



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

CRECIMIENTO MICROBIANO EN ZONAS CLÍNICAS  
OZONIFICADAS Y NO OZONIFICADAS.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

DANIELA CABALLERO SÁNCHEZ

TUTORA: C.D. MARTHA CONCEPCIÓN CHIMAL SÁNCHEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



---

---

*Primero que nada, quiero agradecer a mi mamá Gabriela Sánchez Ayala por todo su apoyo, amor, consejos, esfuerzo y paciencia a lo largo de mi vida y mi carrera. Por demostrarme lo que se puede lograr con mucho esfuerzo y dedicación. ¡Gracias mami, te quiero!*

*Mis abuelitos Lucio Sánchez y Graciela Ayala por ser una parte esencial en mi vida para mi crecimiento personal, por su amor y apoyo.*

*Mis tíos Raúl Sánchez Ayala y Leticia Sánchez Ayala por su apoyo, confianza y cariño que a lo largo de mi vida han sido importantes para lograr mis objetivos.*

*Mi papá César Israel Caballero Zamora por su apoyo en esta etapa de mi formación profesional y personal.*

*A Marco Antonio Morales Torres por tu paciencia, apoyo, confianza, cariño, y consejos brindados a lo largo de este camino juntos. ¡Muchas Gracias!*

*A mis profesores gracias por el aprendizaje y la paciencia.*

*A mi tutora C·D Martha Concepción Chimal Sánchez, por la enseñanza y su valiosa colaboración para la realización de este trabajo.*

*Mtra. Arcelia Felicitas Meléndez Ocampo por su entusiasmo, colaboración y consejos en todos los aspectos.*

*C·D Fernando Sánchez y el personal del laboratorio de ecología oral e histología, especialmente laboratorista Liliana Velasco por las facilidades brindadas para el uso de los materiales y equipo del laboratorio requeridas.*

*A la UNAM por permitirme formar parte de la Facultad de Odontología, y darme la mejor formación académica.*

*Orgullosamente UNAM*

*Dany*



## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>8</b>
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
3. 1 Ozono.....	18
3.1.1 Acción antimicrobiana del ozono.....	22
3.1.2 Usos del ozono.....	24
3.1.3 Ozono en odontología .....	26
3.1.4 Ventajas y desventajas.....	27
3.1.5 Toxicidad .....	28
3.2 Medios de cultivo bacterianos .....	29
3.2.1 Composición.....	30
3.2.2 Clasificación .....	32
<b>IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>36</b>
<b>V. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>37</b>
<b>VI. OBJETIVOS .....</b>	<b>38</b>
<b>VII. METODOLOGÍA .....</b>	<b>39</b>
7.1 Métodos .....	39
7.2 Tipo de estudio .....	48
7.3 Recursos (humanos, materiales, financieros).....	48
<b>VIII. RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>



---

---

<b>IX. DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>X. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>



## I. INTRODUCCIÓN

La práctica dental está asociada con un alto riesgo de infecciones, tanto para el personal encargado, como para los pacientes, los cuales están expuestos a una amplia variedad de microorganismos patógenos que colonizan o infectan la cavidad oral y/o el tracto respiratorio.

Aunque se reconoce que los factores ambientales como el aire, el agua y las superficies clínicas de contacto pueden actuar como reservorios de microorganismos y juegan un rol muy importante como vehículos de infección, los datos de contaminación microbiológica en ambientes clínicos dentales son todavía escasos.

Recientes estudios sobre la concentración de microorganismos en ambientes clínicos y hospitalarios, evidencian el impacto de los efectos adversos en los usuarios susceptibles a la contaminación, por falta de un protocolo adecuado de desinfección y normas de bioseguridad.

Para garantizar la calidad ambiental en las salas de riesgo, se han implementado estrategias que atienden las características del aire de impulsión, así como el seguimiento de prácticas seguras por los profesionales, de manera que minimicen la contaminación ambiental de las áreas controladas.

Durante la práctica dental, tanto los pacientes como el personal encargado se encuentran en continua exposición al contacto con agentes biológicos a través de la saliva, sangre o secreciones del tracto respiratorio.

El control de infecciones en odontología es un tema que ha tomado mucha importancia en años recientes y los protocolos establecidos para la prevención de una contaminación cruzada son prácticas comunes aplicadas en muchos países.



Las primeras recomendaciones de este tipo en el área odontológica fueron realizadas en 1986 por el Centro para la Prevención y Control de Enfermedades (CPCE) de Atlanta, Estados Unidos. En aquella época las recomendaciones y procedimientos estaban encaminados fundamentalmente a la protección frente a la transmisión de los patógenos por la sangre y se denominaban precauciones universales. Sin embargo, actualmente los programas tienen un amplio espectro relacionado con el tipo de microorganismo y su posible vía de transmisión.

En la actualidad existen a nivel mundial grandes preocupaciones en cuanto al posible riesgo de transmisión durante la práctica dental de enfermedades emergentes y reemergentes, como la Tuberculosis, el SIDA y la Hepatitis B, además del riesgo en la transmisión y adquisición de otras enfermedades bacterianas, virales y fúngicas que, aunque no son letales en su mayoría, para el individuo no dejan de ser menos importantes.



## II. ANTECEDENTES

La calidad microbiológica del ambiente hace alusión a la cantidad de microorganismos que están presentes en un área determinada. Los microorganismos generalmente no están flotando en el aire, sino que se encuentran sobre partículas inertes, por ejemplo: polvo, gotas de agua, etc. que sirven como medio de transporte y pueden depositarse sobre las superficies. Es por ello que mientras más limpia esté un área menor será el número de microorganismos presentes en la misma.<sup>1</sup>

La calidad del aire interior está ampliamente considerada como un problema significativo económico y de salud ambiental. Los indicadores de calidad del aire deben determinar que el aire interior:

- Satisfaga los requerimientos respiratorios;
- Prevenga la acumulación de contaminantes;
- Permita el bienestar.<sup>1</sup>

El odontólogo como profesional de la salud, está expuesto a una gran cantidad de microorganismos, provenientes de la sangre, secreciones orales y respiratorias del paciente, pudiendo ser agentes de enfermedades infecciosas.

El hombre vive en simbiosis y equilibrio con un gran número de microorganismos, pero cuando este se altera, desafían los mecanismos de defensa del hospedero y causan daño.<sup>1</sup>

La posibilidad de infectarse y enfermar, denominada riesgo, es directamente proporcional a la frecuencia de exposiciones a los agentes infecciosos, pueden ser vehiculizados por instrumental, aire, agua, saliva y/o sangre. Este riesgo es variable y se relaciona al grado de formación de aerosoles; la generación de campos sangrantes y salpicaduras que puedan tener contacto directo o

indirecto con mucosa nasal, oral, conjuntival, y/o lesiones cutáneas; como también, el riesgo de cortes y punciones.<sup>1</sup>

En la superficie de la Tierra, el ozono fue detectado por primera vez en 1785 por el físico alemán Martinus von Marum (1750-1837) al notar un peculiar olor que se generaba en zonas cercanas a máquinas que funcionaban con electricidad. Sin embargo, 1840 es reconocido como el año en el que Christian Friedrich Schönbein (1799-1868) descubre y le da el nombre de ozono, el cual proviene del griego “ozein” (oloroso).<sup>2</sup> Figura 1



*Figura 1 Christian Friedrich Schönbein.<sup>3</sup>*

La naturaleza química del ozono fue dada a conocer en 1872 por Sir Benjamín Brodie (1817-1880) y alrededor de 1873, Fox descubre la capacidad de este agente químico para la eliminación de microorganismos. En la década de 1880 a 1890 Frölich y Erlwein divulgaron el empleo del ozono para fines higiénicos, pero sin lograr éxitos comerciales.<sup>2</sup>

En el campo de la medicina, durante la primera guerra mundial el ozono fue usado por primera vez con fines terapéuticos para tratar la gangrena post-

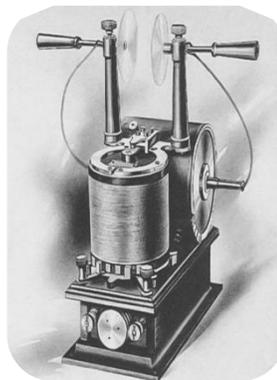
traumática, quemaduras, curación de heridas y fístulas, por Albert Wolff.<sup>2</sup>

Figura 2



*Figura 2 Uso médico del ozono. Primera Guerra Mundial.<sup>4</sup>*

Nikola Tesla en 1896 patentó el primer generador de ozono, y en 1900 fundó Tesla Ozone Company. El mismo sistema inventado por este ingeniero permanece invariable en nuestros días. Existen generadores Tesla funcionando todavía perfectamente después de 75 años de uso. Tesla fue el primero que ozonizó el aceite de oliva.<sup>5</sup> Figura 3



*Figura 3 Primer aparato generador de ozono creado por Tesla.<sup>4</sup>*

A finales de la década de los 50's con la introducción de los materiales plásticos y el diseño del primer ozonizador con fines terapéuticos por el Dr. Joamich Hänslar en Alemania, se abrieron nuevos caminos para la aplicación y la extensión de la ozonoterapia.<sup>5</sup>

La existencia de una multitud de corpúsculos en el aire fue observada desde la antigüedad, Lucretius (55 a.C.) observó las partículas de polvo brillando en un rayo de sol en una habitación oscura y concluyó que su movimiento se debía al bombardeo de innumerables e invisibles átomos en el aire.<sup>6</sup>

Las esporas de los hongos fueron vistas por un botánico napolitano, Valerius Cordus, en el siglo XVI, pero fue Micheli (1679-1737) quien primero las dibujó observando las esporas de los mohos que se transmitían por el aire.<sup>6</sup>

Leeuwenhoek (1722) observa y describe por primera vez las bacterias en distintos ambientes y supone que “estos animáculos pueden ser transportados por el viento mediante el polvo que flota en el aire”.<sup>6</sup> Figura 4



*Figura 4 Anton Van Leeuwenhoek.<sup>7</sup>*



A partir de 1882 se generalizan los análisis microbiológicos del aire, estudiándose el número y tipo presentes en diversos ambientes. Miquel fue el que realizó los estudios más numerosos y variados. Analizó tanto el aire confinado de casas y hospitales como la atmósfera de diversas calles de París, de los parques, el cementerio de Mont Parnasse, e incluso las alcantarillas.<sup>6</sup>

La hipótesis de la existencia de bacterias patógenas en el aire, llevó a Lister en 1867 a la utilización de pulverizaciones del aire con ácido carbólico para evitar la infección de las heridas quirúrgicas, comenzando así la época de la antisepsia en la cirugía.<sup>6</sup>

