. Así mismo, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los recuentos después de la desinfección en todos los grupos tanto para *Enterococcus faecalis* (p= 0,0001) como para *Staphylococcus aureus spp* (p= 0,0001).

**Tabla 3.** Recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> para *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* por grupos después de la desinfección.

Después de desinfección	<i>Enterococcus faecalis</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>	
	Mediana	Rango	Mediana	Rango
Grupo I	0	0 - 20.000	0	0 - 20.000
Grupo II	0	0 - 0	0	0 - 6.800
Grupo III	0	0 - 85	0	0 - 145
Grupo IV	6.900	80 - 64.000	6.250	30 - 245.000

#### IV.B. Análisis bivariado

Después de aplicar el test de Kruskal Wallis a los recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> en cada grupo posterior a la desinfección se determinó si se presentaba una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Si era así, se aplicó el test de comparaciones múltiples de Dunnet y se encontró que hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control con Eucida<sup>®</sup> (p<0,0001), grupo control con Bactidina<sup>®</sup> (p<0,0001) y grupo control con Alcohol<sup>®</sup> (p<0,0001). (Tabla 4).

**Tabla 4.** Comparaciones múltiples de Dunnet por grupos de recuento de UFC/mm<sup>2</sup> para *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* después de la desinfección.

Grupos	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
	P *	P *
Grupo II vs Grupo I	> 0,05	> 0,05
Grupo III vs Grupo I	> 0,05	> 0,05
Grupo IV vs Grupo I	< 0,0001	< 0,0001
Grupo III vs Grupo II	> 0,05	> 0,05
Grupo IV vs Grupo II	< 0, 0001	< 0, 0001
Grupo IV vs Grupo III	< 0, 0001	< 0, 0001

\* Test de comparaciones múltiples de Dunnet.

Con el fin de demostrar la actividad antimicrobiana de los respectivos desinfectantes frente a *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*, se usó la prueba de Wilcoxon para datos pareados. En términos generales, se compararon los recuentos antes y después de cada microorganismo sin distinción de grupo y se encontró una diferencias estadísticamente significativa tanto para *E. faecalis* como *S. aureus* (p<0,0001). Por otra parte, se realizó la comparación de los recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> de cada microorganismo en su respectivo grupo y se observó una diferencia estadísticamente significativa en los recuentos antes y después de la desinfección en los grupos I, II, III y IV (Tabla 5).

**Tabla 5.** Comparación de recuento UFC/mm<sup>2</sup> por grupo de microorganismos antes y después de la desinfección.

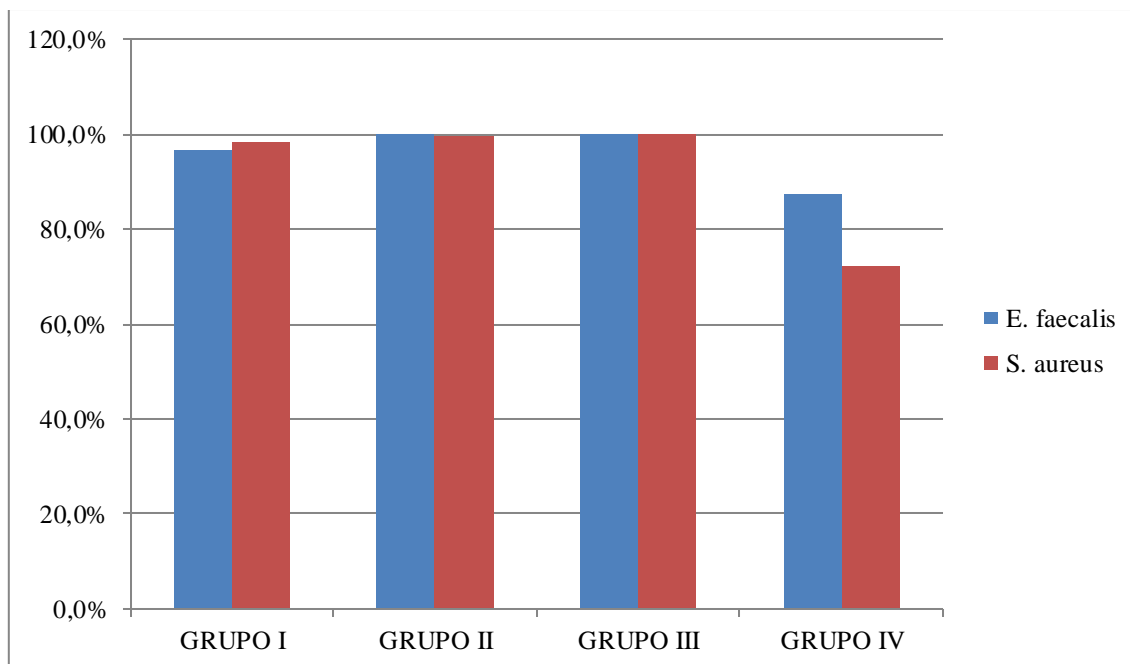
Grupos	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
	P *	P *
Grupo I	0,0007	0,0007
Grupo II	0,0007	0,0007
Grupo III	0,0007	0,0010
Grupo IV	0,0007	0,0022