Uno de los sistemas más importantes para la identificación de microorganismos es observar su crecimiento en sustancias alimenticias artificiales preparadas en el laboratorio. El material alimenticio en el que crecen los microorganismos es el Medio de Cultivo y el crecimiento de los microorganismos es el cultivo.<sup>8</sup>

Para que las bacterias crezcan adecuadamente en un medio de cultivo artificial debe reunir una serie de condiciones como son: temperatura, grado de humedad y una presión de oxígeno adecuado, así como un grado correcto de acidez o alcalinidad. Un medio de cultivo debe contener los nutrientes y factores de crecimiento necesarios y debe estar exento de todo microorganismo contaminante.<sup>8</sup>

La mayoría de las bacterias patógenas requieren nutrientes complejos similares en composición a los líquidos orgánicos del cuerpo humano. Por eso, la base de muchos medios de cultivo es una infusión de extractos de carne y peptona a la que se añadirán otros ingredientes.<sup>8</sup>



### III. MARCO TEÓRICO

La atmósfera no tiene una microbiota autóctona, pero es un medio para la dispersión de muchos tipos de microorganismos (esporas, bacterias, virus y hongos), procedentes de otros ambientes. Algunos han creado adaptaciones especializadas que favorecen su supervivencia y permanencia.<sup>6</sup>

La Microbiología del aire comienza en el siglo XIX, con Pasteur y Miquel que diseñaron métodos para estudiar los microorganismos en el aire y descubrir la causa de algunas enfermedades.<sup>6</sup>

Desde entonces numerosos investigadores han trabajado en este campo tanto en el aire exterior como en recintos cerrados. Las enfermedades transmitidas por el aire, producidas por bacterias, virus y hongos, son las respiratorias, sistémicas y alérgicas.<sup>6</sup>

Los microorganismos pueden ser transportados rápidamente, en forma de aerosoles, a través de grandes distancias con el movimiento del aire que representa el mejor camino de dispersión. Algunos han creado adaptaciones especializadas que favorecen su supervivencia y su dispersión en la atmósfera.<sup>6</sup>

El transporte se realiza sobre partículas de polvo, fragmentos de hojas secas, piel, fibras de la ropa, en gotas de agua o en gotas de saliva eliminadas al toser, estornudar o hablar.<sup>6</sup>

El aire contiene en suspensión diferentes tipos de microorganismos, especialmente bacterias y hongos. La presencia de uno u otro tipo depende del origen, de la dirección e intensidad de las corrientes de aire y de la supervivencia del microorganismo.<sup>6</sup>

Algunos microorganismos se encuentran en forma de células vegetativas, pero lo más frecuente son las formas esporuladas, ya que las esporas son



metabólicamente menos activas y sobreviven mejor en la atmósfera porque soportan la desecación. Las producen hongos, algunos protozoos y algunas bacterias. En el aire se aíslan frecuentemente bacterias esporuladas de los géneros *Bacillus* sp y *Clostridium* sp.<sup>6</sup>

Entre las bacterias también son muy frecuentes los bacilos pleomórficos gram-positivos (*Corynebacterium* sp.) y los cocos gram-positivos (*Micrococcus* sp. y *Staphylococcus* sp.). Los bacilos gram-negativos (*Flavobacterium*, *Alcaligenes*) se encuentran en menor proporción y disminuyen con la altura.<sup>6</sup>

Hay numerosas enfermedades bacterianas transmitidas por el aire que se resumen en la tabla 1.<sup>6</sup>

Enfermedades	Géneros y especies
Amigdalitis, faringitis, bronquitis, escarlatina	<i>Streptococcus pyogenes</i>
Difteria	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>
Neumonía clásica	<i>Streptococcus pneumoniae</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>
Neumonía atípica, bronquitis	<i>Mycoplasma pneumoniae</i> <i>Chlamydomphila pneumoniae</i> <i>Chlamydomphila psittaci</i>
Meningitis	<i>Neisseria meningitidis</i>
Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Actinomicosis	<i>Actinomyces israelii</i>
Influenza	Virus influenza A

Tabla 1 Enfermedades bacterianas transmitidas por el aire.

Los microorganismos del aire provienen del suelo, agua, plantas, animales y de otras fuentes. En los ambientes exteriores predominan los microorganismos

del suelo. En los interiores, la concentración de microorganismos es considerablemente más alta, especialmente en lo que respecta a los que derivan del tracto respiratorio humano.<sup>9</sup>

Los microorganismos que predominan en las vías respiratorias superiores, en especial, la faringe, son estreptococos no hemolíticos o alfa-hemolíticos y *Neisserias*. También se observan estafilococos, difteroides, *Haemophilus*, neumococos, micoplasmas y *Prevotella*.<sup>10</sup> Figura 5

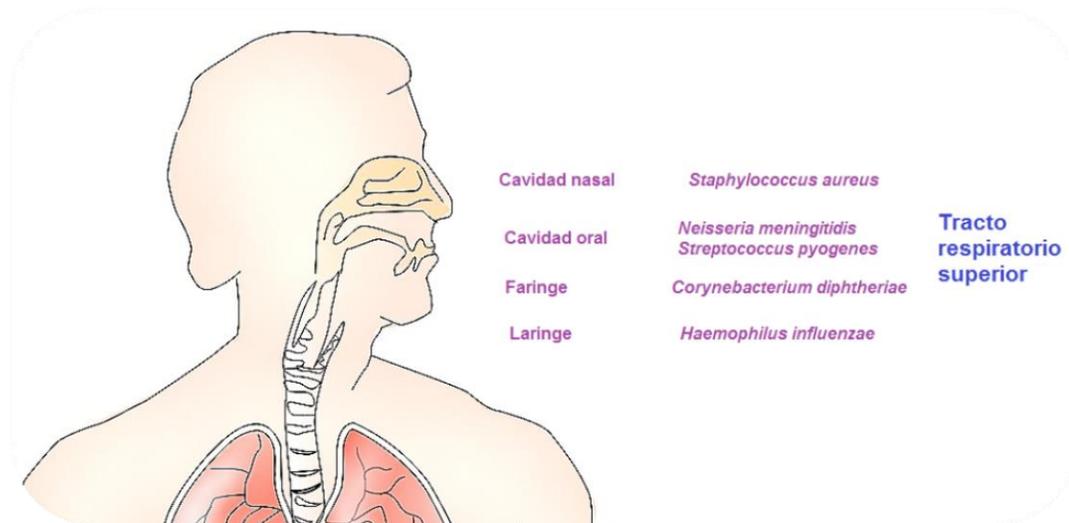


Figura 5 Microorganismos presentes en el tracto respiratorio superior.<sup>11</sup>

La cavidad oral alberga una flora rica en especies microbianas; bacterias, hongos y virus que pueden llegar a colonizar e infectar otros pacientes o al personal sanitario, debido a los aerosoles generados durante la ejecución de procedimientos odontológicos.<sup>12</sup>

Se han descrito más de 600 especies en la cavidad bucal del ser humano, pero existe muy poca información sobre la microbiota normal de las personas sanas.<sup>10</sup>



La adquisición de una infección dentro de un ambiente clínico depende de características propias de los microorganismos y de la susceptibilidad del hospedador, teniendo mayor probabilidad de adquirirse una vez contaminado el entorno.<sup>12</sup>

Los microorganismos en ambientes clínicos suelen crecer en áreas con buen sistema de ventilación o en cualquier superficie donde haya suficiente humedad, de esta manera, el personal queda altamente expuesto a contraer y diseminar esos microorganismos.<sup>1</sup>

El personal odontológico es un grupo de alto riesgo a contraer y diseminar microorganismos potencialmente patógenos por el contacto con secreciones biológicas o por vehículos, como mobiliario, aditamentos, instrumental, ropa, piel, instalaciones físicas, aire, drenaje, etc. Por ende, el área de trabajo odontológico implica un ambiente altamente contaminado en el cual deben aplicarse rigurosas normas de bioseguridad.<sup>12</sup>

Los microorganismos más comunes son virus como el de la Influenza, Hepatitis B (VHB), Hepatitis C (VHC) y el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH). Existen otros virus que pueden ser transmitidos en el consultorio odontológico, entre ellos están la Rubéola, Varicela Zoster, Epstein-barr, Citomegalovirus, Papiloma Humano (VPH) y Adenovirus. También se deben mencionar las bacterias como *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. y el *Mycobacterium tuberculosis*.<sup>13</sup>

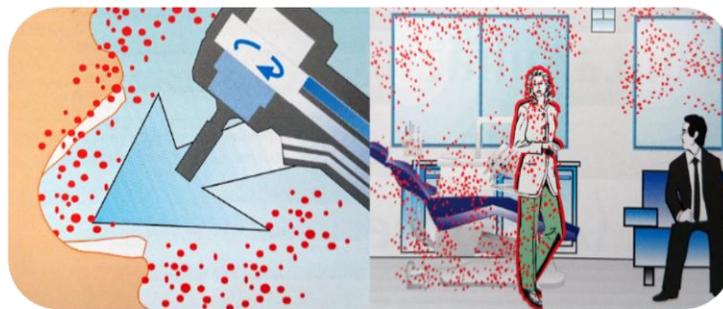
El estudio realizado por Zambrano-Gari C y Luna-Fontalvo J., en la clínica odontológica de la Universidad del Magdalena, Colombia determinó la presencia de los géneros bacterianos *Staphylococcus* sp., *Pseudomonas* sp., *Enterococcus* sp., *Moraxella* y los géneros fúngicos *Penicillium*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Curvularia* y *Haplosporangium*. Lo cual nos indica una fuerte carga bacteriana en el ambiente clínico odontológico.<sup>1</sup>

Las superficies del consultorio odontológico se contaminan fácilmente a través de salpicaduras generadas por el aerosol producido durante los tratamientos odontológicos. Dependiendo de la naturaleza de los patógenos y de las características del ambiente, como temperatura y humedad, estos agentes pueden sobrevivir en las superficies por periodos desde pocos minutos a varias semanas, inclusive, meses.<sup>13</sup>

La posibilidad de infectarse y enfermarse, denominada riesgo, es directamente proporcional a la frecuencia de exposiciones a los agentes infecciosos.<sup>12</sup>

Este riesgo es variable y se relaciona al grado de formación de aerosoles; la generación de campos sangrantes y salpicaduras que puedan tener contacto directo o indirecto con mucosa nasal, oral, conjuntival, y/o lesiones cutáneas; como también, el riesgo de cortes y punciones.<sup>14</sup>

Algunos estudios han demostrado que el aerosol generado por el uso de la turbina dentro de la cavidad bucal, emite cerca de 1,000 unidades formadoras de colonias bacterianas, otros han reportado que los microorganismos se han encontrado a 1.80 metros, de la turbina en uso.<sup>14</sup> Figura 6



*Figura 6 Contaminación por aerosoles.<sup>15</sup>*

Esto sugiere, la necesidad de implementar programas de monitoreo ambiental para conocer la situación de los espacios clínicos odontológicos y evaluar las técnicas generalmente empleadas para su desinfección, ya que las áreas



---

---

odontológicas usadas, tanto para tratamiento preventivo, como restaurador o quirúrgico, son consideradas áreas de alto riesgo por la contaminación ambiental que presentan.<sup>16</sup>

El riesgo de contraer, transmitir y propagar numerosas infecciones durante el ejercicio en la clínica odontológica es lo que ha conducido a países como Canadá, Reino Unido, Brasil, Venezuela, y México, entre otros, a crear sus programas de prevención y control de infecciones para los servicios estomatológicos, basados en las recomendaciones del CPCE, pero adecuados a sus condiciones.<sup>17</sup>

### 3.1 Ozono

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno y estructuralmente triangular, en donde el átomo de oxígeno central está implicado en un doble enlace covalente.<sup>2,18</sup> Figura 7

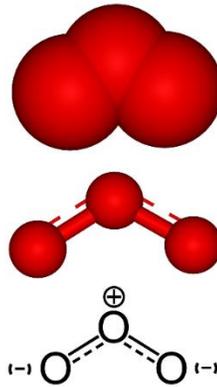


Figura 7 Estructura molecular del ozono.<sup>19</sup>

Se encuentra presente en la atmósfera de modo natural y tiene funciones muy importantes para nuestra existencia. La capa de ozono se encuentra a una altitud que va desde 10 a 50 km sobre la superficie de la Tierra, a una concentración de aproximadamente 10 partes por millón (p.p.m), esta capa protege a la superficie terrestre de la radiación ultravioleta dañina y evita la pérdida de calor de la superficie de la Tierra.<sup>2,18</sup>

Se produce a partir de oxígeno como resultado de una descarga eléctrica o ultravioleta (UV). Los átomos de oxígeno se forman mediante la división de moléculas diatómicas de oxígeno en dos átomos, que a continuación se recombinan con otras moléculas de oxígeno para producir moléculas de ozono.<sup>2</sup> Figura 8

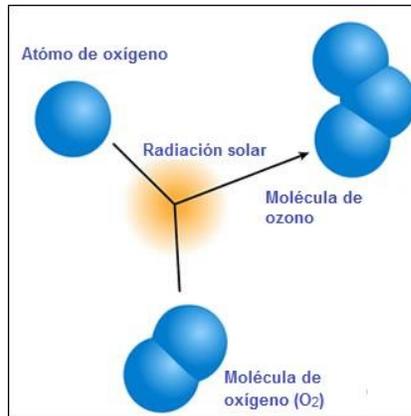


Figura 8 Formación del ozono de forma natural.<sup>20</sup>

Es un gas de color azul a concentraciones elevadas, de olor fuerte y penetrante, su densidad es de 1.66 gramos sobre centímetro cúbico y sus puntos de fusión y ebullición se sitúan en 193°C y 112°C respectivamente. Es poco soluble en agua, aunque su solubilidad es mayor que la del oxígeno, además es un gas estable a temperaturas elevadas.<sup>21</sup>

La principal propiedad del ozono es su fuerte carácter oxidante, el mayor después del flúor. Como consecuencia, oxida en frío a casi todos los metales, especialmente al hierro, mercurio, plata y manganeso.<sup>18</sup>

El ozono producido para su aplicación comercial es generado por descarga en corona y radiación UV.<sup>22</sup>

El método de descarga de corona utiliza oxígeno o aire seco que pasa entre dos electrodos muy juntos bajo tensión aplicada. Estos generadores comercialmente disponibles son capaces de producir ozono en fase gaseosa a niveles de 1 a 5 % en peso en aire.<sup>22</sup> Figura 9

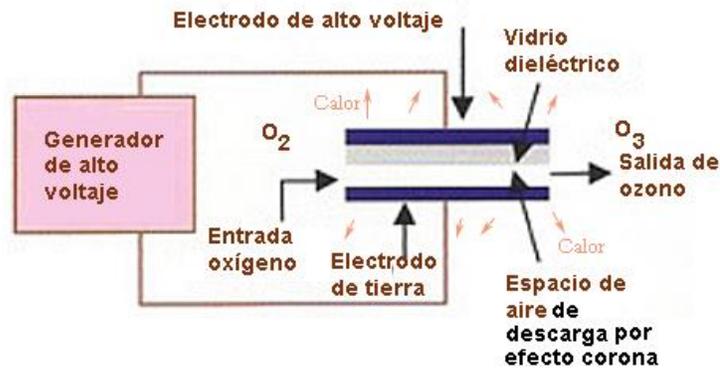


Figura 9 Formación de ozono por descarga corona.<sup>23</sup>

En la producción por radiación UV el proceso es similar a la producción fotoquímica, que se lleva a cabo en la estratósfera. Átomos de oxígeno formado por la disociación de moléculas o por la radiación de longitud de onda corta reaccionan con ellas para formar ozono, se producen la concentración ideal requerida para destruir microorganismos, aerosoles y compuestos orgánicos volátiles.<sup>22</sup> Figura 10

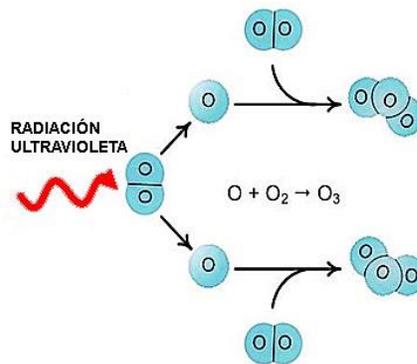


Figura 10 Producción de ozono por radiación UV.<sup>23</sup>

El ozono se mide en partes por millón en volumen de concentración de aire (p.p.m), los límites de seguridad del ozono según los datos de International Ozone Association (IOA) son:<sup>23</sup>



- 0.001 p.p.m: Es el valor más bajo detectable por los humanos hipersensibles. Demasiado bajo para medir con precisión con equipos electrónicos elaborados.<sup>23</sup>
- 0.003 p.p.m a 0.010 p.p.m: Es el umbral de percepción del olor por la persona promedio en aire limpio. Estas concentraciones pueden medirse con bastante exactitud.<sup>23</sup>
- 0.020 p.p.m: Umbral de la percepción del olor en el ambiente de laboratorio.<sup>23</sup>
- 0.040 p.p.m: Límite para dispositivos de uso doméstico. Medido como la concentración sostenida en la sala de pruebas.<sup>23</sup>
- 0.050 p.p.m: Concentración máxima admisible de ozono producida por filtros de aire y dispositivos residenciales similares de acuerdo con la propuesta de modificación de la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos de Estados Unidos.<sup>23</sup>
- 0.100 p.p.m: Es la concentración máxima admisible de ozono en las zonas de trabajo industriales: exposición humana permisible menos de 8 horas por día, 6 días a la semana.<sup>23</sup>
- 0.200 p.p.m: La exposición prolongada a estos valores de los seres humanos en las condiciones laborales y experimentales no produjo efectos aparentes de enfermedad.<sup>23</sup>
- 1.00 a 2.00 ppm: Cuando esta gama de concentración de ozono fue inhalada por volumen durante 2 horas, causó síntomas que podrían ser tolerados sin incapacitación con los síntomas de subsidencia después de unos pocos días. Los síntomas fueron dolor de cabeza, dolor en el pecho, y la sequedad de las vías respiratorias.<sup>23</sup>
- 5.00 a 25.00 ppm: Se presentan edema pulmonar. Las radiografías de tórax fueron normales en 2 a 3 semanas, pero a los 9 meses todavía se quejaban de fatiga y disnea de esfuerzo.<sup>23</sup>



### 3.1.1 Acción antimicrobiana del ozono

El ozono es un agente antimicrobiano potente, de amplio espectro, que se ha encontrado muy eficaz contra bacterias, hongos, virus, protozoos y las esporas bacterianas y fúngicas. La actividad antimicrobiana se basa en su fuerte efecto oxidante, que causa daño a los ácidos grasos en la membrana celular.<sup>22</sup>

Actúa por medio de lisis celular, rompe molecularmente la membrana celular, se dispersa al citoplasma de la célula y hace imposible la reactivación. Debido a esto, los microorganismos no pueden desarrollar cepas resistentes de ozono.<sup>22</sup>

La principal teoría de su capacidad antimicrobiana dice que cuando el ozono entra en contacto con los componentes orgánicos o las bacterias, el átomo extra de oxígeno destruye el contaminante por oxidación, posteriormente se descompone en oxígeno después de ser utilizado, sin dejar subproductos perjudiciales en el ambiente.<sup>22</sup>

Neutraliza todos los olores orgánicos, específicamente todos aquellos que contienen carbono como elemento base. Esto incluye a todas las bacterias, grupos de hongos, humo y diversos olores.<sup>22</sup>

Dado que ninguna bacteria anaerobia, virus, protozoos u hongo puede vivir en una atmósfera con alta concentración de oxígeno, todas las enfermedades causadas por estos agentes patógenos son potencialmente curables mediante la acción del ozono.<sup>22</sup>

Los ácidos grasos insaturados y poliinsaturados componentes de los lípidos de la membrana celular son las sustancias propensas a sufrir daño oxidativo de efectos adversos.<sup>22</sup>

El ozono puede reaccionar a los compuestos insaturados de dos formas: un mecanismo polar y un mecanismo que involucra la formación de radicales, este último es el responsable de los efectos nocivos del ozono a nivel biológico.<sup>21</sup>

**En bacterias** el potencial oxidante del ozono induce la destrucción de la pared celular y membrana citoplasmática de las bacterias. Después que la membrana es dañada por oxidación, su permeabilidad incrementa y las moléculas de ozono pueden entrar fácilmente en la célula.<sup>24</sup>

Durante este proceso el ozono ataca ácidos nucleicos, también ataca glucoproteínas, glucolípidos y otros aminoácidos, inhibe y bloquea el sistema de control enzimático de la célula. Esto aumenta su permeabilidad, conduciendo de inmediato al cese de sus funciones, dependiendo la extensión de la reacción.<sup>24</sup> Figura 11