\* prueba de Wilcoxon para datos pareados.

Se calculó el porcentaje de reducción (PR) de las UFC/mm<sup>2</sup> después de aplicado el método desinfectante según el grupo de estudio. Se estableció que todas las pinzas tratadas con Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II) presentaron una reducción total de *E. faecalis* mientras que para *S. aureus* solo 13 (86,66%) de las 15 pinzas presentaron una reducción del 100%. De las pinzas tratadas con Eucida<sup>®</sup> (Grupo I) 14 (93,33%) pinzas mostraron una reducción del 100% de *E. faecalis* y 11 (73,33%) de *S. aureus* mientras que para el grupo tratado con Alcohol (Grupo III) 13 (86,66%) pinzas tuvieron una reducción total para *E. faecalis* y 11 (73,33%) para *S. aureus*. Cabe señalar que en el grupo control (Grupo IV), ninguna pinza presentó reducción completa.

Con respecto al porcentaje de reducción de UFC/mm<sup>2</sup> según el grupo de estudio se evidenció que la mayor reducción se presentó en las pinzas tratados con Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II) con un 100% para el *E. faecalis* y 99,65% para *S. aureus*, seguido del grupo tratado con Alcohol con un 99,99% para ambos microorganismos de interés seguido del grupo tratado con Eucida<sup>®</sup> (Grupo I) con un 96,74% para *E. faecalis* y 98,17% para *S. aureus* y en el grupo control con agua destilada (Grupo IV) con un 87,48% para *E. faecalis* y un 72,42% para *S. aureus* (Figura 9).

De acuerdo con los microorganismos de interés se puede decir que la mayor reducción de UFC/mm<sup>2</sup> para *E. faecalis* se presentó con la Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II), seguido del Alcohol (Grupo III), luego el Eucida<sup>®</sup> (Grupo I) y por último el grupo control con agua destilada (Grupo IV). Para el *S. aureus* la mayor reducción se observó con el Alcohol (Grupo III), seguido de la Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II), luego el Eucida<sup>®</sup> (Grupo I) y por último el grupo control con agua destilada (Grupo IV).



**Figura 9.** Porcentaje de reducción de UFC/mm<sup>2</sup> por grupo de estudio.

Se tuvo en cuenta la eficacia de las sustancias utilizadas como desinfectantes de las pinzas las que presentara en un 100% eliminación de las UFC/mm<sup>2</sup> de ambos microorganismos de interés. Para las pinzas tratadas con Bactidina<sup>®</sup> se presentó una eficacia del 100% en 13 (86,66%) pinzas, seguida de 11 (73,33%) pinzas tratadas con Eucida<sup>®</sup> siendo igual el porcentaje para el alcohol. Es importante resaltar que las pinzas tratadas en el grupo control con agua destilada (Grupo IV) no presentaron eficacia debido a que no se logró una eliminación total de ambos microorganismos en cada una de las pinzas.