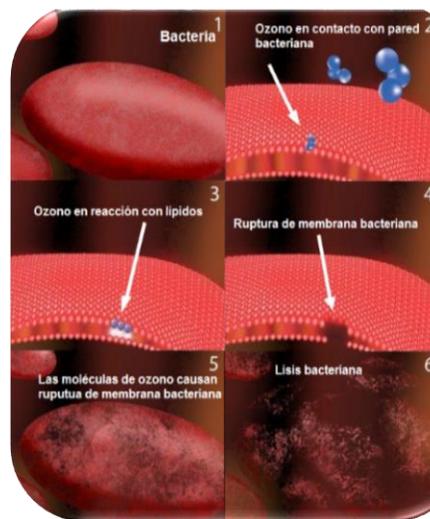


Figura 11 Acción antimicrobiana del ozono.<sup>25</sup>



**En hongos** el estudio realizado por Campos y colaboradores, se encontró que al utilizar un equipo generador de ozono en condiciones de máximo flujo de aire y mínimo flujo de ozono inhiben el crecimiento de *Candida albicans* al ser ozonizada por 60 minutos.<sup>26</sup>

**En virus** los hechos sugieren que la inactivación primaria de los mismos por el ozono ocurre de dos formas: por peroxidación de lípidos y por peroxidación de proteínas.<sup>27</sup>

La peroxidación de lípidos es un mecanismo de daño tisular que genera radicales libres que son responsables de muchas secuelas patológicas.<sup>27</sup>

La peroxidación de proteínas es una modificación covalente de las proteínas, esta peroxidación puede ser la clave para la inactivación de virus no envueltos como: adenovirus, polivirus y otros enterovirus.<sup>27</sup>

El estudio de Murray, B. y cols., demuestra que el ozono es efectivo en la inactivación de los virus: herpes simple tipo 1 (HHV-1), adenovirus tipo 2 (HAdV-2) y virus de influenza A.<sup>27</sup>

Los resultados mostraron que la exposición al ozono redujo la infectividad viral por la peroxidación de lípidos y subsecuente daño a la cubierta de lípidos y proteínas.<sup>27</sup>

### 3.1.2 Usos del ozono

Cuando se utiliza correctamente, la tecnología de ozono es una herramienta barata y eficaz para la eliminación de olores no deseados y muchos contaminantes del aire interior.<sup>22</sup>

En el área de la salud pública, la tecnología del ozono tiene un gran potencial para reducir los riesgos de infecciones.<sup>22</sup>

El ozono se usa para el tratamiento del aire y se realiza típicamente en forma gaseosa. En este estado es un gas incoloro con un olor característico. El átomo extra del ozono es un radical suelto reacciona con compuestos orgánicos volátiles, neutraliza olores y ciertos gases y luego se revierte en oxígeno.<sup>22</sup>

En medicina el ozono ha sido utilizado en la desinfección de heridas, para el mejoramiento del proceso de cicatrización, como bactericida y en el control de hemorragias, además en algunos casos como desodorizante y astringente en los consultorios, para tales fines debe ser utilizado en concentraciones de 1 p.p.m y en cortos periodos de tiempo.<sup>2</sup> Figura 12



Figura 12 Ozonificador de ambiente en consultorio médico.<sup>28</sup>

Se ha encontrado que a niveles menores de 9 p.p.m el ozono es eficaz en la reducción de las poblaciones de bacterias, hongos y virus, como *Escherichia coli* (eficacia 3000 veces mayor que el cloro), *Candida* sp., *Listeria* sp., *Staphylococcus* sp., *Salmonella* sp., *Giardia* sp., *Cryptosporidium*, *Pseudomona aeruginosa*.<sup>18,23</sup>



### 3.1.3 Ozono en odontología

Para luchar contra las infecciones que se producen en los entornos de centros de salud se consideran diversas medidas integradas de prevención más eficaces, esto incluye: las buenas prácticas de higiene por parte de empleados de atención a la salud, dispositivos médicos invasivos libres de contaminación y la desinfección continua de equipos de todo el centro de atención médica.<sup>22</sup>

Por desinfección se entiende la utilización de un procedimiento químico o físico para eliminar algunos microorganismos patógenos. Los antimicrobianos como el yodo, clorhexidina, solución de alcohol isopropílico y hexaclorofeno se utilizan con frecuencia en los centros de salud.<sup>22</sup>

El ozono presenta grandes ventajas para ser utilizado en el consultorio como método de desodorización y desinfección.<sup>2</sup>

La terapia actual del ozono encuentra sus orígenes en el dentista alemán E.A Fisch, quien utilizó el agua ozonizada por primera vez con funciones desinfectantes.<sup>18</sup>

El uso del ozono en odontología no ha sido descrito ampliamente, sin embargo, podemos utilizar esta técnica en diferentes áreas como son la cirugía oral como astringente, la periodoncia para la desinfección de bolsas periodontales, la endodoncia como irrigante y desinfectante radicular y en la estética dental como gas oxidante para el aclaramiento dental.<sup>18</sup>



### 3.1.4 Ventajas y desventajas

Existen muchos estudios en el mundo donde se evidencian los daños que se producen por la exposición prolongada al ozono atmosférico, esto ha generado la creencia de que el ozono es siempre tóxico y no es así. Como cualquier sustancia en su justa medida puede causar beneficios y si no se dosifica adecuadamente puede ser perjudicial, entre las ventajas y desventajas de su uso encontramos: <sup>29</sup>

#### Ventajas

- Costo relativamente bajo en comparación con otras tecnologías.
- Neutralizará prácticamente todos los olores orgánicos.
- Es menos corrosivo para los equipos que la mayoría de los productos químicos que se utilizan en la actualidad.
- Los generadores de ozono limpian el aire y pueden reducir el riesgo de infecciones microbiológicas.
- Es un antimicrobiano eficaz de amplio espectro y se puede utilizar en forma gaseosa.
- Elimina a las bacterias por medio de lisis celular, en unos pocos segundos.
- Los microorganismos no pueden desarrollar cepas resistentes.<sup>22</sup>

#### Desventajas

- Puede ser un oxidante muy fuerte en cantidades excesivas.
- La exposición a altos niveles de ozono, puede causar posibles efectos secundarios como tos, irritación de la garganta y/o sensaciones desagradables en el pecho.



- El ozono es un oxidante fuerte que acelera la degradación del caucho, tapicería, pinturas y otros materiales.
- Algunos dispositivos generadores podrían ser capaces de producir concentraciones muy superiores a las aceptadas.<sup>22</sup>

### 3.1.5 Toxicidad

El ozono es un gas controversial porque, mientras es muy útil en la estratósfera para absorber la peligrosa radiación ultravioleta, es tóxico para el tracto respiratorio en la tropósfera, particularmente mezclado con monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O).<sup>2</sup>

Se han observado efectos de hipersensibilidad e hiperreactividad a los alérgenos en personas expuestas al ozono por vía inhalatoria y especialmente aquellos que padecen asma alérgica.<sup>2</sup>

Las alteraciones morfológicas que se producen en el pulmón como consecuencia de la respuesta a la exposición por vía inhalatoria repercuten en la función respiratoria y se caracteriza por las siguientes manifestaciones:<sup>2</sup>

- Disminución del volumen espiratorio forzado.
- Incremento de la hiperreactividad bronquial.
- Inflamación de las vías aéreas.
- Incremento de la tos y opresión torácica.
- Incremento de la permeabilidad del epitelio pulmonar.<sup>2</sup>

El ozono presenta grandes ventajas para ser utilizado en el consultorio como método de desinfección, pero debe ser correctamente manipulado ya que la utilización indebida de este gas en grandes cantidades puede ser altamente tóxica disminuyendo la función respiratoria y empeorando el asma.<sup>2</sup>

## 3.2 Medios de cultivo bacterianos

Para llevar a cabo el diagnóstico microbiológico de las enfermedades infecciosas y estudiar las características de las bacterias, es necesario obtener un cultivo puro de las mismas.<sup>30</sup>

Los medios de cultivo constituyen la herramienta fundamental en los laboratorios de microbiología. Desde la época de Koch (1800's) hasta hoy día se ha incrementado el arsenal de medios de cultivo con que cuentan los microbiólogos, la responsable directa de tal incremento es la expansión de la microbiología desde la medicina hacia la agricultura, la alimentación y la industria farmacéutica.<sup>31</sup>

Los medios de cultivo son preparados que intentan reproducir artificialmente las condiciones del hábitat natural de los agentes bacterianos. Sus componentes deben cubrir todas las necesidades nutricionales de las bacterias que se van a estudiar. Esto permitirá su crecimiento y su multiplicación.<sup>31</sup> Figura 13



Figura 13 Diversos medios de cultivo.<sup>32</sup>



### 3.2.1 Composición

Hay una gran cantidad de sustancias que se añaden a los medios de cultivo, los más importantes son:<sup>31</sup>

- Agua  
Es un componente básico y universal para la vida.<sup>31</sup>
- Peptonas  
Se obtienen por hidrólisis ácida o enzimática de proteínas. Constituyen una fuente fundamentalmente de nitrógeno, pero también de carbono y azufre.<sup>31</sup>
- Carbohidratos  
El utilizado universalmente es la glucosa, también se pueden utilizar fructosa, maltosa, sacarosa o almidón. Constituyen una fuente de energía y de carbono.<sup>31</sup>
- Extracto de carne  
Es un concentrado de productos hidrosolubles de la carne de composición indefinida. Aporta xantina e hipoxantina, glucógeno, ácido láctico, grasas, vitaminas, oligoelementos, entre otros.<sup>31</sup>
- Extracto de levadura  
De pan o de cerveza, previamente lisada por calor. Es una fuente importante de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento.<sup>31</sup>
- Cloruro de sodio  
Equilibra la presión osmótica del medio. Evita la lisis por choque osmótico.<sup>31</sup>
- Suero o sangre de caballo o carnero  
Son elementos útiles para microorganismos exigentes.<sup>31</sup>



- Minerales y sustancias que los microorganismos no pueden sintetizar Como son la hemina, ácido glutámico, fósforo, calcio, hierro, manganeso, magnesio.<sup>31</sup>
- Agentes solidificantes  
Para obtener medios de cultivo solidos o semisólidos. El más utilizado es el agar, también se puede utilizar silica-gel o gelatina.<sup>31</sup>

Para conseguir el cultivo microbiano, se deben respetar las condiciones de incubación adecuadas como son: <sup>31</sup>

- Temperatura  
La óptima para el crecimiento bacteriano es de  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ , en general, salvo para algunas bacterias. Se consigue mediante estufas de cultivo.<sup>31</sup>
- Atmósfera  
Esta va a depender del tipo de respiración que posea el microorganismo. Las bacterias aerobias y anaerobias facultativas necesitan  $\text{O}_2$ . Las anaerobias estrictas requieren 85%  $\text{N}_2$ , 10% de  $\text{H}_2$ , y 5% de  $\text{CO}_2$ . Para los microorganismos capnófilos deberá ajustarse el nivel atmosférico de  $\text{CO}_2$ .<sup>31</sup>
- Presión osmótica  
Se consigue con cloruro de sodio al 1%, suficiente para lograr la osmolaridad requerida para la mayoría de las bacterias. En el caso de las bacterias halófilas, debe añadirse NaCl hasta su nivel requerido.<sup>31</sup>
- pH  
La mayoría de las bacterias crecen a pH cercanos a la neutralidad. El ajuste de pH se logra con NaOH o KOH y ClH.<sup>31</sup>

### 3.2.2 Clasificación

La clasificación de los medios de cultivo se hará en función a su estado físico y utilidad en el laboratorio microbiológico.<sup>31</sup>

**De acuerdo a su estado físico** se clasifican en líquidos, sólidos y semisólidos.<sup>31</sup> Figura 14



Figura 14 Medios de cultivo según su estado.<sup>33</sup>

- Líquidos

Reciben el nombre de caldos. Los constituyentes están disueltos en agua sin sustancias solidificantes. Se utilizan sobre todo para inocular muestras o cuando se cultiva un único microorganismo para observar las características de crecimiento.<sup>31</sup> Figura 15



Figura 15 Tipos de crecimiento bacteriano en medios líquidos.<sup>34</sup>

- Semisólidos

Contienen agar en escasa proporción (menos de 1%). Se utilizan como medios para analizar características especiales de las bacterias como la movilidad o la capacidad oxidativa-fermentativa.<sup>31</sup>

- Sólidos

Se obtienen agregando agar al medio líquido en una cantidad suficiente para que solidifiquen (generalmente 1.5 - 2%).<sup>31</sup>

**De acuerdo a su utilización en el laboratorio microbiológico** se clasifican en básicos, enriquecidos, selectivos y diferenciales.<sup>31</sup>

- Básicos

Aptos para bacterias no exigentes y contienen los nutrientes mínimos para el desarrollo.<sup>31</sup>

- Enriquecidos

Son medios que se suplementan con sustancias muy nutritivas debido a que son bacterias exigentes.<sup>31</sup> Figura 16



Figura 16 Medio de cultivo enriquecido con sangre.<sup>35</sup>

- Selectivos

Estos medios permiten el crecimiento de solo ciertas bacterias e inhiben el de otras, la selección se puede conseguir por inhibición o por enriquecimiento.<sup>31</sup> Figura 17

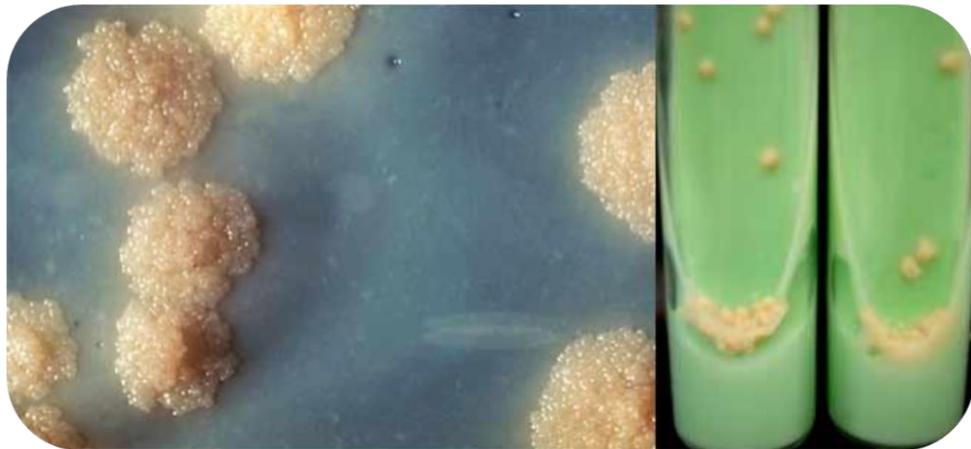


Figura 17 Medio Lowenstein-Jensen selectivo para *Mycobacterium tuberculosis*.<sup>36</sup>

- Diferenciales

A partir de la década de los 80's se han venido desarrollando técnicas para la detección y diferenciación de bacterias basadas en la utilización de sustratos cromogénicos y fluorogénicos, para revelar las actividades enzimáticas específicas de diferentes microorganismos.<sup>37</sup>

Estos generalmente están compuestos por un determinado sustrato para la enzima específica, y un grupo fluorógeno como el 4-metilumbelliferyl, que hace posible la observación de la emisión de fluorescencia.<sup>37</sup>

Los sustratos cromogénicos son compuestos que se encuentran unidos a un grupo cromógeno que es liberado por la acción de las enzimas específicas, y provocan un cambio de color por la acción de la enzima microbiana.<sup>37</sup>

En 1987, Bascomb describió las rutas sintéticas, de sustratos fluorogénicos y cromogénicos, y su aplicación para el estudio de enzimas microbianas.<sup>37</sup> Figura 18

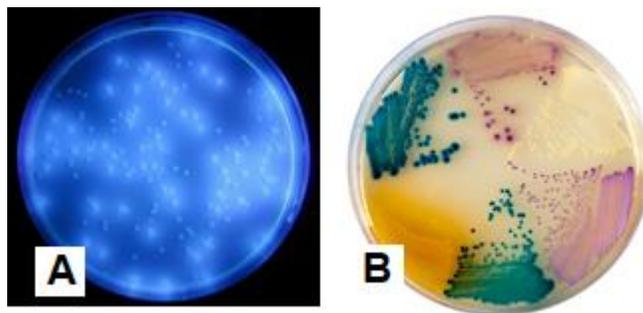


Figura 18 A. Medio de cultivo fluorogénico.<sup>38</sup> B. Medio de cultivo cromogénico.<sup>39</sup>



## IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todo consultorio médico, odontológico, o área de consulta puede estar contaminada, más aún el consultorio odontológico en donde existen secreciones y residuos orgánicos, ya que se trabaja directamente con la cavidad bucal en la que presenta un sin número de bacterias que si no se toma medidas de seguridad estos microorganismos pueden causar enfermedades.

Debido a que se reconocen que los factores ambientales como el aire, agua y las superficies clínicas de contacto pueden actuar como reservorios de microorganismos y juegan un rol muy importante como vehículos de infección.

Recientes estudios sobre la concentración de microorganismos en ambientes clínicos, evidencian el impacto de los efectos adversos en los usuarios susceptibles a la contaminación, por falta de un protocolo adecuado de desinfección y normas de bioseguridad.

En los procedimientos odontológicos el uso de instrumental rotatorio y jeringa triple, crea un aerosol que contiene principalmente gotas de agua, saliva, sangre, microorganismos, y otros desechos.

Estos aerosoles precipitan por la gravedad quedando en las superficies, y las partículas pequeñas quedando suspendidas en el aire por varias horas, constituyendo un riesgo, ya que pueden ser inhaladas causando enfermedades en los cirujanos dentistas, pacientes, personal que interviene en la clínica o consultorios dentales y familiares de los pacientes.



## V. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el uso del ozono en odontología, se ha limitado a la ozonoterapia en diferentes tratamientos odontológicos como: endodoncia como agua ozonizada, periodoncia y operatoria dental con ozonizadores, y en tratamientos estéticos para aclaramientos dentales.

Algunos profesionales de la salud, aún desconocen los beneficios del ozono como ambientador en las áreas clínicas, lo que permite eliminar algunos microorganismos que se encuentran en el aire y áreas clínicas.

Existen tabúes en cuanto a la toxicidad del ozono, pero debemos tomar en cuenta que si lo usamos de una forma adecuada y a niveles aceptables no tendremos ningún efecto secundario de su uso.

Si se utiliza de forma segura obtendremos todos los beneficios que nos ofrece su uso como antimicrobiano contra diversos microorganismos autóctonos y patológicos presentes en el ambiente clínico odontológico, provenientes de aerosoles o de pacientes que presenten enfermedades infectocontagiosas.

En este trabajo se realizará una investigación microbiológica en ambiente ozonificado y no ozonificado y describir las diferencias.



## VI. OBJETIVOS

### General

- Determinar en cultivos procedentes de zonas clínicas ozonificadas y no ozonificadas el crecimiento microbiano.

### Específicos

- Determinar la población microbiana en zonas clínicas no ozonificadas.
- Determinar la población microbiana en zonas clínicas ozonificadas.

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1 Métodos

Se prepararon los medios de cultivo en matraces estériles de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, se esterilizaron en la autoclave que se encuentra en el área del laboratorio de ecología oral, microbiología e histología de la FO figura 19.



Figura 19 A. Sangre de carnero desfibrinada utilizada para preparar Agar sangre. B, C. Medios de cultivo utilizados. D, E. Gramaje y preparación. F. Esterilización. Fuente directa

Los medios de cultivo utilizados fueron:

Agar dextrosa Sabouraud (A.D.S)

Es un medio de cultivo que por sus características químicas y físicas funciona como medio enriquecido para crecimiento de hongos y que, en caso de contener cloranfenicol u otro antibiótico, se convierte en un medio selectivo para los mismos. El medio contiene peptonas y una elevada concentración de glucosa que favorece a los hongos sobre las bacterias.<sup>40</sup> Figura 20



Figura 20 Crecimiento de *Candida albicans* en agar dextrosa Sabouraud.<sup>41</sup>

### Agar sangre (G.S)

Es un medio enriquecido que se utiliza además para la investigación de los diversos tipos de hemólisis ( $\alpha$ ,  $\beta$  o  $\gamma$ ). Es especial para el crecimiento de estreptococos. La sangre utilizada como aditivo a estos medios suele ser sangre de carnero diluída al 5%, pero en algunas ocasiones es necesario utilizar sangre de otras especies (caballo, conejo, humana), ya que facilitan las reacciones hemolíticas o contienen determinados factores de enriquecimiento.<sup>8</sup>

Tipos de cambios:

- Hemólisis beta: La colonia está rodeada por una zona clara de hemólisis completa, por ejemplo, *Streptococcus pyogenes* es un estreptococo beta hemolítico,
- Hemólisis alfa: La colonia está rodeada por una zona de decoloración verdosa debido a la formación de biliverdina, por ejemplo, *Streptococcus viridans*,
- Hemólisis gamma o sin hemólisis: No hay cambio en el medio que rodea la colonia.<sup>40</sup> Figura 21