La Reducción Absoluta del Riesgo (RAR) entendida como el porcentaje en que el tratamiento aplicado reducirá la probabilidad de que aparezcan los microorganismos en el estudio, fue más alto para la Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II) (100%) y la más baja para el alcohol (Grupo III) (86,7%) con respecto a *Enterococcus faecalis*. En relación con *Staphylococcus aureus* se presentó de la misma manera, el más alto para la Bactidina<sup>®</sup> (Grupo II) (86,7%) y más baja para el alcohol (Grupo III) (78,6%). La eficacia de las soluciones desinfectantes se evaluó con el Número Necesario a Tratar (NNT). Cabe destacar que en el caso de la Bactidina<sup>®</sup>, se necesitaría tratar una pinza para que elimine *E. faecalis* y para el resto de los grupos tratados en ambos microorganismos de interés se necesita más de una pinza para obtener una descontaminación completa (Tablas 6 y 7).

**Tabla 6.** Reducción absoluta del riesgo y número necesario a tratar de las pinzas contaminadas con *Enterococcus faecalis*.

Grupo de tratamientos	Pinzas descontaminadas		RAR (%)	NNT
	Si	No		
Eucida	14	1	92,9	1,1
Bactidina	15	0	100,0	1,0
Alcohol	13	2	86,7	1,2
Control	0	15	-	-

**Tabla 7.** Reducción absoluta del riesgo y número necesario a tratar de las pinzas contaminadas con *Staphylococcus aureus*.

Grupo de tratamientos	Pinzas descontaminadas		RAR (%)	NNT
	Si	No		
Eucida	12	3	80,0	1,3
Bactidina	13	2	86,7	1,2
Alcohol	11	3	78,6	1,3
Control	0	15	-	-

## V. DISCUSIÓN

Este estudio determinó y comparó la eficacia *In vitro* antimicrobiana de tres soluciones desinfectantes (EUCIDA<sup>®</sup> Advanced de Eufar<sup>®</sup> “amonio cuaternario de quinta generación, Alcohol al 70% de JGB<sup>®</sup> y Bactidina<sup>®</sup> de Holandina pharmaceutical de Colombia S.A.S “amonio cuaternario de quinta generación”) frente a microorganismos *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* en pinzas *Mathew* de ortodoncia. Es así como fue posible demostrar la eficacia de sustancias desinfectantes tradicionales en la práctica ortodóncica y su acercamiento a una alternativa para la desinfección de las pinzas *Mathew* de ortodoncia infectada.<sup>4,6,18,19,31</sup> Al tener en cuenta la eficacia de las sustancias utilizadas como desinfectantes en la reducción de la carga bacteriana, se destacó la Bactidina<sup>®</sup> como la más eficaz en la eliminación de agentes contaminantes.

Las pinzas *Mathew* de ortodoncia son altamente susceptibles a la contaminación debido al contacto directo con la mucosa oral, por tanto se pueden convertir en vectores físicos y mecánicos de enfermedades infecciosas que se transmiten por la variedad de microorganismos de la biota oral.<sup>2,3,6,9</sup>

Según la literatura, existe una variedad de soluciones capaces de realizar desinfección en instrumentos semicríticos y equipos usados en odontología, tales como: glutaraldehído, ácido paracético, alcoholes, amonios cuaternarios de quinta generación y orthophthaldehído<sup>18,19,31,32</sup>. A través del tiempo, se estudian nuevas sustancias y sus aplicaciones en odontología, dando a conocer diferentes estrategias que incluyen soluciones que resultan tóxicas o irritantes para los pacientes. En los últimos años, se ha trabajado en sustancias más efectivas y con mayor biocompatibilidad, encontrando diferentes maneras de desinfección, con distintos componentes y niveles de eficacia; por lo cual, se dificulta elegir la mejor opción para producir un adecuado grado de desinfección de las pinzas y poder atender a los pacientes con el menor riesgo biológico.<sup>3,4,6,25,26,30</sup>

El modelo de contaminación y desinfección *In vitro* de las pinzas *Mathew* usado en este estudio permitió obtener a partir de muestras de la punta activa de la pinza y después de 24 horas de incubación el crecimiento y reducción de la carga bacteriana significativa de *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. De este modo se verificó la capacidad *In vitro* de los microorganismos para colonizar las pinzas *Mathew* y por ende cualquier instrumental de uso odontológico. Diversos autores describen dicha propiedad y la atribuyen a sus potentes factores de virulencia.<sup>2,3,4,6,9</sup> Así mismo, las características genéticas que poseen dichos microorganismos los hacen altamente resistentes a condiciones de estrés, considerando que los microorganismos *Enterococcus faecalis*<sup>20,21,23</sup> y *Staphylococcus aureus*<sup>8,24-26</sup> pueden sobrevivir frente a protocolos de desinfección. En este contexto biológico, por ejemplo la eliminación de *Enterococcus faecalis* de las pinzas *Mathew* representa un problema ortodóncico dada su presencia en infecciones persistentes, al igual que en la formación de bolsas periodontales;<sup>21</sup> por lo tanto, requiere como se propuso en este estudio la búsqueda de alternativas de desinfección altamente eficaces.

La eficacia de la desinfección de pinzas *Mathew* de ortodoncia con (EUCIDA® Advanced de Eufar® “amonio cuaternario de quinta generación, Alcohol al 70% de JGB® y Bactidina® de Holandina pharmaceutical de Colombia S.A.S “amonio cuaternario de quinta generación”) frente a microorganismos especialmente *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* ha sido demostrada en investigaciones previas.<sup>3,4,13,15,17,20,20-26</sup> Resultado que concuerda con nuestro estudio para el cual dichas sustancias también mostraron ser eficaces.

Las diferencias del crecimiento de los microorganismos se presentaron entre los grupos estudiados, lo cual puede justificarse debido a que el crecimiento de estos en la escala de McFarland no sigue un patrón normal por lo que es un referente cualitativo y de tipo visual. Es importante destacar que los recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> antes de la desinfección para *Enterococcus faecalis* fue mayor con el Eucida® (Grupo I) en donde se observó una mediana de 225.000 y los recuentos más altos para *Staphylococcus aureus* se obtuvieron en la Bactidina® (Grupo II) con una mediana de 204.000. Aunque no existió una diferencia estadísticamente significativa entre los recuentos de UFC/mm<sup>2</sup> por grupos con un valor de *Enterococcus faecalis* (p=0,7035) y de *Staphylococcus aureus* (p=0,9044). Es importante resaltar que el procedimiento fue realizado en diferentes sesiones por grupos de pinzas, los cuales fueron manejados en diferentes días, horarios y algunas veces hasta altas horas de la noche de acuerdo con la disponibilidad del laboratorio ya que se estaban ejecutando diversas investigaciones al mismo tiempo.

Se observó que hubo una diferencia estadísticamente significativa al comparar cada grupo desinfectante con el grupo control (p<0,0001), pero no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos desinfectantes tanto para *Enterococcus faecalis* como para *Staphylococcus aureus* (p>0,05). Nuestros resultados no concuerdan con los de Machado y colaboradores los cuales desinfectaron pinzas de ortodoncia con jabón y agua, Alcohol al 70% y Glutaraldeído al 2% y mostraron una ineficiencia del Alcohol al 70% como método desinfectante de nivel intermedio al ser usado en la eliminación de microorganismos como *S.aureus*, y *Pseudomonas aeruginosa*.<sup>4</sup>