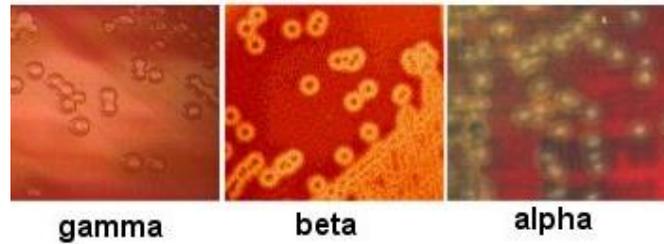


Figura 21 Cambios en agar sangre por hemólisis.<sup>42</sup>

### Agar tripticasa de soya (T.S.A)

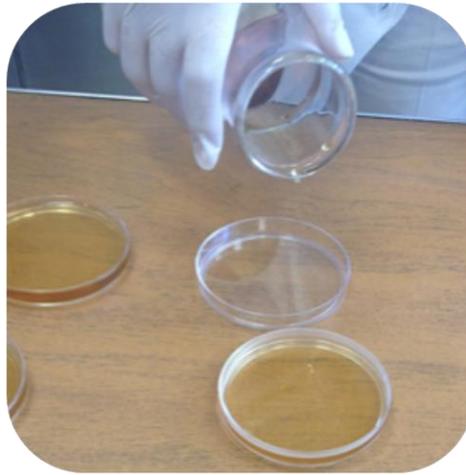
Es un medio de cultivo recomendado para la recuperación y aislamiento de toda clase de bacterias, gram-positivas y gram-negativas aerobias como *Brucella* sp., *Neisseria* sp. o *Streptococcus* sp.<sup>8</sup> Figura 22



Figura 22 Crecimiento microbiano en agar tripticasa de soya.<sup>43</sup>

Se colocaron dos mecheros de Bunsen en un diámetro de 1 metro de la mesa clínica donde se realizó la preparación de los medios de cultivo, con el fin de tener un área aséptica.

Se realizó el vaciado de los medios de cultivo a las cajas de Petri estériles con la intervención y ayuda del C.D Fernando Sánchez y la laboratorista Liliana Velasco figura 23.



*Figura 23 Vaciado de los medios de cultivo. Fuente directa*

Se dejaron solidificar los medios de cultivo a temperatura ambiente, se cerraron las cajas de Petri y se almacenaron en el refrigerador del laboratorio a una temperatura de 15° C para ser utilizados al día siguiente en las clínicas seleccionadas figura 24.



*Figura 24 Medios de cultivo cerrados para almacenaje. Fuente directa*

Se transportaron las muestras de los medios de cultivo por medio de la jarra Gaspak figura 25.



Figura 25 A. Medios de cultivo en jarra Gaspak. B. Transportación de medios de cultivo. Fuente directa

Se realizó lavado de manos y colocación de barreras de protección (guantes, cubrebocas y bata) por parte de la tesista.

Se colocaron los medios de cultivo sobre una mesa y un campo desechable dentro de las clínicas odontológicas de la FO 13 de cirugía bucal y 14 de odontología restauradora figura 26.



Figura 26 A. Entrada a clínica 13. B. Entrada a clínica 14. Fuente directa

Se realizó dos días en horarios diferentes, mientras que se seguían realizando tratamientos a los pacientes y había flujo de personal figura 27.



Figura 27 Atención a pacientes. Fuente directa

Se destaparon los medios durante 30 minutos cerca de la farmacia, que es en donde se recibe y dispensa el material odontológico y tienen que llegar los alumnos a surtir sus medicamentos de colocación al paciente figura 28,29,30,31.

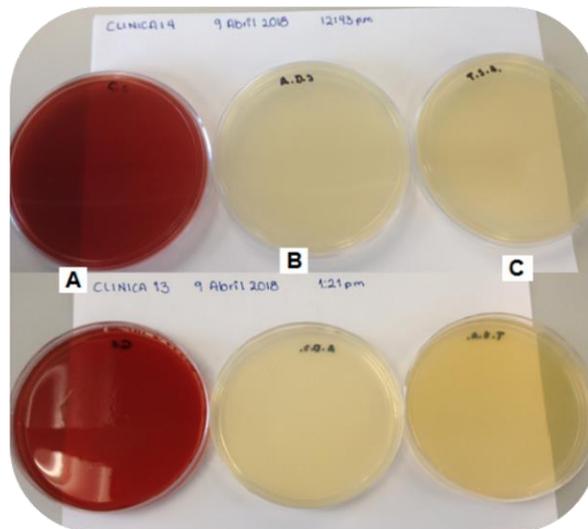


Figura 28 Colocación de los medios de cultivo. Día 1. A. agar sangre. B. agar dextrosa Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

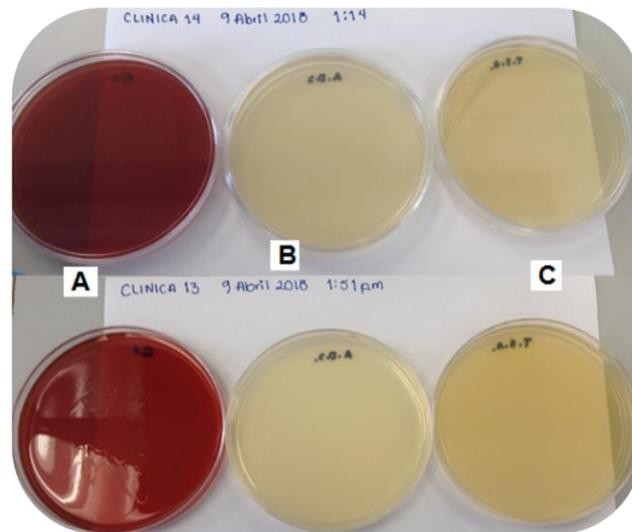


Figura 29 Medios de cultivo 30 minutos después de ser abiertos. Día 1. A. agar sangre. B. agar dextrosa Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

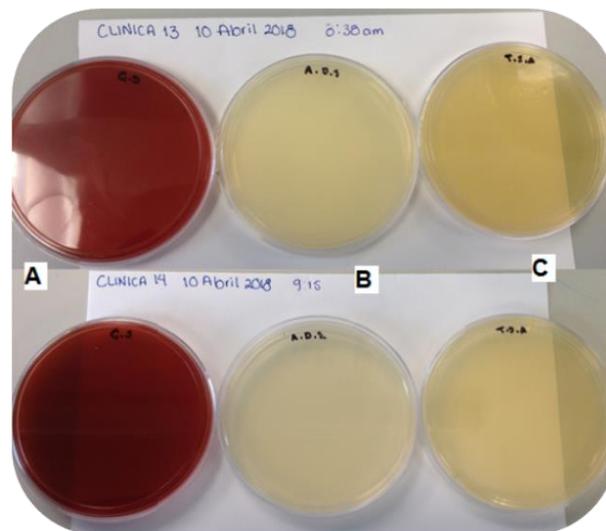


Figura 30 Colocación de los medios de cultivo. Día 2. A. agar sangre. B. agar dextrosa Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

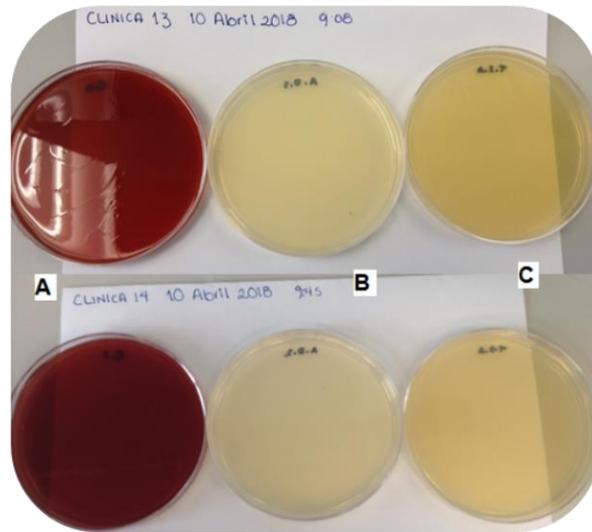


Figura 31 Medios de cultivo 30 minutos después de ser abiertos. Día 2. A. agar sangre. B. agar dextrosa Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

Se colocaron en rejillas dentro del horno incubadora a 37°C figura 32.



Figura 32 A. Colocación de medios de cultivo en rejillas. B. Colocación de rejillas dentro del horno incubadora. Fuente directa

En el consultorio particular se colocaron los medios abiertos en la misma condición que en las clínicas odontológicas FO de la UNAM, dos días en horarios diferentes figura 33, 34, 35.



Figura 33 Consultorio particular. Fuente directa

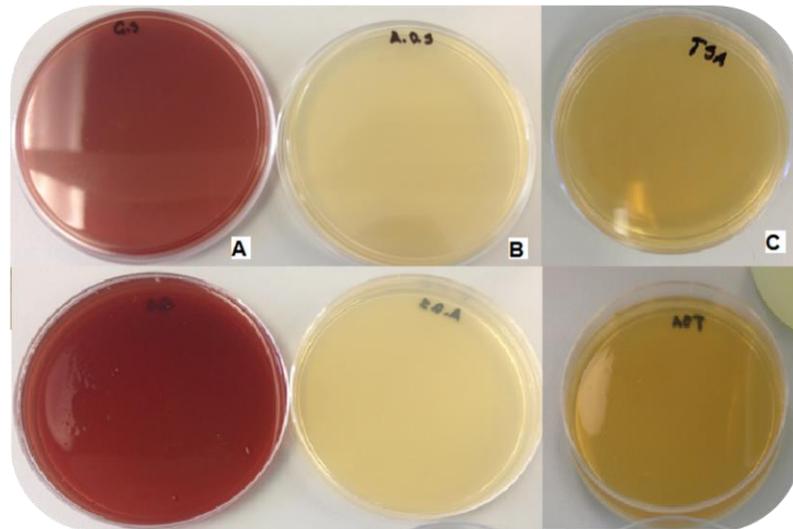
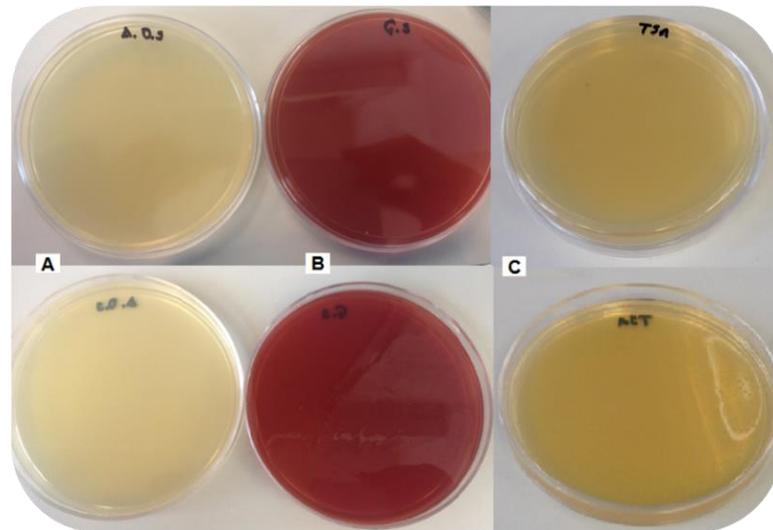


Figura 34 Colocación de los medios de cultivo y 30 minutos después. Día 1. A. agar sangre. B. agar dextrosa Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa



*Figura 35 Colocación de los medios de cultivo y 30 minutos después. Día 2. A. agar dextrosa Sabouraud. B. agar sangre. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa*

## 7.2 Tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo descriptivo para determinar el crecimiento bacteriano en clínicas odontológicas de la Facultad de Odontología UNAM que brinda atención a pacientes de cirugía bucal y restauradora, y un consultorio particular en donde se utiliza ozono en el ambiente únicamente en horas de consulta.

## 7.3 Recursos

### Humanos

- Tesista.
- Tutora de tesina.
- Personal del laboratorio de ecología oral, microbiología e histología.



## Materiales

Para este estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- Laboratorio de ecología oral, microbiología e histología de la Facultad de Odontología UNAM.
- Medios de cultivo BD Bioxon.
- Agua.
- Sangre de carnero desfibrinada.
- Matraz Erlenmeyer de 1000 ml.
- Báscula digital.
- Parrilla eléctrica.
- Autoclave.
- Cajas de Petri.
- Mecheros Bunsen.
- Azul de lactofenol.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.
- Microscopio electrónico.
- Jarra Gaspak.
- Cajas rejillas para incubar.
- Campos desechables.
- Cinta adhesiva para sellar.
- Reloj con cronómetro.
- Bolígrafo.



- Bata desechable.
- Guantes.
- Cubrebocas.
- Horno incubadora.
- Celular con cámara fotográfica.
- Computadora.

### Financieros

Corrieron a cuenta de la tesista.

## VIII. RESULTADOS

Se realizaron revisiones a los medios de cultivo a las 24 y 48 horas, para valorar el crecimiento microbiano figura 36.



Figura 36 Revisión a medios de cultivo. Fuente directa

Se observó el crecimiento microbiano que hubo en 24 y 48 horas figura 37, 38, 39, 40.

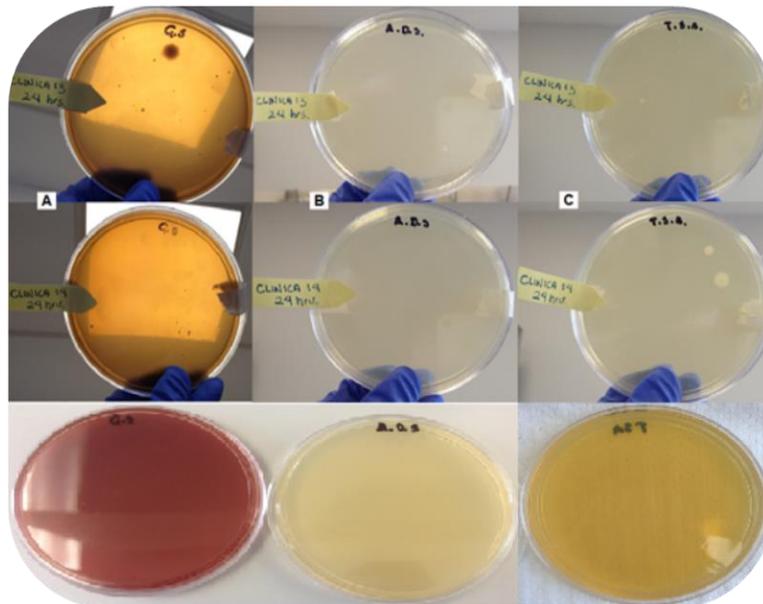


Figura 37 Revisión a las 24 horas. Día 1. A. agar sangre. B. agar dextrosa de Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

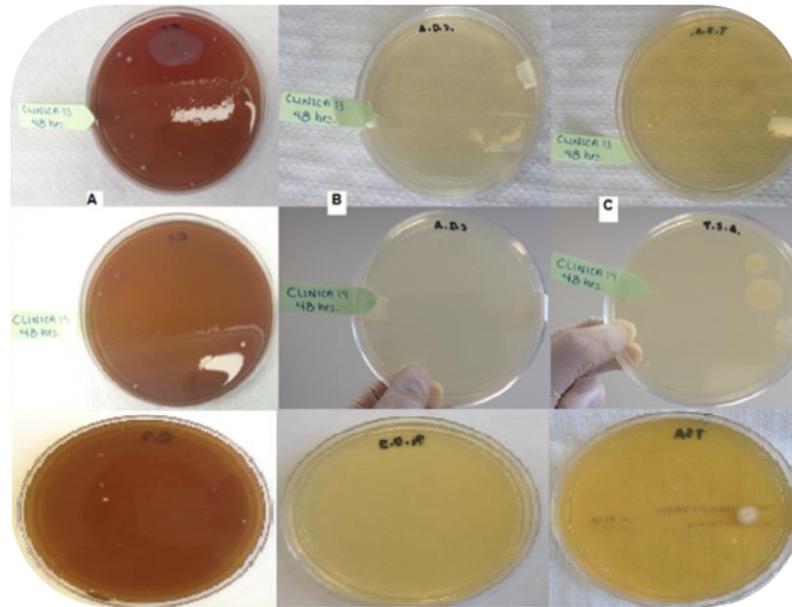


Figura 38 Revisión a las 48 horas. Día 1. A. agar sangre. B. agar dextrosa de Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

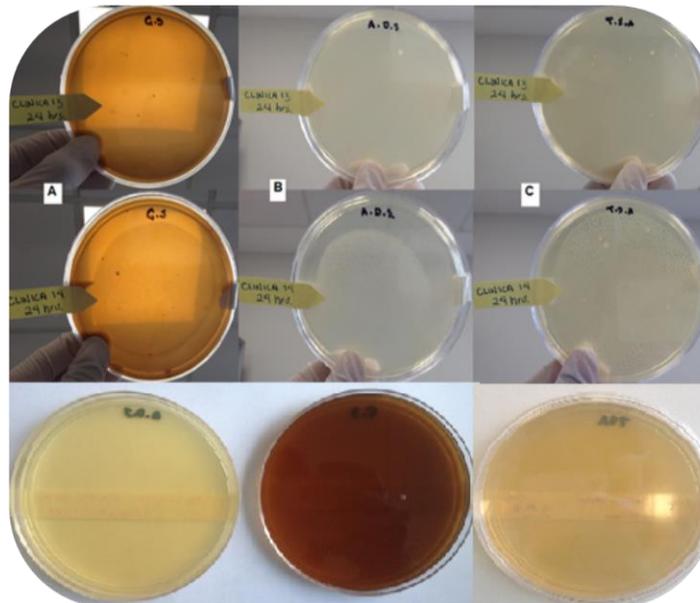


Figura 39 Revisión a las 24 horas. Día 2. A. agar sangre. B. agar dextrosa de Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

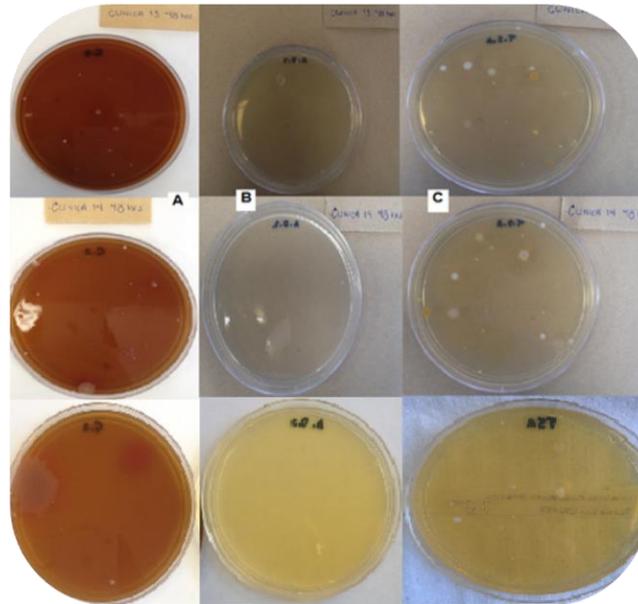


Figura 40 Revisión a las 48 horas. Día 2. A. agar sangre. B. agar dextrosa de Sabouraud. C. agar tripticasa de soya. Fuente directa

Se realizó tinción con azul de lactofenol para identificar los microorganismos que se observaron en agar dextrosa Sabouraud figura 41.



Figura 41 Tinción con azul de lactofenol. Fuente directa

Se revisó la muestra bajo el microscopio figura 42,43.



*Figura 42 Revisión bajo microscopio. Fuente directa*



*Figura 43 Observación en microscopio. Fuente directa*

De acuerdo a la morfología para la descripción macroscópica de las colonias se observó la formación de colonias en los diversos medios de cultivo:

- Puntiformes y circulares
- Planas y elevadas
- Con márgenes enteros y ondulados
- Color blanco, amarillo y crema,

- Hemólisis beta y gamma. Figura 44



Figura 44 Morfología de las colonias bacterianas.<sup>44</sup>

De acuerdo a lo descrito en Microbiología Clínica de Forbes, B., estas características corresponden a los microorganismos de los géneros *Streptococcus* sp., *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomona* sp., y *Candida albicans*.<sup>45</sup>

A la tinción con azul de lactofenol las colonias microbianas encontradas en agar dextrosa de Sabouraud corresponden a las características microscópicas de *Candida albicans*.<sup>45</sup>



## IX. DISCUSIÓN

Las clínicas, consultorios, hospitales y lugares donde se atienden pacientes con diversos tipos de enfermedades que no son únicamente de origen dental, se encuentran altamente contaminados con diferentes microorganismos patógenos y están expuestos a adquirir otras enfermedades que puedan empeorar su estado de salud, por lo que es de gran importancia llevar a cabo en esos lugares procedimientos de desinfección continuos, en estos sitios se utilizan productos de origen químico como el cloro y sus derivados u otros que llegan a ser dañinos debido a los residuos que producen irritación de piel, vías aéreas y reacciones de tipo alérgico por exposición.