A diferencia del resultado obtenido en nuestra investigación en donde al Alcohol al 70% fue eficaz. Este hallazgo pudo deberse al hecho de que la manipulación se realizó bajo medios controlados para evitar la rápida evaporación de la solución permitiendo mayor reducción del número de colonias. Hecho por el cual se debe tener en cuenta una de las desventajas que presenta el Alcohol al 70% al ser manipulado como sustancia desinfectante. De igual forma presenta una gran desventaja por la reducción de la actividad antimicrobiana ante la presencia de sangre seca, saliva y otras materias orgánicas. Si bien, el alcohol es el desinfectante más utilizado, es el menos eficaz.<sup>6</sup>

Se observó que al rociar dentro de una bolsa estéril los distintos agentes desinfectantes durante tres minutos,<sup>18</sup> se eliminó completamente (100%) la presencia de UFC/mm<sup>2</sup> de los dos microorganismos de interés con la Bactidina® (Grupo II) en un (86,66%) de las pinzas, seguido de las tratadas con Eucida® (Grupo I) y Alcohol (Grupo III) con una desinfección completa en el (73,33%) de las pinzas, con igual porcentaje para ambas sustancias

desinfectantes. Sugiriendo que la sustancia desinfectante mejor y con mayor eficacia es la Bactidina® (Grupo II). Es importante mencionar que al desinfectar una pinza con agua destilada en este caso tomado como grupo control es posible obtener una reducción de UFC/mm<sup>2</sup> para ambos microorganismos, pero no siendo eficaz debido a que no se encontró una reducción completa en ninguna pinza, y en algunas de éstas 2 (13,33%) no presentaron eliminación dando porcentajes de reducción tan bajos de cero “0%”, destacando que con esta sustancia nunca se logra eliminar en un 100% los microorganismo.

Se destaca en el caso de la Bactidina® (Grupo II), que se necesita tratar una pinza para que sea eliminado *E. Faecalis*. No obstante, para los demás grupos tratados se necesita más de una pinza para obtener una descontaminación completa de ambos microorganismos. Dichos resultados de eficacia se pueden ver afectados al realizar el tratamiento de desinfección de las pinzas de ortodoncia en un medio no controlado o *In Vivo* como lo reporta el estudio de Wichelhaus y colaboradores, en donde al usar un método de desinfección con Spray no es posible obtener una eliminación suficiente de los microorganismos colonizados en las pinzas y se recomienda la combinación del lavado ultrasónico y posteriormente el uso de un agente desinfectante en Spray en los instrumentos categorizados como no críticos y semicríticos.<sup>8</sup>

El modelo de estudio *In vitro* empleado para la contaminación y desinfección de las pinzas *Mathew* usado en este estudio permitió obtener muestras más precisas y controladas; se aseguró la estandarización de los procesos con la capacitación de los investigadores y la elaboración de los protocolos.

Los resultados de este trabajo pueden haber sido afectados debido a que los procedimientos fueron realizados en diferentes sesiones, manejados en diferentes días y horarios según la disponibilidad del laboratorio y de los investigadores.

## VI. CONCLUSIONES

Se estableció que las tres soluciones desinfectantes son eficaces en la reducción de la carga bacteriana destacando la Bactidina® como la más eficaz en la eliminación de agentes contaminantes.

El presente estudio comprobó que la punta activa de las pinzas *Mathew* son altamente susceptibles a la contaminación con los microorganismo *E. faecalis* y *S.aureus* en tan sólo dos minutos.

## VII. RECOMENDACIONES

Desarrollar y llevar a cabo un protocolo de desinfección para las pinzas de ortodoncia en las clínicas del posgrado de la Universidad Santo Tomás.

Incentivar el compromiso ético, refuerzo de conceptos y buenas prácticas de bioseguridad que debe utilizar el profesional para garantizar una buena prestación del servicio con calidad y seguridad a los pacientes y trabajadores de la salud para la protección de los factores de riesgo biológicos que ocasionan las enfermedades infecto – contagiosas.

Estipular un horario específico en cada semestre en donde no se interrumpa las actividades académicas cotidianas, para la ejecución del trabajo de investigación.

Subsidiar a los grupos de investigación con buena calificación en los anteproyectos para la adquisición de los implementos e insumos necesarios, debido a que los costos de cualquier trabajo en el laboratorio son sumamente elevados.

Experimentar con otras cepas de microorganismos presentes en cavidad bucal y puedan estar presentes en pinzas de ortodoncia.

Realizar nuevos estudios en donde se evalúe el corte de las pinzas sometidas a esterilización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rajesh R, Rajvikram N, Adarsh RP. Hepatitis B –methods of sterilization and disinfection. *Ann & Ess of Dent* October 2011;3(4):105.
2. Ávila SM VG. Evaluación de la desinfección de las pinzas Weingart y Mathew utilizadas en la clínica de ortodoncia, por los estudiantes de posgrado sexto semestre, de la Universidad Santo Tomás, Seccional Floridablanca, en el primer periodo del 2007 [Trabajo de Grado]. Universidad Santo Tomás Facultad de Odontología, 2007.
3. Azeredo F, Menezes LM, Silva RM, Rizzato SMD, Garcia GG, Revers K. Microbiological analysis of orthodontic pliers. *Dental Press J Orthod* June 2011;16(3).
4. Machado C, Silva A, Duarte D. Evaluation of disinfection methods of orthodontic pliers. *Dental Press J Orthod* Aug 2012; 17(4).
5. Madhuri M, Meeran NA, Sheriff O, Vijay C. Sterilization protocol for Orthodontic and Endodontic instruments. *Indian J Multidiscip Dent Dent* 2011;1(3):173-178.
6. Venturelli AC, Torres CF, Rodriguez R, Rodrigues R, Rodrigues M, Carvalho F. Avaliação microbiológica da contaminação residual em diferentes tipos de alicates ortodônticos após desinfeção com álcool 70%. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial* 2009;14(4).
7. Hohlt WF, Miller CH, Neeb JM, Sheldrake MA. Sterilization of orthodontic instruments and bands in cassettes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990 11;98 (5):411-416.
8. Wichelhaus A, Bader F, Sander FG, Krieger D, Mertens T. Effective disinfection of orthodontic pliers. *J Orofac Orthop* 2006; 67(5):316-336.
9. Vinay P Reddy, Giridhar Y Reddy, Nikhilanand Hegde, Priyadarshini A. Sterilization Methods in Orthodontics – A Review. *Int J of Dent Clin* 2011;3(1).
10. Hohlt WF, Miller CH, Neeb JM, Sheldrake MA. Sterilization of orthodontic instruments and bands in cassettes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990 11;98 (5):411-416.
11. Freitas MPM, Menezes LM, Rizzato SMD, Feldens JA. Protocolo básico de biossegurança na clínica ortodôntica. *Rev Clin Ortod Dental Press* 2006;2:78-86.
12. Freitas VMC, Roriz V C, Chiavini PCR, Young AA, Bozzo R, Telles EZ. Desinfeção e esterilização em Ortodontia: a eficácia de métodos físicos e químicos em

materiais e instrumentais usados na Ortodontia / Disinfection and sterilization in Orthodontics . Orthodontics Rev Gaucha Odontol 2005;4(53):335-338.

13. Taheri J, Bakhshi M, Bakhtiari S, Nazemi B, Fallah F, Rezaie S. A new recommended disinfectant for dental instruments. African Journal of Microbiology Research Aug 2011;5(16).

14. Montoya C AJ. Detection of microorganisms in newly packaged brackets of six different commercial brands . Revista Mexicana de Ortodoncia 01:2014;2(1):18-23.

15. Purmal K, Chin S, Pinto J, Yin WF, Chan KG. Microbial contamination of orthodontic buccal tubes from manufacturers. Int J Mol Sci 2010 Sep 16;11(9):3349-3356.