Estos inconvenientes se han tratado de evitar a través del uso de sustancias que sean más nobles en las personas y el medio ambiente, evitando los residuos químicos irritantes, como lo es el ozono que dentro de sus cualidades es un potente desinfectante natural que su mecanismo de acción es por oxidación y permite una desinfección de aire contaminado, desodorizante y elimina un gran número de microorganismos patógenos.

Se conoce que dentro de sus desventajas se encuentra el costo de los aparatos emisores de ozono, así como que a altas concentraciones pueden ser tóxicas para el ser humano, debe llevar revisiones periódicas de las emisiones.

Por lo tanto debemos tomar en cuenta las ventajas y desventajas del uso del ozono en el consultorio dental.



## X. CONCLUSIONES

Es importante tener un ambiente con el menor número de microorganismos patógenos en las áreas clínicas odontológicas con el fin de llevar a cabo la prevención y control de infecciones.

Es recomendable que los profesionales de la salud y las instituciones que brindan atención médica incorporen en sus áreas clínicas ambientadores a base de ozono u otras sustancias que eviten la proliferación de microorganismos patógenos.

El ozono es una sustancia que utilizada a concentraciones adecuadas tiene un efecto antimicrobiano significativo que disminuye el crecimiento de colonias microbianas, y así lograr aumentar la asepsia de los tratamientos realizados.

La utilización del ozono en odontología, resultó en el estudio realizado con una efectividad media de inhibición de crecimiento microbiano en el ambiente clínico particular, debido a que el ozono no se colocaba de manera continua, ya que se apagaba el aparato emisor al salir los pacientes de consulta.

Por lo tanto, se recomienda repetir el estudio y tomar en cuenta que el lugar ozonificado tenga aparato emisor de ozono con constantes servicios de mantenimiento, así como encontrarse encendido la mayor parte del tiempo.



## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Zambrano-Gari C, Luna-Fontalvo J. Diversidad microbiana presente en el ambiente de la Clínica Odontológica de la Universidad Del Magdalena. Revista Intropica. 2013; 8:61-68.
- 2) Menéndez Cepero S., y cols. Ozono. Aspectos básicos y aplicaciones clínicas. La Habana: Centro de Investigaciones del Ozono; 2008.
- 3) Christian Friedrich Schönbein [Internet]. [Citado 5 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://www.epsomandewellhistoryexplore.org.uk/shonbein.html>
- 4) Uso del ozono en la Primera Guerra Mundial. [Internet]. [Citado 5 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://www.ozonoterapia.co/historia+ozonoterapia.html>
- 5) Paipay L, Calderón V, Mautua D, Cristóbal R. Evaluación de la contaminación microbiológica en los equipos radiográficos de una clínica dental privada. Revista Estomatología Herediana. 2014; 24(2):73-81.
- 6) De la Rosa M., Mosso M., Ullán C. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental. 2002; 5:375-402.
- 7) Anton Van Leeuwenhoek [Internet]. [Citado 5 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.thinglink.com/scene/759828523962597377.html>
- 8) Casado G. M., Torrico C. G., Medina A. M. Medios de cultivo en un laboratorio de Microbiología. [Internet]. 2012. Disponible en:  
<http://tts://libroslaboratorio.files.wordpress.com/2012/09/medios-de-cultivo-en-un-laboratorio-de-microbiologc3ada.pdf>
- 9) Brock T, Madigan M. Biología de los microorganismos. 14th ed. Madrid: Pearson Educación; 2015.



- 10) Brooks G. Microbiología médica: Jawetz, Melnick y Adelberg. 3rd ed. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2013.
- 11) Microorganismos presentes en el aparato respiratorio [Internet]. [Citado 15 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.maropice.com/wp-content/uploads/2017/12/respiratory-system-inspirational-respiratory-system-2-medical-anatomy-lungs-respiratory-of-respiratory-system.png>
- 12) De la Hoz P. R., Solano G. L., Quirós G. O. Uso de clorhexidina en el control de aerosoles bacterianos en el aire ambiental del consultorio odontológico. Ciencia y salud virtual. 2016; 8(1):10-19.
- 13) La Corte E. Uso de normas de bioseguridad en el consultorio. Revista Nacional de Odontología. 2009; 3(5):1-9.
- 14) Bustamante Andrade M., Herrera Machuca J., Ferreira Adam R., Riquelme Sánchez D. Contaminación Bacteriana Generada por Aerosoles en Ambiente Odontológico. International Journal of Odontostomatology. 2014; 8(1):99-105.
- 15) Contaminación del ambiente odontológico por aerosoles [Internet]. [Citado 5 Marzo 2018]. Disponible en: <http://www.ecoplusitalia.com/es/riesgo-de-contaminacion-en-la-odontologia.html>
- 16) Zambrano N. M, Rodríguez L. H, Urdaneta P. L., y cols. Monitoreo bacteriológico de áreas clínicas odontológicas: Estudio preliminar de un quirófano. Acta Odontológica Venezolana. 2007; 45(2):1-7.
- 17) Rodríguez M, Arpajón Y, Sosa A. De la bioseguridad al control de infecciones en Estomatología. Revista Cubana de Estomatología. 2014; 51(2):224-236.
- 18) Gallego G, Muñoz S, Gaviria J, Serna I. Uso del Ozono en diferentes campos de la Odontología. CES Odontología. 2007; 20(2):65-68.



- 19) Estructura molecular del ozono [Internet]. [Citado 5 marzo 2018].  
Disponible en:  
<http://www.image.slidesharecdn.com/laspaticulasqueformanlamateria-110725193140-phapp1.jpg>
- 20) Formación del ozono de forma natural [Internet]. [Citado 5 marzo 2018].  
Disponible en:  
[http://www.aragonaire.es/images/content/es-ozone\\_molecules.jpg](http://www.aragonaire.es/images/content/es-ozone_molecules.jpg)
- 21) Sala Rey R, Squadrito G. El Ozono como oxidante de lípidos biológicos: causas y efectos. Revista de Química. 1992; VI (1):97-108.
- 22) Laurence Franken M. La aplicación de la tecnología de Ozono a la Salud Pública y a la Industria. Food Safety & Security at Kansas State University. 2005; 14:15-30.
- 23) Ozono. Purificadores de Aire. [Internet]. Sapiensman.com. 2018 [Citado 19 febrero 2018]. Disponible en:  
<http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/ozono.php>
- 24) Nagayoshi M, Fukuizumi T., y cols. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. Oral Microbiology and Immunology. 2004; 19(4):240-246.
- 25) Acción antimicrobiana del ozono [Internet]. [Citado 5 marzo 2018].  
Disponible en: <http://www.ozono21.com/actualidad-interna/efecto-del-ozono-bacterias/373/>
- 26) Campos P, Vargas D., y cols. Inactivación de *Candida Albicans* mediante el uso de ozono. Odontología Actual. 2013; 10 (124):22-26.
- 27) Murray B, Ohmine S, Tomer D, Jensen K, Johnson F, Kirsi J y cols. Virion disruption by ozone-mediated reactive oxygen species. Journal of Virological Methods. 2008; 153 (1):74-77.



- 28) Ozonificador en consultorio médico. [Internet]. [Citado 5 marzo 2018].  
Disponible en:  
<https://www.ozonopurificadores.com/testimonios-ozono/>
- 29) Martínez J, Weisser M. Seguridad durante el tratamiento con ozono en el consultorio dental. *Revista Cubana de Estomatología*. 2013; 50(4):397-407.
- 30) Burguet N, Castillo L. Control de calidad de los medios de cultivo utilizados en el monitoreo ambiental de las áreas clasificadas de producción. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2013; 51(2):155-160.
- 31) Liebana Ureña J. *Microbiología Oral*. 2da ed. Madrid, España: McGraw Hill Interamericana; 2002.
- 32) Medios de cultivo. [Internet]. [Citado 5 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://www.microplanet-psl.com/es/productos/control-microbiologico>
- 33) Medios de cultivo según su estado físico. [Internet]. [Citado 5 marzo 2018]. Disponible en: <http://image.slidesharecdn.com/mediosdecultivo-131210222724-phpapp01.jpg>
- 34) Tipos de crecimiento en medios líquidos. [Internet]. [Citado 5 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://tecnicolaboratorioclinico.blogspot.mx/2012/09/medios-de-cultivo.html>
- 35) Medio de cultivo enriquecido con sangre. [Internet]. [Citado 5 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.medioscultivo.com/agar-sangre-de-cordero>
- 36) Medio Lowenstein-Jensen selectivo para *Mycobacterium tuberculosis* [Internet]. [citado 6 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://bacteriologynotes.com/wp-content/uploads/2016/05/Cultural-Characteristics-of-Mycobacterium-tuberculosis.jpg>



- 37) Díaz M, Rodríguez C., y cols. *Enterococcus*, medios de cultivo convencionales y cromogénicos. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. 2013; 51(1):97-110
- 38) Medio de cultivo fluorogénico. [Internet]. [Citado 7 marzo 2018]. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol22\\_4\\_06/mgi05406.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol22_4_06/mgi05406.htm)
- 39) Medio de cultivo cromogénico. [Internet]. 2018 [Citado 7 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://www.majiar.uy/seguridad-alimentaria/microbiologia-general-2/agares-cromogenicos>
- 40) Types of culture media used in microbiology [Internet]. Aladdin-e.com. [Citado 10 marzo 2018]. Disponible en: [http://www.aladdin-e.com/zh\\_cn/bioscience/microbiology/media.html](http://www.aladdin-e.com/zh_cn/bioscience/microbiology/media.html)
- 41) Crecimiento de Candida albicans en agar dextrosa Sabouraud [Internet]. [Citado 10 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://www.dilaco.com/img/catalogo/211584.jpg>
- 42) Tipos de hemolisis en agar sangre [Internet]. [Citado 10 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://www.telmeds.org/wp-content/uploads/2009/hemolysis.jpg>
- 43) Crecimiento microbiano en agar tripticasa de soya [Internet]. [Citado 10 marzo 2018]. Disponible en:  
<http://scielo.conicyt.cl/fbpe/img/rci/v32n2/art11-figura02.jpg>
- 44) Morfología de colonias bacterianas [Internet]. [Citado 23 marzo 2018]. Disponible en:  
[http://projectomartin.blogspot.mx/2012/12/practica-8\\_9.html](http://projectomartin.blogspot.mx/2012/12/practica-8_9.html)
- 45) Forbes B. Diagnóstico microbiológico. 11va ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2002.