16. Raju S. Infection control in orthodontic office. . Dentaires Revista April 2010;2(2).

17. Muraira M, Torre H, Defilló M, Rodríguez P, Mercado R. Evaluación de flora bucal con ligadura elásticas y metálicas en pacientes con ortodoncia. Ciencia UANL 01-03:2007;10(1).

18. Bactidina. Documento de ficha técnica y registro INVIMA 2011DM-0008317 CLASIFICACIÓN INVIMA: DISPOSITIVO MÉDICO Clase IIa. 2015; Available at:<http://www.hollandinacolombia.com/files/pdf%20productos/fichas%20tecnicas/Bactidina%20InDesign.pdf>

19. Eufar. Eucida Advanced. 2008; URL disponible en: [https://system.netsuite.com/core/media/media.nl?id=132730&c=1192473&h=12c299fbc ed55579bbc6&\\_xt=.pdf&ck=vriyVE8DAsLrStuL&vid=vriyVE8DAsnrSqIX&cktime=131919](https://system.netsuite.com/core/media/media.nl?id=132730&c=1192473&h=12c299fbc ed55579bbc6&_xt=.pdf&ck=vriyVE8DAsLrStuL&vid=vriyVE8DAsnrSqIX&cktime=131919)

20. Ronconi MC, Merino LA. *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium* resistentes a ampicilina (AMP) gentamicina (GEN), estreptomicina (EST) y vancomicina (VAN) aislados de materia fecal de pacientes pediátricos hospitalizados. 2004; URL disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/3-Medicina/M-022.pdf>

21. Pardi G, Guilarte C, Cardozo E, Briceño E. Detección de *Enterococcus faecalis* en dientes con fracaso en el tratamiento endodóntico. Acta Odontol Venez Mar 2009;47(1).

22. Herve B PL. Enterococcus sp Parte II. Rev Chil Infectol 2007;4(24):311-312.

23. Díaz M, Rodriguez C, Zhurbenko R. Enterococcus, medios de cultivo convencionales y cromogénicos. Abril 2014; URL disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/hic/vol51\\_1\\_13/hic10113.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/hic/vol51_1_13/hic10113.htm)

24. Gil M. Microbiología y aspectos moleculares de la resistencia a meticilina. Rev Chil Infectol 2000;17(2): 145 – 152.
25. Perdomo IL MP. Determinación y aislamiento de *Staphylococcus aureus* y *Clostridium perfringens* enterotoxigénicos a partir de alimentos. Rev Col Cienc Quím Farm 2004;33(1):59-69.
26. Camarena JJ SR. Infección por *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. Sociedad española de enfermedades infecciosas y microbiología clínica. URL disponible en: <http://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/bacteriologia/sarm.pdf>
27. Cuny E CF. Instrument Processing, Work Flow and Sterility Assurance. 2010; URL disponible en: <http://www.rdhmag.com/content/dam/rdh/print-articles/Volume%2033/Issue%206/1306RDH069-079.pdf>
28. Kangane SK, Sawant SK, Patil PS. Instrument sterilization in the orthodontic clinic: A review. IJCDS 2010;1(1):53-58.
29. Dvorak G. Disinfection. 2013; Available at: <http://www.cfsph.iastate.edu/Disinfection/Assets/Disinfection101.pdf>
30. Equipment sterilization disinfection. Louisiana Office of Public Health –Infectious Disease Epidemiology Section. . 2011; URL disponible en: <http://new.dhh.louisiana.gov/index.cfm/page/299>.
31. Acosta S. AV. Manual de esterilización para centros de salud. Organización Panamericana de la Salud. 2008; URL disponible en: [http://www.aestu.org.uy/recomendaciones/AMR-Manual\\_Esterilizacion\\_Centros\\_Salud\\_2008.pdf](http://www.aestu.org.uy/recomendaciones/AMR-Manual_Esterilizacion_Centros_Salud_2008.pdf)
32. Prieto G RM. Efectividad y seguridad del orto-ftalaldehído en la desinfección de alto nivel de material sanitario. Santiago de Compostela. 2005; URL disponible en: [http://www.sergas.es/gal/Servicios/docs/AvaliacionTecnologias/OPA%20CT2005\\_02.pdf](http://www.sergas.es/gal/Servicios/docs/AvaliacionTecnologias/OPA%20CT2005_02.pdf)
33. Limpieza y cuidado de los alicates y condiciones de garantía importantes para los alicates Premium Line. Dentaaurum®. 2013; URL disponible en: <http://www.dentaaurum.de/files/989-579-40.pdf>
34. Harte JA. Standard and transmission-based precautions: an update for dentistry. J Am Dent Assoc 2010. 05; 141(5):572-581.
35. Shah R, Collins JM, Hodge TM, Laing ER. A national study of cross infection control: ‘are we clean enough?’. Br Dent J 2009;207:267-274.

36. Prescott LM, Harley JP, Klein DA. Microbiología. . 4th ed.: McGraw-Hill Interamericana; 1999.
37. Govoni M. Ultrasonic cleaning solutions: Are you getting the most from yours?. Online at Hu-Friedy.comHow. 2011; URL disponible en: <https://www.hu-friedy.com/products/index.php/mastercontrol/index/file/id/101>
38. Quimirel SAS, inventor. Anonymous *Staphylococcus medium* N°110. Bogotá Colombia patent CM0145. 2014.
39. Becton DaC. BBL Enterococcosel Agar. 2006; Available at: [https://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/L007376\(08\)\(0406\).pdf](https://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/L007376(08)(0406).pdf)
40. Microsoft Corporation. Excel. 2010 ;2010.
41. Stata Corporation. Stata Statistical Software. 2011;12:College Station.
42. República de Colombia. Ministerio de Salud. Resolución N° 008430.

## APÈNDICES

### Apèndice A. Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NATURA-LEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR QUE TOMARÁ
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>					
CARGA MICROBIANA	Presencia de microorganismos que compromete la calidad y seguridad de uso del producto	Unidades formadoras de colonias de microorganismos presentes en la superficie de la pinza antes y después de aplicar la solución desinfectante	Cuantitativa	Razón	Carga microbiana UFC/mm <sup>2</sup>
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>					
SUSTANCIA DE DESINFECCIÓN	Procedimiento empleado para eliminar partículas orgánica e inorgánicas del instrumental	Tipo de sustancia desinfectante utilizado en las pinzas	Cualitativa	Nominal Politómica	Eucida <sup>®</sup> (1) Bactidina <sup>®</sup> (2) Alcohol 70% (3) Agua destilada (4)

**Apéndice B.** Instrumento.

**EFICACIA *In vitro* DE TRES DE SOLUCIONES DESINFECTANTES FRENTE A MICROORGANISMOS EN PINZAS MATHEW DE ORTODONCIA**

PINZA N° _____ GRUPO : _____ Código ( ) Fecha: _____					PINZA N° _____ GRUPO : _____ Código ( ) Fecha: _____				
<b><i>E. faecalis</i> en Agar Enterococcosel - 24 horas</b>					<b><i>E. faecalis</i> en Agar Enterococcosel - 24 horas</b>				
PINZA/MUESTRA	RECUENTO	DILUCIÓN	X 10	RESULTADO m <sup>2,5</sup>	PINZA/MUESTRA	RECUENTO	DILUCIÓN	X 10	RESULTADO m <sup>2,5</sup>
<b>CONTAMINADA</b>					<b>CONTAMINADA</b>				
A					A				
B					B				
<b>DESCONTAMINADA</b>					<b>DESCONTAMINADA</b>				
A					A				
B					B				
<b><i>S. aureus</i> en Agar Base Baird Parker - 24 horas</b>					<b><i>S. aureus</i> en Agar Base Baird Parker - 24 horas</b>				
<b>CONTAMINADA</b>					<b>CONTAMINADA</b>				
A					A				
B					B				
<b>DESCONTAMINADA</b>					<b>DESCONTAMINADA</b>				
A					A				
B					B				